


			<i>Delaiti</i>	<i>Aldini</i>	
A	5/7/2018	Veronese	Delaiti	Aldini	Emissione per approvazione
REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
INGEGNERIA & COSTRUZIONI   <b>BRULLI</b> since 1956					IMPIANTO  SE CARPANI E RACCORDI RTN
					TITOLO  RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
SCALA	FORMATO	FOGLIO / DI		N. DOCUMENTO	
-	A4	-		H 2 0 7 8 A	



**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: thomas.veronese@tin.it

**MODELLAZIONE GEOLOGICA, SISMICA e GEOTECNICA SULLE INDAGINI  
RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**

**COMUNE DI CODIGORO  
PROVINCIA DI FERRARA**

Studio preliminare dei terreni per il progetto di connessione definitiva della Cabina Utente AT/MT denominata Pomposa alla RTN, in Loc. Pomposa di Codigoro (Fe).



Committente: BRULLI Service s.r.l. - Unipersonale  
Sede in: via Meuccio Ruini n. 2  
42124 Reggio Emilia RE  
C.F./P.IVA. 02627590355

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.

05 luglio 2018

Timbro

*Thomas Veronese*

## INDICE:

REPORT FOTOGRAFICO.....	2
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 .....	6
2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....	11
2.4. RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA .....	12
2.4.1. PERICOLOSITA' IDRAULICA.....	14
2.4.2. RETICOLO PRINCIPALE DI PIANURA .....	15
2.4.3. RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA .....	17
2.4.4. AREE COSTIERE MARINE .....	18
3. MODELLAZIONE SISMICA .....	19
3.1. DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA .....	19
<i>Categoria di suolo di fondazione.....</i>	19
<i>Azioni sismiche secondo "D.M. 17 gennaio 2018" .....</i>	24
<i>Magnitudo di progetto.....</i>	29
3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE.....	29
3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI NEI TERRENI GRANULARI .....	34
4. MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	34
4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO .....	35

## REPORT FOTOGRAFICO



CPTU1



CPTU2



CPTU3

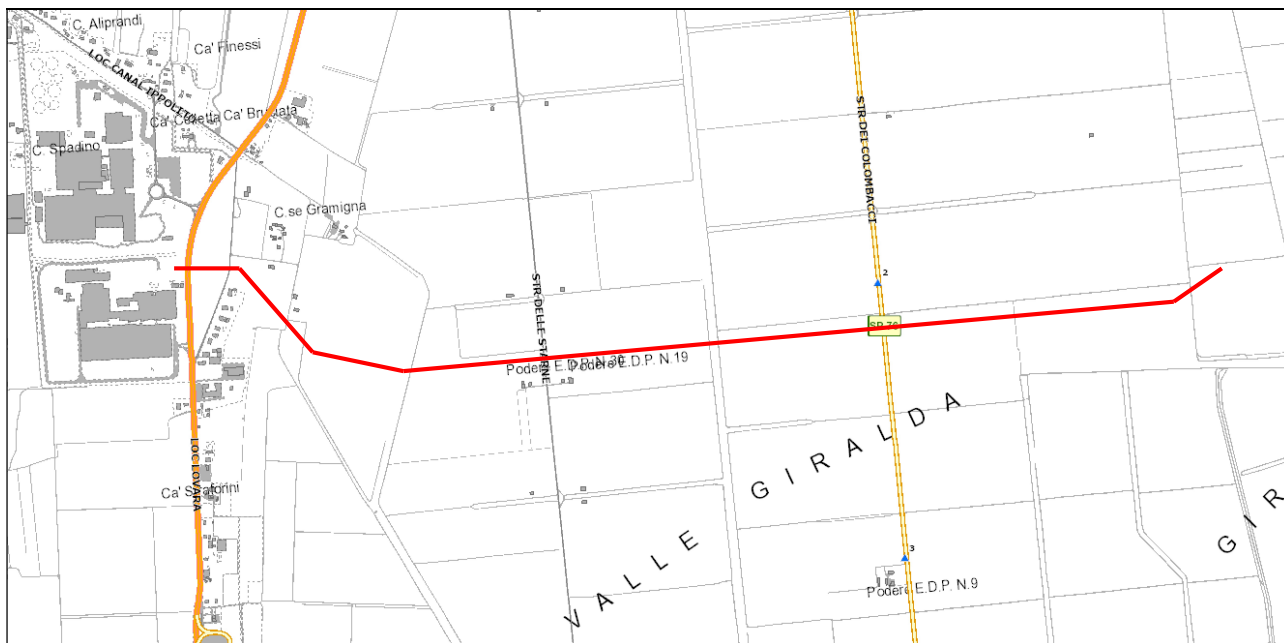


CPTU4

## 1. PREMESSA

Su incarico della ditta Brulli Service s.r.l. Unipersonale, con sede in via Meuccio Ruini n. 2 a Reggio Emilia (RE), si redige lo studio per ricostruire la relazione di modellazione geologica e geotecnica sulle indagini per lo studio preliminare dei terreni per il progetto di “connessione definitiva della Cabina Utente AT/MT denominata Pomposa alla RTN” in Loc. Pomposa di Codigoro (Fe).

L’ubicazione dell’area di intervento è riportata in **FIGURA 1.1**.



**FIGURA 1.1** – Ubicazione dell’area allo studio a Pomposa (Fe)

## Normativa e Raccomandazioni di riferimento

- Decreto del Ministro delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, suppl. ord. n. 30, che entrano in vigore il 6 marzo 2008.
- Circolare Applicativa n° 617 del 02/02/2009 alle NTC/2008.
- Delibera Assemblea Legislativa n°112/2007 della Regione Emilia Romagna "Atto di Indirizzo e coordinamento tecnico" per gli studi di microzonizzazione sismica.
- Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015 "Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia - Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'assemblea legislativa 2 Maggio 2007, N. 112.
- 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 Cotignola, Bagnacavallo, Ravenna, Comacchio, Codigoro, Mesola, Chioggia 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.

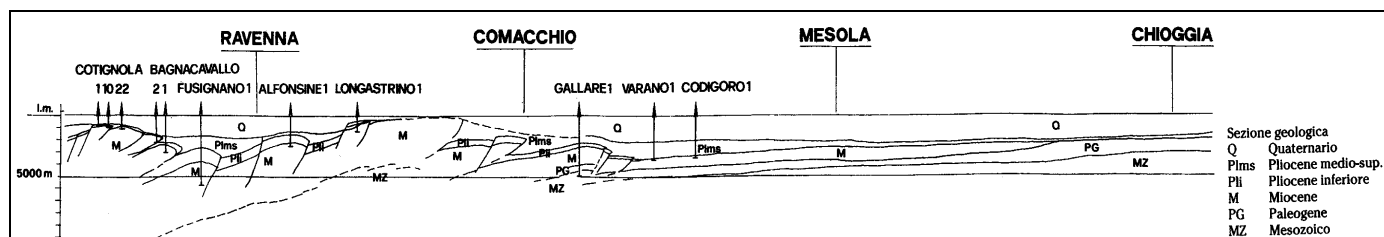


FIGURA 2.1 - Sezione geologica della bassa pianura padana.

Nella FIGURA 2.2 si riporta uno stralcio della 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 Codigoro è stato inserito nella OPCM 3274/2003.

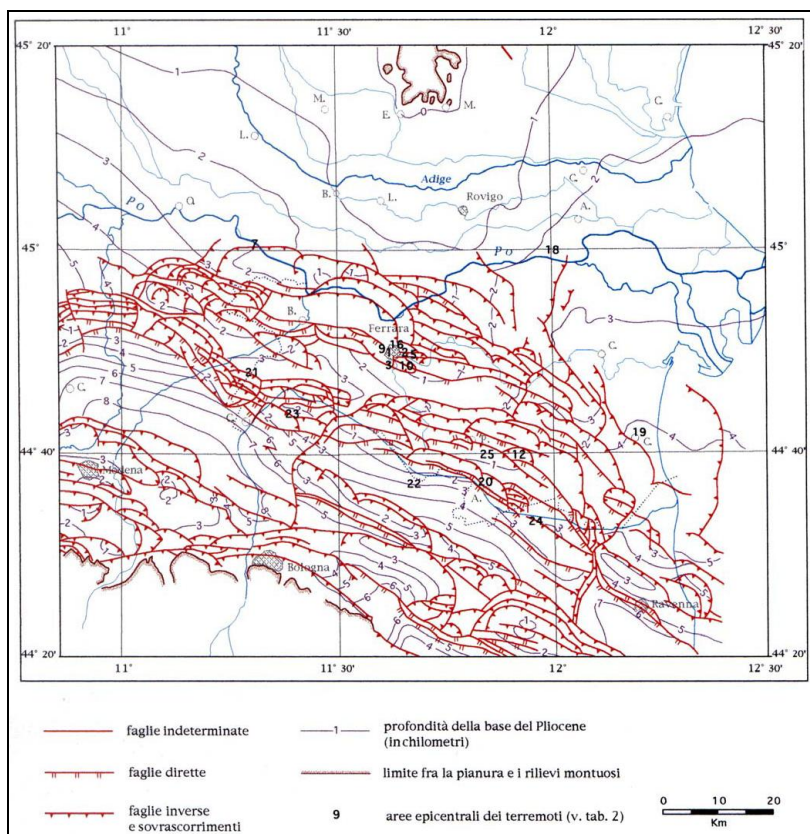


FIGURA 2.2 – Carta strutturale della Pianura Padana (Pieri e Groppi, 1992)

Si fa inoltre presente che tutto il territorio comunale di Codigoro ricade all'esterno della zona sismogenetica 912 (FIGURA 2.3), infatti si può affermare che l'area in esame è fuori dalla Dorsale Ferrarese, e dunque non è sede epicentrale di eventi sismici.

Di conseguenza in questa zona è previsto che si verifichino sismi con energie piuttosto limitate, di Magnitudo non superiori a 5,00.

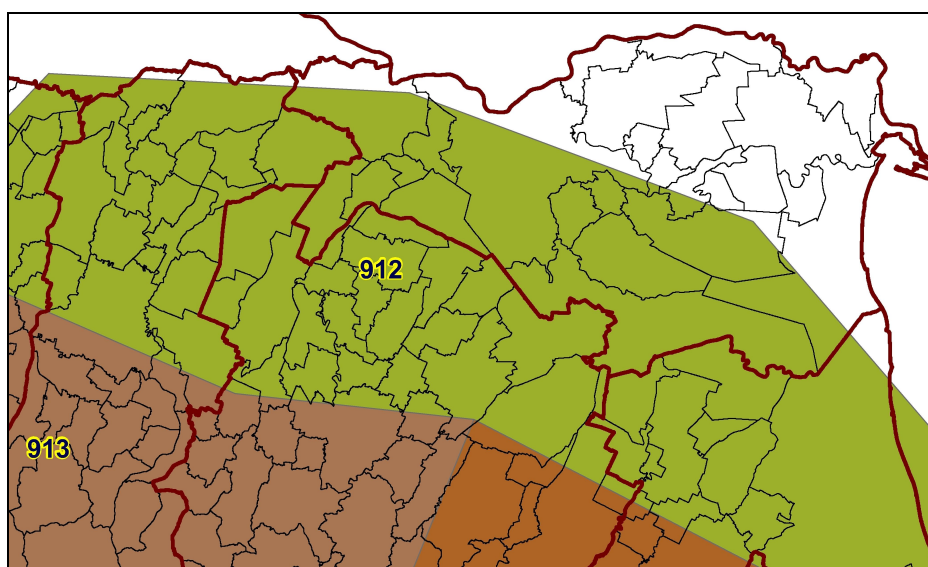


FIGURA 2.3 - Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

## 2.2. CARATTERI STRATIGRAFICI E LITOLOGICI

L'area in esame ricade su un dosso sabbioso costituito da cordoni di dune subparalleli, caratterizzati da sedimenti sabbiosi prevalenti, localmente alternati a limi sabbiosi organizzati in decimetrici corpi nastriformi.

In profondità generalmente in questi ambienti si trovano argille di prodelta caratterizzate da basse energie idrodinamiche di deposizione alternate a possibili lenti limose e sabbiose aventi proprietà deposizionali di più alta energia idrodinamica.

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 n. 4 prove penetrometriche statiche a punta elettrica con piezocono CPTU con *rif. U33-18*, spinte tutte fino alla profondità di -15,00 m da p.c., ad eccezione della prova CPTU1 che si è fermata alla profondità di -10,80 m da p.c. a causa di un trovante che ha fatto impennare i valori.

In FIGURA 2.4 si riporta una immagine satellitare con l'ubicazione delle 4 prove CPTU eseguite in sito lungo la linea elettrica di progetto.



FIGURA 2.4 – Immagine satellitare con ubicazione prove

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU1 con *rif. U33-18* rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	( - )	( - )
<b>0,0</b>	<b>1,9</b>	4,46	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>1,9</b>	<b>3,9</b>	3,23	<b>SI</b>	poco addensata
<b>3,9</b>	<b>6,1</b>	6,81	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>6,1</b>	<b>10,6</b>	4,71	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>10,6</b>	<b>10,8</b>	17,99	<b>Tronco</b>	Tronco di legno



Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU2 con *rif. U33-18* rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	( - )	( - )
<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	1,17	<b>L-Ls</b>	sciolta
<b>0,7</b>	<b>5,5</b>	2,88	<b>SI</b>	poco addensata
<b>5,5</b>	<b>5,8</b>	0,69	<b>Al-La</b>	moderatamente consistente
<b>5,8</b>	<b>8,5</b>	5,83	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>8,5</b>	<b>9,7</b>	1,96	<b>L-Ls</b>	poco addensata
<b>9,7</b>	<b>10,2</b>	0,46	<b>A</b>	moderatamente consistente
<b>10,2</b>	<b>14,1</b>	3,29	<b>SI</b>	poco addensata
<b>14,1</b>	<b>15,0</b>	0,94	<b>Al-La</b>	moderatamente consistente

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU3 con *rif. U33-18* rileva:

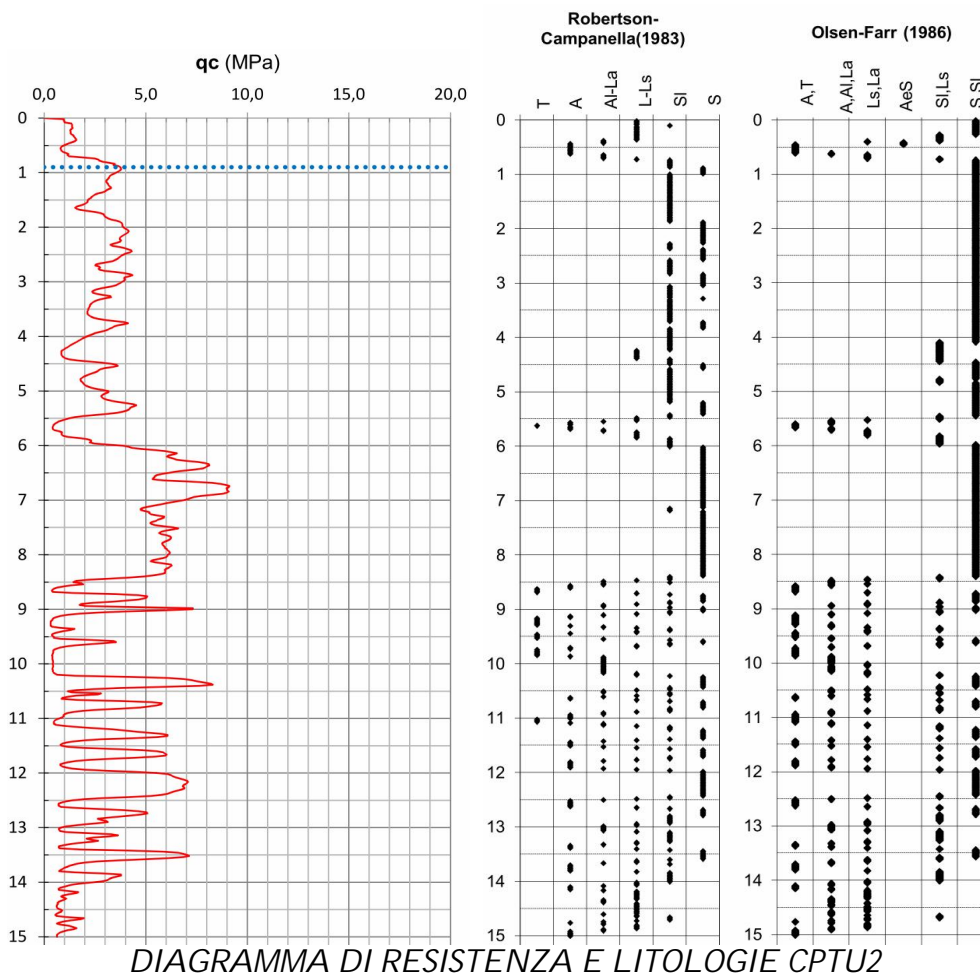
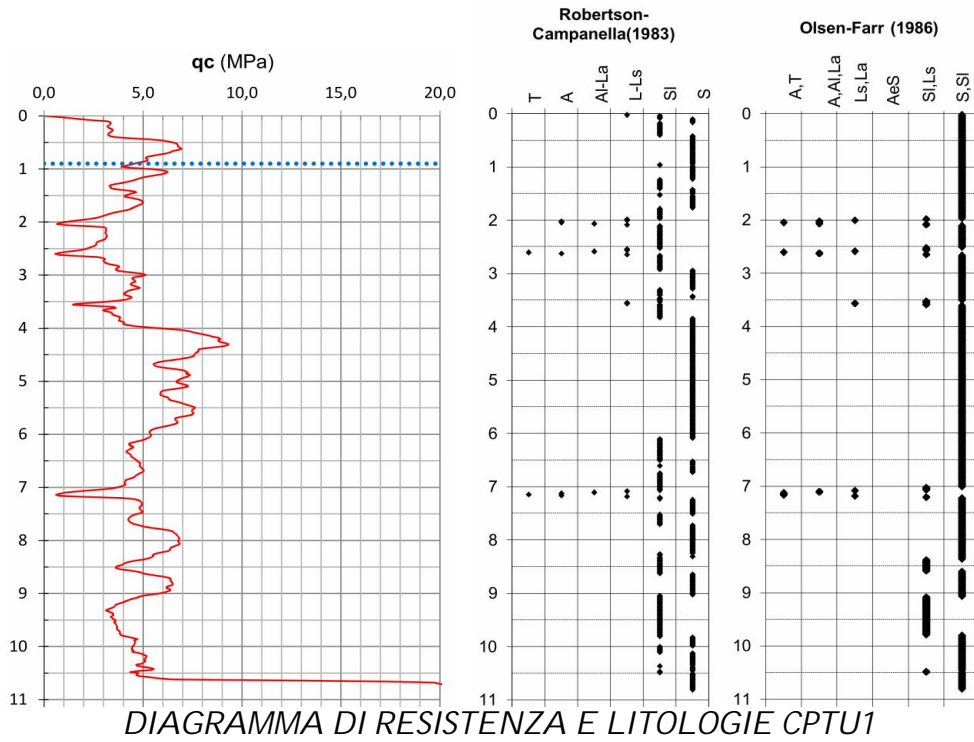
DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	( - )	( - )
<b>0,0</b>	<b>1,4</b>	5,49	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>1,4</b>	<b>3,0</b>	2,09	<b>SI</b>	poco addensata
<b>3,0</b>	<b>8,5</b>	6,26	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>8,5</b>	<b>10,0</b>	3,87	<b>SI</b>	poco addensata
<b>10,0</b>	<b>11,9</b>	1,19	<b>L-Ls</b>	consistente
<b>11,9</b>	<b>15,0</b>	2,84	<b>SI</b>	poco addensata

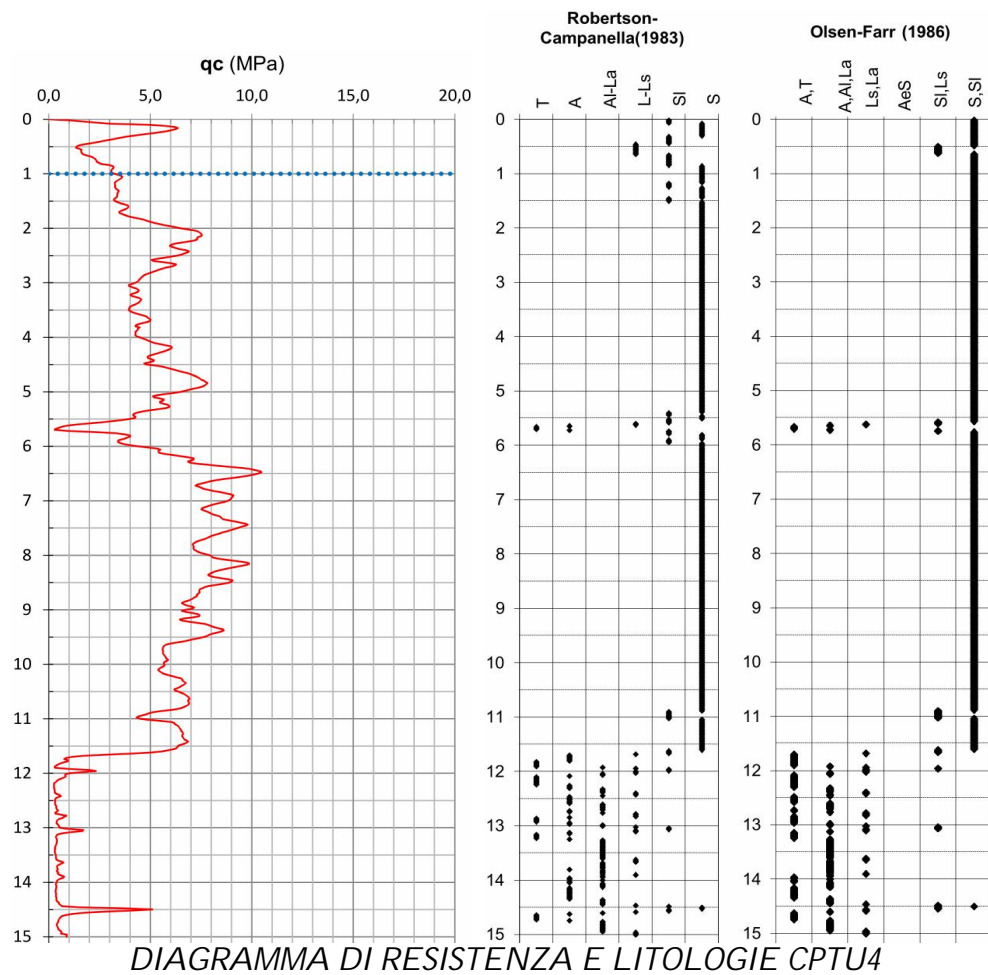
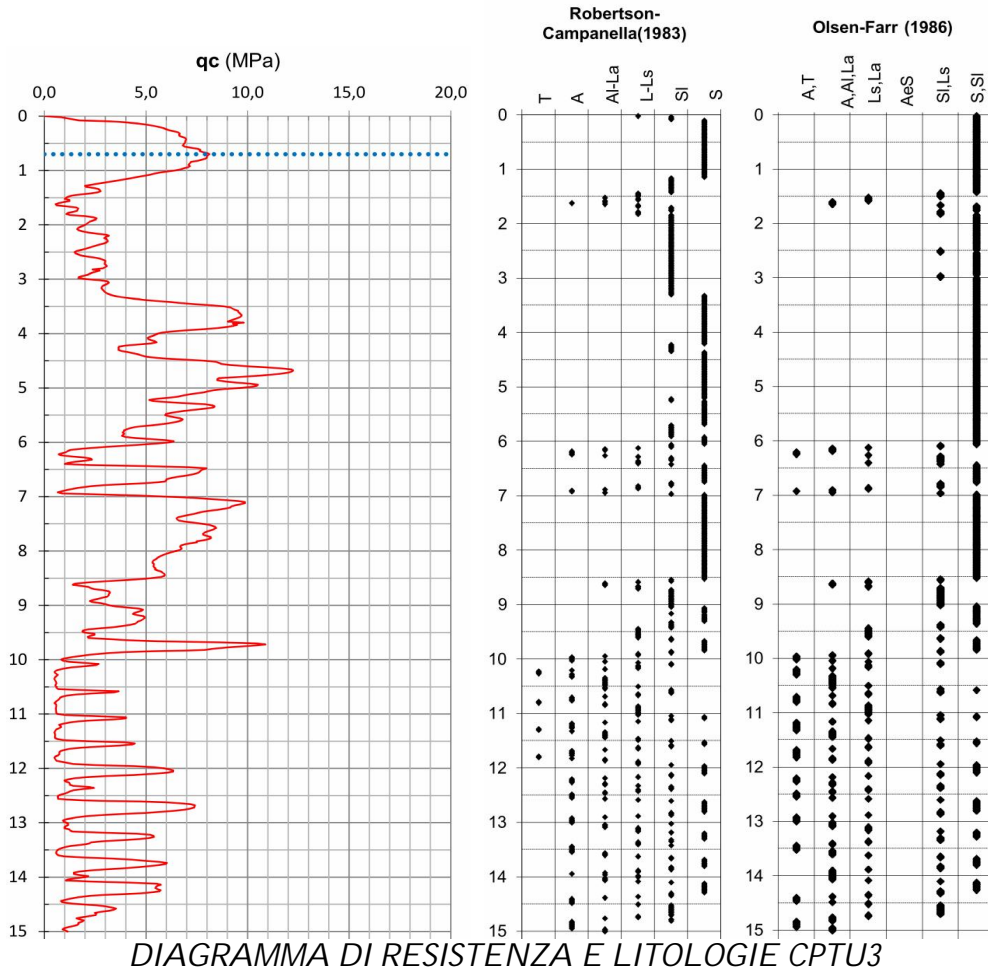
Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU4 con *rif. U33-18* rileva:

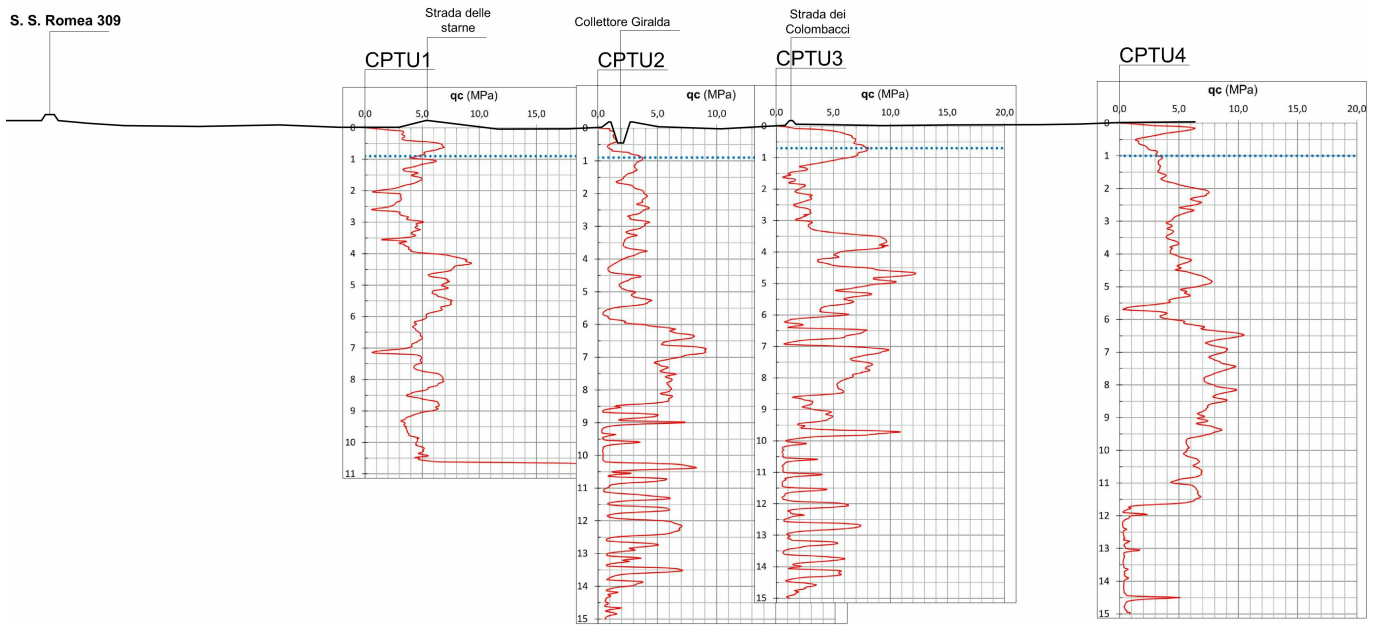
DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	( - )	( - )
<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	3,59	<b>S</b>	poco addensata
<b>0,5</b>	<b>1,8</b>	3,04	<b>SI</b>	poco addensata
<b>1,8</b>	<b>11,7</b>	6,30	<b>S</b>	moderatamente addensata
<b>11,7</b>	<b>15,0</b>	0,62	<b>Al-La</b>	moderatamente consistente

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

Si riportano i rispettivi diagrammi di resistenza con le litologie dei terreni che caratterizzano il sito.







*PROFILO TOPOGRAFICO CON UBICAZIONE PROVE CPTU*

### 2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Da un punto di vista geomorfologico l'area in esame è caratterizzata principalmente da allineamenti di paleodune costiere, testimoni delle progradazioni verso est della linea di costa alimentata dagli intensi apporti solidi del fiume Po di Volano e del fiume Po di Goro.

In FIGURA 2.5 si riporta uno stralcio della carta geomorfologica, in cui sono riportate tutte le tracce morfologiche leggibili sul territorio, in essa sono distinti paleoalvei, i depositi di rotta, i cordoni litoranei affioranti e sepolti e la posizione di diverse linee di costa nei secoli passati.

Il sito è dunque caratterizzato da sedimenti di facies deposizionali ad alta energia idrodinamica, costituiti prevalentemente da sabbie e sabbie limose. Queste strutture geomorfologiche si sviluppano con allineamenti orientati nord-sud e dimostrano buone continuità stratigrafica, interrotti solamente da alvei o paleoalvei che sfociavano a mare tagliando le antiche linee di costa. Localmente, questi terreni possono essere ricoperti o interdigitati con formazioni più fini, generalmente superficiali, che devono la loro origine a situazioni sublagunari di media e bassa energia idrodinamica, ormai bonificate o prosciugate.

La stessa variabilità di strutture geomorfologiche in affioramento caratterizza anche il sottosuolo, offrendo la stessa eterogeneità.

*I sedimenti che occupano le aree come quella in esame vengono depositati in diverse condizioni idrodinamiche, consentendo sia la deposizione di sedimenti fini quali limi ed argille, che di sedimenti granulari quali le sabbie. Con le indagini eseguite si è constatato che si tratta prevalentemente di sedimenti fini alluvionali e distali.*

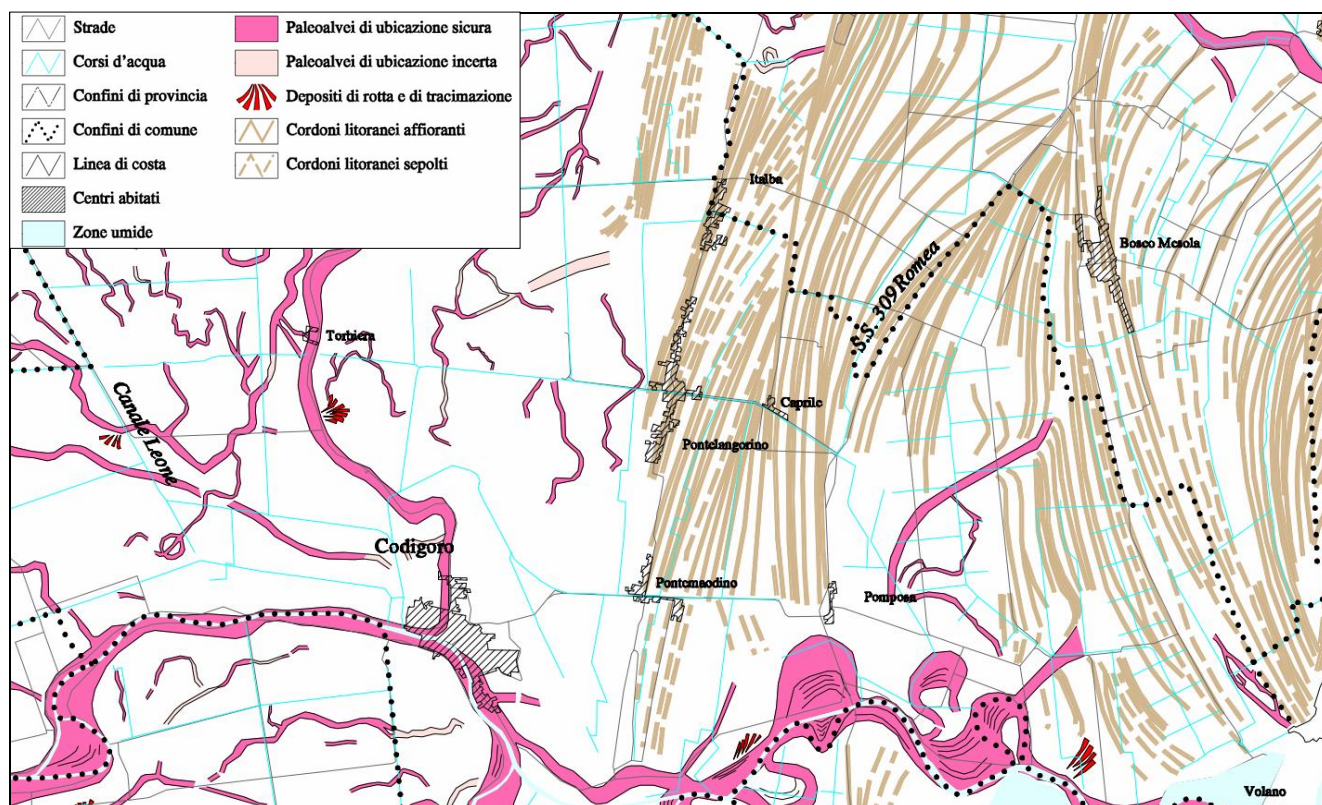


FIGURA 2.5 – Particolare della carta Geomorfologica della provincia di Ferrara

In FIGURA 2.6 si riporta l'età della successione degli allineamenti di paleodune subaffioranti ed affioranti che durante la fase post flandriana ha portato alla costruzione del territorio deltizio con gli apporti terrigeni dei vari rami deltizi del Po.

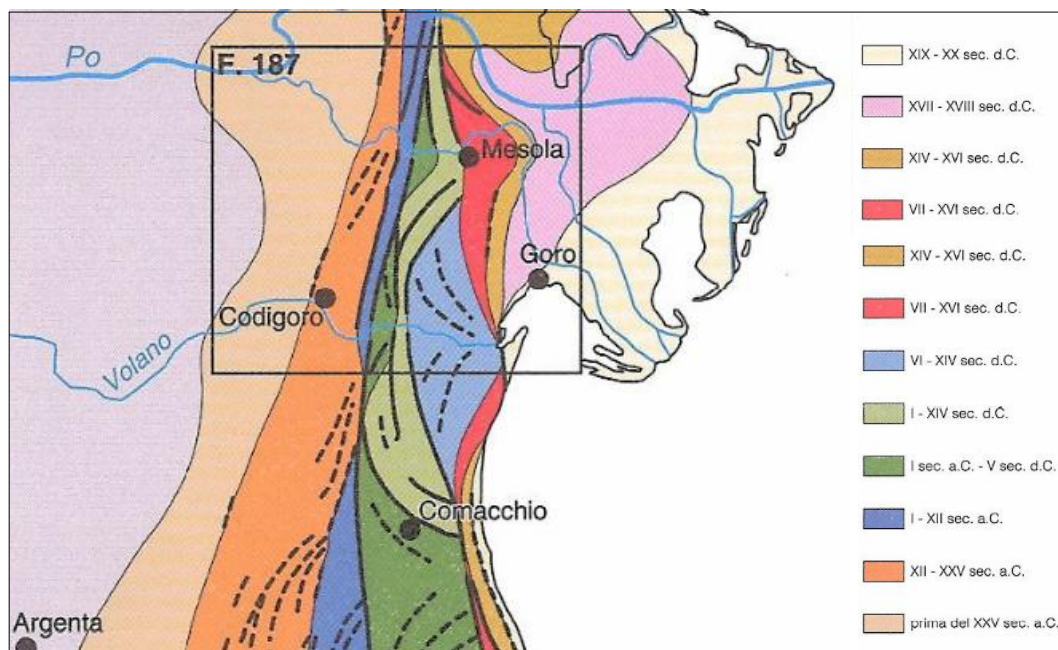


FIGURA 2.6 – Età delle successione di allineamenti di paleodune nella fase regressiva post flandriana, che ha portato alla costruzione del territorio deltizio.

#### 2.4. RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione delle 4 prove penetrometriche statiche con punta elettrica CPTU con *rif. U33-18*. Tale quota è stata rilevata in data 03/07/2018 alla profondità di -0,90 m dal p.c. per la CPTU1 e CPTU2, a -0,70 m dal p.c. per la prova CPTU3 e a -1,00 m dal p.c. per la CPTU4.

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.

La regolamentazione delle acque superficiali nell'area di studio è dovuta al sistema della bonifica. Di fatto questa area presenta un assetto idrogeologico di tipo artificiale con una rete di canali di scolo che convergono ad impianti idrovori.

Nell'area allo studio troviamo, partendo da ovest verso est, il canale e lo scolo Lovara, il collettore Giralda, il collettore Corriera e il canale Vallona, connessi all'impianto idrovoro Corriera. Questi canali regolano il flusso delle acque superficiali dell'area e condizionano il livello della falda freatica, soprattutto nel periodo estivo in cui l'irrigazione è attiva.

In FIGURA 2.7 si riporta uno stralcio della Corografia del Comprensorio (Consorzio di Bonifica I Circondario Polesine di Ferrara) dove si possono apprezzare i tracciati dei canali.

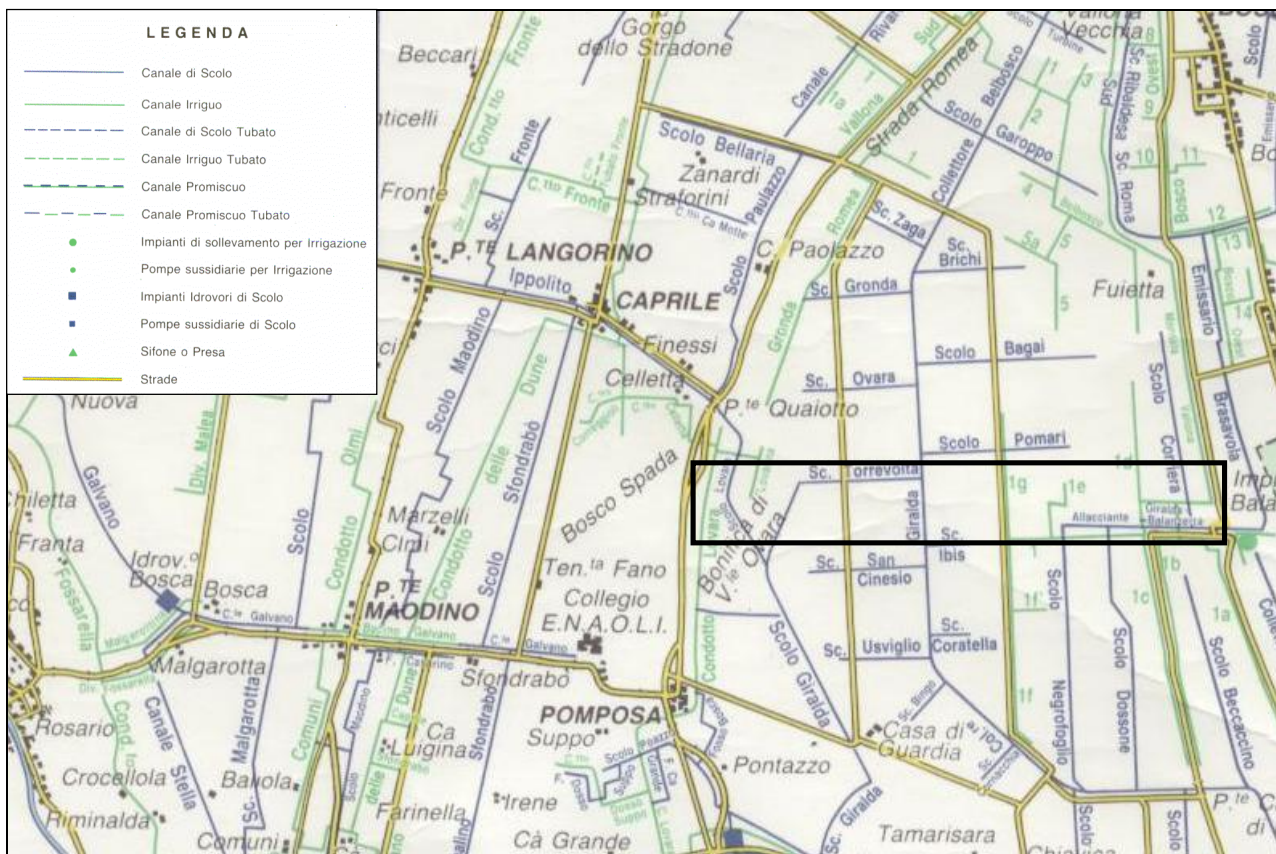


FIGURA 2.7 – Stralcio della Corografia del Consorzio (Consorzio di Bonifica I Circondario Polesine di Ferrara)

In FIGURA 2.8 si riporta uno stralcio della Carta Geografica Unica della Provincia di Ferrara con le aree storicamente allagate e l'ubicazione dell'area in esame. Dalla carta emerge che lungo il nuovo tracciato della linea elettrica di progetto sono presenti aree storicamente allagate con eventi nel 1995 nel 1979 e nel 1815.

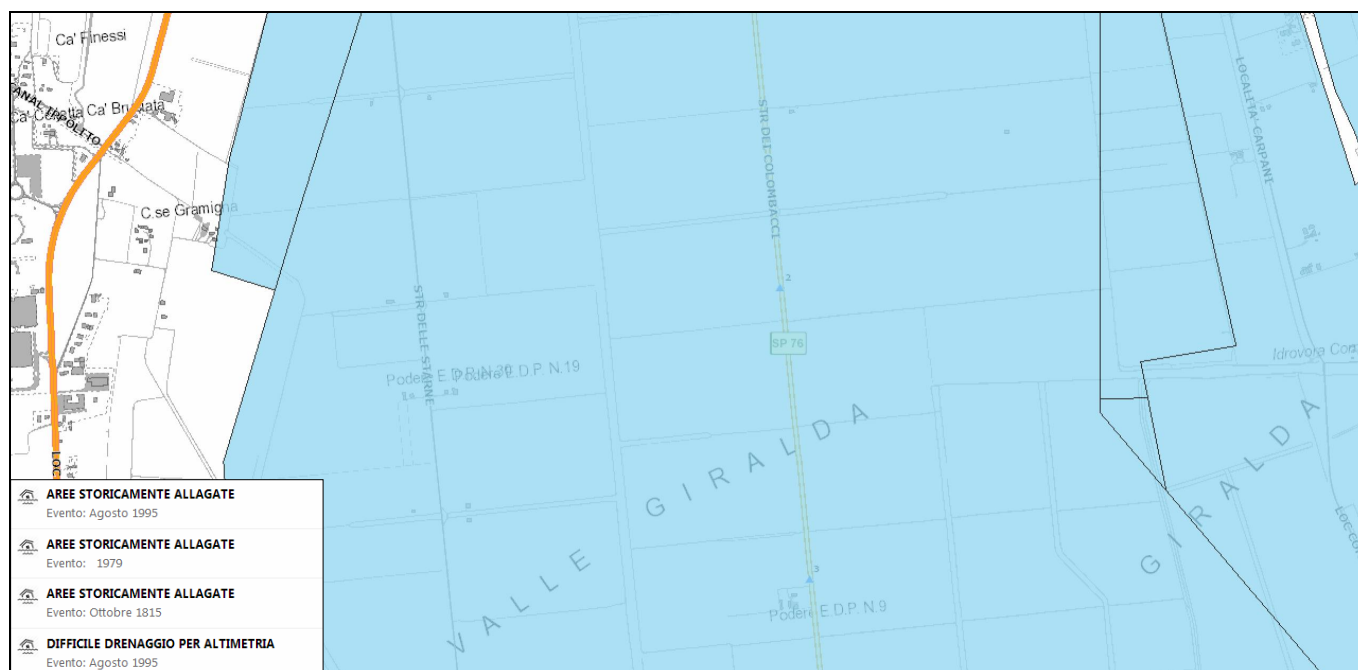


FIGURA 2.8 – Carta delle aree storicamente allagate – CGU della provincia di Ferrara

Questo tipo di allagamenti si manifesta con aumenti progressivi dei livelli d'acqua dei canali di scolo, che ricevono per deflusso superficiale più acque di quanto le idrovore riescano ad allontanare in mare. I battenti di acqua si mantengono generalmente di modesto spessore e per poche ore (massimo alcuni decimetri di acqua) ed i tempi di persistenza dell'allagamento, legati all'efficienza delle pompe idrovore, possono essere anche di un

paio di giorni. Generalmente non sono attese energie idrodinamiche in grado di creare danni fondazionali ai tralicci che sostengono la rete elettrica di progetto.

#### 2.4.1. PERICOLOSITA' IDRAULICA

Il sito ricade interamente nella Bonifica della Valle Giralda. Questa porzione di territorio è tutta al di sotto del livello del mare, e attraverso la rete dei canali di bonifica e l'ausilio delle pompe idrovore, si riesce a tenere asciutti i terreni per consentire le pratiche agricole e l'insediamento del territorio.

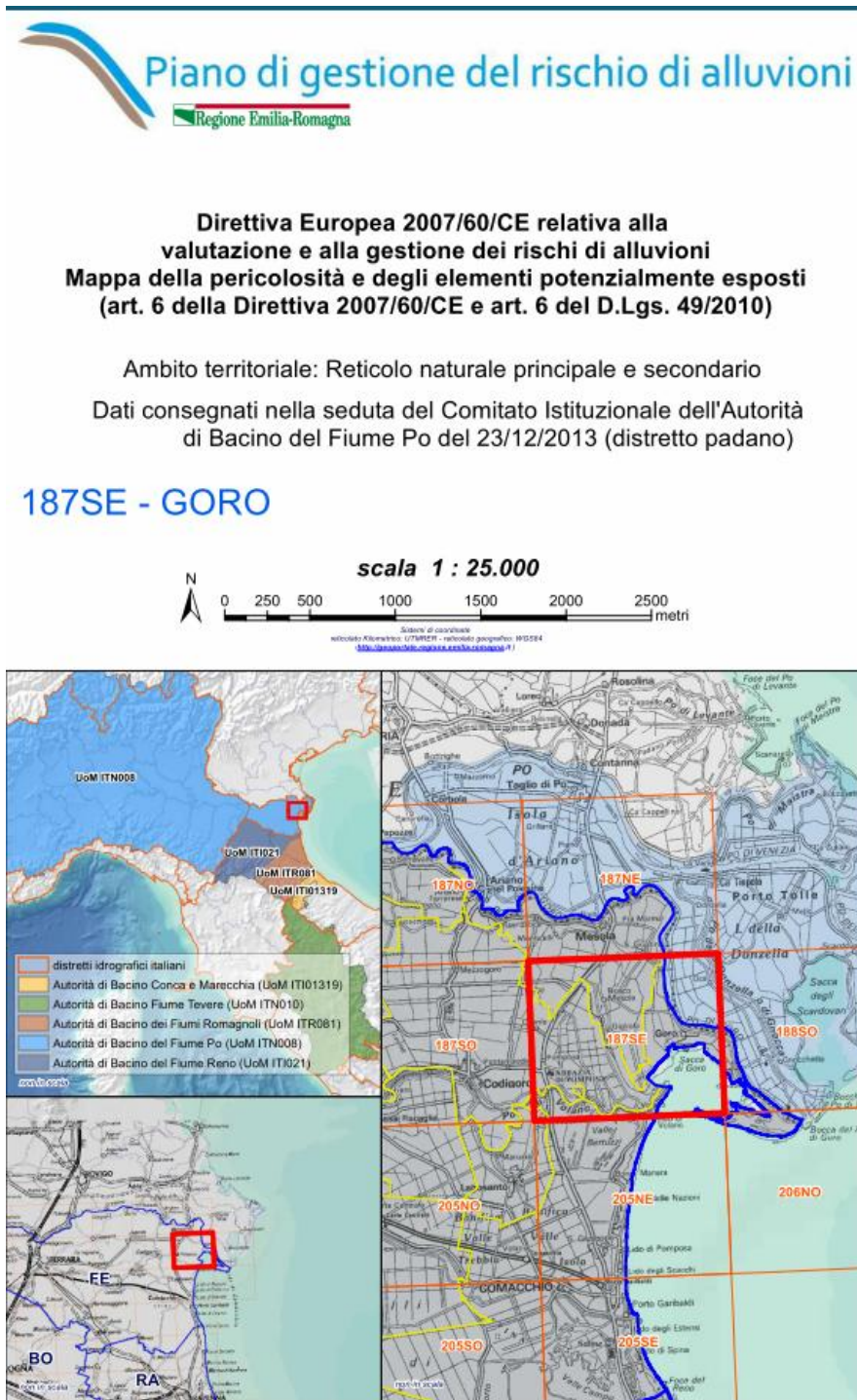
Di per sé un bacino di bonifica contiene una vulnerabilità idraulica legata all'efficienza del sistema di bonifica, che giornalmente opera per il pompaggio e l'allontanamento delle acque attraverso i canali di scolo.

Dal sito della Regione Emilia Romagna è possibile consultare con il gis on line MOKA-GIS le carte della pericolosità, quindi il rischio alluvioni.

Le pericolosità sono distinte tra quelle provenienti dal Reticolo Principale di Pianura, quelle provenienti dal Reticolo Secondario di Pianura ed infine quelle provenienti dalle ingressioni marino costiere.



## 2.4.2. RETICOLO PRINCIPALE DI PIANURA



### Legenda

#### Scenari di Pericolosità

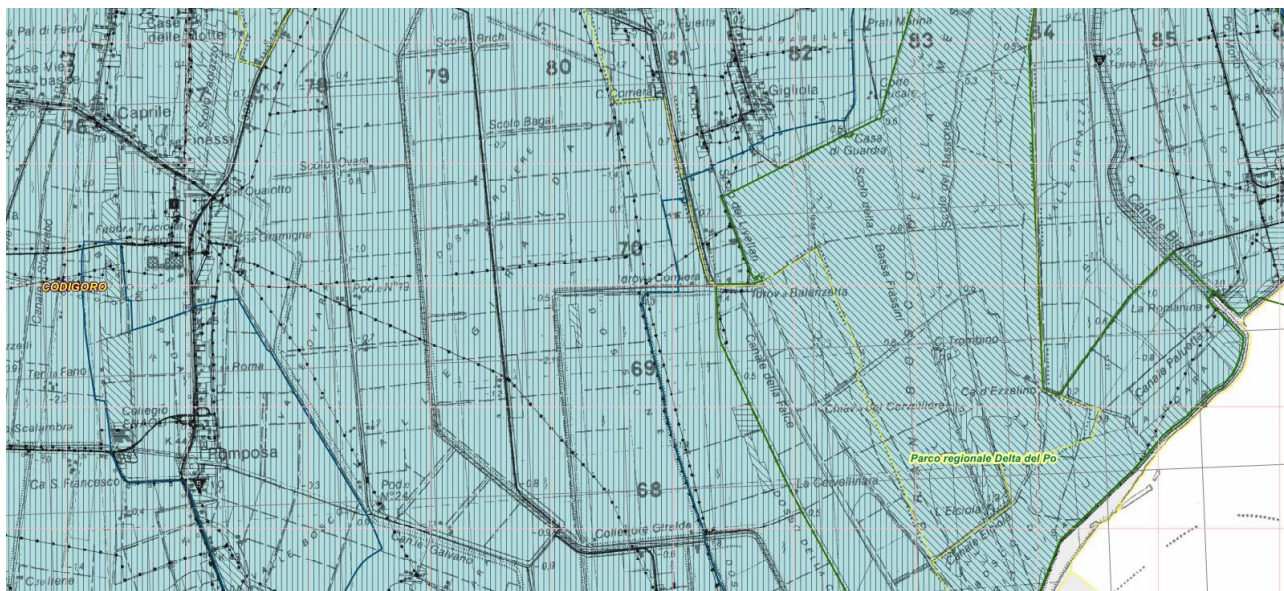
- P3 – H (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 – M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

#### Aree Protette

- Zone Parco
- SIC - ZPS

#### Elementi Potenzialmente Esposti

	areali	puntuali	lineari
Zone urbanizzate			
Attività produttive			
Strutture strategiche e sedi di attività collettive		<b>S</b> scuola <b>H</b> ospedale	reti per la distribuzione di servizi reti stradali secondarie e spazi accessori reti ferroviarie e stradali primarie e spazi accessori
Infrastrutture strategiche		<b>A</b> diga	
Insedimenti produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale		<b>I</b> impianti insediamenti	
Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse		<b>B</b>	



<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/suolo-bacino/sezioni/piano-di-gestione-del-rischio-alluvioni/cartografia>

Come si può notare l'area è tutta in P1 – L (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi).

### 2.4.3. RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA



**Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni**  
**Mapa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti**  
**(art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010)**

Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura

Dati consegnati nella seduta del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po del 23/12/2013 (distretto padano)

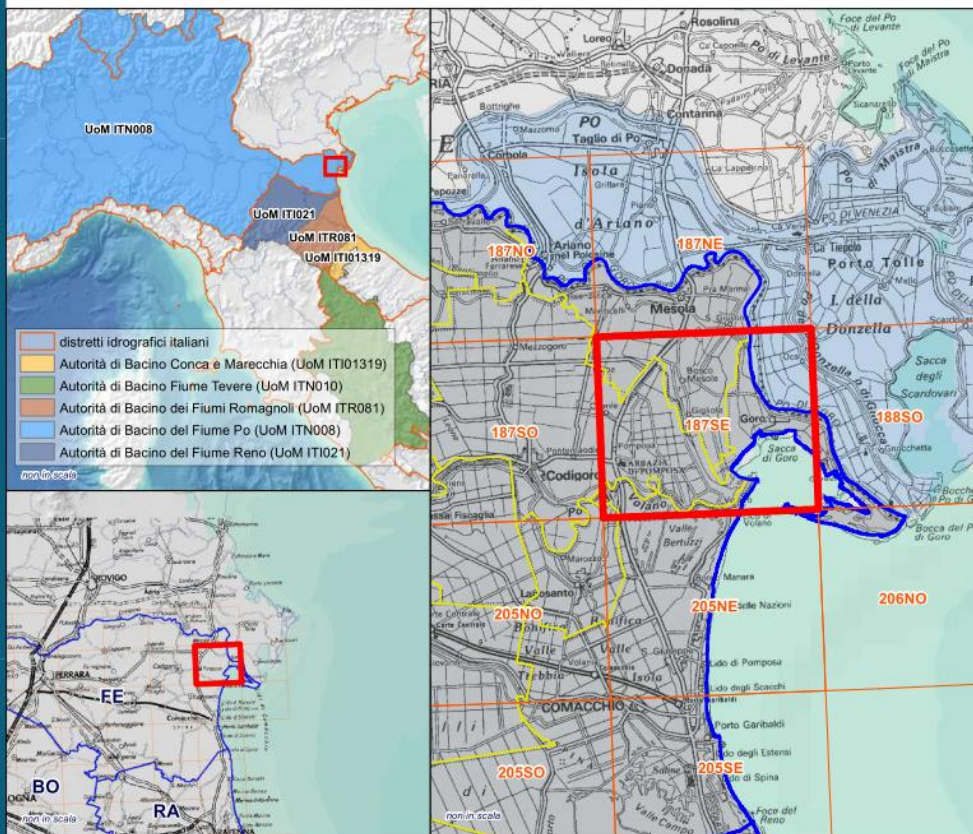
## 187SE - GORO

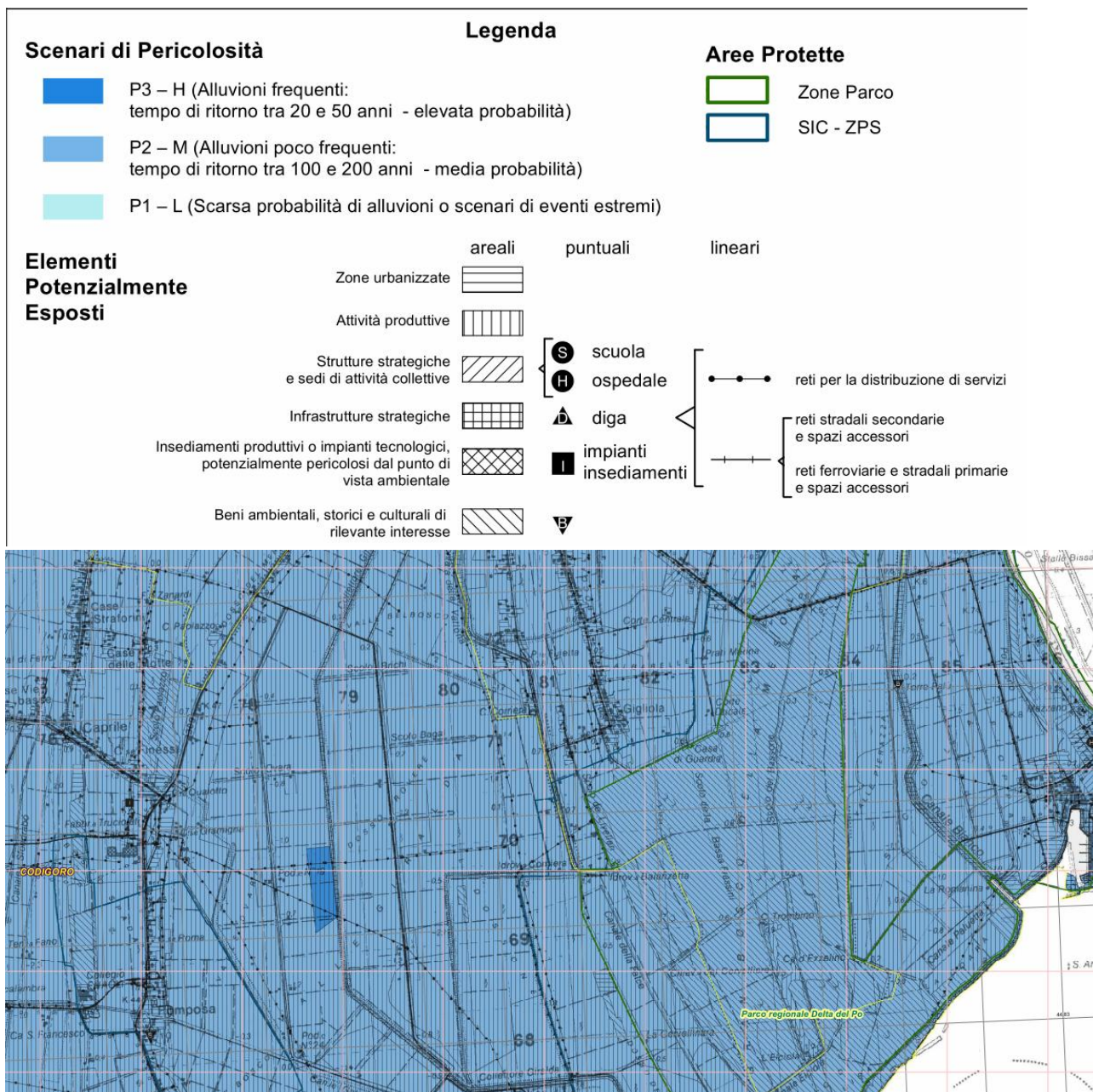


scala 1 : 25.000



Sistema di coordinate  
elicitato: Kilmétrico: UTM/REP - reticolo geografico: WGS84  
<http://opoparts3.regione.emilia-romagna.it/>





Come si può notare lungo il tracciato dell'elettrodotto in progetto ci si ritrova per la maggior parte in area P2 – M (Alluvioni poco frequenti: tempi di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità).

#### 2.4.4. AREE COSTIERE MARINE

Questo settore della valle Giralda non è interessato dalla pericolosità da ingressione marina.

### 3. MODELLAZIONE SISMICA

#### 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 5,9.

#### 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  $V_{s30}$  viene di seguito calcolato attraverso una correlazione empirica con la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU bibliografica con *ref. 187110U507*, che raggiunge la profondità di -35,00 m da p.c., realizzata in una corte poco più a nord rispetto al tracciato della nuova linea elettrica di progetto.

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

In FIGURA 3.1 è riportato uno stralcio di C.T.R. con l’ubicazione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con *ref. U187110U507* e dell’area in cui è ubicata la linea di progetto.

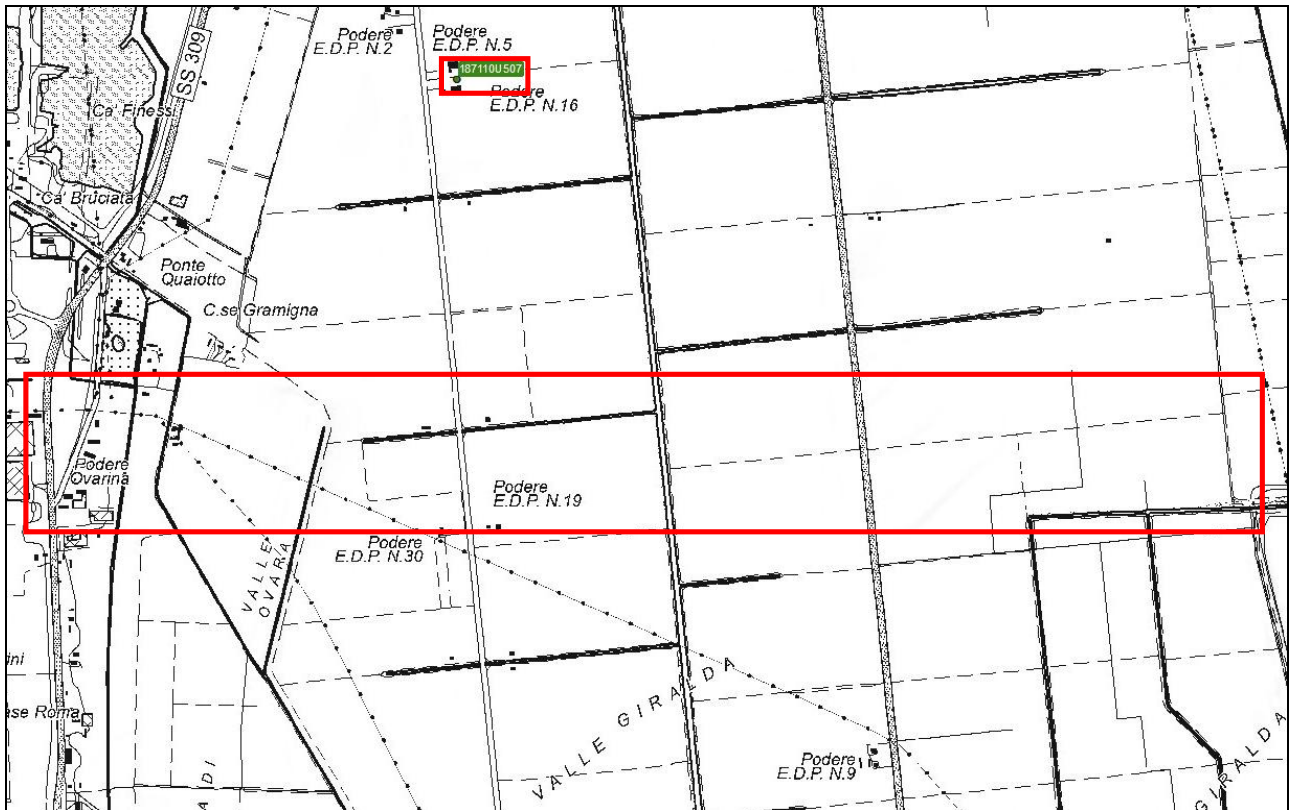


FIGURA 3.1 – Stralcio di C.T.R. della provincia di Ferrara con ubicazione prova penetrometrica bibliografica

In FIGURA 3.2 viene riportata il diagramma di resistenza della prova bibliografica.

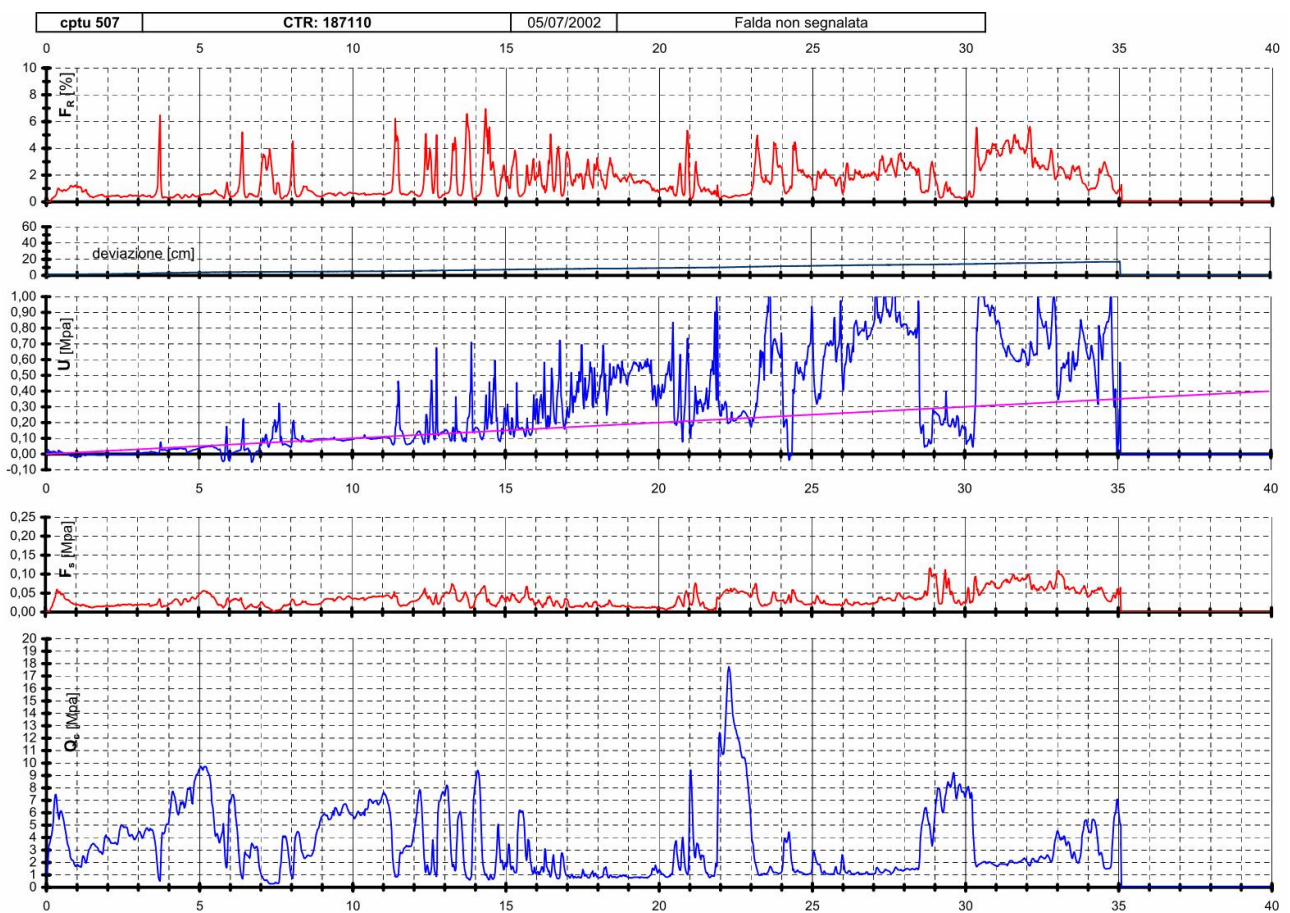


FIGURA 3.2 – Diagramma di resistenza CPTU con rif. U187110U507

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  $\alpha$  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  $\alpha$ .

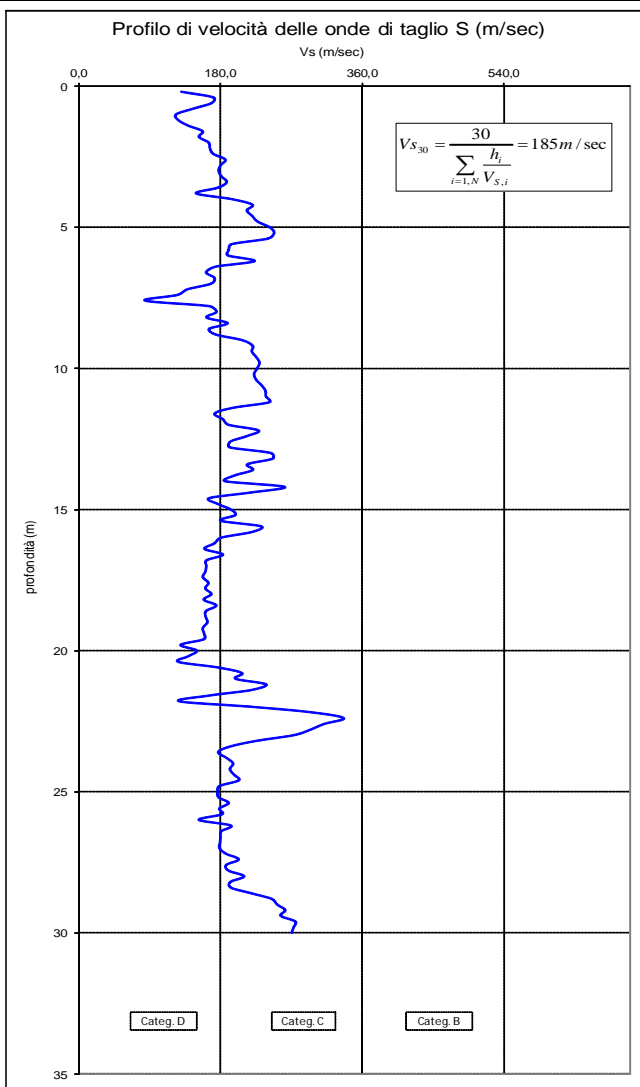
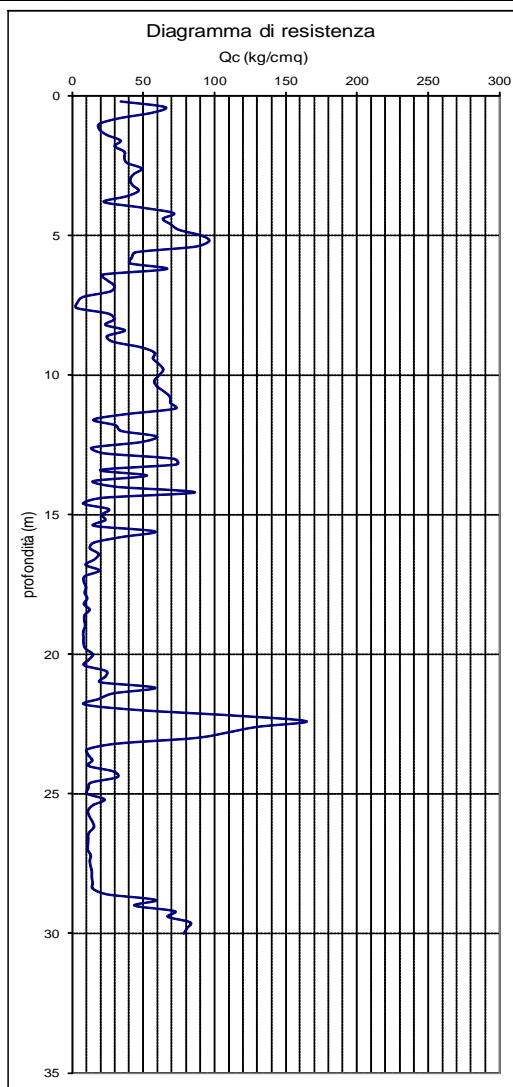
	Argilla	Limo	Sabbia
A	80.64	77.83	53.64
$\alpha$	0.28	0.24	0.33

Tabella 3.1 – Coefficienti A (m/s) e  $\alpha$





22.2	115	139	22	22.2	0.2	22.1	SABBIA	114.9	5.909	53.64	0.33	191.5	298.5	0.00067	4.107	5.909	59.7
22.4	165	159	22.2	22.4	0.2	22.3	SABBIA	164.7	5.963	53.64	0.33	215.3	336.5	0.00059	4.144	5.963	67.3
22.6	130	126	22.4	22.6	0.2	22.5	SABBIA	130.2	6.017	53.64	0.33	199.0	311.6	0.00064	4.181	6.017	62.3
22.8	109	114	22.6	22.8	0.2	22.7	SABBIA	109.4	6.071	53.64	0.33	187.6	294.4	0.00068	4.218	6.071	58.9
23	86	99	22.8	23	0.2	22.9	SABBIA	86.5	6.125	53.64	0.33	173.3	272.6	0.00073	4.255	6.125	54.5
23.2	31	32	23	23.2	0.2	23.1	LIMO	31.4	6.179	77.83	0.24	143.1	225.5	0.00089	4.292	6.179	45.1
23.4	11	18	23.2	23.4	0.2	23.3	ARGILLA	10.8	6.233	80.64	0.28	121.6	192.1	0.00104	4.329	6.233	38.4
23.6	11	35	23.4	23.6	0.2	23.5	LIMO	11.3	6.287	77.83	0.24	111.6	176.7	0.00113	4.366	6.287	35.3
23.8	14	23	23.6	23.8	0.2	23.7	LIMO	14.2	6.341	77.83	0.24	117.9	187.0	0.00107	4.403	6.341	37.4
24	11	18	23.8	24	0.2	23.9	ARGILLA	11.5	6.395	80.64	0.28	123.2	195.9	0.00102	4.44	6.395	39.2
24.2	29	58	24	24.2	0.2	24.1	SABBIA	29.2	6.449	53.64	0.33	120.1	191.5	0.00104	4.477	6.449	38.3
24.4	32	46	24.2	24.4	0.2	24.3	SABBIA	31.8	6.503	53.64	0.33	123.3	196.9	0.00102	4.514	6.503	39.4
24.6	13	17	24.4	24.6	0.2	24.5	ARGILLA	12.9	6.557	80.64	0.28	126.8	203.0	0.00099	4.551	6.557	40.6
24.8	11	25	24.6	24.8	0.2	24.7	LIMO	11.4	6.611	77.83	0.24	111.2	178.4	0.00112	4.588	6.611	35.7
25	11	30	24.8	25	0.2	24.9	LIMO	10.7	6.665	77.83	0.24	109.6	176.1	0.00114	4.625	6.665	35.2
25.2	23	47	25	25.2	0.2	25.1	SABBIA	22.8	6.719	53.64	0.33	110.0	177.0	0.00113	4.662	6.719	35.4
25.4	15	28	25.2	25.4	0.2	25.3	LIMO	14.7	6.773	77.83	0.24	117.9	190.1	0.00105	4.699	6.773	38.0
25.6	11	26	25.4	25.6	0.2	25.5	LIMO	11.1	6.827	77.83	0.24	110.1	178.0	0.00112	4.736	6.827	35.6
25.8	42	35	25.6	25.8	0.2	25.7	LIMO	12.1	6.881	77.83	0.24	112.3	181.9	0.00110	4.773	6.881	36.4
26	14	42	25.8	26	0.2	25.9	SABBIA	14.3	6.935	53.64	0.33	93.7	152.1	0.00131	4.81	6.935	30.4
26.2	15	33	26	26.2	0.2	26.1	LIMO	15.3	6.989	77.83	0.24	118.6	192.8	0.00104	4.847	6.989	38.6
26.4	12	32	26.2	26.4	0.2	26.3	LIMO	11.6	7.043	77.83	0.24	110.9	180.6	0.00111	4.884	7.043	36.1
26.6	11	26	26.4	26.6	0.2	26.5	LIMO	11.3	7.097	77.83	0.24	110.1	179.7	0.00111	4.921	7.097	35.9
26.8	11	29	26.6	26.8	0.2	26.7	LIMO	11.1	7.151	77.83	0.24	109.5	179.1	0.00112	4.958	7.151	35.8
27	11	27	26.8	27	0.2	26.9	LIMO	10.8	7.205	77.83	0.24	108.8	178.2	0.00112	4.995	7.205	35.6
27.2	13	28	27	27.2	0.2	27.1	LIMO	13.0	7.259	77.83	0.24	113.6	186.5	0.00107	5.032	7.259	37.3
27.4	12	19	27.2	27.4	0.2	27.3	ARGILLA	12.3	7.313	80.64	0.28	123.4	202.8	0.00099	5.069	7.313	40.6
27.6	13	21	27.4	27.6	0.2	27.5	LIMO	13.0	7.367	77.83	0.24	113.3	186.7	0.00107	5.106	7.367	37.3
27.8	14	24	27.6	27.8	0.2	27.7	LIMO	13.9	7.421	77.83	0.24	115.0	189.8	0.00105	5.143	7.421	38.0
28	14	17	27.8	28	0.2	27.9	ARGILLA	13.8	7.475	80.64	0.28	126.8	209.7	0.00095	5.18	7.475	41.9
28.2	14	22	28	28.2	0.2	28.1	LIMO	14.5	7.529	77.83	0.24	116.0	192.1	0.00104	5.217	7.529	38.4
28.4	15	22	28.2	28.4	0.2	28.3	LIMO	14.6	7.583	77.83	0.24	116.1	192.6	0.00104	5.254	7.583	38.5
28.6	25	39	28.4	28.6	0.2	28.5	LIMO	24.5	7.637	77.83	0.24	131.4	218.5	0.00092	5.291	7.637	43.7
28.8	59	72	28.6	28.8	0.2	28.7	SABBIA	58.7	7.691	53.64	0.33	146.9	244.7	0.00082	5.328	7.691	48.9
29	44	26	28.8	29	0.2	28.9	LIMO	43.8	7.745	77.83	0.24	150.8	251.6	0.00079	5.365	7.745	50.3
29.2	72	58	29	29.2	0.2	29.1	SABBIA	72.1	7.799	53.64	0.33	156.8	262.0	0.00076	5.402	7.799	52.4
29.4	67	66	29.2	29.4	0.2	29.3	SABBIA	67.1	7.853	53.64	0.33	153.0	256.1	0.00078	5.439	7.853	51.2
29.6	83	70	29.4	29.6	0.2	29.5	SABBIA	83.0	7.907	53.64	0.33	163.9	274.8	0.00073	5.476	7.907	55.0
29.8	81	83	29.6	29.8	0.2	29.7	SABBIA	80.9	7.961	53.64	0.33	162.4	272.8	0.00073	5.513	7.961	54.6
30	78	95	29.8	30	0.2	29.9	SABBIA	78.5	8.015	53.64	0.33	160.6	270.1	0.00074	5.55	8.015	54.0



Il valore di  $V_{s30}$  calcolato risulta:  $V_{s30} = 185 \text{ m/s}$  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.

$V_{s30} = 185 \text{ m/s}$       Categoria di suolo C

Azioni sismiche secondo "D.M. 17 gennaio 2018"

La classificazione sismica introdotta dall'OPCM 3519/2006, recepita dal D.M. 17/01/2018, prevede per il comune di Codigoro 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  $0,075g - 0,100g$ , 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 Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, recepito dal D.M. 2018.

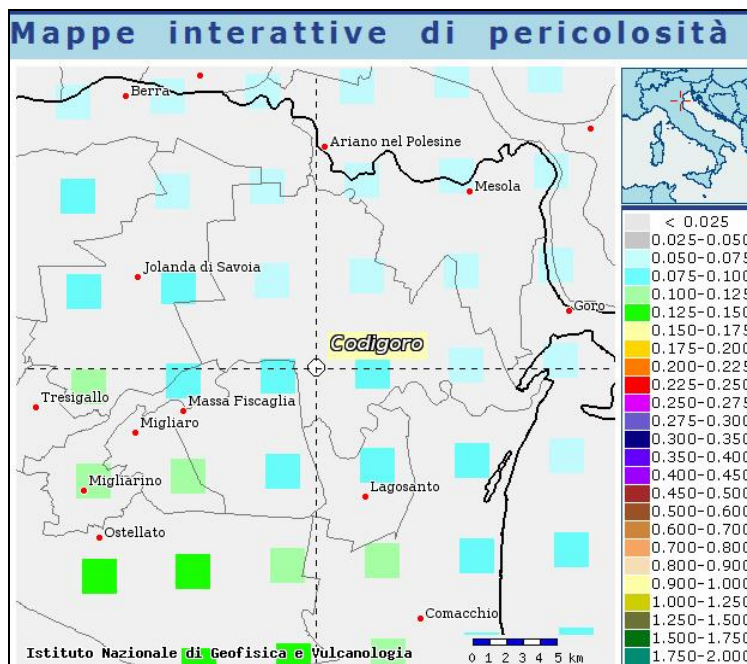


FIGURA 3.3 – Carta pericolosità sismica, da progetto DCP – INGV – S1. fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it>

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;
- $F_0$  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  $a_g$ ,  $F_0$  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 limiti a cui si può spingere la progettazione.

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 D.M. 2018, si possono ottenere i valori dei suddetti parametri spettrali ( $ag$ ,  $F_0$  e  $T^*c$ ) del sito in esame utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (FIGURA 3.4).

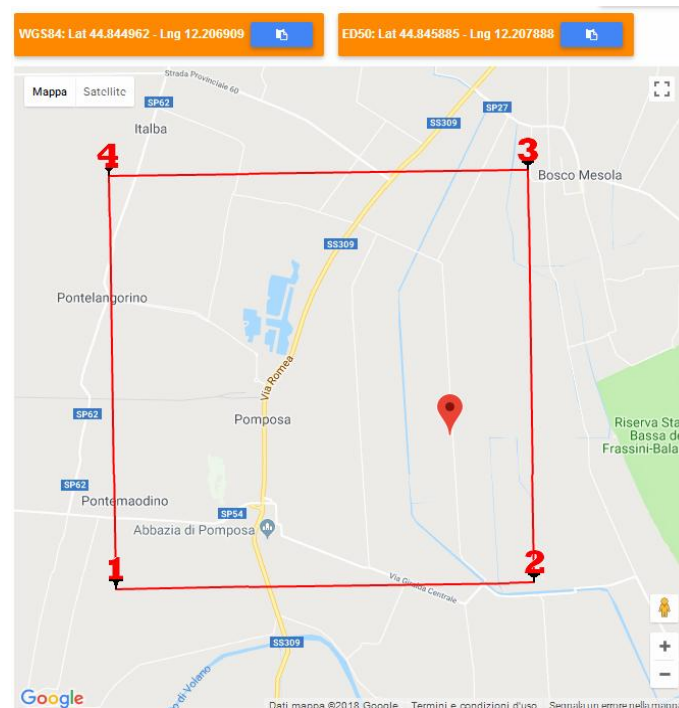


FIGURA 3.4 – Vertici della griglia di riferimento (Fonte: [www.geostru.com](http://www.geostru.com))

Si valutano i parametri spettrali  $ag$ ,  $F_0$  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 (II e IV) (Cap. 2.4.2 del D.M. 2018).

### Parametri sismici Classe d'uso II

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,845885

longitudine: 12,207888

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 15410 Lat: 44,8274 Lon: 12,1515 Distanza: 4899,990

Sito 2 ID: 15411 Lat: 44,8281 Lon: 12,2220 Distanza: 2263,349

Sito 3 ID: 15189 Lat: 44,8781 Lon: 12,2209 Distanza: 3729,686

Sito 4 ID: 15188 Lat: 44,8774 Lon: 12,1504 Distanza: 5727,839

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente  $c_u$ : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,029	g
Fo:	2,506	
Tc*:	0,221	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,035	g
Fo:	2,546	
Tc*:	0,267	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,069	g
Fo:	2,721	
Tc*:	0,344	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,088	g
Fo:	2,687	
Tc*:	0,354	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,730
St:	1,000
Kh:	0,009
Kv:	0,004
Amax:	0,431
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,620
St:	1,000
Kh:	0,011
Kv:	0,005
Amax:	0,515
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500
Cc:	1,490
St:	1,000

Kh: 0,021  
Kv: 0,010  
Amax: 1,020 (Amax/g=0,104)  
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500  
Cc: 1,480  
St: 1,000  
Kh: 0,026  
Kv: 0,013  
Amax: 1,299  
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

### Parametri sismici Classe d'uso IV

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,845885  
longitudine: 12,207888  
Classe: 4  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 15410	Lat: 44,8274	Lon: 12,1515	Distanza: 4899,990
Sito 2	ID: 15411	Lat: 44,8281	Lon: 12,2220	Distanza: 2263,349
Sito 3	ID: 15189	Lat: 44,8781	Lon: 12,2209	Distanza: 3729,686
Sito 4	ID: 15188	Lat: 44,8774	Lon: 12,1504	Distanza: 5727,839

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 100anni  
Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 60 [anni]  
ag: 0,037 g  
Fo: 2,555  
Tc\*: 0,276 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 101 [anni]

ag: 0,044 g  
Fo: 2,552  
Tc\*: 0,303 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 949 [anni]  
ag: 0,088 g  
Fo: 2,688  
Tc\*: 0,354 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 1950 [anni]  
ag: 0,111 g  
Fo: 2,656  
Tc\*: 0,358 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,610  
St: 1,000  
Kh: 0,011  
Kv: 0,006  
Amax: 0,544  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,560  
St: 1,000  
Kh: 0,013  
Kv: 0,007  
Amax: 0,643  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500  
Cc: 1,480  
St: 1,000  
Kh: 0,026  
Kv: 0,013  
Amax: 1,287 (Amax/g=0,131)  
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500  
Cc: 1,470  
St: 1,000  
Kh: 0,040

Kv: 0,020  
Amax: 1,627  
Beta: 0,240

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  $M = 6,14$ , i terremoti storici in questa area allo studio, esterna alla area sismogenetica, sono decisamente più bassi, conservativamente, lo scrivente propone comunque l'assunzione di questo valore:

Magnitudo di progetto  
 $M = 5,50$  Mw

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

Comune	Lat.	Lon.	lmax	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=0,430lmax+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% (FC = frazione passante al setaccio ASTM 200, 0,074mm), 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.

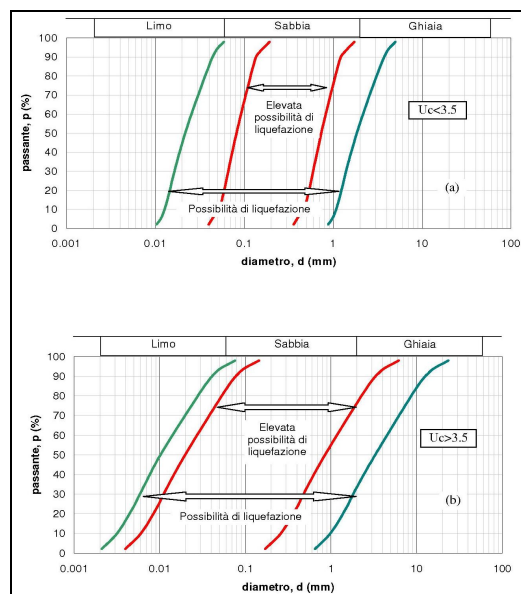


FIGURA 3.6 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

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 che analizzando ogni strato da 2 cm individuato dalla prova CPTU, ne verifica la potenzialità di liquefazione.

Ai fini del calcolo sono state considerate le 4 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con rif. U33-18 spinte tutte fino alla profondità di -15,00 m da p.c., ad eccezione della prova CPTU1 che si è fermata alla profondità di -10,80 m da p.c., per via di un trovante sepolto.

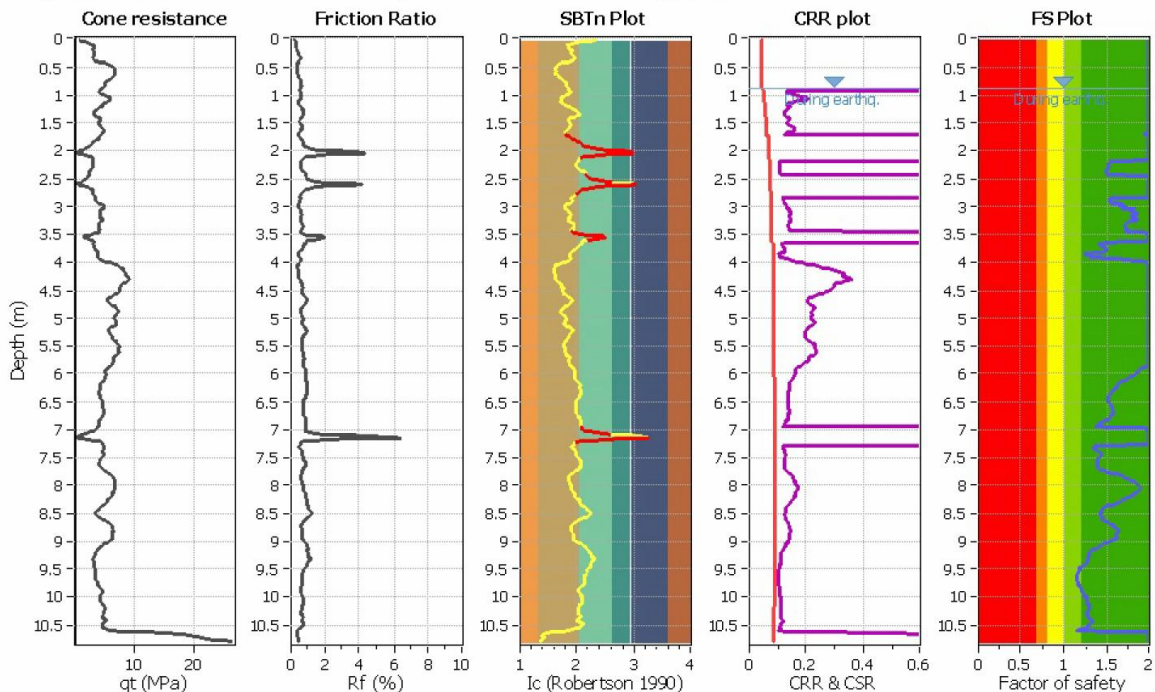
Per questo calcolo si è considerata una magnitudo di 5,50 e un'accelerazione di progetto di 0,13g per una classe d'uso IV.

Utilizzando i dati di input visualizzati in FIGURA 3.7, se ne deduce che nell'area di studio il fenomeno della liquefazione non è un effetto di sito atteso per gli strati sabbiosi rilevati in sito con le 4 prove.

**CPT file : rif. U33-18 CPTU1 Pomposa Brull**

**Input parameters and analysis data**

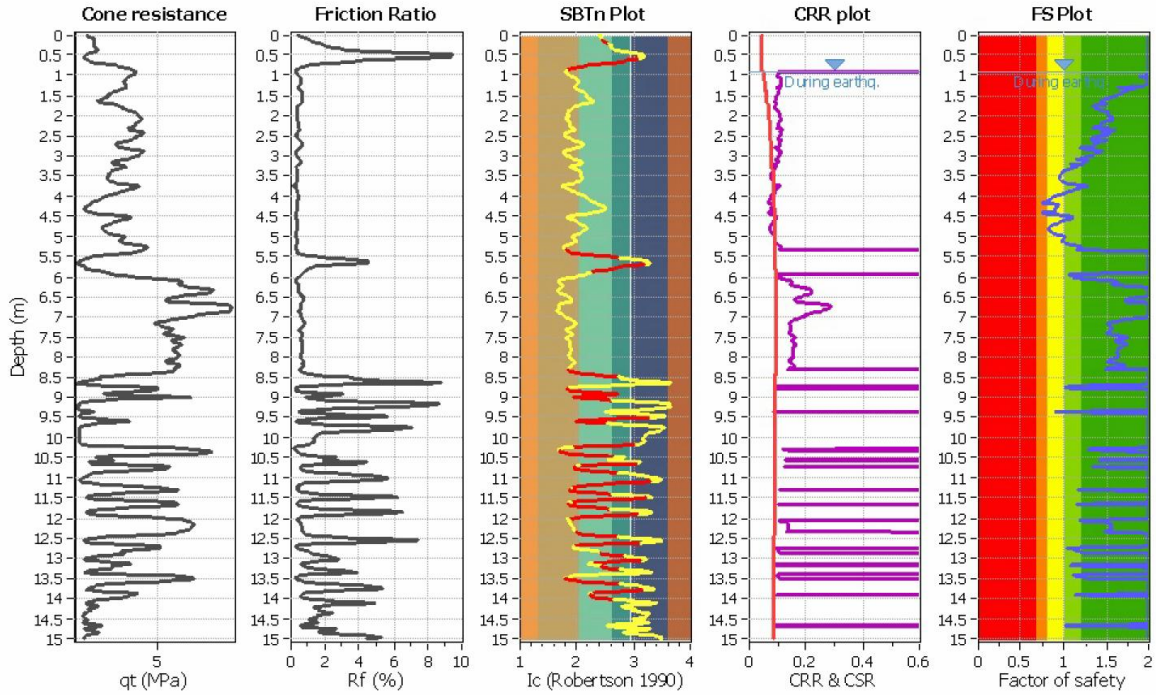
Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	0.90 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.90 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude $M_w$ :	5.50	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.13	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_\sigma$ applied:	Yes	MSF method:	Method based



**CPT file : rif. U33-18 CPTU2 Pomposa Brull**

**Input parameters and analysis data**

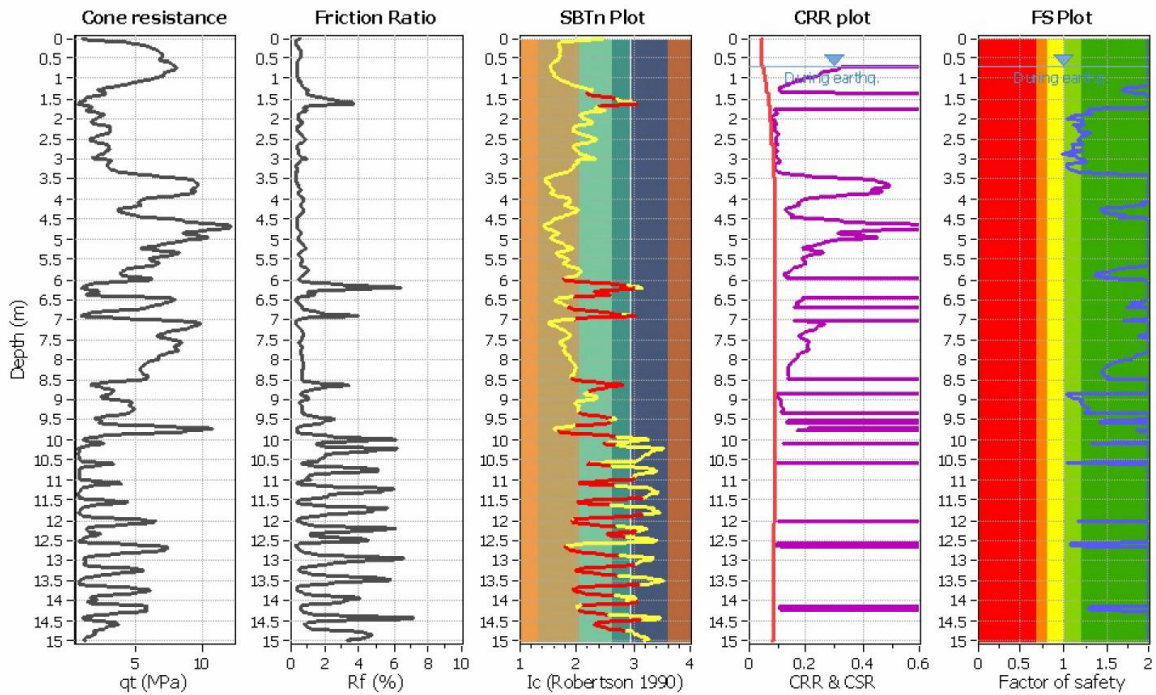
Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	0.90 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.90 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude $M_w$ :	5.50	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.13	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_\sigma$ applied:	Yes	MSF method:	Method based



**CPT file : rif. U33-18 CPTU3 Pomposa Brull**

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	0.70 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.70 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude $M_w$ :	5.50	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.13	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_\sigma$ applied:	Yes	MSF method:	Method based



**CPT file : rif. U33-18 CPTU4 Pomposa Brull**

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude $M_w$ :	5.50	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.13	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_p$ applied:	Yes	MSF method:	Method based

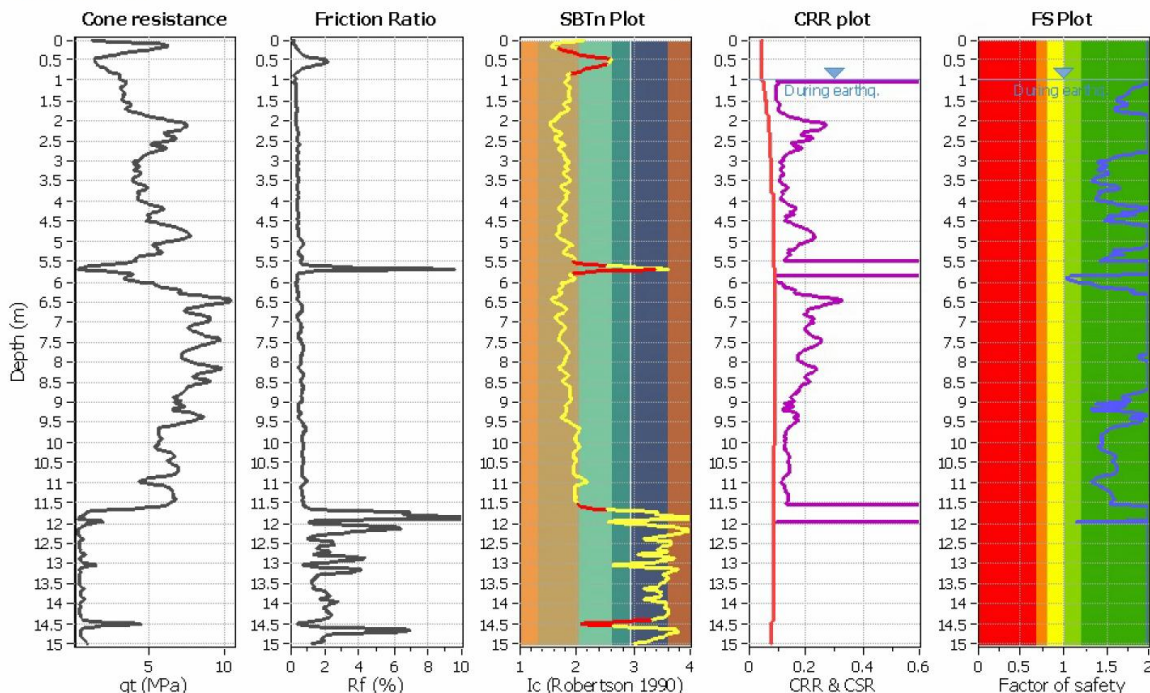


FIGURA 3.7: Dati input e metodi di calcolo adottati secondo D.M. 14 gennaio 2008

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 15,00 m, il valore del potenziale di liquefazione per tutti gli strati incoerenti, per le 4 prove eseguite in sito.

I terreni in esame risultano avere un rischio di liquefazione nullo ( $I_{PL} = 0,00$ ) per le prove CPTU1,CPTU3 e CPTU4 e un rischio di liquefazione basso ( $I_{PL} = 0,93$ ) per la prova CPTU2 se sollecitati da un sisma di  $M_w=5,50$  ed una accelerazione di progetto da classe d'uso IV di 0,13g.

In base alla Tabella 3.3 e 3.4 si può affermare dunque che i terreni in esame hanno un potenziale di liquefazione nullo per le prove CPTU1,CPTU3 e CPTU4 e un potenziale di liquefazione basso per la prova CPTU2.

Potenziale Liquefazione $I_{PL}$	Classificazione
$I_{PL} = 0$	<i>Non liquefacibile</i>
$0 < I_{PL} \leq 2$	<i>Basso</i>
$2 < I_{PL} \leq 5$	<i>Moderato</i>
$5 < I_{PL} \leq 15$	<i>Alto</i>
$I_{PL} \geq 15$	<i>Molto Alto</i>

Tabella 3.3 – Classificazione indice potenziale liquefazione

	Potenziale Liquefazione ( $I_{PL}$ )
CPTU1	0,00
CPTU2	0,93
CPTU3	0,00
CPTU4	0,00

Tabella 3.4 – Indice potenziale di liquefazione

### 3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI NEI TERRENI GRANULARI

Dell'elaborazione completa dei cedimenti post sismici si riporta solo il risultato finale. Sono stati stimati i cedimenti postsismici nei banchi sabbiosi rilevati con le 4 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con rif. U33-18 spinte tutte fino alla profondità di -15,00 m da p.c., ad eccezione della prova CPTU1 che si è fermata alla profondità di -10,80 m da p.c..

Dalle elaborazioni informatiche, si ricava che con una Magnitudo di 5,50 ed una accelerazione di progetto da classe d'uso IV di 0,13g, solo alcuni dei livelli hanno il fattore di resistenza alla liquefazione inferiore a 1,25, determinando cedimenti post sismici nei terreni granulari riportati in Tabella 3.5.

	Cedimenti postsismici (cm)
CPTU1	0,69
CPTU2	5,44
CPTU3	0,78
CPTU4	0,29

Tabella 3.5 – Cedimenti post-sismici

## 4. MODELLAZIONE GEOTECNICA

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.

Sono dunque state considerate le 4 prove penetrometriche statiche a punta elettrica con piezocono CPTU con rif. U33-18, spinte tutte fino alla profondità di -15,00 m da p.c., ad eccezione della prova CPTU1 che si è fermata alla profondità di -10,80 m da p.c. a causa di un trovante che ha fatto impennare i valori.

In FIGURA 4.1 si riporta una immagine satellitare con l'ubicazione delle 4 prove CPTU eseguite in sito lungo la linea elettrica di progetto e uno stralcio di C.T.R. della provincia di Ferrara con l'ubicazione del tracciato della linea elettrica di progetto.



**FIGURA 4.1** – Immagine satellitare con ubicazione delle prove penetrometriche CPTU  
Stralcio planimetrico di C.T.R. con nuova line di progetto

Negli Allegati sono inserite, per le prove 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 delle prove penetrometriche è avvenuta con un Penetrometro Statico, da 15 t di spinta, 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 qc (Mpa), la resistenza laterale Fs (MPa), il peso di volume  $\gamma'$  (kN/m<sup>3</sup>), la coesione non drenata Cu (kPa), il grado di sovraconsolidazione OCR, dei moduli di deformazione non drenati Eu50 (MPa) corrispondenti rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50 e 25 %, del modulo di deformazione edometrico Mo (MPa).

Per i terreni di natura granulare vengono riportati, i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro qc (MPa), la resistenza laterale Fs (MPa), la densità relativa Dr (%), dell'angolo di attrito interno efficace  $\phi'$  (°), i moduli di deformazione drenati E'25 (MPa) e del modulo di deformazione edometrico Mo (MPa).

Nella Tabella 4.1 si riportano i parametri geotecnici medi per strati pseudomogenei rilevati con le 4 prove penetrometriche statiche con punta elettrica CPTU con *rif. 33-18*:

Identificativo		<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA</b>																
Emissione		<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>																
Pagina																		
U33-18		<b>Brulli Service s.r.l.</b>										-Prova n°				<b>CPTU1</b>		
lug-18		<b>connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)</b>										-Data prova				<b>03/07/2018</b>		
1 di 0		-Quota p.c. <b>-2,30</b> m s.l.m.										-Prof. preforo				<b>0,00</b> m		
		-Livello di falda <b>0,90</b> m da p.c.										-Prof. finale				<b>10,80</b> m		
		MATERIALI COESIVI										MATERIALI GRANULARI						
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	Mo	Eu50	CR	Dr	FI <sub>DM</sub>	FI <sub>Bottom</sub>	FI <sub>Schm.</sub>	E'25	Mo
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)	MPa	MPa
0,0	1,9	4,46	0,02	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	80	36	32	39 41 43 44	11,28	18,04
1,9	3,9	3,23	0,02	-0,01	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	45	35	31	34 37 39 42	8,57	13,71
3,9	6,1	6,81	0,05	0,00	S	20,00	-	-	-	-	-	-	64	37	33	37 39 41 43	17,02	27,23
6,1	10,6	4,71	0,04	-0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	39	33	30	33 36 38 41	11,95	19,12
10,6	10,8	17,99	0,07	0,00	Tronco	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- - - -	-	-

Identificativo		<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA</b>																
Emissione		<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>																
Pagina																		
U33-18		<b>Brulli Service s.r.l.</b>										-Prova n°				<b>CPTU2</b>		
lug-18		<b>connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)</b>										-Data prova				<b>03/07/2018</b>		
1 di 0		-Quota p.c. <b>-2,30</b> m s.l.m.										-Prof. preforo				<b>0,00</b> m		
		-Livello di falda <b>0,90</b> m da p.c.										-Prof. finale				<b>15,00</b> m		
		MATERIALI COESIVI										MATERIALI GRANULARI						
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	Mo	Eu50	CR	Dr	FI <sub>DM</sub>	FI <sub>Bottom</sub>	FI <sub>Schm.</sub>	E'25	Mo
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)	MPa	MPa
0,0	0,7	1,17	0,04	0,00	L-Ls	18,15	70	20	-	4,37	11,91	0,05	64	30	27	37 39 41 43	3,16	5,06
0,7	5,5	2,88	0,01	0,01	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	41	34	30	33 36 38 41	7,21	11,53
5,5	5,8	0,69	0,02	0,06	AI-La	18,00	35	3	7	2,94	14,16	0,21	-	-	-	- - - -	-	-
5,8	8,5	5,83	0,04	0,28	S	20,00	-	-	-	-	-	-	51	35	31	35 37 39 42	14,66	23,45
8,5	9,7	1,96	0,03	0,15	L-Ls	20,00	41	3	6	2,69	13,93	0,29	30	29	27	30 33 36 39	8,10	12,97
9,7	10,2	0,46	0,02	0,23	A	17,50	19	1	2	1,90	9,213	0,39	-	-	-	- - - -	-	-
10,2	14,1	3,29	0,03	0,23	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	31	31	28	31 34 37 40	10,84	17,35
14,1	15,0	0,94	0,02	0,25	AI-La	18,00	40	2	4	3,64	22,07	0,34	-	-	-	- - - -	-	-

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di 0

## PROVA PENETROMETRICA STATICA

### PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	<b>Brulli Service s.r.l.</b>	-Prova n°	<b>CPTU3</b>
-Cantiere	<b>connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)</b>	-Data prova	<b>03/07/2018</b>
-Quota p.c.	<b>-1,60 m s.l.m.</b>	-Prof. preforo	<b>0,00 m</b>
-Livello di falda	<b>0,70 m da p.c.</b>	-Prof. finale	<b>15,00 m</b>

DA	A	MATERIALI COESIVI										MATERIALI GRANULARI						
		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>ESDM</sub>	FI <sub>Schm.</sub>	E'25	M <sub>0</sub>
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m <sup>3</sup>	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)	MPa	MPa
0,0	1,4	5,49	0,03	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	93	37	33	41 42 44 45	13,92	22,27
1,4	3,0	2,09	0,01	0,00	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	33	33	29	33 35 38 41	5,51	8,81
3,0	8,5	6,26	0,04	0,11	S	20,00	-	-	-	-	-	-	59	36	32	36 38 40 43	16,19	25,79
8,5	10,0	3,87	0,04	0,08	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	28	31	28	32 35 37 40	10,32	16,47
10,0	11,9	1,19	0,02	0,25	L-Ls	20,00	35	2	4	3,04	16,96	0,33	<20	28	25	28 31 34 38	5,90	9,44
11,9	15,0	2,84	0,04	0,25	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	28	30	27	30 33 36 39	9,79	15,67

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di 0

## PROVA PENETROMETRICA STATICA

### PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	<b>Brulli Service s.r.l.</b>	-Prova n°	<b>CPTU4</b>
-Cantiere	<b>connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)</b>	-Data prova	<b>03/07/2018</b>
-Quota p.c.	<b>-1,40 m s.l.m.</b>	-Prof. preforo	<b>0,00 m</b>
-Livello di falda	<b>1,00 m da p.c.</b>	-Prof. finale	<b>15,00 m</b>

DA	A	MATERIALI COESIVI										MATERIALI GRANULARI						
		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>ESDM</sub>	FI <sub>Schm.</sub>	E'25	M <sub>0</sub>
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m <sup>3</sup>	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)	MPa	MPa
0,0	0,5	3,59	0,02	0,00	S	18,15	-	-	-	-	-	-	96	35	31	41 43 44 46	9,33	14,93
0,5	1,8	3,04	0,01	0,02	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	55	34	31	36 38 40 42	7,60	12,16
1,8	11,7	6,30	0,04	0,02	S	20,00	-	-	-	-	-	-	56	35	32	36 38 40 42	15,99	25,57
11,7	15,0	0,62	0,02	0,24	AI-La	18,00	16	1	2	2,09	8,558	0,36	-	-	-	- - - -	-	-

Tabella 4.1 – Stratigrafia geotecnica semplificata

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione delle 4 prove penetrometriche statiche con punta elettrica CPTU con rif. U33-18. Tale quota è stata rilevata in data 03/07/2018 alla profondità di -0,90 m dal p.c. per la CPTU1 e CPTU2, a -0,70 m dal p.c. per la prova CPTU3 e a -1,00 m dal p.c. per la CPTU4.

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 dei tralicci della nuova linea elettrica 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, lì 05/07/2018

Dott. Geologo Thomas Veronese

*Thomas Veronese*

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA</b>	RIF. PROVA:	CPTU n°:
<b>LETTURE DI CAMPAGNA</b>	U33-18	CPTU1

**COMMITTENTE:** Brulli Service s.r.l. **PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.):** 10,80  
**CANTIERE:** connessione linea elettrica, Pomposa (Fe) **PROFONDITA' FALDA (m da p.c.):** 0,90  
**DATA:** 03/07/2018 **PREFORO (m da p.c.):** 0,00

Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	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	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°															
0,02	0,72	0,03	3,41	0,63	1,82	3,56	24,55	2,60	0,27	3,62	3,63	32,51	4,23	0,10	5,42	7,00	46,33	47,37	0,25	7,22	4,53	31,83	84,00	0,34	0,04	1,27	4,47	8,30	0,56	1,84	3,37	24,10	1,79	0,29	3,64	3,21	28,95	2,28	0,11	5,44	7,16	46,55	48,19	0,25	7,24	4,74	28,27	61,21	0,34
0,06	1,81	5,91	10,19	0,50	1,86	3,20	23,88	0,16	0,27	3,66	2,98	24,18	3,91	0,08	5,46	7,35	47,11	49,81	0,27	7,26	4,86	26,93	53,89	0,35	0,08	2,35	6,36	12,07	0,43	1,88	3,01	21,96	5,54	0,21	3,68	3,08	21,84	2,28	0,08	5,48	7,53	47,55	51,44	0,27	7,28	4,89	25,05	53,89	0,34
0,10	3,18	7,58	15,63	0,29	1,90	2,88	21,30	7,17	0,21	3,70	3,37	22,51	0,16	0,10	5,50	7,63	48,22	52,25	0,26	7,30	4,94	24,38	55,51	0,34	0,12	3,35	8,25	14,81	0,30	1,92	2,67	21,30	7,98	0,21	3,72	3,43	25,18	0,16	0,10	5,52	7,59	49,44	51,44	0,26	7,32	4,94	25,82	55,51	0,34
0,14	3,37	9,25	14,00	0,29	1,94	2,37	21,64	10,42	0,22	3,74	3,45	25,62	2,28	0,10	5,54	7,49	50,66	50,63	0,29	7,34	4,94	26,27	56,33	0,34	0,16	3,34	10,58	14,00	0,29	1,96	1,95	22,19	12,87	0,21	3,76	3,56	23,96	3,09	0,07	5,56	7,47	51,88	51,44	0,27	7,36	4,87	27,82	56,33	0,34
0,18	3,25	11,36	13,19	0,30	1,98	1,43	23,75	16,12	0,20	3,78	3,74	22,96	3,09	0,11	5,58	7,49	52,77	50,63	0,29	7,38	4,82	30,60	55,51	0,35	0,20	3,19	12,80	13,19	0,29	2,00	1,05	27,09	17,75	0,21	3,80	3,85	22,63	4,73	0,10	5,60	7,57	53,88	52,25	0,29	7,40	4,82	32,93	56,33	0,34
0,22	3,23	14,03	13,19	0,29	2,02	0,77	31,97	19,37	0,21	3,82	3,82	19,07	5,54	0,11	5,62	7,52	54,10	52,25	0,29	7,42	4,86	33,49	56,33	0,34	0,24	3,36	14,36	14,00	0,27	2,04	0,65	37,31	19,37	0,21	3,84	3,81	17,19	5,54	0,10	5,64	7,39	53,99	50,63	0,29	7,44	4,90	33,71	57,95	0,35
0,26	3,47	14,80	14,00	0,29	2,06	1,12	41,65	16,12	0,20	3,86	3,78	16,52	8,79	0,08	5,66	7,14	53,88	48,19	0,29	7,46	4,99	33,83	58,77	0,35	0,28	3,46	15,03	14,00	0,30	2,08	2,31	38,20	6,35	0,21	3,88	3,99	16,68	13,19	0,08	5,68	6,82	53,43	44,93	0,29	7,48	4,95	34,16	58,77	0,34
0,30	3,40	15,36	13,19	0,29	2,10	3,05	31,76	3,09	0,19	3,90	4,05	18,91	13,19	0,08	5,70	6,62	53,43	44,11	0,29	7,50	4,72	34,38	56,33	0,35	0,32	3,31	16,14	13,19	0,30	2,12	3,14	25,98	3,91	0,19	3,92	4,00	21,91	12,37	0,08	5,72	6,62	53,77	44,11	0,29	7,52	4,54	34,49	53,89	0,34
0,34	3,23	17,14	13,19	0,30	2,14	3,12	22,20	5,54	0,20	3,94	4,16	24,68	13,19	0,08	5,74	6,65	53,32	45,75	0,29	7,54	4,43	34,94	53,89	0,35	0,36	3,23	17,80	13,19	0,29	2,16	3,13	19,10	5,54	0,19	3,96	4,57	27,80	15,63	0,08	5,76	6,73	52,76	46,56	0,30	7,56	4,35	35,38	53,89	0,34
0,38	3,34	18,13	14,00	0,29	2,18	3,12	17,87	6,35	0,18	3,98	5,18	29,57	19,69	0,08	5,78	6,75	51,43	46,56	0,29	7,58	4,29	35,93	54,70	0,36	0,40	3,65	18,91	15,63	0,29	2,20	3,10	17,99	7,17	0,18	4,00	5,85	30,57	23,77	0,08	5,80	6,64	50,32	44,11	0,30	7,60	4,24	36,27	55,51	0,36
0,42	4,37	19,69	19,69	0,29	2,22	3,12	16,99	7,17	0,17	4,02	6,57	31,36	27,02	0,08	5,82	6,46	49,43	42,49	0,29	7,62	4,25	36,27	56,33	0,35	0,44	5,37	21,46	25,39	0,27	2,24	3,15	17,32	7,98	0,17	4,04	7,07	30,14	27,83	0,08	5,84	6,21	48,76	40,05	0,29	7,64	4,30	36,16	56,33	0,34
0,46	5,96	23,46	28,65	0,27	2,26	3,17	17,43	8,79	0,15	4,06	7,38	29,47	27,83	0,07	5,86	5,97	48,10	37,61	0,29	7,66	4,37	36,05	57,95	0,36	0,48	6,29	24,68	31,09	0,26	2,28	3,14	17,88	10,42	0,18	4,08	7,58	29,91	27,83	0,08	5,88	5,71	44,57	54,70	0,34	7,68	4,47	35,93	58,77	0,38
0,50	6,53	25,35	31,09	0,27	2,30	3,12	18,11	10,42	0,16	4,10	7,82	31,02	29,47	0,08	5,90	5,53	44,68	51,44	0,34	7,70	4,65	35,71	61,21	0,36	0,52	6,70	26,24	31,91	0,26	2,32	3,08	18,00	11,23	0,16	4,12	8,10	33,02	31,91	0,08	5,92	5,41	45,57	49,81	0,34	7,72	4,86	35,71	63,65	0,36
0,54	6,75	27,01	33,53	0,26	2,34	2,95	19,11	12,05	0,16	4,14	8,35	35,36	34,35	0,08	5,94	5,35	46,01	49,00	0,35	7,74	5,07	36,04	66,09	0,38	0,56	6,75	27,90	33,53	0,26	2,36	2,79	19,78	13,68	0,16	4,16	8,52	37,91	35,16	0,10	5,96	5,33	46,12	47,37	0,34	7,76	5,39	36,82	70,17	0,38
0,58	6,77	28,57	35,16	0,26	2,38	2,67	20,67	14,49	0,16	4,18	8,82	40,25	38,42	0,08	5,98	5,36	45,46	47,37	0,35	7,78	5,77	37,27	75,05	0,38	0,60	6,88	28,12	36,79	0,26	2,40	2,63	22,01	14,49	0,17	4,20	8,92	41,80	40,05	0,08	6,00	5,39	44,90	47,37	0,34	7,80	6,17	38,04	79,12	0,39
0,62	6,95	27,34	39,23	0,26	2,42	2,63	22,35	15,31	0,17	4,22	8,80	44,14	38,42	0,10	6,02	5,40	44,01	46,56	0,35	7,82	6,43	38,71	80,75	0,39	0,64	6,77	28,34	38,42	0,27	2,44	2,60	22,57	15,31	0,16	4,24	8,80	45,25	40,05	0,10	6,04	5,38	43,12	45,75	0,36	7,84	6,54	39,93	80,75	0,39
0,66	6,51	29,00	37,61	0,27	2,46	2,46	21,90	16,12	0,17	4,26	8,92	46,58	41,67	0,12	6,06	5,29	42,79	44,11	0,34	7,86	6,58	37,39	125,51	0,38	0,68	6,41	30,11	37,61	0,26	2,48	2,30	20,68	16,93	0,17	4,28	9,15	47,58	44,11	0,11	6,08	5,18	42,35	43,30	0,35	7,88	6,66	38,83	113,31	0,39
0,70	6,25	30,67	36,79	0,27	2,50	2,16	20,02	18,56	0,15	4,30	9,32	47,91	45,75	0,10	6,10	5,06	42,35	41,67	0,36	7,90	6,71	41,16	106,79	0,39	0,72	5,96	31,33	35,16	0,26	2,52	1,96	20,14	19,37	0,15	4,32	9,27	48,91	45,75	0,11	6,12	4,87	42,35	40,05	0,36	7,92	6,75	43,72	102,73	0,43
0,74	5,63	32,22	32,72	0,29	2,54	1,61	20,14	21,01	0,17	4,34	9,06	50,02	44,93	0,11	6,14	4,64	42,24	37,61	0,35	7,94	6,79	45,61	99,47	0,40	0,76	5,35	32,22	31,91	0,27	2,56	1,13	19,58	23,45	0,16	4,36	8,62	50,80	41,67	0,11	6,16	4,40	42,12	35,97	0,36	7,96	6,84	47,16	97,03	0,42
0,78	5,16	31,89	31,09	0,26	2,58	0,78	23,03	25,07	0,18	4,38	8,09	52,91	38,42	0,10	6,18	4,30	42,35	35,16	0,38	7,98	6,82	47,83	92,95	0,43	0,80	5,14	31,32	31,91	0,27	2,60	0,56	29,59	25,89	0,18	4,40	7,80	54,13	36,79	0,11	6,20	4,31	41,90	35,97	0,36	8,00	6,78	49,72	89,70	0,43
0,82	5,22	31,32	33,53	0,29	2,62	0,80	36,92	22,63	0,17	4,42	7,82	55,02	38,42	0,12	6,22	4,41	41,79	37,61	0,36	8,02	6,77	51,05	87,26	0,43	0,84	5,22	31,55	33,53	0,29	2,64	1,73	38,15	15,31	0,17	4,44	7,80	55,35	38,42	0,12	6,24	4,51	41,68	38,42	0,36	8,04	6,83	51,94	87,26	0,45
0,86	5,05	32,99	32,72	0,26	2,66	2,70	32,82	8,79	0,17	4,46	7,68	55,12	39,23	0,13	6,26	4,45	41,90	37,61	0,38	8,06	6,86	51,94	85,63	0,45	0,88	4,77	27,03	22,14	0,27	2,68	3,00	29,15	8,79	0,16	4,48	7,62	54,34	40,05	0,13	6,28	4,33	41,68	35,97	0,39	8,08	6,81	51,94	84,00	0,45
0,90	4,55	24,70	19,69	0,26	2,70	3,08	25,94	9,61	0,17	4,50	7,59	52,57	40,05	0,12	6,30	4,23	41,23	34,35	0,38	8,10	6,65	52,38	80,75	0,45	0,92	4,34	22,37	17,25	0,25	2,72	3,00	23,71	11,23	0,15	4,52	7,57	50,45	40,86	0,12	6,32	4,16	40,68	32,72	0,38	8,12	6,52	53,16	78,31	0,47
0,94	4,13	20,04	14,80	0,24	2,74	3,00	19,49	12,05	0,15	4,54	7,46	49,56	40,05	0,14	6,34	4,17	40,68	33,53	0,39	8,14	6,40	53,27	75,86	0,48	0,96	3,90	26,48	14,00	0,25	2,76	3,05	17,72	12,05	0,16	4,56	7,22	49,23	38,42	0,13	6,36	4,27	39,79	34,35	0,39	8,16	6,37	53,49	75,86	0,47
0,98	4,42	27,70	18,07	0,2																																													



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA											RIF. PROVA:		CPTU n°:						
LETTURE DI CAMPAGNA											U33-18		CPTU1						
COMMITTENTE: Brulli Service s.r.l.					PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 10,80														
CANTIERE: connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)					PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 0,90														
DATA: 03/07/2018					PREFORO (m da p.c.): 0,00														
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	5,43	45,25	79,93	0,62	10,70	19,96	74,35	95,16	0,50										
9,04	5,05	45,25	73,42	0,64	10,72	20,19	83,13	96,55	0,47										
9,06	4,80	45,14	70,98	0,62	10,74	21,12	91,91	97,95	0,45										
9,08	4,70	44,59	69,35	0,63	10,76	22,99	100,68	99,34	0,42										
9,10	4,46	44,70	71,79	0,62	10,78	24,85	109,46	100,73	0,39										
9,12	4,30	43,47	69,35	0,63	10,80	26,72	118,23	102,13	0,37										
9,14	4,17	41,69	67,72	0,64															
9,16	4,05	39,69	65,28	0,62															
9,18	3,89	37,92	62,84	0,63															
9,20	3,70	36,91	60,39	0,62															
9,22	3,60	36,69	59,58	0,61															
9,24	3,57	37,47	60,39	0,64															
9,26	3,52	37,35	59,58	0,62															
9,28	3,38	36,57	56,33	0,63															
9,30	3,23	36,13	53,07	0,63															
9,32	3,13	35,91	50,63	0,64															
9,34	3,24	35,68	53,07	0,63															
9,36	3,38	35,46	53,89	0,63															
9,38	3,48	35,46	53,89	0,63															
9,40	3,50	34,68	48,19	0,62															
9,42	3,44	33,24	42,49	0,63															
9,44	3,36	31,24	40,05	0,63															
9,46	3,44	29,57	40,86	0,64															
9,48	3,48	28,90	40,86	0,62															
9,50	3,61	27,57	42,49	0,62															
9,52	3,59	27,57	40,86	0,63															
9,54	3,53	26,90	40,05	0,64															
9,56	3,59	26,24	40,86	0,63															
9,58	3,63	25,46	40,86	0,64															
9,60	3,66	24,68	43,30	0,63															
9,62	3,69	23,12	44,93	0,63															
9,64	3,69	23,01	44,93	0,62															
9,66	3,68	23,46	45,75	0,63															
9,68	3,70	23,90	46,56	0,64															
9,70	3,76	24,46	49,00	0,64															
9,72	3,83	25,01	50,63	0,64															
9,74	3,83	25,24	51,44	0,64															
9,76	3,82	25,68	50,63	0,63															
9,78	3,87	25,91	51,44	0,64															
9,80	4,01	25,91	54,70	0,64															
9,82	4,28	26,13	58,77	0,66															
9,84	4,50	26,35	60,39	0,66															
9,86	4,72	26,57	62,02	0,66															
9,88	4,55	24,04	112,49	0,66															
9,90	4,57	25,27	105,17	0,66															
9,92	4,59	26,71	102,73	0,66															
9,94	4,58	28,05	100,28	0,66															
9,96	4,55	29,93	97,03	0,66															
9,98	4,52	30,60	92,95	0,66															
10,00	4,47	32,05	89,70	0,66															
10,02	4,46	32,71	88,07	0,66															
10,04	4,44	33,16	86,45	0,66															
10,06	4,42	32,27	84,00	0,66															
10,08	4,52	33,05	84,81	0,66															
10,10	4,46	34,38	82,37	0,68															
10,12	4,74	33,82	86,45	0,68															
10,14	4,94	34,16	88,07	0,67															
10,16	5,05	33,16	88,07	0,67															
10,18	5,17	33,16	87,26	0,68															
10,20	5,17	32,04	85,63	0,67															
10,22	5,14	31,71	80,75	0,67															
10,24	5,07	31,27	79,93	0,68															
10,26	5,08	30,71	79,93	0,68															
10,28	5,13	29,49	81,56	0,68															
10,30	5,05	29,93	77,49	0,67															
10,32	4,93	30,26	76,67	0,67															
10,34	4,66	32,71	72,61	0,68															
10,36	4,69	35,71	75,05	0,71															
10,38	4,97	33,82	78,31	0,70															
10,40	5,35	33,04	86,45	0,71															
10,42	5,54	33,70	87,26	0,70															
10,44	5,45	36,04	84,00	0,70															
10,46	4,75	36,93	73,42	0,70															
10,48	4,35	36,82	68,53	0,68															
10,50	4,77	36,25	76,67	0,70															
10,52	4,69	34,14	76,67	0,68															
10,54	4,66	29,92	82,37	0,67															
10,56	4,88	30,70	85,63	0,66															
10,58	5,39	27,70	91,33	0,70															
10,60	5,81	22,47	93,77	0,70															
10,62	6,46	20,14	111,68	0,68															
10,64	12,57	48,03	92,14	0,55															
10,66	17,49	56,80	82,37	0,55															
10,68	19,73	65,58	93,77	0,52															

qc = resist. alla punta (Mpa)

Inc. = inclinazione dalla verticale (°)

fs = resist. per attrito lat. (kPa)

Diametro punta: 3.57 cm

U = pressione neutra (kPa)

Area punta: 10 cm<sup>2</sup>

Punta: Tecnopenta G1 CPL2In











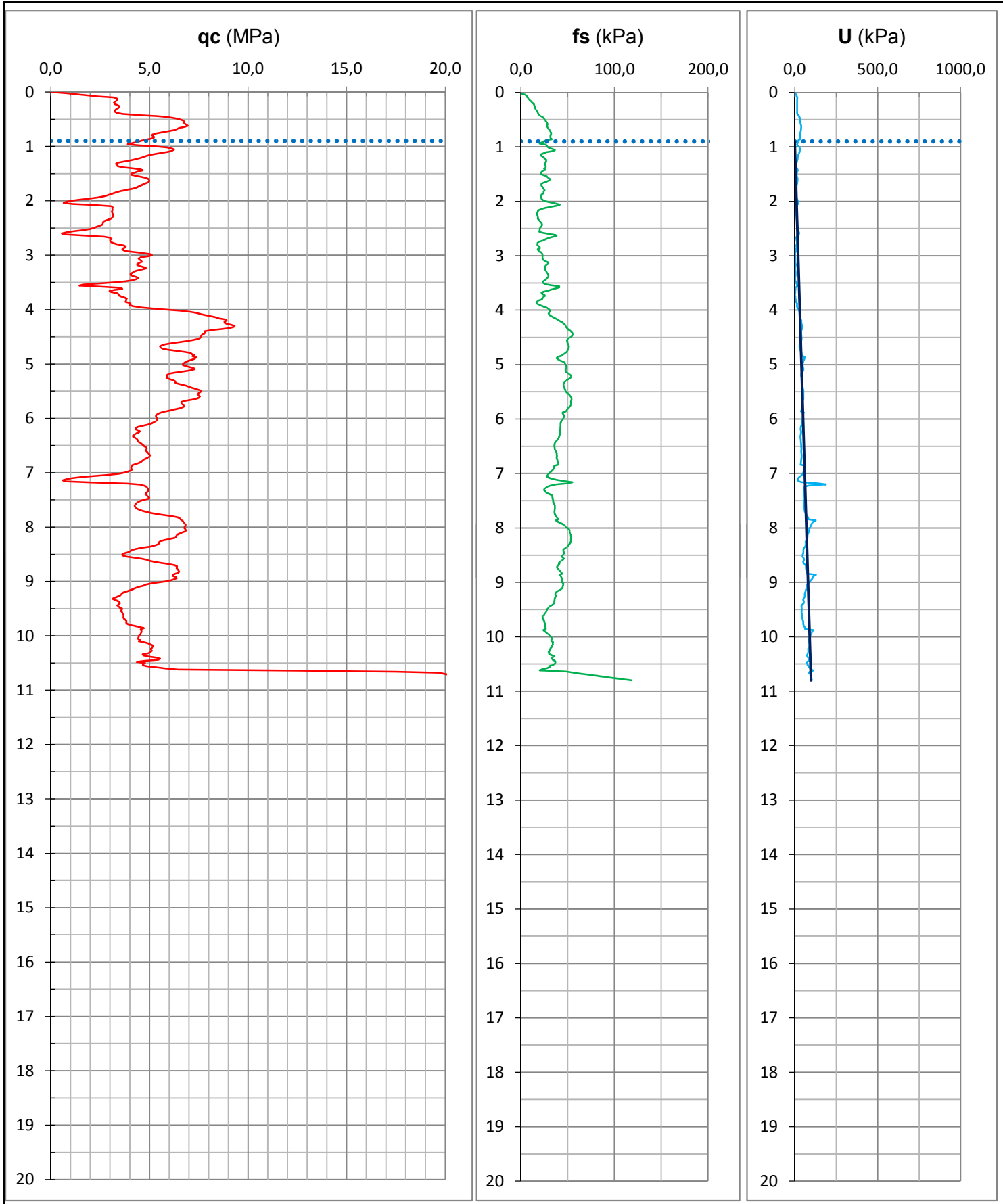


**PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA**  
**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U33-18	CPTU1

COMMITTENTE: Brulli Service s.r.l.  
 CANTIERE: connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)  
 DATA: 03/07/2018

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 10,80  
 PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 0,90  
 PREFORO (m da p.c.): 0,00





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

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U33-18	CPTU2

COMMITTENTE: Brulli Service s.r.l.

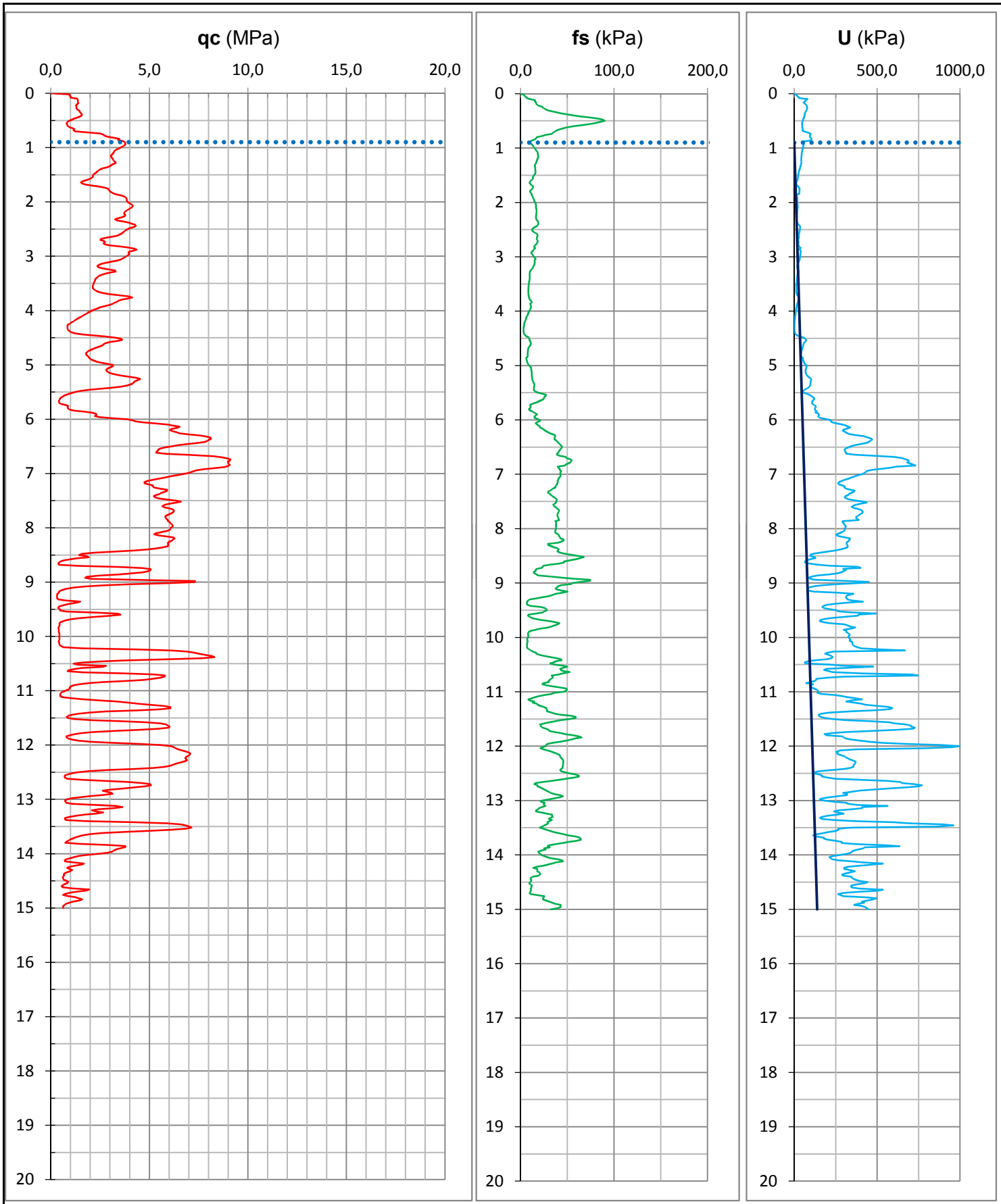
CANTIERE: connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)

DATA: 03/07/2018

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 15,00

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 0,90

PREFORO (m da p.c.): 0,00

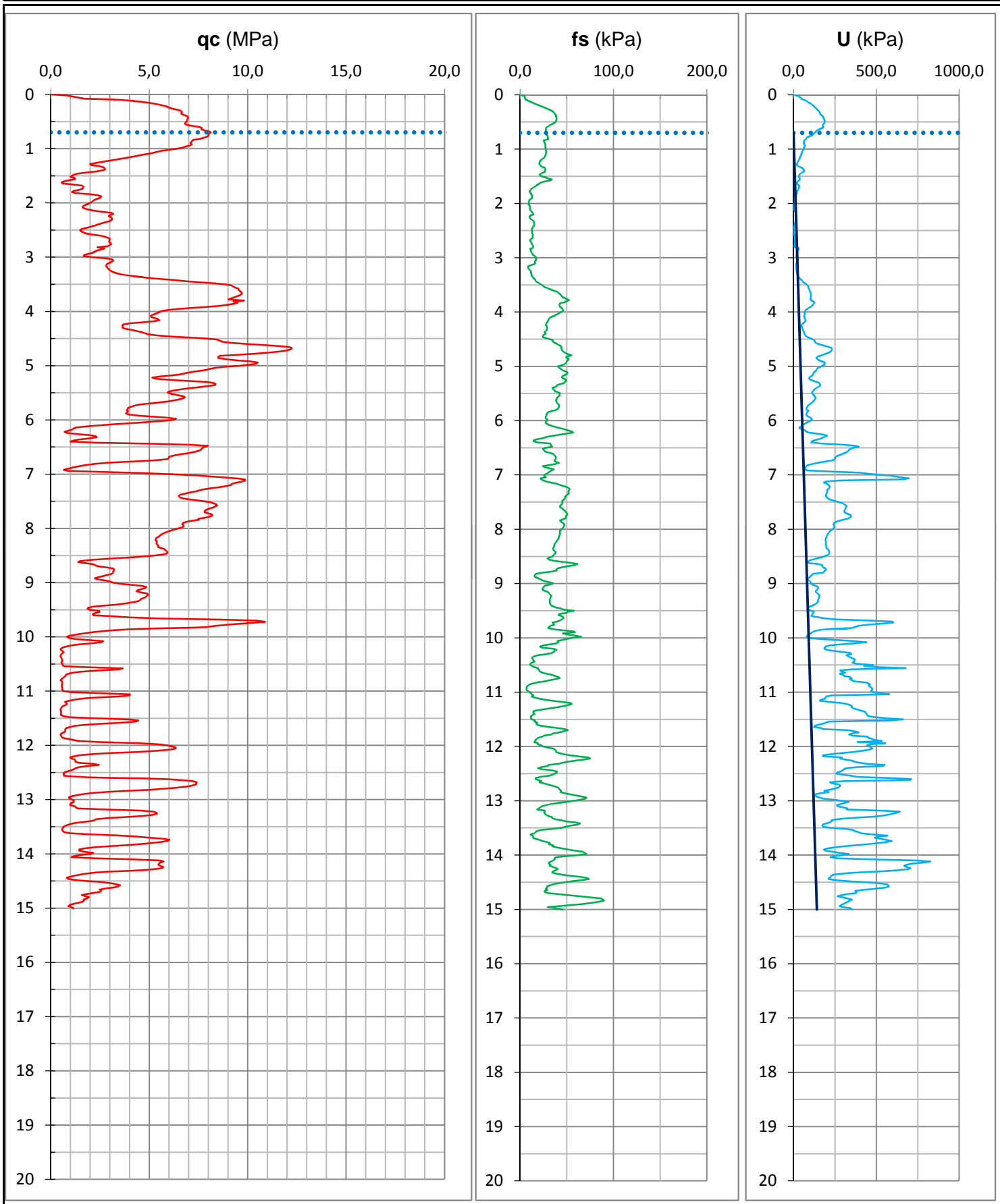


**PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA**  
**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U33-18	CPTU3

COMMITTENTE: Brulli Service s.r.l.  
 CANTIERE: connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)  
 DATA: 03/07/2018

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 15,00  
 PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 0,70  
 PREFORO (m da p.c.): 0,00

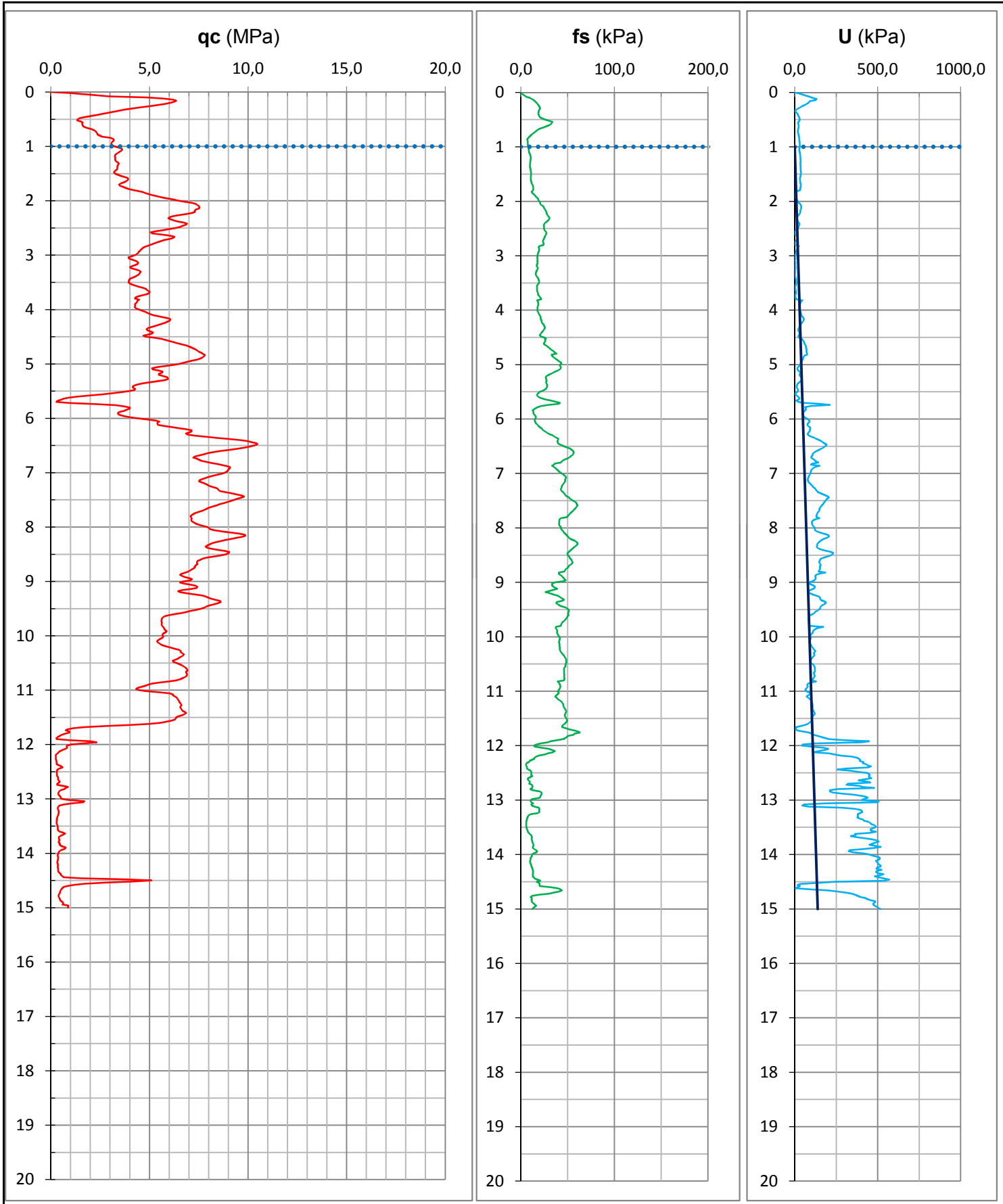


**PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA**  
**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U33-18	CPTU4

COMMITTENTE: Brulli Service s.r.l.  
 CANTIERE: connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)  
 DATA: 03/07/2018

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 15,00  
 PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,00  
 PREFORO (m da p.c.): 0,00



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di

## INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente **Brulli Service s.r.l.**

-Prova n° **CPTU1**

-Cantiere **connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)**

-Data prova **03/07/2018**

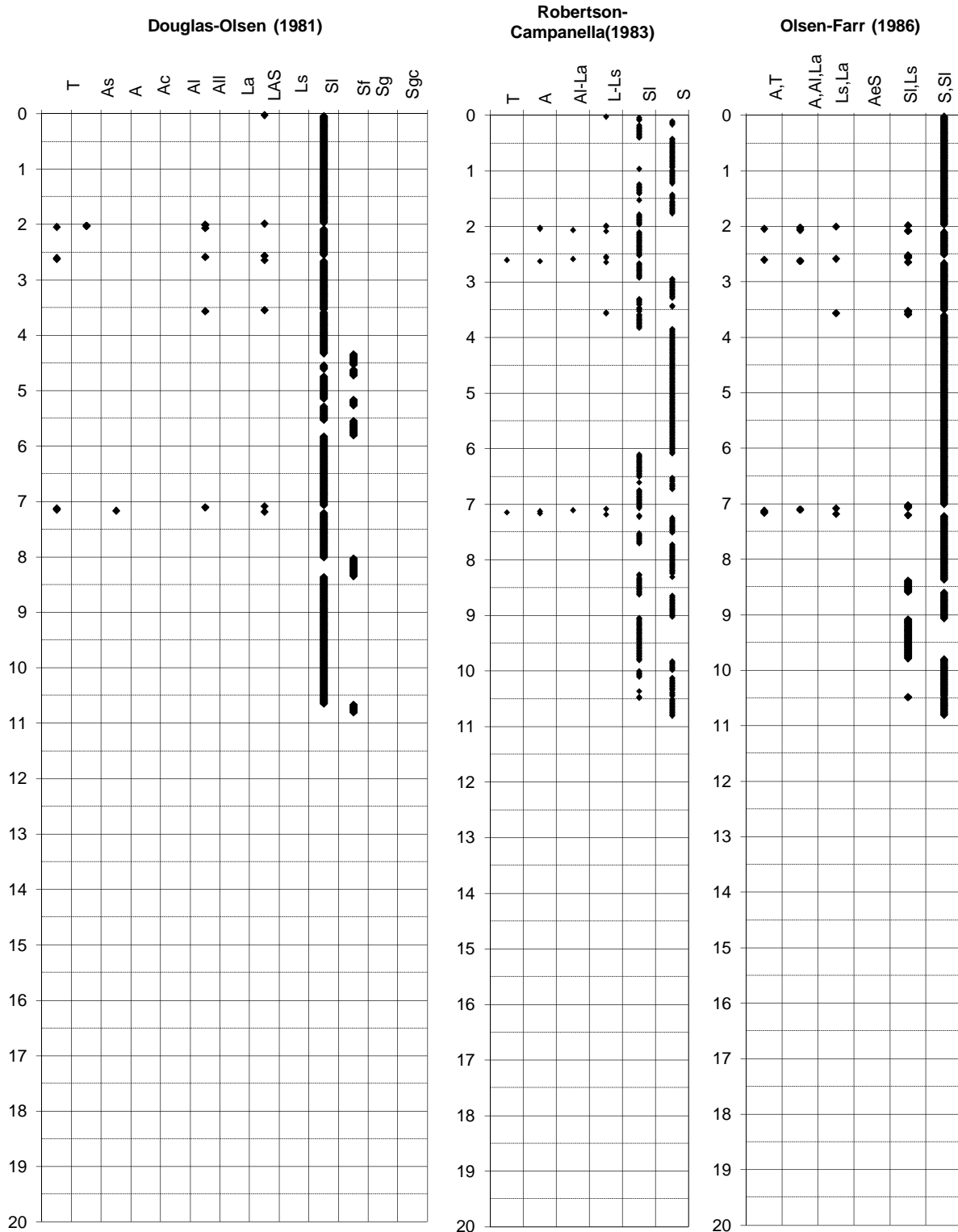
-Quota p.c. -2,30 m s.l.m.

-Prof. preforo m

-Livello di falda 0,90 m da p.c.

-Prof. finale **10,80 m**

-Attrezzatura Punta elettrica con piezocono



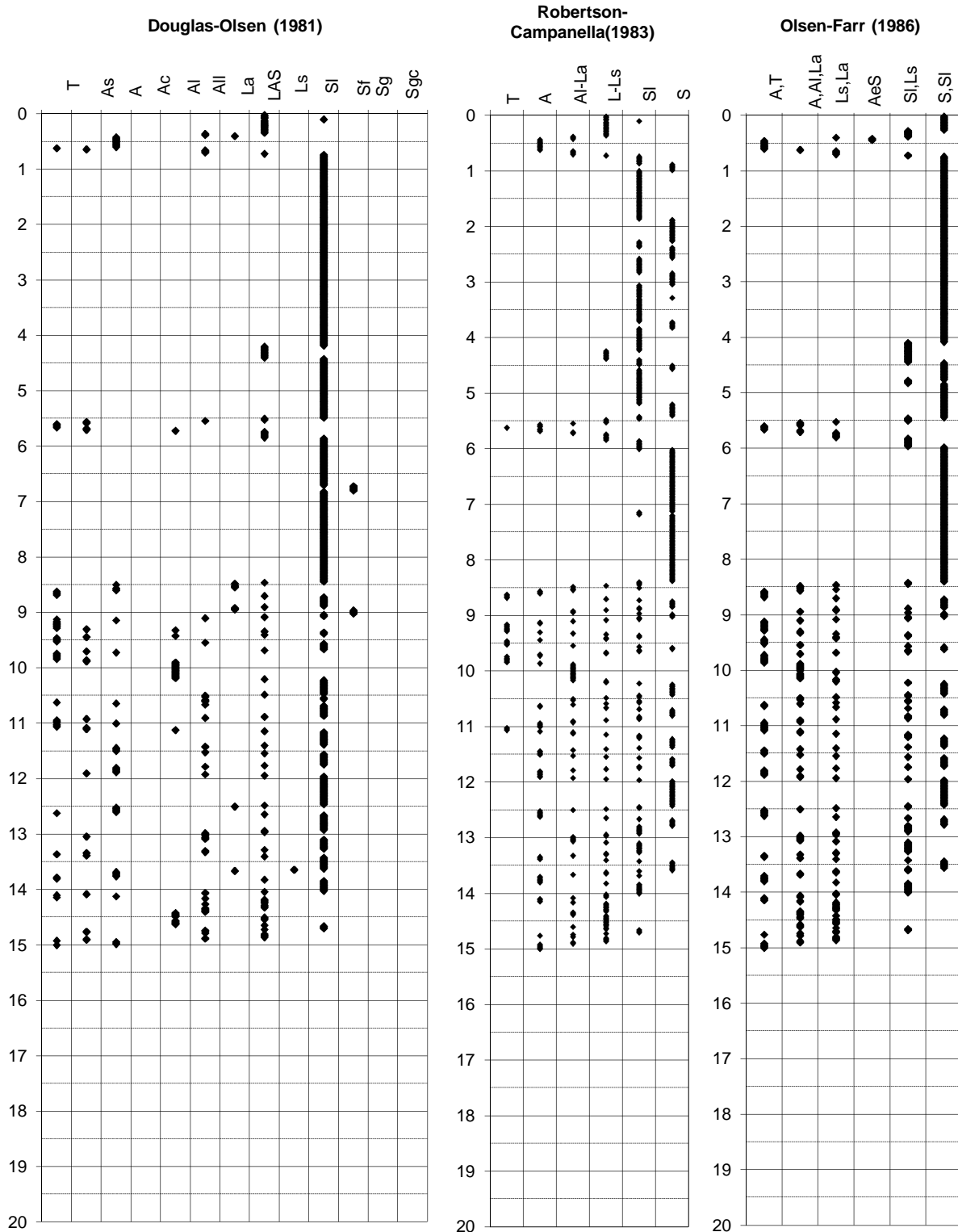
# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di

## INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente **Brulli Service s.r.l.**  
 -Cantiere **connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)**  
 -Quota p.c. -2,30 m s.l.m.  
 -Livello di falda 0,90 m da p.c.  
 -Attrezzatura Punta elettrica con piezocono

-Prova n° **CPTU2**  
 -Data prova **03/07/2018**  
 -Prof. preforo m  
 -Prof. finale **15,00 m**



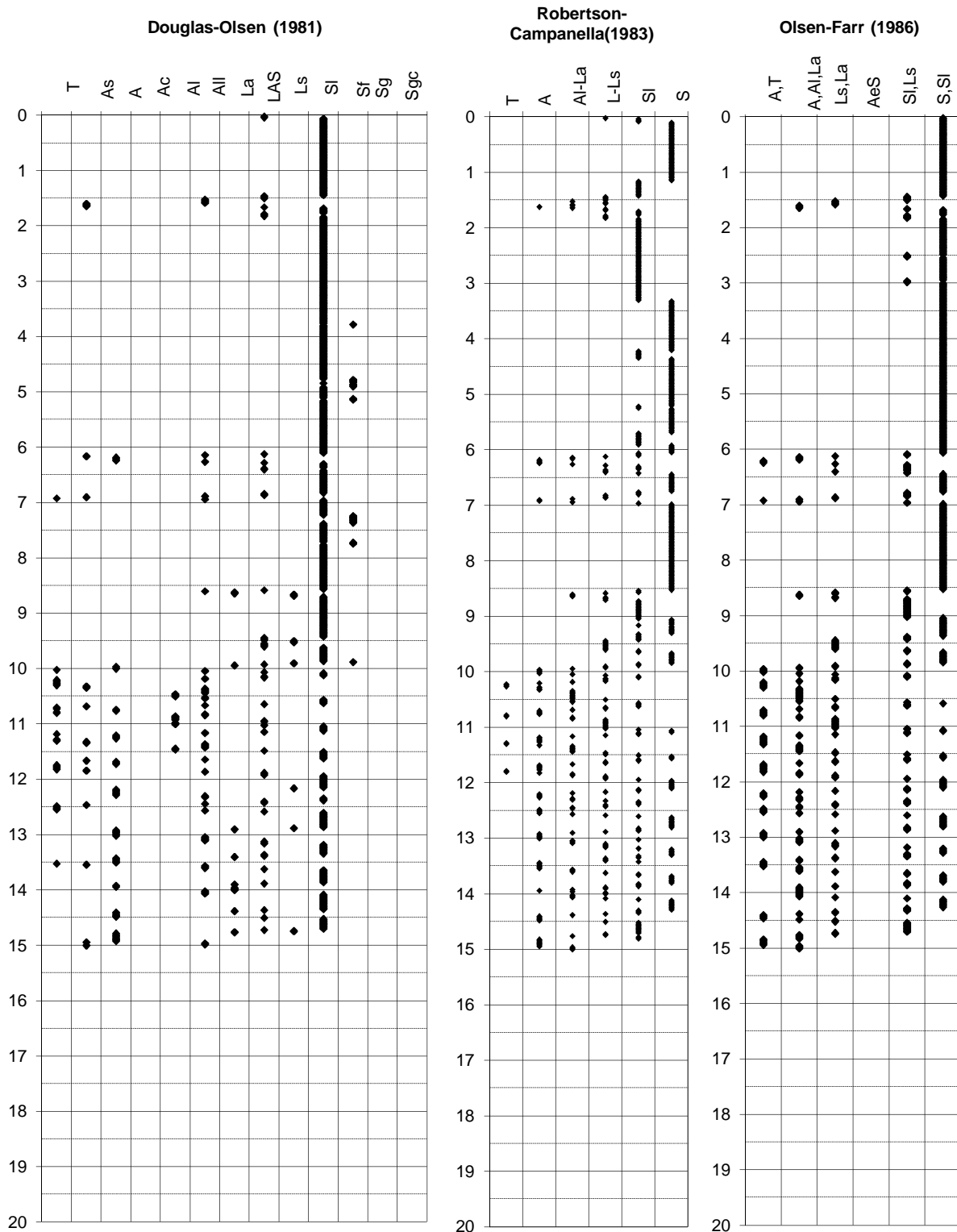
# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di

## INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente **Brulli Service s.r.l.**  
 -Cantiere **connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)**  
 -Quota p.c. -1,60 m s.l.m.  
 -Livello di falda 0,70 m da p.c.  
 -Attrezzatura Punta elettrica con piezocono

-Prova n° **CPTU3**  
 -Data prova **03/07/2018**  
 -Prof. preforo m  
 -Prof. finale **15,00 m**



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di

## INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente **Brulli Service s.r.l.**

-Prova n° **CPTU4**

-Cantiere **connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)**

-Data prova **03/07/2018**

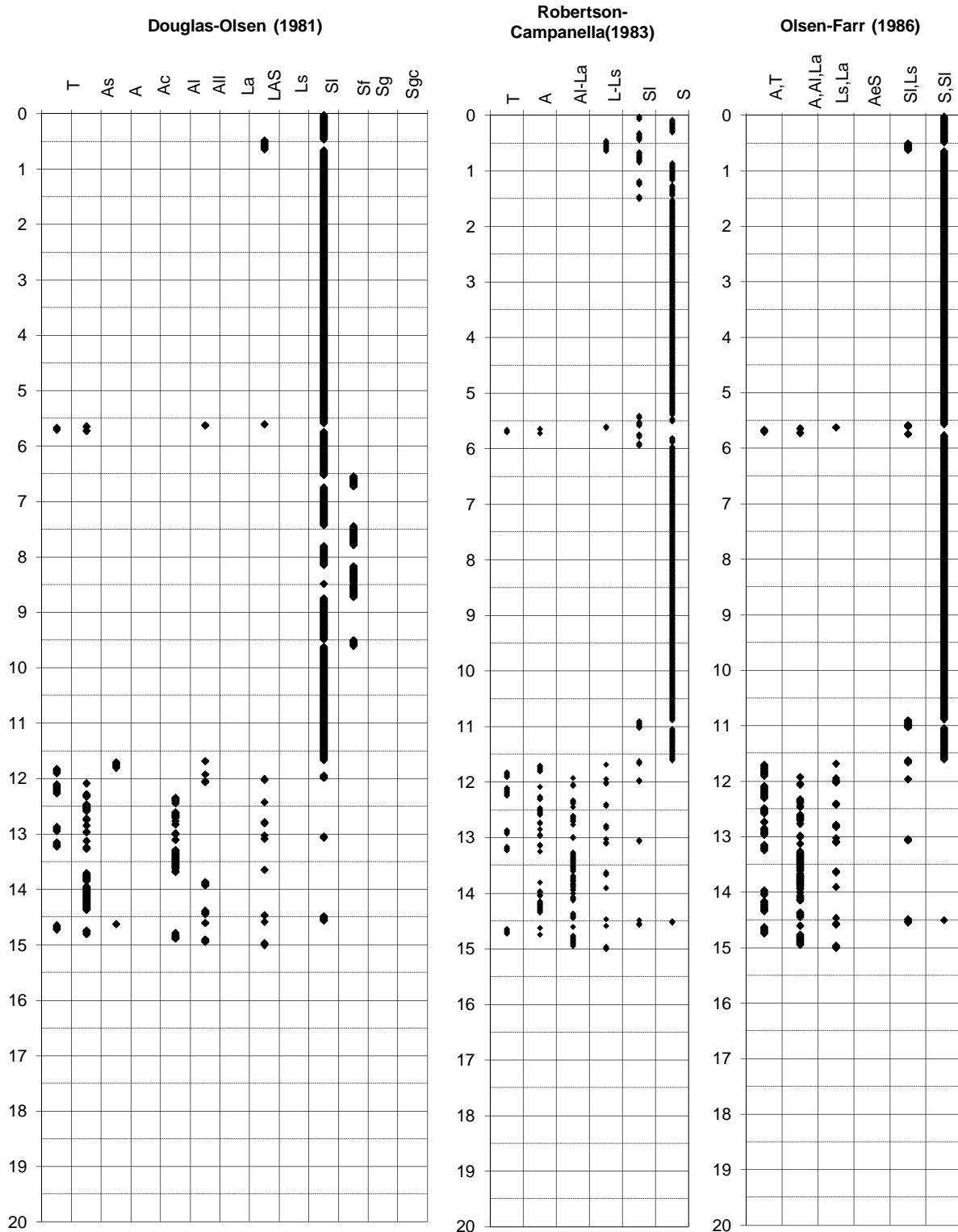
-Quota p.c. -1,40 m s.l.m.

-Prof. preforo m

-Livello di falda 1,00 m da p.c.

-Prof. finale **15,00 m**

-Attrezzatura Punta elettrica con piezocono



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di 0

**PARAMETRI GEOTECNICI**

-Committente	<b>Brulli Service s.r.l.</b>	-Prova n°	<b>CPTU1</b>
-Cantiere	<b>connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)</b>	-Data prova	<b>03/07/2018</b>
-Quota p.c.	<b>-2,30</b> m s.l.m.	-Prof. preforo	<b>0,00</b> m
-Livello di falda	<b>0,90</b> m da p.c.	-Prof. finale	<b>10,80</b> m

DA m	A m	qcm MPa	fsm MPa	deltaU MPa	litol. (-)	Peso Vol. kN/m3	MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI								
							Cu (qc) KPa	OCR (qc) (-)	OCR (U) (-)	M <sub>0</sub> MPa	Eu50 MPa	CR (-)	Dr (%)	FI' <sub>DM</sub> (°)	FI' <sub>Bottom</sub> (°)	FI'Schm. (°)	E'25 MPa	M <sub>0</sub> MPa			
<b>0,0</b>	<b>1,9</b>	4,46	0,02	0,01	<b>S</b>	<b>20,00</b>	-	-	-	-	-	-	80	36	<b>32</b>	39	41	43	44	11,28	<b>18,04</b>
<b>1,9</b>	<b>3,9</b>	3,23	0,02	-0,01	<b>SI</b>	<b>19,00</b>	-	-	-	-	-	-	45	35	<b>31</b>	34	37	39	42	8,57	<b>13,71</b>
<b>3,9</b>	<b>6,1</b>	6,81	0,05	0,00	<b>S</b>	<b>20,00</b>	-	-	-	-	-	-	64	37	<b>33</b>	37	39	41	43	17,02	<b>27,23</b>
<b>6,1</b>	<b>10,6</b>	4,71	0,04	-0,01	<b>S</b>	<b>20,00</b>	-	-	-	-	-	-	39	33	<b>30</b>	33	36	38	41	11,95	<b>19,12</b>
<b>10,6</b>	<b>10,8</b>	17,99	0,07	0,00	<b>Tronco</b>	<b>20,00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di 0

**PARAMETRI GEOTECNICI**

-Committente	<b>Brulli Service s.r.l.</b>	-Prova n°	<b>CPTU2</b>
-Cantiere	<b>connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)</b>	-Data prova	<b>03/07/2018</b>
-Quota p.c.	<b>-2,30</b> m s.l.m.	-Prof. preforo	<b>0,00</b> m
-Livello di falda	<b>0,90</b> m da p.c.	-Prof. finale	<b>15,00</b> m

DA m	A m	qcm MPa	fsm MPa	deltaU MPa	litol. (-)	Peso Vol. kN/m3	MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI								
							Cu (qc) KPa	OCR (qc) (-)	OCR (U) (-)	M <sub>0</sub> MPa	Eu50 MPa	CR (-)	Dr (%)	FI' <sub>DM</sub> (°)	FI' <sub>Bottom</sub> (°)	FI'Schm. (°)	E'25 MPa	M <sub>0</sub> MPa			
0,0	0,7	1,17	0,04	0,00	L-Ls	18,15	70	20	-	4,37	11,91	0,05	64	30	27	37	39	41	43	3,16	5,06
0,7	5,5	2,88	0,01	0,01	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	41	34	30	33	36	38	41	7,21	11,53
5,5	5,8	0,69	0,02	0,06	AI-La	18,00	35	3	7	2,94	14,16	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,8	8,5	5,83	0,04	0,28	S	20,00	-	-	-	-	-	-	51	35	31	35	37	39	42	14,66	23,45
8,5	9,7	1,96	0,03	0,15	L-Ls	20,00	41	3	6	2,69	13,93	0,29	30	29	27	30	33	36	39	8,10	12,97
9,7	10,2	0,46	0,02	0,23	A	17,50	19	1	2	1,90	9,213	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,2	14,1	3,29	0,03	0,23	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	31	31	28	31	34	37	40	10,84	17,35
14,1	15,0	0,94	0,02	0,25	AI-La	18,00	40	2	4	3,64	22,07	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di 0

**PARAMETRI GEOTECNICI**

-Committente	<b>Brulli Service s.r.l.</b>	-Prova n°	<b>CPTU3</b>
-Cantiere	<b>connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)</b>	-Data prova	<b>03/07/2018</b>
-Quota p.c.	<b>-1,60</b> m s.l.m.	-Prof. preforo	<b>0,00</b> m
-Livello di falda	<b>0,70</b> m da p.c.	-Prof. finale	<b>15,00</b> m

DA m	A m	qcm MPa	fsm MPa	deltaU MPa	litol. (-)	Peso Vol. kN/m3	MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI								
							Cu (qc) KPa	OCR (qc) (-)	OCR (U) (-)	M <sub>0</sub> MPa	Eu50 MPa	CR (-)	Dr (%)	FI' <sub>DM</sub> (°)	FI' <sub>Bottom</sub> (°)	FI'Schm. (°)				E'25 MPa	M <sub>0</sub> MPa
0,0	1,4	5,49	0,03	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	93	37	33	41	42	44	45	13,92	22,27
1,4	3,0	2,09	0,01	0,00	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	33	33	29	33	35	38	41	5,51	8,81
3,0	8,5	6,26	0,04	0,11	S	20,00	-	-	-	-	-	-	59	36	32	36	38	40	43	16,19	25,79
8,5	10,0	3,87	0,04	0,08	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	28	31	28	32	35	37	40	10,32	16,47
10,0	11,9	1,19	0,02	0,25	L-Ls	20,00	35	2	4	3,04	16,96	0,33	<20	28	25	28	31	34	38	5,90	9,44
11,9	15,0	2,84	0,04	0,25	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	28	30	27	30	33	36	39	9,79	15,67

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Identificativo	<b>U33-18</b>
Emissione	lug-18
Pagina	1 di 0

**PARAMETRI GEOTECNICI**

-Committente	<b>Brulli Service s.r.l.</b>	-Prova n°	<b>CPTU4</b>
-Cantiere	<b>connessione linea elettrica, Pomposa (Fe)</b>	-Data prova	<b>03/07/2018</b>
-Quota p.c.	<b>-1,40</b> m s.l.m.	-Prof. preforo	<b>0,00</b> m
-Livello di falda	<b>1,00</b> m da p.c.	-Prof. finale	<b>15,00</b> m

DA m	A m	qcm MPa	fsm MPa	deltaU MPa	litol. (-)	Peso Vol. kN/m3	MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI								
							Cu (qc) KPa	OCR (qc) (-)	OCR (U) (-)	M <sub>0</sub> MPa	Eu50 MPa	CR (-)	Dr (%)	FI' <sub>DM</sub> (°)	FI' <sub>Bottom</sub> (°)	FI'Schm. (°)				E'25 MPa	M <sub>0</sub> MPa
<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	3,59	0,02	0,00	<b>S</b>	<b>18,15</b>	-	-	-	-	-	-	96	35	<b>31</b>	41	43	44	46	9,33	<b>14,93</b>
<b>0,5</b>	<b>1,8</b>	3,04	0,01	0,02	<b>SI</b>	<b>19,00</b>	-	-	-	-	-	-	55	34	<b>31</b>	36	38	40	42	7,60	<b>12,16</b>
<b>1,8</b>	<b>11,7</b>	6,30	0,04	0,02	<b>S</b>	<b>20,00</b>	-	-	-	-	-	-	56	35	<b>32</b>	36	38	40	42	15,99	<b>25,57</b>
<b>11,7</b>	<b>15,0</b>	0,62	0,02	0,24	<b>AI-La</b>	<b>18,00</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2,09</b>	<b>8,558</b>	<b>0,36</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-