



CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Sede legale e recapito postale:

44121 Ferrara - Via Borgo dei Leoni, 28 - C.F. 93076450381

web: www.bonificaferrara.it - e-mail: info@bonificaferrara.it

pec: posta.certificata@pec.bonificaferrara.it

aderente all' **ANB**

Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari

CANALE S. NICOLO' - MEDELANA (OC92)



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



**MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI**

Ripristino delle condizioni di stabilità arginale del canale San Nicolò -Medelana CUP: J96G20000500001

**PNRR-M2C4-I4.1-A2-1: Ripristino della piena funzionalità idraulica
del canale S. Nicolò Medelana**

PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica

Data: 25.02.2025				Rev.: RG
IL PROGETTISTA (Dott. Ing. Beatrice Bergamini)			IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO (Dott. Ing. Valeria Chierici)	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Codice Intervento
00	Per emissione	T.V.	09.12.2024	OC92



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

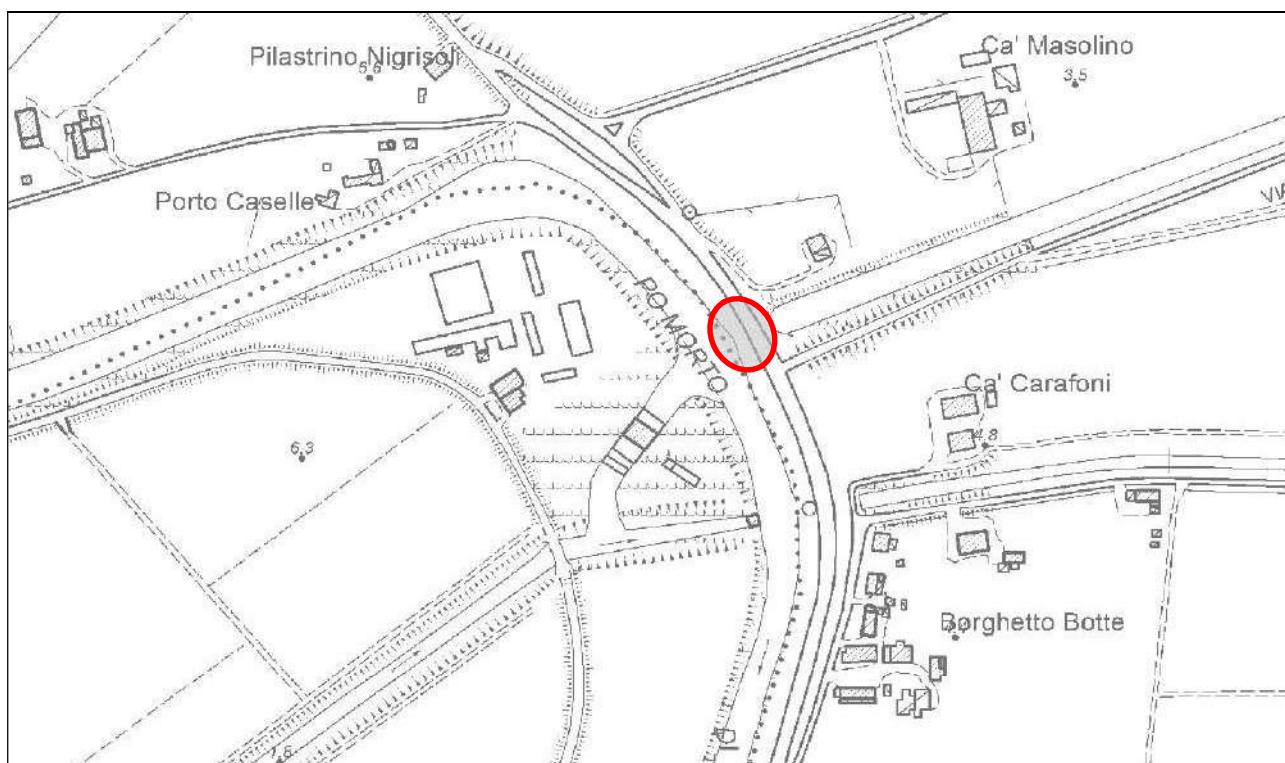
PEC: thomas.veronese@pec.epap.it

MODELLAZIONE GEOLOGICA, SISMICA e GEOTECNICA SULLE INDAGINI

Comune di Argenta (Fe)

Progetto di ripristino delle condizioni di stabilità del canale San Nicolò – Medelana;
PNRR – M2C4-I4.1-A2-1 - Manutenzione straordinaria della chiavica di San Nicolò;
Riferimenti catastali Foglio 2 Mappale 406 del comune di Argenta (Fe).

CUP J96G20000500001



COMMITTENTE: STUDIO 58 - Ingegneria & Architettura

SEDE IN:
via Pomposa n. 58
44123 Ferrara (Fe)

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.

09 dicembre 2024

Timbro

Thomas Veronese

INDICE:

1. PREMESSA	3
NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	4
2. MODELLAZIONE GEOLOGICA	4
2.1. GEOLOGIA STRUTTURALE DELL'AREA	4
2.2. CARATTERI STRATIGRAFICI E LITOLOGICI	9
2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI	16
2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI	17
3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI	20
3.1. DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA	20
<i>Categoria di suolo di fondazione</i>	20
<i>Azioni sismiche da Spettro Semplificato "D.M. 17 gennaio 2018"</i>	25
<i>Magnitudo di progetto</i>	28
3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE	29
3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI	31
4. MODELLAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI	32
4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	35

REPORT FOTOGRAFICO



Fase di esecuzione prova penetrometrica CPTU1

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.I.L.L.P.P.: 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”.
- Deliberazione della Giunta Regionale 26 aprile 2021, N. 564 integrazione della propria deliberazione n. 476 del 12 aprile 2021 mediante approvazione dell'allegato A, "Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (Art. 22 e 49, L.R. N. 24/2017)"
- 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.
- DGR 1300 del 1 agosto 2016: prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione del rischio di alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 elaborato n. 7 (norme di attuazione) e dell'art. 22 elaborato n. 5 (norme di attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI Delta adottato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazioni n. 5/2015.

2. MODELLAZIONE GEOLOGICA

2.1. GEOLOGIA STRUTTURALE DELL'AREA

Nella **FIGURA 2.1** si riporta la sezione geologica passante per Monestirolo, Ferrara e Villadose, in cui si possono apprezzare gli spessori dei sedimenti del Quaternario sopra i pliocenici, che coincidono con il passaggio dai sedimenti sciolti a quelli litificati o pseudolitificati.

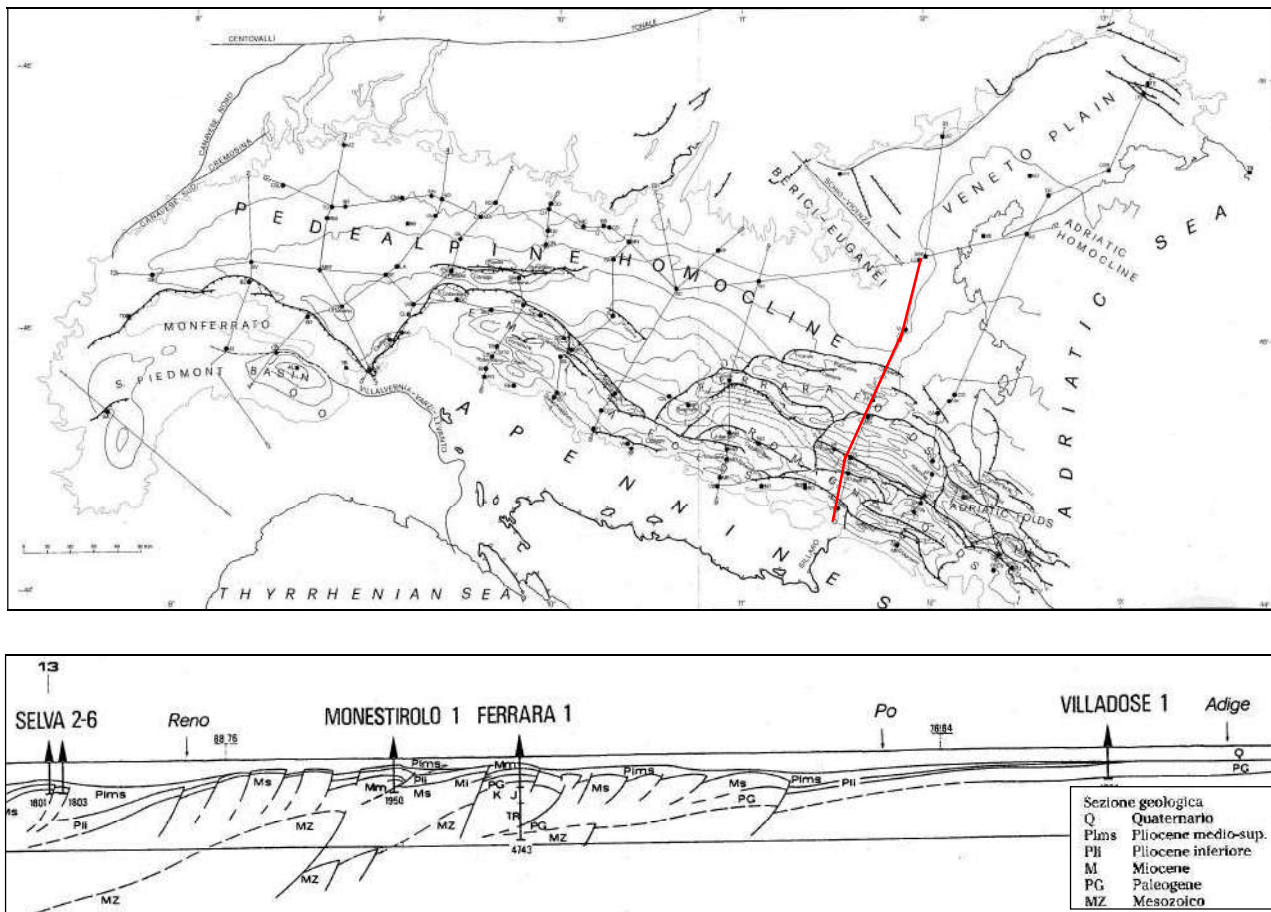
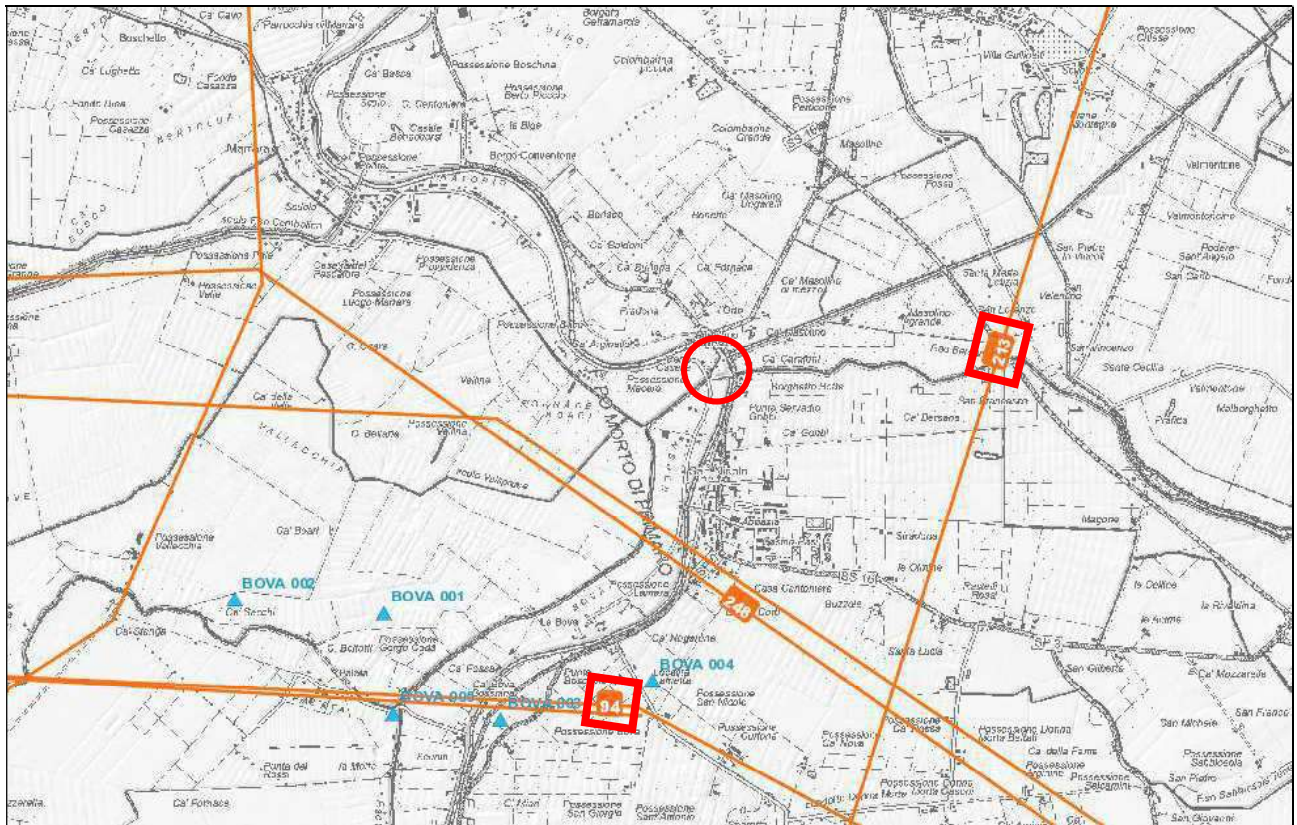
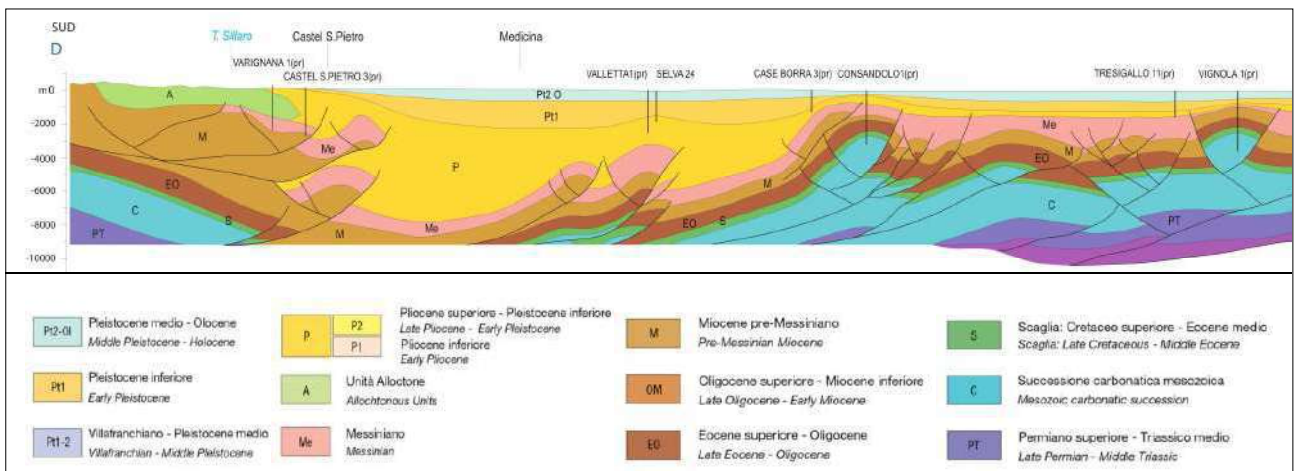


FIGURA 2.1– Principali strutture del substrato della Padania; ben visibile in sezione la Dorsale Ferrarese (Pieri e Groppi 1981)

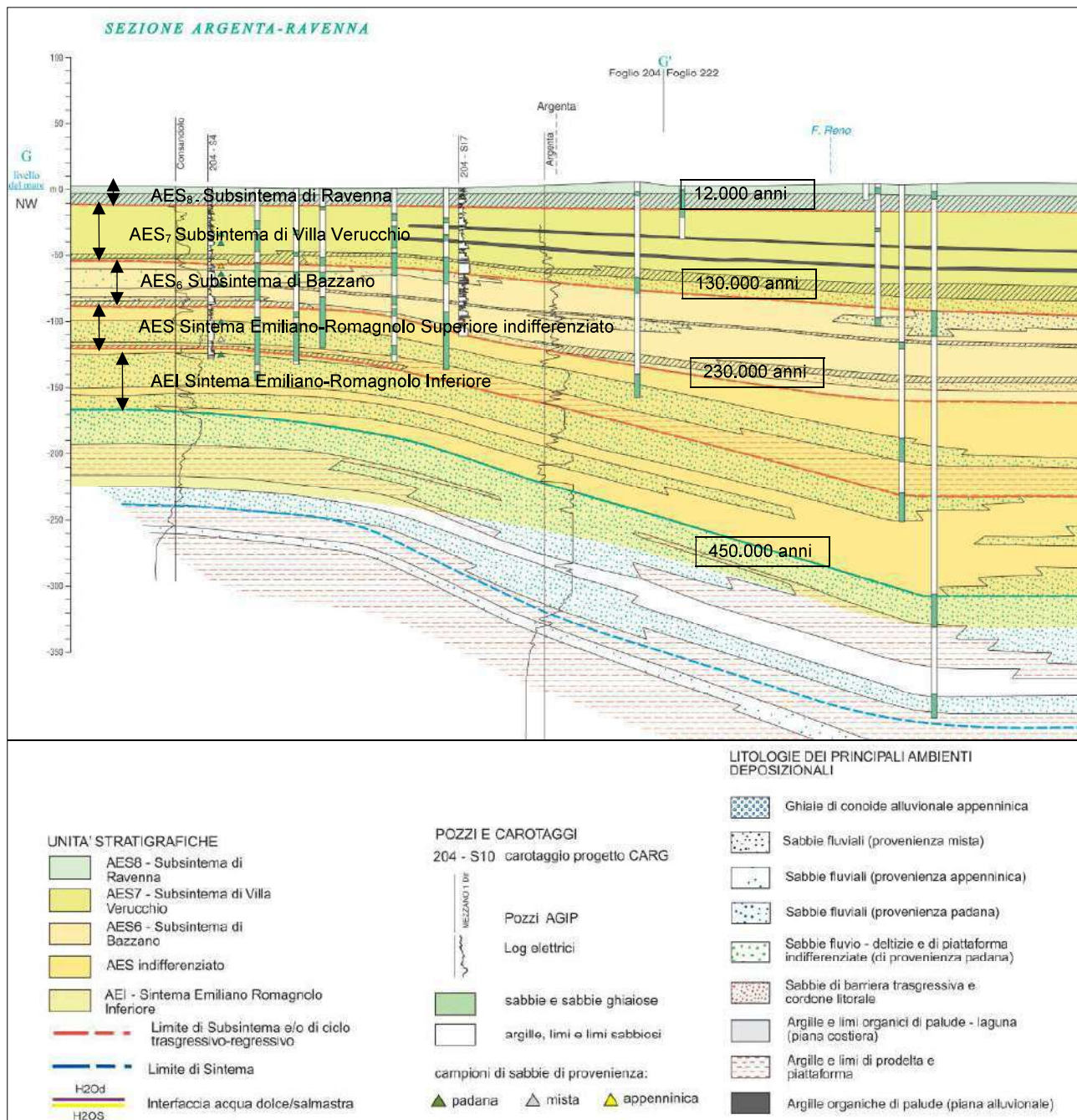
Nella **FIGURA 2.2** si riportano due sezioni profonde estrapolate dal servizio geologico sito della Regione Emilia Romagna; la sezione profonda 213 passante ade st del sito allo studio e la sezione n. 94 che passa a sud del sito. In quest'ultima sezione viene riportata la Suddivisione nei subsintemi principali fino a circa 300 m di profondità.



Ubicazione sezioni geologiche



Sezione 213



Sezione 094

FIGURA 2.2 – Sezioni reperite nel sito della regione Emilia Romagna

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 2, cosiddetta a "media sismicità", in cui il comune di Argenta è stato inserito nella OPCM 3274/2003. Come si può osservare la base del Pliocene è compresa sotto Argenta tra i 1 e 2 km di profondità. Vi sono numerosi elementi tettonici, costituiti sia da faglie dirette che da faglie inverse ancora attive.

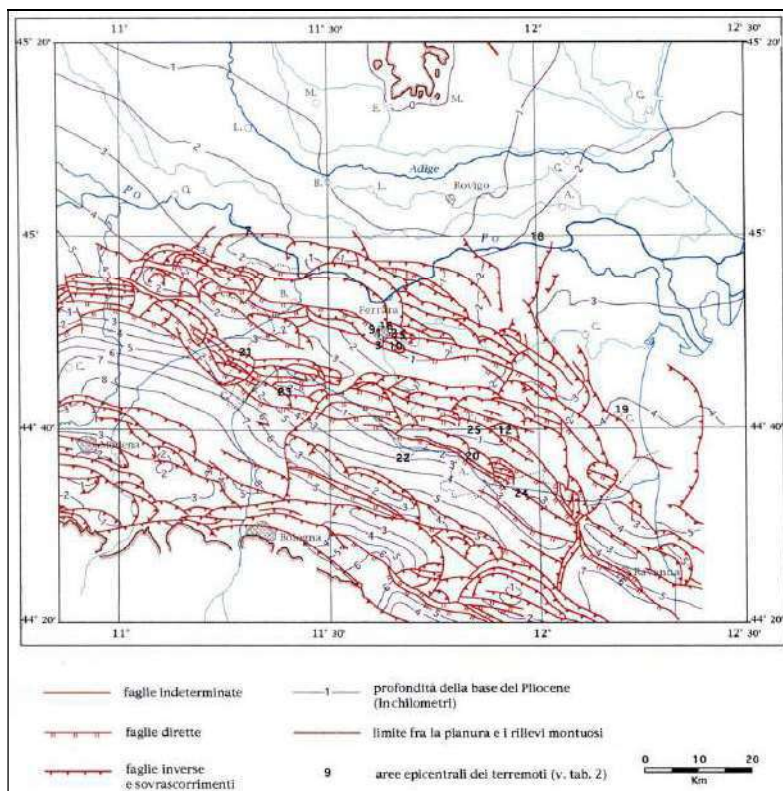


FIGURA 2.3 – Carta strutturale della Pianura Padana orientale (Pieri e Groppi, 1981, CNR, 1992)

Tutto il territorio comunale di Argenta ricade all'interno della zona sismogenetica 912 (**FIGURA 2.4**), e potenzialmente può essere sede di epicentri.

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

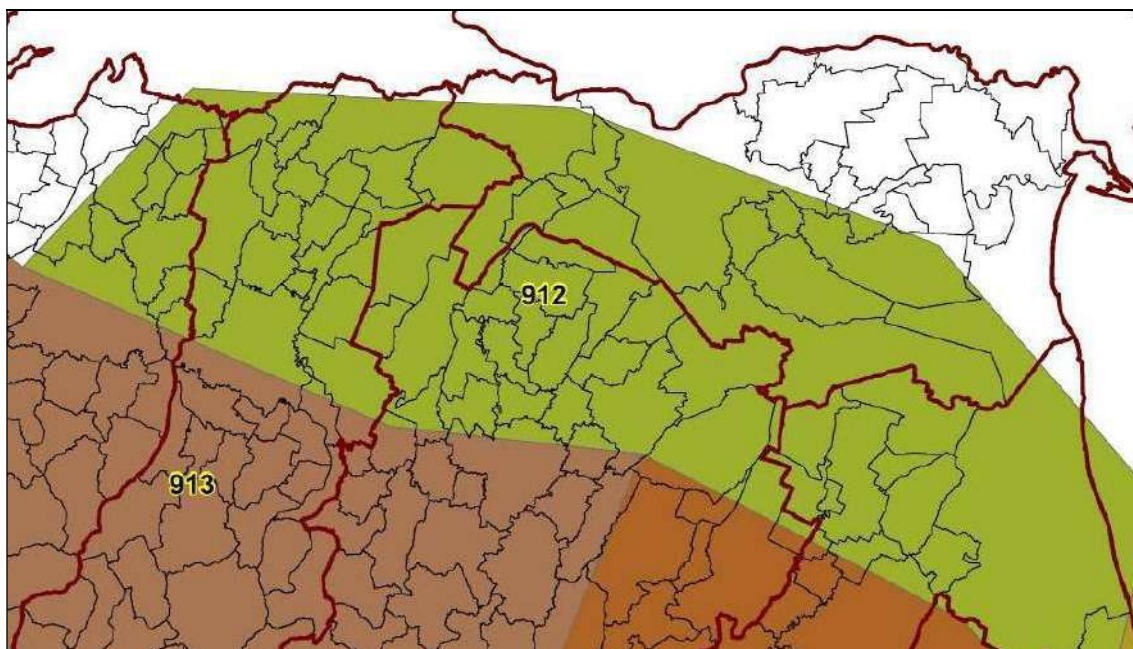


FIGURA 2.4 -Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

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'abitato di San Nicolò sorge in parte sul paleoalveo del Po di Primaro, situato nella zona ovest del paese, ed in parte nella porzione esterna (lato orientale del paese).

Il sito in esame su cui sorge l'impianto è situato nell'area golenale del Po di Primaro, subito a nord del paese, all'interno del corpo principale del paleoalveo del fiume caratterizzato quindi da depositi di piana alluvionale, ed è posto in una zona di transizione caratterizzata da depositi di canale distributore e di argine distali; si tratta in prevalenza di terreni coesivi tipici di ambienti a bassa energia idrodinamica, intercalati a lenti di terreni granulari tipici di ambienti ad alta energia.

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 CPTU1 con *rif. U80-24*, spinta fino alla profondità di -28,00 m da p.c.. La prova è stata interrotta a questa profondità poiché il penetrometro ha disancorato, essendo ancorati nei terreni coesivi teneri golenali.

È stata inoltre presa in considerazione una prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU con *rif. 204050U505*, spinta fino alla profondità di -35,00 m da p.c., estrapolata dall'archivio della regione Emilia Romagna, eseguita per l'impianto del consorzio di bonifica, sull'altra sponda del Po di Primaro.

In **FIGURA 2.5** si riporta uno stralcio catastale della provincia di Ferrara con l'ubicazione della prova CPTU1 con *rif. U80-24* realizzata in sito e della prova CPTU con *rif. 204050U505*.

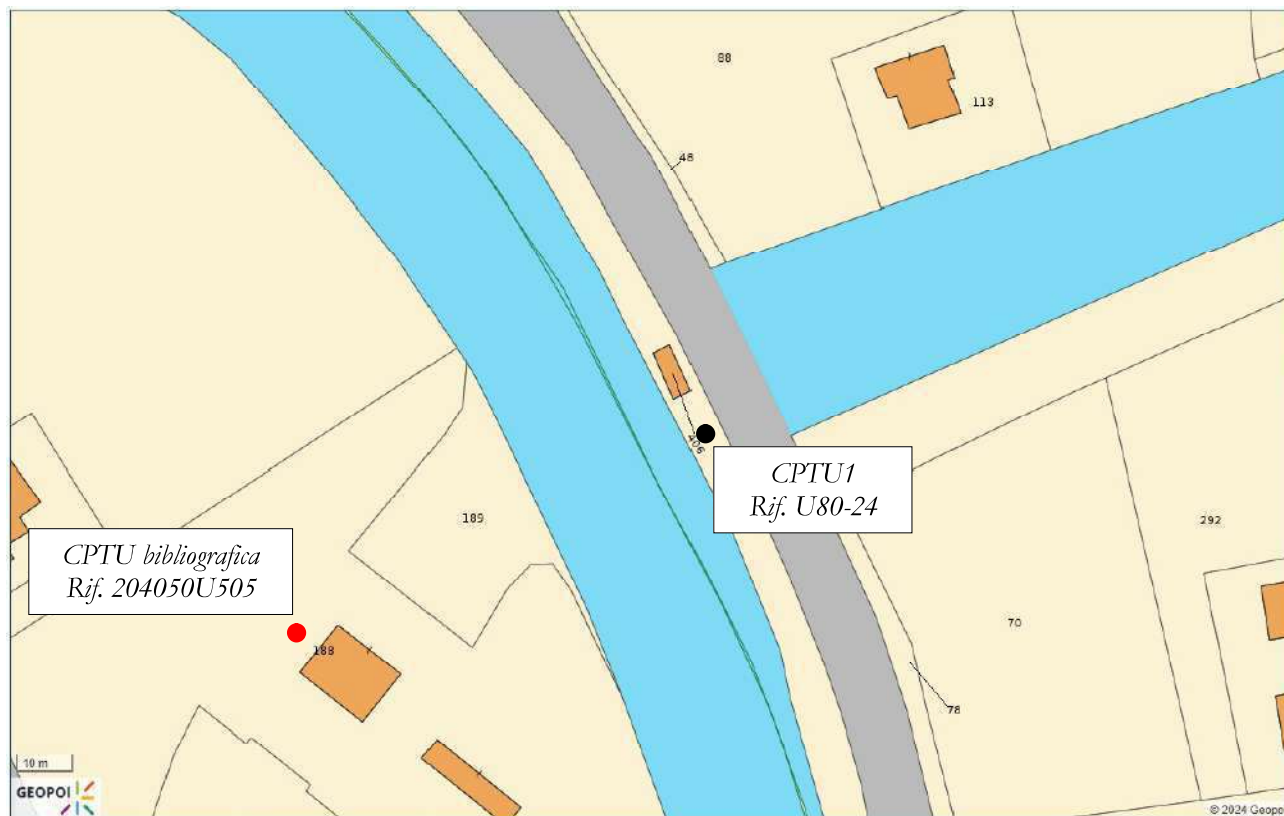


FIGURA 2.5– Ubicazione prova CPTU1 realizzata in sito e la CPTU bibliografica

La prova CPTU1 con *rif. U80-24* è stata realizzata nell'area golenale del Po di Primaro ad una quota di +40 cm rispetto al caposaldo presente in sito, collocato sulla base della soletta di Cls della chiavica di San Nicolò.

In **FIGURA 2.6** si riporta la monografia del caposaldo al quale è stata allacciata la quota del punto di realizzazione della prova CPTU, che si trova ad una quota pari a +5,949 m sul l.m.m..



CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA

Via Borgo dei Leoni, 28 - 44121 Ferrara - C.F. 93076450381
Tel.: 0532/218211 - Fax: 0532/211402 - E-mail: info@bonificaferrara.it

Monografia del caposaldo di alta precisione

Caposaldo n.

INNM

Sezione:

BASSO FERRARESE SUD

Reparto:

CAMPOCIECO

Comune: **ARGENTA**

Località: **San Nicolo'**

Ubicazione:

Civico:

Coordinate ED50-UTM32*:

Est: **714.634**

Nord: **955.080**

Stralcio planimetrico scala 1:10.000 - Elemento CTR 1:5.000 n. **204052**

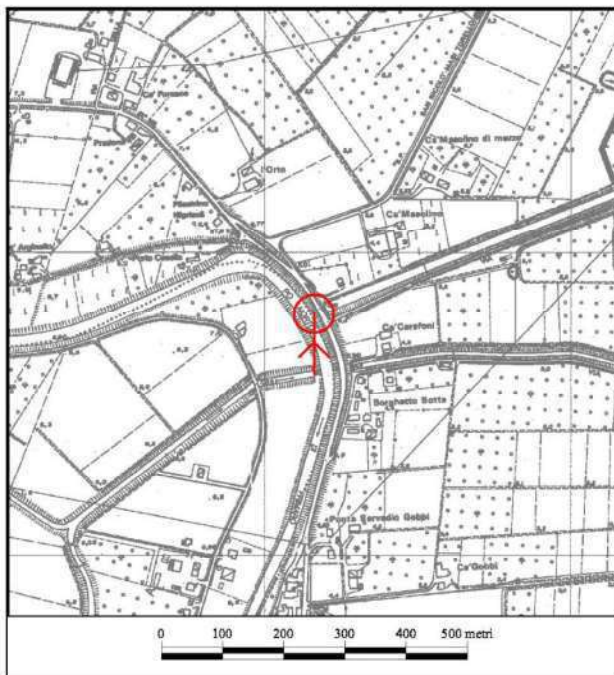


Foto 1 - Inquadramento



Foto 2 - Localizzazione



Foto 3 - Caposaldo

IMMAGINE
NON
DISPONIBILE

Tipologia: **BORCHIA**

Istituito da: **CBPF**

090090

Linea: **TEL**

Descrizione: **INNESTO S.NICOLO'-MEDELANA**

Note:

Quota: **5,5490 m** s.l.m.

Quota Consorzio (+10,00): **15,5490 m.**

Anno Rilievo: **2010**

Pagina 1 di 1

FIGURA 2.6 – Monografia caposaldo presente in sito

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica **CPTU1** *rif. U80-24* rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	(-)	(-)
0,0	1,5	--	RIP	Riporto
1,5	2,5	1,07	Al-La	consistente
2,5	3,0	1,43	L-Ls	sciolta
3,0	4,9	0,75	A	moderatamente consistente
4,9	5,7	4,45	S	moderatamente addensata
5,7	7,0	2,18	SI	poco addensata
7,0	9,5	0,94	A	moderatamente consistente
9,5	16,0	1,07	A	consistente
16,0	18,5	1,96	Al-La	molto consistente
18,5	19,1	5,53	S	moderatamente addensata
19,1	19,9	1,34	Al-La	consistente
19,9	20,7	3,41	SI	poco addensata
20,7	25,0	1,63	Al-La	consistente
25,0	28,0	2,25	Al-La	molto consistente

Legenda Litologia

RIP	Riporto
T	Torba
A	Argilla
AL-La	Argilla Limosa - Limo Argilloso
L-Ls	Limo - Limo Sabbioso
SI	Sabbia Limosa
S	Sabbia

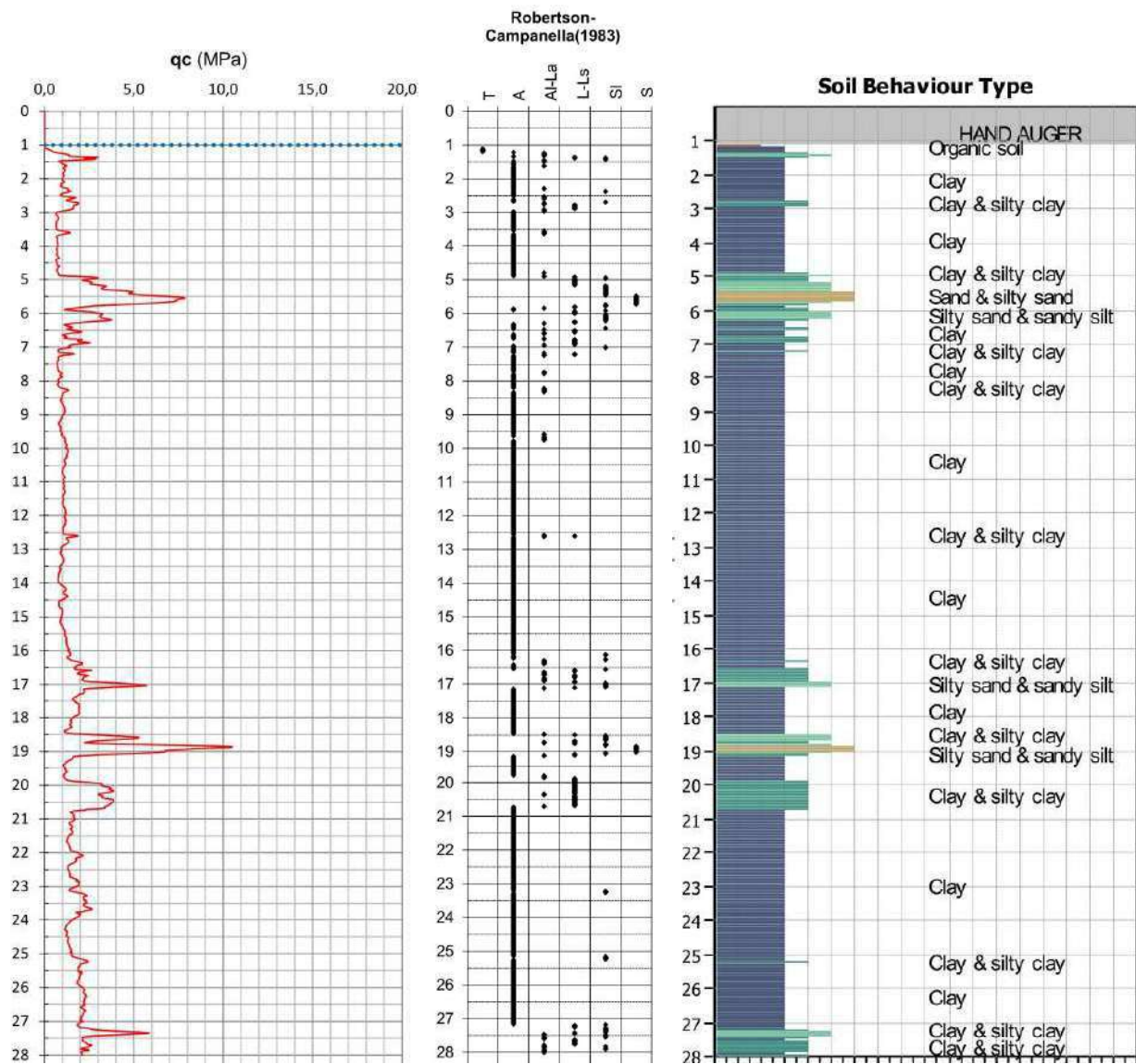


Diagramma di resistenza e valutazioni litologiche – CPTU1 rif. U80-24

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica **CPTU1** con *rif. 204050U505* rileva:

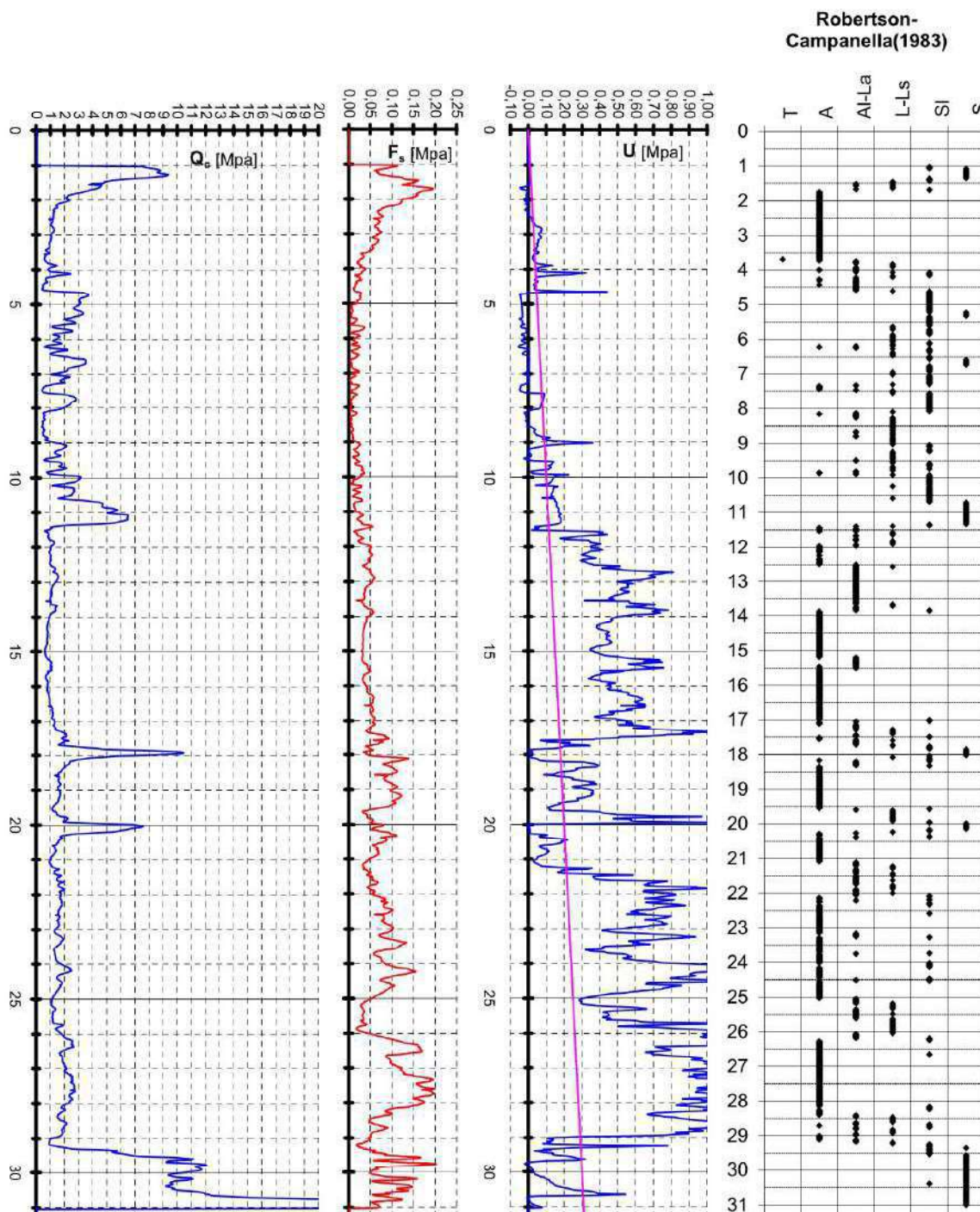
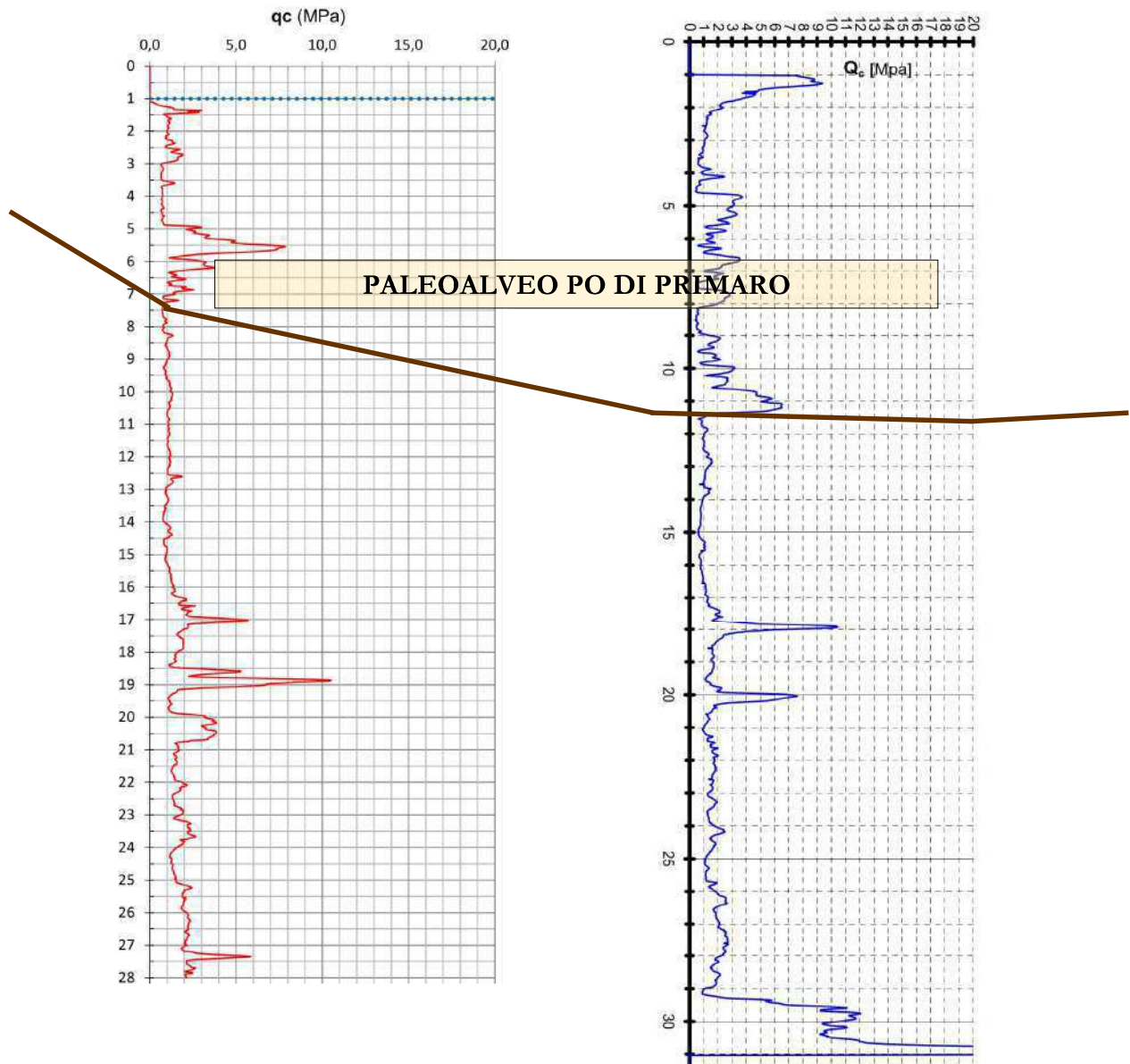


Diagramma di resistenza e valutazioni litologiche – CPTU1 *rif. 204050U505*

Si riportano i diagrammi di resistenza delle 2 prove CPTU messi a confronto, come si può notare le intercalazioni sabbiose non sono distribuite in modo omogeneo a conferma del fatto che l'area si trova all'interno del corpo del paleoalveo del Po di Primaro, in una zona di transizione dove gli ambienti deposizionali cambiavano da punto a punto. La prova CPTU con *rif. 80-24* è stata realizzata al margine del meandro del fiume in una zona di erosione e non di deposizione.



SCPTU1 *rif. U80-24*

CPTU1 *rif. 204050U505*

2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

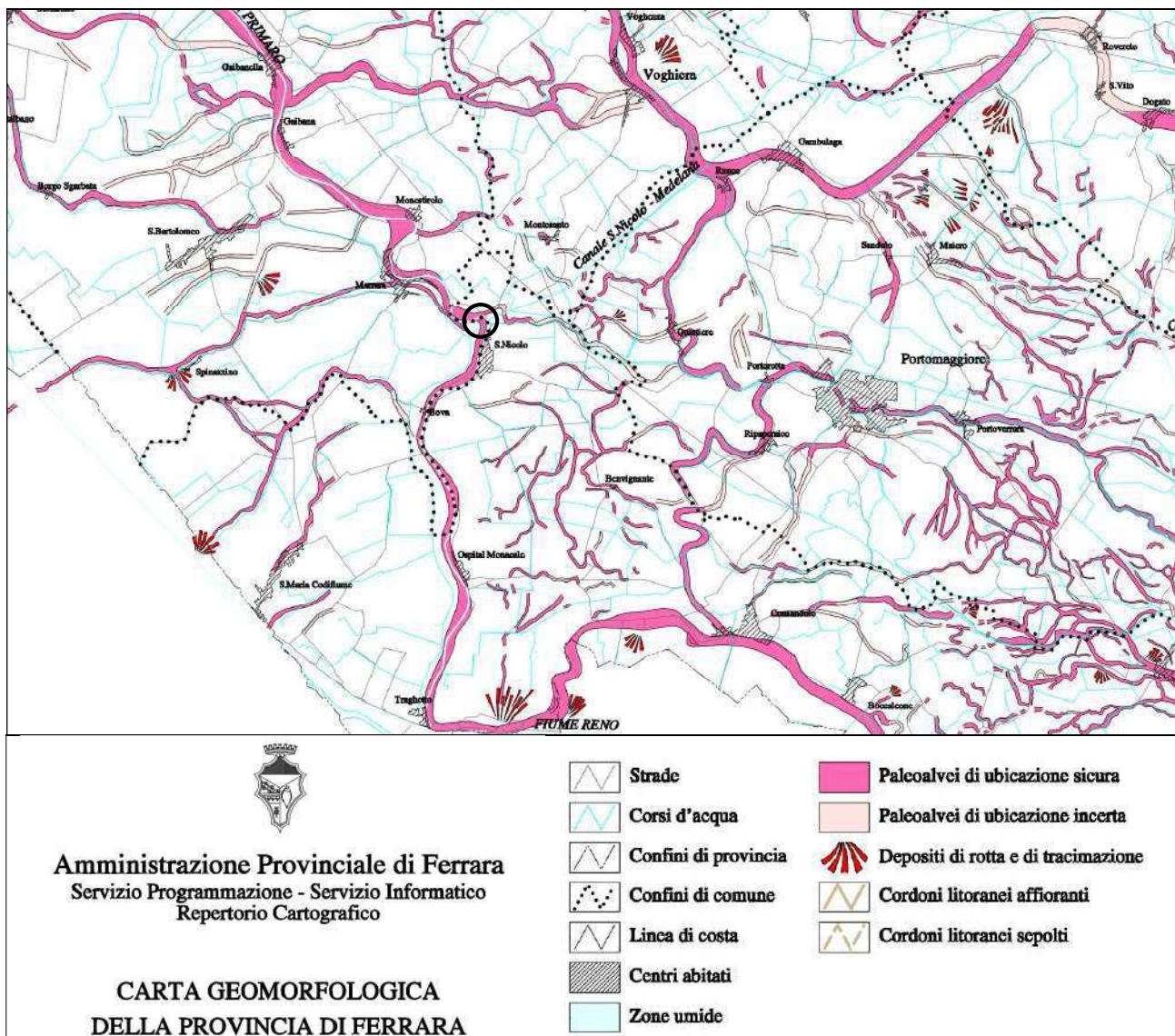
La formazione dei terreni su cui sorge il sito di intervento è legata agli intensi apporti di sedimenti terrigeni da parte del fiume Po di Primaro.

L'area in esame è, come visto, situata all'interno del paleoalveo del Po di Primaro, ed è ad una quota di circa +5,5 m sul l.m.m., in quanto situata in un'area golenale. La sommità della Strada Provinciale, ovvero l'argine attuale del corso del Po di Primaro ha invece quote +8,9 m. s.l.m.m..

In **FIGURA 2.7** viene riportato uno stralcio della carta geomorfologica della provincia di Ferrara che mostra l'area d'intervento.

Il sito in esame ricade in una fascia di transizione tra ambienti geodinamici diversi, ciò rende possibile la presenza sia di sedimenti fini di bassa energia, sia di sedimenti grossolani di più alta energia deposizionale; dalla stratigrafia della prova penetrometrica possiamo osservare in superficie sedimenti di copertura più argilloso limosi e più in profondità presenza di sabbie limose.

Le litologie che presenta l'area da indagare non possono dunque essere definite senza un'indagine puntuale, poiché sedimenti deltizi, sedimenti alluvionali, sedimenti marini costieri, sono stati sovrapposti in svariati ambienti deposizionali, rendendo possibile la presenza di sabbie, o limi, o argille, o torbe, o miscele binarie e ternarie degli stessi, senza il rispetto di regole fisse sulla loro presenza e sulla loro distribuzione geometrica.



2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'area in esame è posta ad una quota di +5,50 m sul l.m.m..

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 *rif. U80-24*. Tale quota è stata rilevata in data 28/11/2024 alla profondità di -1,00 m dal p.c., che rappresenta anche la quota dell'acqua del Po di Primaro.

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.

In **FIGURA 2.8** si riporta uno stralcio della *Mappa di pericolosità e del rischio alluvioni 2022* della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – Secondo Ciclo, del **Reticolo Principale** con la mappa della pericolosità e degli elementi esposti della Direttiva Alluvioni, per il Distretto del Fiume Po (**ITN008**).

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

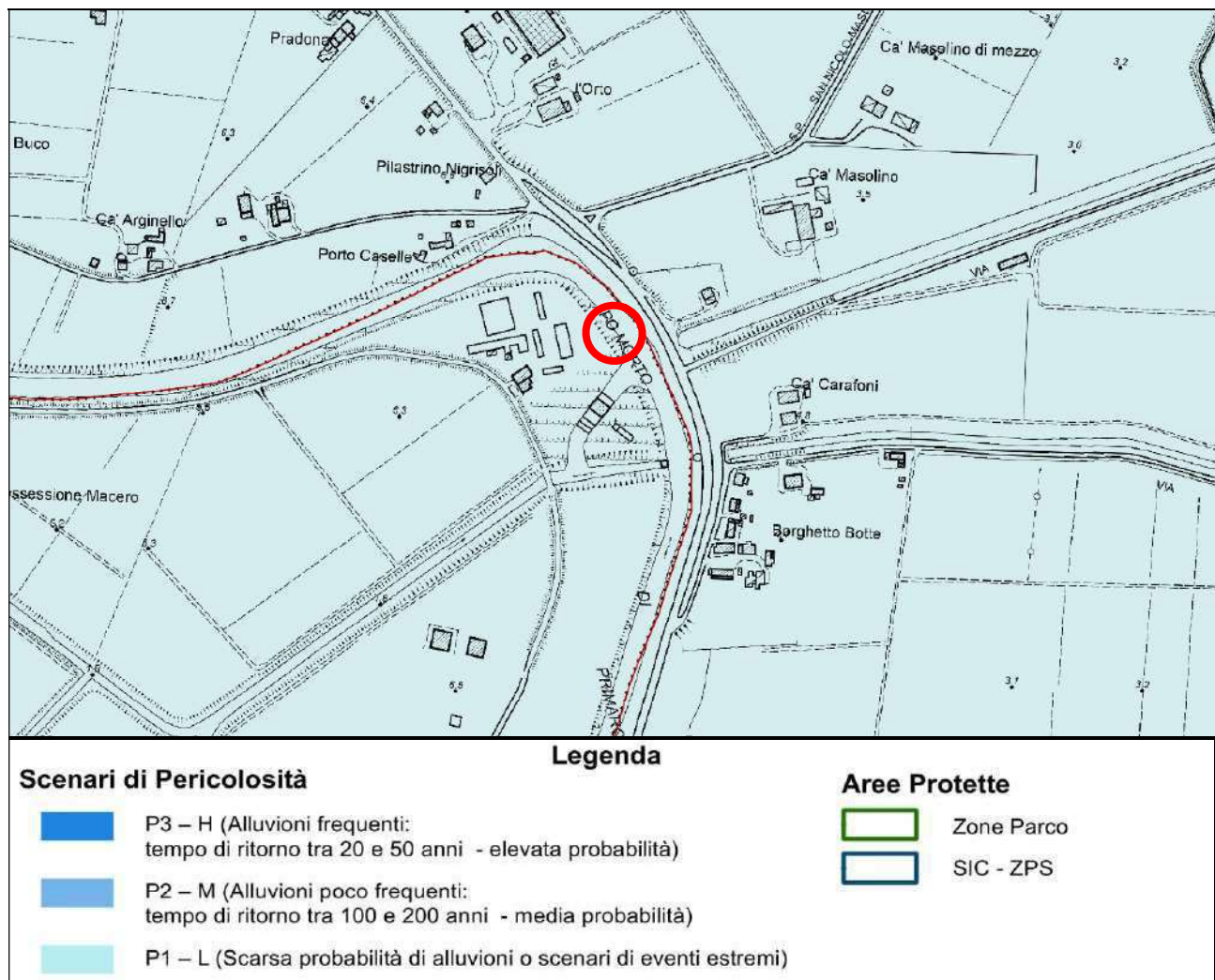


FIGURA 2.8– *Mappa di pericolosità R.P. Distretto del Fiume Po (ITN008).*

(Fonte: <https://servizi.moka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>)

In **FIGURA 2.9** si riporta uno stralcio della *Mappa di pericolosità e del rischio alluvioni 2022* della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – Secondo Ciclo, del **Reticolo Principale** con la mappa della pericolosità e degli elementi esposti della Direttiva Alluvioni, per il Bacino del Fiume Reno (**ITI021**).

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

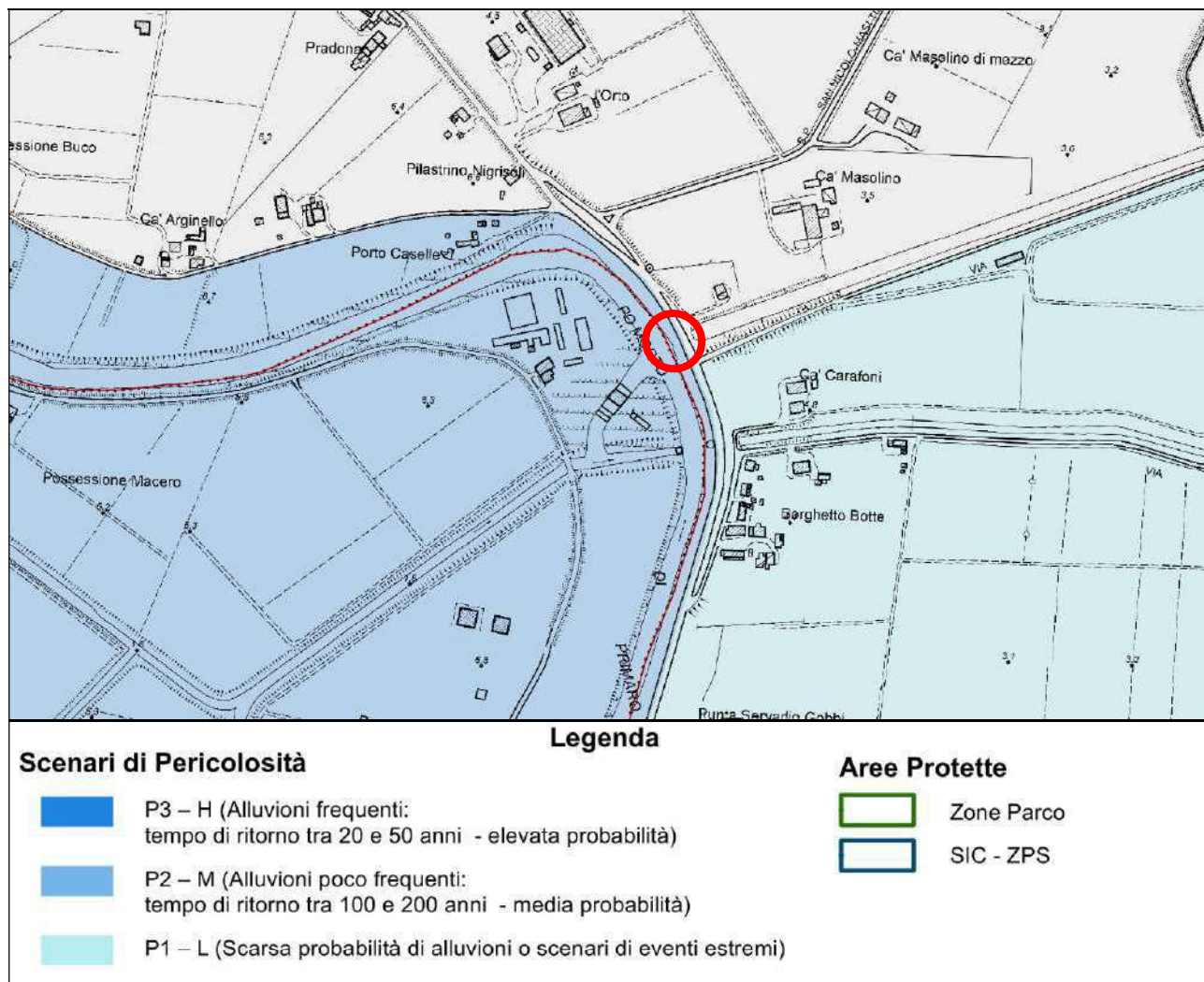


FIGURA 2.9– *Mappa di pericolosità R.P. Bacino del Fiume Reno (IT1021).*
(Fonte: <https://servizi.moka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>)

In **FIGURA 2.10** si riporta uno stralcio della *Mappa di pericolosità e del rischio alluvioni 2022* della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – Secondo Ciclo, del **Reticolo Secondario di Pianura** con la mappa della pericolosità e degli elementi esposti della Direttiva Alluvioni, per il Distretto del Fiume Po (**ITN008**).

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

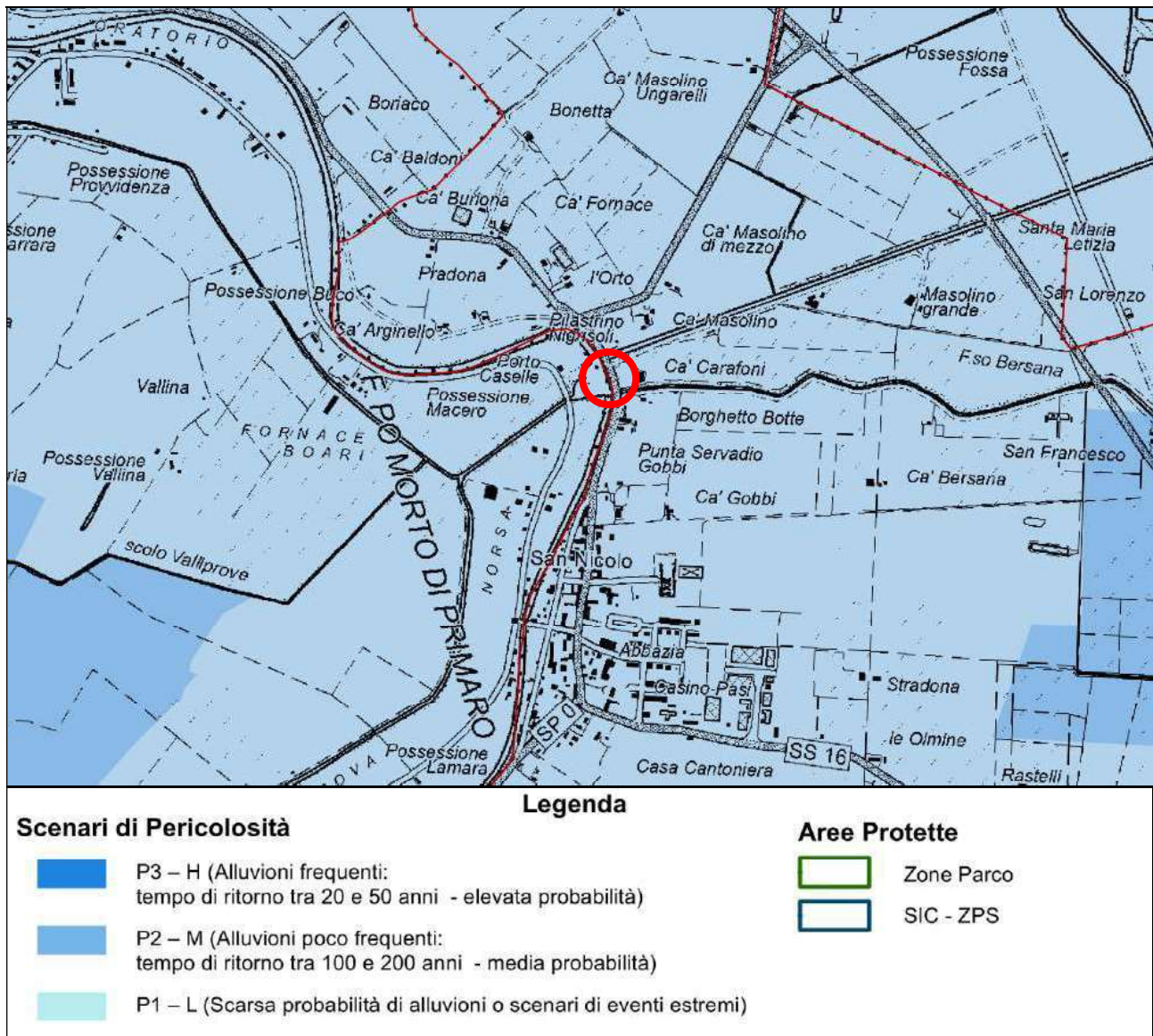


FIGURA 2.10 – Mappa di pericolosità R.S.P. Distretto del Fiume Po (ITN008).
(fonte: <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>)

L'area allo studio risulta invece esterna alle zone di pericolosità del **Reticolo Secondario di Pianura** della Direttiva Alluvioni, per il Bacino del Fiume Reno (IT1021).

Considerato che il sito allo studio è dentro la golena del Po di Primaro, proprio sulla scarpata verso il fiume, le carte sopra menzionate trovano poca applicazione. L'area va considerata soggetta a pericolosità idraulica alta, anche se ad oggi manca un Piano di Gestione del Rischio Alluvione per il Canale di Burana-Po di Volano- Po di Primaro. In questi giorni di intense e diffuse precipitazioni in tutto il bacino del Burana e del Po di Volano le quote hanno raggiunto il valore di +5,80m s.l.m.m.. Quindi è raccomandazione dei tecnici del Consorzio di Pianura di Ferrara considerare come quota attesa massima almeno +6,0m s.l.m.m. (+16,00m sullo zero di bonifica).

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):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

V_{s30} : velocità media ponderata delle onde di taglio “S”,

h_i : spessore dello strato i -esimo,

v_i : velocità delle onde di taglio “S” nello strato i -esimo.

Il valore di V_{s30} è stato rilevato in sito attraverso correlazione empirica con la prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU1, spinta fino alla profondità di -28,00 m da p.c., i cui dati sono stati prolungati fino a -30,00 m da p.c. con i valori degli ultimi metri investigati.

Si ricorda che la V_{s30} va calcolata dal piano di posa della fondazione.

In **FIGURA 3.1** si riporta uno stralcio catastale della provincia di Ferrara con l’ubicazione della prova CPTU1 con *rif. U80-24* realizzata in sito.

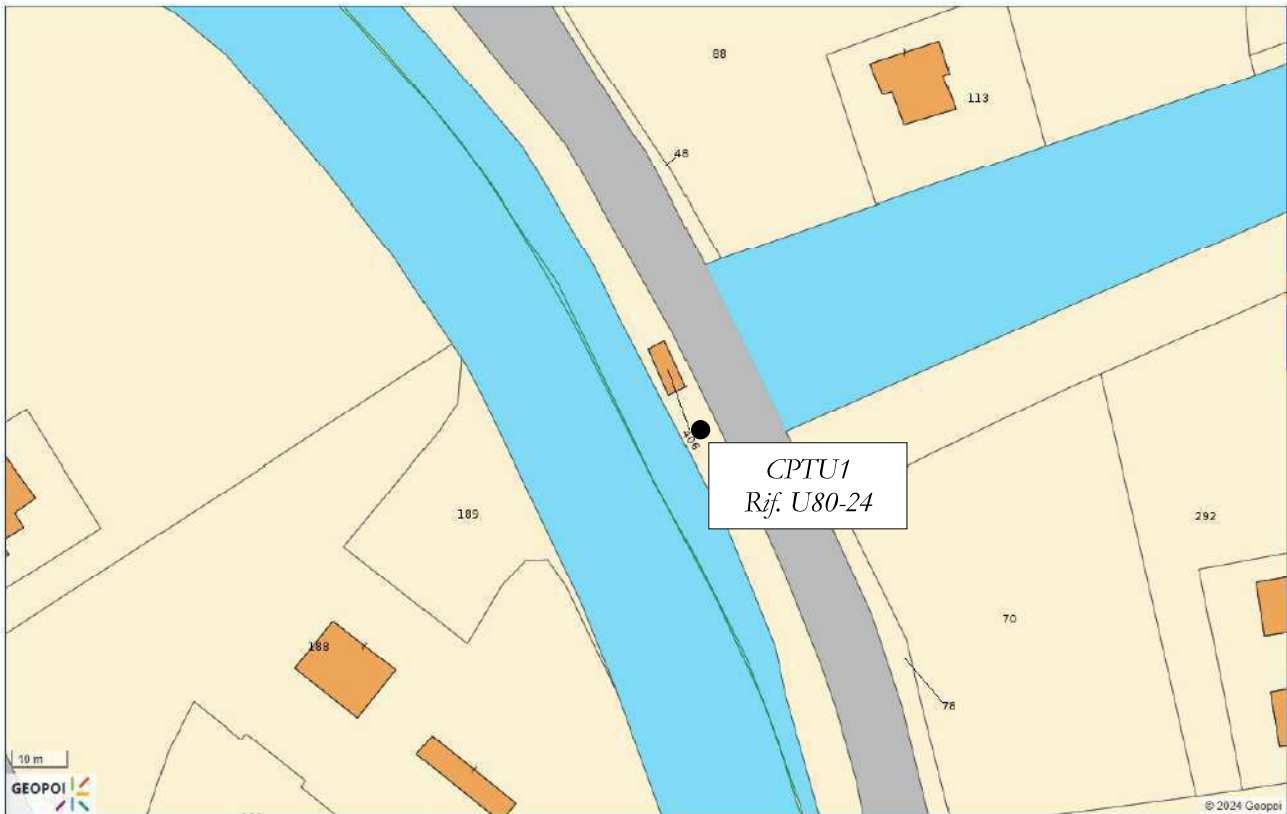


FIGURA 3.1– Stralcio catastale con ubicazione prova CPTU1

In letteratura esistono numerose correlazioni empiriche tra le misure di q_c e di V_{s30} anche se il livello deformativo indotto nel terreno dalla penetrazione della punta penetrometrica provoca la rottura del materiale mentre le onde di taglio si propagano senza intaccare la struttura del terreno in condizioni di deformazioni praticamente elastiche.

La correlazione utilizzata è stata proposta da *Andrus et al. (2001)* ed utilizza valori di q_c e di V_{s30} normalizzati rispetto allo stato tensionale, in questa formula non viene tenuto conto dell'attrito laterale f_s e viene introdotto un coefficiente correttivo per l'età del deposito che viene indicato con ASF.

Questo coefficiente viene utilizzato per tenere conto delle diverse caratteristiche di deformabilità e tessitura dei terreni risalenti al periodo Pleistocenico rispetto ai più recenti depositi Olocenici.

La correlazione è la seguente:

$$V_{S1} = ASF \cdot A \cdot (q_{c1N})^\alpha$$

dove:

$$q_{c1N} = \left(\frac{q_c}{p_a} \right) \left(\frac{p_a}{\sigma_v} \right)^{0.5} \quad \text{resistenza alla punta normalizzata alla tensione verticale;}$$

$$V_{S1} = V_S \left(\frac{p_a}{\sigma_v} \right)^{0.25} \quad \text{velocità corretta per tenere in conto lo stato tensionale verticale;}$$

ASF per depositi Olocenici = 1 (quali sono i depositi presenti nella pianura ferrarese alle profondità indagate) come suggerito da ANDRUS et al.;

A e α sono coefficienti empirici da calibrare sulla base delle misure di q_c e di V_s disponibili;

p_a = pressione atmosferica.

Nella **Tabella 3.1** sono riportati i coefficienti A e α .

	Argilla	Limo	Sabbia
A	80.64	77.83	53.64
α	0.28	0.24	0.33

Tabella 3.1 – Coefficienti A (m/s) e α

dott. Geologo Thomas Veronese
via Roma 10 - 44021 Codigoro FE

Località: __ San Nicolò (Fe)

CPT di riferimento: __ U80-24

Data esecuzione CPT: ____ #####

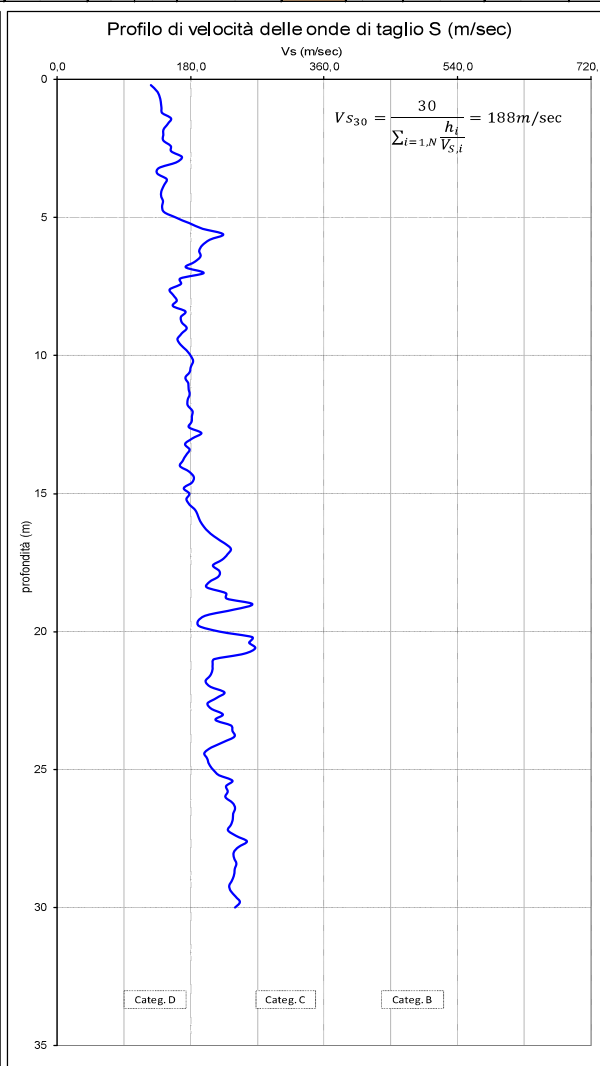
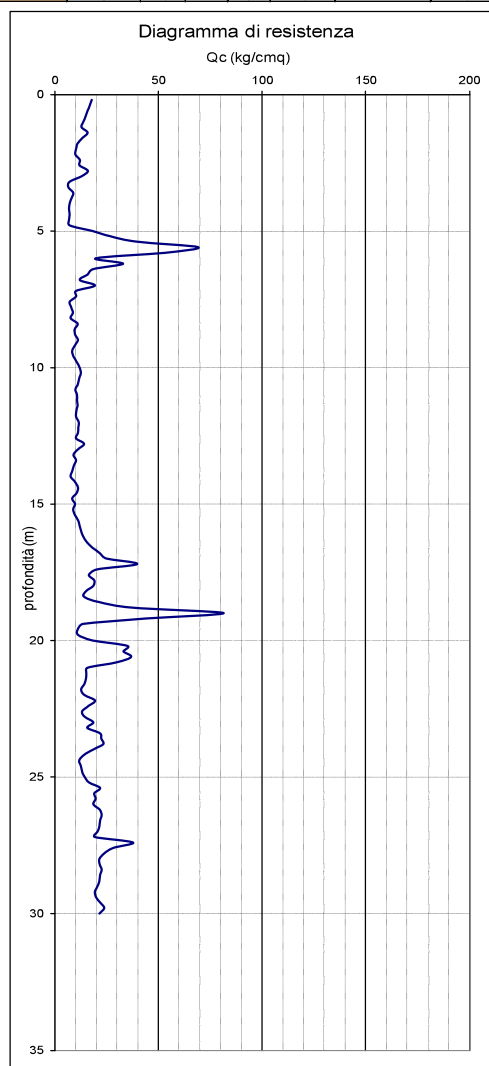
profondità prova 30 m

Falda: 1 m

ANDRUS	V _{s30}
188	m/sec

prf.	RP	RP/RL	Z1	Z2	ΔH	mezzo strat	litologia	qc(kg/cm2)	σ' v(kg/cm2)	A	α	VS30 normalizzata		ΔH/Vs i	σ v(kg/cm2)	σ' v(kg/cm2)	H i* Vs i
												Vs i	Vs i				
0,2	18	16	0	0,2	0,2	0,1	ARGILLA	18,0	0,037	80,64	0,28	287,4	126,0	0,00159	0,037	-0,031	25,2
0,4	17	18	0,2	0,4	0,2	0,3	ARGILLA	17,0	0,074	80,64	0,28	256,7	133,9	0,00149	0,074	0,023	26,8
0,6	16	19	0,4	0,6	0,2	0,5	ARGILLA	16,0	0,111	80,64	0,28	238,4	137,6	0,00145	0,111	0,077	27,5
0,8	15	19	0,6	0,8	0,2	0,7	ARGILLA	15,0	0,148	80,64	0,28	224,9	139,5	0,00143	0,148	0,131	27,9
1	14	18	0,8	1	0,2	0,9	ARGILLA	14,0	0,185	80,64	0,28	213,8	140,2	0,00143	0,185	0,185	28,0
1,2	13	17	1	1,2	0,2	1,1	ARGILLA	13,0	0,239	80,64	0,28	202,1	141,3	0,00142	0,222	0,239	28,3
1,4	16	17	1,2	1,4	0,2	1,3	ARGILLA	16,0	0,293	80,64	0,28	208,1	153,1	0,00131	0,259	0,293	30,6
1,6	13	14	1,4	1,6	0,2	1,5	ARGILLA	13,5	0,347	80,64	0,28	193,8	148,7	0,00134	0,296	0,347	29,7
1,8	11	10	1,6	1,8	0,2	1,7	ARGILLA	11,1	0,401	80,64	0,28	179,8	143,0	0,00140	0,333	0,401	28,6
2	10	9	1,8	2	0,2	1,9	ARGILLA	10,4	0,455	80,64	0,28	173,7	142,6	0,00140	0,37	0,455	28,5
2,2	10	7	2	2,2	0,2	2,1	ARGILLA	10,0	0,509	80,64	0,28	168,9	142,7	0,00140	0,407	0,509	28,5
2,4	12	10	2,2	2,4	0,2	2,3	ARGILLA	12,2	0,563	80,64	0,28	176,2	152,6	0,00131	0,444	0,563	30,5
2,6	12	10	2,4	2,6	0,2	2,5	ARGILLA	12,1	0,617	80,64	0,28	173,3	153,6	0,00130	0,481	0,617	30,7
2,8	16	12	2,6	2,8	0,2	2,7	ARGILLA	16,0	0,671	80,64	0,28	185,4	167,8	0,00119	0,518	0,671	33,6
3	13	16	2,8	3	0,2	2,9	ARGILLA	13,0	0,725	80,64	0,28	173,1	159,7	0,00125	0,555	0,725	31,9
3,2	7	9	3	3,2	0,2	3,1	ARGILLA	7,3	0,779	80,64	0,28	145,6	136,8	0,00146	0,592	0,779	27,4
3,4	7	7	3,2	3,4	0,2	3,3	ARGILLA	6,7	0,833	80,64	0,28	140,8	134,5	0,00149	0,629	0,833	26,9
3,6	9	10	3,4	3,6	0,2	3,5	ARGILLA	9,0	0,887	80,64	0,28	151,7	147,2	0,00136	0,666	0,887	29,4
3,8	8	9	3,6	3,8	0,2	3,7	ARGILLA	8,2	0,941	80,64	0,28	146,4	144,2	0,00139	0,703	0,941	28,8
4	7	8	3,8	4	0,2	3,9	ARGILLA	7,3	0,995	80,64	0,28	140,7	140,6	0,00142	0,74	0,995	28,1
4,2	7	7	4	4,2	0,2	4,1	ARGILLA	7,0	1,049	80,64	0,28	138,0	139,6	0,00143	0,777	1,049	27,9
4,4	7	8	4,2	4,4	0,2	4,3	ARGILLA	7,3	1,103	80,64	0,28	138,8	142,2	0,00141	0,814	1,103	28,4
4,6	7	10	4,4	4,6	0,2	4,5	ARGILLA	7,0	1,157	80,64	0,28	136,1	141,2	0,00142	0,851	1,157	28,2
4,8	7	10	4,6	4,8	0,2	4,7	ARGILLA	7,3	1,211	80,64	0,28	137,2	144,0	0,00139	0,888	1,211	28,8
5	18	21	4,8	5	0,2	4,9	LIMO	17,9	1,265	77,83	0,24	151,2	160,3	0,00125	0,925	1,265	32,1
5,2	27	24	5	5,2	0,2	5,1	LIMO	26,9	1,319	77,83	0,24	166,0	177,8	0,00112	0,962	1,319	35,6
5,4	40	36	5,2	5,4	0,2	5,3	LIMO	39,7	1,373	77,83	0,24	181,3	196,2	0,00102	0,999	1,373	39,2
5,6	69	69	5,4	5,6	0,2	5,5	SABBIA	69,3	1,427	53,64	0,33	204,8	223,9	0,00089	1,036	1,427	44,8
5,8	53	62	5,6	5,8	0,2	5,7	SABBIA	53,1	1,481	53,64	0,33	186,5	206,7	0,00097	1,073	1,481	41,1
6	20	15	5,8	6	0,2	5,9	ARGILLA	20,0	1,535	80,64	0,28	175,7	196,6	0,00102	1,11	1,535	39,1
6,2	33	31	6	6,2	0,2	6,1	LIMO	33,0	1,589	77,83	0,24	170,5	191,4	0,00105	1,147	1,589	38,3
6,4	19	15	6,2	6,4	0,2	6,3	ARGILLA	18,6	1,643	80,64	0,28	170,6	193,2	0,00104	1,184	1,643	38,6
6,6	16	14	6,4	6,6	0,2	6,5	ARGILLA	15,9	1,697	80,64	0,28	162,5	185,5	0,00108	1,221	1,697	37,1
6,8	12	11	6,6	6,8	0,2	6,7	ARGILLA	12,3	1,751	80,64	0,28	150,4	173,0	0,00116	1,258	1,751	34,6
7	19	19	6,8	7	0,2	6,9	ARGILLA	19,5	1,805	80,64	0,28	170,4	197,5	0,00101	1,295	1,805	39,5
7,2	10	10	7	7,2	0,2	7,1	ARGILLA	10,3	1,859	80,64	0,28	142,1	166,0	0,00121	1,332	1,859	33,2
7,4	10	12	7,2	7,4	0,2	7,3	ARGILLA	10,4	1,913	80,64	0,28	141,8	166,8	0,00120	1,369	1,913	33,4
7,6	7	11	7,4	7,6	0,2	7,5	ARGILLA	7,3	1,967	80,64	0,28	128,0	151,5	0,00132	1,406	1,967	30,3
7,8	8	12	7,6	7,8	0,2	7,7	ARGILLA	8,0	2,021	80,64	0,28	130,9	156,0	0,00128	1,443	2,021	31,2
8	9	10	7,8	8	0,2	7,9	ARGILLA	8,9	2,075	80,64	0,28	134,3	161,2	0,00124	1,48	2,075	32,2
8,2	8	10	8	8,2	0,2	8,1	ARGILLA	7,8	2,129	80,64	0,28	128,9	155,7	0,00128	1,517	2,129	31,1
8,4	11	13	8,2	8,4	0,2	8,3	ARGILLA	11,2	2,183	80,64	0,28	142,0	172,6	0,00116	1,554	2,183	34,5
8,6	10	7	8,4	8,6	0,2	8,5	ARGILLA	9,7	2,237	80,64	0,28	136,2	166,5	0,00120	1,591	2,237	33,3
8,8	10	7	8,6	8,8	0,2	8,7	ARGILLA	9,9	2,291	80,64	0,28	136,6	168,1	0,00119	1,628	2,291	33,6
9	11	7	8,8	9	0,2	8,9	ARGILLA	11,2	2,345	80,64	0,28	140,9	174,4	0,00115	1,665	2,345	34,9
9,2	10	6	9	9,2	0,2	9,1	ARGILLA	9,7	2,399	80,64	0,28	134,7	167,7	0,00119	1,702	2,399	33,5
9,4	9	9	9,2	9,4	0,2	9,3	ARGILLA	8,5	2,453	80,64	0,28	129,5	162,1	0,00123	1,739	2,453	32,4
9,6	9	11	9,4	9,6	0,2	9,5	ARGILLA	9,2	2,507	80,64	0,28	132,0	166,1	0,00120	1,776	2,507	33,2
9,8	11	12	9,6	9,8	0,2	9,7	ARGILLA	10,7	2,561	80,64	0,28	137,4	173,9	0,00115	1,813	2,561	34,8
10	12	10	9,8	10	0,2	9,9	ARGILLA	12,0	2,615	80,64	0,28	141,4	179,8	0,00111	1,85	2,615	36,0
10,2	13	10	10	10,2	0,2	10,1	ARGILLA	12,7	2,669	80,64	0,28	143,2	183,1	0,00109	1,887	2,669	36,6
10,4	12	9	10,2	10,4	0,2	10,3	ARGILLA	11,9	2,723	80,64	0,28	140,1	180,0	0,00111	1,924	2,723	36,0
10,6	11	9	10,4	10,6	0,2	10,5	ARGILLA	11,4	2,777	80,64	0,28	138,1	178,2	0,00112	1,961	2,777	35,6
10,8	10	7	10,6	10,8	0,2	10,7	ARGILLA	10,1	2,831	80,64	0,28	133,0	172,6	0,00116	1,998	2,831	34,5
11	11	7	10,8	11	0,2	10,9	ARGILLA	10,8	2,885	80,64	0,28	135,4	176,5	0,00113	2,035	2,885	35,3
11,2	11	7	11	11,2	0,2	11,1	ARGILLA	10,8	2,939	80,64	0,28	135,1	176,8	0,00113	2,072	2,939	35,4
11,4	11	8	11,2	11,4	0,2	11,3	ARGILLA	11,1	2,993	80,64	0,28	135,7	178,5	0,00112	2,109	2,993	35,7
11,6	10	7	11,4	11,6	0,2	11,5	ARGILLA	10,4	3,047	80,64	0,28	133,1	175,8	0,00114	2,146	3,047	35,2
11,8	10	8	11,6	11,8	0,2	11,7	ARGILLA	10,4	3,101	80,64	0,28	132,5	175,8	0,00114	2,183	3,101	35,2
12	12	9	11,8	12	0,2	11,9	ARGILLA	11,7	3,155	80,64	0,28	136,6	182,0	0,00110	2,22	3,155	36,4
12,2	11	9	12	12,2	0,2	12,1	ARGILLA	11,5	3,209	80,64	0,28	135,6	181,5	0,00110	2,257	3,209	36,3
12,4	11	9	12,2	12,4	0,2	12,3	ARGILLA	11,3	3,263	80,64	0,28	134,6	180,9	0,00111	2,294	3,263	36,2
12,6	10	9	12,4	12,6	0,2	12,5	ARGILLA	10,4	3,317	80,64	0,28	131,4	177,4	0,00113	2,331	3,317	35,5
12,8	14	10	12,6	12,8	0,2	12,7	ARGILLA	14,3	3,371	80,64	0,28	143,3	194,2	0,00103	2,368	3,371	38,8
13	11	8	12,8	13	0,2	12,9	ARGILLA	11,3	3,425	80,							

22,2	20	9	22	22,2	0,2	22,1	ARGILLA	19,6	5,909	80,64	0,28	144,6	225,4	0,00089	4,107	5,909	45,1
22,4	16	6	22,2	22,4	0,2	22,3	ARGILLA	16,5	5,963	80,64	0,28	137,6	215,0	0,00093	4,144	5,963	43,0
22,6	13	6	22,4	22,6	0,2	22,5	ARGILLA	13,3	6,017	80,64	0,28	129,4	202,7	0,00099	4,181	6,017	40,5
22,8	15	8	22,6	22,8	0,2	22,7	ARGILLA	14,6	6,071	80,64	0,28	132,6	208,2	0,00096	4,218	6,071	41,6
23	19	8	22,8	23	0,2	22,9	ARGILLA	18,7	6,125	80,64	0,28	142,1	223,6	0,00089	4,255	6,125	44,7
23,2	16	6	23	23,2	0,2	23,1	ARGILLA	15,8	6,179	80,64	0,28	135,3	213,4	0,00094	4,292	6,179	42,7
23,4	22	8	23,2	23,4	0,2	23,3	ARGILLA	22,0	6,233	80,64	0,28	148,3	234,3	0,00085	4,329	6,233	46,9
23,6	23	7	23,4	23,6	0,2	23,5	ARGILLA	22,6	6,287	80,64	0,28	149,2	236,3	0,00085	4,366	6,287	47,3
23,8	23	7	23,6	23,8	0,2	23,7	ARGILLA	23,5	6,341	80,64	0,28	150,7	239,1	0,00084	4,403	6,341	47,8
24	19	6	23,8	24	0,2	23,9	ARGILLA	18,6	6,395	80,64	0,28	141,0	224,2	0,00089	4,44	6,395	44,8
24,2	14	7	24	24,2	0,2	24,1	ARGILLA	14,1	6,449	80,64	0,28	130,3	207,7	0,00096	4,477	6,449	41,5
24,4	12	8	24,2	24,4	0,2	24,3	ARGILLA	11,9	6,503	80,64	0,28	124,1	198,2	0,00101	4,514	6,503	39,6
24,6	13	9	24,4	24,6	0,2	24,5	ARGILLA	12,7	6,557	80,64	0,28	126,4	202,2	0,00099	4,551	6,557	40,4
24,8	13	8	24,6	24,8	0,2	24,7	ARGILLA	13,2	6,611	80,64	0,28	127,6	204,6	0,00098	4,588	6,611	40,9
25	15	9	24,8	25	0,2	24,9	ARGILLA	14,5	6,665	80,64	0,28	130,8	210,2	0,00095	4,625	6,665	42,0
25,2	17	9	25	25,2	0,2	25,1	ARGILLA	16,6	6,719	80,64	0,28	135,7	218,4	0,00092	4,662	6,719	43,7
25,4	22	8	25,2	25,4	0,2	25,3	ARGILLA	21,9	6,773	80,64	0,28	146,5	236,3	0,00085	4,699	6,773	47,3
25,6	19	6	25,4	25,6	0,2	25,5	ARGILLA	19,2	6,827	80,64	0,28	140,9	227,7	0,00088	4,736	6,827	45,5
25,8	20	7	25,6	25,8	0,2	25,7	ARGILLA	19,8	6,881	80,64	0,28	142,1	230,1	0,00087	4,773	6,881	46,0
26	19	7	25,8	26	0,2	25,9	ARGILLA	18,8	6,935	80,64	0,28	139,8	226,8	0,00088	4,81	6,935	45,4
26,2	22	8	26	26,2	0,2	26,1	ARGILLA	21,7	6,989	80,64	0,28	145,5	236,5	0,00085	4,847	6,989	47,3
26,4	23	7	26,2	26,4	0,2	26,3	ARGILLA	22,8	7,043	80,64	0,28	147,2	239,8	0,00083	4,884	7,043	48,0
26,6	22	7	26,4	26,6	0,2	26,5	ARGILLA	21,9	7,097	80,64	0,28	145,5	237,5	0,00084	4,921	7,097	47,5
26,8	22	8	26,6	26,8	0,2	26,7	ARGILLA	21,7	7,151	80,64	0,28	144,9	236,9	0,00084	4,958	7,151	47,4
27	21	8	26,8	27	0,2	26,9	ARGILLA	20,8	7,205	80,64	0,28	143,0	234,3	0,00085	4,995	7,205	46,9
27,2	19	9	27	27,2	0,2	27,1	ARGILLA	19,5	7,259	80,64	0,28	140,3	230,3	0,00087	5,032	7,259	46,1
27,4	38	22	27,2	27,4	0,2	27,3	UIMO	37,8	7,313	77,83	0,24	146,6	241,1	0,00083	5,069	7,313	48,2
27,6	28	16	27,4	27,6	0,2	27,5	ARGILLA	28,3	7,367	80,64	0,28	155,4	256,0	0,00078	5,106	7,367	51,2
27,8	24	16	27,6	27,8	0,2	27,7	ARGILLA	24,0	7,421	80,64	0,28	148,2	244,7	0,00082	5,143	7,421	48,9
28	22	12	27,8	28	0,2	27,9	ARGILLA	21,7	7,475	80,64	0,28	144,0	238,1	0,00084	5,18	7,475	47,6
28,2	22	8	28	28,2	0,2	28,1	ARGILLA	21,7	7,529	80,64	0,28	144,0	238,5	0,00084	5,217	7,529	47,7
28,4	23	7	28,2	28,4	0,2	28,3	ARGILLA	22,8	7,583	80,64	0,28	145,7	241,8	0,00083	5,254	7,583	48,4
28,6	22	7	28,4	28,6	0,2	28,5	ARGILLA	21,9	7,637	80,64	0,28	144,0	239,4	0,00084	5,291	7,637	47,9
28,8	22	8	28,6	28,8	0,2	28,7	ARGILLA	21,7	7,691	80,64	0,28	143,4	238,8	0,00084	5,328	7,691	47,8
29	21	8	28,8	29	0,2	28,9	ARGILLA	20,8	7,745	80,64	0,28	141,5	236,1	0,00085	5,365	7,745	47,2
29,2	19	9	29	29,2	0,2	29,1	ARGILLA	19,5	7,799	80,64	0,28	138,9	232,1	0,00086	5,402	7,799	46,4
29,4	20	13	29,2	29,4	0,2	29,3	ARGILLA	20,0	7,853	80,64	0,28	139,8	234,0	0,00085	5,439	7,853	46,8
29,6	22	16	29,4	29,6	0,2	29,5	ARGILLA	22,0	7,907	80,64	0,28	143,5	240,6	0,00083	5,476	7,907	48,1
29,8	24	16	29,6	29,8	0,2	29,7	ARGILLA	24,0	7,961	80,64	0,28	146,8	246,5	0,00081	5,513	7,961	49,3
30	22	12	29,8	30	0,2	29,9	ARGILLA	21,7	8,015	80,64	0,28	142,6	240,0	0,00083	5,55	8,015	48,0



Il valore di V_{S30} calcolato risulta: $V_{S30} = 188 \text{ m/s}$ e quindi la Categoria di suolo è C.

Tale valore va assunto con uno scarto di $\pm 10\%$, come per tutti i metodi di acquisizione di tale parametro.

$V_{S30} = 188 \text{ m/s}$ Categoria di suolo C

Azioni sismiche da Spettro Semplificato "D.M. 17 gennaio 2018"

La classificazione sismica introdotta dall'OPCM 3519/2006, recepita dal D.M. 17/01/2018, prevede per questa zona del comune di Argenta una accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per $T=0$ e su suolo rigido ($V_{s30}>800\text{m/sec}$), appartenente all'intervallo 0,150 – 0,175, 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 3.2**, si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

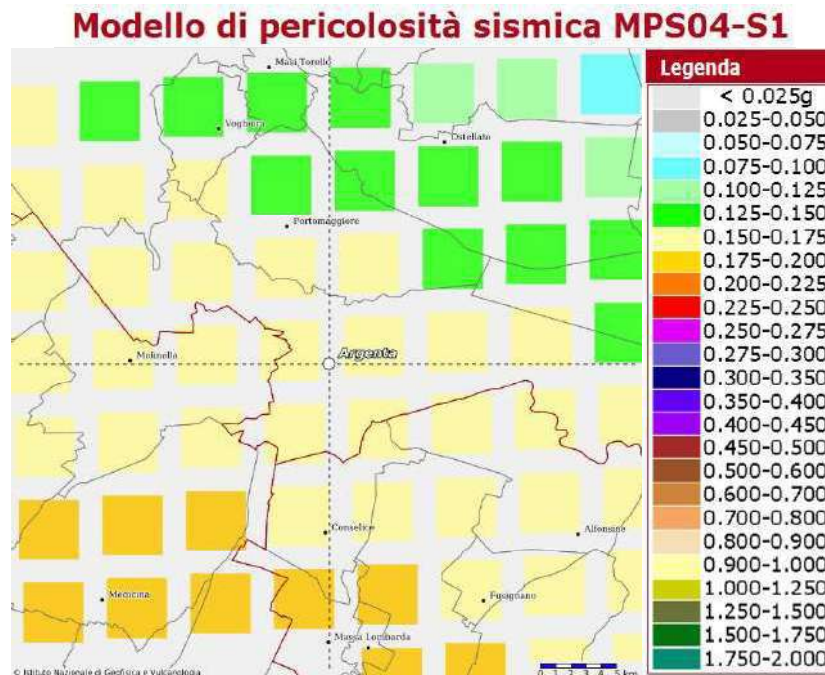


FIGURA 3.2– Carta pericolosità sismica, da progetto DCP – INGV – S1. fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it>

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 3.2** 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 3.2 - 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 3.3**).

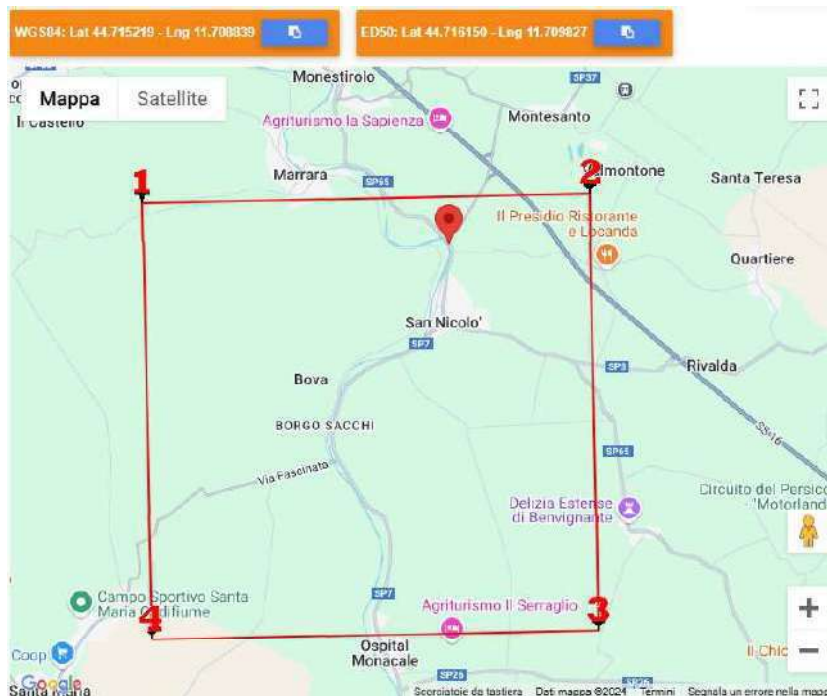


FIGURA 3.3– Vertici della griglia di riferimento.

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 (**C**) e la classe d’uso della costruzione (**I**) (Cap. 2.4.2 del D.M. 2018), su indicazioni dello studio di progettazione.

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,71615

longitudine: 11,709827

Classe: 1

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 15847	Lat: 44,7208	Lon: 11,6617	Distanza: 3842,120
Sito 2	ID: 15848	Lat: 44,7219	Lon: 11,7319	Distanza: 1859,748
Sito 3	ID: 16070	Lat: 44,6719	Lon: 11,7334	Distanza: 5260,061
Sito 4	ID: 16069	Lat: 44,6709	Lon: 11,6632	Distanza: 6242,951

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 35anni

Coefficiente c_u : 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,042	g
Fo:	2,511	
Tc*:	0,260	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	35	[anni]
ag:	0,046	g
Fo:	2,496	
Tc*:	0,263	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	332	[anni]
ag:	0,133	g
Fo:	2,585	
Tc*:	0,272	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	682	[anni]
ag:	0,179	g
Fo:	2,560	
Tc*:	0,276	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,640
St:	1,000
Kh:	0,013
Kv:	0,006
Amax:	0,620
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,630
St:	1,000
Kh:	0,014
Kv:	0,007
Amax:	0,671
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,490
Cc:	1,610
St:	1,000

Kh: 0,048
Kv: 0,024
Amax: 1,943 (Amax/g=0,198)
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,430
Cc: 1,610
St: 1,000
Kh: 0,061
Kv: 0,031
Amax: 2,509
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - 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 3.4** 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
COMACCHIO	44.69444	12.18290	7	5,2
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 3.4 - 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 3.5** 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.

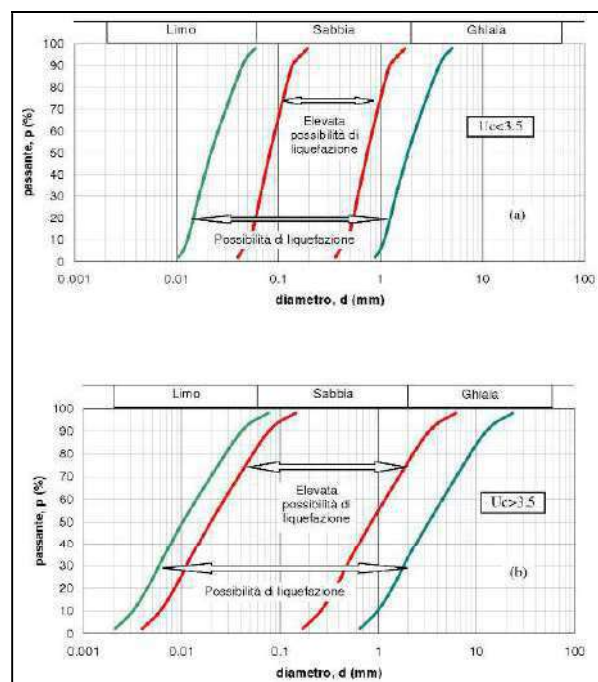


FIGURA 3.5 – Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

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 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 CPTU1 con *rif. U80-24*, spinta fino alla profondità di -28,00 m da p.c..

Per questo calcolo si è considerata una magnitudo di 6,14 e un'accelerazione di progetto di 0,20g.

Utilizzando i dati di input visualizzati in **FIGURA 3.6**, se ne deduce che nell'area di studio il fenomeno della liquefazione non è un effetto di sito atteso.

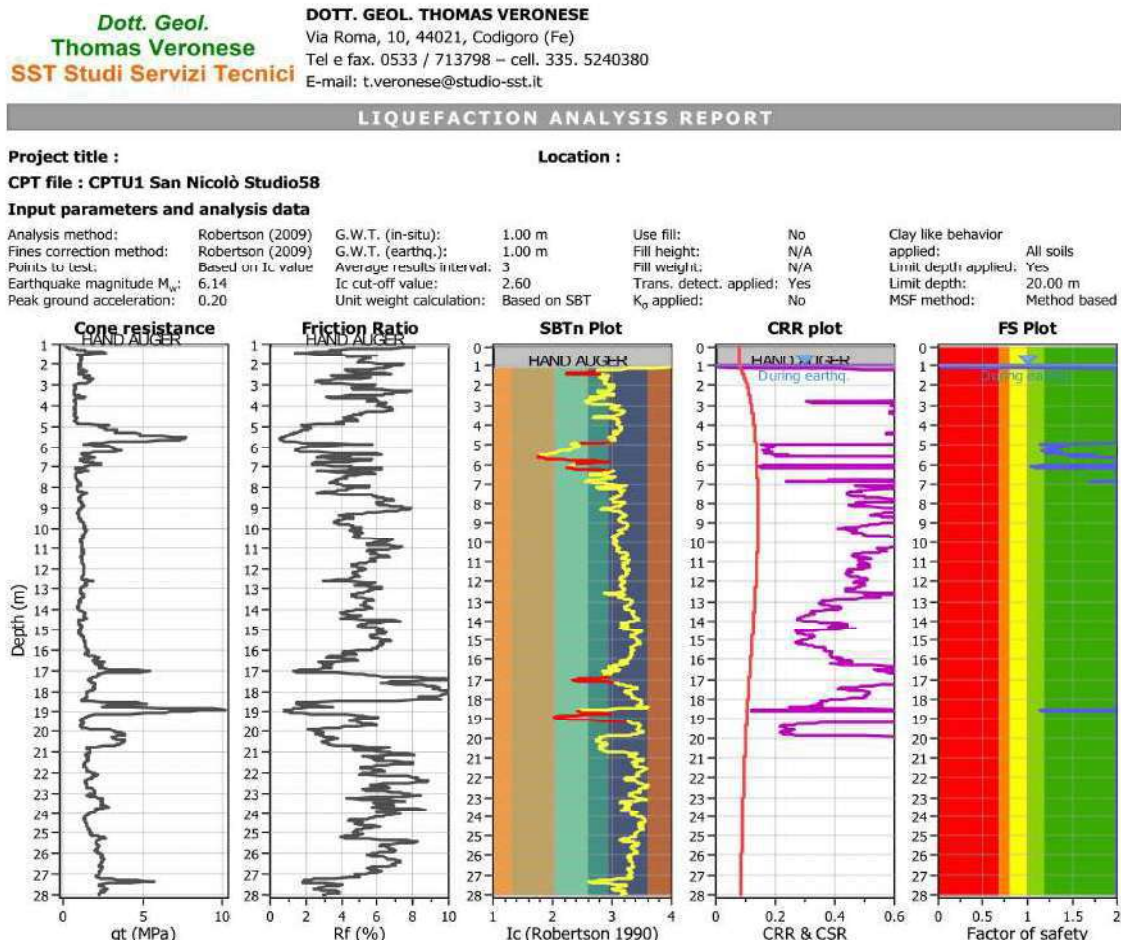


FIGURA 3.6: Dati input e metodi di calcolo adottati.

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, il valore del potenziale di liquefazione per tutti gli strati incoerenti, rilevati con le prove CPTU.

I terreni in esame risultano **non liquefacibili** se sollecitati da un sisma di magnitudo 6,14 e accelerazione P.G.A. di 0,20g (**Tabella 3.3 e 3.4**).

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}
CPTU1	0,00

Tabella 3.3 – Indice potenziale liquefazione CPTU

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low

LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low

LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high

LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

Overall liquefaction potential: 0.00

Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point

F_L : 1 - FS

w_z : Function value of the extend of soil liquefaction according to depth

d_r : Layer thickness (m)

LPI: Liquefaction potential index value for test point

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 sottili banchi sabbiosi rilevati con la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con *rif. U80-24*, spinta fino alla profondità di -28,00 m da p.c..

Dalle elaborazioni informatiche, si ricava che con una Magnitudo di 6,14 e accelerazione di 0,20g, solo alcuni dei livelli hanno il fattore di resistenza alla liquefazione inferiore a 1,00, determinando cedimenti post sismici nei terreni granulari trascurabili (**Tabella 3.4**).

Prova	Cedimenti postsismici (cm)
CPTU1	0,29

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 stata dunque presa in considerazione la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con rif. U80-24, spinta fino alla profondità di -28,00 m da p.c.. La prova è stata interrotta a questa profondità poiché il penetrometro ha disancorato, essendo ancorati nei terreni coesivi teneri golenali.

È stata inoltre presa in considerazione una prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU con rif. 204050U505, spinta fino alla profondità di -35,00 m da p.c., estrapolata dall'archivio della regione Emilia Romagna, eseguita per l'impianto del consorzio di bonifica, sull'altra sponda del Po di Primaro.

In **FIGURA 4.1** si riporta uno stralcio catastale della Provincia di Ferrara con l'ubicazione della prova penetrometrica statica CPTU1 rif. U80-24 e della prova CPTU con rif. 204050U505.

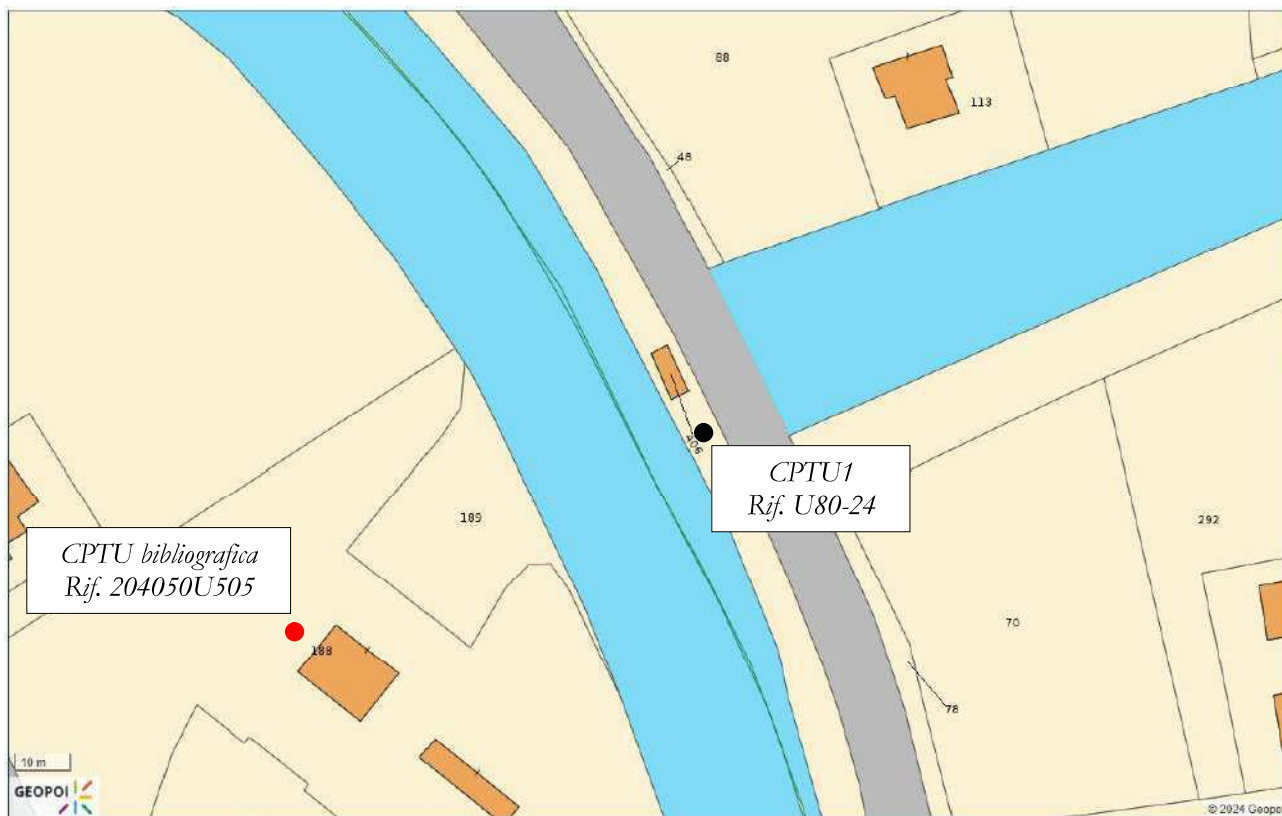


FIGURA 4.1 – Ubicazione prove realizzate in sito

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

In **FIGURA 4.2** viene riportata una tavola di progetto con il rilievo del corpo arginale e alcune sezioni dello stato di fatto.

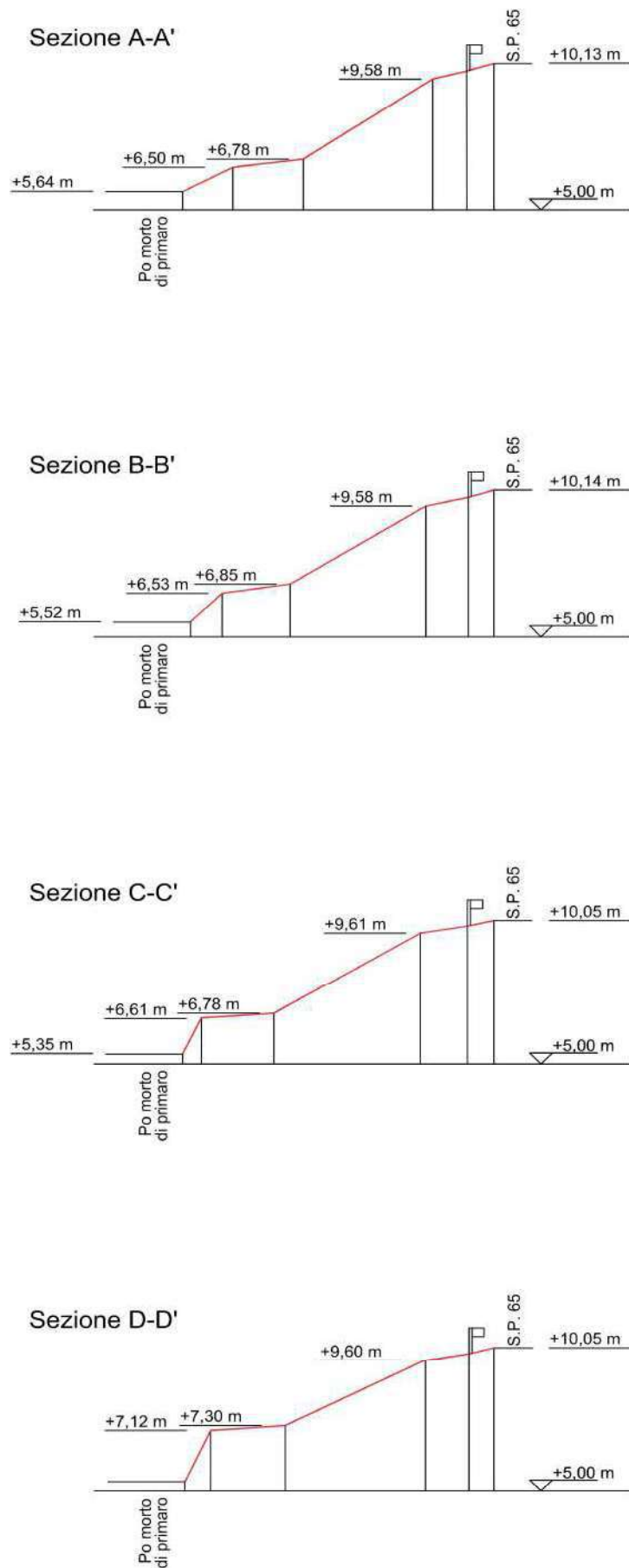


FIGURA 4.2 - Stralcio di progetto con planimetria del corpo arginale e sezioni.

4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

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

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 γ' (kN/m³), 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_o (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 ϕ' (°), i moduli di deformazione drenati E'_{25} (MPa) e del modulo di deformazione edometrico M_o (MPa).

Nella **Tabella 4.1** si riportano i parametri geotecnici medi per strati pseudomogenei rilevati con la prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU1:

Identificativo	U80-24
Emissione	dic-24
Pagina	1 di 0

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	STUDIO 58	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	Idrovaro, Via Nazionale, San Nicolò (FE)	-Data prova	28/11/2024
-Quota p.c.	5,84 m s.l.m.	-Prof. preforo	1,10 m
-Livello di falda	1,00 m da p.c.	-Prof. finale	28,00 m

							MATERIALI COESIVI							MATERIALI GRANULARI								
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₉	Eu50	CR	Dr	FI' _{DM}	FI' _{Bottom}	FI'Schm.				E'25	M ₀	
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)				MPa	MPa	
1,5	2,5	1,07	0,06	0,08	AI-La	18,00	61	19	8	4,12	10,31	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-		
2,5	3,0	1,43	0,06	0,04	L-Ls	20,00	-	-	-	-	-	-	<20	32	26	31	34	36	39	4,12	6,60	
3,0	4,9	0,75	0,04	0,08	A	17,50	40	6	7	3,33	11,84	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-		
4,9	5,7	4,45	0,05	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	45	35	31	34	37	39	42	11,32	18,11	
5,7	7,0	2,18	0,06	-0,02	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	26	32	29	31	34	37	40	7,09	11,35	
7,0	9,5	0,94	0,05	0,19	A	17,50	46	4	5	3,79	19,05	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-		
9,5	16,0	1,07	0,06	0,31	A	17,50	50	3	4	4,13	23,61	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-		
16,0	18,5	1,96	0,11	0,06	AI-La	18,00	89	4	6	5,67	37,37	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-		
18,5	19,1	5,53	0,08	-0,10	S	20,00	-	-	-	-	-	-	31	31	28	32	35	38	40	14,37	22,92	
19,1	19,9	1,34	0,06	-0,08	AI-La	18,00	65	2	10	4,73	34,61	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-		
19,9	20,7	3,41	0,10	-0,14	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	28	25	29	33	36	39	8,68	13,88	
20,7	25,0	1,63	0,11	0,11	AI-La	18,00	76	2	7	5,26	39,7	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-		
25,0	28,0	2,25	0,12	0,34	AI-La	18,00	97	3	6	6,37	47,49	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-		

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 e piezocono CPTU1 *rif.* U80-24. Tale quota è stata rilevata in data 28/11/2024 alla profondità di -1,00 m dal p.c., che rappresenta anche la quota dell'acqua del Po di Primaro.

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 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 09/12/2024

Dott. Geologo Thomas Veronese
Thomas Veronese

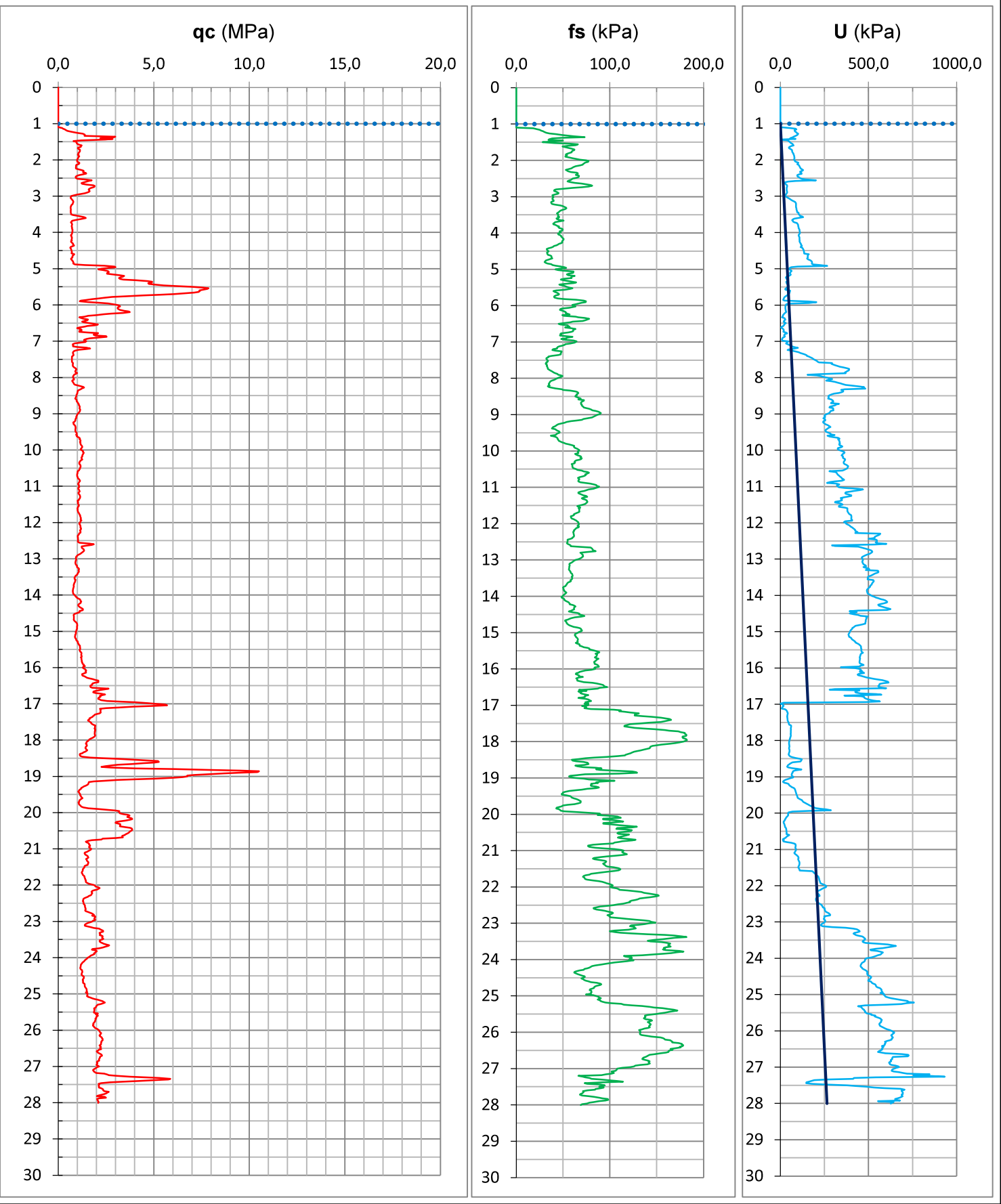
PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA																									RIF. PROVA:		CPTU n°:	
LETTURE DI CAMPAGNA																									U80-24		CPTU1	
COMMITTENTE: STUDIO 58										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 28,00																		
CANTIERE: Idrovoro, Via Nazionale, San Nicolò (FE)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,00																		
DATA: 28/11/2024										PREFORO (m da p.c.): 1,10																		
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. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °				
0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	1,04	54,15	75,05	2,22	3,62	1,28	43,76	79,93	2,32	5,42	4,75	45,95	38,42	2,31	7,22	1,41	38,51	50,63	2,24				
0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84	1,06	52,92	75,05	2,24	3,64	1,10	46,09	72,61	2,32	5,44	5,06	48,17	42,49	2,30	7,24	1,06	41,95	40,86	2,26				
0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,86	1,02	54,37	76,67	2,22	3,66	0,86	50,64	67,72	2,33	5,46	5,51	52,06	47,37	2,31	7,26	0,88	48,62	66,91	2,26				
0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	1,05	52,59	78,31	2,23	3,68	0,72	46,64	70,98	2,32	5,48	6,18	53,62	48,19	2,29	7,28	0,80	48,18	89,70	2,26				
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	1,10	52,47	79,12	2,23	3,70	0,70	41,64	73,42	2,32	5,50	6,94	56,61	43,30	2,30	7,30	0,78	47,73	104,35	2,26				
0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	1,07	56,80	79,93	2,23	3,72	0,66	40,87	80,75	2,32	5,52	7,57	60,05	37,61	2,31	7,32	0,76	47,51	115,75	2,24				
0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	1,05	59,91	80,75	2,22	3,74	0,69	39,53	93,77	2,31	5,54	7,86	57,39	31,09	2,31	7,34	0,78	47,51	127,96	2,26				
0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	1,04	63,47	80,75	2,22	3,76	0,71	39,64	97,84	2,31	5,56	7,80	51,83	27,83	2,31	7,36	0,78	45,07	138,54	2,24				
0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	1,01	68,24	78,31	2,22	3,78	0,72	41,97	100,28	2,31	5,58	7,56	42,83	30,28	2,30	7,38	0,80	37,96	149,12	2,24				
0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,99	74,68	79,93	2,23	3,80	0,71	43,75	101,09	2,31	5,60	7,39	39,82	56,33	2,29	7,40	0,77	34,29	150,75	2,26				
0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02	0,99	77,24	81,56	2,22	3,82	0,70	45,64	101,09	2,32	5,62	7,41	41,37	55,51	2,30	7,42	0,71	34,41	161,33	2,24				
0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04	0,99	76,79	84,81	2,22	3,84	0,70	45,08	102,73	2,31	5,64	7,35	43,26	53,89	2,29	7,44	0,72	32,41	171,10	2,26				
0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06	1,03	73,67	92,95	2,19	3,86	0,72	46,08	103,54	2,30	5,66	7,11	44,49	52,25	2,30	7,46	0,72	32,19	180,87	2,26				
0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	1,11	72,78	102,73	2,19	3,88	0,71	48,53	104,35	2,31	5,68	6,67	45,71	49,81	2,30	7,48	0,72	32,63	185,75	2,26				
0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	1,10	71,56	99,47	2,22	3,90	0,72	49,75	106,79	2,31	5,70	6,05	45,26	45,75	2,29	7,50	0,71	33,41	192,27	2,24				
0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	2,12	1,04	71,00	97,03	2,22	3,92	0,75	49,41	109,23	2,30	5,72	5,31	42,26	41,67	2,30	7,52	0,71	33,97	200,41	2,24				
0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	2,14	0,94	68,33	104,35	2,22	3,94	0,74	48,53	109,23	2,30	5,74	4,45	40,59	36,79	2,31	7,54	0,71	33,63	206,91	2,23				
0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	0,93	63,66	107,61	2,20	3,96	0,75	46,30	110,05	2,31	5,76	3,55	40,37	30,28	2,30	7,56	0,71	32,08	212,61	2,24				
0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	0,93	61,77	109,23	2,22	3,98	0,74	47,53	110,05	2,31	5,78	2,81	40,82	24,58	2,32	7,58	0,72	32,53	219,94	2,24				
0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,93	60,32	111,68	2,23	4,00	0,72	46,19	110,87	2,31	5,80	2,40	44,37	22,14	2,31	7,60	0,78	31,44	293,20	2,22				
0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,92	58,98	114,12	2,22	4,02	0,72	44,53	110,87	2,33	5,82	2,12	51,70	20,51	2,30	7,62	0,78	32,22	290,76	2,22				
0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24	0,93	56,31	116,56	2,22	4,04	0,71	44,97	109,23	2,32	5,84	1,79	63,92	18,07	2,30	7,64	0,77	33,11	300,53	2,22				
0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26	1,04	52,98	122,26	2,22	4,06	0,69	46,86	105,17	2,33	5,86	1,47	72,03	16,44	2,30	7,66	0,77	32,45	310,29	2,22				
0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2,28	1,22	54,31	130,40	2,20	4,08	0,66	48,08	103,54	2,33	5,88	1,19	74,37	23,77	2,30	7,68	0,77	33,11	326,57	2,22				
0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	1,33	55,31	125,51	2,22	4,10	0,69	47,97	105,17	2,33	5,90	1,12	74,25	159,71	2,29	7,70	0,79	33,45	337,97	2,22				
0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32	1,32	58,53	112,49	2,23	4,12	0,69	49,08	107,61	2,33	5,92	1,59	69,92	205,29	2,31	7,72	0,83	33,67	357,51	2,22				
0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	1,30	64,64	112,49	2,23	4,14	0,71	49,74	109,23	2,31	5,94	2,14	67,14	161,33	2,31	7,74	0,88	33,78	378,67	2,22				
0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	1,44	65,97	119,82	2,22	4,16	0,71	50,63	109,23	2,33	5,96	2,61	63,36	53,07	2,30	7,76	0,94	34,89	390,88	2,22				
0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	2,38	1,46	64,85	121,45	2,22	4,18	0,70	50,63	109,23	2,32	5,98	2,88	59,80	34,35	2,31	7,78	0,95	36,34	390,07	2,20				
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	1,27	63,52	105,17	2,23	4,20	0,69	49,96	109,23	2,34	6,00	3,08	60,80	31,09	2,30	7,80	0,92	37,67	387,63	2,22				
0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	1,10	66,74	96,21	2,24	4,22	0,71	49,30	110,05	2,32	6,02	3,20	63,36	30,28	2,30	7,82	0,90	38,79	380,30	2,22				
0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	0,99	67,07	96,21	2,23	4,24	0,67	49,08	109,23	2,32	6,04	3,23	60,02	29,47	2,27	7,84	0,89	40,23	372,16	2,20				
0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	2,46	0,92	66,62	98,65	2,23	4,26	0,67	49,18	110,05	2,34	6,06	3,15	56,69	29,47	2,28	7,86	0,92	41,90	365,65	2,20				
0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48	0,91	64,62	106,79	2,24	4,28	0,71	48,07	113,31	2,32	6,08	3,10	48,35	29,47	2,28	7,88	0,99	43,79	371,35	2,20				
0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,93	60,39	113,31	2,23	4,30	0,76	45,74	114,93	2,31	6,10	3,10	46,80	29,47	2,26	7,90	0,92	44,79	232,15	2,20				
0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	1,01	59,51	121,45	2,23	4,32	0,78	44,29	117,37	2,33	6,12	3,17	46,58	30,28	2,29	7,92	0,84	47,79	154,82	2,22				
0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54	1,38	58,39	142,61	2,22	4,34	0,77	43,07	118,19	2,31	6,14	3,23	49,69	30,28	2,29	7,94	0,80	49,34	208,55	2,20				
0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	2,56	1,75	55,94	202,85	2,26	4,36	0,82	40,51	122,26	2,32	6,16	3,43	51,58	31,91	2,29	7,96	0,78	47,79	232,97	2,20				
0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	1,60	54,83	86,45	2,26	4,38	0,75	39,29	121,45	2,31	6,18	3,68	53,02	33,53	2,28	7,98	0,77	45,68	245,17	2,19				
0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	1,49	57,36	44,11	2,31	4,40	0,65	37,62	115,75	2,33	6,20	3,74	52,68	32,72	2,29	8,00	0,77	43,79	261,45	2,19				
0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	2,62	1,32	62,58	23,77	2																			

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U80-24		CPTU1		
COMMITTENTE: STUDIO 58										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 28,00									
CANTIERE: Idrovaro, Via Nazionale, San Nicolò (FE)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,00									
DATA: 28/11/2024										PREFORO (m da p.c.): 1,10									
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	1,00	85,58	257,39	2,14	10,82	1,10	66,40	362,39	2,00	12,62	1,74	58,31	293,20	1,89	14,42	1,28	56,20	440,53	1,74
9,04	0,98	83,70	251,69	2,13	10,84	1,13	66,40	348,55	2,00	12,64	1,42	68,31	310,29	1,88	14,44	1,12	60,53	393,32	1,73
9,06	0,97	82,36	250,87	2,14	10,86	1,13	68,40	308,67	1,98	12,66	1,22	79,64	442,16	1,89	14,46	1,14	65,42	434,02	1,74
9,08	0,95	81,03	255,75	2,13	10,88	1,10	73,62	281,81	1,98	12,68	1,22	80,75	460,07	1,89	14,48	1,06	67,53	420,19	1,73
9,10	0,95	75,80	251,69	2,13	10,90	1,08	78,95	264,71	1,98	12,70	1,23	81,31	472,28	1,90	14,50	0,97	67,31	394,13	1,71
9,12	0,95	71,80	244,36	2,11	10,92	1,06	83,07	318,43	1,98	12,72	1,29	81,75	486,93	1,87	14,52	0,86	70,20	416,93	1,71
9,14	0,91	70,03	252,50	2,11	10,94	1,03	85,62	334,71	1,98	12,74	1,33	82,87	502,40	1,88	14,54	0,81	72,87	441,35	1,71
9,16	0,90	64,69	254,94	2,14	10,96	1,08	86,07	321,69	1,98	12,76	1,35	84,87	514,61	1,87	14,56	0,81	69,20	456,00	1,71
9,18	0,90	58,47	255,75	2,11	10,98	1,08	88,51	321,69	1,98	12,78	1,35	74,98	520,31	1,85	14,58	0,82	62,76	496,70	1,71
9,20	0,89	53,69	245,99	2,11	11,00	1,09	87,39	328,20	1,97	12,80	1,32	68,53	521,93	1,86	14,60	0,82	58,65	487,75	1,69
9,22	0,84	51,91	242,73	2,13	11,02	1,10	84,39	333,09	1,95	12,82	1,27	69,53	517,87	1,85	14,62	0,82	56,76	488,56	1,70
9,24	0,79	49,02	244,36	2,13	11,04	1,05	82,39	363,21	1,96	12,84	1,21	70,31	511,35	1,86	14,64	0,82	55,54	488,56	1,69
9,26	0,81	45,13	250,06	2,10	11,06	1,04	77,39	442,16	1,94	12,86	1,16	71,20	503,21	1,85	14,66	0,82	52,21	486,12	1,69
9,28	0,80	43,58	255,75	2,13	11,08	1,05	74,62	469,03	1,95	12,88	1,09	71,19	491,81	1,85	14,68	0,81	52,21	484,49	1,70
9,30	0,83	42,69	264,71	2,13	11,10	1,09	72,50	452,75	1,94	12,90	1,02	71,42	480,42	1,85	14,70	0,83	53,21	483,67	1,69
9,32	0,86	41,36	272,03	2,11	11,12	1,11	68,84	417,74	1,94	12,92	0,98	70,64	472,28	1,86	14,72	0,86	53,76	485,31	1,70
9,34	0,89	39,47	280,17	2,11	11,14	1,13	66,28	396,58	1,93	12,94	0,94	69,75	464,95	1,84	14,74	0,91	53,87	482,86	1,69
9,36	0,90	38,69	284,25	2,11	11,16	1,09	66,39	372,16	1,93	12,96	0,93	67,97	461,70	1,84	14,76	0,94	54,65	482,86	1,68
9,38	0,91	38,03	276,11	2,11	11,18	1,05	67,84	368,90	1,92	12,98	0,92	66,42	464,14	1,84	14,78	0,98	55,65	482,05	1,68
9,40	0,90	41,47	268,78	2,13	11,20	1,05	69,95	371,35	1,92	13,00	0,93	63,52	466,58	1,83	14,80	0,99	56,76	464,14	1,66
9,42	0,89	42,47	263,89	2,10	11,22	1,10	71,50	386,81	1,92	13,02	0,94	61,63	469,03	1,84	14,82	0,99	58,76	447,05	1,69
9,44	0,89	43,81	257,39	2,11	11,24	1,13	74,61	402,27	1,93	13,04	0,93	60,85	468,21	1,84	14,84	1,00	61,21	427,51	1,68
9,46	0,89	45,70	255,75	2,11	11,26	1,14	75,84	402,27	1,91	13,06	0,91	60,19	465,77	1,82	14,86	0,98	65,21	419,37	1,66
9,48	0,89	46,36	258,20	2,13	11,28	1,15	72,39	384,37	1,92	13,08	0,91	58,52	465,77	1,83	14,88	0,99	67,98	416,11	1,68
9,50	0,91	46,03	263,08	2,14	11,30	1,15	69,94	357,51	1,91	13,10	0,90	57,19	466,58	1,84	14,90	0,98	69,43	408,79	1,68
9,52	0,96	43,92	275,29	2,14	11,32	1,14	71,28	342,85	1,92	13,12	0,90	56,63	469,03	1,83	14,92	0,99	69,43	407,97	1,68
9,54	0,97	42,70	285,06	2,14	11,34	1,13	73,72	350,99	1,91	13,14	0,91	57,07	471,47	1,82	14,94	0,98	70,32	403,91	1,66
9,56	0,97	42,15	285,87	2,15	11,36	1,08	75,50	344,48	1,93	13,16	0,92	57,07	477,17	1,83	14,96	0,95	69,54	400,65	1,66
9,58	0,94	36,84	308,67	2,14	11,38	1,07	75,72	350,18	1,93	13,18	0,96	56,74	484,49	1,83	14,98	0,95	67,32	396,58	1,68
9,60	0,99	40,84	267,15	2,14	11,40	1,01	76,06	336,34	1,93	13,20	0,98	56,52	486,12	1,82	15,00	0,93	65,98	394,95	1,69
9,62	0,97	42,73	279,36	2,14	11,42	1,02	75,50	311,92	1,92	13,22	0,97	56,52	471,47	1,83	15,02	0,91	64,54	392,51	1,68
9,64	1,02	43,73	302,15	2,14	11,44	1,04	74,50	310,29	1,94	13,24	1,00	56,30	486,12	1,83	15,04	0,93	62,87	391,69	1,69
9,66	1,09	44,28	327,39	2,14	11,46	1,02	73,83	340,41	1,94	13,26	1,06	56,07	500,77	1,83	15,06	0,92	62,76	387,63	1,69
9,68	1,14	44,40	336,34	2,14	11,48	1,03	70,72	348,55	1,95	13,28	1,09	56,63	504,84	1,83	15,08	0,91	62,76	386,81	1,68
9,70	1,11	45,07	328,20	2,14	11,50	1,05	67,83	353,43	1,93	13,30	1,08	57,41	484,49	1,82	15,10	0,88	63,53	388,44	1,66
9,72	1,15	45,62	331,46	2,14	11,52	1,07	65,28	334,71	1,94	13,32	1,06	57,96	553,68	1,82	15,12	0,88	63,87	389,25	1,68
9,74	1,17	47,07	335,53	2,13	11,54	1,08	67,06	332,27	1,95	13,34	1,08	58,07	556,93	1,83	15,14	0,87	64,65	390,07	1,68
9,76	1,16	48,62	335,53	2,14	11,56	1,04	68,50	332,27	1,95	13,36	1,08	58,52	556,12	1,83	15,16	0,87	65,53	398,21	1,66
9,78	1,14	51,29	337,15	2,14	11,58	1,04	66,51	367,27	1,96	13,38	1,05	59,63	547,17	1,82	15,18	0,88	65,87	402,27	1,66
9,80	1,17	52,84	336,34	2,11	11,60	1,02	67,52	380,30	1,95	13,40	1,03	59,96	536,59	1,82	15,20	0,92	65,87	405,53	1,68
9,82	1,16	56,18	338,79	2,13	11,62	0,99	67,18	380,30	1,95	13,42	1,02	60,19	527,63	1,82	15,22	0,93	65,53	408,79	1,65
9,84	1,17	59,73	333,90	2,11	11,64	1,03	67,18	381,11	1,96	13,44	0,97	60,41	521,12	1,82	15,24	0,95	65,53	415,30	1,64
9,86	1,20	61,96	336,34	2,13	11,66	1,02	67,63	380,30	1,95	13,46	0,93	59,19	512,98	1,80	15,26	0,97	65,87	421,00	1,66
9,88	1,23	61,74	346,11	2,13	11,68	1,03	67,18	381,11	1,95	13,48	0,90	59,74	499,14	1,80	15,28	1,02	63,53	425,88	1,66
9,90	1,25	62,07	352,62	2,10	11,70	1,04	64,85	382,74	1,95	13,50	0,88	59,85	497,51	1,83	15,30	1,02	64,87	426,69	1,65
9,92	1,26	63,18	343,67	2,13	11,72	1,05	63,29	385,99	1,95	13,52	0,86	59,74	496,70	1,80	15,32	1,02	67,53	436,47	1,64
9,94	1,23	65,51	328,20	2,10	11,74	1,08	61,63	387,63	1,95	13,54	0,86	58,96	495,89	1,82	15,34	1,05			

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U80-24		CPTU1		
COMMITTENTE: STUDIO 58										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 28,00									
CANTIERE: Idrovaro, Via Nazionale, San Nicolò (FE)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,00									
DATA: 28/11/2024										PREFORO (m da p.c.): 1,10									
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	1,56	174,25	51,44	1,54	19,82	1,18	43,19	181,68	1,34	21,62	1,26	85,53	186,57	1,02	23,42	2,33	162,28	472,28	0,82
18,04	1,51	170,03	50,63	1,54	19,84	1,23	42,63	189,01	1,35	21,64	1,24	80,09	190,63	1,00	23,44	2,29	156,28	475,53	0,82
18,06	1,48	164,47	50,63	1,52	19,86	1,32	45,41	199,59	1,34	21,66	1,22	78,20	194,71	1,01	23,46	2,31	147,39	481,23	0,80
18,08	1,48	155,36	50,63	1,52	19,88	1,58	46,63	225,64	1,35	21,68	1,26	74,09	198,77	1,02	23,48	2,36	140,39	481,23	0,82
18,10	1,44	150,57	50,63	1,53	19,90	2,05	47,64	261,45	1,35	21,70	1,27	72,20	203,66	1,00	23,50	2,31	143,39	476,35	0,81
18,12	1,47	145,57	51,44	1,52	19,92	2,56	51,19	287,50	1,34	21,72	1,30	71,31	208,55	0,99	23,52	2,17	155,06	469,84	0,78
18,14	1,49	143,23	51,44	1,53	19,94	2,98	63,64	161,33	1,34	21,74	1,34	72,53	213,43	1,00	23,54	2,17	161,39	466,58	0,81
18,16	1,49	143,01	52,25	1,53	19,96	3,20	78,08	70,17	1,34	21,76	1,37	73,09	217,50	0,99	23,56	2,17	164,61	471,47	0,80
18,18	1,45	142,45	51,44	1,54	19,98	3,18	89,08	46,56	1,34	21,78	1,37	73,65	217,50	0,99	23,58	2,24	163,38	483,67	0,80
18,20	1,43	139,45	50,63	1,54	20,00	3,20	89,97	44,93	1,33	21,80	1,38	75,65	219,13	0,99	23,60	2,31	162,15	559,03	0,85
18,22	1,42	136,57	50,63	1,53	20,02	3,22	86,86	43,30	1,33	21,82	1,41	82,31	220,75	0,98	23,62	2,39	163,07	609,03	0,82
18,24	1,44	132,90	51,44	1,54	20,04	3,40	98,20	44,93	1,34	21,84	1,41	88,09	220,75	0,98	23,64	2,55	164,95	637,52	0,85
18,26	1,48	129,00	52,25	1,52	20,06	3,65	108,08	44,93	1,33	21,86	1,44	91,76	223,19	0,98	23,66	2,67	159,84	655,43	0,85
18,28	1,52	125,89	53,07	1,55	20,08	3,73	109,86	41,67	1,31	21,88	1,44	94,87	224,01	0,99	23,68	2,60	157,51	635,08	0,85
18,30	1,47	123,67	52,25	1,54	20,10	3,67	111,75	37,61	1,30	21,90	1,44	96,76	225,64	0,98	23,70	2,44	158,95	603,33	0,82
18,32	1,40	122,11	51,44	1,53	20,12	3,61	92,86	34,35	1,31	21,92	1,46	99,53	226,45	0,98	23,72	2,34	156,62	581,35	0,82
18,34	1,32	119,89	49,81	1,53	20,14	3,72	92,86	31,09	1,33	21,94	1,51	101,98	230,52	0,98	23,74	2,14	159,28	541,47	0,84
18,36	1,26	116,89	49,00	1,54	20,16	3,86	102,53	29,47	1,33	21,96	1,60	103,20	240,29	0,98	23,76	1,80	174,61	510,54	0,82
18,38	1,14	116,11	47,37	1,52	20,18	3,87	110,08	27,02	1,33	21,98	1,74	102,31	251,69	0,98	23,78	1,76	178,72	513,79	0,84
18,40	1,13	108,89	49,00	1,52	20,20	3,74	114,20	25,39	1,30	22,00	1,87	100,99	259,01	0,96	23,80	1,98	171,84	549,61	0,85
18,42	1,14	96,45	52,25	1,52	20,22	3,50	107,20	22,14	1,31	22,02	1,93	102,53	261,45	0,95	23,82	2,02	165,39	571,59	0,82
18,44	1,17	83,56	57,95	1,50	20,24	3,23	93,08	19,69	1,31	22,04	1,97	107,20	259,01	0,95	23,84	1,98	156,94	582,17	0,84
18,46	1,25	74,01	67,72	1,50	20,26	3,03	93,08	18,88	1,30	22,06	2,09	109,64	248,43	0,98	23,86	1,92	147,06	575,66	0,84
18,48	1,67	66,67	87,26	1,52	20,28	3,00	101,64	20,51	1,30	22,08	2,17	110,20	240,29	0,98	23,88	1,87	134,50	572,40	0,82
18,50	2,36	59,45	107,61	1,52	20,30	3,10	110,19	22,95	1,30	22,10	2,11	118,87	231,33	0,98	23,90	1,89	114,94	567,52	0,84
18,52	3,20	60,34	122,26	1,51	20,32	3,25	118,85	24,58	1,31	22,12	2,03	127,75	225,64	0,98	23,92	1,81	116,72	552,87	0,82
18,54	4,00	64,12	119,82	1,50	20,34	3,25	128,97	25,39	1,31	22,14	1,87	133,86	216,69	0,99	23,94	1,72	123,38	539,84	0,82
18,56	4,60	72,01	117,38	1,50	20,36	3,23	123,52	26,21	1,31	22,16	1,79	136,42	209,36	0,99	23,96	1,67	123,60	529,26	0,82
18,58	5,22	76,29	114,94	1,51	20,38	3,22	107,74	27,02	1,30	22,18	1,73	141,42	206,91	0,99	23,98	1,61	121,27	517,05	0,80
18,60	5,27	76,74	70,17	1,52	20,40	3,52	106,85	30,28	1,30	22,20	1,76	145,53	209,36	0,99	24,00	1,55	120,60	486,12	0,82
18,62	5,03	77,18	62,03	1,52	20,42	3,76	118,63	32,72	1,30	22,22	1,78	151,08	214,24	0,99	24,02	1,52	125,49	484,49	0,80
18,64	4,43	72,63	53,89	1,50	20,44	3,84	123,51	33,53	1,29	22,24	1,75	152,30	218,31	0,98	24,04	1,46	118,60	480,42	0,81
18,66	3,81	63,18	49,81	1,50	20,46	3,87	122,18	34,35	1,27	22,26	1,74	149,74	222,38	0,98	24,06	1,42	112,38	480,42	0,78
18,68	3,13	65,30	43,30	1,50	20,48	3,87	116,18	35,16	1,29	22,28	1,71	143,41	223,19	0,98	24,08	1,39	105,15	478,79	0,80
18,70	2,81	71,19	41,67	1,50	20,50	3,81	109,29	35,16	1,30	22,30	1,59	137,52	214,24	0,98	24,10	1,36	98,93	473,09	0,78
18,72	2,45	85,07	39,23	1,50	20,52	3,75	108,07	35,16	1,29	22,32	1,56	131,96	209,36	0,96	24,12	1,30	94,71	464,95	0,78
18,74	2,26	91,08	44,11	1,51	20,54	3,72	109,39	35,97	1,27	22,34	1,46	129,74	204,47	0,96	24,14	1,26	90,49	461,70	0,78
18,76	2,76	116,89	49,00	1,52	20,56	3,67	120,62	35,16	1,30	22,36	1,36	127,07	202,85	0,94	24,16	1,24	84,15	459,25	0,78
18,78	4,05	89,19	97,84	1,51	20,58	3,60	117,61	35,16	1,27	22,38	1,32	123,06	202,03	0,94	24,18	1,21	81,04	456,81	0,78
18,80	6,10	102,85	120,63	1,52	20,60	3,53	114,61	51,44	1,27	22,40	1,31	120,95	202,85	0,94	24,20	1,19	79,82	455,19	0,77
18,82	7,92	124,07	85,63	1,51	20,62	3,46	111,61	45,75	1,26	22,42	1,31	121,61	204,47	0,94	24,22	1,19	78,16	456,00	0,78
18,84	9,54	127,74	75,05	1,52	20,64	3,35	108,61	38,42	1,26	22,44	1,29	118,28	206,91	0,94	24,24	1,17	76,16	458,44	0,77
18,86	10,51	129,19	70,98	1,52	20,66	3,36	111,18	34,35	1,29	22,46	1,32	114,39	211,80	0,94	24,26	1,17	72,82	462,51	0,78
18,88	10,42	109,63	70,98	1,52	20,68	3,39	121,29	30,28	1,26	22,48	1,32	108,83	216,69	0,94	24,28	1,14	72,04	464,95	0,78
18,90	9,43	73,63	67,72	1,52	20,70	3,03	127,40	22,95	1,27	22,50	1,33	103,50	224,83	0,92	24,30	1,15	67,60	471,47	0,77
18,92	8,64	65,19	66,09	1,52	20,72	2,32	123,95	14,81	1,26	22,52	1,33	97,05	230,52	0,92	24,32	1,19	63,93	478,79	0,76
18,94	7,84	57,74	64,47	1,52	20,74	2,26	113,18	20,51	1,26	22,54	1,37	89							

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA	RIF. PROVA:	CPTU n°:
	U80-24	CPTU1

COMMITTENTE: STUDIO 58	PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 28,00
CANTIERE: Idrovaro, Via Nazionale, San Nicolò (FE)	PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,00
DATA: 28/11/2024	PREFORO (m da p.c.): 1,10

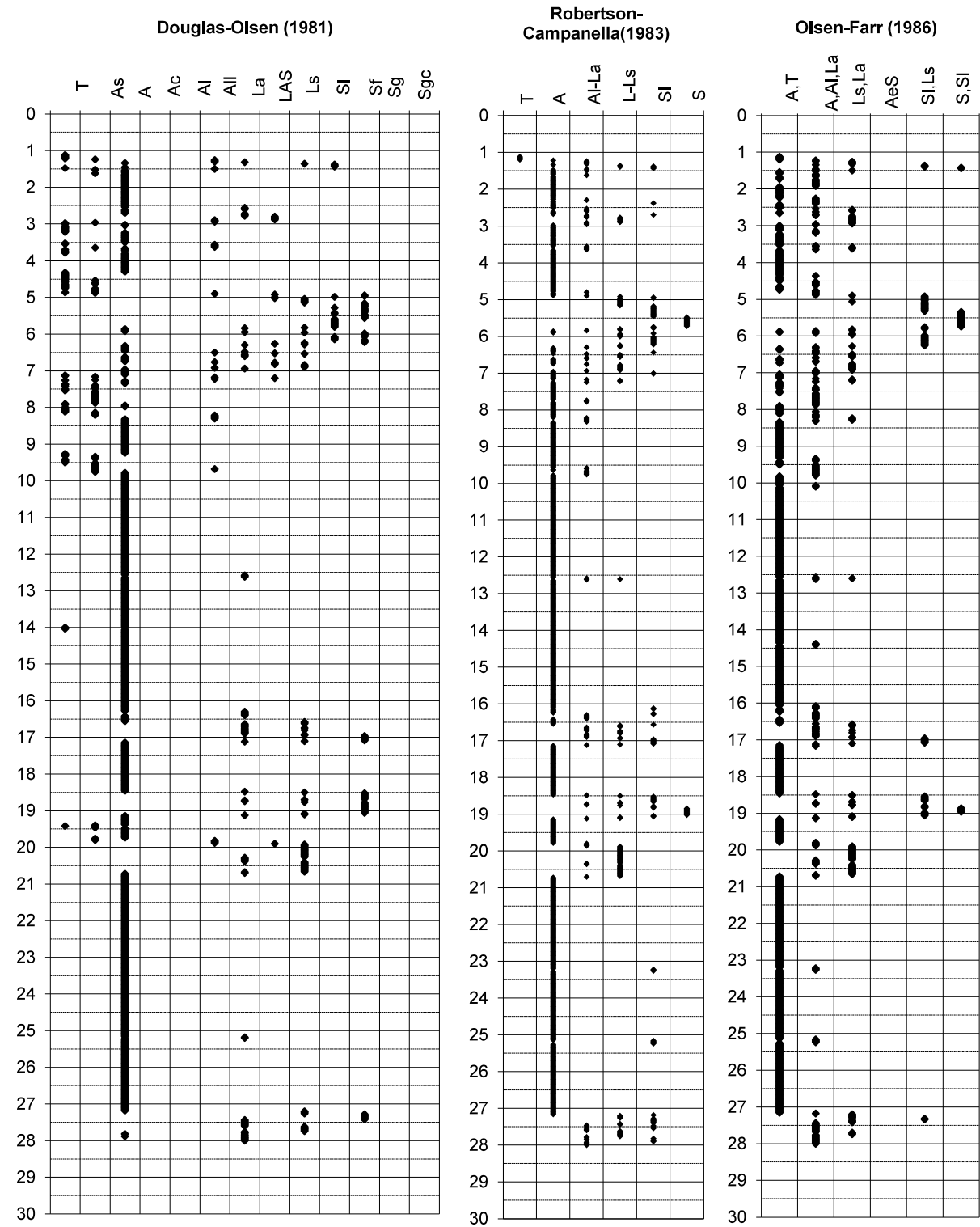


Identificativo	U80-24
Emissione	dic-24
Pagina	1 di

PROVA PENETROMETRICA STATICA

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente	STUDIO 58	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	Idrovaro, Via Nazionale, San Nicolò (FE)	-Data prova	28/11/2024
-Quota p.c.	5,84 m s.l.m.	-Prof. preforo	1,10 m
-Livello di falda	1,00 m da p.c.	-Prof. finale	28,00 m
-Attrezzatura	Punta elettrica con piezocono		



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U80-24
Emissione	dic-24
Pagina	1 di 0

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	STUDIO 58	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	Idrovaro, Via Nazionale, San Nicolò (FE)	-Data prova	28/11/2024
-Quota p.c.	5,84 m s.l.m.	-Prof. preforo	1,10 m
-Livello di falda	1,00 m da p.c.	-Prof. finale	28,00 m

							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI								
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₀	Eu50	CR	Dr	FI' _{DM}	FI' _{Bottom}	FI'Schm.				E'25	M ₀
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)				MPa	MPa
1,5	2,5	1,07	0,06	0,08	Al-La	18,00	61	19	8	4,12	10,31	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,5	3,0	1,43	0,06	0,04	L-Ls	20,00	-	-	-	-	-	-	<20	32	26	31	34	36	39	4,12	6,60
3,0	4,9	0,75	0,04	0,08	A	17,50	40	6	7	3,33	11,84	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	
4,9	5,7	4,45	0,05	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	45	35	31	34	37	39	42	11,32	18,11
5,7	7,0	2,18	0,06	-0,02	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	26	32	29	31	34	37	40	7,09	11,35
7,0	9,5	0,94	0,05	0,19	A	17,50	46	4	5	3,79	19,05	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	
9,5	16,0	1,07	0,06	0,31	A	17,50	50	3	4	4,13	23,61	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	
16,0	18,5	1,96	0,11	0,06	Al-La	18,00	89	4	6	5,67	37,37	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	
18,5	19,1	5,53	0,08	-0,10	S	20,00	-	-	-	-	-	-	31	31	28	32	35	38	40	14,37	22,92
19,1	19,9	1,34	0,06	-0,08	Al-La	18,00	65	2	10	4,73	34,61	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	
19,9	20,7	3,41	0,10	-0,14	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	28	25	29	33	36	39	8,68	13,88
20,7	25,0	1,63	0,11	0,11	Al-La	18,00	76	2	7	5,26	39,7	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	
25,0	28,0	2,25	0,12	0,34	Al-La	18,00	97	3	6	6,37	47,49	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	