




# COMUNE di PORTOMAGGIORE



## PROGRAMMA "SICURO, VERDE E SOCIALE. RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA" P.C. P.N.R.R.

Via Roma, n. 39 - COMUNE di PORTOMAGGIORE

ID: FE\_18

<b>Titolare della progettazione</b>   <b>ACER FERRARA</b> C.so V.Veneto, 7 - 44121 Ferrara <b>Servizio Tecnico</b> Dirigente: arch. M.Cenacchi  <small>Azienda con sistema qualità certificato in conformità alla normativa ISO 9001:2015</small>	<b>Responsabile unico del procedimento</b> ACER FERRARA Servizio tecnico: arch. M. Cenacchi <b>Coordinamento generale programma</b> ACER FERRARA Servizio tecnico: ing. G. Addesso <b>Progetto architettonico</b> Arch. Pietro Pigozzi <b>Progetto strutture</b> Arch. Pietro Pigozzi <b>Progetto impianti elettrici</b> Arch. Pietro Pigozzi <b>Relazione legge 10</b> Arch. Pietro Pigozzi <b>Collaboratori</b> Ing. Linda Cremon, Ing. Davide Grablovitz, Ing. Giovanni Bono, Ing. Andrea Guaraldi
--	--

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

<b>titolo elaborato</b>  RELAZIONE GEOLOGICA	<table><tr><td data-bbox="842 1850 1002 1921"><b>cod. commessa</b> 2105</td><td data-bbox="1002 1850 1479 1984" rowspan="2"><b>codice elaborato</b>  ST-P-D04-1</td></tr><tr><td data-bbox="842 1921 1002 1984"><b>scala</b> -</td></tr></table>	<b>cod. commessa</b> 2105	<b>codice elaborato</b>  ST-P-D04-1	<b>scala</b> -
<b>cod. commessa</b> 2105	<b>codice elaborato</b>  ST-P-D04-1			
<b>scala</b> -				

REV 0	Emissione	Marzo 2022
REV 1	Integrazioni	Aprile 2022




**Studio Servizi Tecnici**  
Settore geologia e ambiente

**DOTT. GEOL. THOMAS VERONESE**

**Via Roma, 10**

**44021 CODIGORO (Ferrara)**

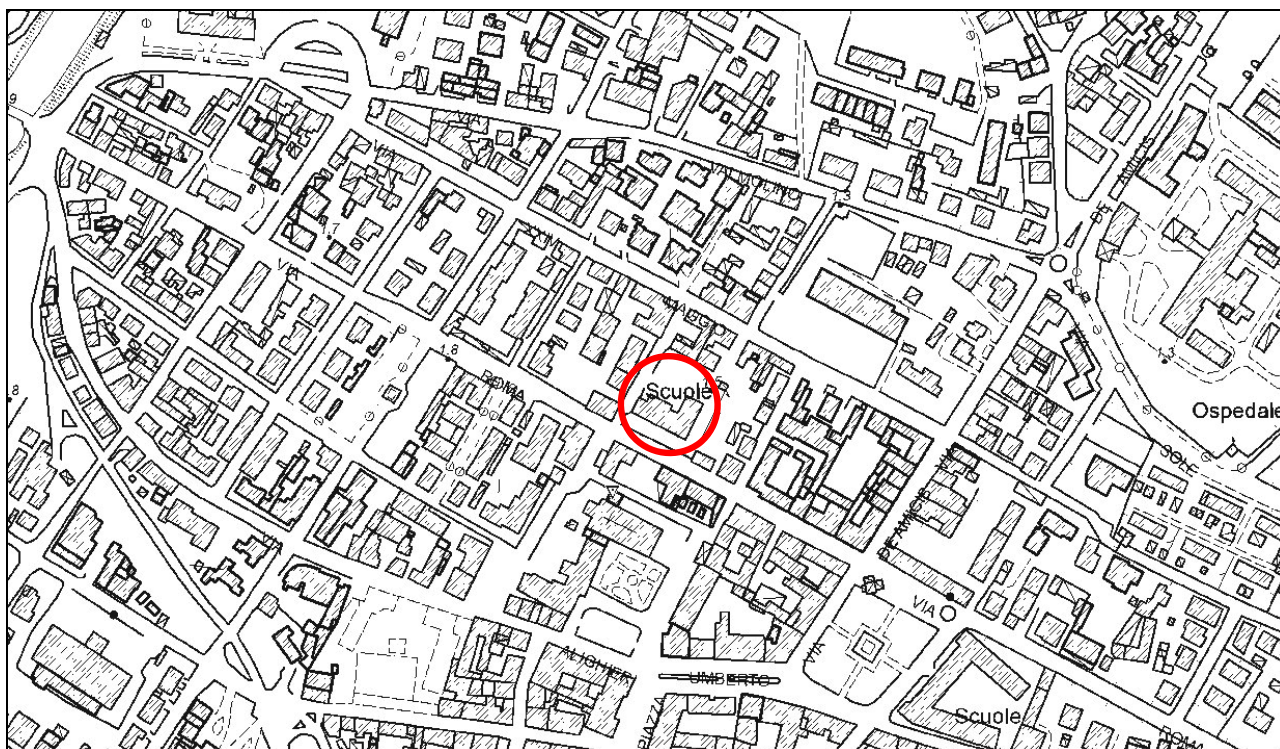
**Tel e fax. 0533 / 713798 cell. 335-5240380**

**E-mail: t.veronese@studio-sst.it**

**MODELLAZIONE GEOLOGICA, SISMICA e GEOTECNICA SULLE INDAGINI**

## **Comune Portomaggiore** **Provincia di Ferrara**

Progetto per la ristrutturazione con adeguamento sismico di fabbricato sito in via Roma n. 39 a Portomaggiore (Fe); riferimenti catastali foglio 121 mappale 108 del comune di Portomaggiore (Fe).



Committente: **ACER FERRARA**  
**AZIENDA CASA EMILIA-ROMAGNA**  
Sede: C.so Vittorio Veneto, 7 - 44121 Ferrara  
P. IVA: 00051510386

### **S.S.T. SETTORE GEOLOGIA E AMBIENTE**

Geotecnica; Studio terreni di fondazione; Stabilità dei versanti; Rilevamento geologico; Rilievi topografici; Geofisica - Contributi allo Studio di Impatto Ambientale; Assistenza alle pubbliche amministrazioni negli studi di fattibilità e di realizzazione dei P.R.G., cimiteri, discariche, piani attività estrattive, studi di acquiferi per la tutela e per l'utilizzo di risorse idriche sotterranee; subirrigazioni.



## INDICE:

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. MODELLAZIONE GEOLOGICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. GEOLOGIA STRUTTURALE DELL'AREA.....	3
2.2. CARATTERI STRATIGRAFICI E LITOLOGICI.....	6
2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	9
2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	10
<b>3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI .....</b>	<b>12</b>
3.1. DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA.....	12
<i>Categoria di suolo di fondazione.....</i>	<i>12</i>
<i>Azioni sismiche "D.M. 14 gennaio 2008".....</i>	<i>16</i>
<i>Magnitudo di progetto.....</i>	<i>19</i>
3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE .....	20
3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI .....	23
<b>4. MODELLAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI.....</b>	<b>24</b>
4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO .....	24



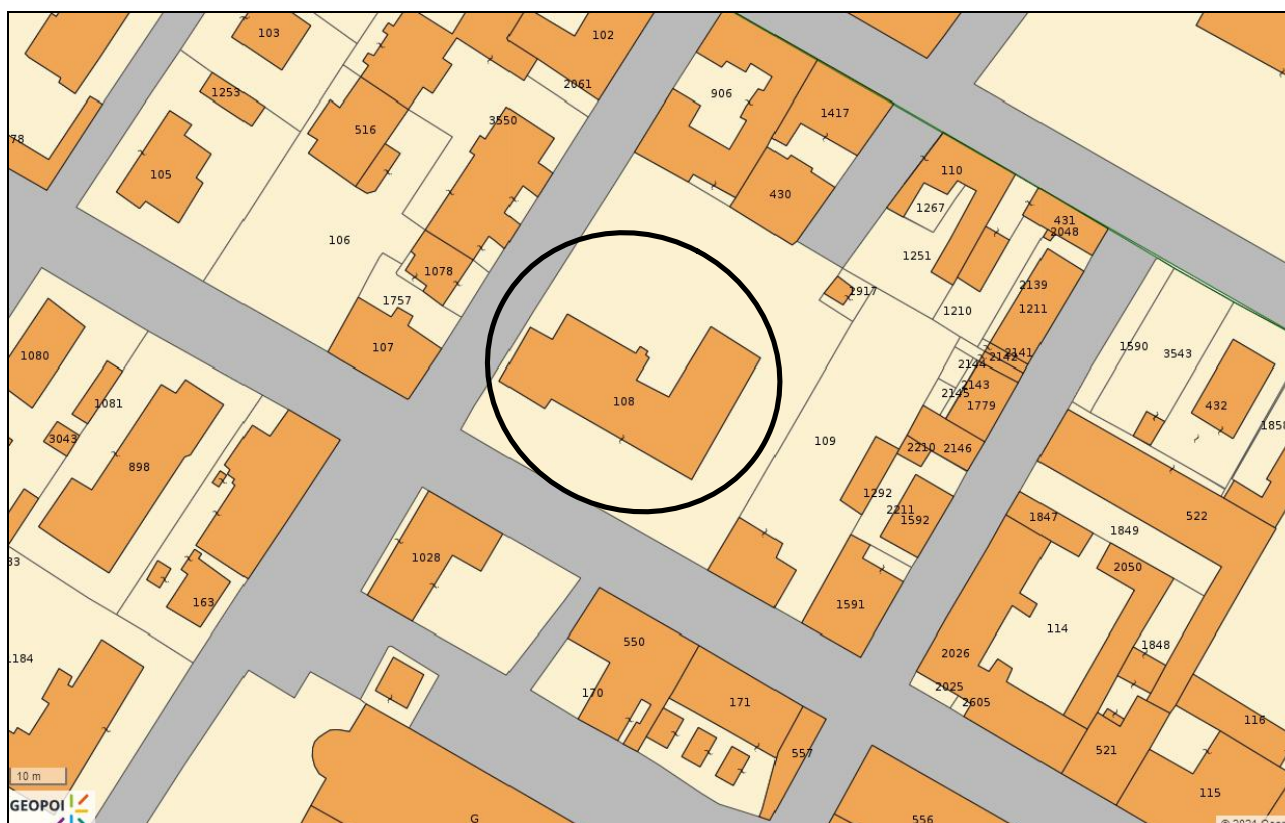
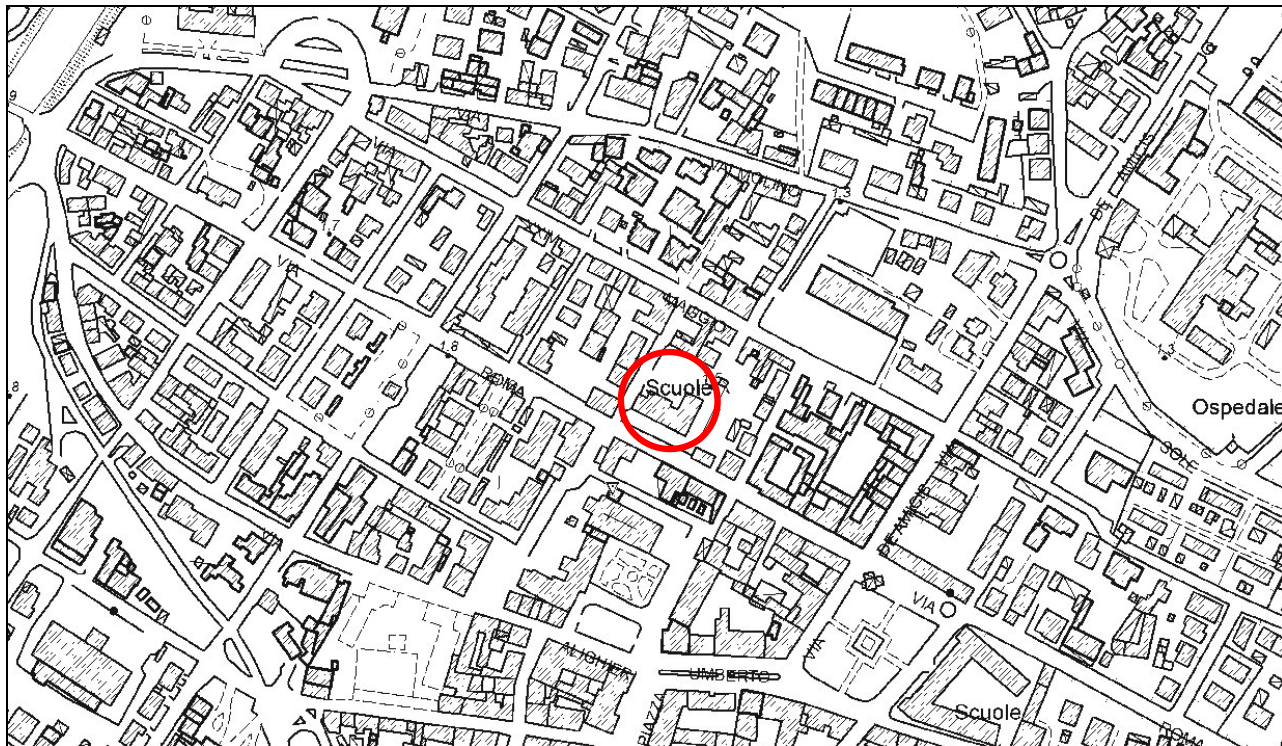
*FASE DI ESECUZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA*



## 1. PREMESSA

Su incarico della ditta ACER Ferrara, Azienda Casa Emilia Romagna, con sede in Corso Vittorio Veneto n° 7 a Ferrara (Fe), si redige lo studio per ricostruire la modellazione geologica, sismica e geotecnica sulle indagini per il progetto di *“ristrutturazione con adeguamento sismico di fabbricato”* sito in via Roma n. 39 a Portomaggiore (Fe); riferimenti catastali foglio 121 mappale 108 del comune di Portomaggiore (Fe).

In **FIGURA 1.1** si riporta l'ubicazione dell'area di intervento.



**FIGURA 1.1** – Planimetria dell'area allo studio a Portomaggiore (FE)

## **Normativa e Raccomandazioni di riferimento**

- Decreto del Ministro delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare n. 7/2019 del C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 Gazzetta Ufficiale n. 35/2019 - 11 febbraio 2019.
- Deliberazione della Giunta Regionale 12 aprile 2021, N. 476 Aggiornamento dell’Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)” di cui alla deliberazione della Giunta regionale 29 aprile 2019, n. 630
- Delibera di Giunta Regionale Num. 630 del 29/04/2019, Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, l.r. n. 24/2017).
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)  
“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (giugno 1977).
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)  
“Raccomandazioni sui pali di fondazione (dicembre 1984)”.
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)  
“Aspetti geotecnici nella progettazione in zona sismica (Edizione Provvisoria, marzo 2005)”.
- C.N.R. UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione.  
Eurocode EC-7: Geotechnics, design – dicembre 1987.
- C.N.R. UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione.  
Eurocode EC-8: Design provisions for earthquake resistance of structures – ottobre 1994.

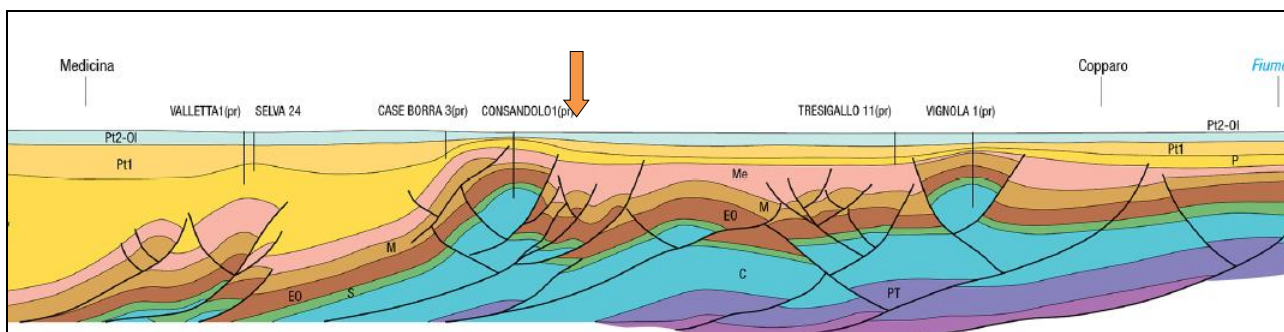
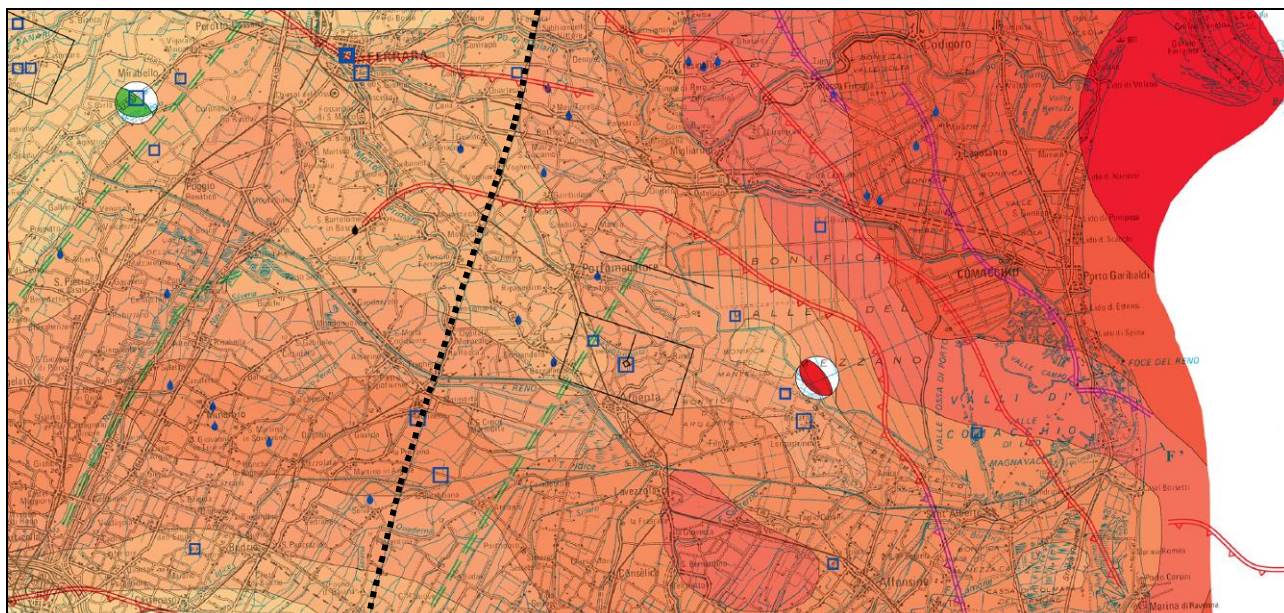
## **2. MODELLAZIONE GEOLOGICA**

### **2.1. GEOLOGIA STRUTTURALE DELL'AREA**

Nella **FIGURA 2.1** si riporta la sezione geologica passante per Medicina, Consandolo, Tresigallo, Copparo, fiume Po in cui si possono apprezzare gli spessori dei sedimenti del Quaternario sopra i pliocenici, che coincide con il passaggio dai sedimenti sciolti a quelli litificati o pseudolitificati.

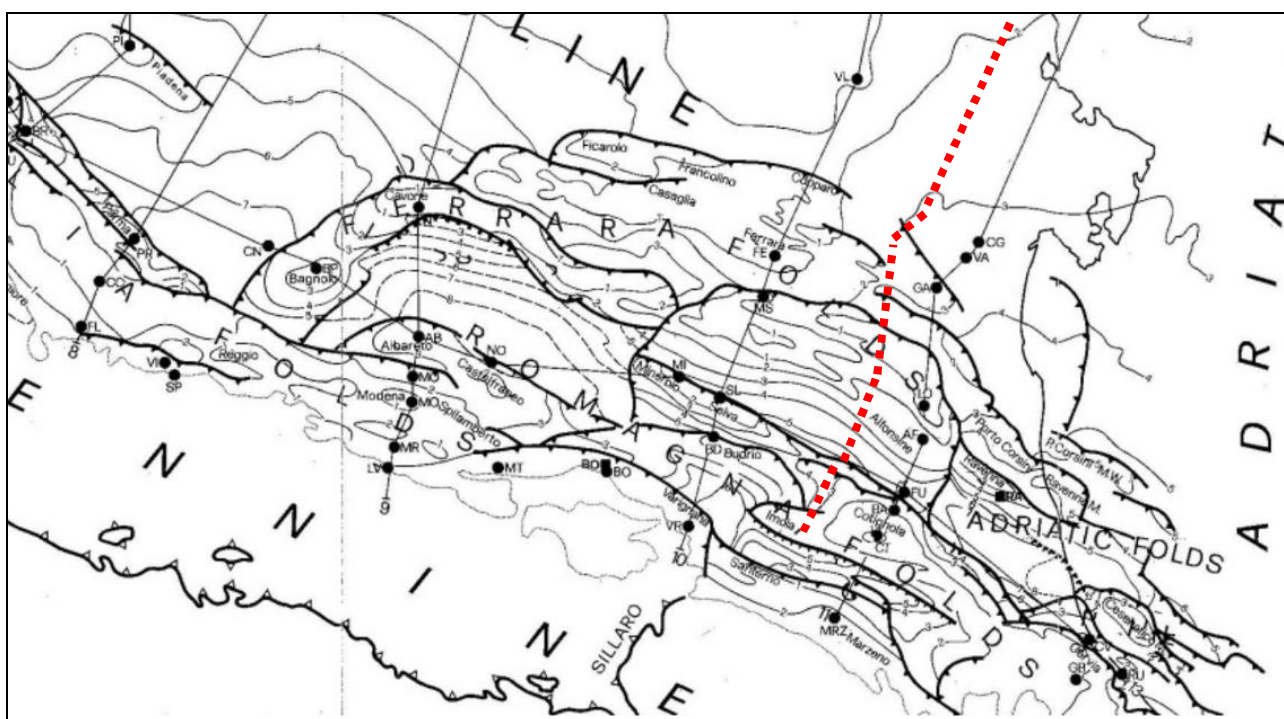
Tale sezione è posta più ad ovest di Portomaggiore.



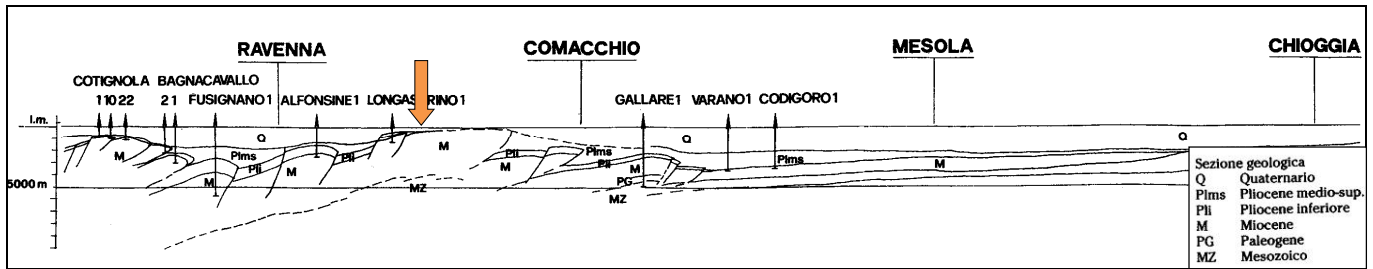


**FIGURA 2.1**- Sezione geologica più vicina a Portomaggiore (FE) tratta dalla Carta Sismotettonica dell'Emlia Romagna (2016)

Nella **FIGURA 2.2** (Pieri & Groppi, 1981, CNR, 1992) si riporta la sezione geologica passante poco più ad est di Portomaggiore, ovvero per Cotignola, Bagnacavallo, Ravenna, Comacchio, Codigoro, Mesola, Chioggia.

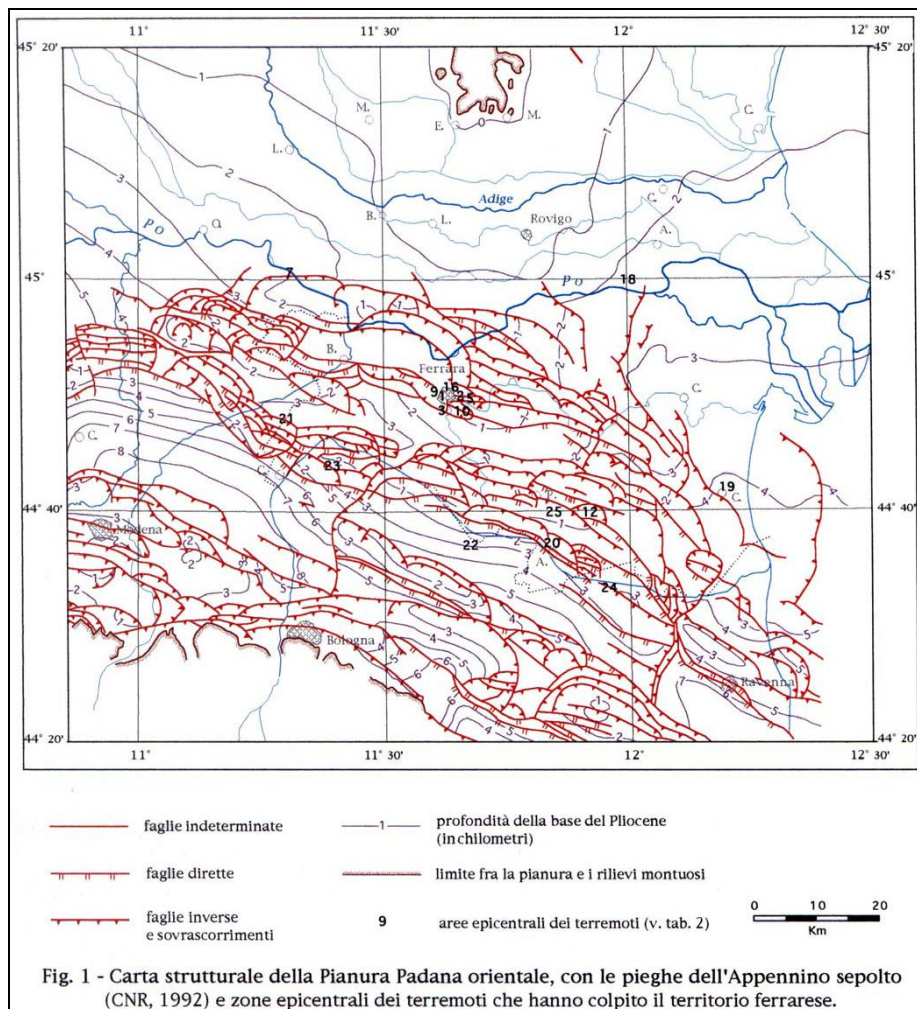






**FIGURA 2.2** - sezione geologica Pieri & Groppi, 1981, CNR, 1992

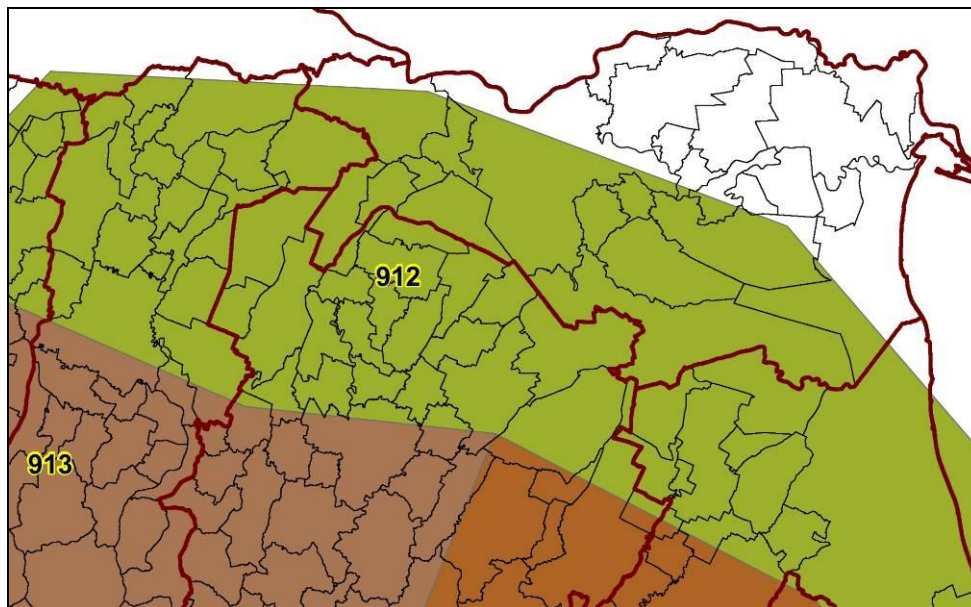
Nella **FIGURA 2.3** viene riportata la Carta Strutturale della Pianura Padana, con le Pieghe Ferraresi dell'Appennino sepolto (Pieri & Groppi, 1981, CNR, 1992) con visibili le varie strutture sepolte e le faglie e sistemi trascorrenti attivi e non attivi, che sono all'origine della nuova attribuzione alla Zona sismica 3, in cui il comune di Portomaggiore è stato inserito nella OPCM 3274/2003.



**FIGURA 2.3** – Carta strutturale della Pianura Padana orientale (Pieri e Groppi, 1981, CNR, 1992)

Si fa inoltre presente che quasi tutto il territorio comunale di Portomaggiore ricade all'interno della zona sismogenetica 912 (**FIGURA 2.4**), dunque è potenzialmente sede epicentrale di eventi sismici.

La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di  $M = 6,14$ .



**FIGURA 2.4** - Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

## 2.2. CARATTERI STRATIGRAFICI E LITOLOGICI

La formazione dell'ambiente, nella sua configurazione attuale, è relativamente recente e consegue a ripetute variazioni dei rapporti di equilibrio tra livello del mare, apporti solidi dei corsi d'acqua, entità di subsidenza e, non ultimo, l'intervento umano.

Nell'attuale configurazione fisica del territorio sono riconoscibili le tracce sia della sua evoluzione naturale che quella operata dall'uomo.

Tra le più evidenti e più importanti nel disegnare l'assetto morfologico si possono elencare i paleoalvei, i con di esondazione, i cordoni dunari testimoni della veloce progradazione verso est della linea di costa, ed infine si individuano quelle aree particolarmente depresse che erano sede di bacini palustri.

Per ogni struttura geomorfologica corrisponde, in linea di massima, una caratteristica classe litologica; la granulometria e la storia tensionale, strettamente legata alla storia geologica, ne condizionano le caratteristiche meccaniche ed idrauliche.

L'area di intervento ricade in un'area di bacino interfluviale, dove i fiumi hanno depositato nel tempo le loro alluvioni distali e risulta inoltre attraversata da una serie di paleoalvei minori, che interessano il sito di intervento.

Per la validazione del modello geologico è stata eseguita una campagna di indagine, per la ricostruzione di un modello del terreno che permetta di definire al meglio la stratigrafia del sottosuolo dell'area in esame, consistente in una prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono sismico SCPTU1 con rif. U29-22, spinta fino alla profondità di -30,50 m da p.c..

In **FIGURA 2.5** si riporta uno stralcio catastale della provincia di Ferrara con l'ubicazione della prova SCPTU1 eseguita in sito.





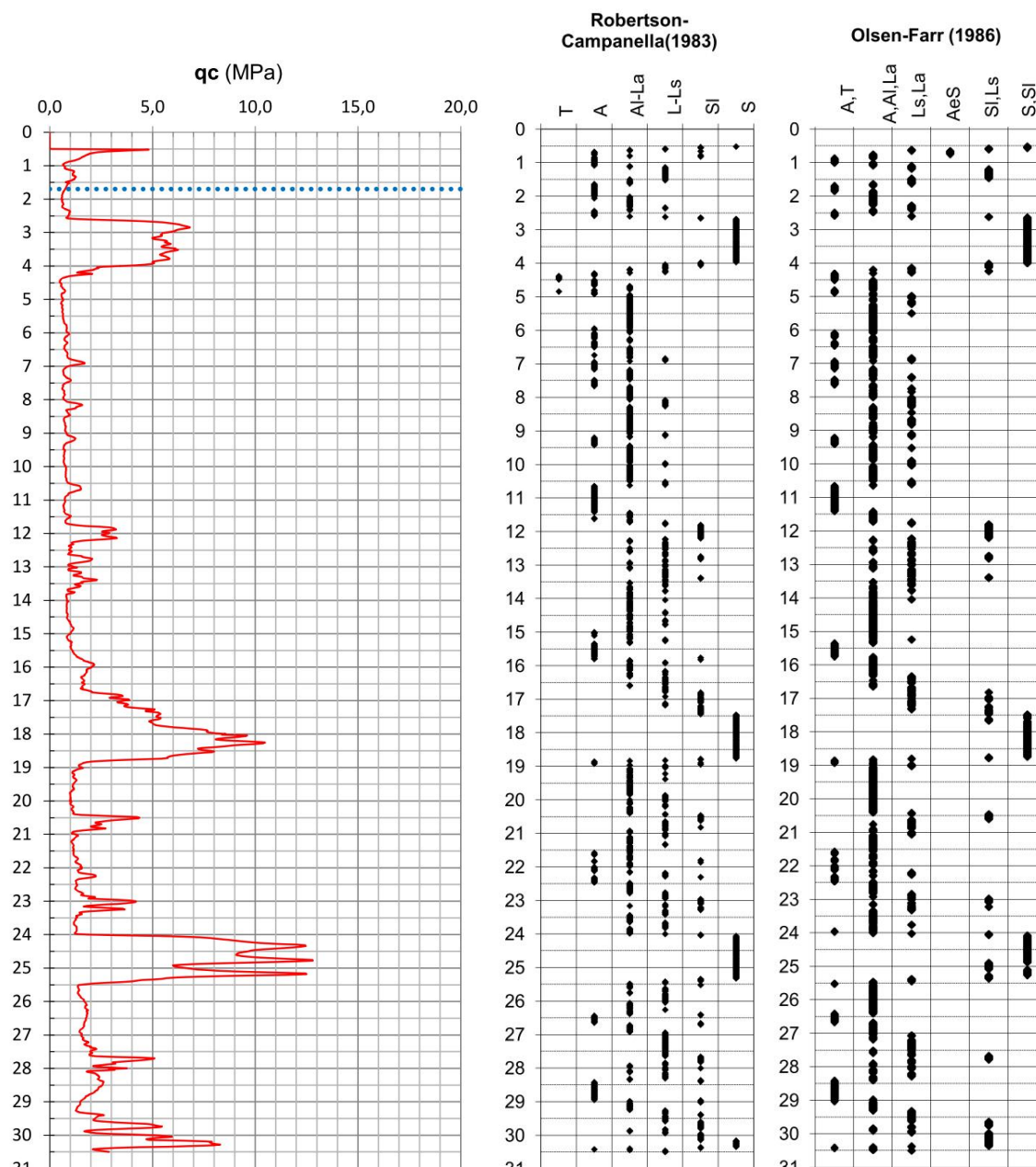
**FIGURA 2.5** – Ubicazione della prova SCPTU1

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica **SCPTU1** con rif. U29-22 rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	( - )	( - )
<b>0,6</b>	<b>1,5</b>	1,18	<b>Al-La</b>	consistente
<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	0,73	<b>A</b>	moderatamente consistente
<b>2,5</b>	<b>4,2</b>	4,81	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>4,2</b>	<b>5,9</b>	0,70	<b>A</b>	moderatamente consistente
<b>5,9</b>	<b>9,2</b>	0,86	<b>Al-La</b>	moderatamente consistente
<b>9,2</b>	<b>11,6</b>	0,84	<b>A</b>	moderatamente consistente
<b>11,6</b>	<b>13,6</b>	1,60	<b>L-Ls</b>	consistente
<b>13,6</b>	<b>15,2</b>	0,92	<b>A</b>	moderatamente consistente
<b>15,2</b>	<b>16,7</b>	1,52	<b>Al-La</b>	consistente
<b>16,7</b>	<b>18,8</b>	5,85	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>18,8</b>	<b>20,4</b>	1,20	<b>A</b>	consistente
<b>20,4</b>	<b>24,0</b>	1,71	<b>Al-La</b>	consistente
<b>24,0</b>	<b>25,5</b>	8,39	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>25,5</b>	<b>29,4</b>	1,97	<b>Al-La</b>	consistente
<b>29,4</b>	<b>30,5</b>	4,17	<b>SI</b>	moderatamente addensata

**Legenda Litologia**

<b>RIP</b>	Riporto
<b>T</b>	Torba
<b>A</b>	Argilla
<b>Al-La</b>	Argilla Limosa - Limo Argilloso
<b>L-Ls</b>	Limo - Limo Sabbioso
<b>SI</b>	Sabbia Limosa
<b>S</b>	Sabbia



*Diagramma di resistenza e valutazioni litologiche – SCPTU1 rif. U29-22*

Da queste indagini e dalla fotointerpretazione aerea di immagini fotografiche in B/N del sito, si possono ricostruire i caratteri geomorfologici del sito.







## 2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione della prova penetrometrica statica con punta elettrica SCPTU1 con rif. U29-22. Tale quota è stata rilevata in data 02/03/2022 alla profondità di -1,70 m dal p.c..

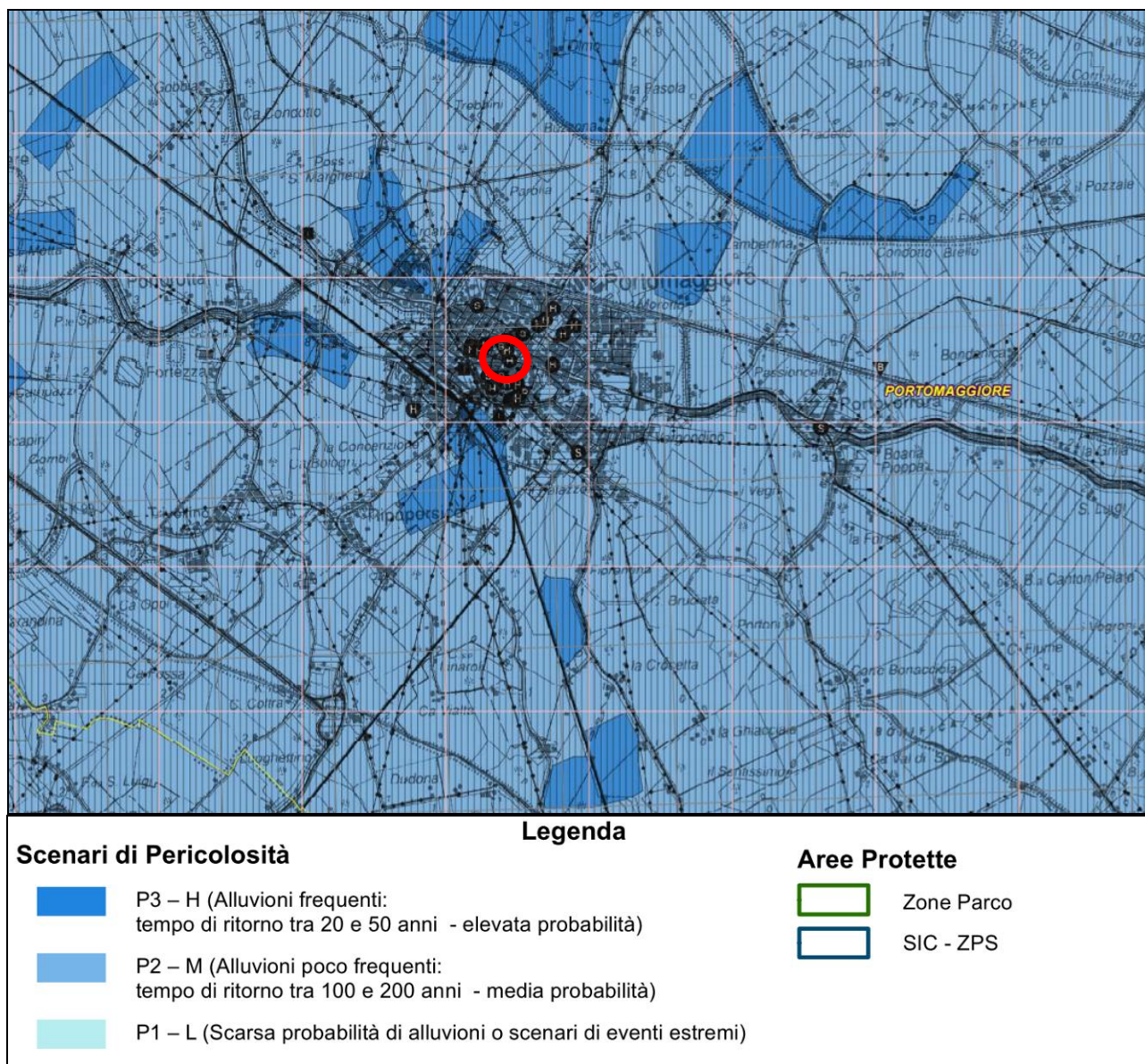
Il livello freatico potrebbe oscillare rispetto ai valori riscontrati in tal giorno, solo un monitoraggio di un anno idrogeologico permetterebbe di valutare le oscillazioni stagionali di queste quote.

Testimonianze locali confermano che il livello di falda può aumentare e avvicinarsi di più al piano campagna in periodi stagionale più umidi.

Le acque meteoriche che precipitano all'interno dell'area che delimita il sito in esame sono impossibilitate a defluire superficialmente in una rete di scolo a gravità. Le opere di urbanizzazione si prendono in carico lo scolo dell'area.

In **FIGURA 2.7** si riporta uno stralcio della tavola del Reticolo Secondario di Pianura (R.S.P.) con la mappa della pericolosità e degli elementi esposti della direttiva alluvioni.

L'area allo studio risulta caratterizzata da una fascia di pericolosità P2, che corrisponde ad alluvioni poco frequenti con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni, media probabilità.

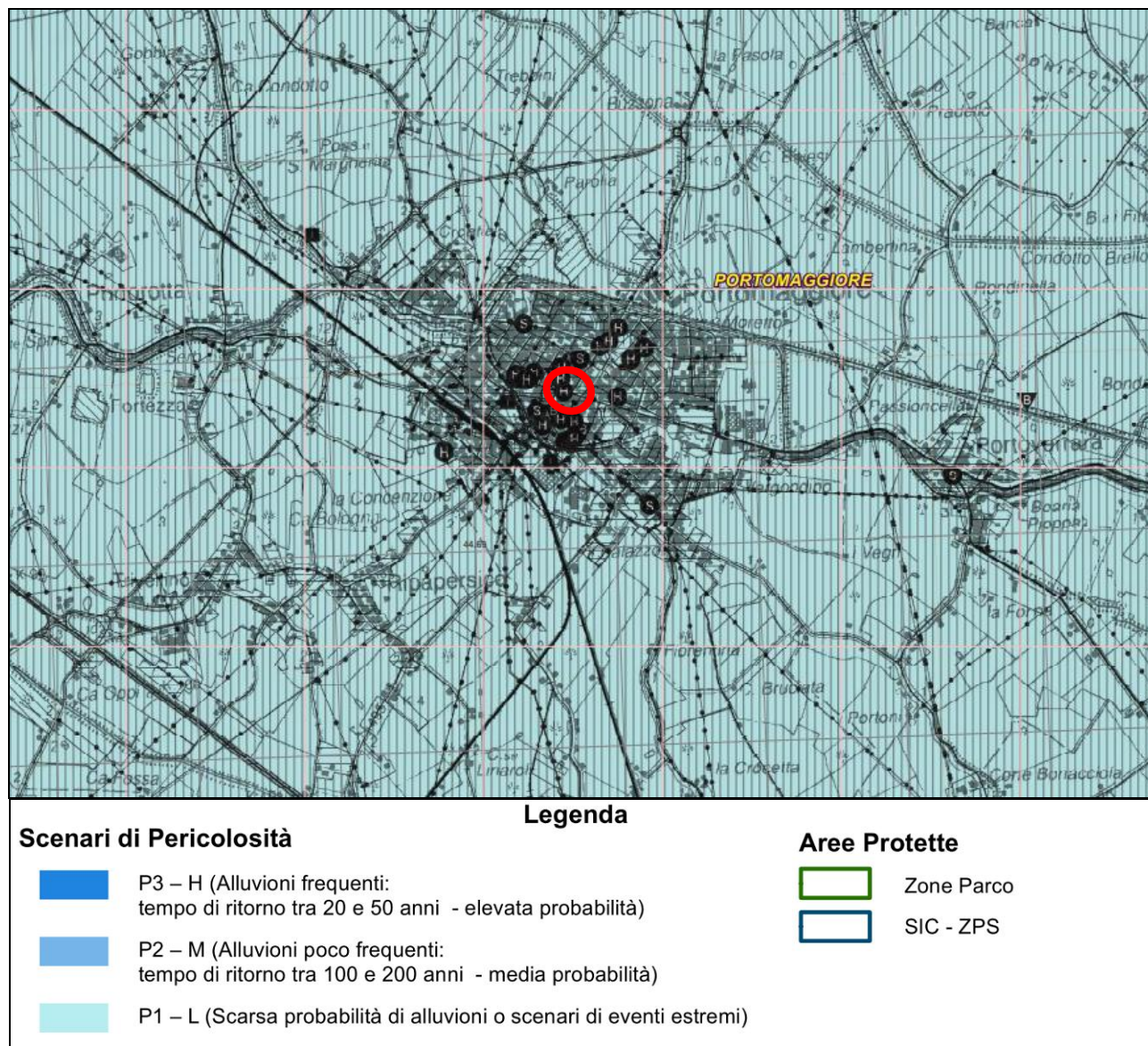


**FIGURA 2.7** – Mappa di pericolosità R.S.P. (Fonte: [http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/direttiva\\_2007\\_60/PDF/RSP/RSP\\_Tavola\\_204NO.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/direttiva_2007_60/PDF/RSP/RSP_Tavola_204NO.pdf))



In **FIGURA 2.8** si riporta uno stralcio della tavola del Reticolo naturale principale e secondario (R.P.) con la mappa della pericolosità e degli elementi esposti della direttiva alluvioni.

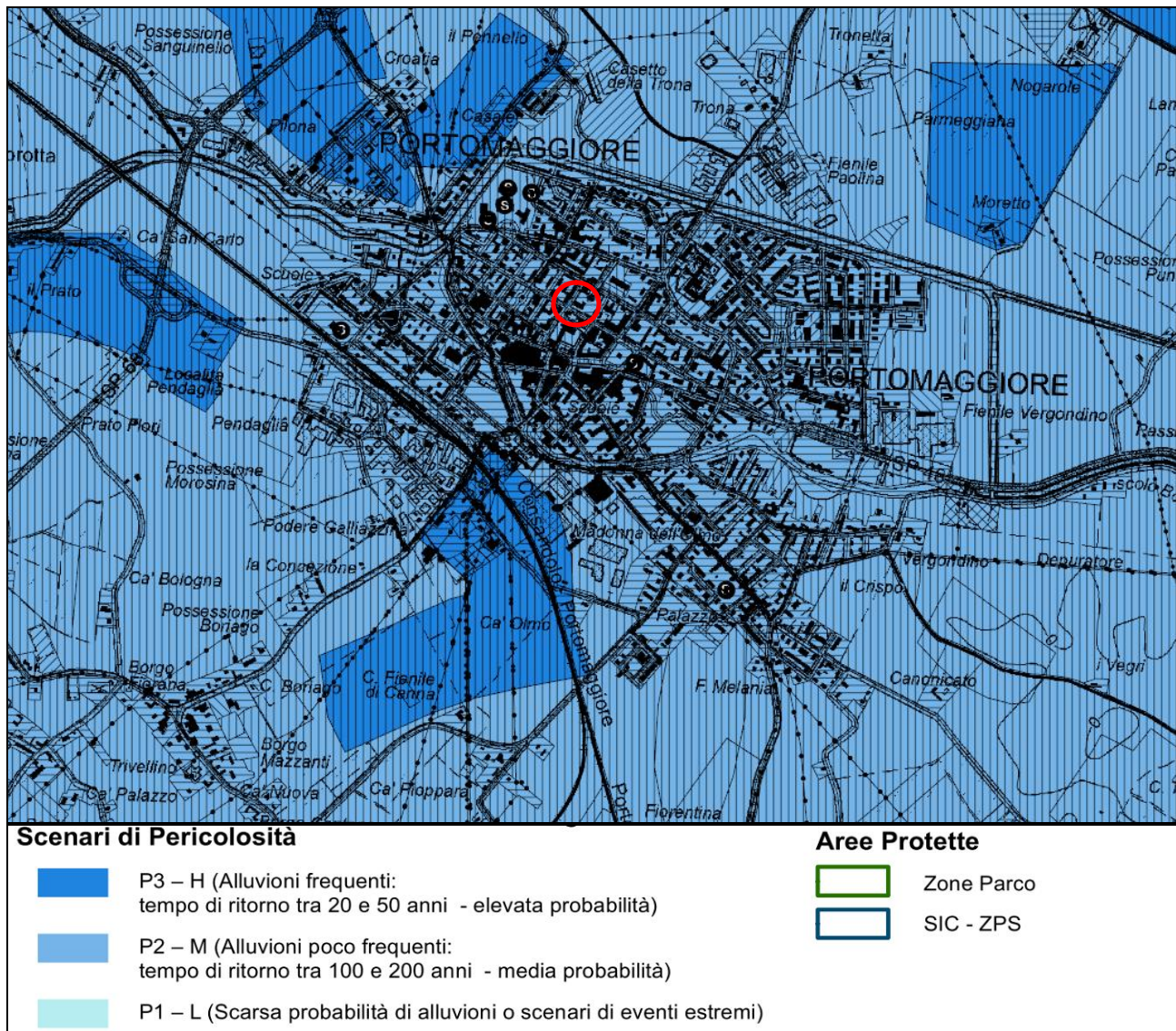
L'area allo studio risulta caratterizzata da una fascia di pericolosità P1, che corrisponde a scarsa probabilità di alluvioni.



**FIGURA 2.8** – Mappa di pericolosità R.P. (Fonte: [http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/direttiva\\_2007\\_60/PDF/RP\\_RSCM/RP\\_RSCM\\_Tavola\\_204NO.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/direttiva_2007_60/PDF/RP_RSCM/RP_RSCM_Tavola_204NO.pdf))

In **FIGURA 2.9** si riporta uno stralcio della *Mappa di pericolosità e del rischio alluvioni 2019* della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – Secondo Ciclo, in cui emerge che il sito allo studio ricade in una fascia di pericolosità P2, che corrisponde ad alluvioni poco frequenti con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni.





**FIGURA 2.9** – Mappa di pericolosità e del rischio alluvioni 2019 della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – Secondo Ciclo  
(Fonte: <https://servizi.moka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>)

### 3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI

#### 3.1. DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA

“La Regione Emilia Romagna non è esente da attività sismo-tettonica. La sua sismicità può però essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, poiché i terremoti storici hanno avuto magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala MCS. I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sud-orientale, in particolare nell’Appennino Romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5,5) sono il margine appenninico-padano tra la Val d’Arda e Bologna, l’arco della dorsale ferrarese e il crinale appenninico” (Note illustrative, Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna, 2004).

Gli eventi del maggio 2012 hanno avuto magnitudo massima di 5,90.

#### Categoria di suolo di fondazione

La categoria di suolo dipende dal valore di  $V_{s30}$ . Il parametro  $V_{s30}$  rappresenta la media ponderata dei valori delle velocità dell’onda di taglio “S” nei primi 30 m di sottosuolo indagato, matematicamente espressa da (eq. 1):

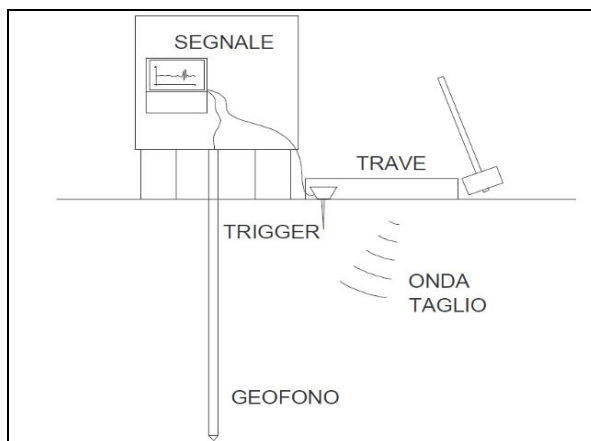


$V_{S30}$  : velocità media ponderata delle onde di taglio “S”,  
 $h_i$  : spessore dello strato iesimo,  
 $V_i$  : velocità delle onde di taglio “S” nello strato iesimo.

*Si ricorda che la Vs30 va calcolata dal piano di posa della fondazione.*

La punta utilizzata prende il nome di Piezocono G1-CPL2IN (**FIGURA 3.2**).

In base ai tempi di arrivo conoscendo la distanza tra la sorgente ed il ricevitore si può calcolare la velocità delle onde sismiche ed in particolare delle onde di taglio ( $V_s$ ).



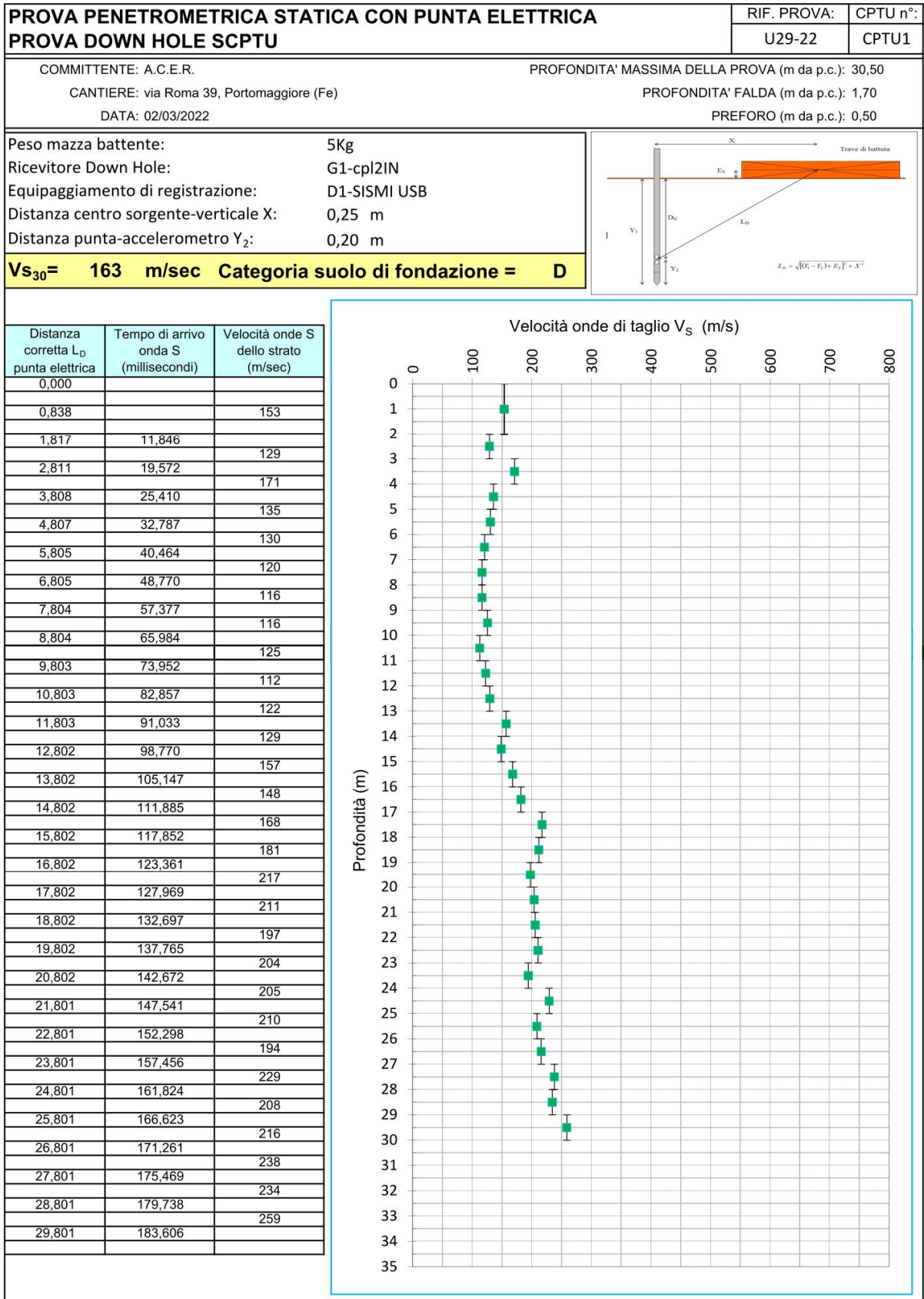
**FIGURA 3.2** – Rappresentazione grafica della prova penetrometrica con piezocorno sismico

Durante la realizzazione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1 con rif. U29-22 sono state realizzate letture dirette dei tempi di arrivo delle onde di taglio S ad intervalli regolari fino alla profondità di -30,50 m da p.c..

Attraverso questo strumento è possibile determinare la velocità di propagazione delle onde S alla profondità di 30 metri ( $V_{S30}$ ).

Di seguito viene riportata l'elaborazione della prova SCPTU1 svolta in sito con la rappresentazione del profilo verticale della velocità delle onde di taglio S ad ogni metro di profondità e la categoria di suolo di fondazione (ricavata attraverso il profilo di  $V_s$  sito specifico fino alla profondità di -30 m da p.c.).





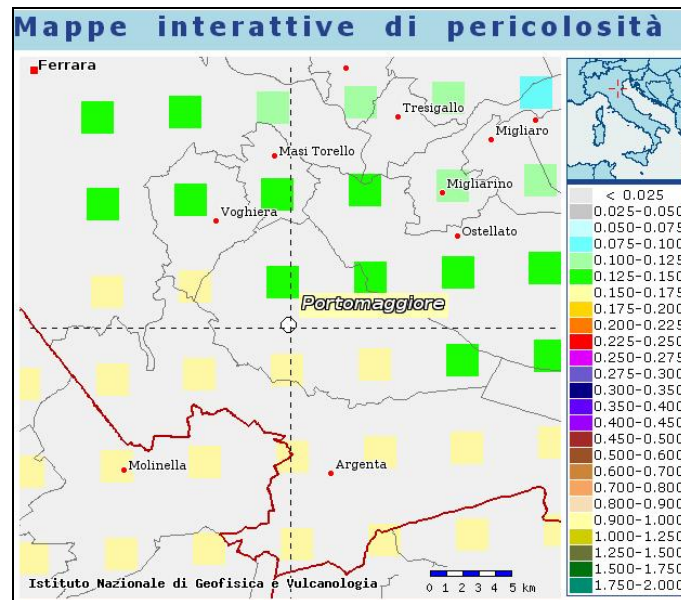
Il valore di Vs<sub>30</sub> risultante dalla lettura dei tempi di arrivo delle onde S alla profondità di 30,00 m da p.c. è di 163 m/s e quindi la Categoria di suolo di fondazione è D.

**Vs<sub>30</sub> = 163 m/ s    Categoria di suolo D**

Azioni sismiche "D.M. 14 gennaio 2008"

La classificazione sismica introdotta dall'OPCM 3519/2006, recepita dal D.M. 17/01/2018, attribuisce al comune di Portomaggiore un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo appartenente all'intervallo 0,150 – 0,175, con  $T=0$ , su suolo rigido ( $V_{S30}>800\text{m/sec}$ ) e con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Secondo il vigente D.M., gli spettri di risposta rappresentano delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto di un generico sito del territorio nazionale.

In **FIGURA 3.3**, si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.



**FIGURA 3.3** – Carta pericolosità sismica, da progetto DCP – INGV – S1. fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it>

Per la scelta della strategia di progettazione, il progettista procede in funzione delle caratteristiche dell'opera progettata e definisce lo spettro di risposta. Ai fini della normativa, *le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale*:

- $a_g$             accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$             valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- $T^*_C$           periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma per tutti i siti italiani, sono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T^*_C$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

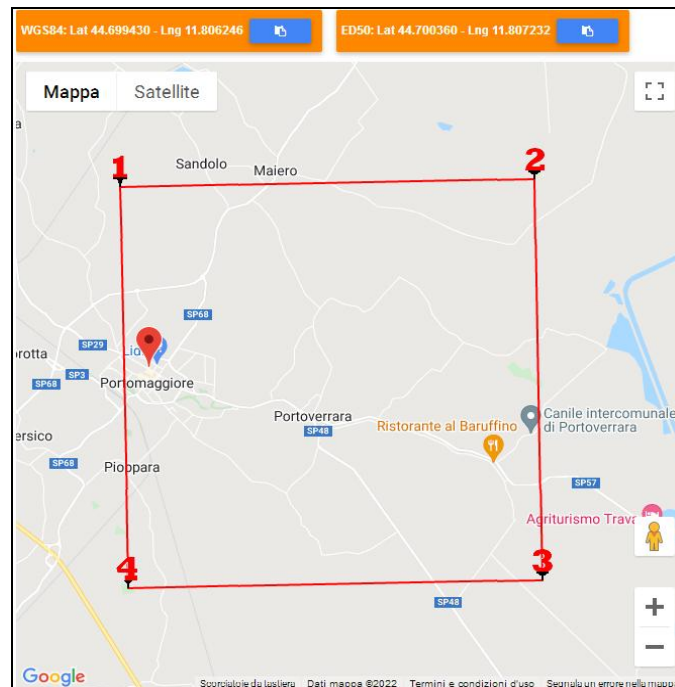
Nella **Tabella 3.1** tratta dalla normativa si riportano i valori di probabilità di superamento per i diversi Stati Limite a cui si può spingere la progettazione. In questo caso si propone lo Stato Limite di Salvaguardia della vita, ma sarà responsabilità del progettista scegliere lo stato limite più consono in base alla tipologia di progetto.

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

**Tabella 3.1** - D.M. 17-01-2018 Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato



Di seguito si riportano i parametri sismici calcolati secondo un approccio “sito dipendente”. Come indicato nell’Allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, recepito dal nuovo D.M., si possono ottenere i valori dei suddetti parametri spettrali ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*c$ ) del sito in esame utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (**FIGURA 3.4**).



**FIGURA 3.4** – Vertici della griglia di riferimento.

Si valutano i parametri spettrali  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*c$  per il sito di progetto (approccio “sito-dipendente”) a titolo esemplificativo considerando l’amplificazione stratigrafica e topografica (**T1**) (Cap. 3.2.3 del D.M. 2018) la categoria del sottosuolo (**D**) e la classe d’uso della costruzione (**II**) (Cap. 2.4.2 del D.M. 2018).

### Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,70036

longitudine: 11,807232

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 15849	Lat: 44,7229	Lon: 11,8022	Distanza: 2539,384
Sito 2	ID: 15850	Lat: 44,7239	Lon: 11,8726	Distanza: 5787,455
Sito 3	ID: 16072	Lat: 44,6739	Lon: 11,8739	Distanza: 6035,374
Sito 4	ID: 16071	Lat: 44,6729	Lon: 11,8036	Distanza: 3063,341

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente  $c_u$ : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,041	g
Fo:	2,525	
Tc*:	0,260	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,053	g
Fo:	2,476	
Tc*:	0,273	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
<b>ag:</b>	<b>0,151</b>	<b>g</b>
Fo:	2,589	
Tc*:	0,272	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,203	g
Fo:	2,534	
Tc*:	0,279	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

SLO:

Ss:	1,800
Cc:	2,450
St:	1,000
Kh:	0,015
Kv:	0,007
Amax:	0,721
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,800
Cc:	2,390
St:	1,000
Kh:	0,019
Kv:	0,009
Amax:	0,929
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,800
Cc:	2,400
St:	1,000



Kh: 0,065  
Kv: 0,033  
**Amax: 2,669 (Amax/ g=0,272)**  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,630  
Cc: 2,370  
St: 1,000  
Kh: 0,093  
Kv: 0,046  
Amax: 3,242  
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

### Magnitudo di progetto

La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di  $M = 6,14$ . Durante gli eventi del maggio 2012 si sono liberate energie sismiche sulla dorsale ferrarese con magnitudo di 5,90 (che è stato stimato da Picotti, 2013, come evento con  $T_R$  di 1000 anni). Conservativamente lo scrivente adotterà per le analisi della liquefazione delle sabbie la magnitudo di 6,14.

**Magnitudo di progetto**  
**M = 6,14 Mw**

Nella **FIGURA 3.5** sono riportati i sismi che hanno colpito la provincia di Ferrara in tempi storici relativamente recenti.

Comune	Lat.	Lon.	Imax	Mw
ARGENTA	44.61459	11.83658	9	6,1
ARGENTA	44.61459	11.83658	9	6,1
BONDENO	44.88857	11.41666	8	5,6
CENTO	44.72685	11.28937	7	5,2
CODIGORO	44.83096	12.10568	<= 6	4,8
<b>COMACCHIO</b>	<b>44.69444</b>	<b>12.18290</b>	<b>7</b>	<b>5,2</b>
COPPARO	44.89391	11.82986	8	5,6
FERRARA	44.83559	11.61842	8	5,6
FORMIGNANA	44.84187	11.85894	8	5,6
JOLANDA DI SAVOIA	44.88518	11.97726	7	5,2
LAGOSANTO	44.76249	12.13965	7	5,2
MASI TORELLO	44.79369	11.79704	8	5,6
MASSA FISCAGLIA	44.80818	12.01334	7	5,2
MESOLA	44.92060	12.23033	<= 6	4,8
MIGLIARINO	44.77058	11.93149	8	5,6
MIRABELLO	44.82534	11.46031	8	5,6
OSTELLATO	44.74516	11.94085	8	5,6
POGGIO RENATICO	44.76571	11.48392	8	5,6
PORTOMAGGIOR	44.69759	11.80509	8	5,6
RO	44.94634	11.76146	8	5,6
SANT'AGOSTINO	44.79258	11.38519	8	5,6
VIGARANO MAINARDA	44.84191	11.49759	8	5,6
VOGHIERA	44.75737	11.75011	8	5,6
TRESIGALLO	44.81771	11.89393	8	5,6
GORO	44.85334	12.30076	<= 6	4,8
MIGLIARO	44.79835	11.97311	7	5,2
Mw=0,430Imax+2,182				

**FIGURA 3.5** - Sismi che hanno colpito la provincia di Ferrara in tempi storici relativamente recenti

### 3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE

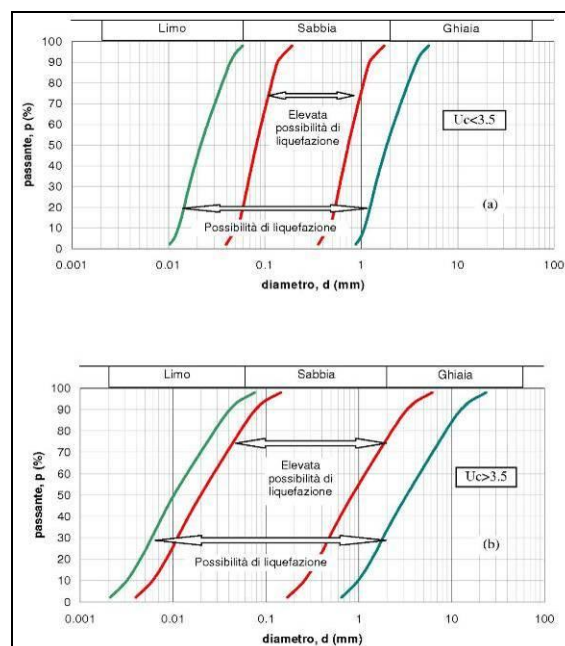
L'obiettivo della riduzione del rischio sismico passa anche per l'analisi delle componenti territoriali che possono innescare fenomeni negativamente impattanti con le strutture antropiche e la loro sicurezza. Vale comunque la pena evidenziare che laddove sono presenti i caratteri predisponenti, non è detto che si possano realizzare le condizioni di cause scatenanti; ovvero un terreno sabbioso può avere tutti i requisiti granulometrici e di addensamento per liquefarsi, ma nell'area non si verificherà un sisma con energia sufficiente ad indurre liquefazione.

In particolare vengono ritenuti motivi di esclusione dalla verifica a liquefazione, la verifica di almeno una di queste circostanze:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo di momento  $M_w$  inferiore a 6 e durata inferiore a 15 sec. ("La Liquefazione del terreno in condizioni sismiche" – Crespellani, Nardi, Simoncini – Zanichelli 1988).
2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni *free-field* minori di 0,1g;
3. Accelerazioni massime al piano campagna in condizioni *free-field* minori di 0,15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
  - frazione di fine, FC, superiore al 20%, con indice di plasticità  $PI > 10$ ;
  - $FC \geq 35\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 20$ ;
  - $FC \leq 5\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 25$

Dove  $(N_1)_{60}$  è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella **FIGURA 3.6** da distinguere i materiali in funzione del coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  o  $U_c > 3,5$ .
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15m dal piano campagna.
6. Copertura di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3m, oppure con spessore maggiore di 5m per magnitudo maggiori di  $M > 7$ .
7. Un ulteriore motivo di esclusione dalla verifica di liquefazione è dato dal valore della **densità relativa**  $D_r$  del deposito. Gibbs ha eseguito diversi studi su risultati di vari autori stabilendo che una densità relativa pari a 70% è valore limite tra terreni liquefacibili e non liquefacibili (*Manuale di geotecnica per l'ingegneria civile* di Nunziante Marino, Maggioli Editore, 2006), di conseguenza tutti i terreni con  $D_r > 70\%$  vengono automaticamente esclusi dalla verifica alla liquefazione.



**FIGURA 3.6** – Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno



Il D.M. 17/01/2018 ha riassunto in questi 4 punti i casi in cui non è prevista liquefazione:

**7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione**

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Per la verifica della liquefazione delle sabbie è stato utilizzato un software di calcolo C-Liq v3.3.3.32 che analizzando ogni strato da 2 cm individuato dalle prove penetrometriche statiche CPTU, ne verifica la potenzialità di liquefazione.

Ai fini del calcolo è stata considerata la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono sismico SCPTU1 con *rif.* U29-22, spinta fino alla profondità di -30,50 m da p.c..

**Per questo calcolo si è considerata una magnitudo di 6,14 e un'accelerazione di progetto di 0,27g.**

Utilizzando i dati di input visualizzati in **FIGURA 3.7**, se ne deduce che nell'area di studio il fenomeno della liquefazione è un effetto di sito atteso solo per un profondo strato sabbioso compreso tra -17,60m e -18,70m di profondità, quindi ininfluente per la stabilità del sito.

Si può quindi giudicare stabile il sito per la liquefazione delle sabbie, per eventi con tempi di ritorno di 475 anni.

**Dott. Geol.**  
**Thomas Veronese**  
**SST Studi Servizi Tecnici**

**Dott. Geol. Thomas Veronese**  
via Roma 10 - 44021 Codigoro FE  
tel/fax: 0533713798  
mail: thomas.veronese@tin.it

## LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

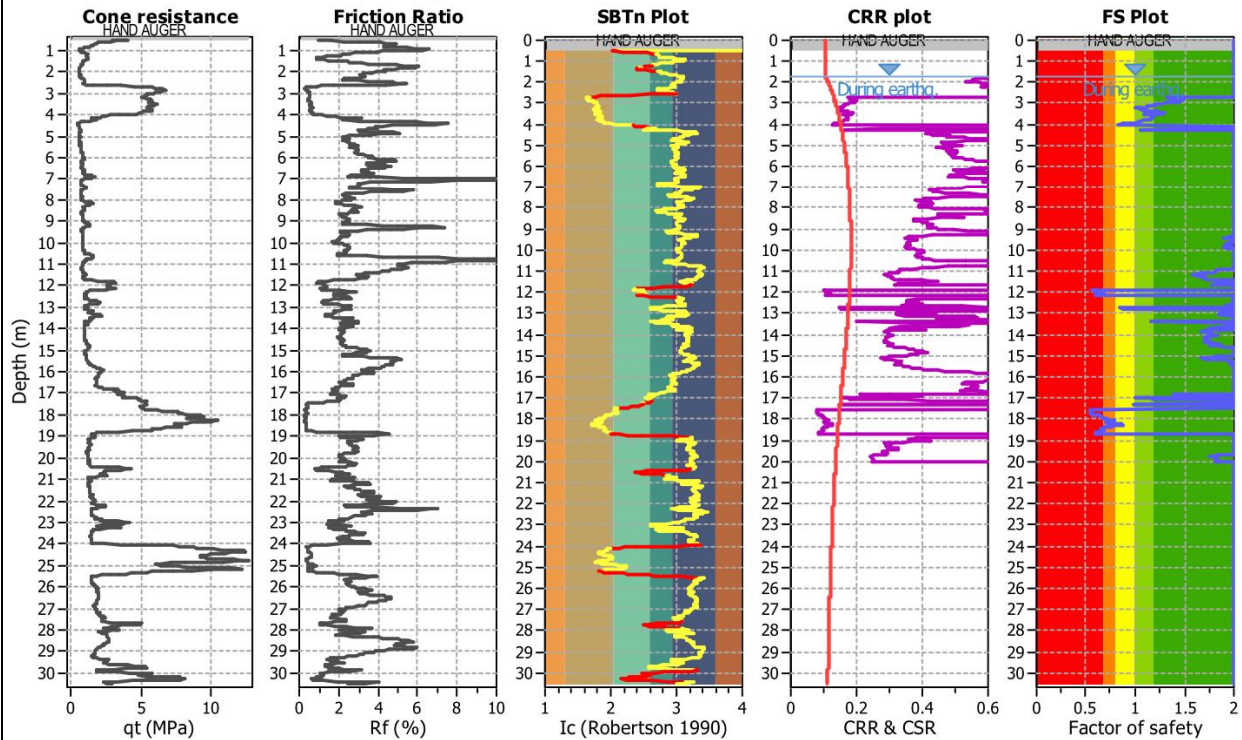
**Project title :**

**Location :**

**CPT file : rif. U29-22 CPTU1 Portomaggiore**

### Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	1.70 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	1.70 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude $M_w$ :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_0$ applied:	No	MSF method:	Method based



**FIGURA 3.7:** Dati input e metodi di calcolo adottati.



Dei calcoli effettuati si riporta solo la sintesi dei risultati finali.

Inoltre è stato verificato l'indice del potenziale di liquefazione,  $I_L$ , definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz,$$

in cui  $z$  è la profondità dal piano di campagna in metri e  $w(z)=10-0.5z$

Ad una quota  $z$  il fattore  $F(z)=F$  vale:

$$F = 1 - F_L \text{ se } F_L \leq 1.0$$

$$F = 0 \text{ se } F_L > 1.0$$

dove  $F_L$  è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

Con il software si calcola nei primi 20,00 m per le prove CPTU, il valore del potenziale di liquefazione per tutti gli strati incoerenti.

I terreni in esame risultano avere un rischio di liquefazione **basso** se sollecitati da un sisma di magnitudo 6,14 e accelerazione P.G.A. di 0,27g (**Tabella 3.2 e 3.3**).

Potenziale Liquefazione $I_{PL}$	Classificazione
$I_{PL} = 0$	<i>Non liquefacibile</i>
$0 < I_{PL} \leq 5$	<i>Basso</i>
$5 < I_{PL} \leq 15$	<i>Alto</i>
$I_{PL} \geq 15$	<i>Molto Alto</i>

**Tabella 3.2** – Classificazione indice potenziale liquefazione

Prova	Potenziale Liquefazione $I_{PL}$
SCPTU1	0,93

**Tabella 3.3** – Indice potenziale liquefazione

### 3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI

Dell'elaborazione completa dei cedimenti post sismici si riporta solo il risultato finale; sono stati stimati i cedimenti postsismici nei banchi sabbiosi rilevati con la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono sismico SCPTU1 con *rif. U29-22*, spinta fino alla profondità di -30,50 m da p.c..

Dalle elaborazioni informatiche, si ricava che con una Magnitudo di 6,14 e accelerazione di 0,27g, solo alcuni dei livelli hanno il fattore di resistenza alla liquefazione inferiore a 1,00, determinando i cedimenti post sismici nei terreni granulari riportati in **Tabella 3.4**.

Prova	Cedimenti postsismici (cm)
SCPTU1	4,64

**Tabella 3.4** – Cedimenti post-sismici

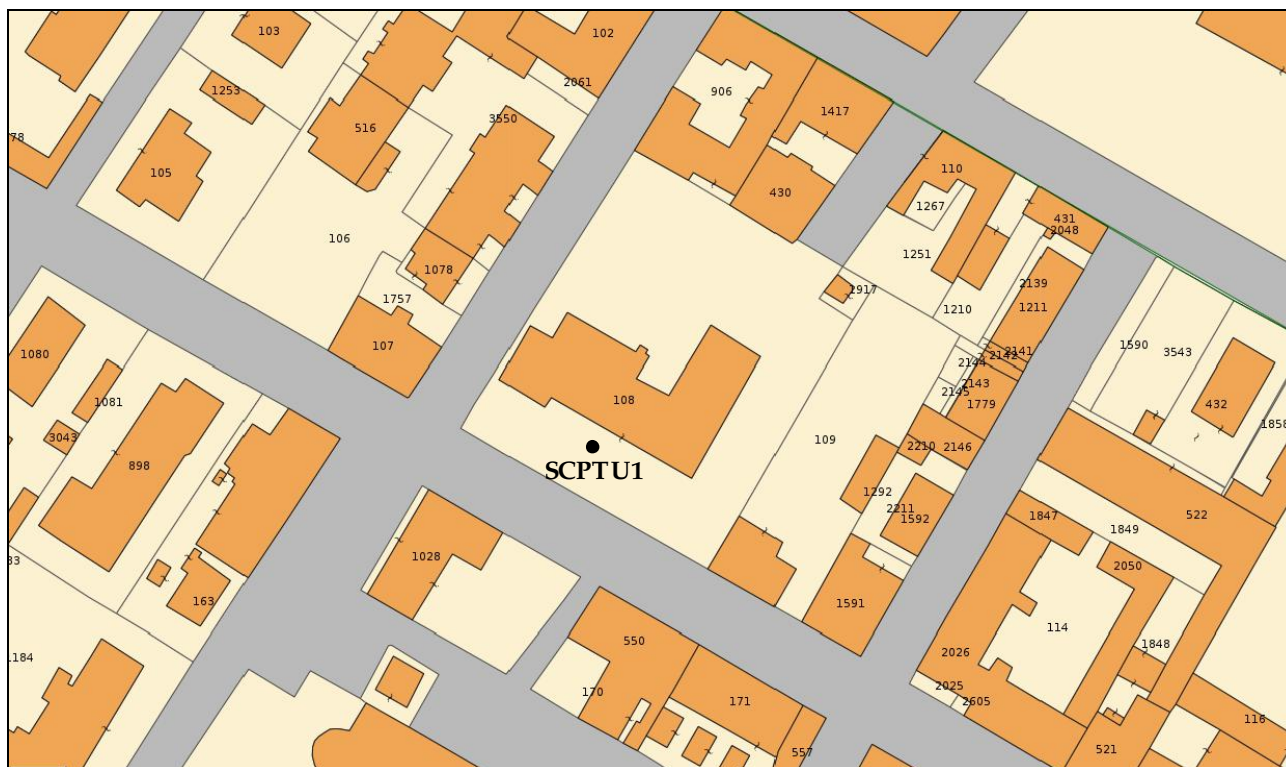
#### 4. MODELLAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

Uno dei motivi di pericolosità geologica del territorio, deriva in questi luoghi, dall'interazione tra opere di fondazione e terreni compressibili, su cui le costruzioni in elevazione possono creare condizioni di instabilità del complesso opera-terreno.

Si rende quindi necessario fare alcune valutazioni per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione, utilizzando in via indicativa, i dati derivabili dalle indagini specifiche eseguite per la modellazione geologica.

È dunque stata presa in considerazione la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono sismico SCPTU1 con rif. U29-22, spinta fino alla profondità di -30,50 m da p.c..

In **FIGURA 4.1** viene riportata planimetria catastale generale con l'ubicazione della prova penetrometrica statica SCPTU1 eseguita in sito.



**FIGURA 4.1**– Planimetria catastale con ubicazione indagine SCPTU1

Negli Allegati sono inserite, per le CPTU eseguite, le seguenti schede: a) valori di campagna, b) diagrammi di resistenza, b) valutazioni litologiche, c) tabelle parametri geotecnici.

##### 4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

L'esecuzione della prova penetrometrica è avvenuta con un Penetrometro Statico con punta elettrica con piezocono.

Si allegano i diagrammi delle resistenze dal cui confronto si possono evincere le differenze di comportamento dei terreni nei vari strati incontrati; le interpretazioni litologiche, in base alle valutazioni stratigrafiche fornite da Douglas-Olsen (1981), Robertson-Campanella (1983) e Olsen-Farr (1986).

Le caratteristiche geotecniche dei terreni ricavate dai risultati della penetrometria statica sono riportate in tabella parametri geotecnici.

Nelle tabelle viene fatta distinzione fra i terreni di natura coesiva e quelli di natura granulare.

Per i terreni di natura coesiva vengono riportati, i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro  $q_c$  (Mpa), la resistenza laterale  $F_s$  (MPa), il peso di volume  $\gamma'$  (kN/m<sup>3</sup>), la coesione non drenata  $C_u$  (kPa), il grado di sovraconsolidazione OCR, dei moduli di deformazione non drenati  $E_{u50}$  (MPa) corrispondenti

rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50 e 25 %, del modulo di deformazione edometrico  $M_0$  (MPa). Per i terreni di natura granulare vengono riportati, i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro  $q_c$  (MPa), la resistenza laterale  $F_s$  (MPa), la densità relativa  $D_r$  (%), dell'angolo di attrito interno efficace  $\phi'$  (°), i moduli di deformazione drenati  $E'_{25}$  (MPa) e del modulo di deformazione edometrico  $M_0$  (MPa).

Nella **Tabella 4.1** si riportano i parametri geotecnici medi per strati pseudomogenei rilevati con la prova penetrometrica statica con punta elettrica SCPTU1 con *rif.* U29-22:

Identificativo		U29-22																													
Emissione		mar-22																													
Pagina		1 di 0																													
-Committente												A.C.E.R.												-Prova n°				CPTU1			
-Cantiere												via Roma 39, Portomaggiore (Fe)												-Data prova				02/03/2022			
-Quota p.c.												1,50 m s.l.m.												-Prof. preforo				0,50 m			
-Livello di falda												1,70 m da p.c.												-Prof. finale				30,50 m			
							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI																		
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M <sub>0</sub>	Eu50	CR	Dr	Fl' <sub>DM</sub>	Fl' <sub>Bolton</sub>	Fl'Schm.				E'25	M <sub>0</sub>										
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)				MPa	MPa										
0,6	1,5	1,18	0,04	0,00	Al-La	18,00	66	20	-	4,26	11,29	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-											
1,5	2,5	0,73	0,03	0,08	A	17,50	41	8	7	3,26	9,583	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-											
2,5	4,2	4,81	0,03	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	57	37	33	36	38	40	43	13,11	20,97										
4,2	5,9	0,70	0,02	0,09	A	17,50	36	4	7	2,99	14,06	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-											
5,9	9,2	0,86	0,03	0,16	Al-La	18,00	43	3	6	3,60	18,67	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-											
9,2	11,6	0,84	0,04	0,27	A	17,50	39	3	4	3,54	19,66	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-											
11,6	13,6	1,60	0,03	0,05	L-Ls	20,00	58	3	8	4,39	28	0,24	<20	27	24	27	31	34	37	4,80	7,69										
13,6	15,2	0,92	0,03	0,29	A	17,50	44	2	4	3,79	24,36	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-											
15,2	16,7	1,52	0,05	0,34	Al-La	18,00	73	3	5	5,02	33,69	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-											
16,7	18,8	5,85	0,04	-0,07	S	20,00	-	-	-	-	-	-	33	31	28	32	35	38	40	14,63	23,39										
18,8	20,4	1,20	0,04	0,28	A	17,50	56	2	4	4,35	31,38	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-											
20,4	24,0	1,71	0,05	0,23	Al-La	18,00	69	2	4	4,95	37,6	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-											
24,0	25,5	8,39	0,05	-0,12	S	20,00	-	-	-	-	-	-	42	31	28	34	36	39	41	21,66	33,66										
25,5	29,4	1,97	0,06	0,22	Al-La	18,00	87	2	6	5,79	47,4	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-											
29,4	30,5	4,17	0,06	-0,06	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	21	27	24	29	32	35	38	11,04	17,66										

Tabella 4.1 – Stratigrafia geotecnica semplificata.



Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione della prova penetrometrica statica con punta elettrica SCPTU1 con *rif. U29-22*. Tale quota è stata rilevata in data 02/03/2022 alla profondità di -1,70 m dal p.c..

Il livello freatico potrebbe oscillare rispetto ai valori riscontrati in tal giorno, solo un monitoraggio di un anno idrogeologico permetterebbe di valutare le oscillazioni stagionali di queste quote.

Con le indagini geognostiche non si indagano tutti i punti sotto il sedime del fabbricato di progetto. Quindi, in fase di esecuzione degli scavi per la realizzazione delle fondazioni, è bene che la direzione lavori verifichi la coerenza tra ciò che emerge nelle trincee di scavo con quanto rilevato e previsto nella relazione geologica.

Codigoro, li 07/03/2022

Dott. Geologo Thomas Veronese  


PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U29-22		CPTU1		
COMMITTENTE: A.C.E.R.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,50									
CANTIERE: via Roma 39, Portomaggiore (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,70									
DATA: 02/03/2022										PREFORO (m da p.c.): 0,50									
Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °
0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	0,63	34,16	36,79	0,38	3,62	5,55	33,52	47,37	0,32	5,42	0,63	19,33	158,07	0,36
0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84	0,63	32,38	41,67	0,38	3,64	5,45	35,41	47,37	0,32	5,44	0,65	20,66	161,33	0,36
0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,86	0,61	30,15	44,11	0,38	3,66	5,35	37,29	47,37	0,32	5,46	0,63	20,44	152,38	0,36
0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,59	28,71	48,19	0,38	3,68	5,42	37,73	48,19	0,32	5,48	0,63	20,44	153,19	0,36
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	0,59	27,04	52,25	0,38	3,70	5,57	36,51	50,63	0,31	5,50	0,63	15,44	157,26	0,37
0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	0,60	26,48	57,14	0,38	3,72	5,67	34,51	52,25	0,32	5,52	0,63	17,55	154,82	0,37
0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	0,60	26,48	58,77	0,38	3,74	5,72	33,39	53,07	0,32	5,54	0,64	18,77	158,07	0,37
0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	0,58	26,59	62,03	0,38	3,76	5,79	32,84	53,89	0,31	5,56	0,63	19,88	159,71	0,37
0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	0,58	25,58	63,65	0,39	3,78	5,84	32,06	54,70	0,32	5,58	0,64	20,66	162,15	0,37
0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,55	25,58	66,09	0,39	3,80	5,80	30,61	54,70	0,31	5,60	0,65	21,77	166,21	0,38
0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02	0,63	21,21	105,17	0,37	3,82	5,56	30,61	53,07	0,32	5,62	0,68	22,21	171,10	0,38
0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04	0,61	21,99	109,23	0,37	3,84	5,29	31,72	52,25	0,32	5,64	0,69	22,32	178,43	0,38
0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06	0,60	21,99	112,49	0,37	3,86	5,07	32,72	51,44	0,32	5,66	0,69	21,88	180,87	0,38
0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	0,61	21,21	117,37	0,37	3,88	4,99	33,27	52,25	0,31	5,68	0,70	22,10	182,49	0,38
0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	0,64	21,55	123,89	0,37	3,90	5,06	33,49	53,07	0,32	5,70	0,71	22,43	185,75	0,38
0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	2,12	0,64	21,88	128,77	0,37	3,92	5,08	33,38	54,70	0,31	5,72	0,72	22,77	191,45	0,38
0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	2,14	0,66	20,87	130,40	0,37	3,94	4,96	32,38	54,70	0,31	5,74	0,75	23,10	195,52	0,38
0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	0,66	20,98	130,40	0,37	3,96	4,67	30,48	52,25	0,31	5,76	0,80	23,66	197,96	0,38
0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,63	21,98	132,03	0,37	3,98	4,20	28,92	49,00	0,31	5,78	0,80	24,77	199,59	0,38
0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,60	21,65	132,84	0,37	4,00	3,43	28,59	44,11	0,32	5,80	0,82	25,99	198,77	0,38
0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,60	21,31	134,47	0,37	4,02	2,58	31,81	39,23	0,32	5,82	0,82	27,43	201,22	0,38
0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24	0,60	21,87	137,73	0,37	4,04	2,29	37,68	44,93	0,32	5,84	0,83	28,32	202,03	0,38
0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26	0,63	21,20	141,79	0,37	4,06	2,39	35,79	44,93	0,32	5,86	0,83	28,65	198,77	0,38
0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2,28	0,70	20,87	149,93	0,37	4,08	2,27	37,79	43,30	0,32	5,88	0,82	30,43	197,96	0,39
0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	0,76	20,87	162,96	0,37	4,10	2,16	40,79	38,42	0,32	5,90	0,82	31,10	187,38	0,39
0,52	4,81	35,33	43,30	0,38	2,32	0,86	20,64	168,66	0,37	4,12	2,10	43,46	27,83	0,32	5,92	0,81	31,65	169,47	0,39
0,54	3,96	46,22	37,61	0,38	2,34	0,94	20,64	166,21	0,37	4,14	1,84	45,56	18,07	0,32	5,94	0,81	32,65	167,85	0,39
0,56	3,27	52,66	35,16	0,38	2,36	0,98	23,42	162,96	0,37	4,16	1,61	45,12	14,81	0,31	5,96	0,82	32,54	166,21	0,39
0,58	2,73	63,22	33,53	0,38	2,38	0,99	26,19	159,71	0,37	4,18	1,39	45,45	14,00	0,32	5,98	0,83	33,42	162,96	0,39
0,60	2,34	74,43	31,91	0,38	2,40	0,95	31,08	151,57	0,37	4,20	1,33	48,34	18,88	0,32	6,00	0,91	34,09	161,33	0,39
0,62	2,11	81,32	31,09	0,38	2,42	0,95	34,85	147,49	0,37	4,22	1,93	43,34	49,81	0,32	6,02	0,94	34,64	139,35	0,39
0,64	1,96	79,43	30,28	0,38	2,44	0,94	38,63	136,10	0,37	4,24	2,06	40,12	43,30	0,32	6,04	0,95	35,75	145,87	0,39
0,66	1,87	84,09	31,09	0,39	2,46	0,94	43,74	128,77	0,37	4,26	1,65	38,89	27,02	0,32	6,06	0,91	37,08	119,01	0,39
0,68	1,78	83,31	29,47	0,38	2,48	0,92	46,63	93,77	0,38	4,28	1,28	40,67	26,21	0,32	6,08	0,86	39,08	121,45	0,39
0,70	1,72	85,30	33,53	0,39	2,50	0,89	46,15	120,63	0,35	4,30	0,99	43,11	26,21	0,32	6,10	0,83	40,08	127,96	0,39
0,72	1,66	83,63	31,91	0,39	2,52	0,90	46,70	95,40	0,36	4,32	0,83	44,44	29,47	0,32	6,12	0,77	40,53	133,65	0,39
0,74	1,60	77,95	31,09	0,39	2,54	0,84	47,59	93,77	0,35	4,34	0,72	43,44	35,97	0,33	6,14	0,74	39,08	136,91	0,40
0,76	1,53	71,95	30,28	0,39	2,56	0,79	47,25	100,28	0,35	4,36	0,64	42,22	44,11	0,32	6,16	0,73	36,64	127,96	0,39
0,78	1,48	64,16	19,69	0,40	2,58	0,86	46,59	120,63	0,36	4,38	0,58	43,89	53,89	0,32	6,18	0,71	35,86	131,21	0,40
0,80	1,42	60,48	22,14	0,40	2,60	1,42	47,36	150,75	0,36	4,40	0,54	43,99	64,47	0,33	6,20	0,70	33,97	136,10	0,40
0,82	1,32	56,92	22,95	0,40	2,62	2,49	45,70	82,37	0,36	4,42	0,52	41,44	72,61	0,33	6,22	0,71	32,19	140,17	0,40
0,84	1,23	53,91	22,14	0,40	2,64	3,66	41,69	34,35	0,36	4,44	0,49	35,88	80,75	0,33	6,24	0,75	31,30	146,68	0,40
0,86	1,08	53,24	21,33	0,40	2,66	4,59	37,80	9,93	0,35	4,46	0,49	31,11	85,63	0,34	6,26	0,79	30,08	142,61	0,40
0,88	0,94	52,01	20,51	0,40	2,68	5,21	33,47	10,74	0,36	4,48	0,47	27,88	89,70	0,33	6,28	0,85	29,74	137,73	0,40
0,90	0,84	50,78	20,51	0,40	2,70	5,54	26,35	14,81	0,35	4,50	0,51	25,34	114,12	0,33	6,30	0,86	29,74	125,51	0,40
0,92	0,75	47,54	15,63	0,40	2,72	5,82	20,35	17,25	0,35	4,52	0,53	23,45	106,79	0,33	6,32	0,83	30,85	117,37	0,40
0,94	0,68	44,65	14,81	0,41	2,74	6,10	18,13	19,69	0,35	4,54	0,56	22,78	120,63	0,33	6,34	0,80	32,19	114,12	0,40
0,96	0,64	43,30	14,81	0,41	2,76	6,31	17,91	22,14	0,35	4,56	0,56	23,00	130,40	0,33	6,36	0,76	34,63	112,49	

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U29-22		CPTU1		
COMMITTENTE: A.C.E.R.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,50									
CANTIERE: via Roma 39, Portomaggiore (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,70									
DATA: 02/03/2022										PREFORO (m da p.c.): 0,50									
Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °
9,02	0,82	23,41	320,87	0,62	10,82	0,90	100,19	346,11	0,68	12,62	0,88	20,86	206,91	0,80	14,42	0,88	20,10	464,95	0,94
9,04	0,83	23,74	337,15	0,62	10,84	0,90	88,52	359,95	0,68	12,64	1,05	19,31	237,03	0,80	14,44	0,87	20,32	455,19	0,94
9,06	0,87	24,63	356,69	0,62	10,86	0,86	77,63	366,46	0,68	12,66	1,35	19,97	249,25	0,80	14,46	0,87	20,66	437,28	0,95
9,08	0,94	25,74	379,49	0,62	10,88	0,80	67,63	367,27	0,68	12,68	1,55	22,86	200,41	0,80	14,48	0,86	20,88	433,21	0,95
9,10	1,06	26,63	425,88	0,62	10,90	0,76	59,85	361,57	0,68	12,70	1,56	23,42	184,94	0,80	14,50	0,84	21,77	439,72	0,95
9,12	1,15	26,97	400,65	0,61	10,92	0,74	53,51	354,25	0,69	12,72	1,71	20,97	192,27	0,81	14,52	0,83	22,44	444,61	0,95
9,14	1,22	29,19	307,04	0,61	10,94	0,74	47,84	340,41	0,69	12,74	1,97	22,08	189,01	0,81	14,54	0,84	23,11	462,51	0,95
9,16	1,25	36,41	320,87	0,61	10,96	0,73	43,95	340,41	0,70	12,76	2,06	24,53	171,10	0,81	14,56	0,86	23,33	477,98	0,95
9,18	1,23	46,19	372,16	0,61	10,98	0,73	42,73	342,04	0,70	12,78	2,04	24,31	156,45	0,81	14,58	0,89	23,44	490,19	0,96
9,20	1,22	56,08	394,13	0,60	11,00	0,72	41,51	333,67	0,70	12,80	2,00	23,75	149,12	0,81	14,60	0,92	23,55	494,26	0,96
9,22	1,16	64,63	377,04	0,60	11,02	0,74	42,17	325,29	0,70	12,82	1,97	25,20	144,24	0,81	14,62	0,93	24,11	505,65	0,96
9,24	1,08	70,41	355,88	0,60	11,04	0,76	43,17	320,87	0,71	12,84	1,80	26,09	132,03	0,82	14,64	0,98	24,11	506,47	0,96
9,26	0,98	75,85	342,04	0,60	11,06	0,74	44,17	319,25	0,71	12,86	1,55	26,53	122,26	0,82	14,66	0,99	24,22	507,28	0,96
9,28	0,88	75,63	338,79	0,60	11,08	0,72	44,17	323,32	0,71	12,88	1,30	24,97	115,75	0,82	14,68	0,99	24,66	501,59	0,97
9,30	0,79	69,41	314,37	0,60	11,10	0,70	43,28	324,13	0,72	12,90	1,08	25,31	115,75	0,82	14,70	0,99	25,99	512,98	0,97
9,32	0,76	58,74	306,23	0,60	11,12	0,69	43,06	323,32	0,72	12,92	0,94	24,97	126,33	0,82	14,72	1,03	26,66	519,49	0,97
9,34	0,74	50,29	301,34	0,60	11,14	0,68	43,28	315,18	0,72	12,94	0,88	26,53	149,12	0,83	14,74	1,04	26,99	554,49	0,97
9,36	0,70	42,62	311,92	0,60	11,16	0,66	42,95	314,37	0,72	12,96	0,92	24,75	174,35	0,83	14,76	1,05	26,55	498,33	0,97
9,38	0,70	36,85	317,62	0,60	11,18	0,66	41,95	324,13	0,72	12,98	1,08	24,97	191,45	0,83	14,78	1,07	27,33	434,83	0,97
9,40	0,68	31,40	321,69	0,60	11,20	0,67	40,61	332,27	0,72	13,00	1,15	27,20	201,22	0,83	14,80	1,10	30,11	512,17	0,97
9,42	0,67	26,40	323,32	0,60	11,22	0,68	39,28	334,71	0,72	13,02	1,33	30,98	115,75	0,83	14,82	1,15	31,33	532,51	0,98
9,44	0,67	23,39	326,57	0,60	11,24	0,68	37,84	333,90	0,73	13,04	1,06	27,09	108,42	0,84	14,84	1,15	31,44	533,33	0,97
9,46	0,67	20,84	331,46	0,60	11,26	0,69	37,50	337,15	0,73	13,06	0,91	25,87	132,84	0,84	14,86	1,14	31,77	494,26	0,98
9,48	0,66	17,51	331,46	0,60	11,28	0,70	37,61	347,74	0,73	13,08	0,88	25,87	219,94	0,84	14,88	1,12	33,21	447,86	0,98
9,50	0,73	17,18	331,46	0,61	11,30	0,72	36,61	353,43	0,73	13,10	0,91	25,53	248,43	0,84	14,90	1,11	36,21	429,95	0,98
9,52	0,74	17,29	327,39	0,60	11,32	0,70	35,72	356,69	0,73	13,12	1,03	25,98	272,85	0,84	14,92	1,07	38,33	450,30	0,98
9,54	0,74	18,07	319,25	0,61	11,34	0,69	34,61	352,62	0,73	13,14	1,34	27,98	268,78	0,84	14,94	1,05	38,66	467,39	0,99
9,56	0,71	19,29	319,25	0,61	11,36	0,70	33,17	351,81	0,73	13,16	1,52	28,31	178,43	0,84	14,96	1,03	38,88	476,35	0,99
9,58	0,71	19,63	322,51	0,61	11,38	0,72	32,95	354,25	0,73	13,18	1,52	27,09	162,15	0,85	14,98	1,03	38,77	470,65	0,99
9,60	0,71	20,40	324,13	0,61	11,40	0,74	33,50	365,65	0,73	13,20	1,45	25,76	150,75	0,85	15,00	1,00	41,77	382,74	0,99
9,62	0,71	20,63	327,39	0,61	11,42	0,80	32,95	377,04	0,73	13,22	1,32	25,31	145,05	0,85	15,02	0,93	39,66	445,42	1,00
9,64	0,70	20,85	328,20	0,62	11,44	0,89	33,51	398,21	0,74	13,24	1,16	20,65	158,07	0,85	15,04	0,89	36,66	442,16	0,99
9,66	0,70	20,63	326,57	0,62	11,46	0,94	34,95	412,05	0,74	13,26	1,16	23,65	173,54	0,85	15,06	0,87	34,21	415,30	1,00
9,68	0,68	19,85	332,27	0,61	11,48	1,03	33,40	393,32	0,73	13,28	1,32	23,98	200,41	0,86	15,08	0,83	33,21	402,27	1,00
9,70	0,69	18,18	336,34	0,62	11,50	0,99	33,29	394,13	0,73	13,30	1,56	26,42	194,71	0,85	15,10	0,82	33,32	419,37	1,00
9,72	0,70	17,52	338,79	0,62	11,52	0,97	30,29	364,83	0,73	13,32	1,59	25,76	166,21	0,86	15,12	0,83	31,66	435,65	1,00
9,74	0,71	17,18	342,04	0,62	11,54	0,91	29,74	324,95	0,73	13,34	1,64	23,76	182,49	0,86	15,14	0,86	28,66	412,86	1,01
9,76	0,71	17,18	340,41	0,62	11,56	0,85	31,07	320,06	0,73	13,36	1,99	27,65	209,36	0,86	15,16	0,88	25,55	387,63	1,01
9,78	0,70	17,29	338,79	0,62	11,58	0,80	30,96	315,18	0,73	13,38	2,29	30,98	142,61	0,86	15,18	0,88	25,77	421,81	1,01
9,80	0,69	16,63	336,34	0,62	11,60	0,78	31,07	314,37	0,73	13,40	2,27	31,31	110,87	0,86	15,20	0,92	25,55	412,86	1,01
9,82	0,69	15,96	333,90	0,62	11,62	0,76	30,40	319,25	0,73	13,42	1,93	28,87	109,23	0,86	15,22	0,99	24,99	372,97	1,01
9,84	0,69	15,74	336,34	0,62	11,64	0,76	29,07	321,69	0,73	13,44	1,65	25,31	112,49	0,86	15,24	1,06	24,21	314,37	1,01
9,86	0,68	16,07	338,79	0,63	11,66	0,76	28,40	317,62	0,74	13,46	1,52	27,42	114,12	0,87	15,26	1,07	26,77	276,11	1,01
9,88	0,69	16,07	346,93	0,63	11,68	0,76	27,96	318,43	0,74	13,48	1,60	33,21	98,65	0,87	15,28	1,04	32,10	274,48	1,01
9,90	0,70	15,63	354,25	0,63	11,70	0,80	26,74	328,20	0,73	13,50	1,40	35,21	101,91	0,87	15,30	1,03	37,10	280,17	1,01
9,92	0,71	15,19	359,13	0,63	11,72	0,94	25,40	343,67	0,74	13,52	1,22	37,87	119,82	0,87	15,32	1,04	40,10	257,39	1,01
9,94	0,71	15,19	364,02	0,63	11,74	1,16	24,51	329,01	0,74										



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U29-22		CPTU1		
COMMITTENTE: A.C.E.R.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,50									
CANTIERE: via Roma 39, Portomaggiore (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,70									
DATA: 02/03/2022										PREFORO (m da p.c.): 0,50									
Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.
(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°
18,02	8,38	29,16	153,19	1,24	19,82	1,00	26,53	546,35	1,42	21,62	1,16	49,89	495,89	1,63	23,42	1,41	39,76	382,74	1,82
18,04	9,60	27,16	154,82	1,24	19,84	1,00	26,08	549,61	1,42	21,64	1,18	51,56	517,87	1,63	23,44	1,28	42,53	415,30	1,82
18,06	9,53	28,83	148,31	1,24	19,86	1,00	23,97	554,49	1,42	21,66	1,23	49,88	522,75	1,64	23,46	1,28	40,98	458,44	1,83
18,08	9,25	29,05	143,43	1,24	19,88	1,00	23,53	556,93	1,43	21,68	1,29	46,88	526,01	1,64	23,48	1,33	46,88	576,47	1,83
18,10	8,91	29,83	138,54	1,24	19,90	1,00	24,64	565,89	1,43	21,70	1,35	45,22	526,01	1,64	23,50	1,29	47,10	553,68	1,83
18,12	8,56	30,27	135,29	1,25	19,92	1,02	24,08	574,85	1,43	21,72	1,36	45,44	518,68	1,64	23,52	1,26	49,43	577,29	1,84
18,14	8,21	30,82	134,47	1,25	19,94	1,00	24,97	578,91	1,43	21,74	1,38	45,88	498,33	1,64	23,54	1,27	50,43	598,45	1,84
18,16	8,07	30,71	136,91	1,25	19,96	0,99	24,31	569,96	1,44	21,76	1,36	46,99	473,91	1,65	23,56	1,26	43,43	603,33	1,84
18,18	8,32	30,49	141,79	1,25	19,98	1,02	24,75	565,89	1,44	21,78	1,30	50,66	460,07	1,65	23,58	1,23	37,21	605,77	1,84
18,20	8,91	29,82	152,38	1,25	20,00	0,97	24,66	556,12	1,45	21,80	1,26	55,10	457,63	1,65	23,60	1,21	35,65	613,91	1,84
18,22	9,72	29,49	161,33	1,25	20,02	1,05	25,21	555,31	1,45	21,82	1,24	58,44	465,77	1,65	23,62	1,18	35,21	621,24	1,85
18,24	10,31	28,82	147,49	1,26	20,04	1,05	26,10	556,12	1,46	21,84	1,26	59,66	485,31	1,65	23,64	1,17	34,21	632,64	1,84
18,26	10,47	28,48	117,37	1,26	20,06	1,00	27,44	549,61	1,46	21,86	1,34	58,77	508,91	1,65	23,66	1,17	31,43	640,78	1,85
18,28	10,39	29,26	105,98	1,26	20,08	0,98	27,88	562,63	1,46	21,88	1,40	57,77	521,93	1,66	23,68	1,17	30,21	651,36	1,85
18,30	10,00	30,15	104,35	1,26	20,10	1,00	29,21	586,24	1,46	21,90	1,45	56,32	502,40	1,66	23,70	1,18	28,43	663,57	1,85
18,32	9,33	30,26	101,09	1,26	20,12	1,04	28,66	608,22	1,46	21,92	1,52	56,21	452,75	1,66	23,72	1,22	28,88	677,41	1,86
18,34	8,89	30,70	101,09	1,27	20,14	1,09	26,99	616,36	1,47	21,94	1,50	58,10	422,63	1,66	23,74	1,26	28,54	670,89	1,86
18,36	8,58	30,70	102,73	1,27	20,16	1,14	26,77	597,63	1,47	21,96	1,48	62,43	407,16	1,66	23,76	1,29	28,10	637,52	1,86
18,38	8,24	29,81	103,54	1,26	20,18	1,14	27,21	563,45	1,47	21,98	1,56	63,43	375,41	1,67	23,78	1,30	29,88	631,01	1,86
18,40	7,76	29,14	102,73	1,27	20,20	1,11	28,33	518,68	1,47	22,00	1,53	72,55	452,75	1,67	23,80	1,30	32,21	622,05	1,86
18,42	7,38	28,80	102,73	1,27	20,22	1,07	31,55	486,93	1,47	22,02	1,56	77,55	430,77	1,67	23,82	1,30	34,76	601,71	1,87
18,44	7,21	28,58	107,61	1,28	20,24	1,06	35,66	509,73	1,48	22,04	1,48	77,99	400,65	1,67	23,84	1,30	38,10	569,96	1,87
18,46	7,29	28,91	114,93	1,28	20,26	1,06	38,10	551,24	1,48	22,06	1,42	76,32	381,93	1,67	23,86	1,30	40,88	561,01	1,88
18,48	7,44	27,68	165,40	1,28	20,28	1,09	35,77	569,96	1,48	22,08	1,36	74,54	423,44	1,67	23,88	1,30	44,88	546,35	1,88
18,50	7,79	29,24	152,38	1,28	20,30	1,12	36,99	561,01	1,48	22,10	1,38	67,99	508,91	1,68	23,90	1,29	48,66	537,40	1,88
18,52	7,99	29,68	107,61	1,28	20,32	1,12	39,10	581,35	1,48	22,12	1,39	63,65	549,61	1,68	23,92	1,27	50,65	525,19	1,88
18,54	7,88	29,57	66,09	1,29	20,34	1,17	34,77	541,47	1,48	22,14	1,41	59,65	577,29	1,68	23,94	1,23	51,32	517,05	1,89
18,56	7,51	28,02	57,14	1,29	20,36	1,15	32,55	498,33	1,49	22,16	1,56	55,10	629,38	1,69	23,96	1,22	51,65	526,82	1,89
18,58	7,09	26,57	52,25	1,29	20,38	1,12	32,88	508,09	1,49	22,18	1,83	53,21	711,59	1,70	23,98	1,30	50,32	562,63	1,89
18,60	6,67	23,57	51,44	1,29	20,40	1,19	33,44	521,93	1,49	22,20	2,03	52,54	807,65	1,70	24,00	1,83	49,99	612,41	1,90
18,62	6,35	21,02	50,63	1,29	20,42	1,54	38,10	622,05	1,49	22,22	2,17	56,87	896,37	1,70	24,02	3,18	49,76	447,86	1,90
18,64	6,07	18,01	51,44	1,29	20,44	2,41	39,55	736,01	1,49	22,24	2,24	60,53	884,17	1,70	24,04	5,30	47,67	19,69	1,90
18,66	5,88	17,90	52,25	1,30	20,46	3,28	40,99	206,91	1,50	22,26	2,24	60,42	871,95	1,71	24,06	6,48	45,56	0,97	1,90
18,68	5,76	19,01	55,51	1,30	20,48	4,23	40,78	51,44	1,50	22,28	2,10	67,98	794,63	1,71	24,08	7,32	43,44	4,23	1,90
18,70	5,72	20,46	58,77	1,30	20,50	4,36	36,67	71,79	1,50	22,30	1,87	81,98	674,15	1,71	24,10	7,80	41,33	15,63	1,90
18,72	5,74	22,23	62,03	1,30	20,52	4,29	31,34	73,42	1,50	22,32	1,59	94,76	595,19	1,71	24,12	8,12	33,22	21,33	1,91
18,74	5,43	23,23	57,95	1,30	20,54	3,98	29,00	74,23	1,50	22,34	1,42	101,42	556,12	1,71	24,14	8,45	32,33	27,02	1,91
18,76	4,31	30,70	102,73	1,31	20,56	3,54	29,22	72,61	1,51	22,36	1,33	104,75	536,59	1,71	24,16	8,71	34,11	32,72	1,91
18,78	3,38	31,34	37,61	1,31	20,58	3,06	31,78	70,17	1,51	22,38	1,28	105,87	540,65	1,71	24,18	9,01	35,33	38,42	1,91
18,80	2,66	38,23	33,53	1,32	20,60	2,74	32,78	72,61	1,51	22,40	1,27	101,64	556,93	1,71	24,20	9,32	39,11	46,56	1,91
18,82	2,07	61,57	33,53	1,32	20,62	2,51	37,00	79,12	1,52	22,42	1,29	87,42	558,57	1,71	24,22	9,65	42,56	59,58	1,91
18,84	1,79	76,45	40,05	1,32	20,64	2,22	43,67	95,40	1,52	22,44	1,29	73,42	553,68	1,72	24,24	10,03	45,89	72,61	1,92
18,86	1,65	79,34	49,00	1,32	20,66	2,22	46,67	97,03	1,52	22,46	1,29	63,53	554,49	1,72	24,26	10,56	49,11	89,70	1,91
18,88	1,59	74,79	97,84	1,33	20,68	2,35	49,11	102,73	1,52	22,48	1,30	54,19	627,75	1,72	24,28	11,26	50,99	110,05	1,91
18,90	1,53	68,79	149,12	1,33	20,70	2,51	53,66	99,47	1,53	22,50	1,33	50,30	617,17	1,72	24,30	11,99	52,33	129,59	1,92
18,92	1,44	66,67	181,68	1,33	20,72	2,42	57,22	92,95	1,53	22,52	1,33	48,30	592,75	1,72	24,32	12,44	53,10	145,05	1,92
18,94	1,40	60,11	216,69	1,33	20,74	2,18	56,22	87,26	1,53	2									



**PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA**  
**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

RIF. PROVA: CPTU n°:

U29-22

CPTU1

COMMITTENTE: A.C.E.R.

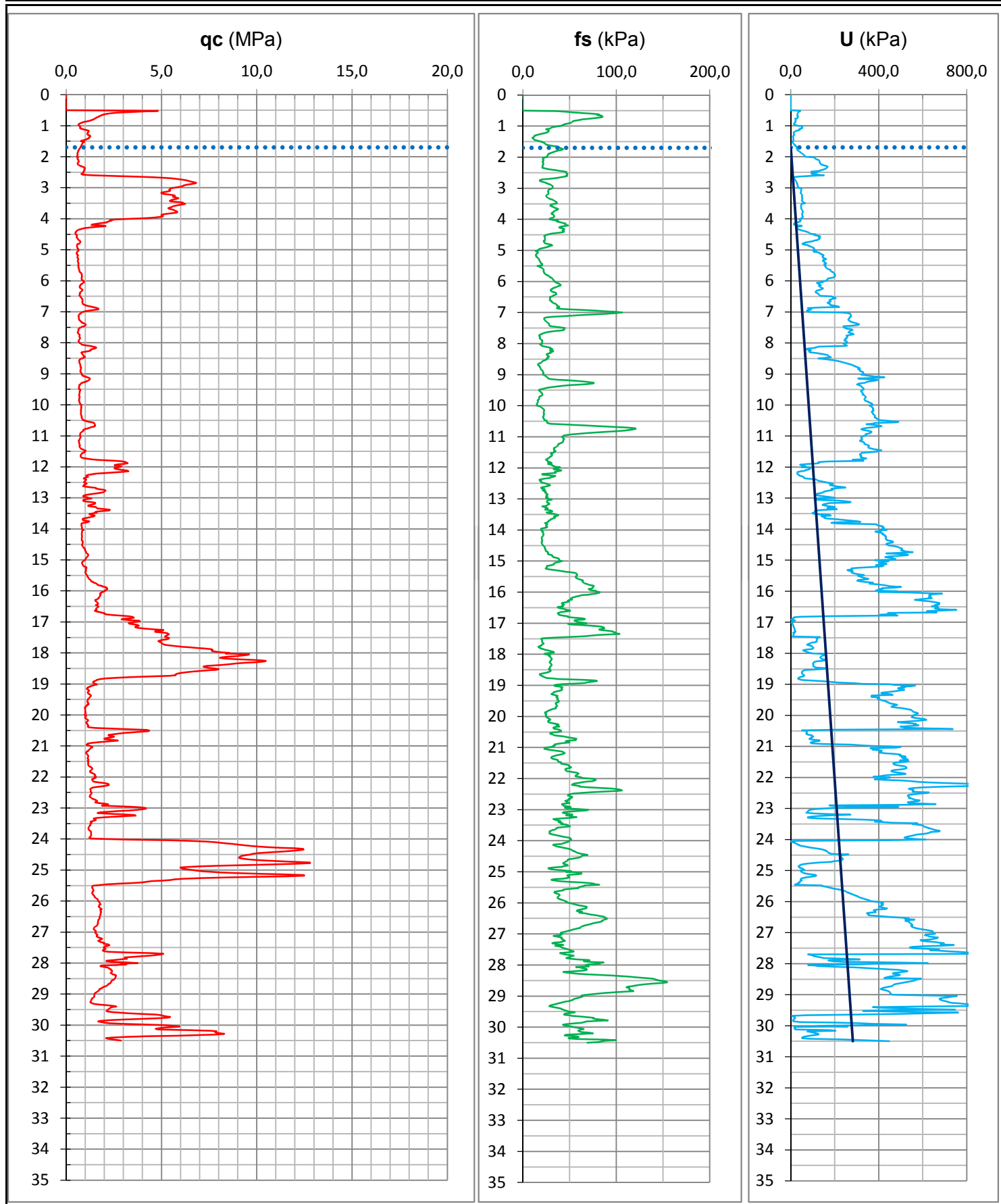
CANTIERE: via Roma 39, Portomaggiore (Fe)

DATA: 02/03/2022

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,50

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,70

PREFORO (m da p.c.): 0,50



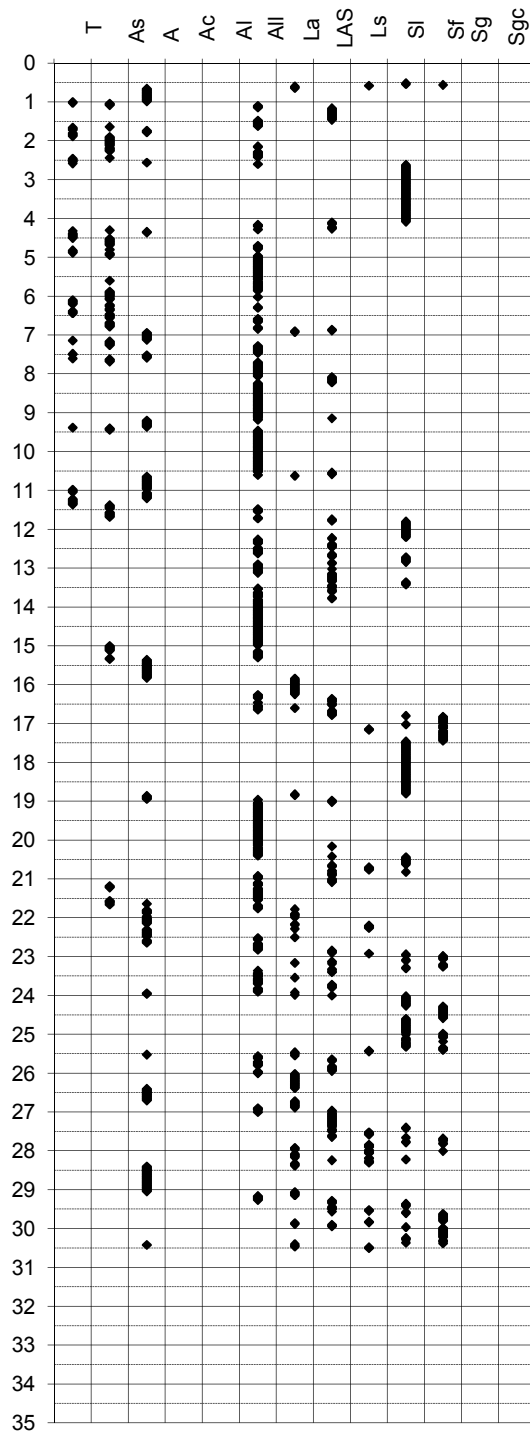
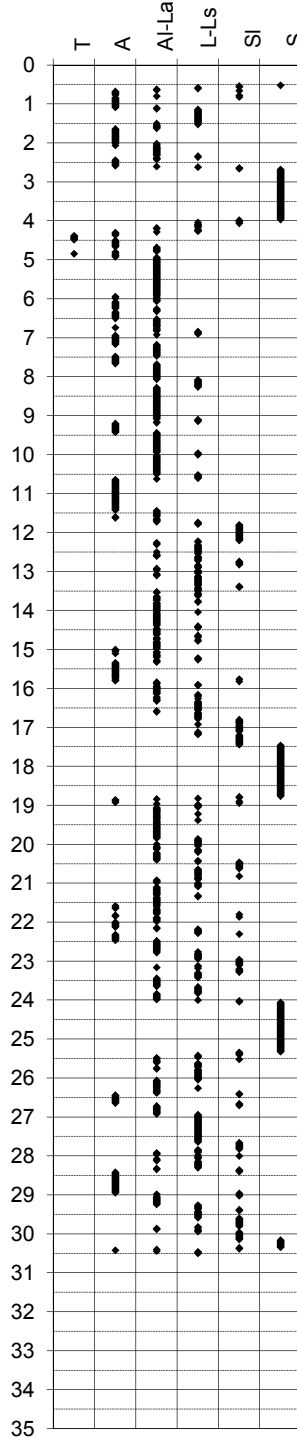
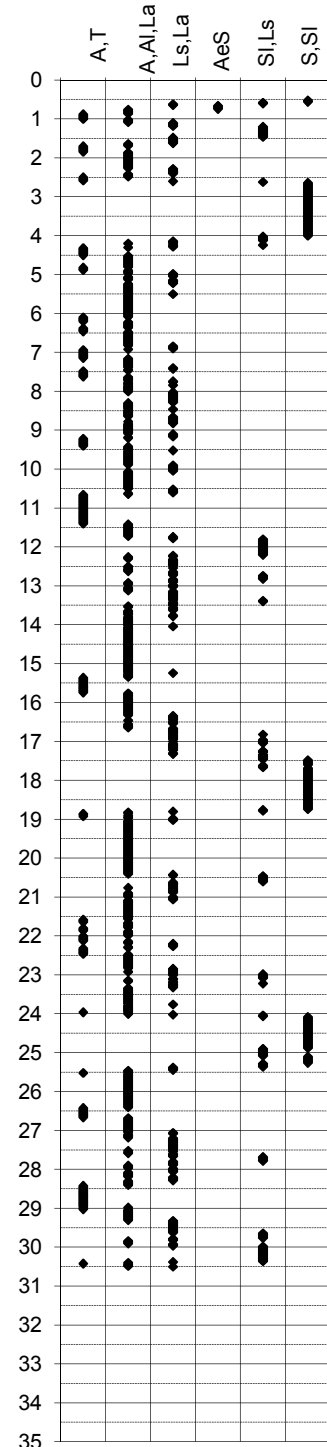


**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Identificativo	<b>U29-22</b>
Emissione	mar-22
Pagina	1 di

**INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE**

-Committente	<b>A.C.E.R.</b>	-Prova n°	<b>CPTU1</b>
-Cantiere	<b>via Roma 39, Portomaggiore (Fe)</b>	-Data prova	<b>02/03/2022</b>
-Quota p.c.	1,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	<b>0,50 m</b>
-Livello di falda	1,70 m da p.c.	-Prof. finale	<b>30,50 m</b>
-Attrezzatura	Punta elettrica con piezocono		

**Douglas-Olsen (1981)****Robertson-Campanella(1983)****Olsen-Farr (1986)**

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Identificativo	<b>U29-22</b>
Emissione	mar-22
Pagina	1 di 0

**PARAMETRI GEOTECNICI**

-Committente	<b>A.C.E.R.</b>	-Prova n°	<b>CPTU1</b>
-Cantiere	<b>via Roma 39, Portomaggiore (Fe)</b>	-Data prova	<b>02/03/2022</b>
-Quota p.c.	<b>1,50 m s.l.m.</b>	-Prof. preforo	<b>0,50 m</b>
-Livello di falda	<b>1,70 m da p.c.</b>	-Prof. finale	<b>30,50 m</b>

							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI									
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M <sub>0</sub>	Eu50	CR	Dr	FI' <sub>DM</sub>	FI' <sub>Bottom</sub>	FI'Schm.				E'25	M <sub>0</sub>	
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)				MPa	MPa	
0,6	1,5	1,18	0,04	0,00	AI-La	18,00	66	20	-	4,26	11,29	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,5	2,5	0,73	0,03	0,08	A	17,50	41	8	7	3,26	9,583	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-		
2,5	4,2	4,81	0,03	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	57	37	33	36	38	40	43	13,11	20,97	
4,2	5,9	0,70	0,02	0,09	A	17,50	36	4	7	2,99	14,06	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-		
5,9	9,2	0,86	0,03	0,16	AI-La	18,00	43	3	6	3,60	18,67	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-		
9,2	11,6	0,84	0,04	0,27	A	17,50	39	3	4	3,54	19,66	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-		
11,6	13,6	1,60	0,03	0,05	L-Ls	20,00	58	3	8	4,39	28	0,24	<20	27	24	27	31	34	37	4,80	7,69	
13,6	15,2	0,92	0,03	0,29	A	17,50	44	2	4	3,79	24,36	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-		
15,2	16,7	1,52	0,05	0,34	AI-La	18,00	73	3	5	5,02	33,69	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-		
16,7	18,8	5,85	0,04	-0,07	S	20,00	-	-	-	-	-	-	33	31	28	32	35	38	40	14,63	23,39	
18,8	20,4	1,20	0,04	0,28	A	17,50	56	2	4	4,35	31,38	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-		
20,4	24,0	1,71	0,05	0,23	AI-La	18,00	69	2	4	4,95	37,6	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-		
24,0	25,5	8,39	0,05	-0,12	S	20,00	-	-	-	-	-	-	42	31	28	34	36	39	41	21,66	33,66	
25,5	29,4	1,97	0,06	0,22	AI-La	18,00	87	2	6	5,79	47,4	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-		
29,4	30,5	4,17	0,06	-0,06	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	21	27	24	29	32	35	38	11,04	17,66	