



Studio Servizi Tecnici
Settore geologia e ambiente

DOTT. GEOL. THOMAS VERONESE

Via Roma, 10

44021 CODIGORO (FE)

Tel e fax. 0533 / 713798 – cell. 335. 5240380

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

MODELLAZIONE GEOLOGICA, SISMICA e GEOTECNICA SULLE INDAGINI

COMUNE DI BAGNARA DI ROMAGNA

PROVINCIA DI RAVENNA

Progetto per ammodernamento di impianto per la produzione di mangimi in ottica 4.0 (mangime Bio/Ogm) sito in via Trupatello a Bagnara di Romagna (Ra). Riferimenti catastali foglio 7 mappale 149 e 65 del comune di Bagnara di Romagna (Ra).



Committente: **EUROVO s.r.l.**
Sede in: via Mensa n. 3
48022 Santa Maria in Fabriago (Ra)

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.

8 gennaio 2020

Timbro



INDICE:

1. PREMESSA	3
NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	4
2. MODELLAZIONE GEOLOGICA	5
2.1. INQUADRAMENTO STRUTTURALE DELL'AREA	5
2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA	7
2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI	12
2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI	14
3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI	15
3.1. DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA	15
<i>Categoria di suolo di fondazione</i>	<i>15</i>
<i>Parametri sismici secondo "D.M. 17 gennaio 2018"</i>	<i>20</i>
<i>Magnitudo di progetto</i>	<i>23</i>
3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE	23
3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI	27
4. MODELLAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI	27
4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	30
4.2. ELABORAZIONE DATI	33
4.2.1. CALCOLO CAPACITA' PORTANTE <i>R_d</i>	33
<i>Cedimenti</i>	<i>36</i>
ALLEGATO ALLA RELAZIONE	40
STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA ..	40
A. INTRODUZIONE	41
B. PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	42
CARTA DELLE INDAGINI	42
CARTA GEOLOGICO TECNICA	44
CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI	47
CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI – MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	49
C. SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	51
CARTA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO <i>S</i> (<i>V_s</i>)	51
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO	53
D. TERZO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	66
CARTA DELL'INDICE DI LIQUEFAZIONE <i>I_{pl}</i>	66
<i>ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE CONDOTTI NEGLI STUDI DI MZ</i>	<i>75</i>
E. SINTESI DEI RISULTATI SUL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE	76

REPORT FOTOGRAFICO



SCPTU1



CPTU2



CPTU3

FASE DI ESECUZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTU

1. PREMESSA

Su incarico della Soc. Eurovo s.r.l., con sede in via Mensa n°3 a Santa Maria in Fabriago (Ra), si redige lo studio per ricostruire la modellazione geologica, sismica e geotecnica sulle indagini per il progetto di *“ammodernamento di impianto per la produzione di mangimi in ottica 4.0 (mangime Bio/Ogm)”* sito in via Trupatello a Bagnara di Romagna (Ra); riferimenti catastali foglio 7 mappale 149 e 65 del comune di Bagnara di Romagna (Ra).

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

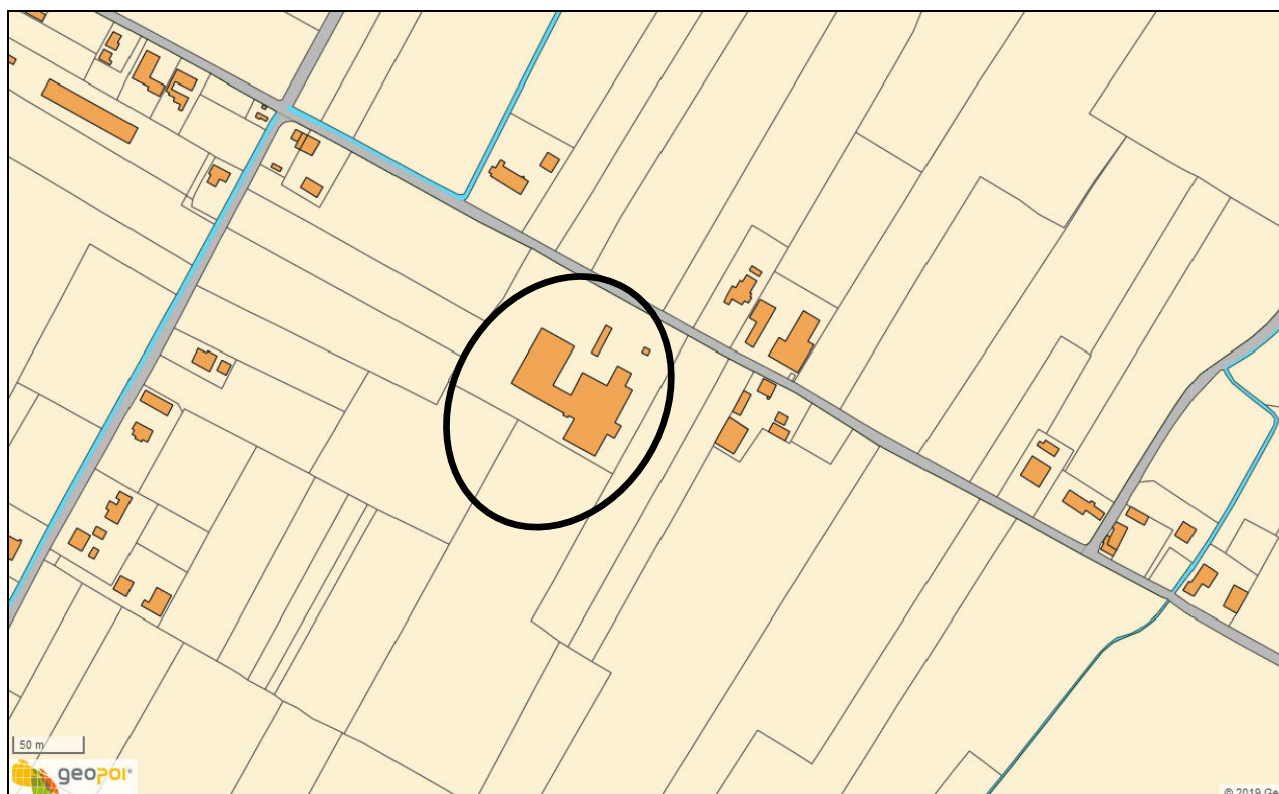


FIGURA 1.1 – Ubicazione dell'area di intervento a Bagnara di Romagna (Fe)

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 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).
- 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. INQUADRAMENTO STRUTTURALE DELL'AREA

Nella **FIGURA 2.1** si riporta una sezione geologica passante per Massa Lombarda, Bagnara di Romagna e Faenza, ubicata poco ad est dell'area in esame, 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.

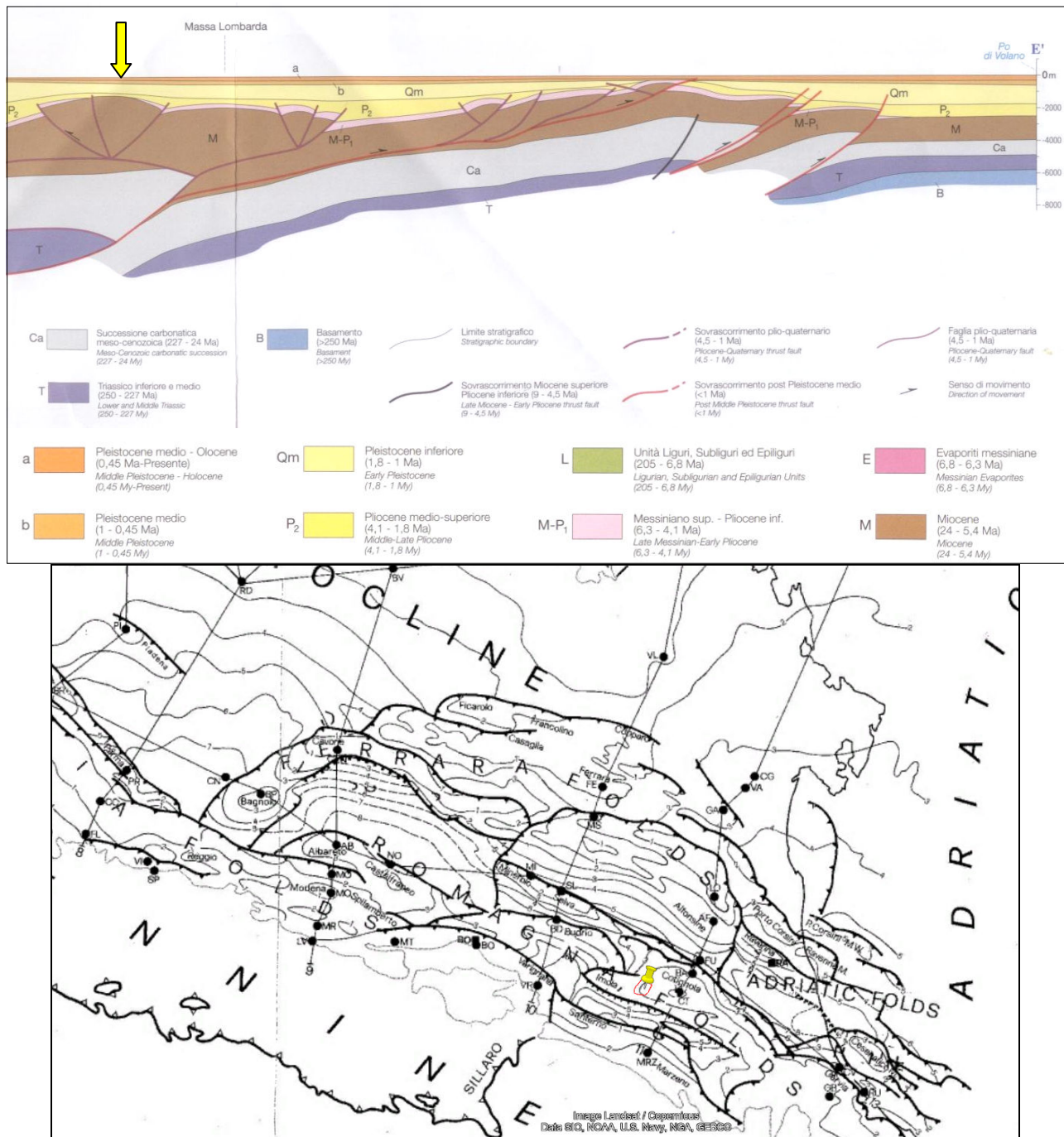


FIGURA 2.1 - Sezione geologica - Tratta dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna. In mappa si vede l'alto strutturale su cui si sviluppa il comune di Bagnara di Romagna (RA)

Nella **FIGURA 2.2** si riporta uno stralcio della Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna (R.E.R., 2004) 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**, in cui il Comune di Bagnara di Romagna è stato inserito nella OPCM 3274/2003.

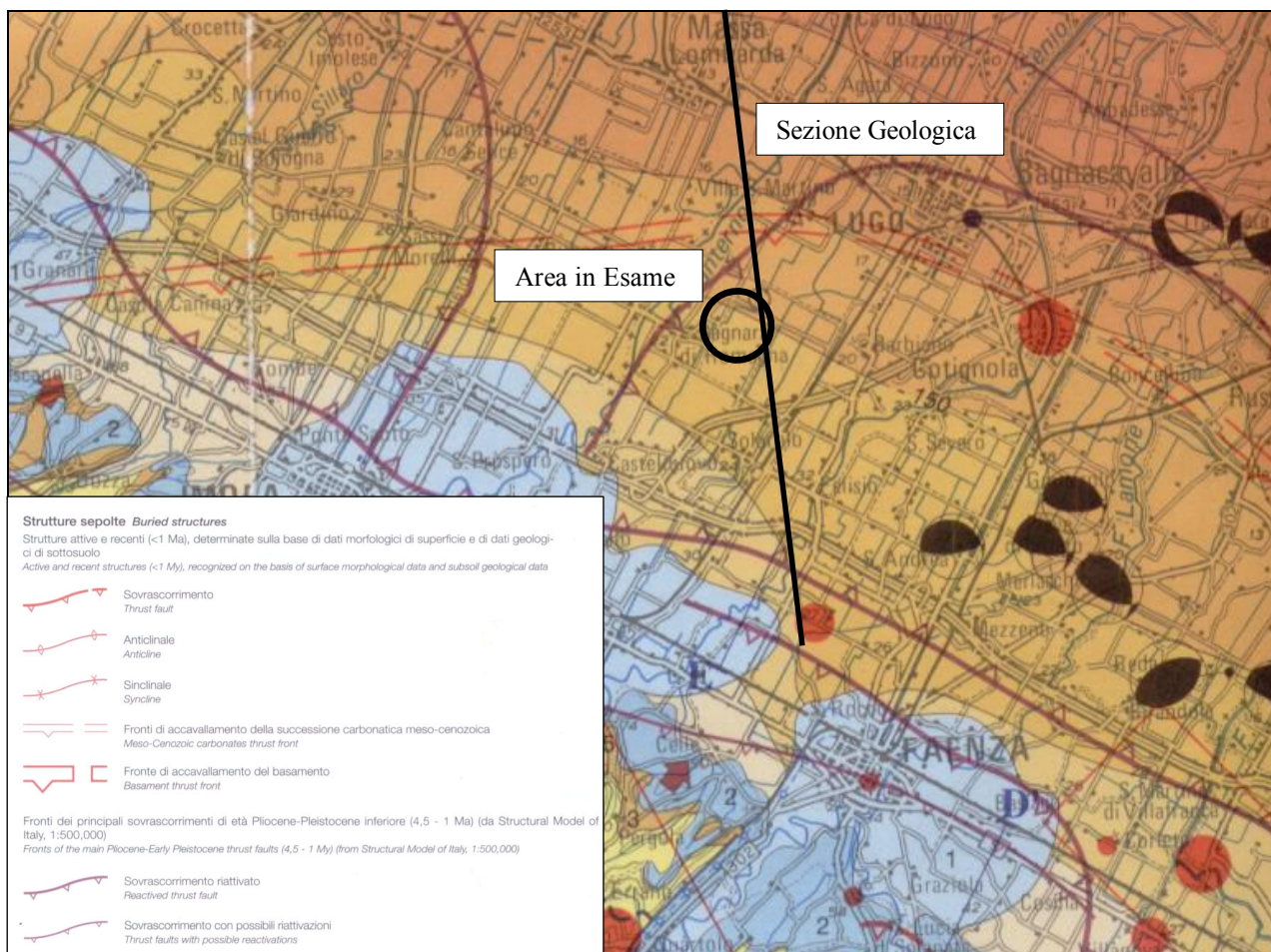


FIGURA 2.2 - Stralcio della Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna (R.E.R., 2004)

Si fa inoltre presente che tutto il territorio comunale di Bagnara di Romagna ricade in parte all'interno della zona sismogenetica 912 e in parte nella zona sismogenetica 914 (**FIGURA 2.3**), e potenzialmente è sede epicentrale di eventi sismici.

La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 e 914 il valore di magnitudo $M = 6,14$.

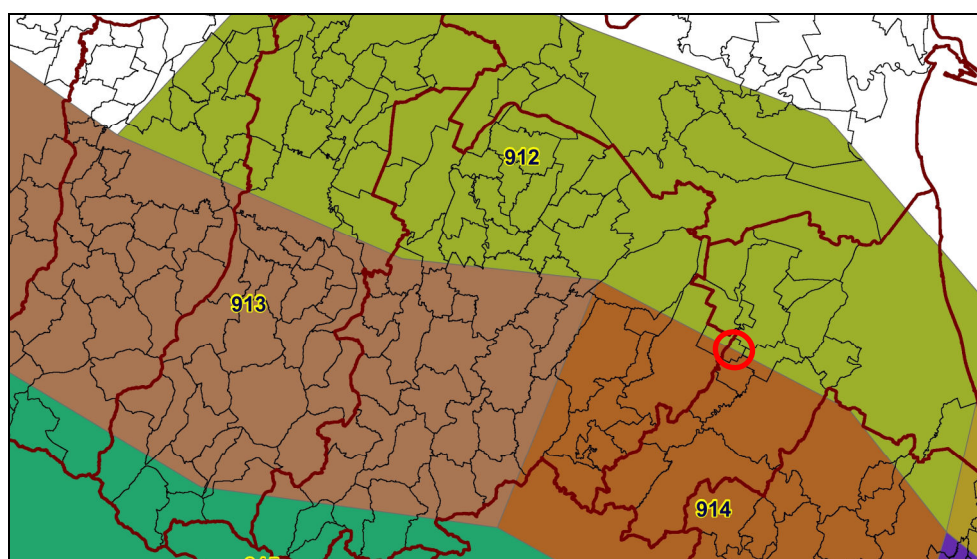


FIGURA 2.3 - Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

La formazione dell'ambiente, nella sua configurazione attuale, è relativamente recente e consegue a ripetute variazioni dei rapporti di equilibrio tra apporti solidi dei corsi d'acqua, entità di subsidenza e, non ultimo, l'intervento umano. Tra le più evidenti e più importanti nel disegnare l'assetto morfologico dell'area in esame si possono elencare i paleoalvei e i coni di esondazione. Per ogni struttura geomorfologica corrisponde, in linea di massima, una caratteristica classe litologica; la granulometria e la storia tensionale, strettamente legata alla storia geologica, ne condizionano le caratteristiche meccaniche ed idrauliche.

L'area in esame appartiene alla successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano denominata AES8a Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - Subsintema di Ravenna – Unità di Modena.

Descrizione: Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi. Depositi alluvionali intravallivi, terrazzati (primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive), deltizi, litorali, di conoide e, localmente, di piana inondabile. Nella costa e nel Mare Adriatico sabbie di cordone litorale e di fronte deltizia passanti ad argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma. Limite superiore coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (meno di 100 cm). Può ricoprire resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Lo spessore massimo dell'unità è generalmente di alcuni metri, talora plurimetrico. Età: Olocene.

In **FIGURA 2.4** si riporta uno stralcio della carta geologica della Regione Emilia Romagna con l'ubicazione del sito allo studio, che ricade all'interno dell'Unità di Modena AES8a.

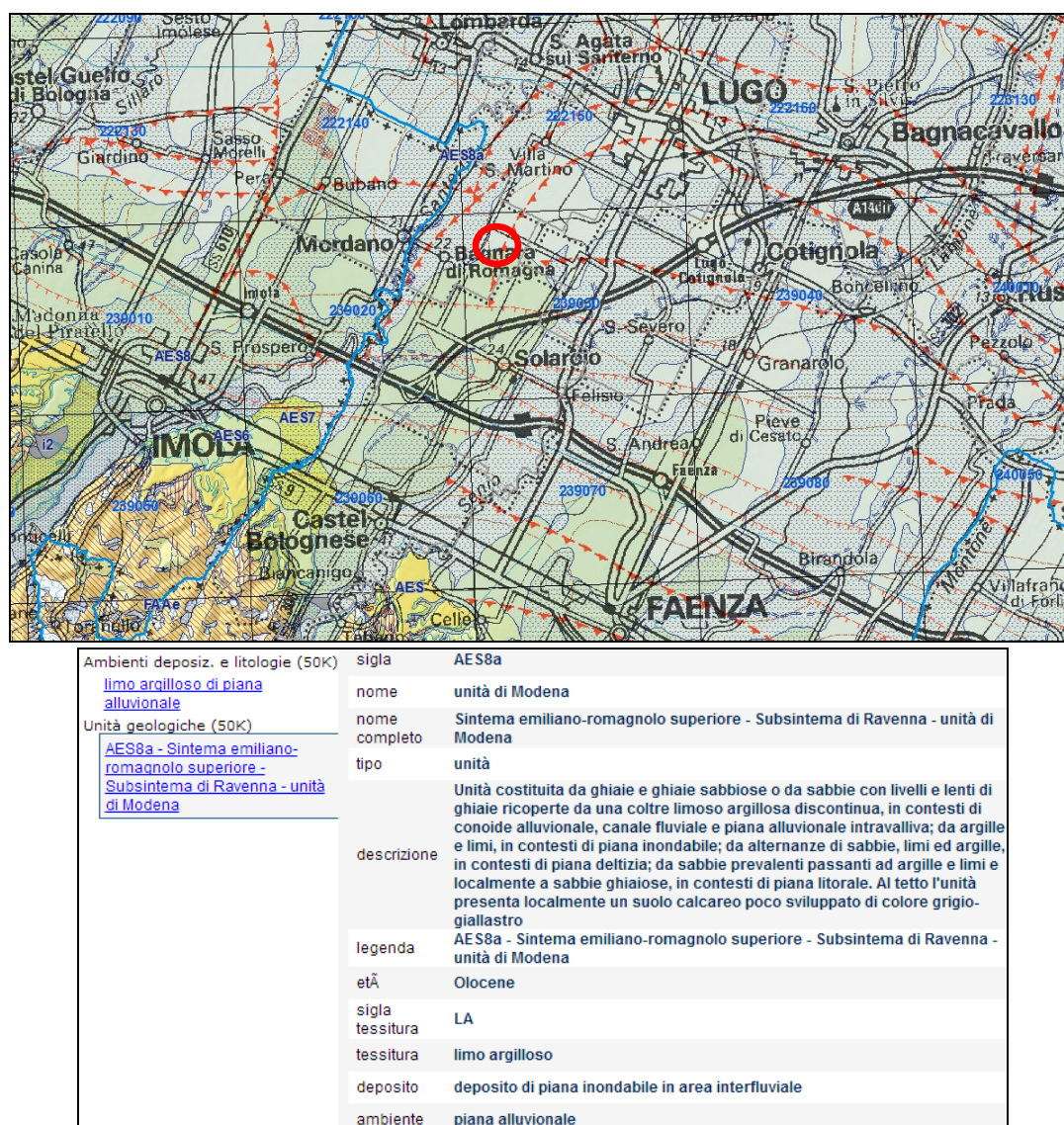


FIGURA 2.4 – Carta Geologica R.E.R.

Per la validazione del modello geologico è stata eseguita una campagna di indagine, per la ricostruzione di un modello tridimensionale del terreno che permetta di definire al meglio la stratigrafia del sottosuolo dell'area in esame, consistente in 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con rif. U91-19, spinte rispettivamente fino alla profondità di -30,00 m dal p.c. la prova SCPTU1 e CPTU3 e a -27,40 m dal p.c. la prova CPTU2, per la presenza di ghiaie.

In **FIGURA 2.5** si riporta uno stralcio catastale della provincia di Ravenna con l'ubicazione delle prove CPTU eseguite in sito in corrispondenza degli ampliamenti in progetto all'interno dell'impianto per la produzione di mangimi.



FIGURA 2.5 – Stralcio catastale con ubicazione delle indagini realizzate

Prove	Coordinate UTM Fuso 32	
	X (m E)	Y (m N)
SCPTU1	726185,9	4919034,1
CPTU2	726230,1	4919062,3
CPTU3	726221,2	4919012,1

Coordinate UTM

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

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica **SCPTU1** rif. *U91-19* rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	(-)	(-)
0,0	7,6	1,52	Al-La	consistente
7,6	9,3	2,85	SI	poco addensata
9,3	11,9	1,34	A	consistente
11,9	17,0	9,82	S	moderatamente addensata
17,0	20,5	2,07	Al-La	molto consistente
20,5	22,1	3,02	SI	poco addensata
22,1	26,5	2,10	Al-La	molto consistente
26,5	27,6	4,49	SI	moderatamente addensata
27,6	30,0	1,93	A	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

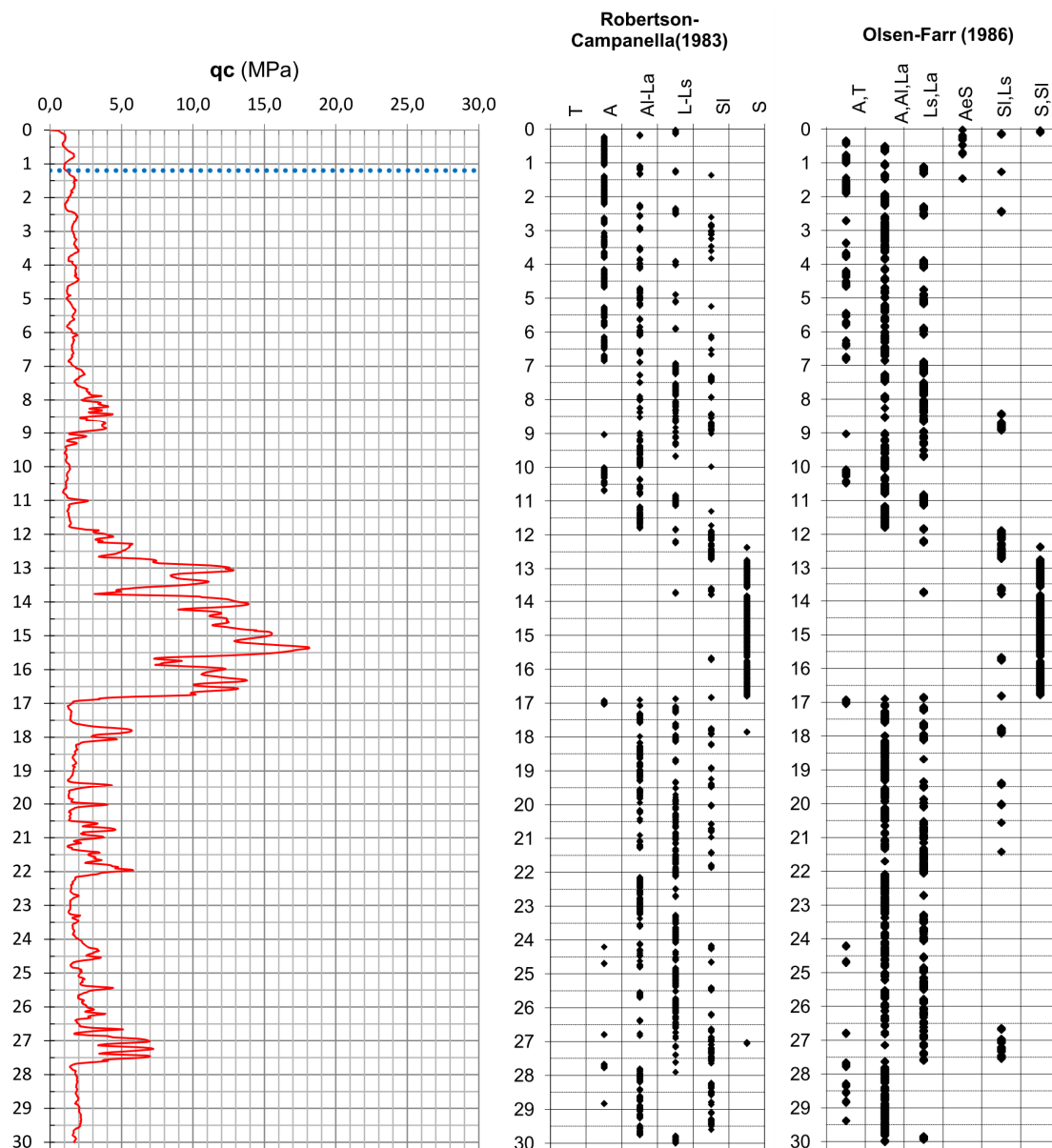


Diagramma di resistenza e interpretazioni litologiche SCPTU1

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica **CPTU2** rif. *U91-19* rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	(-)	(-)
0,0	0,7	--	Rip	riporto
0,7	7,8	1,37	Al-La	consistente
7,8	9,2	2,80	SI	poco addensata
9,2	13,7	1,14	A	consistente
13,7	16,8	11,12	S	moderatamente addensata
16,8	20,5	1,74	Al-La	consistente
20,5	22,5	3,24	SI	poco addensata
22,5	27,2	10,13	S	moderatamente addensata
27,2	27,4	18,71	Ghiaia	Ghiaia

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

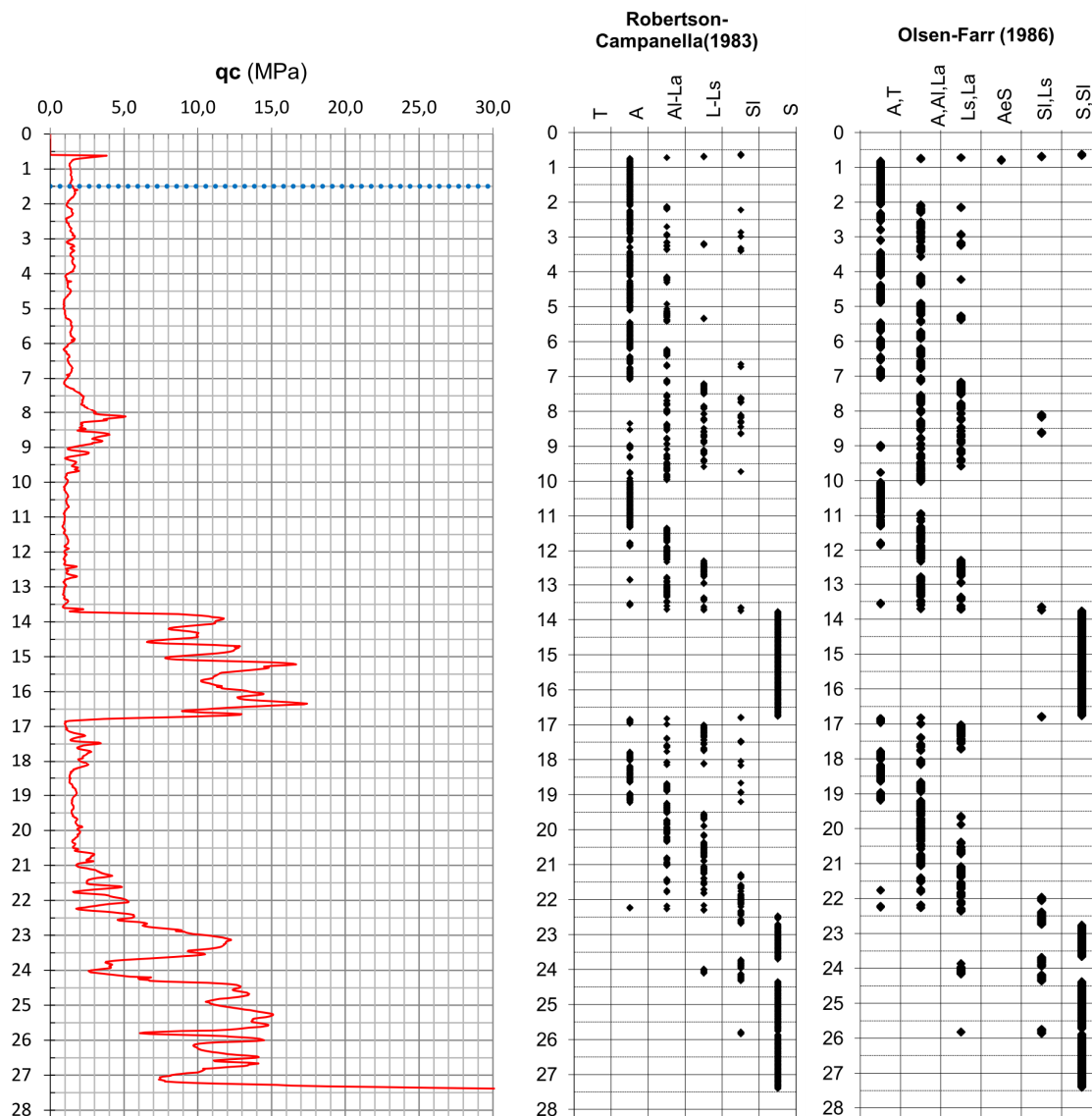


Diagramma di resistenza e interpretazioni litologiche CPTU2

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica **CPTU3** rif. *U91-19* rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	(-)	(-)
0,0	8,5	1,50	Al-La	consistente
8,5	9,2	2,34	L-Ls	poco addensata
9,2	11,9	1,15	A	consistente
11,9	17,2	9,12	S	moderatamente addensata
17,2	19,7	2,09	A	molto consistente
19,7	22,4	2,65	Al-La	molto consistente
22,4	25,6	9,53	S	moderatamente addensata
25,6	27,5	4,26	SI	moderatamente addensata
27,5	30,0	2,08	A	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

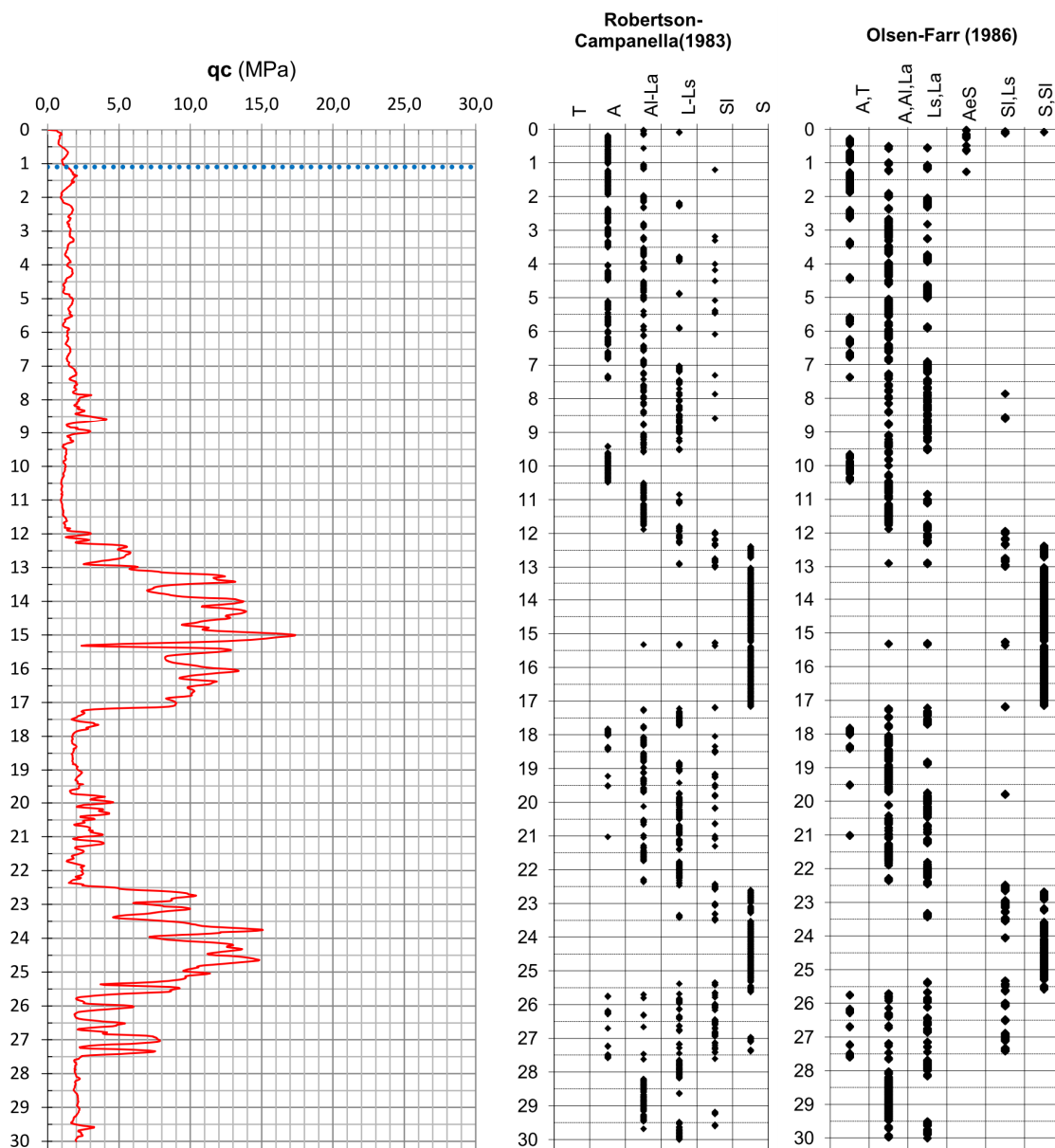


Diagramma di resistenza e interpretazioni litologiche CPTU3

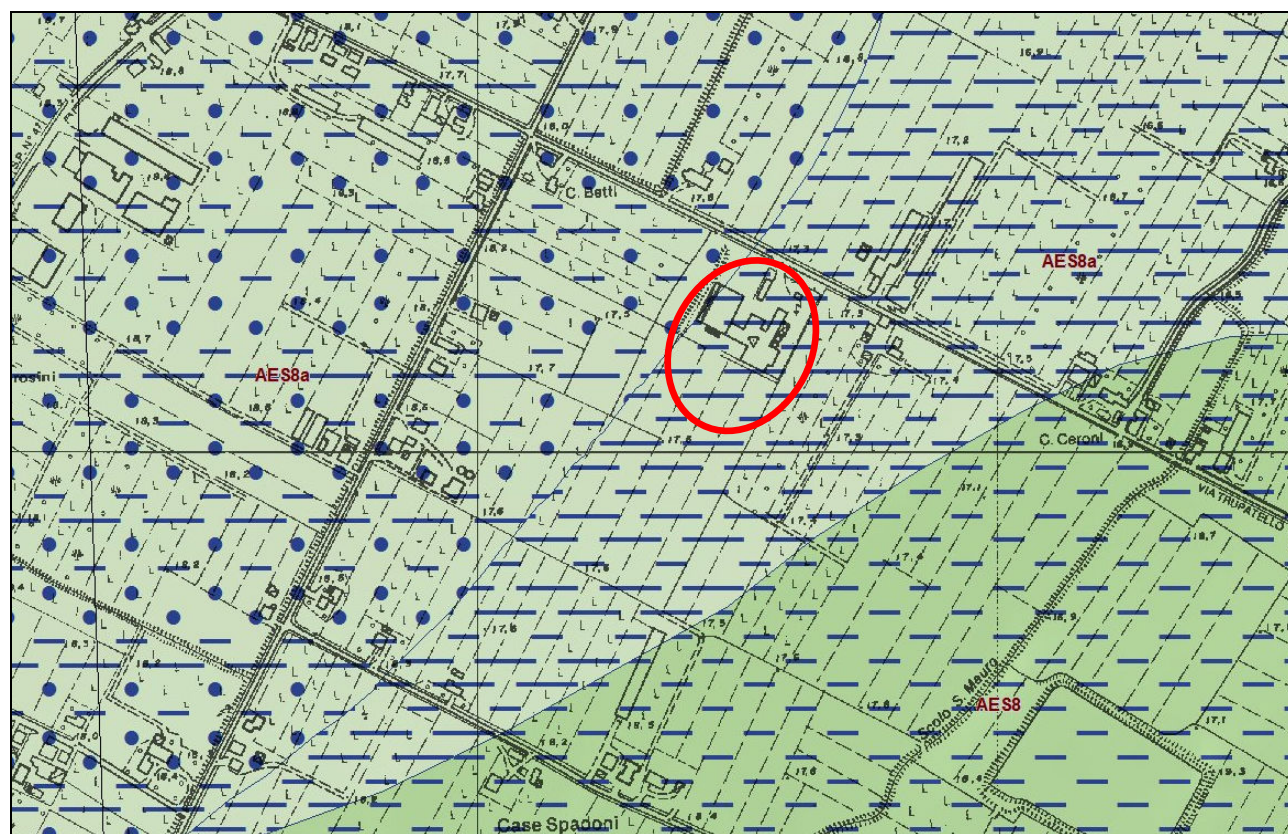
2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il sito allo studio si colloca in corrispondenza di una piana alluvionale in cui ambienti di sedimentazione diversi si sono frequentemente sovrapposti ed affiancati, con il risultato di avere una forte disomogeneità stratigrafica in senso sia verticale che orizzontale. In corrispondenza dei dossi dei fiumi e delle aree di esondazione prevale la deposizione di sedimenti di alta energia idrodinamica, mentre allontanandosi da essi prevale la deposizione di sedimenti di bassa energia idrodinamica.

In **FIGURA 2.6** si riporta uno stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia -Romagna, (consultabile on-line sul sito della Regione), dalla quale si evince che l'area allo studio si colloca in ambienti di deposizione tipici di piana alluvionale caratterizzati da argille limose.

La stratigrafia delle prove eseguite nel sito rileva infatti alternanze di miscele binarie e ternarie di argille limose e limi argillosi intercalate più in profondità a livelli di sabbie. A partire da -27,20 m da p.c. sono state rilevate ghiaie, con la prova CPTU2.

Le litologie presenti non possono pertanto essere definite senza un'indagine puntuale, poiché sedimenti generalmente fini di esondazione fluviale, e sedimenti generalmente più grossolani di alveo, sono stati sovrapposti, 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.



Ambienti deposiz. e litologie (10K)	data di ultima modifica	Poligono non aggiornato rispetto al rilievo originale
Argilla Limosa - Piana alluvionale	sigla	AES8a
Coperture quaternarie (10K)	legenda	AES8a - Unità di Modena
AES8a - Unità di Modena	nome	Unità di Modena
	tessitura	Argilla Limosa
	sigla tessitura	AL
	ambiente	Piana alluvionale
	deposito	Piana alluvionale
	legenda tessitura	Argilla Limosa - Piana alluvionale

FIGURA 2.6 – Stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna

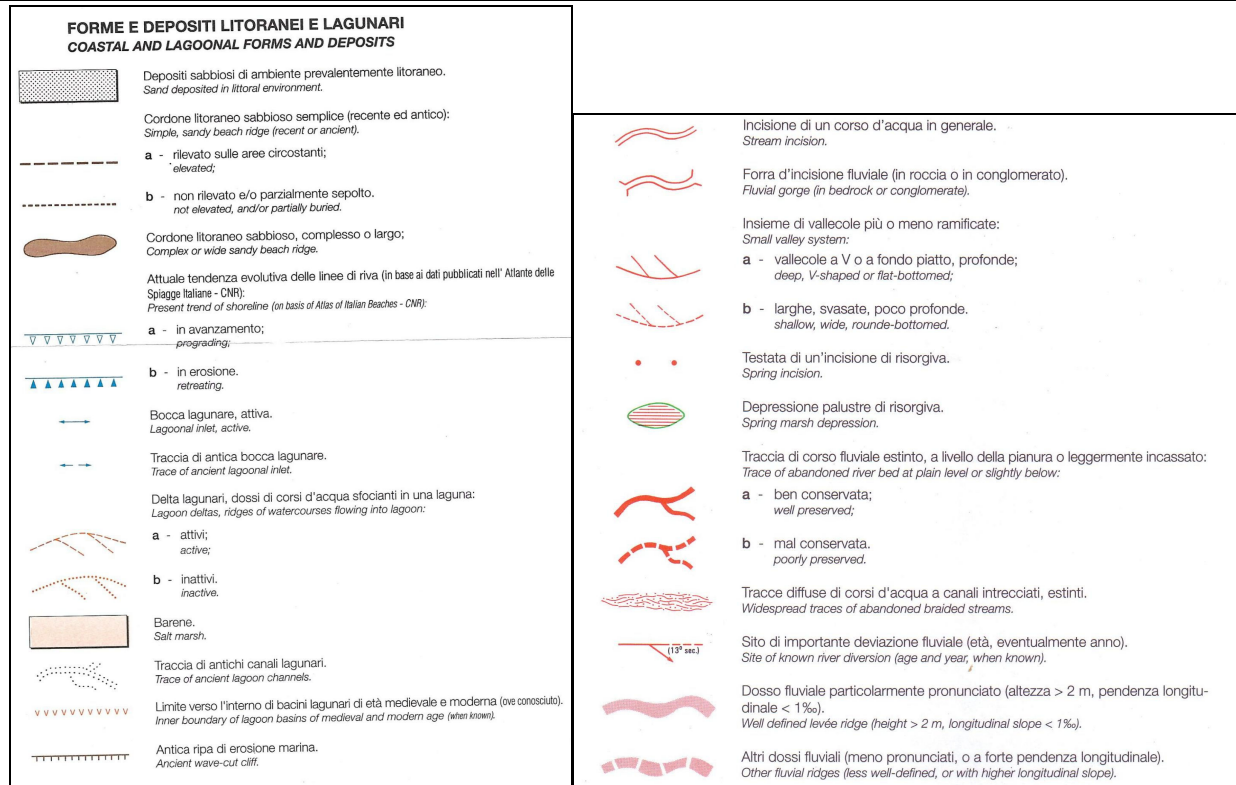
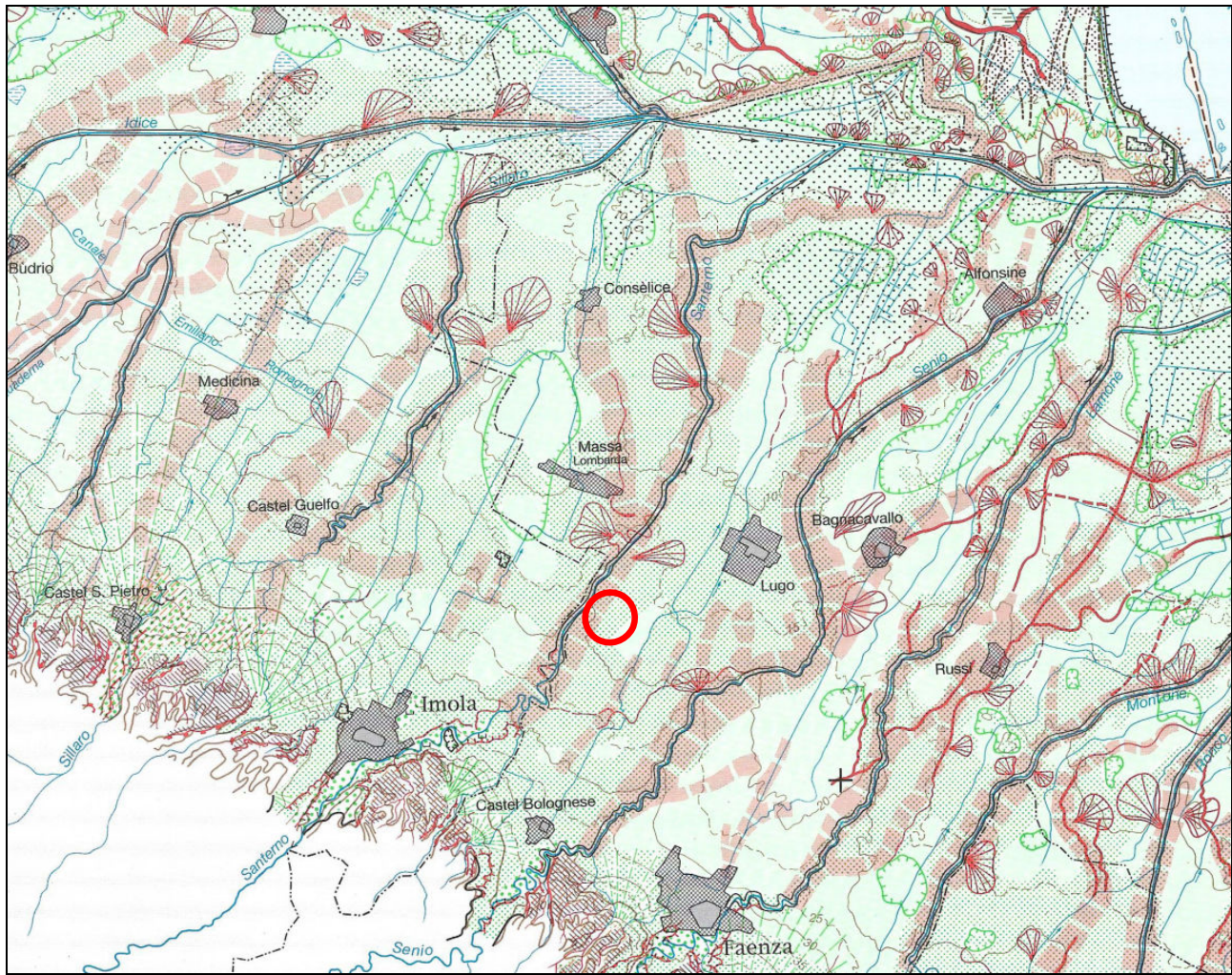


FIGURA 2.6 bis– Stralcio della Carta Geomorfologica della Pianura Padana – Progetto MURST 1988

2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione delle 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con *rif. U91-19*. Tale quota è stata rilevata in data 10/12/2019 alla profondità di -1,20 m dal p.c. per la SCPTU1 a -1,50 m dal p.c. per la CPTU2 e a -1,10 m dal p.c. per la CPTU3.

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.

Il carattere prevalentemente coesivo degli strati rilevati nei primi 10/12 m dal p.c., fa presupporre che i sedimenti non siano sede di un acquifero freatico vero e proprio, ma che siano solo saturi di acque di infiltrazione con scarsa possibilità di circolazione negli interstizi del terreno. Questo indica che l'area deve essere soggetta ad importanti escursioni stagionali del contenuto di umidità naturale.

L'area è attraversata da una serie di canalizzazioni secondarie, costituite da canalini interpoderali o interaziendali, che regolano lo scolo e l'irrigazione dell'area. Le acque meteoriche che precipitano all'interno dell'area che delimita il sito in esame vengono recapitate verso lo scolo Condottiero di Bagnara situato subito ad ovest rispetto allo stabilimento.

In **FIGURA 2.7**, si riporta uno stralcio della tavola del Reticolo Secondario di Pianura con la mappa della pericolosità e degli elementi esposti della Direttiva Alluvioni.

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

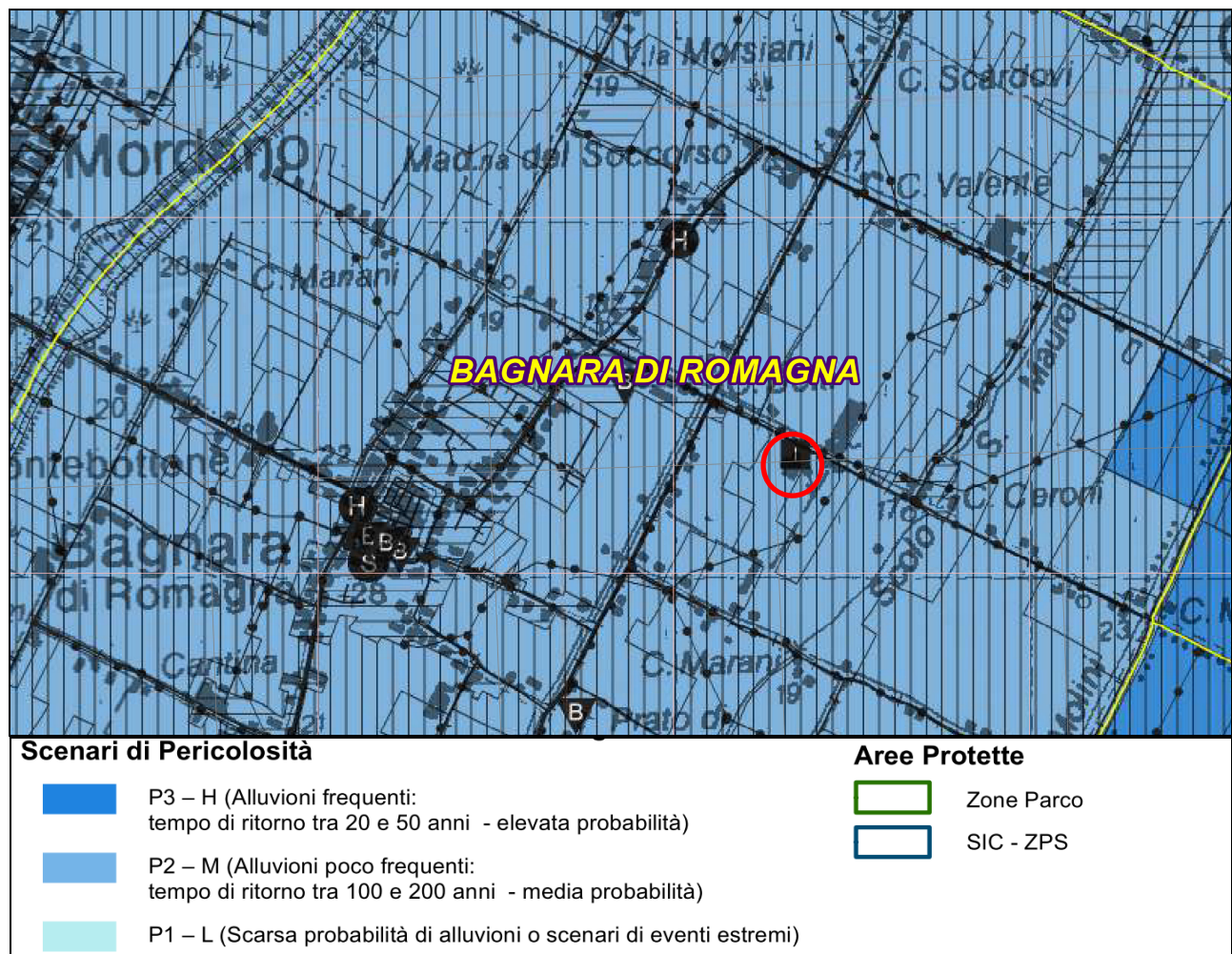


FIGURA 2.9 – *Mapa di pericolosità RSP*

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 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 misure dirette, mediante la realizzazione di una prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono sismico SCPTU1 con rif. U91-19, spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c..

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

In **FIGURA 3.1** è riportato uno stralcio catastale della provincia di Ravenna con l’ubicazione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1 con rif. U91-19.



FIGURA 3.1 – Stralcio catastale della provincia di Ravenna con ubicazione prova SCPTU1

La prova consiste nell'inserire sulla punta elettrica della prova penetrometrica statica dei ricevitori (geofoni) che con opportuna strumentazione e una sorgente di onde in superficie possono essere misurati, a profondità diverse, in questo caso ad ogni metro di profondità (fino a -30,00 m da p.c.), i tempi di arrivo delle onde sismiche fra la superficie (sorgente) ed i ricevitori (in profondità), analogamente a quanto avviene con il metodo geofisico cosiddetto “downhole”.

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

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

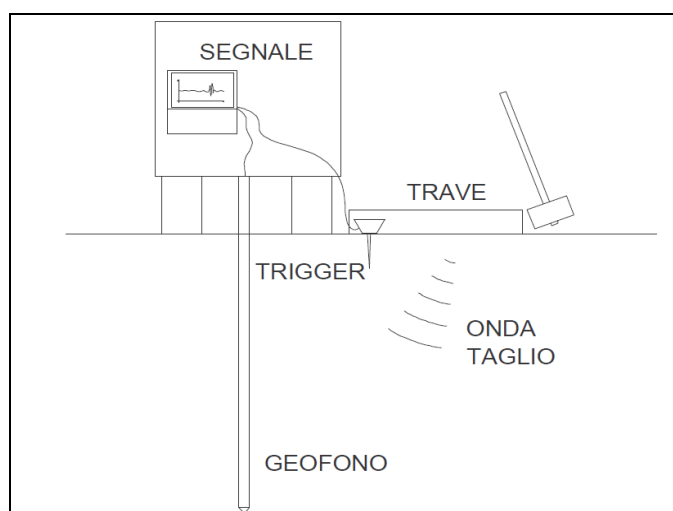
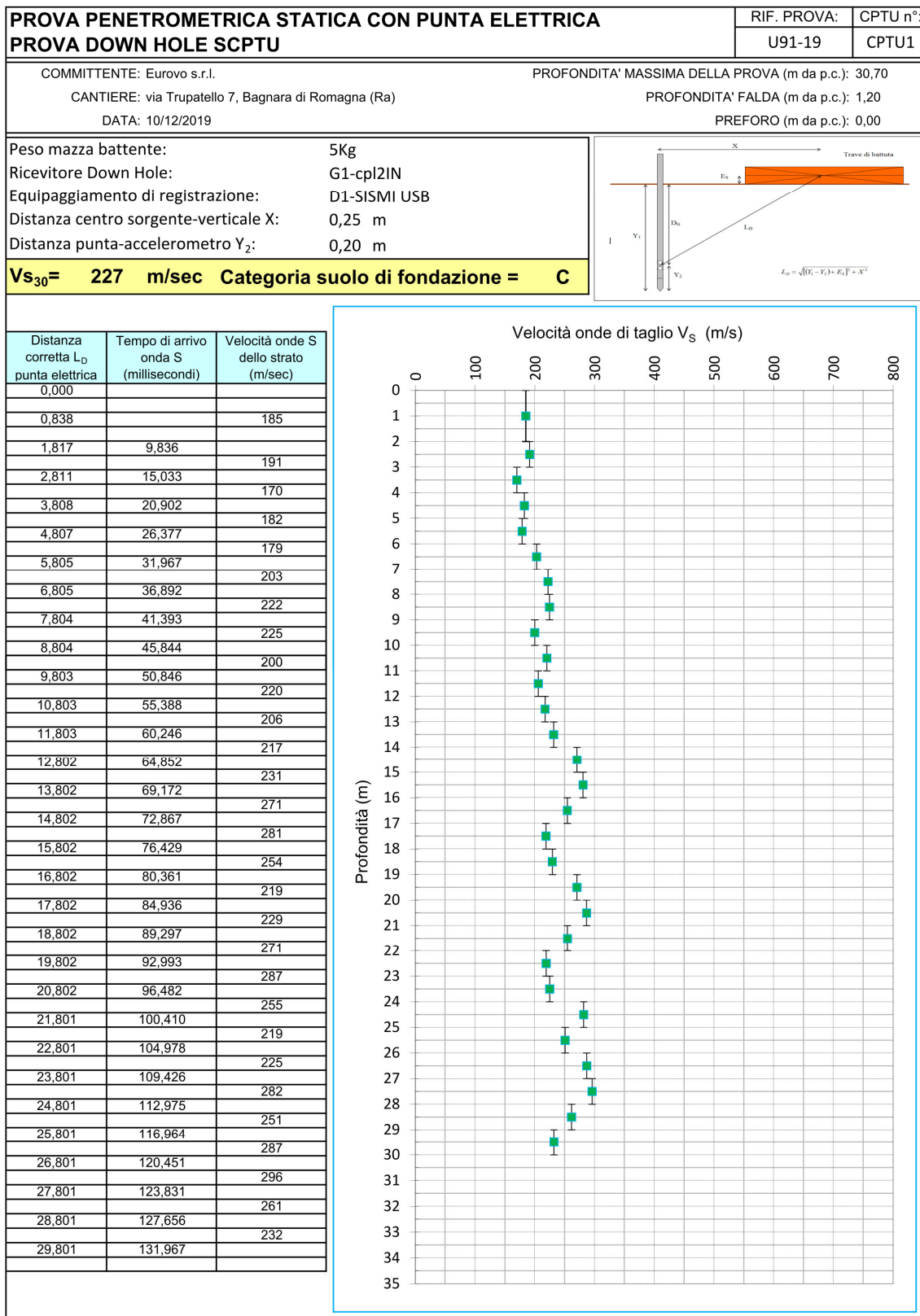
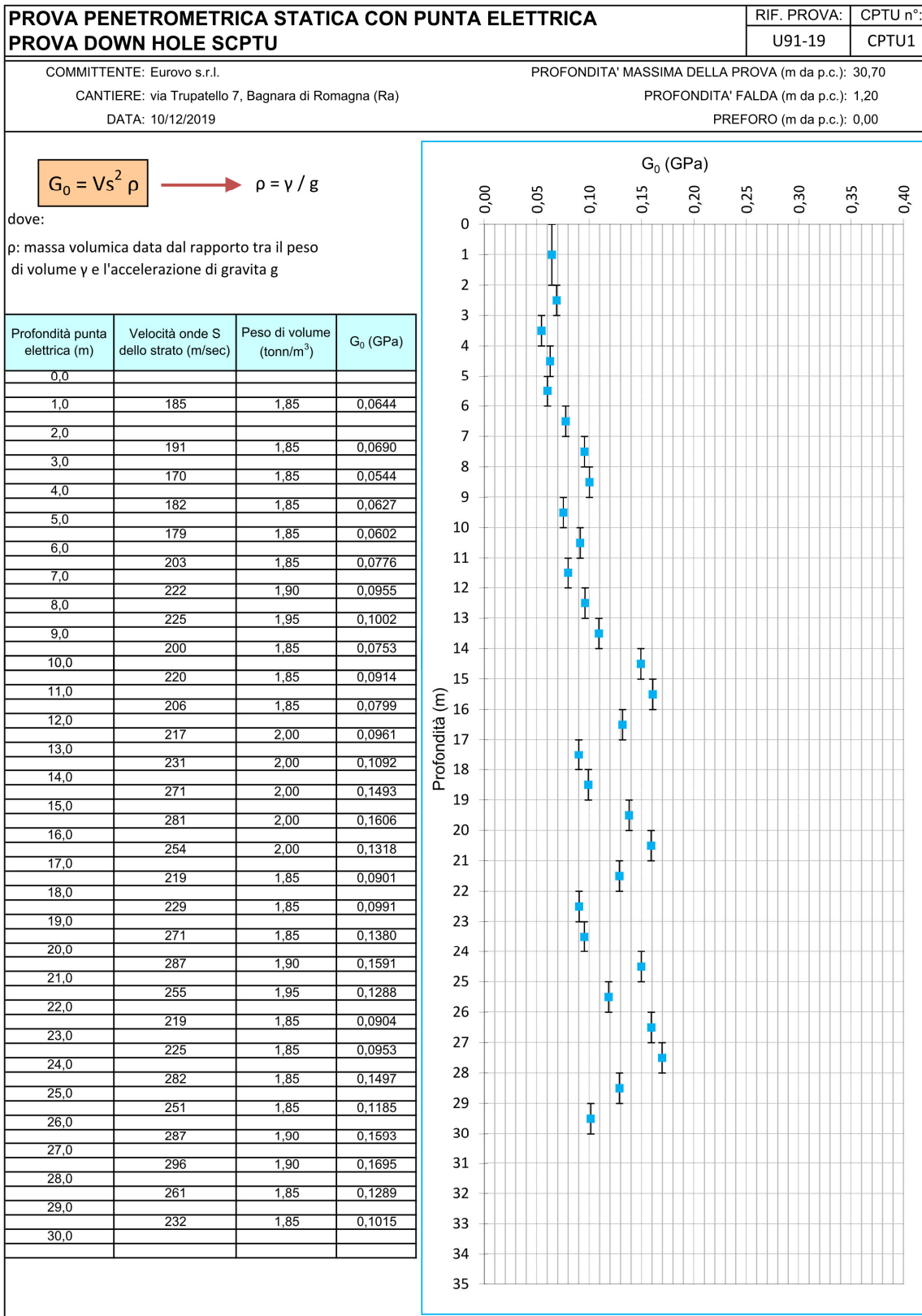


FIGURA 3.2 – Rappresentazione grafica della prova penetrometrica con piezocono sismico

Durante la realizzazione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1 con rif. U91-19 sono state realizzate letture dirette dei tempi di arrivo delle onde di taglio S ad intervalli regolari fino alla profondità di -30,0 m da p.c.. Attraverso questo strumento è possibile determinare la velocità di propagazione delle onde S alla profondità di 30 metri (V_{S30}).

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



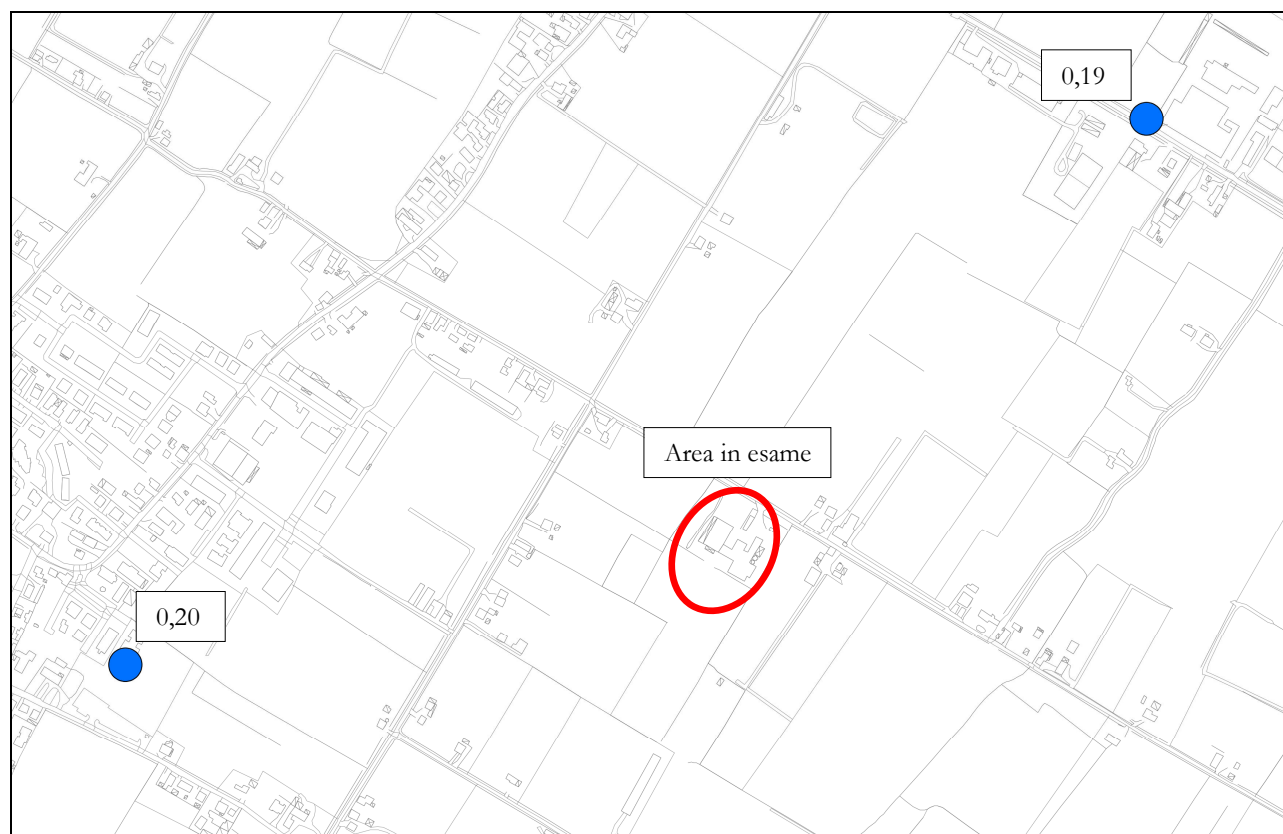


Il valore di V_{s30} risultante dalla lettura dei tempi di arrivo delle onde S alla profondità di 30,00 m da p.c. è di 227 m/s e quindi la Categoria di suolo di fondazione è C.

$V_{s30} = 227 \text{ m/s}$ Categoria di suolo C

Vengono inoltre prese in considerazione 2 indagini geofisiche a stazione singola HVSR eseguite rispettivamente a nord-est e ad ovest del sito allo studio, realizzate per gli studi di micro-zonazione sismica del comune di Bagnara di Romagna.

Le 2 prove sono state eseguite sulla stessa formazione geologica del sito allo studio; in **FIGURA 3.3** si riporta l'ubicazione del sito e delle 2 prove geofisiche H/V bibliografiche della Microzonazione sismica del comune di Bagnara di Romagna.



Ampiezze dei picchi

F<0.5Hz

• A≤2

• 2<A≤3

• A>3

0.5≤F≤1.2

• A≤2

• 2<A≤3

• A>3

F>1.2

• A≤2

• 2<A≤3

• A>3

FIGURA 3.3 – Stralcio di C.T.R. della provincia di Ravenna con ubicazione del sito e delle due prove H/V

Parametri sismici secondo "D.M. 17 gennaio 2018"

La classificazione sismica introdotta dall'OPCM 3519/2006, recepita dal D.M. 17/01/2018, attribuisce al comune di Bagnara di Romagna un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo appartenente agli intervalli 0,175g – 0,200g, con $T=0$, su suolo rigido ($V_{s30}>800\text{m/sec}$) e con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Secondo il vigente D.M., gli spettri di risposta rappresentano delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto di un generico sito del territorio nazionale.

In **FIGURA 3.4**, si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

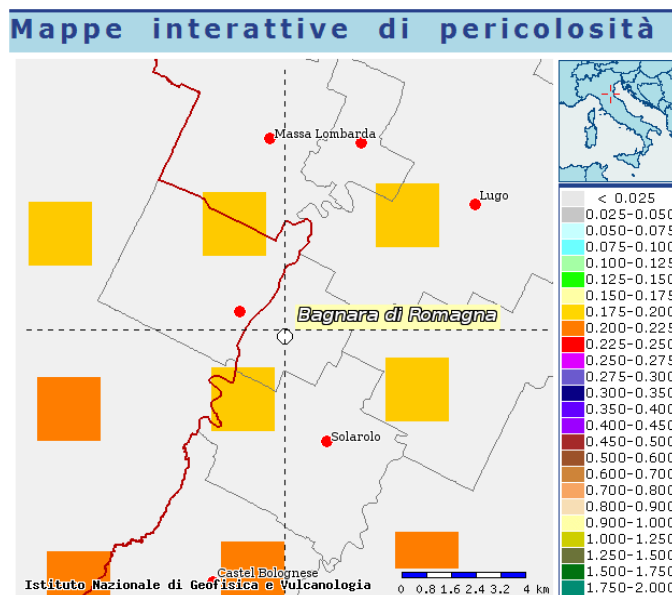


FIGURA 3.4 – Carta pericolosità sismica, da progetto DCP – INGV – S1. fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it>

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

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

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

Nella **Tabella 3.1** tratta dalla normativa si riportano i valori di probabilità di superamento per i diversi stati 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 3.1 - D.M. 17-01-2018 Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Di seguito si riportano i parametri sismici calcolati secondo un approccio “sito dipendente”. Come indicato nell’Allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, recepito dal nuovo DM, 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 3.5**).

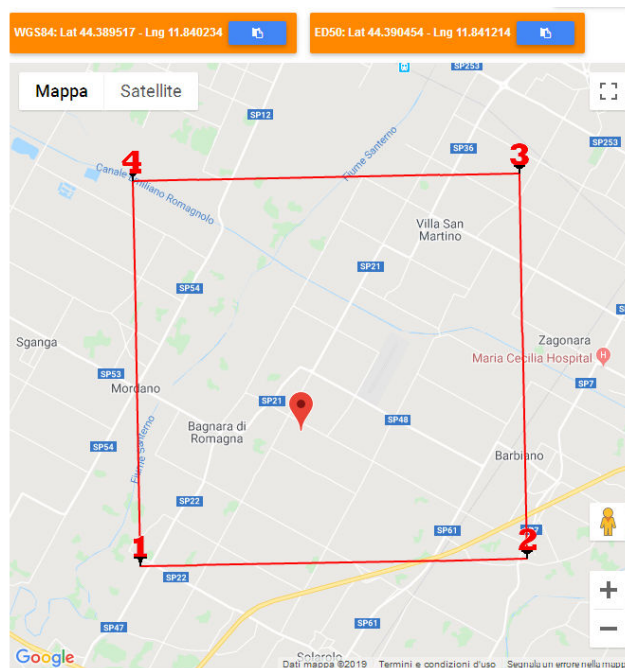


FIGURA 3.5 – Vertici della griglia di riferimento (Fonte: www.geostru.com)

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 (**II**) (Cap. 2.4.2 del D.M. 2018).

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,390454

longitudine: 11,841214

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 17403	Lat: 44,3730	Lon: 11,8120	Distanza: 3025,508
Sito 2	ID: 17404	Lat: 44,3740	Lon: 11,8819	Distanza: 3719,194
Sito 3	ID: 17182	Lat: 44,4240	Lon: 11,8806	Distanza: 4864,776
Sito 4	ID: 17181	Lat: 44,4230	Lon: 11,8107	Distanza: 4354,269

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:	0,060	g
Fo:	2,439	
Tc*:	0,261	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,076	g
Fo:	2,420	
Tc*:	0,271	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,192	g
Fo:	2,406	
Tc*:	0,307	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,245	g
Fo:	2,439	
Tc*:	0,316	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,640
St:	1,000
Kh:	0,018
Kv:	0,009
Amax:	0,881
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,610
St:	1,000
Kh:	0,023
Kv:	0,011
Amax:	1,123
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,420
Cc:	1,550
St:	1,000

Kh: 0,065
Kv: 0,033
Amax: 2,674 (**Amax/g=0,272**)
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,340
Cc: 1,530
St: 1,000
Kh: 0,092
Kv: 0,046
Amax: 3,221
Beta: 0,280

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 e 914 il valore di $M = 6,14$. Lo scrivente adotterà per le analisi della liquefazione delle sabbie, questa magnitudo.

Magnitudo di progetto M = 6,14 Mw
--

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 Mw 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.

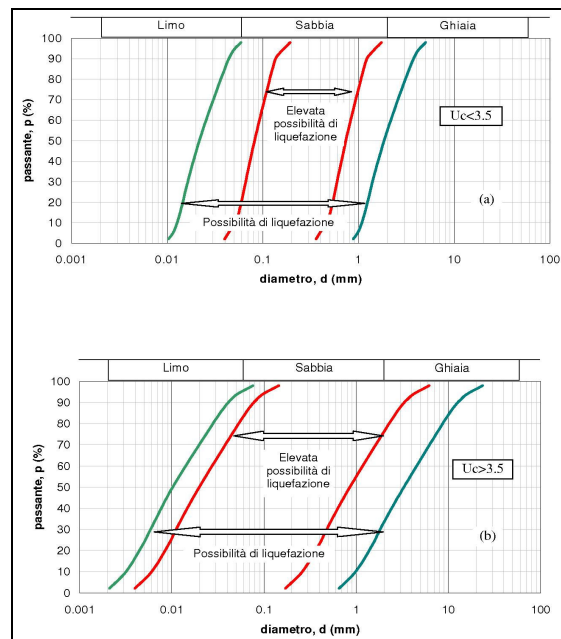


FIGURA 3.6 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

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 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con rif. U91-19, spinte rispettivamente fino alla profondità di -30,00 m dal p.c. la prova SCPTU1 e CPTU3 e a -27,40 m dal p.c. la prova CPTU2.

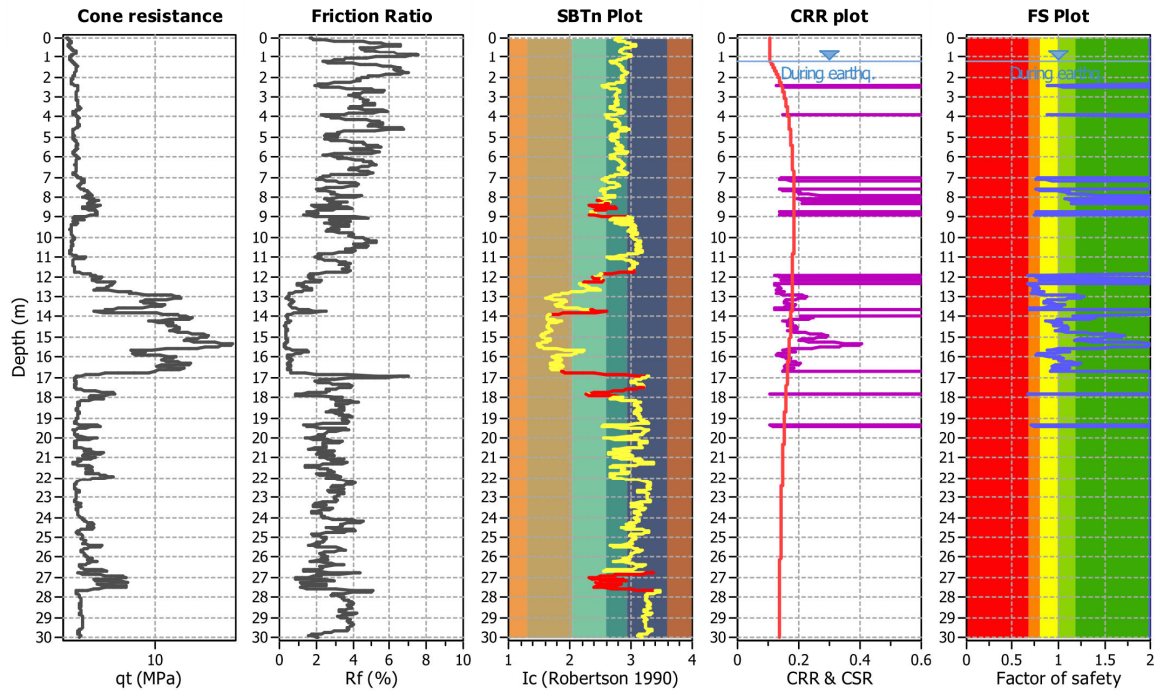
Per questo calcolo si è considerata una magnitudo di 6,14 e un'accelerazione P.G.A. di 0,27g.

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

CPT file : rif. U91-19 CPTU1 Bagnara di Ro

Input parameters and analysis data

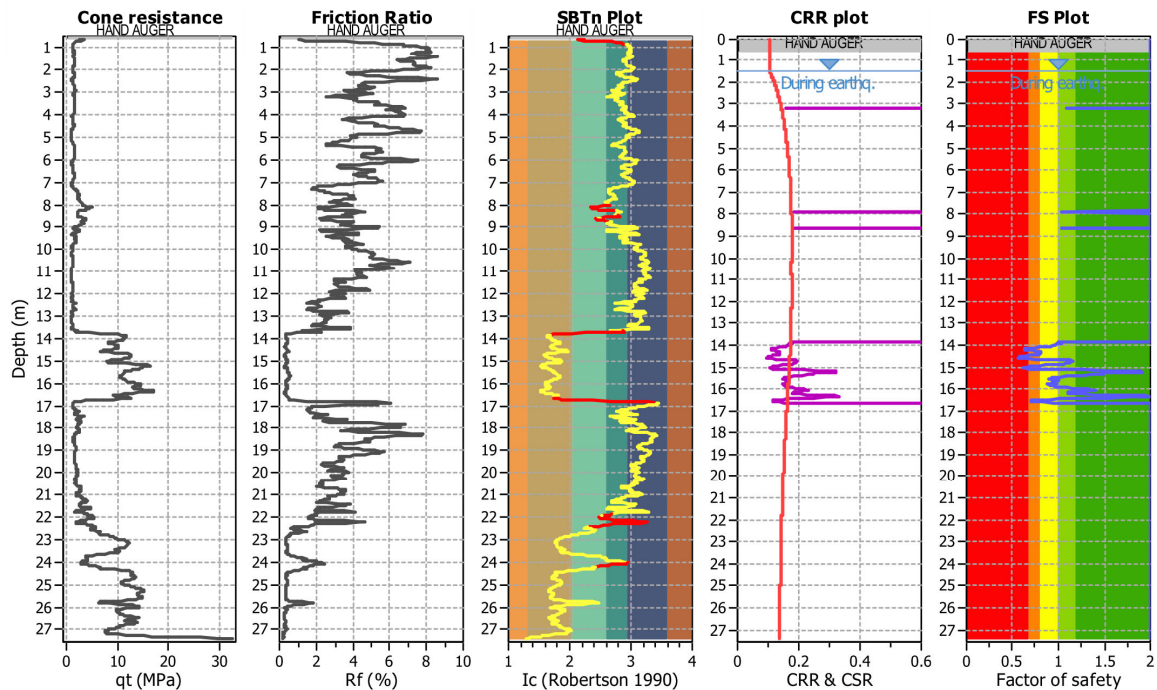
Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.20 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.20 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based



CPT file : rif. U91-19 CPTU2 Bagnara di Ro

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.50 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 :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based



CPT file : rif. U91-19 CPTU3 Bagnara di Ro

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.10 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.10 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 :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.27	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes	MSF method:	Method based

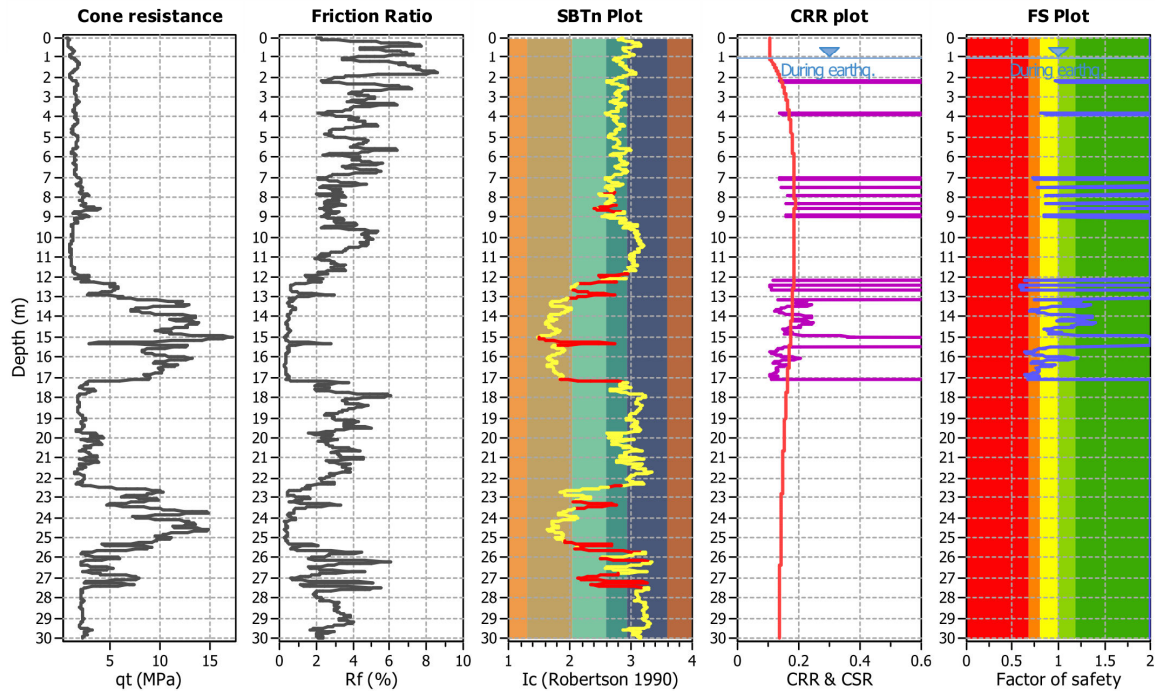


FIGURA 3.7: Dati input e metodi di calcolo adottati

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

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

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

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

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

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

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

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

Con il software si calcola nei primi 20,00 m, il valore del potenziale di liquefazione per tutti gli strati incoerenti, in questo caso il valore è pari a **1,59**, per la prova SCPTU1 **0,75**, per la prova CPTU2 e **1,89**, per la prova CPTU3.

I terreni in esame risultano quindi avere un indice del potenziale di liquefazione **basso** per tutte e 3 le prove CPTU realizzate in sito, se sollecitati da un sisma di magnitudo $M_w=6,14$ ed una accelerazione P.G.A. di 0,27g (**Tabella 3.2 e 3.3**).

Potenziale Liquefazione I_{PL}	Classificazione
$I_{PL} = 0$	<i>Non liquefacibile</i>
$0 < I_{PL} \leq 2$	<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 3.2 – Classificazione indice potenziale liquefazione

Prova	Potenziale Liquefazione I_{PL}
SCPTU1	1,59
CPTU2	0,75
CPTU3	1,89

Tabella 3.3 – Indice potenziale liquefazione calcolato

3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI

Dell'elaborazione completa dei cedimenti post sismici si riporta solo il risultato finale; sono stati stimati i cedimenti postsismici nei banchi sabbiosi rilevati con le 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con *rif. U91-19*.

Dalle elaborazioni informatiche, si ricava che con una Magnitudo di 6,14 e accelerazione P.G.A. di 0,27g, alcuni dei livelli hanno il fattore di resistenza alla liquefazione inferiore a 1,00, e determinano cedimenti post sismici nei terreni granulari (**Tabella 3.4**).

Prova	Cedimenti post-sismici (cm)
SCPTU1	6,62
CPTU2	4,02
CPTU3	7,82

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.

Sono dunque state prese in considerazione le 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con *rif. U91-19*, spinte rispettivamente fino alla profondità di -30,00 m dal p.c. la prova SCPTU1 e CPTU3 e a -27,40 m dal p.c. la prova CPTU2, eseguite in corrispondenza degli ampliamenti in progetto sul retro dello stabilimento, adibito ad impianto per la produzione di mangimi in ottica 4.0.

In **FIGURA 4.1** viene riportata una planimetria catastale generale della provincia di Ravenna con l'ubicazione delle prove CPTU eseguite in sito.



FIGURA 4.1 – Planimetria catastale con ubicazione delle prove CPTU eseguite

In **FIGURA 4.2** si riporta una planimetria generale di progetto che inquadra tutto lo stabilimento e i nuovi silos per lo stoccaggio dei mangimi.

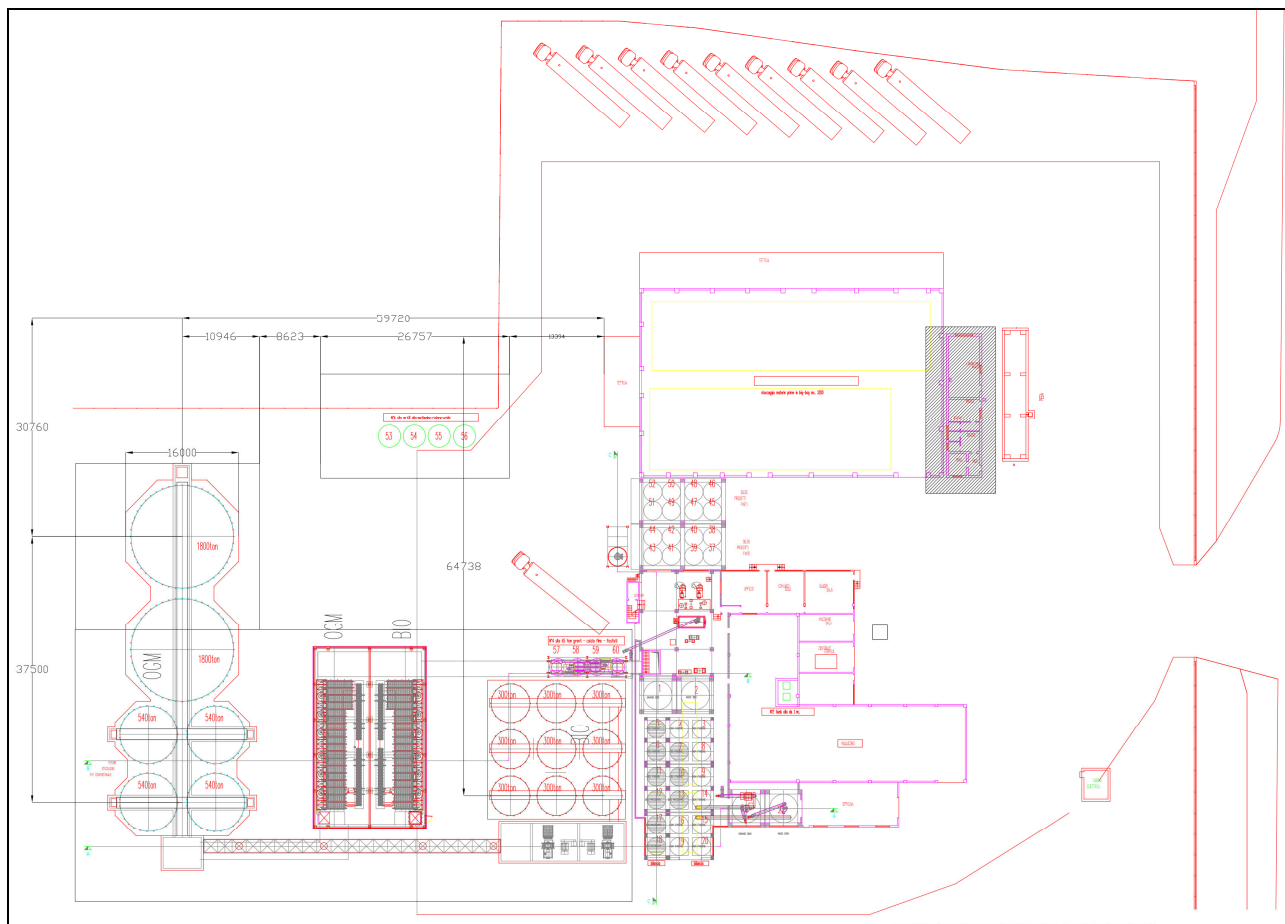


FIGURA 4.2 – Planimetria di progetto

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

Gli spessori di terreno sotto le fondazioni da prendere in particolare considerazione sono ricavati dalla formula di Meyerhof (1953):

$$H = 0,5 B \operatorname{tg} (45^{\circ} + \varphi/2)$$

dove H è la profondità a cui si spinge il cuneo di terreno solidale con la fondazione.

Inoltre vanno valutate le resistenze alla punta presenti negli spessori di terreno in cui l'incremento di carico Δq è superiore al 20% del carico litostatico esistente (EC-7), per la stima del cosiddetto “volume significativo”.

Si stima dunque il volume significativo nel caso in cui si volesse adottare una platea di fondazione per i silos delle dimensioni di 16,0 m x 52,0 m e con carico di esercizio pari a $q_{es.} = 0,85 \text{ kg/cm}^2$ (carico fornito dallo strutturista, comprensivo dello scarico del terreno dovuto al piano di posa di -1,0m), che risulta essere pari a circa -20,0 m dal piano di fondazione (**FIGURA 4.3**).

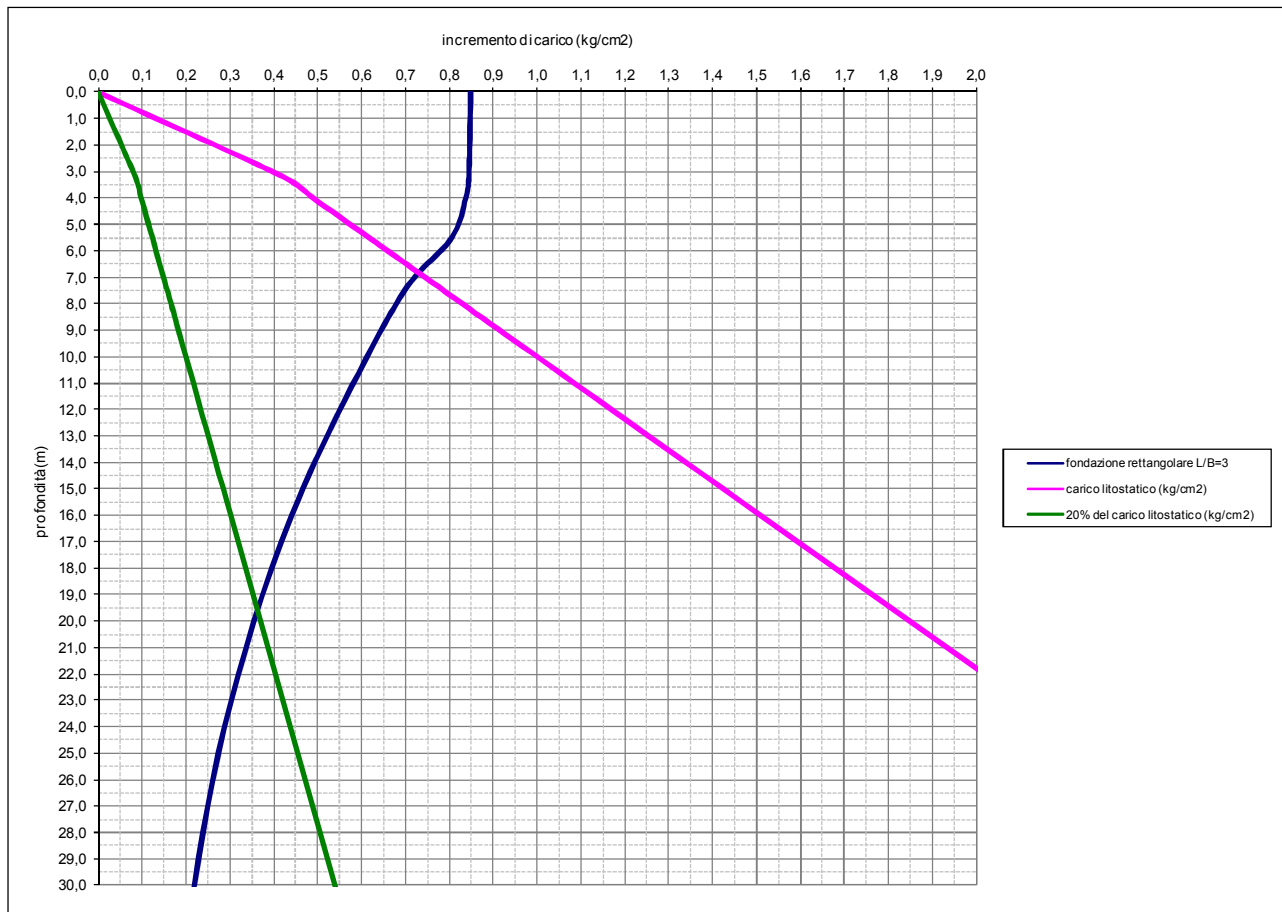


FIGURA 4.3 - Volume significativo nel caso di platea $16,0\text{ m} \times 52,0\text{ m}$ e con $q_{es}=0,85\text{ kg/cm}^2$

4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

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

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

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

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

Per i terreni di natura coesiva vengono riportati, i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro q_c (Mpa), la resistenza laterale F_s (MPa), il peso di volume 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 $\phi'(^{\circ})$, 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 le 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con *rif. U91-19*:

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di 0

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Eurovo s.r.l.	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)	-Data prova	10/12/2019
-Quota p.c.	17,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	1,20 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 m

DA m	A m	MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI										
		qcm MPa	fsm MPa	deltaU MPa	litol. (-)	Peso Vol. kN/m3	Cu (qc) KPa	OCR (qc) (-)	OCR (U) (-)	M ₀ MPa	Eu50 MPa	CR (-)	Dr (%)	FI' _{DM} (°)	FI' _{Bottom} (°)	FI'Schm. (°)	E'25 MPa	M ₀ MPa
0,0	7,6	1,52	0,07	0,16	AI-La	18,00	84	16	7	4,99	15,28	0,09	-	-	-	- - - -	-	-
7,6	9,3	2,85	0,08	0,10	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	24	31	28	31 34 37 40	7,88	12,60
9,3	11,9	1,34	0,05	0,08	A	17,50	66	4	8	4,64	26,17	0,16	-	-	-	- - - -	-	-
11,9	17,0	9,82	0,06	-0,02	S	20,00	-	-	-	-	-	-	57	35	31	36 38 40 43	25,02	36,84
17,0	20,5	2,07	0,06	0,16	AI-La	18,00	86	3	6	5,71	38,54	0,26	-	-	-	- - - -	-	-
20,5	22,1	3,02	0,08	-0,04	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	27	24	29 32 35 38	8,33	13,33
22,1	26,5	2,10	0,06	0,29	AI-La	18,00	96	3	6	6,26	47,24	0,27	-	-	-	- - - -	-	-
26,5	27,6	4,49	0,08	-0,02	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	28	25	30 33 36 39	11,74	18,78
27,6	30,0	1,93	0,08	0,46	A	17,50	86	2	4	5,81	46,58	0,30	-	-	-	- - - -	-	-

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di 0

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Eurovo s.r.l.	-Prova n°	CPTU2
-Cantiere	via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)	-Data prova	10/12/2019
-Quota p.c.	17,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,60 m
-Livello di falda	1,50 m da p.c.	-Prof. finale	27,40 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
0,0	0,7	0,41	0,01	0,00	Rip	18,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,7	7,8	1,37	0,07	0,17	Al-La	18,00	75	13	7	4,69	15,7	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,8	9,2	2,80	0,09	0,10	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	24	31	28	31	34	37	40	8,14	13,03
9,2	13,7	1,14	0,04	0,19	A	17,50	55	3	6	4,25	24,32	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,7	16,8	11,12	0,04	-0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	63	35	32	37	39	41	43	27,95	41,22
16,8	20,5	1,74	0,07	0,19	Al-La	18,00	81	3	6	5,45	38,26	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20,5	22,5	3,24	0,08	-0,12	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	27	24	29	32	35	39	9,09	14,55
22,5	27,2	10,13	0,05	-0,06	S	20,00	-	-	-	-	-	-	47	32	29	34	37	39	42	25,31	37,63
27,2	27,4	18,71	0,04	-0,06	Ghiaia	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di 0

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Eurovo s.r.l.	-Prova n°	CPTU3
-Cantiere	via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)	-Data prova	10/12/2019
-Quota p.c.	17,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	1,10 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 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
0,0	8,5	1,50	0,07	0,22	Al-La	18,00	84	15	7	4,99	15,31	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	
8,5	9,2	2,34	0,06	-0,01	L-Ls	20,00	125	11	10	7,06	27,11	0,12	21	30	27	31	34	36	39	7,13	11,41
9,2	11,9	1,15	0,04	0,15	A	17,50	56	4	7	4,29	24,04	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,9	17,2	9,12	0,05	0,00	S	20,00	-	-	-	-	-	-	55	34	31	35	38	40	42	23,09	34,85
17,2	19,7	2,09	0,08	0,15	A	17,50	103	4	8	6,39	43,23	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19,7	22,4	2,65	0,08	-0,09	Al-La	18,00	133	4	8	7,98	51,44	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22,4	25,6	9,53	0,07	-0,10	S	20,00	-	-	-	-	-	-	46	32	29	34	37	39	42	23,82	36,28
25,6	27,5	4,26	0,09	0,00	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	22	28	25	30	33	36	39	12,42	19,88
27,5	30,0	2,08	0,07	0,33	A	17,50	91	2	6	6,19	49,46	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 4.1 – Stratigrafia geotecnica semplificata

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione delle 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con rif. U91-19. Tale quota è stata rilevata in data 10/12/2019 alla profondità di -1,20 m dal p.c. per la SCPTU1 a -1,50 m dal p.c. per la CPTU2 e a -1,10 m dal p.c. per la CPTU3.

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.

4.2. ELABORAZIONE DATI

4.2.1. CALCOLO CAPACITA' PORTANTE R_d

PLATEA

Si riportano i calcoli nel caso si optasse per una platea di fondazione. Le dimensioni della platea sono 16,0 m x 52,0 m; la profondità di posa è circa -1,00 m dal p.c.; il peso di volume sopra falda è conservativamente di 1,85 t/m³, mentre il peso di volume sotto falda è 0,80 t/m³; le accelerazioni attese sono, come calcolato, 0,192g e l'amplificazione è 1,42; la coesione è stata scelta conservativamente pari a 0,60 kg/cm², considerando i terreni coesivi consistenti presenti fino alla profondità di circa -12,0/13,0 m dal p.c., mentre l'angolo di attrito dei terreni è stato scelto conservativamente pari a 0°.

Le azioni del carico orizzontale H e dei conseguenti momenti M che entrano in questi calcoli derivano da considerazioni di massima, in quanto questo studio è preliminare alla progettazione strutturale. Il Progettista delle strutture farà poi le valutazioni del caso con i dati di input corretti. In fase esecutiva lo scrivente rimane comunque a disposizione per affiancare il progettista negli approfondimenti, qualora necessari.

Si riportano i calcoli:

- per l'approccio tradizionale, con il calcolo del carico ultimo e del carico di sicurezza, ottenuto applicando il fattore di sicurezza prescritto $F=3$ (D.M. 11/03/1988);
- per l'Approccio 2, combinazione **M1+R3** (D.M. 17/01/2018);

Il progettista valuterà le varie combinazioni sulle azioni per verificare ogni volta che siano inferiori alle resistenze del sistema.

Si riportano ora le formule adottate per il calcolo:

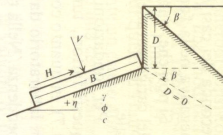
<p>Brinch-Hansen</p> <p>Verifica di Capacità Portante</p> <p>Effetti inerziali: fattori correttivi z</p> $q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} z_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q$ $z_q = z_{\gamma} = \left(1 - \frac{k_h}{tg \varphi}\right)^{0,35}$ $z_c = 1 - 0,32 k_h$ $k_h = \frac{S \cdot a_g}{g}$	<p>Fattori di capacità portante:</p> $N_{\gamma} = 2 \cdot (N_q - 1) \tan \varphi$ $N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45^\circ + \varphi / 2)$ $N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi$	<p>Inclinazione della base della fondazione</p> $b_q = b_{\gamma} = (1 - \alpha \cdot \tan \varphi)^2$ $b_c = b_q - \frac{(1 - b_q)}{N_c} \cdot \tan \varphi$ <p>Fattori di forma:</p> $s_q = 1 + (B'/L') \cdot \sin \varphi$ $s_{\gamma} = 1 - 0,3 \cdot (B'/L')$ $s_c = \frac{(s_q \cdot N_q - 1)}{(N_q - 1)}$ <p>Fattori di inclinazione del carico:</p> $i_q = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi)]^m$ $i_{\gamma} = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi)]^{m+1}$ $i_c = i_q - (1 - i_q) / N_c \cdot \tan \varphi$ $m = [2 + (B'/L')] / [1 + (B'/L')]$ <p>H in direzione di B</p>
---	---	---

R. Meriggi - Dip. Georisorse e Territorio, Univ. di Udine

Per i terreni coesivi, la formula da utilizzare diventa:

Hansen (i fattori di forma, profondità, ecc., sono riportati in Tabella 4.5)	
Caso generale:	$q_{ult} = c N_c s_c d_c i_c b_c + \bar{q} N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0,5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} g_{\gamma} b_{\gamma}$
Se $\phi = 0$	
usare	$q_{ult} 5,14 s_u (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + \bar{q}$ ←
	N_q = come per la formula di Meyerhof (vedi sopra) N_c = come per la formula di Meyerhof (vedi sopra) $N_{\gamma} = 1,5(N_q - 1) \tan \phi$

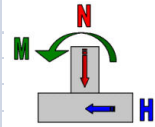
I parametri s'_c , d'_c , i'_c , b'_c e g'_c vengono calcolati con le formule di seguito riportate:

Tabella 4.5 Fattori di forma, profondità, inclinazione del carico, inclinazione del terreno e inclinazione del piano di posa della fondazione che compaiono nelle formule per il calcolo della capacità portante di Hansen (1970) e Vesic (1973) (vedi Tabella 4.1). Le espressioni dei fattori valgono per entrambe le formule, tranne quelli contraddistinti dagli indici (H) e (V). Quando $\phi = 0$, si usino i fattori contraddistinti da un apice.			
Fattori di forma	Fattori di profondità	Fattori di inclinazione del carico	Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio)
$s'_c = 0,2 \cdot \frac{B}{L}$	$d'_c = 0,4k$	$i'_{c(H)} = 0,5 - 0,5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$	$d_c = 1 + 0,4k$	$i'_{c(V)} = 1 - \frac{mH}{A_f c_a N_c}$	per Vesic, usare $N_{\gamma} = -2 \sin \beta$ se $\phi = 0$
$s_{\gamma} = 1$ per fondazioni nasstriformi		$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ (Hansen e Vesic)	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi) k$		$g_{q(H)} = g_{q(V)} = (1 - 0,5 \tan \beta)^2$
$s_{\gamma} = 1 - 0,4 \cdot \frac{B}{L}$	$d_{\gamma} = 1,00$ per qualsiasi ϕ	$i_{q(H)} = \left(1 - \frac{0,5H}{V + A_f c_a \cot \phi}\right)^5$	$g_{q(V)} = g_{q(H)} = (1 - \tan \beta)^2$
	$k = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$	$i_{q(V)} = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \cot \phi}\right)^m$	Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)
	$k = \tan^{-1} \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} > 1$ (rad)		$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$
			$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$
Dove: A_f è l'area efficace della fondazione ($B' \times L'$) c_a è l'aderenza alla base, pari alla coesione o a una sua frazione propria D è la profondità della fondazione nel terreno (da usarsi con B e non con B') e_q, e_{γ} rappresentano l'eccentricità del carico rispetto al centro della fondazione H è la componente orizzontale del carico trasmesso dalla fondazione, con $H \leq V \tan \delta + c_a A_f$ V è il carico verticale totale sulla fondazione β è l'inclinazione del pendio, positiva se diretta verso il basso δ è l'angolo d'attrito tra terreno e fondazione; per fondazioni in calcestruzzo, di solito si assume $\delta = \phi$ η è l'inclinazione del piano di fondazione sull'orizzontale, positiva verso l'alto come generalmente avviene		$i_{\gamma(H)} = \left(1 - \frac{0,7H}{V + A_f c_a \cot \phi}\right)^5$ ($\eta = 0$)	$b_{q(H)} = \exp(-2\eta \tan \phi)$ $b_{q(V)} = \exp(-2,7\eta \tan \phi)$
		$i_{\gamma(V)} = \left(1 - \frac{(0,7 - \eta'/450)H}{V + A_f c_a \cot \phi}\right)^5$ ($\eta > 0$)	$b_{\gamma(V)} = b_{\gamma(H)} = (1 - \eta \tan \phi)^2$
		$i_{\gamma(V)} = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \cot \phi}\right)^{m+1}$	Note: $\beta + \eta \leq 90^\circ$ $\beta \leq \phi$
Regole generali: 1. Non usare s_{γ} assieme a i_{γ} . 2. Si può usare s_q assieme a d_{γ} , e_{γ} e b_{γ} . 3. Se $L/B \leq 2$, usare ϕ_{tr} (valore dell'angolo d'attrito in condizioni di sforzo triassiale) Se $L/B > 2$, usare $\phi_{tr} = 1,5\phi_{tr} - 17^\circ$ (valore dell'angolo di attrito in condizioni di deformazione piana) Se $\phi \leq 34^\circ$ assumere $\phi_{tr} = \phi_{tr}$		$m = m_H = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$ H parallelo a B $m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$ H parallelo a L	
Nota: $i_q, i_{\gamma} > 0$			

Sostituendo con i parametri sitospecifici, si ottiene:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE (HANSEN, 1970)

$$q_{ult} = 5,14 \cdot c_u \cdot (1 + s' + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) \cdot z_c + \bar{q}$$



Dati del terreno	$\phi=0^\circ$
coesione non drenata c_u =	6,00 t/m ²
coesione non drenata c_u corretta γ_M =	4,29 t/m ²
profondità falda freatica da p.c. =	1,50 m
peso di volume sopra D_f =	1,85 t/m ³
$\gamma \times D_f$ =	1,85 t/m ²
Dati della fondazione	
larghezza B =	16,00 m
lunghezza L =	52,00 m
profondità di posa D_f =	1,00 m
$k=D/B$ =	0,06
carico normale permanente N=	583 tonn
carico normale accidentale N=	6460 tonn
carico orizzontale H=	
momento M=	
larghezza B'=	16,00 m
lunghezza L'=	52,00 m
angolo di inclinazione del piano di fondazione η° =	0°
angolo di inclinazione del pendio β° =	0°
Dati sull'azione sismica	
T=0 suolo cat. A	A_{gmax}/g = 0,192
Categoria di suolo =	C
	S_s = 1,42
	S_t = 1
	S = 1,42
accelerazione massima attesa al sito=	0,273 g

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_s$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coestione efficace	c'_i	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_u	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

6.4.2.2 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la conformità ai requisiti prestazionali della struttura in elevazione (§§ 2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto del (6.2.7).

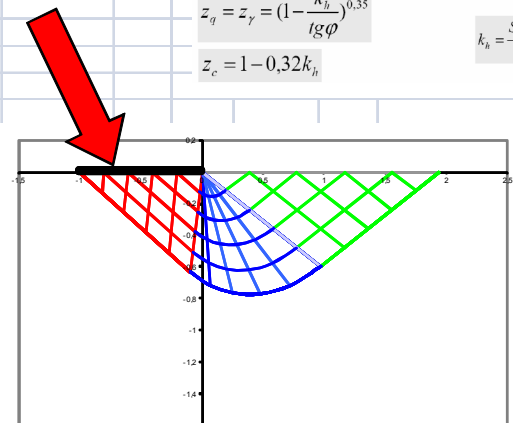
Analogamente, forma, dimensioni e rigidità della struttura di fondazione devono essere nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.

$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

$$z_q = z_\gamma = \left(1 - \frac{k_h}{l g \phi}\right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 k_h$$

$$k_h = \frac{S \cdot a_g}{g}$$



soluzione di Prandtl $N_c=2+\pi=5,14$

Verifica della portata del complesso fondazione-terreno

s'_c fattore di forma =	0,062
d'_c fattore di profondità =	0,025
i'_c fattore di inclinazione del carico =	0,000
i'_c fattore di inclinazione del carico γ_M =	0,000
b'_c fattore di inclinazione del piano di fondazione =	0
g'_c fattore di inclinazione del pendio =	0
z_c fattore correttivo per il sisma =	0,976
β coefficiente di riduzione di A_{max}/g =	0,28

$$q_{ult} = 34,54 \text{ t/m}^2$$

Approccio tradizionale	carico di sicurezza q_{sic} =	11,51 t/m²	Rd=	9579,17 tonn	Ed=	7043,00 tonn	VERIFICATO
F=3							
Approccio 2							
combinazione A1+M1+R3							
$\gamma_{cu}=1$	$\gamma_R=2,3$	capacità portante M1+R3=	15,02 t/m²	Rd=	12494,57 tonn	Ed=	10447,9 tonn
							VERIFICATO

Nel caso di platea di fondazione delle dimensioni di 16,0 m x 52,0 m con un carico di esercizio pari a $q_{es}=0,85 \text{ Kg/cm}^2$ (comprensivo dello scarico del terreno dovuto al piano di posa di -1,0m) si ottiene una verifica positiva per l'approccio tradizionale e per tutti gli approcci secondo il nuovo D.M. 2018.

Nel calcolo della capacità portante, non è stato considerato l'effetto delle forze orizzontali generate dal sisma e agenti sulla struttura.

Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti S viene esteso alla profondità in cui l'incremento di carico indotto dalla costruzione non è più significativo; le ipotesi di partenza per l'esecuzione di tali calcoli sono:

- Consolidazione monodimensionale (schema edometrico)
- Tensioni verticali nel sottosuolo secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq)
- Modulo edometrico $M_o = \alpha R_p$ (si veda la legenda allegata)

Le teorie adottate per i calcoli dei cedimenti derivano dalla correlazione tra la resistenza alla punta ricavata con le CPT ed il modulo di deformazione elastico.

Si riporta la **Tabella 4.2** di riferimento tratta dal testo "Fondazioni", Bowles (1995).

Il calcolo viene condotto per strati successivi di spessore $H = 20\text{cm}$, valutando per ognuno la tensione verticale σ_v al centro della superficie di carico ed il relativo valore di M_o secondo la formula:

$$S = n \sum [h \times (\Delta\sigma'_v / M_o)]$$

Dove n è un coefficiente riduttivo funzione della rigidezza.

Il carico di sicurezza q_{sic} induce dei cedimenti, che vanno valutati se ammissibili per la struttura di progetto.

Se non sono ammissibili occorre ridurre il carico di esercizio ad un valore chiamato carico ammissibile q_{amm} .

Per alcuni autori (Skempton e MacDonald, 1955) i valori massimi dei cedimenti tollerabili sono:

- travi continue, plinti: $S_{\text{max}}=3,8\text{ cm}$ (sabbie) $S_{\text{max}}=6,3$ (argille)
- platee di fondazione: $S_{\text{max}}=5,0\text{ cm}$ (sabbie) $S_{\text{max}}=8,2$ (argille)

Tabella 5.5 Equazioni per ricavare il modulo sforzi-deformazioni E_s dai risultati di prove in situ. Le relazioni seguenti forniscono E_s in kPa partendo da risultati di SPT e nelle stesse unità di q_c partendo da risultati di CPT. I valori di N dovrebbero essere considerati come N_{35} e non come N_{70} .

Terreno	SPT	CPT
Sabbia (normalmente consolidata)	$E_s = 500(N + 15)$ $E_s = (15000 + 22000) \ln N$ $E_s^{(2)} = (35000 + 50000) \log N$	$E_s = 2 + 4q_c$ $E_s^{(1)} = (1 + D_r^2)q_c$
Sabbia (satura)	$E_s = 250(N + 15)$	
Sabbia (sovracconsolidata)	$E_s^{(2)} = 18000 + 750N$ $E_{s(\text{OCR})} = E_{s(\text{nc})} (\text{OCR})^{1/2}$	$E_s = 6 + 30q_c$
Sabbia ghiaiosa e ghiaia	$E_s = 1200(N + 6)$ $E_s = 600(N + 6) \quad N \leq 15$ $E_s = 600(N + 6) + 2000 \quad N > 15$	
Sabbia argillosa	$E_s = 320(N + 15)$	$E_s = 3 + 6q_c$
Sabbia limosa	$E_s = 300(N + 6)$	$E_s = 1 + 2q_c$
Argilla soffice	—	$E_s = 3 + 8q_c$
Argilla	Utilizzando resistenza a taglio non drenata s_u , nelle unità di s_u $I_p > 30$ o organica $E_s = 100 - 500s_u$ $I_p < 30$ o rigida $E_s = 500 - 1500s_u$ $E_{s(\text{OCR})} = E_{s(\text{nc})} (\text{OCR})^{1/2}$	

(1) Vesić (1970).
(2) Formula proposta dall'autore a partire da un diagramma riportato da D'Appolonia et al. (1970).
(3) URSS: il valore di N può non essere standard.
Fonti generali: *European Conference on Standard Penetration Testing* (1974), vol. 2.1, pp. 150-151; CGJ, novembre 1983, pp. 726-737; *Use of In Situ Tests in Geotechnical Engineering*, ASCE (1986), p. 1173; Mitchel e Gardner (1975).

Tabella 4.2 - Scelta dei parametri di correlazione tra R_p e Modulo di deformazione elastico.

La stratigrafia della prova CPTU e le caratteristiche della fondazione sono state inserite in apposito programma per il calcolo dei cedimenti (LoadCap).

Viene riportata la suddivisione in strati pseudo-omogenei per il calcolo dei cedimenti all'interno del volume significativo per la platea di fondazione per le 3 prove CPTU eseguite in sito.

Stratigrafia												
Nr. Stratigrafie...			CPTU1									
			Descrizione CPTU1									
N°	DB	Spessore strato (m)	Gk (Kg/m³)	Gk Saturo (Kg/m³)	Fik (°)	ck (Kg/cm²)	cuk (Kg/cm²)	Eyk (Kg/cm²)	Edk (Kg/cm²)	Dati aggiuntivi	Texture	Descrizione
1		7,60	1800,0	1850,0	0	0,0	0,84	0,0	49,9		—	argilla
2		1,70	1900,0	1950,0	27	0,0	0,0	0,0	126,0		. . .	sabbia
3		2,60	1750,0	1800,0	0	0,0	0,66	0,0	46,4		—	argilla
4		5,10	1950,0	2000,0	31	0,0	0,0	0,0	368,4		. . .	sabbia
5		3,50	1800,0	1850,0	0	0,0	0,86	0,0	57,1		—	argilla
6		1,60	1850,0	1900,0	24	0,0	0,0	0,0	133,3		. . .	sabbia

Stratigrafia												
Nr. Stratigrafie...			CPTU2									
			Descrizione CPTU2									
N°	DB	Spessore strato (m)	Gk (Kg/m³)	Gk Saturo (Kg/m³)	Fik (°)	ck (Kg/cm²)	cuk (Kg/cm²)	Eyk (Kg/cm²)	Edk (Kg/cm²)	Dati aggiuntivi	Texture	Descrizione
1		7,80	1800,0	1850,0	0	0,0	0,75	0,0	46,9		—	argilla
2		1,40	1900,0	1950,0	27	0,0	0,0	0,0	130,3		. . .	sabbia
3		4,50	1750,0	1800,0	0	0,0	0,55	0,0	42,5		—	argilla
4		3,10	1950,0	2000,0	32	0,0	0,0	0,0	412,2		. . .	sabbia
5		3,70	1800,0	1850,0	0	0,0	0,81	0,0	54,5		—	argilla
6		2,00	1850,0	1900,0	24	0,0	0,0	0,0	145,5		. . .	sabbia

Stratigrafia												
Nr. Stratigrafie...			CPTU3									
			Descrizione CPTU3									
N°	DB	Spessore strato (m)	Gk (Kg/m³)	Gk Saturo (Kg/m³)	Fik (°)	ck (Kg/cm²)	cuk (Kg/cm²)	Eyk (Kg/cm²)	Edk (Kg/cm²)	Dati aggiuntivi	Texture	Descrizione
1		8,50	1800,0	1850,0	0	0,0	0,84	0,0	49,9		—	argilla
2		0,70	1850,0	1900,0	0	0,0	1,25	0,0	70,6		—	limo e
3		2,70	1750,0	1800,0	0	0,0	0,56	0,0	42,9		—	argilla
4		5,30	1950,0	2000,0	31	0,0	0,0	0,0	348,5		. . .	sabbia
5		2,50	1800,0	1850,0	0	0,0	1,03	0,0	63,9		—	argilla
6		2,70	1800,0	1850,0	0	0,0	1,33	0,0	79,8		—	argilla

Vengono stimati con il software di calcolo i cedimenti attesi per le 3 prove CPTU eseguite in sito, per la platea di fondazione per una pressione media di $q_{es} = 1,02 \text{ kg/cm}^2$ considerando il carico complessivo ad esclusione dello scarico, dato che questa correzione viene apportata dal software di calcolo.

CPTU1

Pressione normale 1,02 Angolo 0° Distanza 0

Cedimenti

☐ Metodo logaritmico di Terzaghi
☒ Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Tempo di consolidazione in anni 0

Calcolo delle pressioni

☒ Boussinesq ☐ Westergaard

Cedimenti

Strato	Z [m]	Tensione Efficace (Kg/cm²)	Incremento di tensione (Kg/cm²)	Metodo	Cedimento consolidazione Wc	Cedimento secondario Ws	Cedimento totale Wt
4	14,45	1,413	0,511	Edometrico	0,71	0	0,71
5	18,75	1,817	0,407	Edometrico	2,49	0	2,49
6	21,3	2,037	0,358	Edometrico	0,43	0	0,43
							15,94

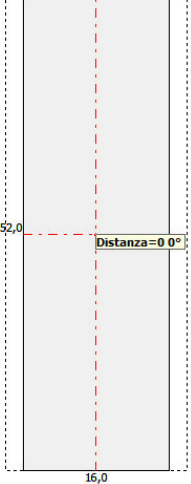
Decorso dei cedimenti nel tempo...

Strato	Cedimento totale [cm]	Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
Strato 1	W=10,830000	0,000000	10	0,000000
		0,000000	20	0,000000
		0,000000	30	0,000000
		0,000000	40	0,000000
		0,000000	50	0,000000
		0,000000	60	0,000000
		0,000000	70	0,000000
		0,000000	80	0,000000
		0,000000	90	0,000000

Ok ?

CPTU2

Pressione normale 1,02 Angolo 0° Distanza 0



Cedimenti

☐ Metodo logaritmico di Terzaghi
☒ Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Tempo di consolidazione in anni 0

Calcolo delle pressioni

☒ Boussinesq ☐ Westergaard

Cedimenti

Strato	z [m]	Tensione Efficace (Kg/cm ²)	Incremento di tensione (Kg/cm ²)	Metodo	Cedimento consolidazione Wc [cm]	Cedimento secondario Ws [cm]	Cedimento totale Wt [cm]
4	15,25	1,453	0,489	Edometrico	0,37	0	0,37
5	18,65	1,766	0,409	Edometrico	2,78	0	2,78
6	21,5	2,013	0,354	Edometrico	0,49	0	22,61

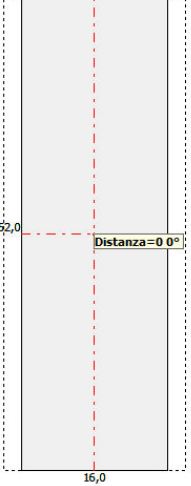
Decorso dei cedimenti nel tempo...

Strato	Cedimento totale [cm]	Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
Strato 1	W=11,850000	0,000000	10	0,000000
		0,000000	20	0,000000
		0,000000	30	0,000000
		0,000000	40	0,000000
		0,000000	50	0,000000
		0,000000	60	0,000000
		0,000000	70	0,000000
		0,000000	80	0,000000
		0,000000	90	0,000000

Ok ?

CPTU3

Pressione normale 1,02 Angolo 0° Distanza 0



Cedimenti

☐ Metodo logaritmico di Terzaghi
☒ Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Tempo di consolidazione in anni 0

Calcolo delle pressioni

☒ Boussinesq ☐ Westergaard

Cedimenti

Strato	z [m]	Tensione Efficace (Kg/cm ²)	Incremento di tensione (Kg/cm ²)	Metodo	Cedimento consolidazione Wc [cm]	Cedimento secondario Ws [cm]	Cedimento totale Wt [cm]
4	14,55	1,409	0,508	Edometrico	0,77	0	0,77
5	18,45	1,78	0,413	Edometrico	1,62	0	1,62
6	21,05	2,001	0,362	Edometrico	1,23	0	20,46

Decorso dei cedimenti nel tempo...

Strato	Cedimento totale [cm]	Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
Strato 1	W=12,190000	0,000000	10	0,000000
		0,000000	20	0,000000
		0,000000	30	0,000000
		0,000000	40	0,000000
		0,000000	50	0,000000
		0,000000	60	0,000000
		0,000000	70	0,000000
		0,000000	80	0,000000
		0,000000	90	0,000000

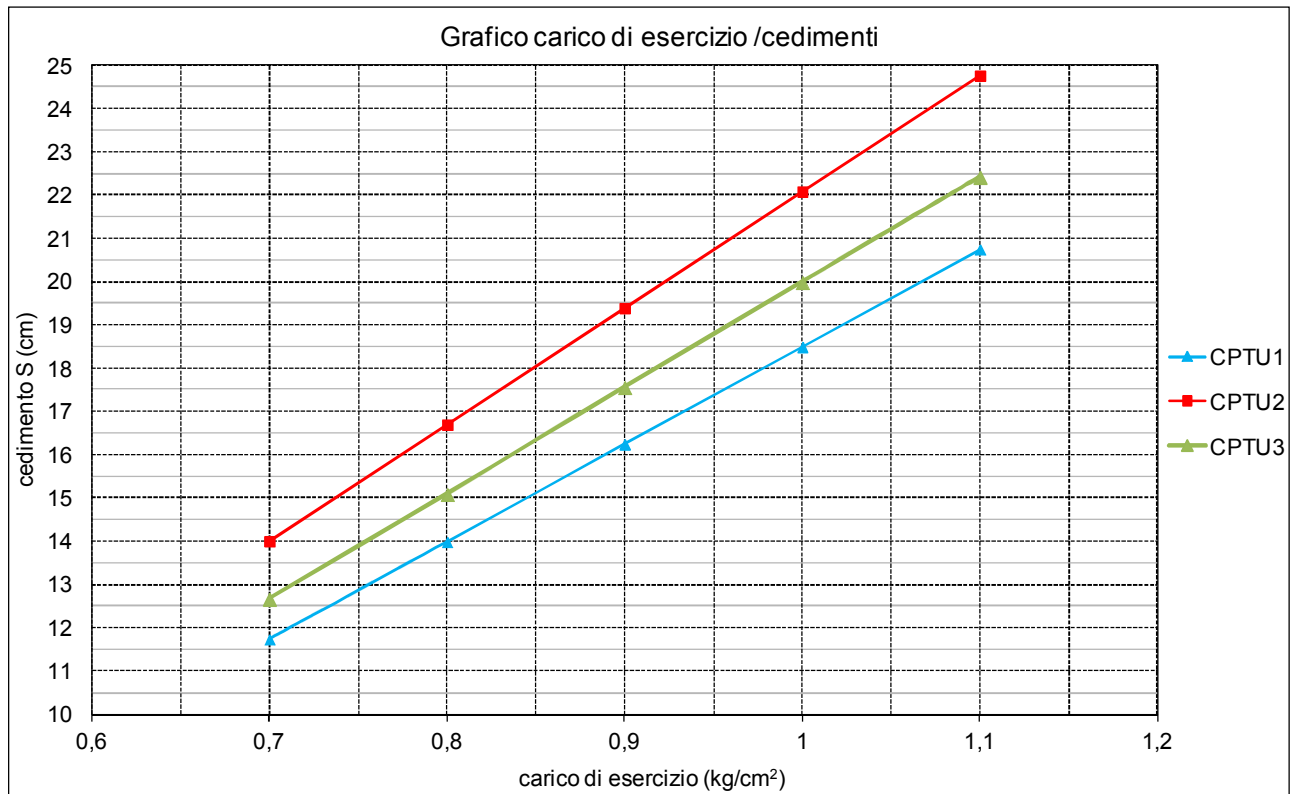
Ok ?

Nella **Tabella 4.3**, si riporta il valore dei cedimenti per il carico di esercizio calcolato con il metodo tradizionale per le 3 prove CPTU con rif. U91-19 eseguite in sito, per la platea di fondazione.

Fondazioni	q _{es} (Kg/cm ²)	Cedimenti S CPTU1 (cm)	Cedimenti S CPTU2 (cm)	Cedimenti S CPTU3 (cm)	Profondità di posa Df (m dal p.c.)	Volume significativo Hc (m da p.c.)
Platea 16,0 m x 52,0 m	1,02	18,94	22,61	20,46	-1,00	-21,0

Tabella 4.3 – Carico di esercizio e cedimento corrispondente

Per la platea di fondazione si fornisce un grafico ove in ascissa sono collocabili i diversi carichi di esercizio possibili ed in ordinata, attraverso la curva disegnata, si possono leggere i cedimenti conseguenti attesi. Il carico di esercizio è espresso in kg/cm^2 ed il cedimento corrispondente è espresso in cm.



Il progettista potrà stimare la pressione che la struttura costruita su platea eserciterà sul terreno. Una volta ricavata tale pressione di contatto o carico di esercizio, il suo valore va posizionato sull'asse delle ascisse, da cui, sulla curva del grafico, si potrà risalire alla stima del cedimento atteso, leggibile sull'asse delle ordinate.

Questi valori stimati sono per platea flessibile, uniformemente caricata. Solo un'analisi strutturale dei carichi può portare ad una mappa delle isopressioni e dunque dei conseguenti cedimenti all'interno della platea.

Il primo strato di argille limose rilevato con le 3 prove eseguite in sito fino a circa -8,0 m da p.c. è abbastanza compressibile; di fatto i cedimenti calcolati sono dell'ordine dei 20 cm, applicando i carichi forniti per i silos di nuova realizzazione sulla platea. Se tali cedimenti non saranno ammessi in fase progettuale si consiglia l'utilizzo di pali di fondazione attestati al primo banco sabbioso rilevato a profondità variabili comprese tra 12,0 e 14,0 m da p.c..

Sarà responsabilità del progettista delle strutture valutare l'entità corretta e precisa dei carichi da applicare e verificare l'ammissibilità dei cedimenti conseguenti. Si consideri che per la natura deposizionale dei terreni alluvionali della pianura padana, caratterizzati da frequenti oscillazioni verticali ed orizzontali delle caratteristiche di compressibilità, i valori dei cedimenti proposti vanno considerati come ordine di grandezza, passibili di scarti anche di $\pm 30\%$.

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

ALLEGATO ALLA RELAZIONE

STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA

Variante alla Pianificazione Territoriale e Urbanistica dell'area oggetto di ammodernamento di impianto per la produzione di mangimi in ottica 4.0 (mangime Bio/Ogm) sito in via Trupatello a Bagnara di Romagna (Ra). Riferimenti catastali foglio 7 mappale 149 e 65 del comune di Bagnara di Romagna (Ra).



A. INTRODUZIONE

La microzonazione sismica è la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento (risposta sismica locale). La microzonazione sismica è pertanto un efficace strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico, in particolare se realizzato e applicato fino dalle prime fasi di pianificazione urbanistica, in quanto consente di indirizzare le scelte urbanistiche verso aree a minore pericolosità sismica e/o fornire indicazioni per scelte progettuali che tengano adeguatamente conto delle condizioni di pericolosità sismica locale.

Gli studi di microzonazione sismica prevedono diversi livelli di approfondimento in funzione delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale.

Per la microzonazione sismica si identificano due fasi di analisi con diversi livelli di approfondimento.

La **prima fase di analisi** è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del moto sismico, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ...).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolti a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi viene svolta soprattutto mediante elaborazione dei dati disponibili in sede di predisposizione del piano territoriale di livello provinciale o metropolitano 3 e concorre alla definizione delle scelte di piano, fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione nelle suddette aree. Il quadro conoscitivo della pianificazione urbanistica comunale presenta una cartografia della pericolosità sismica locale, derivata dalle previsioni della pianificazione d'area vasta ma ad una scala di maggior dettaglio, limitatamente agli areali da indagare.

La **seconda fase di analisi** ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio indagato.

Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento: a) un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento) e b) una analisi approfondita (terzo livello di approfondimento), come di seguito specificato:

a) nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili, compresi quelli con coperture di spessore circa costante e acclività $\leq 15^\circ$, vale a dire in tutte le zone non interessate da instabilità nelle quali il modello stratigrafico può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale, si ritiene sufficiente un'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento), cioè l'analisi della pericolosità sismica locale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche e prove geotecniche in sito di tipo standard e l'amplificazione del moto sismico può essere stimata attraverso tabelle e formule. Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione litostratigrafica e geofisica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio;

b) un'analisi più approfondita (terzo livello di approfondimento) è invece richiesta per la definizione di indici di rischio negli areali che presentano le caratteristiche elencate al successivo paragrafo 2.1, lettera c), specificamente individuati dalla cartografia della pericolosità sismica locale predisposta dai piani di area vasta e recepita nel quadro conoscitivo dei piani urbanistici comunali.

L'analisi approfondita richiede un significativo numero di prove geofisiche e geotecniche, sia in sito che in laboratorio, rivolte alla definizione del comportamento dei terreni sotto sollecitazione dinamica, e l'impiego di specifiche procedure di elaborazione per la stima degli indici di rischio.

B. PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il primo livello di approfondimento ha le seguenti finalità:

- individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica;
- definire il tipo di effetti attesi;
- indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario;
- descrivere le caratteristiche delle unità geologiche del sottosuolo, in termini di litologia, stratigrafia, tettonica e geometria per definire il modello geologico di base per la microzonazione sismica.

Per questo livello di approfondimento sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici:

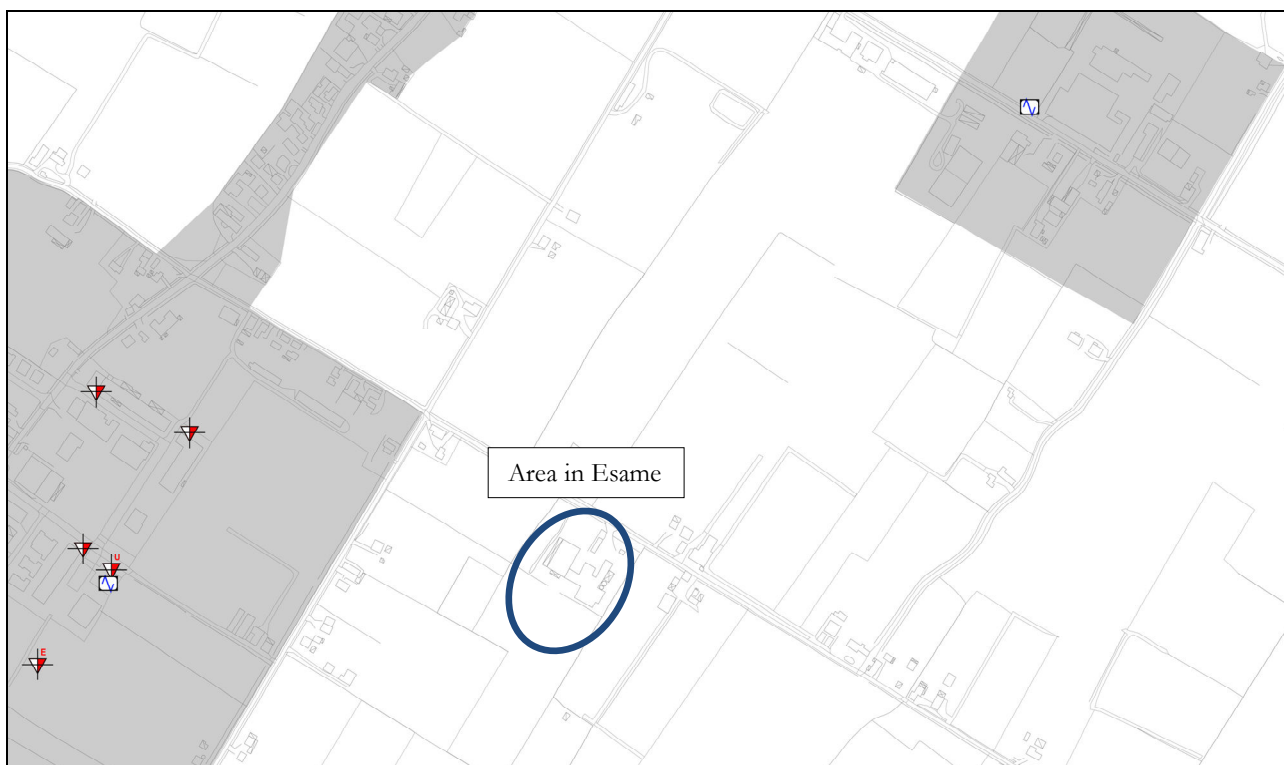
- Carta delle indagini
- Carta Geologico Tecnica
- Carta delle frequenze naturali dei terreni
- Carta delle aree suscettibili di effetti locali – Microzone Omogenee in Prospettiva sismica

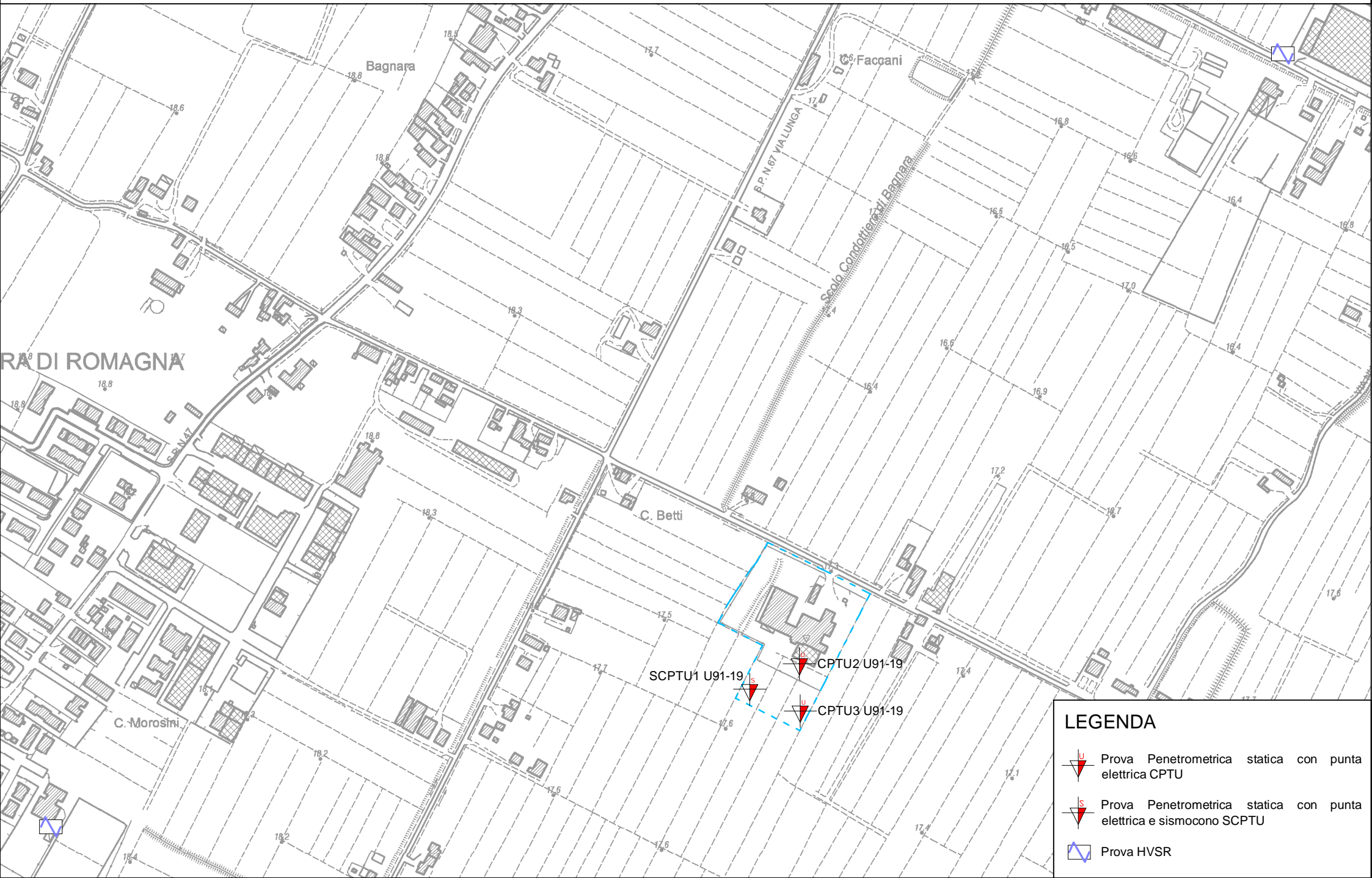
CARTA DELLE INDAGINI

A tal proposito è stata redatta la **Tavola 1 - Carta delle indagini** allegata a questa relazione.




In questa Carta sono ubicate le indagini sito-specifiche realizzate all'interno dell'ambito e le indagini bibliografiche circostanti l'area; nello specifico 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con rif. U91-19, spinte rispettivamente fino alla profondità di -30,00 m dal p.c. la prova SCPTU1 e CPTU3 e a -27,40 m dal p.c. la prova CPTU2 e 2 indagini geofisiche a stazione singola HVSr eseguite rispettivamente a nord-est e ad ovest del sito allo studio, realizzate per gli studi di micro-zonazione sismica del comune di Bagnara di Romagna.

Si riporta uno stralcio della carta delle indagini della Microzonazione Sismica del comune di Bagnara di Romagna, che mostra le indagini presenti nell'intorno del sito allo studio e l'ubicazione dell'area in esame.





LEGENDA

-  Prova Penetrometrica statica con punta elettrica CPTU
-  Prova Penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU
-  Prova HVSR

CARTA GEOLOGICO TECNICA

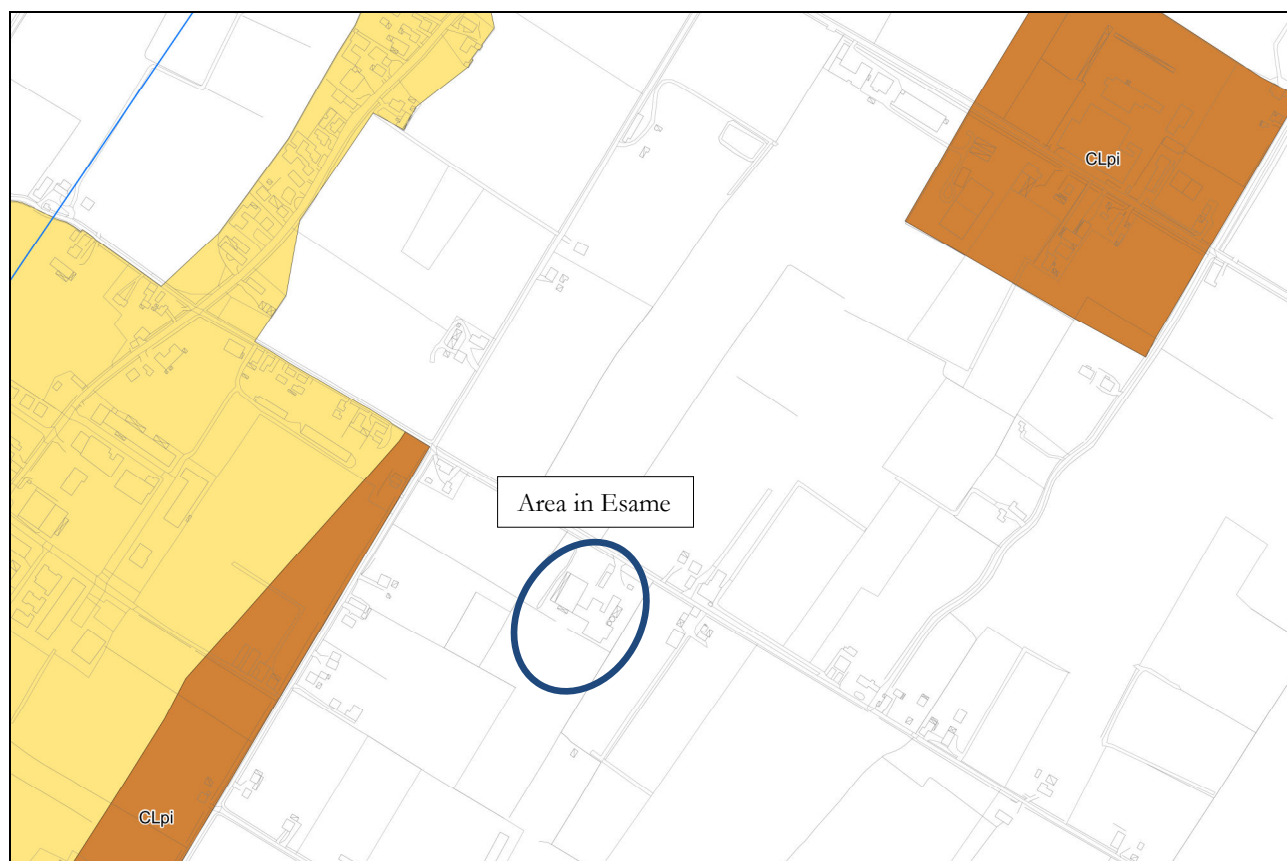
A tal proposito è stata redatta la **Tavola 2 - Carta Geologico Tecnica** allegata a questa relazione.

Questa carta è realizzata sulla base dei rilievi geologici e morfologici disponibili. In questa cartografia sono rappresentati gli elementi geologici e morfologici locali d'interesse per l'analisi della pericolosità sismica, in particolare quelli che possono modificare il moto sismico in superficie.

Il sito, come descritto nel *paragrafo 2.2 e 2.3* di questa relazione, ricade all'interno della successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano denominata AES8a Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - Subsintema di Ravenna – Unità di Modena, caratterizzata da ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi, di ambiente di piana alluvionale.

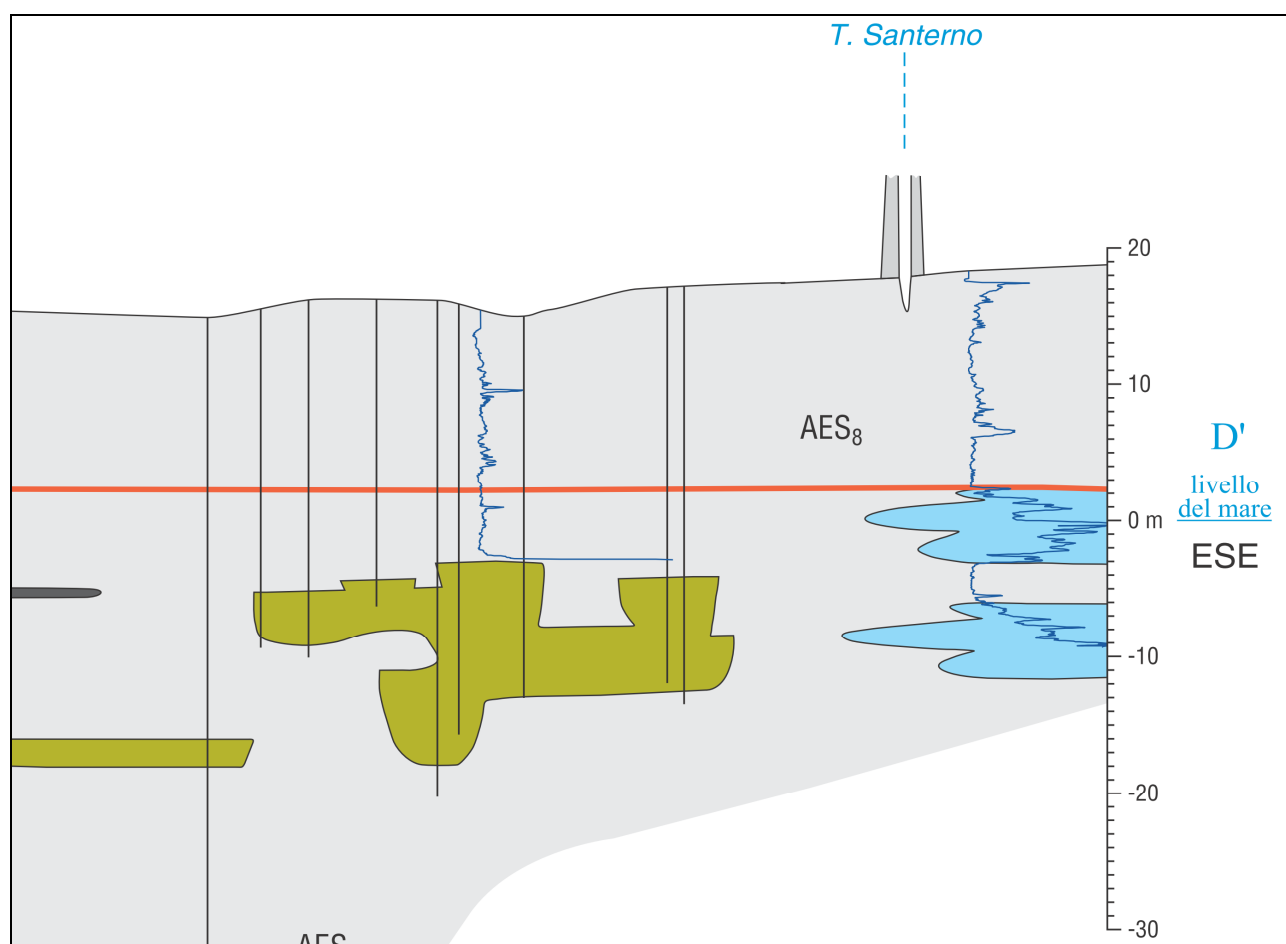
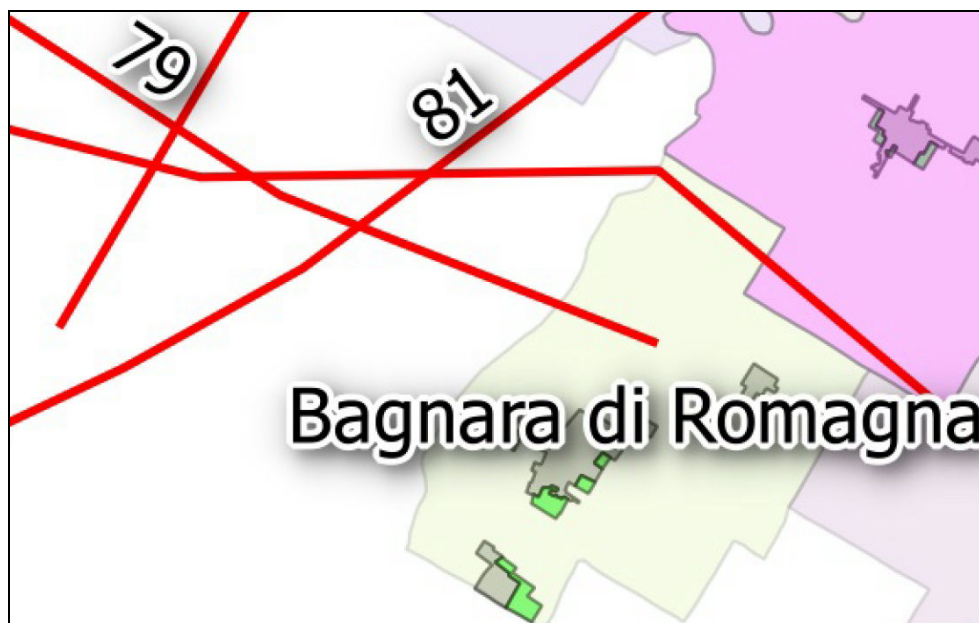
Come è possibile osservare dalla Carta Geologico-Tecnica, il sito allo studio è caratterizzato da argille limose inorganiche di medio-bassa plasticità di piana inondabile (CLpi).

Si riporta uno stralcio della Carta Geologico-Tecnica della Microzonazione Sismica del comune di Bagnara di Romagna, con l'ubicazione dell'area in esame, che mostra come gli ambiti circostanti siano caratterizzati dalle stesse litologie del sito allo studio.



Nella stessa Carta sono riportate le sezioni geologiche che attraversano il comune di Bagnara di Romagna.

Si riporta uno stralcio della Sezione n 79 che passa nelle vicinanze del sito allo studio con uno stralcio di mappa che ne mostra l'ubicazione.



SEZIONE GEOLOGICA SUPERFICIALE

CAROTAGGI

222 - S4 Carotaggio "Progetto CARG"



Profilo granulometrico del carotaggio



Indagini geognostiche della banca dati RER



Penetrometrie elettriche con o senza piezometro
"Progetto CARG" (resistenza alla punta)

14.3

Età ^{14}C B.P. (in ka non calibrati)



Paleosuoli (non calcarei o scarsamente calcarei)

DEPOSITI ALLUVIONALI

Ghiaie di riempimento di canale fluviale

Sabbie di riempimento di canale e di rotta fluviale

Alternanze di sabbie, limi ed argille
di tracimazione fluviale indefferenziata

Argille e limi con sostanza organica di palude

DEPOSITI DELTIZI, LITORALI E MARINI

Argille e limi con sostanza organica di palude-laguna

Sabbie di cordone litorale

Base del Subsystema di Ravenna - AES₈

Base del Subsystema di Villa Verucchio - AES₇

Sezione 79



CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI

A tal proposito è stata redatta la **Tavola 3 - Carta delle frequenze naturali del terreno f_0** allegata a questa relazione.

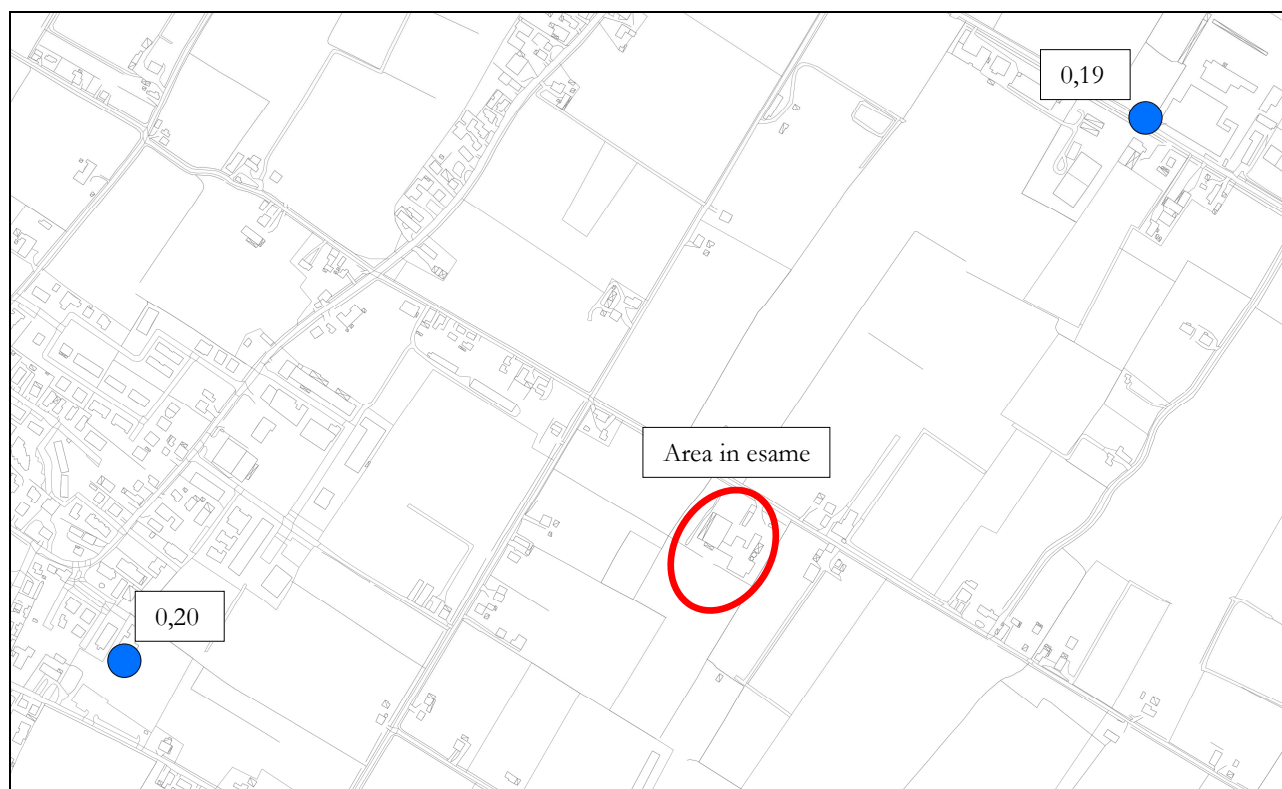
Sono state dunque prese in considerazione le 2 indagini geofisiche a stazione singola HVSR eseguite rispettivamente a nord-est e ad ovest del sito allo studio, realizzate per gli studi di micro-zonazione sismica del comune di Bagnara di Romagna. Le 2 prove sono state eseguite sulla stessa formazione geologica del sito allo studio, per cui rappresentative anche del sito in oggetto.

La maggior parte delle indagini realizzate negli studi di Microzonazione sismica del comune di Bagnara di Romagna sono caratterizzate da più picchi massimi in Frequenza. Il primo picco è indicato come F1, il secondo, indicato con F2 e il terzo, indicato con F3 con diverse classi di ampiezza.

I codici F1, F2 ed F3 assegnati ai 3 massimi non sono casuali, ma dipendono dalle seguenti classi di frequenza:

- $F1 < 0.5 \text{ Hz}$
- $0.5 \text{ Hz} \leq F2 \leq 1.2 \text{ Hz}$
- $F3 > 1.2 \text{ Hz}$.

Si riporta uno stralcio della Carta delle frequenze naturali del terreno f_0 della Microzonazione Sismica del comune di Bagnara di Romagna, con l'ubicazione dell'area in esame e le 2 indagini HVSR con indicata la frequenza fondamentale e la rispettiva ampiezza. Le due indagini presentano la stessa frequenza (0,19/0,20) con la stessa ampiezza dei picchi compresa tra 2 e 3.



Ampiezze dei picchi

F<0.5Hz

• A≤2

• 2<A≤3

• A>3

0.5≤F≤1.2

• A≤2

• 2<A≤3

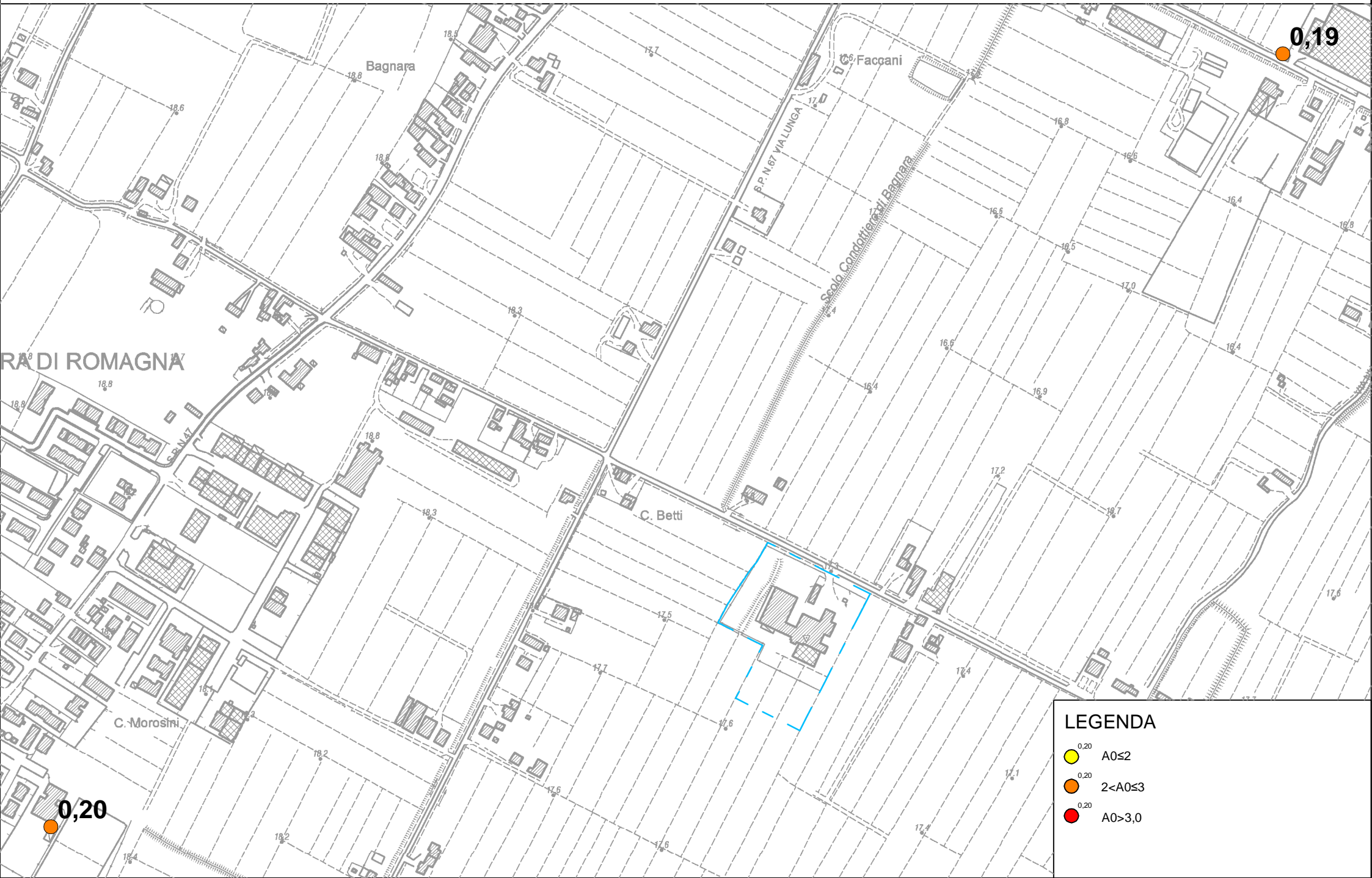
• A>3

F>1.2




• A≤2

• 2<A≤3

• A>3



LEGENDA

-  0,20 $A_0 \leq 2$
-  0,20 $2 < A_0 \leq 3$
-  0,20 $A_0 > 3,0$

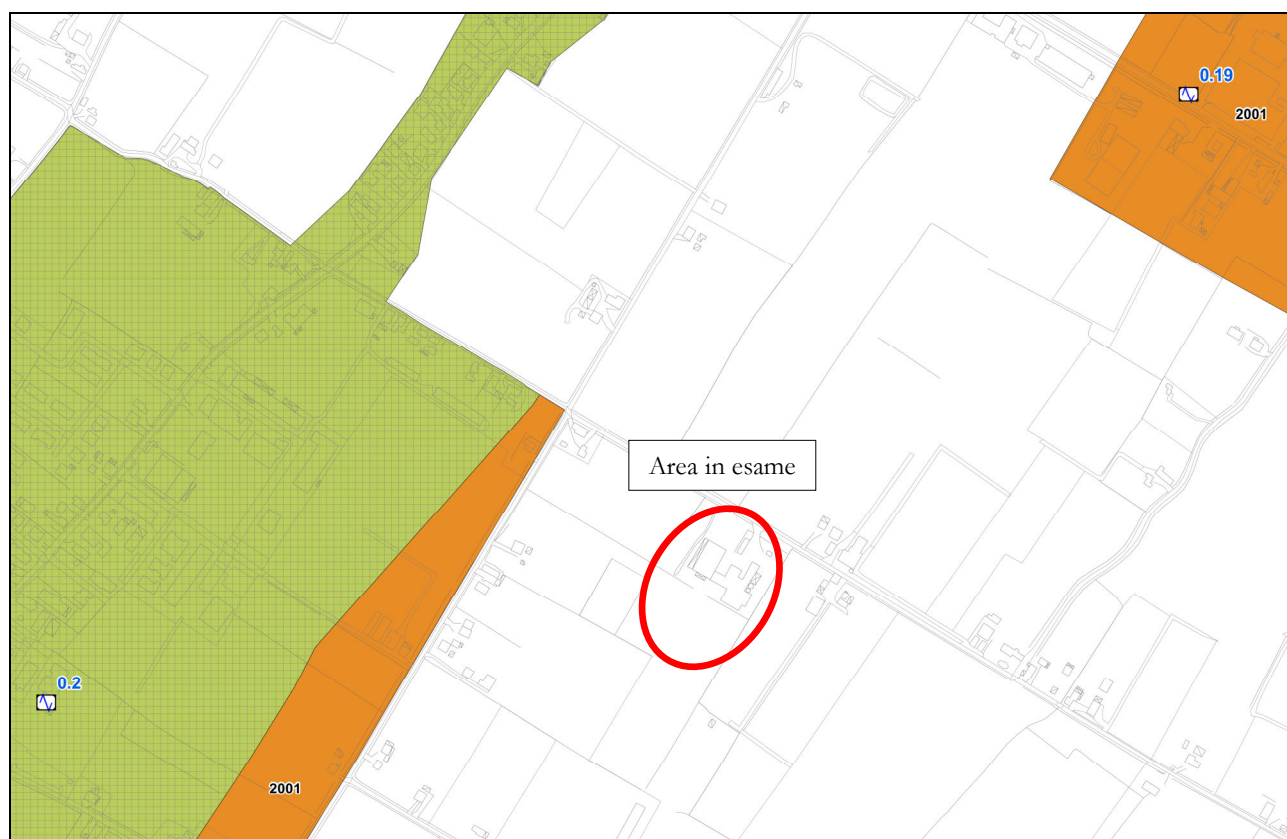
CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI LOCALI – MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

A tal proposito è stata redatta la **Tavola 4 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS** allegata a questa relazione.

Questa cartografia indica le aree in cui si ritiene necessario effettuare indagini e analisi di microzonazione sismica e i livelli di approfondimento ritenuti necessari. La carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e delle valutazioni dei dati litostratigrafici è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, liquefazione, ecc...).

L'area allo studio è stata classificata come Zona stabile suscettibile di amplificazione sismica locale, nella quale è attesa amplificazione del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico del sito.

Si riporta uno stralcio della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS della Microzonazione Sismica del comune di Bagnara di Romagna, con l'ubicazione dell'area allo studio. Nella Carta è possibile osservare come le 2 aree comprensive del sito allo studio siano caratterizzate come zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (MOPS 2001).



Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



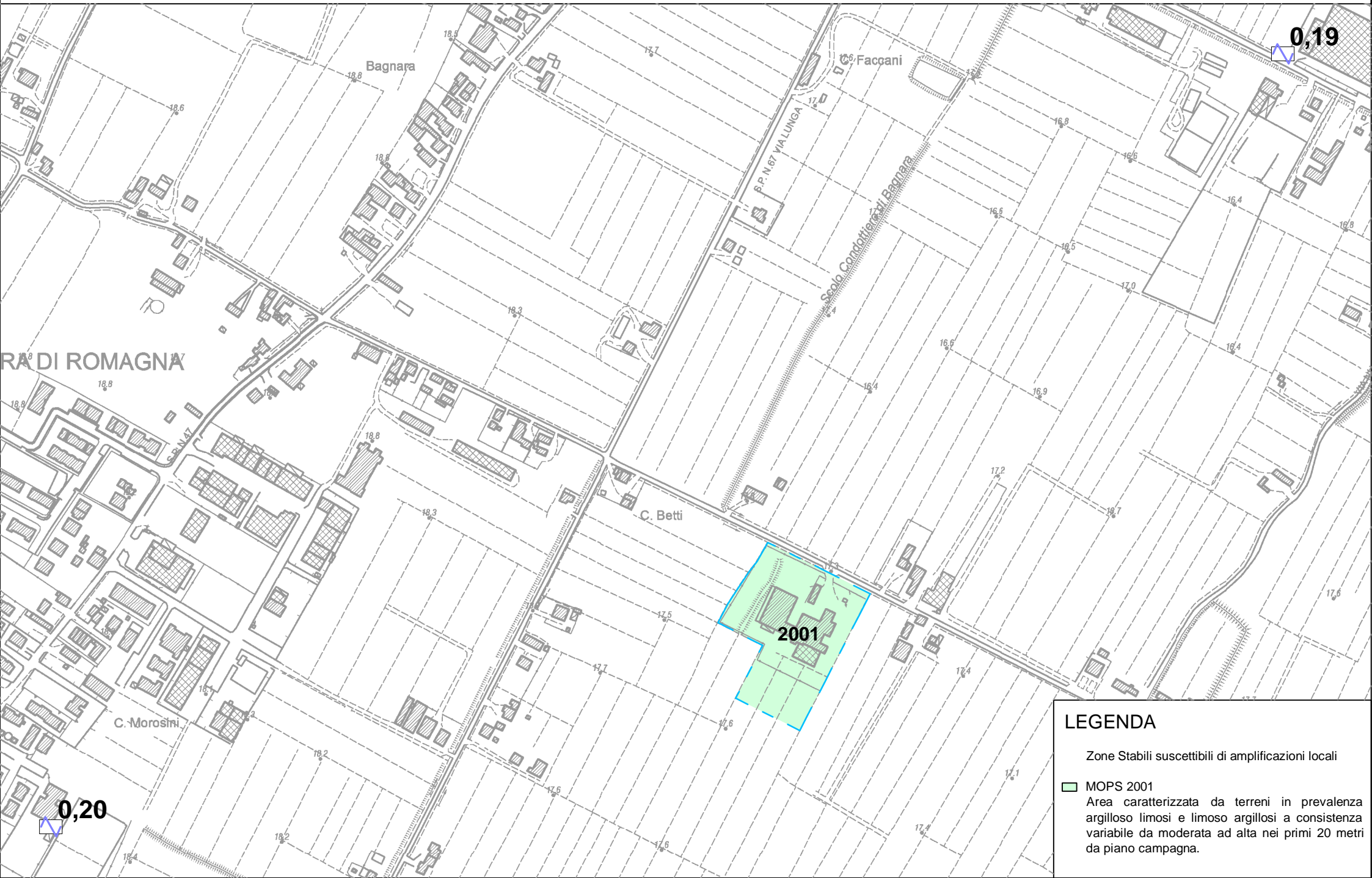
2001

Zone di attenzione per instabilità



ZALQ1 - d

Zone di attenzione per liquefazioni tipo 1



LEGENDA

Zone Stabili suscettibili di amplificazioni locali

- MOPS 2001
Area caratterizzata da terreni in prevalenza argilloso limosi e limoso argillosi a consistenza variabile da moderata ad alta nei primi 20 metri da piano campagna.

C. SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Il secondo livello di approfondimento ha le seguenti finalità:

- la verifica delle condizioni di pericolosità indicate dal precedente livello di approfondimento e conferma o eventuale nuova perimetrazione delle aree in cui effettuare la micro zonazione sismica;
- la suddivisione dettagliata del territorio in base all'amplificazione attesa;
- la conferma o migliore definizione delle aree, indicate dal livello di approfondimento precedente, in cui si ritengono necessari approfondimenti di terzo livello e indicazione delle indagini e analisi da effettuare.

Per questo livello di approfondimento sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici:

- Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s)
- Carte di microzonazione sismica di secondo livello:
 - Carta dei Fattori di Amplificazione - FA_{PGA}
 - Carta dei Fattori di Amplificazione – $FA_{SA1} 0,1s \leq T \leq 0,5s$
 - Carta dei Fattori di Amplificazione – $FA_{SA2} 0,4s \leq T \leq 0,8s$
 - Carta dei Fattori di Amplificazione – $FA_{SA3} 0,7s \leq T \leq 1,1s$
 - Carta dei Fattori di Amplificazione – $FA_{SA4} 0,5s \leq T \leq 1,5s$
 - Carta dei Fattori di Amplificazione – $FA_{SI1} 0,1s \leq T \leq 0,5s$
 - Carta dei Fattori di Amplificazione – $FA_{SI2} 0,5s \leq T \leq 1,0s$
 - Carta dei Fattori di Amplificazione – $FA_{SI3} 0,5s \leq T \leq 1,5s$
 - Carta della distribuzione sul territorio dei valori di H_{SM}

CARTA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S (V_s)


A tal proposito è stata redatta la **Tavola 5 - Carta delle velocità delle onde di taglio S** allegata a questa relazione.

Questa carta è stata realizzata sulla base della misura diretta rilevata mediante la realizzazione di una prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono sismico SCPTU1 con *rif. U91-19*, spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c..

Il valore di V_{s30} risultante dalla lettura dei tempi di arrivo delle onde S alla profondità di 30,00 m da p.c. è di 227 m/s.



LEGENDA

 227 m/s SCPTU per la misura diretta della velocità delle onde di taglio S con indicazione del valore

CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO

A tal proposito è stata redatta la *Tavola 6 - Carta di microzonazione sismica di secondo livello F.A._{P.G.A.}*, la *Tavola 7 - Carta di microzonazione sismica di secondo livello F.A._{S.A.1}*, la *Tavola 8 - Carta di microzonazione sismica di secondo livello F.A._{S.A.2}*, la *Tavola 9 - Carta di microzonazione sismica di secondo livello F.A._{S.A.3}*, la *Tavola 10 - Carta di microzonazione sismica di secondo livello F.A._{S.A.4}*, la *Tavola 11 - Carta di microzonazione sismica di secondo livello F.A._{S.I.1}*, la *Tavola 12 - Carta di microzonazione sismica di secondo livello F.A._{S.I.2}*, la *Tavola 13 - Carta di microzonazione sismica di secondo livello F.A._{S.I.3}*, la *Tavola 14 - Carta della distribuzione sul territorio dei valori di H_{SM}* , allegata a questa relazione.

La Giunta Regionale ha approvato l'aggiornamento degli indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica, secondo il *Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 630/2019*.

Nella Figura sottostante viene mostrata la griglia delle accelerazioni al bedrock con i nodi più prossimi al sito allo studio. In via conservativa viene preso in considerazione il nodo con l'accelerazione più alta più vicino al sito allo studio. Il Valore di accelerazione al bedrock nel vertice della griglia più prossimo al sito in esame è quindi pari a 0,199g.

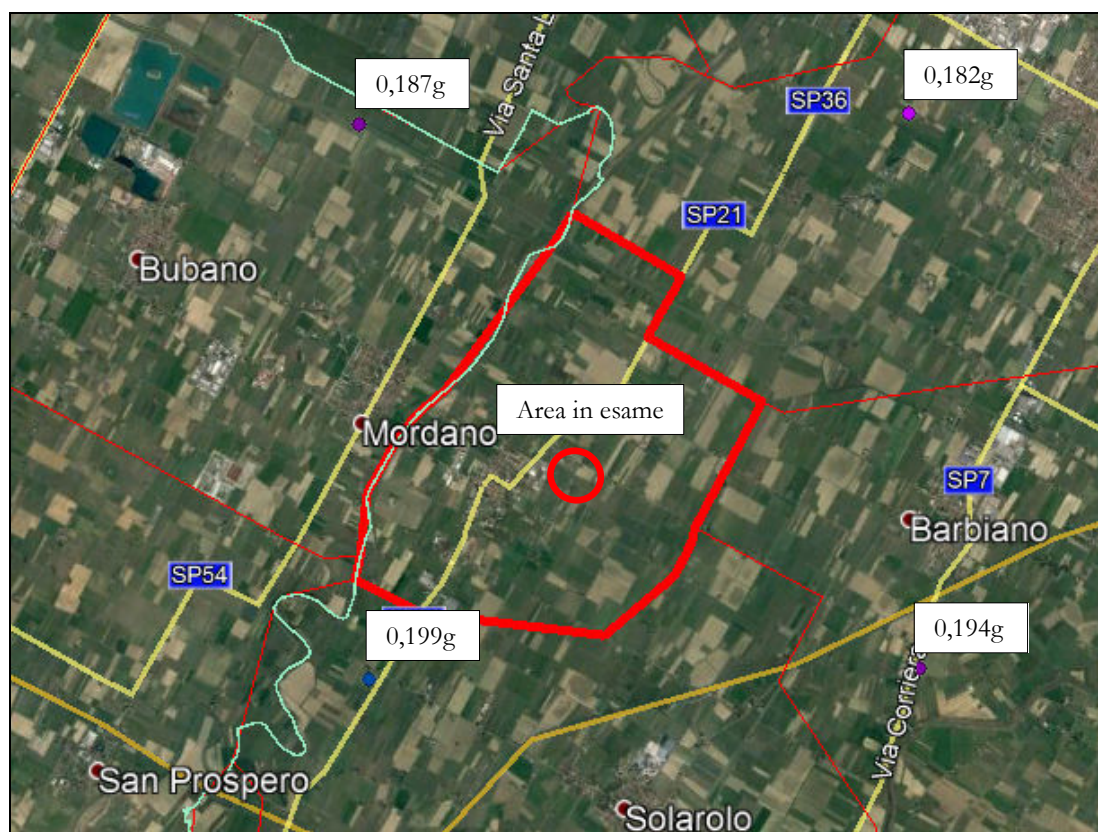


FIGURA - Griglia delle accelerazioni al bedrock (DGR 630/2019)

Il sito allo studio è collocato in PIANURA 2, come si evince anche dalla mappa rappresentata in una pubblicazione del Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna.

Nella Figura successiva si riporta tale mappa raffigurante tutta la Regione con l'ubicazione del comune di Bagnara di Romagna in cui si può osservare come sia posto in Pianura 2.

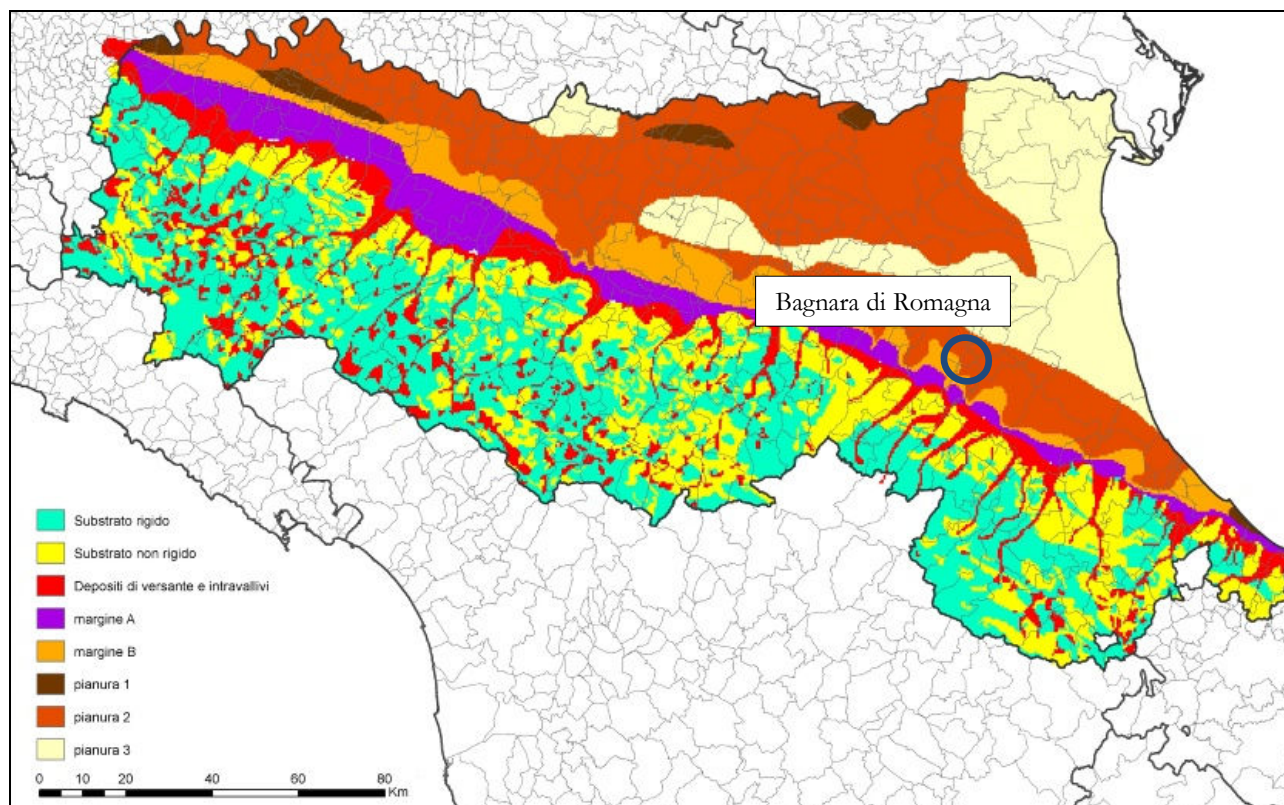


FIGURA – Mappa delle Macrozone degli Ambienti-Geologicomorfologici R.E.R.

Secondo il *Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 630/2019*, le Amplificazioni sismiche di PIANURA 2 sono le seguenti, avendo una V_{s30} del sito allo studio di 227 m/s:

PIANURA 2: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.;

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5

Fattore di Amplificazione **PGA**

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5
SA2	2,7	2,7	2,4	2,1	1,9	1,8
SA3	3,3	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1
SA4	3,3	3,1	2,7	2,4	2,1	1,9

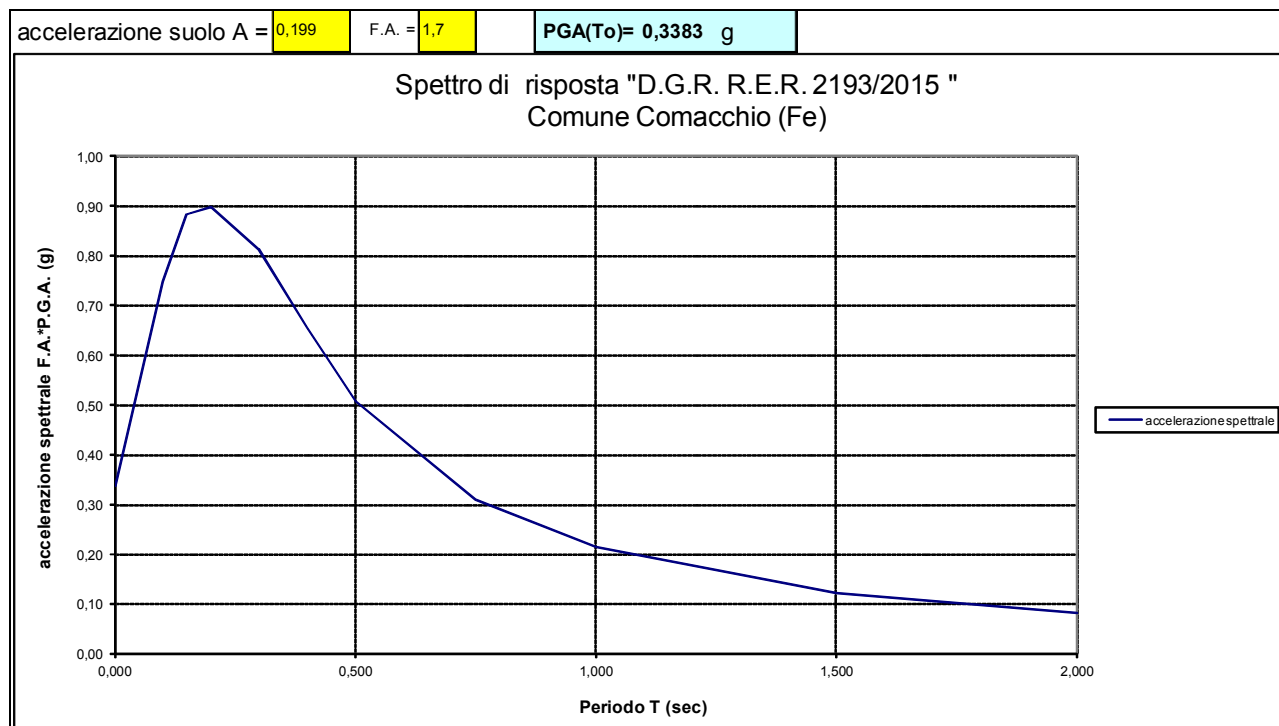
Fattori di Amplificazione **SA1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), **SA2** ($0,4s \leq T \leq 0,8s$), **SA3** ($0,7s \leq T \leq 1,1s$), **SA4** ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6
SI2	3,1	3,0	2,7	2,4	2,1	2,0
SI3	3,6	3,3	2,9	2,5	2,2	2,0

Fattori di Amplificazione **SI1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), **SI2** ($0,5s \leq T \leq 1,0s$), **SI3** ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

Il fattore di amplificazione F.A. derivato dal rapporto tra la P.G.A. in superficie e quella al bedrock per valori di V_{s30} di 227 m/s è pari a 1,70.

Lo spettro che si può ricavare da quello normalizzato fornito dal D.G.R. 630/2019 è il seguente:



È stata prodotta anche la carta della distribuzione sul territorio dei valori di H_{SM} , che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s^2), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity (ASI_{UHS}), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0,1s \leq T \leq 0,5s$, diviso per ΔT (in questo caso pari a 0,4s) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

Per l'area allo studio è stato scelto il valore di $ASI_{UHS} / \Delta T$ del nodo della griglia INGV più prossimo al sito, rappresentato in **FIGURA 3.8** dal valore 426,25.

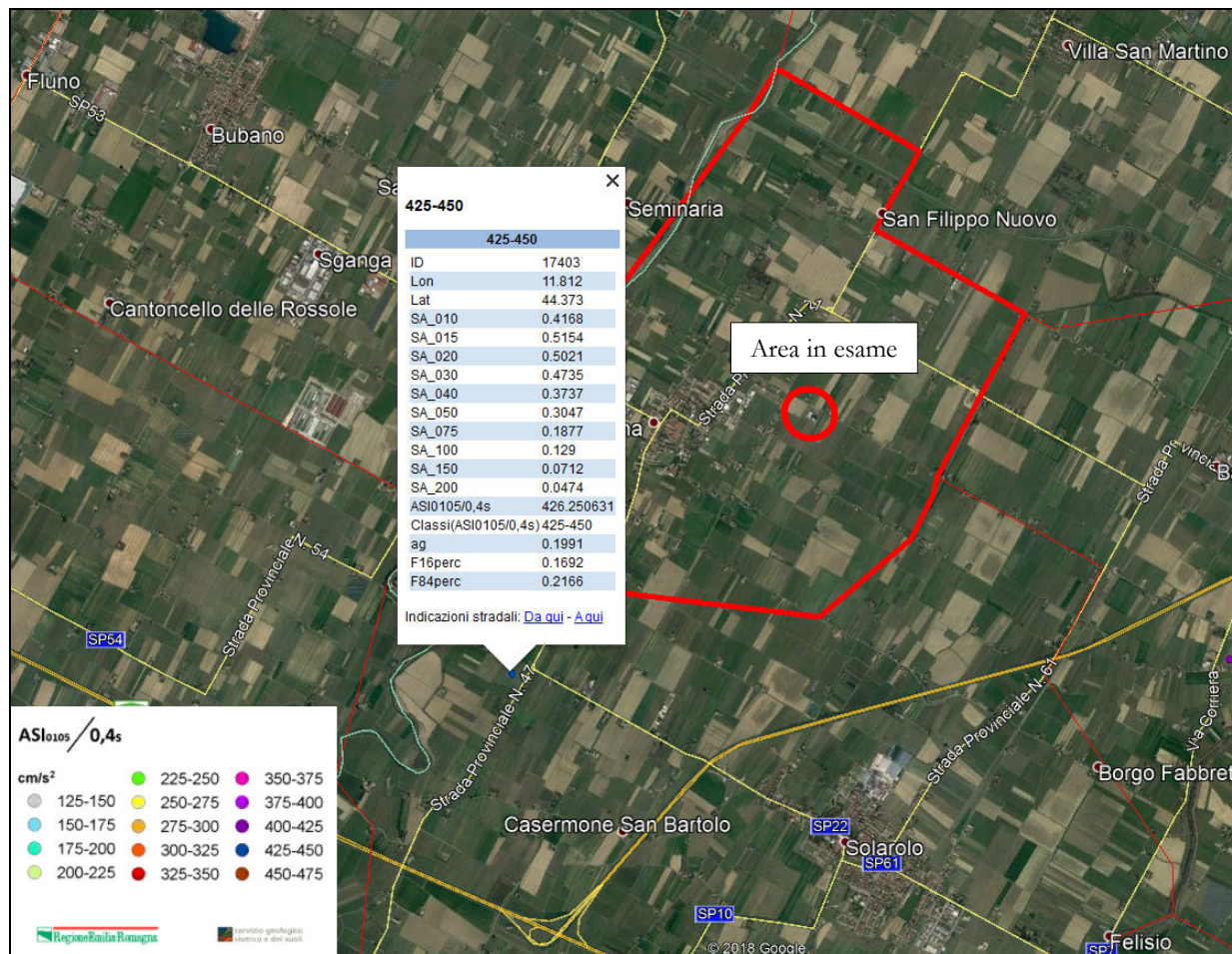


FIGURA 3.8 – Nodo della griglia INGV più prossimo al sito

Il valore di H_{MS} del sito allo studio è pari a:

$$H_{MS} = 426,25 \times 1,8 = 767,2 \text{ cm/sec}^2$$

Il rischio sismico per strutture che hanno periodi compresi tra 0,1sec e 0,5sec è dunque “alto”.

Per convenzione nella microzonazione sismica si studiano edifici con periodo compreso tra 0,1sec e 0,5sec.

Table 1 - Possible thresholds for H_{SM} and others physical parameters.

seismic hazard	low-very low	moderate-low	moderate	high	very high
H_{SM} (cm/s ²)	≤ 180	$180 < H_{SM} \leq 340$	$340 < H_{SM} \leq 650$	$650 < H_{SM} \leq 1240$	> 1240
potential damage	none - very light	very light - moderate	moderate - heavy	heavy	very heavy
instrumental intensity	$\leq VI$	VII	VIII	IX	$\geq X$

Nel caso allo studio gli edifici e le strutture di progetto potrebbero avere periodi diversi, probabilmente più alti, ma spetterà al progettista calcolarli.



LEGENDA


Zone stabili suscettibili di
amplificazioni locali

 Fa_{PGA} = 1,70



LEGENDA

Zone stabili suscettibili di
amplificazioni locali

 $Fa_{SA1} = 1,80$
 $0,1s \leq T \leq 0,5s$



LEGENDA

Zone stabili suscettibili di
amplificazioni locali

 $Fa_{SA2} = 2,40$
 $0,4s \leq T \leq 0,8s$





LEGENDA

Zone stabili suscettibili di
amplificazioni locali

 $Fa_{SA4} = 2,7$
 $0,5s \leq T \leq 1,5s$



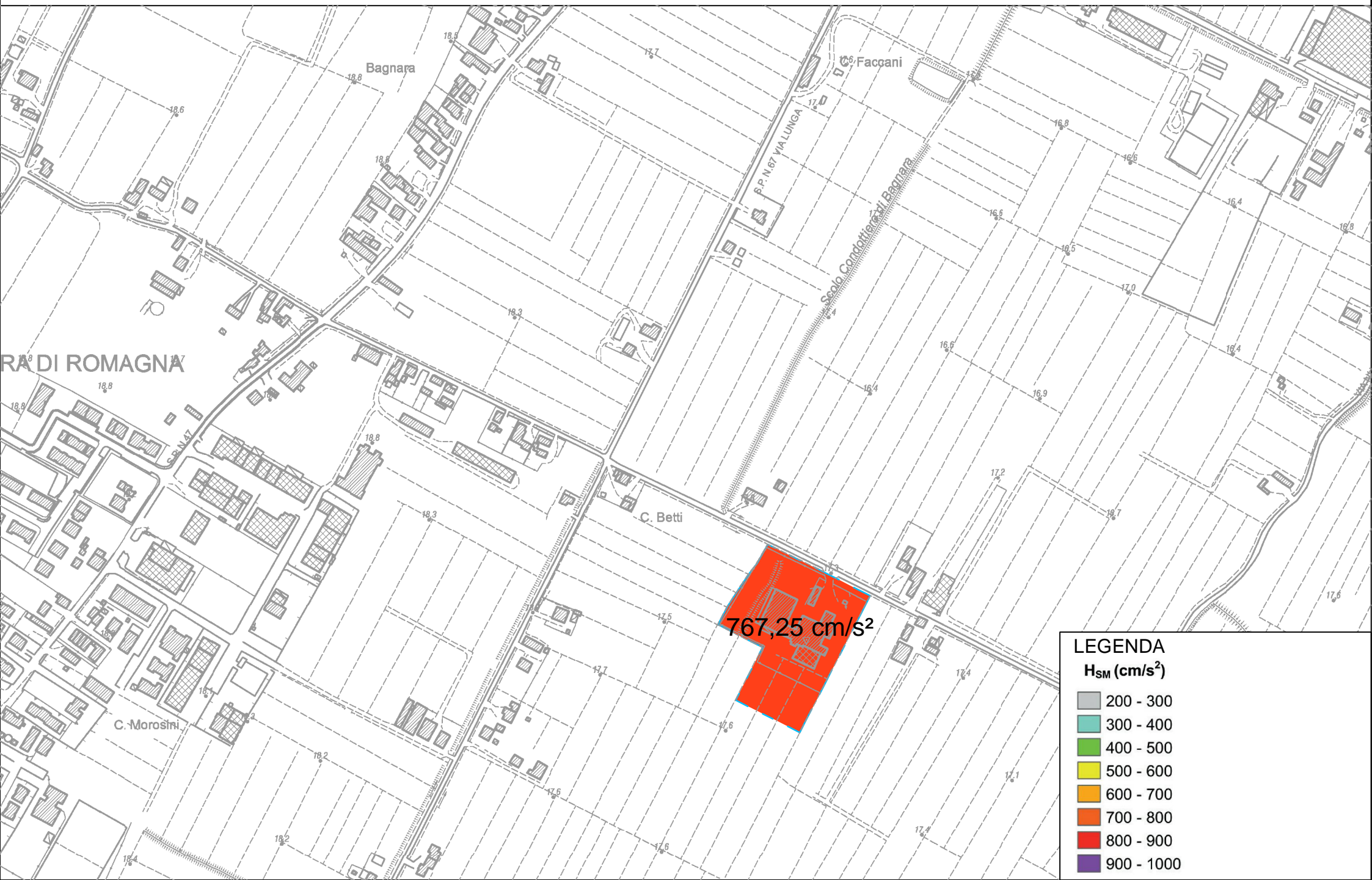
LEGENDA

Zone stabili suscettibili di
amplificazioni locali

■ Fa_{SI1} = 1,9
0,1s ≤ T ≤ 0,5s







D. TERZO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

In questa fase è richiesta un'analisi più approfondita per la stima di indici di rischio negli ambiti di pericolosità sismica locale definiti dalla cartografia di area vasta di prima fase che presentano zone suscettibili di instabilità.

Questo livello di analisi è quindi finalizzato a valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale delle aree instabili e potenzialmente instabili e di quelle soggette a liquefazione e densificazione (individuata attraverso il primo livello di analisi nella cartografia delle aree suscettibili di effetti locali) ai fini della predisposizione delle previsioni del PUG o quantomeno nel momento in cui si intenda approvare la localizzazione e la realizzazione di significative trasformazioni sulle stesse.

Per questo livello di approfondimento sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici:

- Carta dell'indice di liquefazione I_{Pl}

CARTA DELL'INDICE DI LIQUEFAZIONE I_{Pl}

A tal proposito è stata redatta la **Tavola 15 – Carta dell'indice di Liquefazione I_{Pl}** allegata a questa relazione.

Questa carta dell'indice del potenziale di liquefazione è stata realizzata analizzando le 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU realizzate in sito e presenta un punto colorato per ogni verticale indagata, in funzione del valore del potenziale di liquefazione calcolato; inoltre per ogni indagine realizzata viene riportato il valore puntuale di I_{Pl} calcolato con il metodo NCEER 1998.

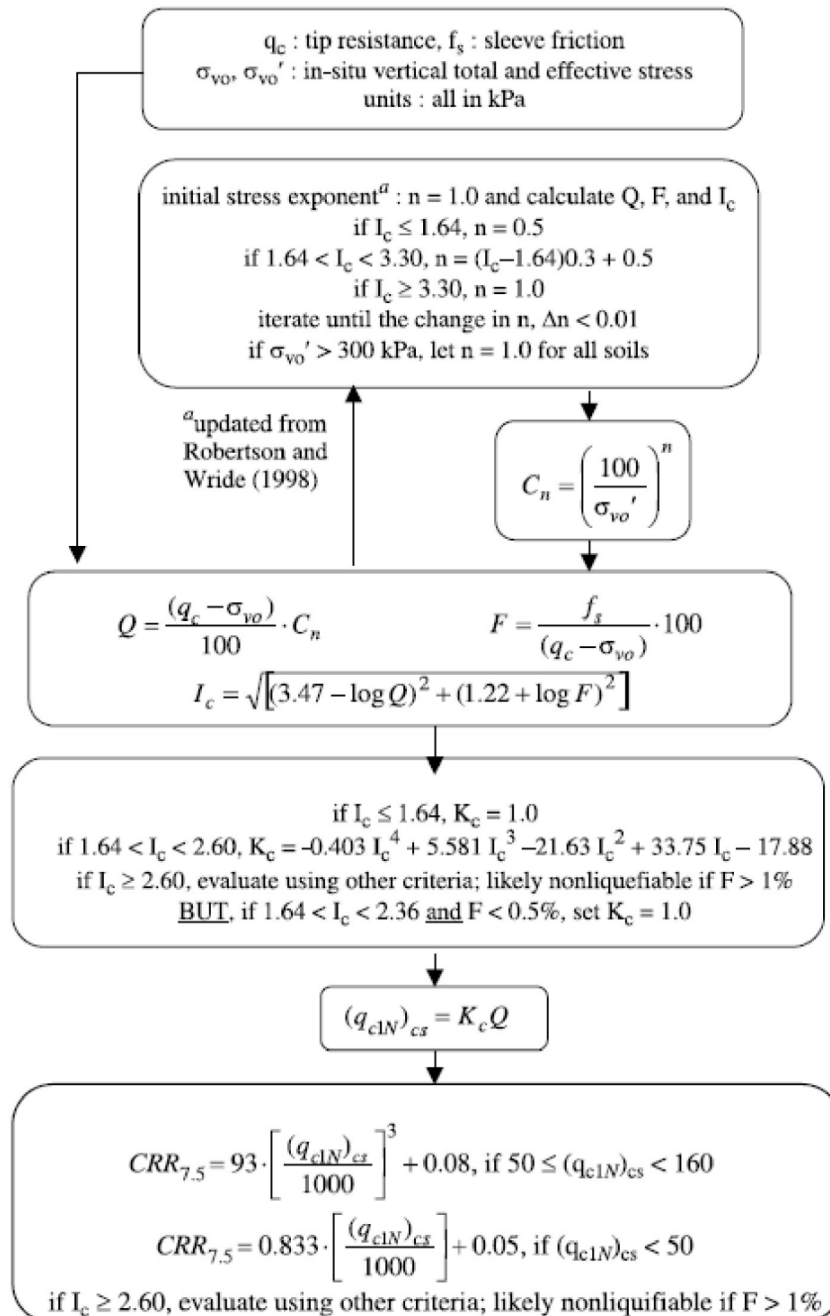
L'indice del potenziale di liquefazione è un valore adimensionale che parte da 0 ed esprime il grado di pericolosità dovuto a liquefazione delle sabbie in caso di sisma. Sulla base dei valori di questo indice si esprime una diversa classificazione del potenziale di liquefazione (**Tabella D.1**) indicata con diversi colori in carta, come riportato da D.G.R. 630 del 2019 della Regione Emilia Romagna.

Indice del Potenziale di Liquefazione I_L	Classificazione D.G.R. 630 del 2019	Colori nella carta
0,00	<i>Rischio di liquefazione nullo</i>	
$0,00 \leq 2,00$	<i>Rischio di liquefazione basso</i>	
$2,00 \leq 5,00$	<i>Rischio di liquefazione moderato</i>	
$5,00 \leq 15,00$	<i>Rischio di liquefazione alto</i>	
$\geq 15,00$	<i>Rischio di liquefazione molto alto</i>	

Tabella D.1 – Classificazione dell'indice del potenziale di liquefazione

Successivamente verrà spiegato come è stato calcolato questo valore e i dati di input utilizzati.

La procedura utilizzata per la valutazione della resistenza alla liquefazione è stata eseguita secondo il metodo NCEER, la procedura di calcolo è la seguente:



Per il calcolo dell'indice di liquefazione, è stata considerata una accelerazione di progetto P.G.A. secondo la griglia di punti del D.G.R. 630 del 2019 della Regione Emilia Romagna, pari a 0,199g nel nodo più prossimo all'area allo studio posto a sud est. Il Fattore di Amplificazione sismica è pari a 1,7, secondo gli abachi di PIANURA2 del D.G.R. 630 del 2019 della Regione Emilia Romagna, La Magnitudo di progetto è stata considerata pari a Mw=6,14, come da zona sismogenetica 912 e 914.

Il fattore di sicurezza richiesto dalla normativa regionale è in questo caso $F_L=1,2$.

I valori stimati dell'indice del potenziale di liquefazione per le tre verticali è dunque:

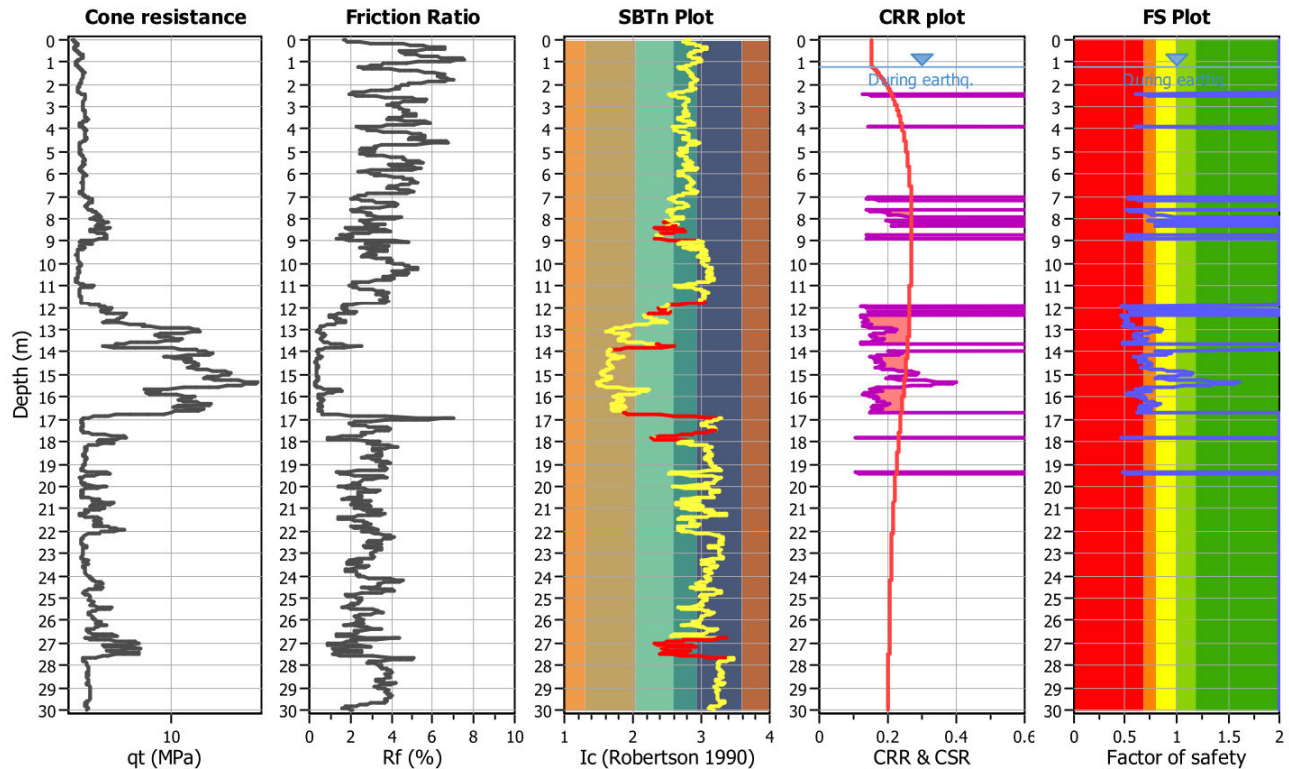
Prova	Potenziale Liquefazione I_{PL}
SCPTU1	5,80
CPTU2	2,36
CPTU3	4,76

Tabella D.2 – Indice potenziale liquefazione calcolato DGR 630/2019 – $F_L=1,2$.

CPT file : rif. U91-19 CPTU1 Bagnara di Ro

Input parameters and analysis data

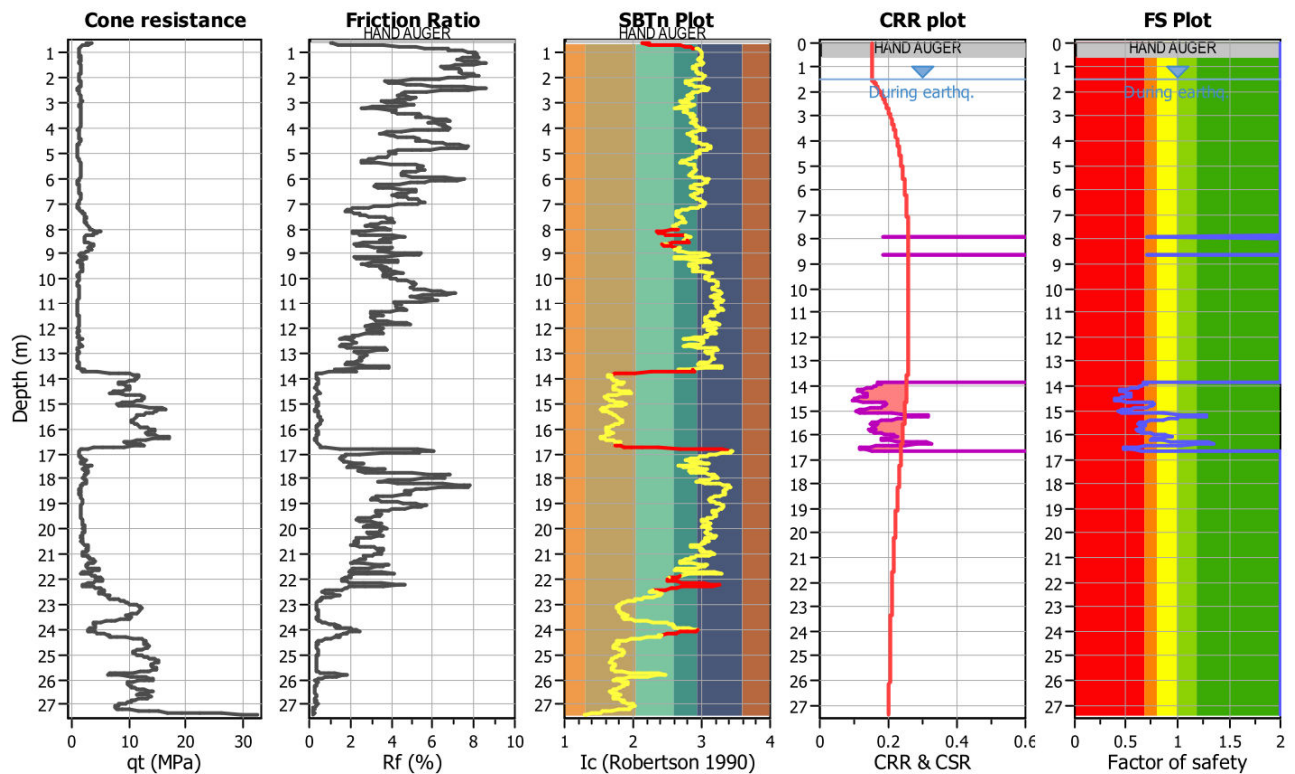
Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.20 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.20 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.33	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes	MSF method:	Method based



CPT file : rif. U91-19 CPTU2 Bagnara di Ro

Input parameters and analysis data

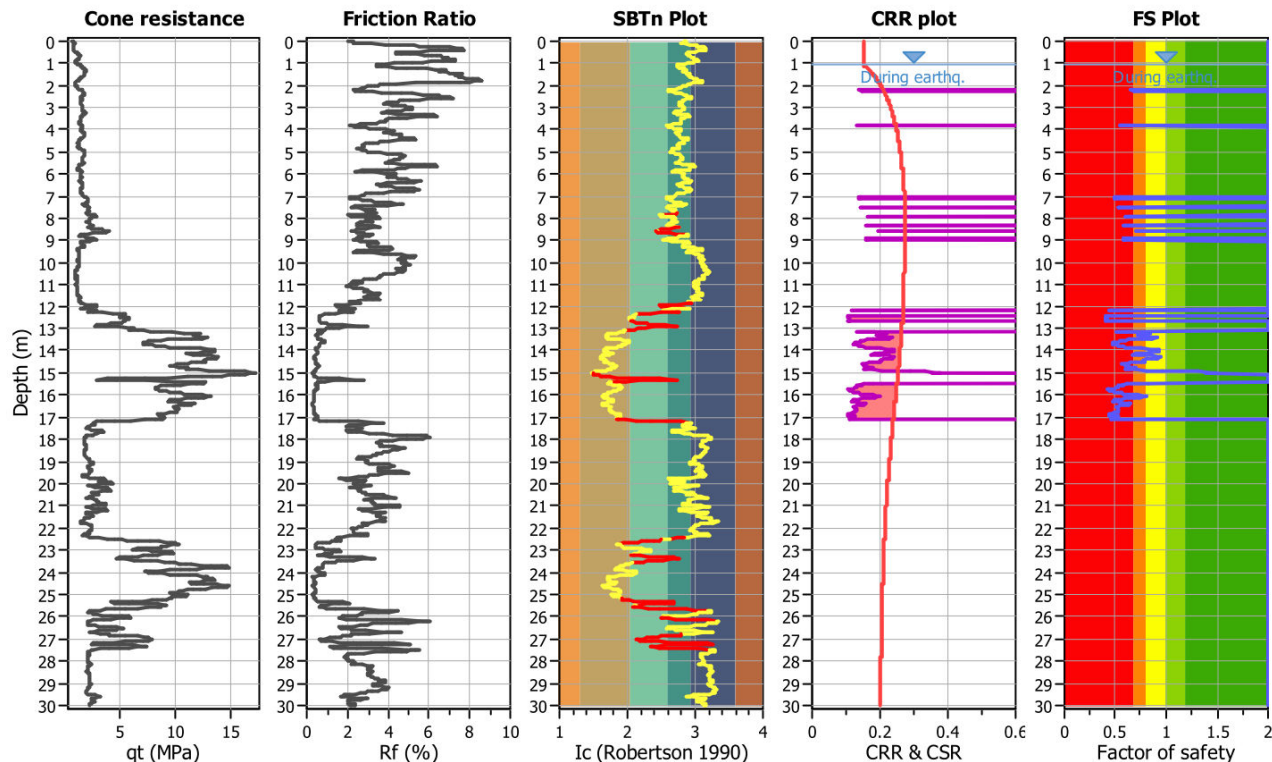
Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.50 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.33	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	Yes	MSF method:	Method based



CPT file : rif. U91-19 CPTU3 Bagnara di Ro

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.10 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.10 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 :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.33	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes	MSF method:	Method based

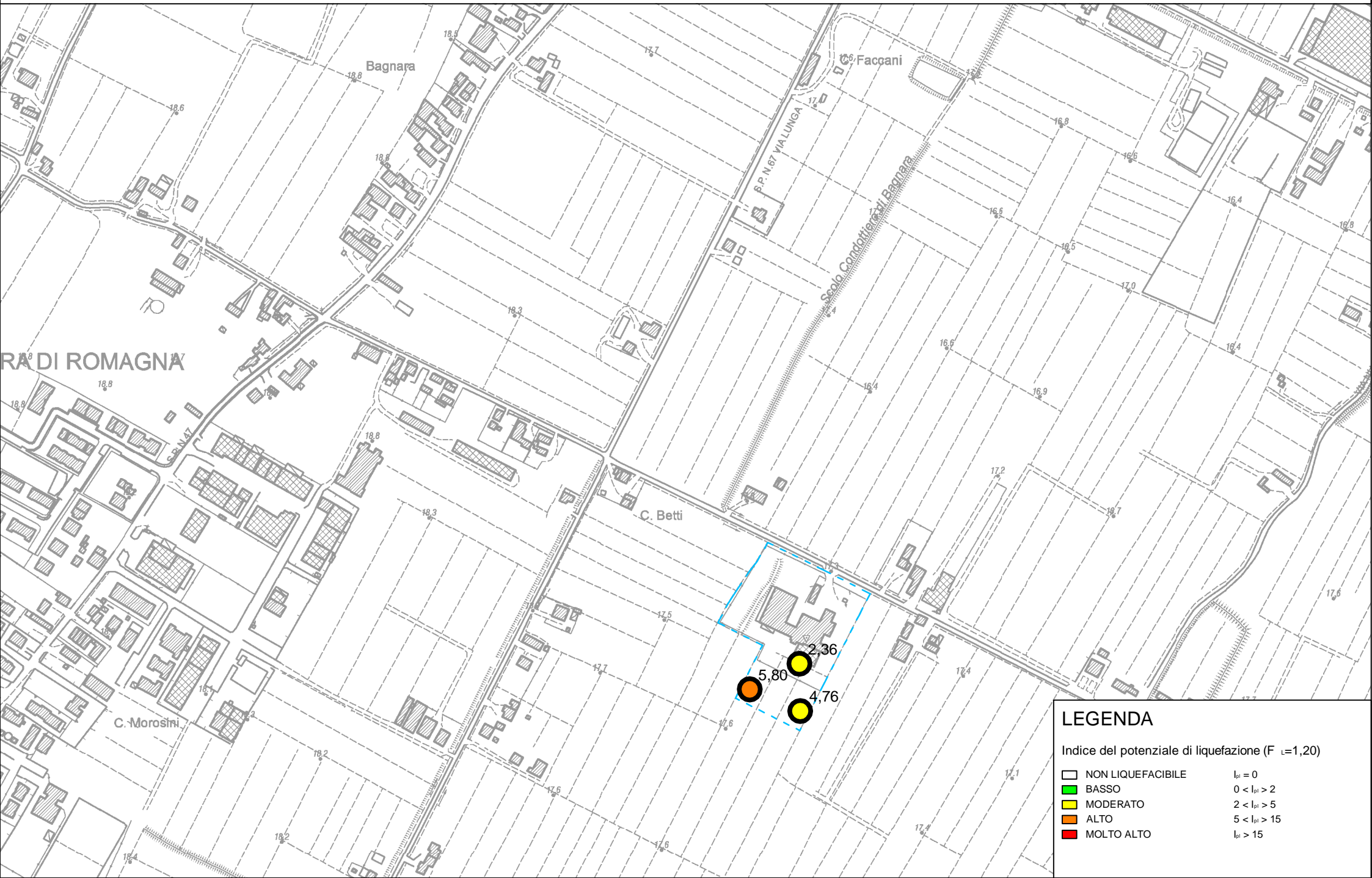


Sono stati stimati i cedimenti postsismici nei banchi sabbiosi rilevati con le 3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con *ref. U91-19*. Del calcolo completo dei cedimenti post sismici si riporta solo il risultato finale.

Dalle elaborazioni informatiche, si ricava che con una Magnitudo di 6,14 e accelerazione P.G.A. di 0,33g, fattore di sicurezza per la liquefazione $F_L=1,2$, si hanno diversi livelli sabbiosi liquefacibili (**Tabella D.3**).

Prova	Cedimenti post-sismici (cm)
SCPTU1	11,29
CPTU2	6,36
CPTU3	10,35

Tabella D.3 – Cedimenti post-sismici



LEGENDA

Indice del potenziale di liquefazione ($F_L=1,20$)

NON LIQUEFACIBILE	$I_{pl} = 0$
BASSO	$0 < I_{pl} > 2$
MODERATO	$2 < I_{pl} > 5$
ALTO	$5 < I_{pl} > 15$
MOLTO ALTO	$I_{pl} > 15$

Il tema della liquefazione delle sabbie è in questo caso da sviscerare. La presenza degli strati sabbiosi rilevati con le prove, saturi in acqua, induce a classificare il sito come potenzialmente instabile per liquefazione.

I banchi interessati però sono poco spessi e profondi.

Va detto che la presenza di terreni coesivi con C_u media di 84 kPa fino a -7,60 m di profondità, per la prova CPTU1, C_u media di 75 kPa fino a -7,80 m di profondità, per la prova CPTU2 e C_u media di 84 kPa fino a -8,50 m di profondità, per la prova CPTU3, sono una importante protezione da effetti in superficie della possibile liquefazione degli strati sabbiosi rilevati con le 3 prove CPTU.

Vi sono alcune teorie che legano gli effetti in superficie della liquefazione allo spessore dei terreni liquefacibili e le accelerazioni attese .

Si procede ora al calcolo secondo Ishihara (1985), per verificare se lo spessore di terreni non liquefacibili è sufficientemente spesso affinché non si verifichino ripercussioni in superficie dovute alla liquefazione.

Ishihara (1985), sulla base di numerosi casi analizzati, ha individuato tre situazioni possibili generalizzando il problema come sistema bistrato, strato superiore – strato inferiore, secondo lo schema riportato in **FIGURA D.1**.

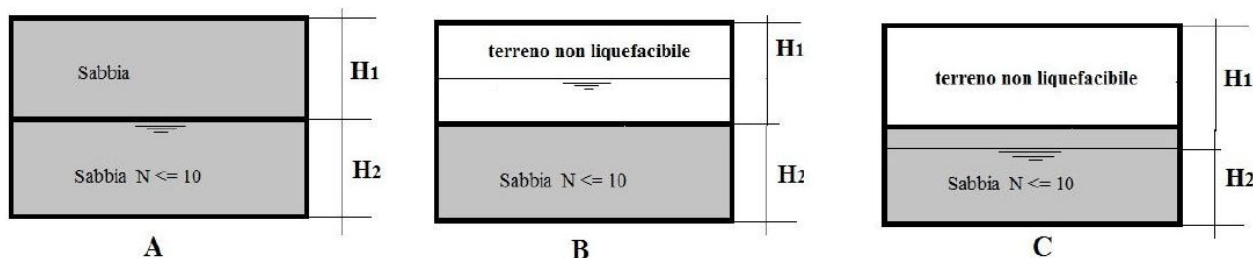
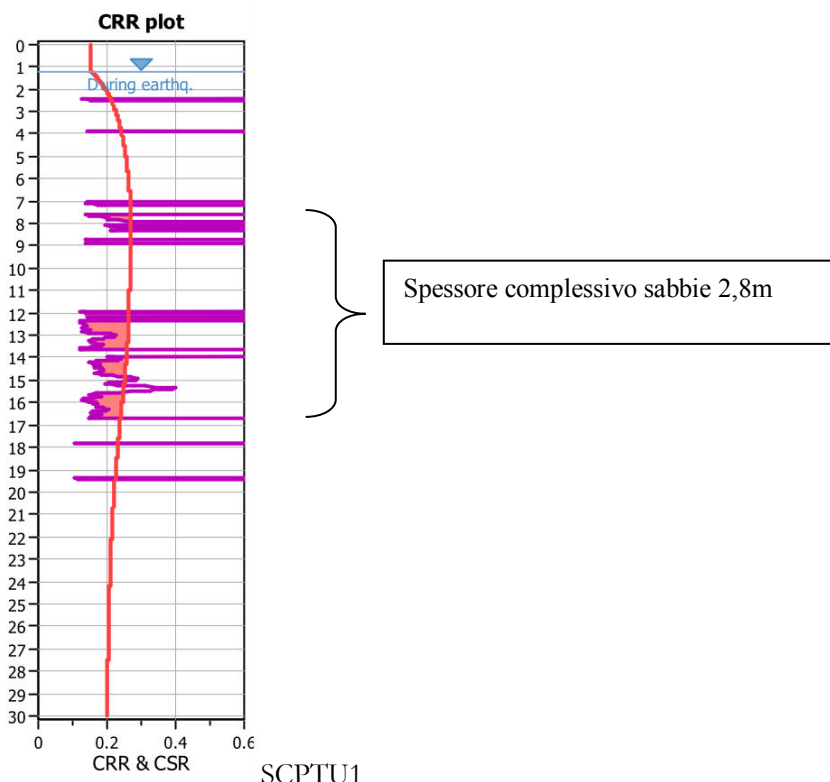


FIGURA D.1 – Schema secondo Ishihara (1985)

La prova SCPTU1 risulta avere un I_{PL} pari a 5,80, però gli strati liquefacibili si trovano tra -7,60 m da p.c. e -7,90 m da p.c., tra -13,40 m da p.c. e -13,70 m da p.c., tra -13,90 m da p.c. e -14,90 m da p.c. e tra -15,50 m da p.c. e -16,70 m da p.c., per uno spessore complessivo di 2,8m; queste sabbie sono sormontate da uno strato di terreni coesivi con c_u di 84 kPa pari a 7,6m di spessore.



Secondo l'abaco proposto in **FIGURA D.2** è possibile, in base allo spessore dello strato liquefacibile, e alla accelerazione, risalire allo spessore dello strato non liquefacibile necessario affinché non si abbiano ripercussioni in superficie per i sottostanti fenomeni di liquefazione.

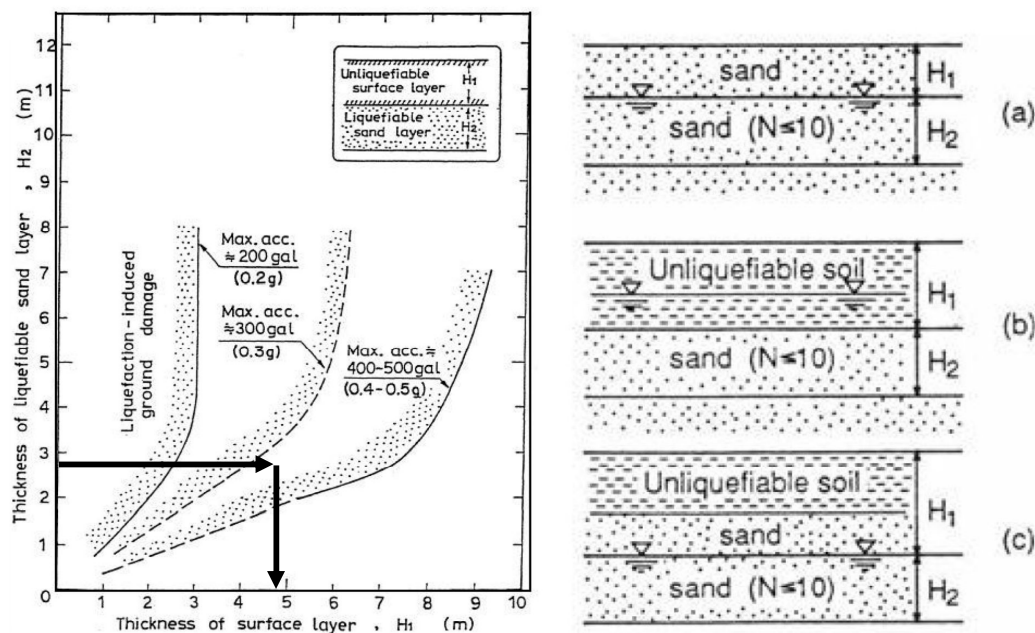


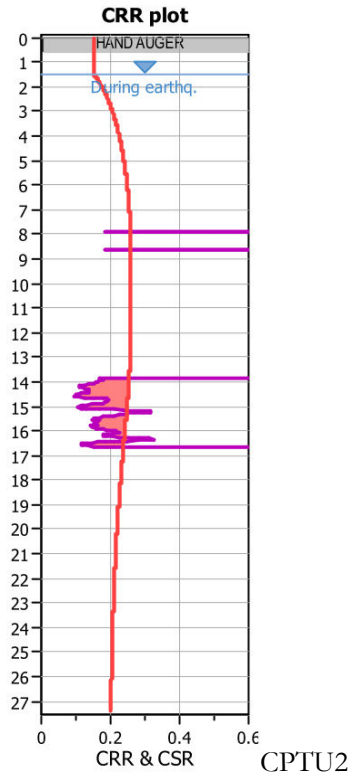
Figure 1. Proposed boundary curves for surface manifestation of liquefaction induced damage (Ishihara, 1985)

SCPTU1

FIGURA D.2 – Abaco per la stima dello spessore di terreno non liquefacibile necessario per non avere ricadute significative in superficie.

Nel caso in esame, con $a_g=0,33g$ (330gal), e spessore dello strato liquefacibile pari a circa 2,80 m (H_2), è necessario avere uno spessore dello strato non-liquefacibile di almeno 4,90 m. Essendo lo spessore degli strati non liquefacibili, sopra quello liquefacibile, di circa 7,60 m (con coesione media di 84kPa), si può giudicare che in superficie non sono attesi effetti significativi dal punto di vista ingegneristico per una struttura con fondazioni superficiali (non sono dunque attesi danni da liquefazione indotta).

La prova CPTU2 risulta avere un I_{PL} pari a 2,36, però gli strati liquefacibili si trovano tra -13,90 m da p.c. e -16,70 m da p.c. per uno spessore di circa 2,8m, ed è sormontato da uno strato di terreni coesivi con c_u di 75 kPa, spesso 13,9m.



Secondo l'abaco proposto in **FIGURA D.3** è possibile, in base allo spessore dello strato liquefacibile, e alla accelerazione, risalire allo spessore dello strato non liquefacibile necessario affinché non si abbiano ripercussioni in superficie per i sottostanti fenomeni di liquefazione.

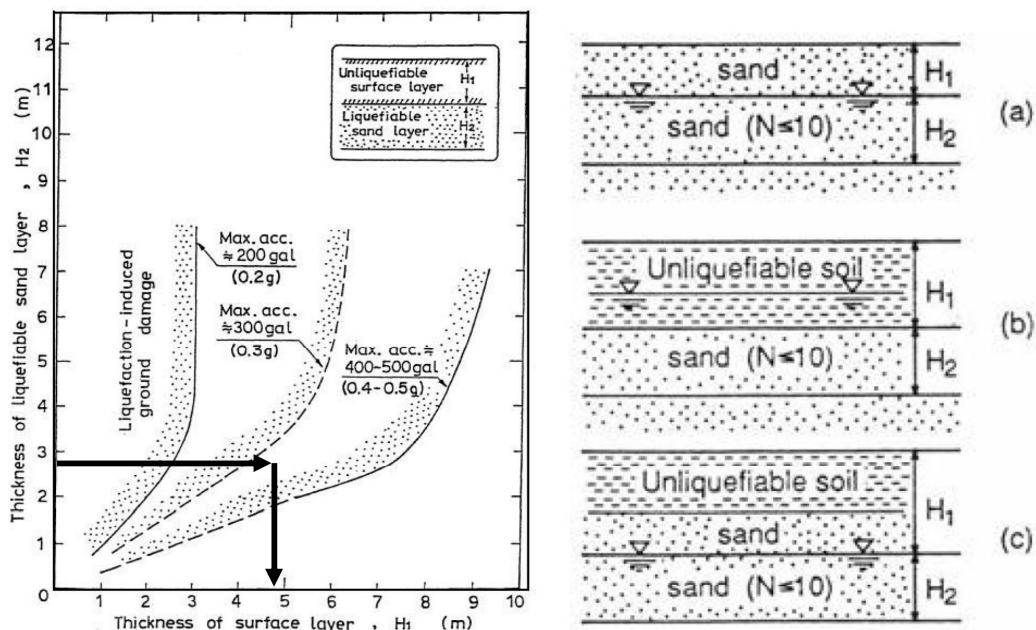


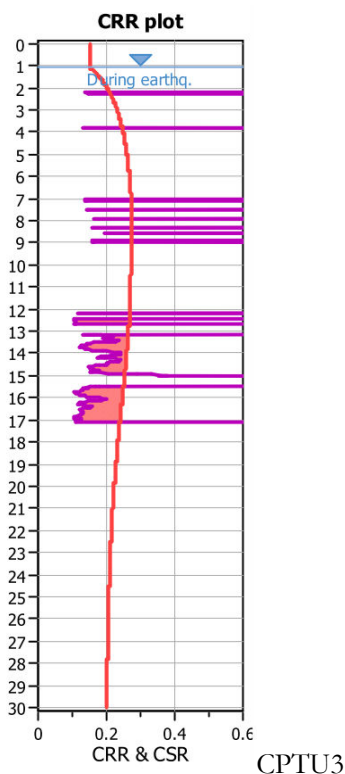
Figure 1. Proposed boundary curves for surface manifestation of liquefaction induced damage (Ishihara, 1985)

CPTU2

FIGURA D.3 – Abaco per la stima dello spessore di terreno non liquefacibile necessario per non avere ricadute significative in superficie.

Nel caso in esame, con $a_g = 0,33g$ (330gal), e spessore dello strato liquefacibile pari a circa 2,80 m (H_2), è necessario avere uno spessore dello strato non-liquefacibile di almeno 4,90 m. Essendo lo spessore degli strati non liquefacibili, sopra quello liquefacibile, di circa 13,90 m (con coesione media di 75kPa), si può giudicare che in superficie non sono attesi effetti significativi dal punto di vista ingegneristico per una struttura con fondazioni superficiali (non sono dunque attesi danni da liquefazione indotta).

Infine, la prova CPTU3 risulta avere un I_{PL} pari a 4,76, però gli strati liquefacibili si trovano tra -13,10 m da p.c. e -14,90 m da p.c. e tra -15,40 m da p.c. e -17,10 m da p.c. per uno spessore complessivo di 3,40m; queste sabbie sono sormontate da uno strato di terreni coesivi con c_u di 85 kPa per uno spessore di 13,1m.



Secondo l'abaco proposto in **FIGURA D.4** è possibile, in base allo spessore dello strato liquefacibile, e alla accelerazione, risalire allo spessore dello strato non liquefacibile necessario affinché non si abbiano ripercussioni in superficie per i sottostanti fenomeni di liquefazione.

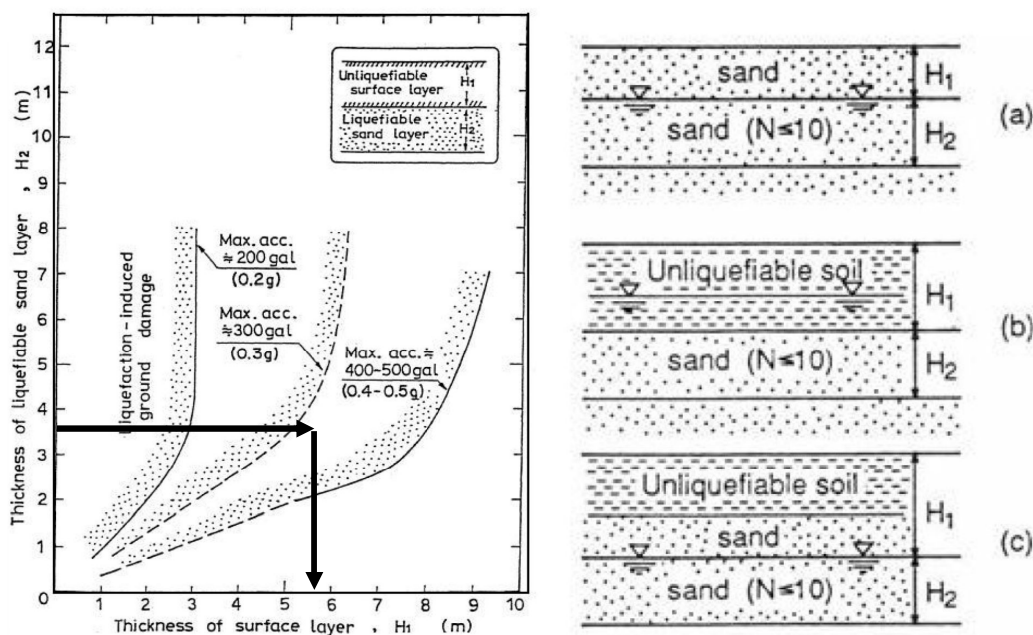


Figure 1. Proposed boundary curves for surface manifestation of liquefaction induced damage (Ishihara, 1985)

CPTU3

FIGURA D.4 – Abaco per la stima dello spessore di terreno non liquefacibile necessario per non avere ricadute significative in superficie.

Nel caso in esame, con $a_g=0,33g$ (330gal), e spessore dello strato liquefacibile pari a circa 3,50 m (H2), è necessario avere uno spessore dello strato non-liquefacibile di almeno 5,70 m. Essendo lo spessore degli strati non liquefacibili, sopra quello liquefacibile, di circa 13,1 m (con coesione media di 84kPa), si può giudicare che in superficie non sono attesi effetti significativi dal punto di vista ingegneristico per una struttura con fondazioni superficiali (non sono dunque attesi danni da liquefazione indotta).

ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE CONDOTTI NEGLI STUDI DI MZ

Gli studi di Microzonazione sismica del comune di Bagnara di Romagna mostrano che, per analisi approfondita con risposta sismica locale si perviene ad una accelerazione in superficie di 0,24g, come è possibile osservare dalla **FIGURA D.5**. Per cui attraverso analisi approfondita con RSL, per il comune di Bagnara di Romagna si ottiene una amplificazione sismica media di F.A.=1,2, molto più basso del valore F.A.=1,7 proposto con gli abachi forniti dalla DGR 630/2019.

AREA-15_CPTUS-007_Bagnara

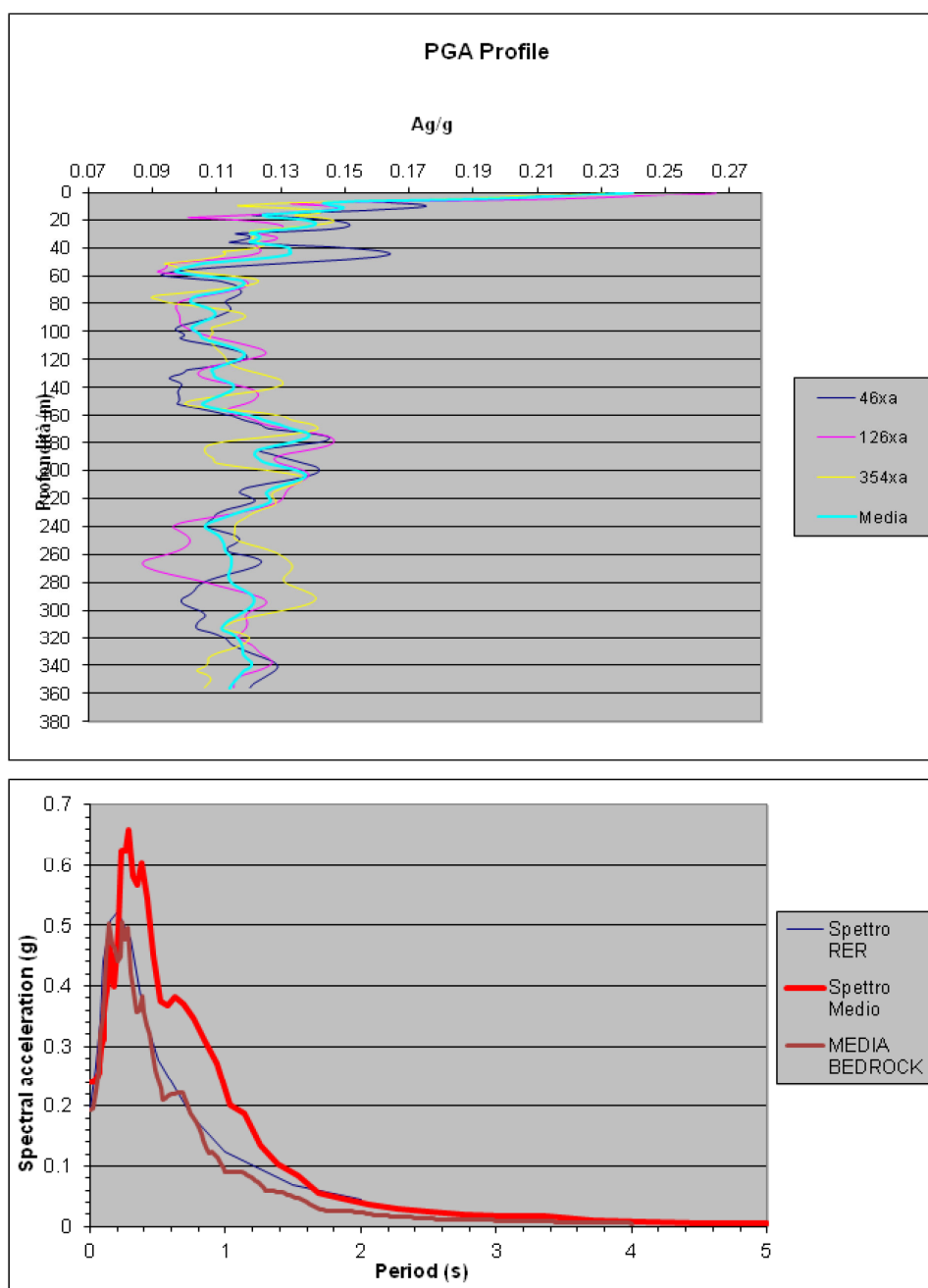


FIGURA D.5 – Analisi di Risposta Sismica Locale del Comune di Bagnara di Romagna

E. SINTESI DEI RISULTATI SUL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

- A) L'analisi sul rischio di liquefazione condotta ai sensi delle NTC 2018, unico riferimento normativo per la progettazione esecutiva delle opere, porta a verificare la stabilità delle sabbie sature presenti con azioni sismiche in superficie pari a **PGA=0,27g** (ovvero $ag \times F.A. = 0,192g \times 1,42 = 0,27g$). Il fattore di resistenza alla liquefazione per il calcolo dell'indice del potenziale di liquefazione è $F_L=1,0$. Con queste condizioni di sforzo ciclico di taglio indotto dal sisma di progetto non emergono problematiche inerenti la liquefazione delle sabbie e l'area va considerata stabile (rischio "basso").

Prova	Potenziale Liquefazione I_{PL}
SCPTU1	1,59
CPTU2	0,75
CPTU3	1,89

Indice potenziale liquefazione calcolato NTC 2018

- B) Per la variante urbanistica in corso per poter realizzare l'opera di progetto, occorre fare le valutazioni previste dalla DGR 630/2019, ove le azioni sismiche a cui si perviene, sono differenti da quelle calcolate con le NTC2018. Esse risultano più gravose. La PGA in superficie, utilizzando gli abachi, risulta essere pari a **PGA=0,33g** (ovvero $ag \times F.A. \text{ PIANURA2} = 0,199g \times 1,7 = 0,33g$). Per il calcolo del IPL si utilizza un fattore di sicurezza alla liquefazione pari a $F_L=1,2$. Con questi dati di input emerge che su una verticale di indagine (SCPTU1) presenta un rischio "alto", anche se di pochissimo, e le altre due "moderato".

Prova	Potenziale Liquefazione I_{PL}
SCPTU1	5,80
CPTU2	2,36
CPTU3	4,76

Indice potenziale liquefazione calcolato DGR 630/2019 – da Abachi regionali

- C) Negli studi di microzonazione sismica comunali di terzo livello di approfondimento, sono state condotte delle analisi di risposta sismica locale RSL, ove si è ricavato che attraverso lo smorzamento dovuto agli strati di terreno ivi presenti, le accelerazioni sismiche liberate al bedrock arrivano in superficie con valori mediamente calcolati in **PGA=0,24g**. Rifacendo le analisi con questa accelerazione di superficie e applicando il fattore di riduzione delle tensioni con la profondità R_d (non rigoroso, ma molto cautelativo, in quanto la CSR andrebbe calcolata con la curva di PGA ottenuta da RSL nei primi 20metri), si ottiene:

Prova	Potenziale Liquefazione I_{PL}
SCPTU1	2,18
CPTU2	1,01
CPTU3	2,32

Indice potenziale liquefazione calcolato DGR 630/2019 da RSL MZ III livello

Con le valutazioni geotecniche condotte secondo Ishihara (1985), si è verificato che gli strati sabbiosi sono troppo sottili e troppo profondi per poter dare ripercussioni di danno in superficie anche in caso di liquefazione.

L'area quindi può essere considerata stabile, dal punto di vista del rischio di liquefazione, in accordo con quanto indicato negli studi di microzonazione sismica comunali.

Codigoro, li 08/01/2020


Dott. Geol. Thomas Veronese

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U91-19		CPTU1		
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00									
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,20									
DATA: 10/12/2019										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. °
0,02	0,61	10,74	52,27	0,55	1,82	1,48	103,87	48,19	0,81	3,62	1,89	90,02	124,70	1,23	5,42	1,70	89,70	159,71	1,93
0,04	0,66	11,41	57,15	0,55	1,84	1,58	100,42	42,49	0,81	3,64	1,79	93,68	140,17	1,23	5,44	1,65	92,70	157,26	1,94
0,06	0,74	13,08	62,03	0,59	1,86	1,47	98,42	46,56	0,82	3,66	1,69	94,01	128,77	1,24	5,46	1,64	91,14	161,33	1,95
0,08	0,81	14,75	66,91	0,59	1,88	1,45	94,42	53,07	0,82	3,68	1,62	94,68	177,61	1,23	5,48	1,61	92,69	171,10	1,97
0,10	0,88	17,87	63,65	0,55	1,90	1,45	85,80	70,98	0,71	3,70	1,55	95,90	194,71	1,25	5,50	1,58	91,03	174,35	1,97
0,12	0,95	21,42	57,14	0,60	1,92	1,45	77,47	79,93	0,71	3,72	1,45	92,12	179,24	1,27	5,52	1,56	88,36	181,68	1,97
0,14	1,04	24,75	49,81	0,59	1,94	1,40	72,80	68,53	0,72	3,74	1,40	82,23	171,91	1,25	5,54	1,56	84,02	197,96	1,97
0,16	1,05	30,98	43,30	0,55	1,96	1,39	67,69	59,58	0,73	3,76	1,32	76,78	181,68	1,27	5,56	1,58	79,36	227,27	1,97
0,18	1,06	38,19	40,05	0,58	1,98	1,33	65,58	74,23	0,73	3,78	1,30	71,12	200,41	1,28	5,58	1,64	75,91	260,64	2,01
0,20	1,07	43,64	35,16	0,58	2,00	1,27	62,69	110,05	0,73	3,80	1,32	63,34	228,08	1,28	5,60	1,70	68,91	265,53	1,99
0,22	1,06	48,97	29,47	0,59	2,02	1,26	62,02	132,03	0,73	3,82	1,30	56,67	236,22	1,28	5,62	1,67	66,02	252,50	1,98
0,24	1,06	53,08	31,09	0,55	2,04	1,26	60,58	119,01	0,74	3,84	1,29	51,34	232,97	1,28	5,64	1,59	66,24	219,13	2,01
0,26	1,06	56,30	34,35	0,57	2,06	1,27	57,80	133,65	0,71	3,86	1,28	48,78	277,73	1,29	5,66	1,52	68,68	197,96	2,02
0,28	1,05	57,86	37,61	0,55	2,08	1,25	56,13	119,82	0,73	3,88	1,30	44,22	300,53	1,31	5,68	1,44	72,57	186,57	2,02
0,30	1,05	57,63	31,09	0,55	2,10	1,18	53,57	111,68	0,76	3,90	1,58	35,58	437,28	1,33	5,70	1,35	74,46	180,87	2,02
0,32	1,01	58,86	25,39	0,58	2,12	1,16	52,68	130,40	0,76	3,92	1,54	38,91	424,25	1,33	5,72	1,38	72,68	184,94	2,04
0,34	0,96	58,86	19,69	0,58	2,14	1,15	50,13	152,38	0,76	3,94	1,54	41,36	418,55	1,34	5,74	1,33	75,57	184,13	2,03
0,36	0,92	59,63	12,37	0,55	2,16	1,10	48,02	132,84	0,77	3,96	1,57	47,91	392,51	1,34	5,76	1,29	74,01	186,57	2,04
0,38	0,89	57,96	8,30	0,55	2,18	1,04	47,68	127,15	0,77	3,98	1,61	51,25	456,00	1,37	5,78	1,22	70,79	189,01	2,06
0,40	0,87	58,30	5,05	0,58	2,20	1,03	48,79	158,07	0,80	4,00	1,69	50,47	451,93	1,36	5,80	1,19	63,45	192,27	2,07
0,42	0,87	57,07	7,49	0,58	2,22	1,04	46,79	177,61	0,78	4,02	1,76	53,81	460,89	1,38	5,82	1,17	54,90	224,01	2,06
0,44	0,89	54,73	10,74	0,59	2,24	1,04	42,68	192,27	0,81	4,04	1,78	57,81	452,75	1,37	5,84	1,20	49,23	262,27	2,07
0,46	0,91	52,62	14,00	0,61	2,26	1,04	39,01	201,22	0,81	4,06	1,82	59,25	338,79	1,40	5,86	1,26	44,23	280,99	2,07
0,48	0,93	49,06	13,19	0,62	2,28	1,07	37,23	216,69	0,81	4,08	1,83	62,03	285,06	1,40	5,88	1,36	31,60	396,58	2,13
0,50	0,99	46,72	14,00	0,61	2,30	1,09	34,79	226,45	0,83	4,10	1,81	67,81	236,22	1,41	5,90	1,46	36,16	343,67	2,12
0,52	1,04	46,61	14,81	0,64	2,32	1,10	31,12	236,22	0,86	4,12	1,80	76,14	238,66	1,41	5,92	1,47	42,16	375,41	2,12
0,54	1,08	47,94	15,63	0,63	2,34	1,13	28,56	246,80	0,86	4,14	1,78	82,92	206,91	1,42	5,94	1,52	45,16	384,37	2,10
0,56	1,14	50,16	15,63	0,64	2,36	1,16	26,90	266,34	0,87	4,16	1,76	87,36	180,87	1,44	5,96	1,53	48,27	372,97	2,08
0,58	1,17	53,04	14,81	0,65	2,38	1,21	27,22	297,27	0,89	4,18	1,77	91,03	161,33	1,44	5,98	1,52	51,83	315,18	2,11
0,60	1,21	57,15	18,07	0,66	2,40	1,32	28,56	341,23	0,90	4,20	1,77	96,14	158,07	1,45	6,00	1,53	57,16	333,90	2,08
0,62	1,28	60,59	26,21	0,67	2,42	1,49	30,56	389,25	0,92	4,22	1,76	99,69	161,33	1,45	6,02	1,59	62,38	386,81	2,10
0,64	1,39	63,70	27,02	0,67	2,44	1,60	34,22	312,73	0,95	4,24	1,81	99,58	145,87	1,48	6,04	1,76	62,83	453,56	2,13
0,66	1,46	68,81	29,47	0,69	2,46	1,71	37,67	303,78	0,94	4,26	1,83	100,91	148,31	1,47	6,06	1,87	61,49	409,60	2,13
0,68	1,54	75,91	36,79	0,69	2,48	1,79	43,67	328,20	0,96	4,28	1,76	103,47	140,98	1,48	6,08	1,90	62,05	224,83	2,13
0,70	1,64	84,24	46,56	0,71	2,50	1,82	47,66	136,10	0,95	4,30	1,85	102,24	158,89	1,50	6,10	1,80	67,16	114,12	2,16
0,72	1,66	91,57	53,07	0,71	2,52	1,82	53,66	73,42	0,96	4,32	1,73	103,69	165,40	1,50	6,12	1,67	71,60	66,91	2,15
0,74	1,66	98,57	54,70	0,71	2,54	1,88	61,00	72,61	0,97	4,34	1,76	104,13	238,66	1,50	6,14	1,57	74,38	99,47	2,15
0,76	1,65	102,45	57,14	0,71	2,56	1,90	70,44	53,07	0,97	4,36	1,82	103,13	285,87	1,51	6,16	1,59	74,72	128,77	2,17
0,78	1,69	104,12	58,77	0,72	2,58	1,90	80,22	41,67	0,99	4,38	1,88	102,13	304,59	1,50	6,18	1,62	74,05	140,17	2,18
0,80	1,66	106,78	51,44	0,73	2,60	1,89	87,88	36,79	0,99	4,40	1,97	99,35	297,27	1,52	6,20	1,64	77,16	148,31	2,18
0,82	1,60	107,33	43,30	0,73	2,62	1,85	93,55	27,02	0,97	4,42	1,99	98,24	223,19	1,55	6,22	1,69	81,16	165,40	2,19
0,84	1,49	108,77	40,86	0,72	2,64	1,82	96,66	21,33	1,01	4,44	1,98	98,12	143,43	1,55	6,24	1,64	84,38	171,91	2,19
0,86	1,42	107,21	40,86	0,74	2,66	1,82	96,21	15,63	1,01	4,46	1,94	97,12	111,68	1,56	6,26	1,63	85,60	184,13	2,22
0,88	1,36	104,54	44,93	0,76	2,68	1,79	98,65	21,33	1,01	4,48	1,88	99,56	92,95	1,56	6,28	1,62	82,60	184,94	2,22
0,90	1,29	98,88	117,37	0,64	2,70	1,74	101,65	78,31	1,03	4,50	1,80	101,89	69,35	1,60	6,30	1,62	82,05	187,38	2,22
0,92	1,24	93,77	101,91	0,64	2,72	1,68	98,98	131,21	1,05	4,52	1,72	104,45	78,31	1,60	6,32	1,60	83,05	184,94	2,22
0,94	1,16	87,55	101,09	0,66	2,74	1,68	90,87	142,61	1,04	4,54	1,64	107,00	101,91	1,60	6,34	1,58	83,04	182,49	2,23
0,96	1,10	78,66	110,05	0,66	2,76	1,65	86,20	159,71	1,05	4,56									

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:							
LETTURE DI CAMPAGNA															U91-19		CPTU1							
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00														
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,20														
DATA: 10/12/2019										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.
(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°
9,02	1,31	70,15	48,68	2,76	10,82	1,10	25,62	258,20	3,26	12,62	3,90	67,05	30,77	3,66	14,42	11,15	32,84	74,23	4,17	16,22	11,93	66,79	171,91	4,63
9,04	1,35	65,71	20,19	2,76	10,84	1,13	25,29	271,45	3,27	12,64	3,56	67,60	35,65	3,68	14,44	11,44	33,95	105,98	4,17	16,24	12,21	65,01	151,57	4,63
9,06	1,77	63,60	33,53	2,76	10,86	1,16	26,40	297,96	3,28	12,66	3,41	60,16	33,21	3,70	14,46	11,91	37,06	152,38	4,17	16,26	12,70	62,57	154,01	4,64
9,08	2,32	64,04	73,42	2,77	10,88	1,19	27,51	324,47	3,28	12,68	3,80	55,27	4,73	3,70	14,48	12,35	41,72	191,45	4,17	16,28	13,29	62,23	167,03	4,65
9,10	2,53	63,37	72,61	2,78	10,90	1,18	30,31	342,04	3,27	12,70	4,98	71,15	59,58	3,72	14,50	12,38	44,05	187,38	4,20	16,30	13,69	61,79	194,71	4,65
9,12	2,44	69,49	33,53	2,76	10,92	1,22	31,09	350,99	3,28	12,72	6,24	77,49	38,42	3,70	14,52	12,36	46,49	187,38	4,17	16,32	13,79	61,34	199,59	4,66
9,14	2,16	67,49	6,67	2,78	10,94	1,40	32,53	403,91	3,28	12,74	6,97	79,93	24,58	3,74	14,54	12,42	48,49	193,89	4,17	16,34	13,56	61,56	192,27	4,66
9,16	1,86	60,49	11,23	2,80	10,96	1,75	39,76	503,21	3,28	12,76	7,36	82,26	43,30	3,74	14,56	12,35	48,60	186,57	4,17	16,36	13,06	60,89	165,40	4,66
9,18	1,58	56,71	22,63	2,81	10,98	2,22	43,42	228,08	3,28	12,78	7,45	63,59	62,84	3,75	14,58	12,45	48,04	184,94	4,17	16,38	12,29	61,89	127,96	4,67
9,20	1,33	54,26	29,15	2,81	11,00	2,61	48,76	139,35	3,28	12,80	7,23	44,26	55,51	3,74	14,60	12,49	48,93	187,38	4,17	16,40	11,23	64,44	88,89	4,67
9,22	1,20	48,15	27,51	2,81	11,02	2,65	53,87	102,73	3,29	12,82	7,21	43,03	70,98	3,75	14,62	12,37	48,48	180,87	4,17	16,42	10,46	66,89	70,17	4,67
9,24	1,18	40,93	0,97	2,81	11,04	2,44	53,76	82,37	3,27	12,84	7,46	42,70	102,73	3,74	14,64	12,00	48,15	172,73	4,19	16,44	10,06	66,89	75,05	4,68
9,26	1,41	39,37	42,49	2,81	11,06	2,13	48,65	49,81	3,28	12,86	7,65	44,25	232,15	3,72	14,66	11,60	47,93	157,26	4,20	16,46	10,06	65,33	96,21	4,68
9,28	1,75	40,71	67,72	2,81	11,08	1,77	40,54	27,02	3,28	12,88	8,82	42,14	174,35	3,73	14,68	11,36	48,04	160,52	4,21	16,48	10,41	62,77	138,54	4,68
9,30	1,87	43,71	67,72	2,83	11,10	1,47	33,20	24,58	3,29	12,90	10,04	49,47	79,12	3,74	14,70	11,39	48,03	183,31	4,20	16,50	11,08	59,99	182,49	4,69
9,32	1,85	49,15	57,14	2,85	11,12	1,33	32,09	40,05	3,31	12,92	11,23	59,25	23,77	3,75	14,72	11,84	46,70	210,17	4,24	16,52	12,10	56,99	160,52	4,70
9,34	1,66	50,60	35,16	2,86	11,14	1,30	35,43	57,95	3,33	12,94	11,82	65,36	5,05	3,75	14,74	12,30	46,14	212,61	4,25	16,54	12,86	54,65	158,89	4,70
9,36	1,46	46,82	17,25	2,86	11,16	1,30	41,76	129,59	3,35	12,96	12,21	65,14	4,23	3,78	14,76	12,65	45,92	208,55	4,26	16,56	13,16	53,65	158,89	4,70
9,38	1,25	45,71	5,05	2,87	11,18	1,36	42,43	156,45	3,35	12,98	12,55	64,03	0,65	3,75	14,78	13,00	46,25	204,47	4,27	16,58	13,04	53,87	150,75	4,72
9,40	1,10	41,37	7,49	2,90	11,20	1,35	44,98	154,01	3,35	13,00	12,49	65,80	1,79	3,78	14,80	13,34	47,13	206,91	4,29	16,60	12,57	54,76	132,84	4,75
9,42	1,07	41,82	28,65	2,87	11,22	1,31	49,76	159,71	3,36	13,02	12,28	56,14	49,81	3,75	14,82	13,86	49,13	205,29	4,29	16,62	11,75	56,09	101,91	4,75
9,44	1,10	39,93	56,33	2,90	11,24	1,26	48,87	162,96	3,37	13,04	12,58	48,47	73,42	3,77	14,84	14,46	51,57	206,91	4,29	16,64	10,85	58,31	78,31	4,78
9,46	1,13	38,93	79,12	2,90	11,26	1,30	46,43	174,35	3,37	13,06	12,84	44,80	103,54	3,79	14,86	14,31	57,58	145,05	4,28	16,66	10,16	61,97	71,79	4,78
9,48	1,15	36,49	89,70	2,91	11,28	1,25	48,31	173,54	3,38	13,08	12,78	46,36	119,01	3,77	14,88	15,24	49,14	149,12	4,29	16,68	9,87	64,53	84,00	4,80
9,50	1,15	33,37	95,40	2,91	11,30	1,19	51,09	173,54	3,39	13,10	12,11	49,69	97,03	3,77	14,90	15,45	47,70	146,68	4,30	16,70	9,85	65,08	100,28	4,81
9,52	1,11	31,60	92,95	2,91	11,32	1,20	48,09	188,19	3,41	13,12	11,09	54,91	60,39	3,78	14,92	15,53	48,92	153,19	4,31	16,72	10,05	60,64	123,89	4,84
9,54	1,11	32,26	92,14	2,91	11,34	1,24	44,31	204,47	3,41	13,14	10,10	59,47	35,16	3,80	14,94	15,53	49,25	154,82	4,33	16,74	10,19	56,97	136,91	4,84
9,56	1,05	34,71	88,07	2,94	11,36	1,29	43,76	219,94	3,40	13,16	9,34	62,69	26,21	3,79	14,96	15,48	49,25	159,71	4,35	16,76	9,62	53,52	101,91	4,85
9,58	1,01	33,71	88,89	2,94	11,38	1,31	44,20	226,45	3,42	13,18	8,86	63,57	25,39	3,80	14,98	15,47	49,70	163,77	4,36	16,78	7,80	50,97	36,79	4,85
9,60	1,00	33,71	102,73	2,91	11,40	1,29	47,09	222,38	3,41	13,20	8,55	64,46	31,09	3,79	15,00	15,33	51,59	168,66	4,38	16,80	5,81	52,85	32,72	4,86
9,62	1,09	32,05	133,65	2,94	11,42	1,28	49,19	224,01	3,41	13,22	8,43	64,57	48,19	3,80	15,02	15,08	52,48	166,21	4,38	16,82	4,53	64,96	35,97	4,86
9,64	1,13	30,49	156,45	2,94	11,44	1,29	48,19	231,33	3,42	13,24	8,46	62,23	70,17	3,80	15,04	14,77	53,25	164,59	4,39	16,84	3,90	80,85	69,35	4,86
9,66	1,15	29,27	161,33	2,95	11,46	1,32	49,86	239,47	3,42	13,26	8,59	59,78	93,77	3,81	15,06	14,39	55,81	156,45	4,40	16,86	3,42	93,79	145,05	4,86
9,68	1,15	30,05	151,57	2,95	11,48	1,33	51,86	239,47	3,44	13,28	8,79	57,34	123,07	3,82	15,08	13,98	58,47	149,12	4,40	16,88	3,46	84,68	105,98	4,85
9,70	1,17	31,94	151,57	2,96	11,50	1,33	53,64	239,47	3,44	13,30	8,91	56,67	148,31	3,80	15,10	13,61	60,03	145,87	4,40	16,90	2,73	101,46	92,95	4,86
9,72	1,18	35,38	146,68	2,97	11,52	1,35	55,08	249,25	3,46	13,32	9,17	57,22	176,80	3,82	15,12	13,23	60,92	141,79	4,43	16,92	1,99	116,24	151,57	4,87
9,74	1,17	39,60	138,54	2,98	11,54	1,36	55,08	264,71	3,47	13,34	9,74	57,10	202,03	3,83	15,14	12,99	61,36	144,24	4,43	16,94	1,64	129,02		

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA																				RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA																				U91-19		CPTU1		
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00														
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,20														
DATA: 10/12/2019										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.
(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°
18,02	4,05	118,24	69,03	5,24	19,82	1,29	36,93	486,93	5,59	21,62	3,10	88,71	35,97	5,84	23,42	1,84	35,17	492,63	6,18	25,22	2,25	63,29	779,16	6,75
18,04	4,55	126,69	64,96	5,26	19,84	1,34	33,48	515,42	5,59	21,64	3,29	94,05	78,31	5,85	23,44	1,90	37,73	535,77	6,19	25,24	2,23	53,18	779,97	6,75
18,06	4,67	126,24	62,52	5,26	19,86	1,59	34,40	580,54	5,60	21,66	3,60	99,71	74,23	5,85	23,46	1,99	41,17	553,68	6,20	25,26	2,28	52,18	790,55	6,76
18,08	4,22	123,69	67,40	5,24	19,88	1,55	40,07	574,03	5,60	21,68	3,39	105,05	22,95	5,86	23,48	1,94	45,73	527,63	6,18	25,28	2,23	51,29	769,39	6,75
18,10	3,51	116,24	72,29	5,23	19,90	1,53	39,29	561,82	5,59	21,70	2,94	92,82	3,09	5,86	23,50	1,87	45,62	495,07	6,19	25,30	2,14	49,40	755,55	6,77
18,12	2,96	85,24	74,73	5,27	19,92	1,48	40,85	570,77	5,60	21,72	2,59	70,82	10,42	5,84	23,52	1,79	45,07	425,07	6,18	25,32	2,12	54,07	756,37	6,77
18,14	2,39	73,57	77,17	5,26	19,94	1,47	45,18	580,54	5,60	21,74	2,45	64,82	5,05	5,84	23,54	1,64	51,40	395,77	6,17	25,34	2,14	53,18	768,57	6,80
18,16	2,17	77,46	56,01	5,28	19,96	1,77	42,96	702,64	5,61	21,76	2,82	67,04	62,03	5,83	23,56	1,59	51,84	412,05	6,20	25,36	2,22	48,73	870,33	6,80
18,18	2,12	80,68	3,09	5,26	19,98	2,66	48,85	491,00	5,63	21,78	3,50	67,82	135,29	5,84	23,58	1,55	49,18	439,72	6,19	25,38	2,55	49,18	1011,15	6,81
18,20	2,03	87,45	18,88	5,28	20,00	3,75	50,96	275,29	5,63	21,80	4,06	77,71	206,91	5,85	23,60	1,55	47,40	473,09	6,22	25,40	3,29	57,18	1235,00	6,85
18,22	1,86	82,79	36,79	5,24	20,02	4,01	55,62	110,87	5,63	21,82	4,30	93,04	147,49	5,84	23,62	1,59	45,73	499,95	6,20	25,42	4,06	65,07	342,85	6,85
18,24	1,81	78,01	88,07	5,27	20,04	3,59	56,51	96,21	5,61	21,84	4,32	110,15	89,70	5,84	23,64	1,58	44,40	532,51	6,22	25,44	4,41	78,95	367,27	6,89
18,26	1,82	72,78	138,54	5,27	20,06	2,94	57,51	55,51	5,61	21,86	4,76	99,84	64,96	5,84	23,66	1,59	39,29	555,31	6,23	25,46	4,21	90,84	122,26	6,88
18,28	1,84	68,23	178,43	5,27	20,08	2,36	48,29	28,65	5,60	21,88	4,58	114,84	72,29	5,85	23,68	1,58	35,95	570,77	6,25	25,48	3,72	79,84	69,35	6,90
18,30	1,82	65,45	222,38	5,28	20,10	1,93	47,29	18,88	5,63	21,90	4,56	150,51	47,87	5,85	23,70	1,61	34,18	606,59	6,25	25,50	3,16	83,07	90,51	6,91
18,32	1,86	60,67	247,61	5,27	20,12	1,71	45,85	112,49	5,64	21,92	4,90	172,73	35,65	5,83	23,72	1,66	32,84	646,47	6,27	25,52	2,81	91,18	156,45	6,90
18,34	1,88	60,22	267,15	5,28	20,14	1,67	48,51	175,99	5,64	21,94	5,61	178,28	20,19	5,84	23,74	1,67	32,95	639,97	6,29	25,54	2,66	96,73	403,09	6,90
18,36	1,90	61,89	279,36	5,30	20,16	1,53	52,18	241,11	5,64	21,96	5,81	173,73	31,59	5,85	23,76	1,69	33,51	624,50	6,30	25,56	2,60	93,95	523,56	6,90
18,38	1,84	60,77	276,92	5,31	20,18	1,46	54,73	307,85	5,66	21,98	5,33	161,51	47,87	5,86	23,78	1,69	35,29	612,29	6,30	25,58	2,41	83,17	488,56	6,90
18,40	1,78	61,00	276,11	5,31	20,20	1,36	50,51	349,37	5,66	22,00	4,54	131,51	56,01	5,88	23,80	1,64	40,07	601,71	6,33	25,60	2,31	82,28	503,21	6,91
18,42	1,74	67,11	289,95	5,28	20,22	1,34	47,85	384,37	5,65	22,02	3,90	100,17	60,07	5,87	23,82	1,63	41,51	582,99	6,34	25,62	2,22	82,62	504,03	6,93
18,44	1,73	63,88	302,97	5,31	20,24	1,32	44,29	425,07	5,68	22,04	3,52	88,61	59,26	5,86	23,84	1,60	43,84	582,99	6,34	25,64	2,07	83,51	512,98	6,94
18,46	1,75	64,44	324,13	5,32	20,26	1,43	39,29	478,79	5,69	22,06	3,46	92,72	50,31	5,86	23,86	1,60	38,32	451,11	6,38	25,66	1,98	76,51	528,45	6,94
18,48	1,78	67,10	343,67	5,30	20,28	1,47	38,84	511,35	5,70	22,08	3,24	112,16	37,29	5,87	23,88	1,70	43,21	615,55	6,40	25,68	1,96	71,95	599,27	6,95
18,50	1,74	65,22	336,34	5,31	20,30	1,46	38,51	512,98	5,70	22,10	2,84	98,39	31,59	5,89	23,90	1,70	43,98	629,38	6,40	25,70	2,00	65,95	648,92	6,95
18,52	1,70	59,88	325,76	5,31	20,32	1,42	36,84	515,42	5,73	22,12	2,54	77,72	42,98	5,87	23,92	1,72	43,98	627,75	6,42	25,72	1,98	57,73	663,57	6,95
18,54	1,67	55,77	320,06	5,30	20,34	1,37	36,84	529,26	5,72	22,14	2,10	71,27	54,38	5,89	23,94	1,79	45,43	609,85	6,43	25,74	1,96	53,84	671,71	6,95
18,56	1,61	57,22	318,43	5,30	20,36	1,35	36,28	538,21	5,73	22,16	1,81	69,94	54,38	5,91	23,96	1,83	50,76	412,86	6,44	25,76	2,00	56,17	706,71	6,96
18,58	1,58	60,99	327,39	5,31	20,38	1,37	38,40	569,15	5,74	22,18	1,74	70,60	15,31	5,91	23,98	1,94	50,98	459,25	6,44	25,78	2,18	56,83	797,88	6,97
18,60	1,57	58,55	342,85	5,33	20,40	1,40	37,62	599,27	5,73	22,20	1,76	69,59	6,35	5,92	24,00	2,01	51,76	314,37	6,47	25,80	2,35	53,05	848,35	6,97
18,62	1,58	57,10	364,83	5,32	20,42	1,40	41,73	588,68	5,73	22,22	1,77	64,04	5,05	5,93	24,02	2,08	51,65	425,88	6,47	25,82	2,35	59,05	841,83	6,98
18,64	1,67	56,44	400,65	5,32	20,44	1,36	37,73	551,24	5,74	22,24	1,75	62,92	11,55	5,94	24,04	2,15	54,65	290,76	6,48	25,84	2,24	58,94	802,77	6,98
18,66	1,67	49,88	409,60	5,32	20,46	1,36	38,17	548,79	5,75	22,26	1,68	66,70	13,19	5,94	24,06	2,20	59,32	314,37	6,49	25,86	2,22	57,85	923,23	6,97
18,68	1,69	45,66	411,23	5,32	20,48	1,32	42,17	561,01	5,73	22,28	1,64	69,03	15,63	5,96	24,08	2,24	68,31	329,01	6,49	25,88	2,28	57,30	889,86	6,97
18,70	1,72	47,22	406,35	5,32	20,50	1,46	40,17	614,73	5,74	22,30	1,56	66,59	18,88	5,96	24,10	2,26	77,65	349,37	6,51	25,90	2,26	60,85	891,49	6,97
18,72	1,75	50,88	405,53	5,33	20,52	1,79	41,73	724,62	5,73	22,32	1,57	62,58	36,79	5,97	24,12	2,29	87,54	374,60	6,52	25,92	2,31	66,74	928,12	6,96
18,74	1,81	56,66	418,55	5,32	20,54	2,49	45,40	861,37	5,70	22,34	1,61	59,80	62,03	5,97	24,14	2,37	97,98	402,27	6,51	25,94	2,46	70,96	981,03	6,95
18,76	1,82	61,89	279,36	5,32	20,56	3,10	42,95	169,47	5,74	22,36	1,58	57,69	75,05	5,96	24,16	2,41	107,54	426,69	6,53	25,2				

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U91-19	CPTU1

COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.

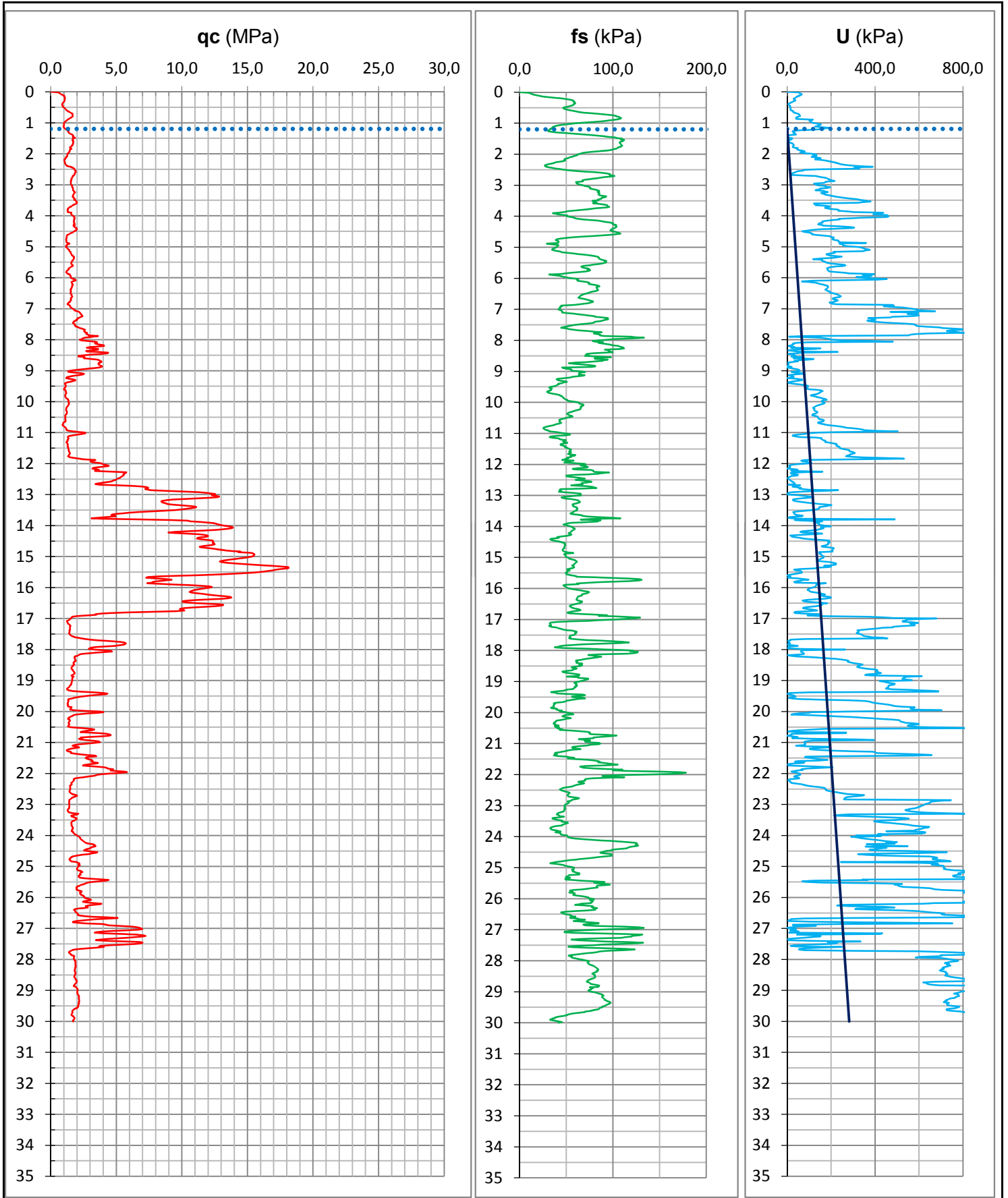
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)

DATA: 10/12/2019

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,20

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

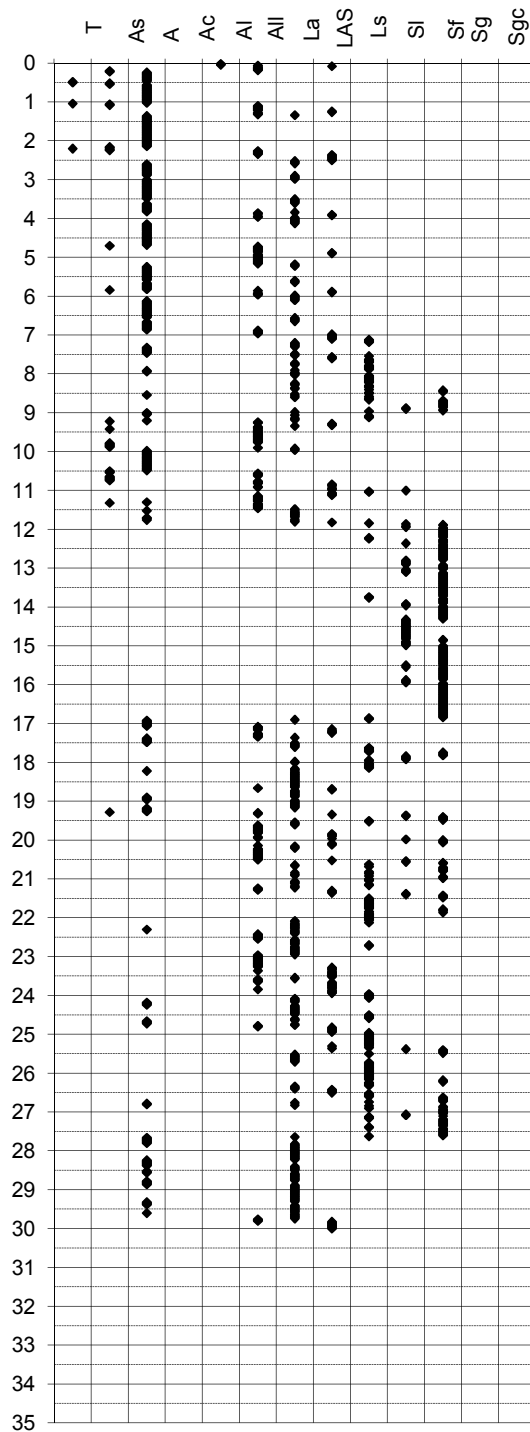
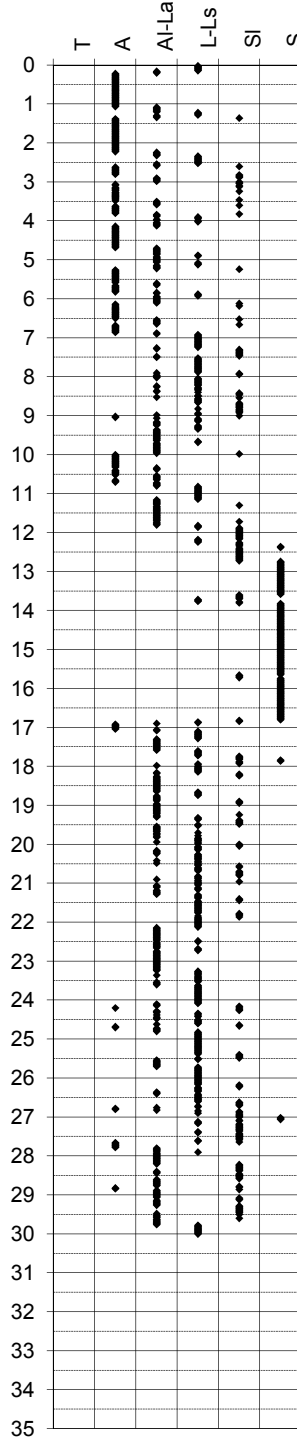
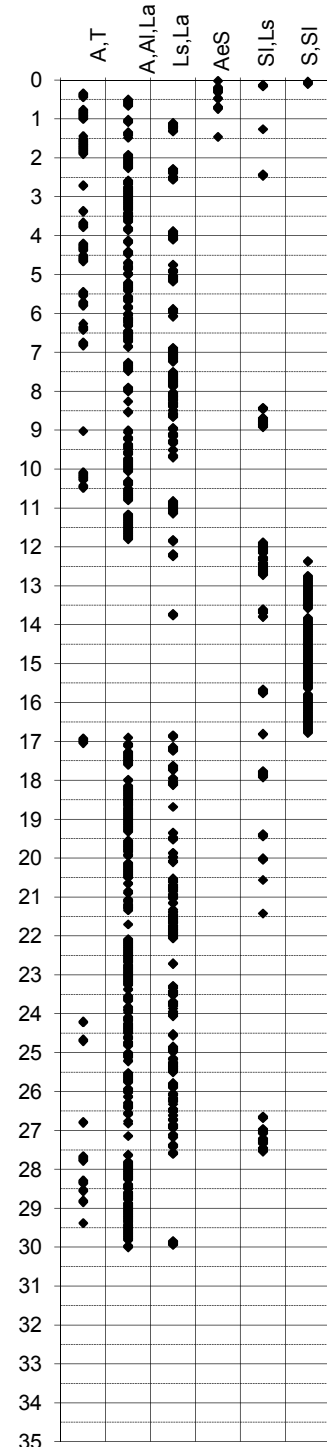


PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente	Eurovo s.r.l.	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)	-Data prova	10/12/2019
-Quota p.c.	17,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	m
-Livello di falda	1,20 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 m
-Attrezzatura	Punta elettrica con piezocono		

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di 0

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Eurovo s.r.l.	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)	-Data prova	10/12/2019
-Quota p.c.	17,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	1,20 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 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
0,0	7,6	1,52	0,07	0,16	Al-La	18,00	84	16	7	4,99	15,28	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	
7,6	9,3	2,85	0,08	0,10	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	24	31	28	31	34	37	40	7,88	12,60
9,3	11,9	1,34	0,05	0,08	A	17,50	66	4	8	4,64	26,17	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	
11,9	17,0	9,82	0,06	-0,02	S	20,00	-	-	-	-	-	-	57	35	31	36	38	40	43	25,02	36,84
17,0	20,5	2,07	0,06	0,16	Al-La	18,00	86	3	6	5,71	38,54	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	
20,5	22,1	3,02	0,08	-0,04	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	27	24	29	32	35	38	8,33	13,33
22,1	26,5	2,10	0,06	0,29	Al-La	18,00	96	3	6	6,26	47,24	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	
26,5	27,6	4,49	0,08	-0,02	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	28	25	30	33	36	39	11,74	18,78
27,6	30,0	1,93	0,08	0,46	A	17,50	86	2	4	5,81	46,58	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA PROVA DOWN HOLE SCPTU	RIF. PROVA:	CPTU n°:
	U91-19	CPTU1

COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,70

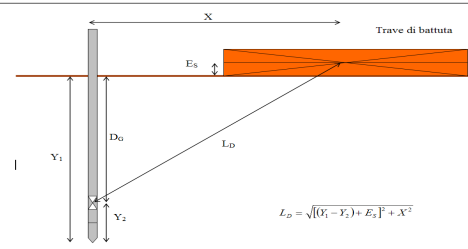
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,20

DATA: 10/12/2019

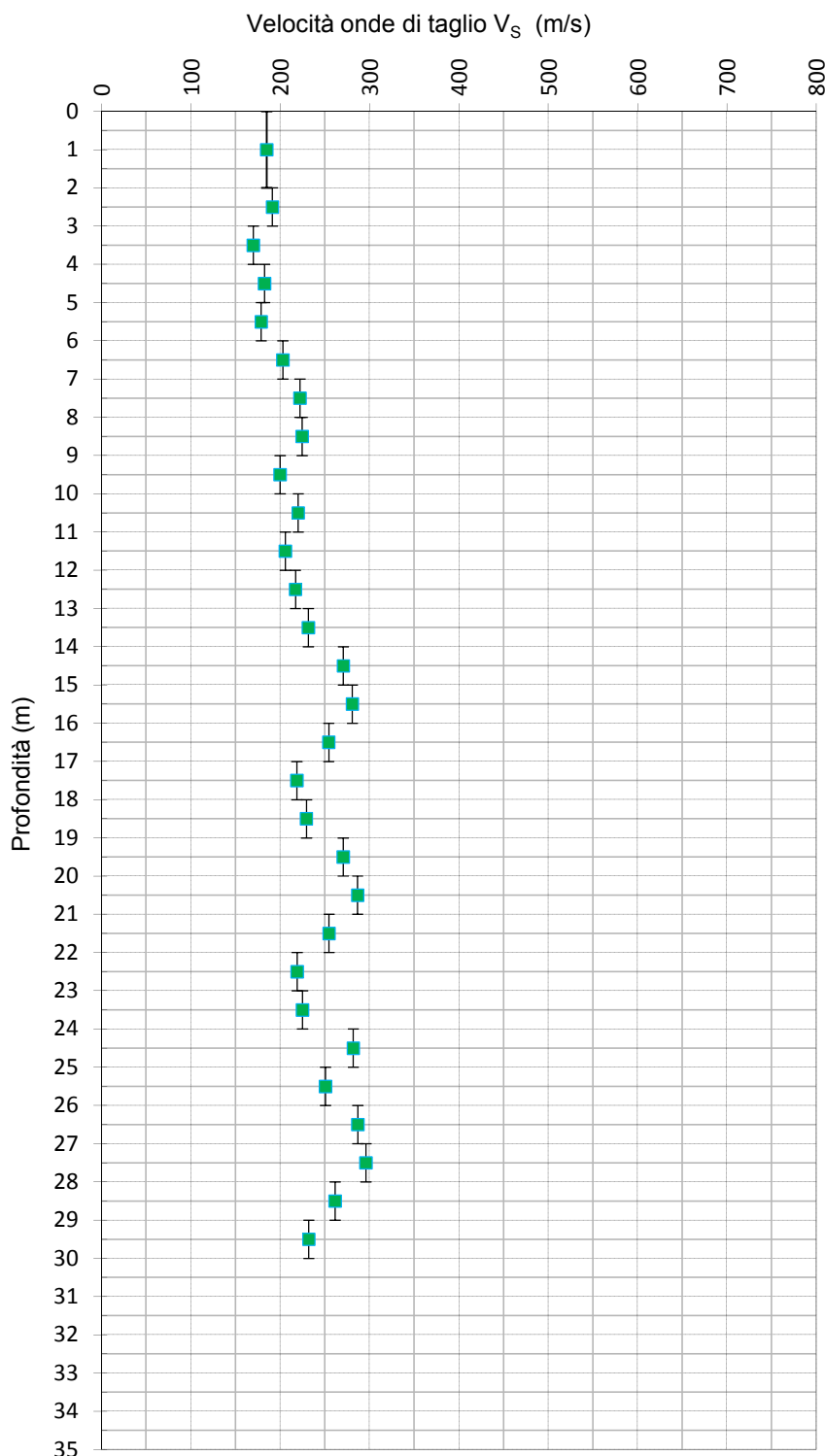
PREFORO (m da p.c.): 0,00

Peso mazza battente: 5Kg
Ricevitore Down Hole: G1-cpl2IN
Equipaggiamento di registrazione: D1-SISMI USB
Distanza centro sorgente-verticale X: 0,25 m
Distanza punta-accelerometro Y₂: 0,20 m



Vs₃₀ = 227 m/sec Categoria suolo di fondazione = C

Distanza corretta L _D punta elettrica	Tempo di arrivo onda S (millisecondi)	Velocità onde S dello strato (m/sec)
0,000		
0,838		185
1,817	9,836	
2,811	15,033	191
3,808	20,902	170
4,807	26,377	182
5,805	31,967	179
6,805	36,892	203
7,804	41,393	222
8,804	45,844	225
9,803	50,846	200
10,803	55,388	220
11,803	60,246	206
12,802	64,852	217
13,802	69,172	231
14,802	72,867	271
15,802	76,429	281
16,802	80,361	254
17,802	84,936	219
18,802	89,297	229
19,802	92,993	271
20,802	96,482	287
21,801	100,410	255
22,801	104,978	219
23,801	109,426	225
24,801	112,975	282
25,801	116,964	251
26,801	120,451	287
27,801	123,831	296
28,801	127,656	261
29,801	131,967	232



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA **PROVA DOWN HOLE SCPTU**

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U91-19	CPTU1

COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.

CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)

DATA: 10/12/2019

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,70

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,20

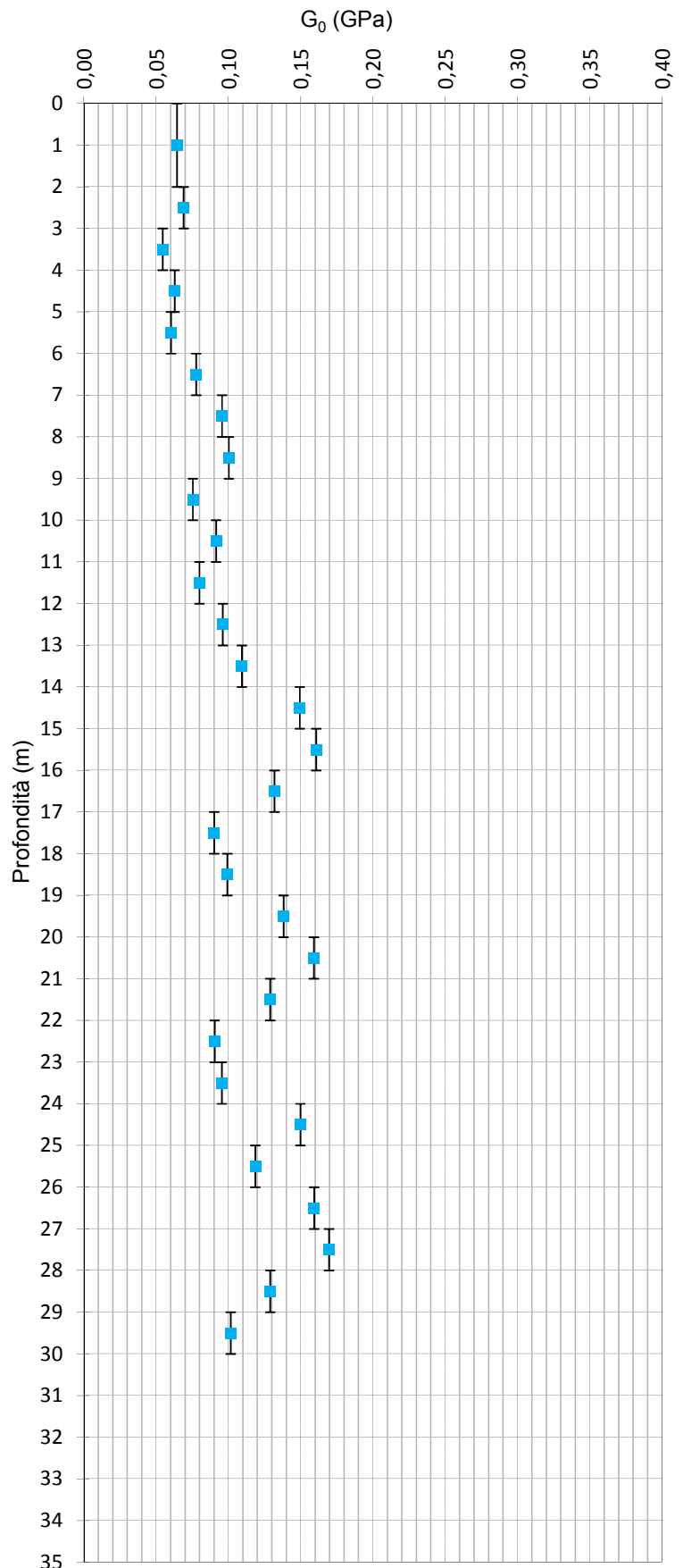
PREFORO (m da p.c.): 0,00

$$G_0 = V_s^2 \rho \longrightarrow \rho = \gamma / g$$

dove:

ρ : massa volumica data dal rapporto tra il peso di volume γ e l'accelerazione di gravita g

Profondità punta elettrica (m)	Velocità onde S dello strato (m/sec)	Peso di volume (tonn/m ³)	G ₀ (GPa)
0,0			
1,0	185	1,85	0,0644
2,0			
3,0	191	1,85	0,0690
4,0	170	1,85	0,0544
5,0	182	1,85	0,0627
6,0	179	1,85	0,0602
7,0	203	1,85	0,0776
8,0	222	1,90	0,0955
9,0	225	1,95	0,1002
10,0	200	1,85	0,0753
11,0	220	1,85	0,0914
12,0	206	1,85	0,0799
13,0	217	2,00	0,0961
14,0	231	2,00	0,1092
15,0	271	2,00	0,1493
16,0	281	2,00	0,1606
17,0	254	2,00	0,1318
18,0	219	1,85	0,0901
19,0	229	1,85	0,0991
20,0	271	1,85	0,1380
21,0	287	1,90	0,1591
22,0	255	1,95	0,1288
23,0	219	1,85	0,0904
24,0	225	1,85	0,0953
25,0	282	1,85	0,1497
26,0	251	1,85	0,1185
27,0	287	1,90	0,1593
28,0	296	1,90	0,1695
29,0	261	1,85	0,1289
30,0	232	1,85	0,1015



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U91-19		CPTU2		
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 27,40									
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,50									
DATA: 10/12/2019										PREFORO (m da p.c.): 0,60									
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	1,52	111,35	13,19	0,58	3,62	1,48	96,43	199,59	0,76	5,42	1,40	58,32	195,52	1,00
0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84	1,42	110,79	11,55	0,60	3,64	1,48	98,98	196,33	0,76	5,44	1,40	69,21	203,66	1,00
0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,86	1,38	109,46	11,55	0,60	3,66	1,48	103,76	197,96	0,76	5,46	1,40	77,32	206,10	1,00
0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	1,33	108,68	14,81	0,58	3,68	1,50	107,64	197,96	0,76	5,48	1,41	82,77	224,83	1,00
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	1,28	104,45	15,63	0,59	3,70	1,51	108,08	207,73	0,76	5,50	1,45	84,66	234,59	1,03
0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	1,20	102,08	44,11	0,50	3,72	1,53	104,86	219,13	0,77	5,52	1,47	85,88	207,73	1,03
0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	1,22	95,97	35,97	0,50	3,74	1,59	99,97	189,82	0,76	5,54	1,47	83,43	185,75	1,02
0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	1,22	91,64	67,72	0,50	3,76	1,64	98,30	172,73	0,77	5,56	1,46	79,88	162,96	1,03
0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	1,14	88,75	98,65	0,52	3,78	1,67	98,19	162,15	0,78	5,58	1,42	78,21	157,26	1,03
0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,13	83,42	111,68	0,52	3,80	1,64	100,63	140,98	0,81	5,60	1,44	76,66	149,93	1,04
0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02	1,10	77,53	137,73	0,53	3,82	1,63	102,63	110,87	0,81	5,62	1,41	79,10	173,54	1,04
0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04	1,09	73,53	173,54	0,52	3,84	1,62	103,74	95,39	0,81	5,64	1,39	81,43	186,57	1,04
0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06	1,12	67,63	195,52	0,52	3,86	1,59	104,85	110,05	0,81	5,66	1,36	81,43	198,77	1,04
0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	1,19	61,41	221,57	0,52	3,88	1,56	105,96	124,70	0,81	5,68	1,35	77,99	196,33	1,04
0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	1,22	57,08	154,01	0,53	3,90	1,53	107,51	139,35	0,82	5,70	1,37	72,99	198,77	1,05
0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	2,12	1,30	54,07	196,33	0,55	3,92	1,57	101,17	154,01	0,81	5,72	1,39	71,21	197,96	1,05
0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	2,14	1,39	52,30	188,19	0,54	3,94	1,49	99,40	168,66	0,81	5,74	1,37	69,21	197,96	1,07
0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	1,48	55,19	114,93	0,54	3,96	1,36	98,73	165,40	0,81	5,76	1,39	66,10	197,15	1,05
0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	1,45	57,19	59,58	0,53	3,98	1,29	90,62	157,26	0,78	5,78	1,39	64,98	199,59	1,07
0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	1,44	59,07	46,56	0,54	4,00	1,22	85,40	159,71	0,80	5,80	1,45	66,76	206,10	1,07
0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	1,45	64,52	40,86	0,54	4,02	1,11	80,95	164,59	0,81	5,82	1,53	72,21	213,43	1,08
0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24	1,47	69,52	26,21	0,54	4,04	1,06	74,17	162,96	0,81	5,84	1,56	77,87	222,38	1,09
0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26	1,49	75,52	30,28	0,54	4,06	1,01	69,73	167,03	0,81	5,86	1,64	75,98	224,01	1,09
0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	2,28	1,54	78,07	23,77	0,54	4,08	1,01	62,51	178,43	0,80	5,88	1,65	76,76	223,19	1,09
0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	1,51	82,40	16,44	0,55	4,10	1,05	56,62	202,85	0,81	5,90	1,45	68,21	178,43	1,09
0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32	1,49	89,07	14,81	0,54	4,12	1,09	51,40	216,69	0,81	5,92	1,61	81,57	141,79	1,13
0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	1,44	92,85	9,93	0,53	4,14	1,10	46,73	211,80	0,81	5,94	1,54	87,46	139,35	1,13
0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36	1,36	94,40	5,86	0,54	4,16	1,10	44,40	209,36	0,81	5,96	1,46	92,01	131,21	1,15
0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	2,38	1,26	96,07	1,79	0,54	4,18	1,11	43,06	210,17	0,81	5,98	1,38	94,46	127,15	1,15
0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	1,17	96,62	2,60	0,55	4,20	1,13	45,51	216,69	0,81	6,00	1,31	97,01	140,17	1,15
0,62	3,82	41,76	17,25	0,39	2,42	1,07	97,17	2,60	0,55	4,22	1,41	46,84	268,78	0,81	6,02	1,23	97,57	145,05	1,16
0,64	3,43	34,54	15,05	0,43	2,44	1,06	90,84	23,77	0,55	4,24	1,24	46,06	223,19	0,80	6,04	1,16	95,79	147,49	1,18
0,66	2,93	41,76	12,84	0,43	2,46	1,10	83,17	53,07	0,55	4,26	1,15	52,95	232,15	0,81	6,06	1,16	86,79	152,38	1,18
0,68	2,44	48,98	10,63	0,43	2,48	1,09	81,05	84,00	0,55	4,28	1,16	51,73	238,66	0,82	6,08	1,15	76,68	154,01	1,19
0,70	1,99	56,21	10,42	0,45	2,50	1,08	79,05	97,84	0,55	4,30	1,20	49,95	225,64	0,81	6,10	1,08	69,90	154,82	1,23
0,72	1,73	63,43	0,65	0,45	2,52	1,09	72,71	100,28	0,57	4,32	1,17	50,84	230,52	0,81	6,12	1,01	62,12	150,75	1,22
0,74	1,54	71,87	0,97	0,45	2,54	1,14	67,82	128,77	0,58	4,34	1,17	52,84	227,27	0,83	6,14	0,96	55,23	151,57	1,24
0,76	1,49	72,43	5,54	0,46	2,56	1,24	63,15	139,35	0,58	4,36	1,17	58,40	224,83	0,82	6,16	0,90	51,56	163,77	1,24
0,78	1,45	76,21	16,12	0,48	2,58	1,24	59,71	140,17	0,60	4,38	1,16	65,51	230,52	0,85	6,18	0,92	48,67	187,38	1,28
0,80	1,42	78,32	18,56	0,49	2,60	1,25	55,26	112,49	0,60	4,40	1,21	68,95	238,66	0,85	6,20	0,96	45,45	207,73	1,27
0,82	1,37	84,10	16,93	0,49	2,62	1,26	57,70	124,70	0,59	4,42	1,24	72,17	240,29	0,83	6,22	1,04	42,34	223,19	1,29
0,84	1,32	87,99	17,75	0,48	2,64	1,29	62,26	144,24	0,59	4,44	1,31	74,73	235,41	0,83	6,24	1,10	39,11	226,45	1,29
0,86	1,31	89,43	16,12	0,50	2,66	1,31	66,37	179,24	0,59	4,46	1,35	74,95	239,47	0,85	6,26	1,10	38,56	228,08	1,31
0,88	1,31	89,66	16,93	0,50	2,68	1,37	62,47	189,01	0,59	4,48	1,39	75,51	237,03	0,81	6,28	1,10	37,89	227,27	1,29
0,90	1,30	87,99	17,75	0,49	2,70	1,43	60,59	189,01	0,59	4,50	1,41	75,06	213,43	0,85	6,30	1,13	39,23	233,78	1,32
0,92	1,31	92,43	16,93	0,50	2,72	1,42	65,03	193,08	0,59	4,52	1,39	77,95	216,69	0,83	6,32	1,22	40,11	252,50	1,32
0,94	1,34	102,02	16,12	0,52	2,74	1,40	68,14	211,80	0,60	4,54	1,33	81,51	213,43	0,85	6,34	1,28	42,78	254,94	1,32
0,96	1,36																		

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U91-19		CPTU2		
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 27,40									
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,50									
DATA: 10/12/2019										PREFORO (m da p.c.): 0,60									
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	°
9,02	1,26	68,27	0,97	1,87	10,82	0,99	65,20	159,71	2,24	12,62	1,12	26,45	399,02	2,52	14,42	10,01	33,64	210,17	2,99
9,04	1,19	60,38	4,23	1,87	10,84	0,98	63,86	162,96	2,25	12,64	1,26	25,34	438,91	2,55	14,44	10,00	35,19	207,73	2,99
9,06	1,20	57,71	29,47	1,88	10,86	0,97	63,20	170,29	2,24	12,66	1,46	25,23	486,12	2,57	14,46	9,56	36,41	191,45	3,00
9,08	1,39	55,27	49,00	1,86	10,88	0,95	58,53	170,29	2,18	12,68	1,70	27,56	545,54	2,56	14,48	8,80	36,30	170,29	2,99
9,10	1,77	50,49	65,28	1,88	10,90	0,90	42,42	264,71	2,24	12,70	1,81	30,45	552,87	2,57	14,50	8,04	35,52	153,19	3,02
9,12	2,24	49,38	78,31	1,89	10,92	0,93	42,65	269,59	2,24	12,72	1,70	32,56	498,33	2,57	14,52	7,50	35,29	148,31	3,00
9,14	2,54	53,38	81,56	1,90	10,94	0,95	42,32	267,15	2,25	12,74	1,39	23,01	418,55	2,57	14,54	7,06	34,40	140,98	3,02
9,16	2,62	61,60	80,75	1,90	10,96	0,98	44,21	275,29	2,25	12,76	1,27	22,78	390,07	2,57	14,56	6,66	33,18	138,54	3,02
9,18	2,58	65,38	70,98	1,88	10,98	0,98	43,54	274,48	2,26	12,78	1,09	31,01	352,62	2,58	14,58	6,55	31,95	149,93	3,02
9,20	2,42	64,60	53,07	1,89	11,00	0,98	45,54	275,29	2,25	12,80	0,99	39,45	344,48	2,59	14,60	6,92	31,39	179,24	3,02
9,22	2,08	65,82	35,16	1,90	11,02	0,96	48,10	265,53	2,26	12,82	0,99	41,12	355,88	2,58	14,62	7,85	33,83	209,36	3,02
9,24	1,81	63,49	26,21	1,89	11,04	0,96	46,87	266,34	2,24	12,84	0,94	40,23	344,48	2,60	14,64	9,59	36,83	175,17	3,02
9,26	1,47	61,49	14,81	1,92	11,06	0,96	45,54	273,67	2,26	12,86	0,88	37,01	337,15	2,61	14,66	11,15	38,27	127,96	3,01
9,28	1,20	55,15	10,74	1,92	11,08	0,97	44,10	275,29	2,24	12,88	0,93	34,36	439,72	2,60	14,68	12,15	40,16	76,67	3,02
9,30	1,08	44,38	11,55	1,97	11,10	0,97	44,10	274,48	2,23	12,90	0,94	34,58	447,86	2,62	14,70	12,87	38,05	45,75	3,02
9,32	1,01	42,04	32,72	1,95	11,12	0,95	44,54	269,59	2,26	12,92	1,01	28,80	468,21	2,63	14,72	12,50	36,38	31,09	3,01
9,34	1,11	39,27	55,51	1,93	11,14	0,93	42,99	262,27	2,25	12,94	1,05	25,58	475,53	2,63	14,74	12,77	33,93	80,75	3,01
9,36	1,25	38,15	77,49	1,93	11,16	0,92	40,43	258,20	2,24	12,96	1,08	26,02	475,53	2,64	14,76	12,63	33,82	83,19	3,02
9,38	1,41	39,93	84,81	1,95	11,18	0,93	44,21	259,83	2,25	12,98	1,05	27,91	457,63	2,64	14,78	12,52	36,93	89,70	3,03
9,40	1,62	40,04	96,21	1,95	11,20	0,92	45,43	254,94	2,26	13,00	0,99	29,58	429,95	2,64	14,80	12,46	40,15	97,03	3,05
9,42	1,76	44,71	97,03	1,97	11,22	0,88	44,21	247,61	2,27	13,02	0,96	29,80	418,55	2,64	14,82	12,45	42,82	104,35	3,06
9,44	1,74	51,27	83,19	1,97	11,24	0,84	43,21	237,85	2,27	13,04	0,93	29,58	413,67	2,63	14,84	12,34	45,92	110,05	3,05
9,46	1,71	57,27	75,86	1,98	11,26	0,81	42,99	240,29	2,28	13,06	0,94	30,47	423,44	2,66	14,86	12,13	45,47	128,77	3,00
9,48	1,64	57,71	66,91	1,97	11,28	0,83	41,77	250,06	2,26	13,08	0,94	30,36	424,25	2,67	14,88	11,81	44,36	143,43	3,01
9,50	1,56	56,49	62,03	1,97	11,30	0,87	41,10	263,08	2,27	13,10	0,92	29,47	416,11	2,66	14,90	11,37	43,25	135,29	3,02
9,52	1,51	54,49	51,44	1,99	11,32	0,90	39,32	270,41	2,28	13,12	0,92	27,91	413,67	2,67	14,92	10,79	42,25	124,70	3,01
9,54	1,46	60,27	57,14	1,99	11,34	0,93	36,43	280,99	2,27	13,14	0,92	25,58	415,30	2,68	14,94	10,07	41,59	110,05	3,02
9,56	1,65	60,71	81,56	1,98	11,36	0,98	32,77	289,13	2,27	13,16	0,91	25,14	414,49	2,68	14,96	9,37	40,03	100,28	3,02
9,58	1,88	58,16	88,07	1,99	11,38	0,99	32,43	296,45	2,27	13,18	0,89	25,80	416,11	2,69	14,98	8,77	38,92	93,77	3,03
9,60	1,83	66,49	72,61	1,99	11,40	0,98	30,43	290,76	2,28	13,20	0,88	25,25	410,41	2,69	15,00	8,21	37,03	89,70	3,03
9,62	1,72	70,71	57,95	1,99	11,42	0,93	31,54	277,73	2,28	13,22	0,86	25,14	405,53	2,69	15,02	7,88	35,48	90,51	3,03
9,64	1,66	66,94	53,89	2,01	11,44	0,92	33,43	272,03	2,30	13,24	0,91	27,36	426,69	2,70	15,04	7,79	33,81	101,91	3,04
9,66	1,82	69,61	71,79	2,02	11,46	0,92	36,43	275,29	2,30	13,26	0,94	28,03	450,30	2,70	15,06	7,98	32,37	119,82	3,03
9,68	1,95	66,94	81,56	2,01	11,48	0,95	38,66	295,64	2,30	13,28	0,96	26,58	457,63	2,71	15,08	8,55	31,59	142,61	3,03
9,70	1,74	65,16	57,14	2,01	11,50	1,01	39,43	328,20	2,31	13,30	0,93	26,58	450,30	2,69	15,10	9,86	33,03	151,57	3,05
9,72	1,41	60,83	34,35	2,02	11,52	1,05	40,43	348,55	2,34	13,32	0,91	25,47	443,79	2,69	15,12	11,78	35,25	173,54	3,04
9,74	1,17	53,61	48,78	2,04	11,54	1,10	37,10	356,69	2,32	13,34	0,94	25,36	469,03	2,71	15,14	13,64	42,47	125,51	3,04
9,76	1,10	53,06	69,83	2,04	11,56	1,13	35,32	361,57	2,32	13,36	1,06	24,80	509,73	2,70	15,16	14,84	50,47	46,56	3,03
9,78	1,08	48,72	90,87	2,06	11,58	1,13	37,99	366,46	2,34	13,38	1,18	23,58	538,21	2,72	15,18	15,84	59,03	16,44	3,02
9,80	1,12	42,39	111,92	2,04	11,60	1,14	40,10	369,71	2,34	13,40	1,22	23,58	540,65	2,72	15,20	16,47	58,14	9,11	3,03
9,82	1,07	42,06	132,97	2,06	11,62	1,16	41,10	374,60	2,32	13,42	1,20	26,03	530,07	2,73	15,22	16,66	52,47	9,11	3,03
9,84	1,03	40,61	154,01	2,07	11,64	1,20	41,21	380,30	2,34	13,44	1,17	28,03	516,23	2,73	15,24	16,04	52,36	10,74	3,02
9,86	1,00	38,66	175,06	2,07	11,66	1,22	42,32	381,93	2,34	13,46	1,11	30,36	492,63	2,73	15,26	15,01	43,69	5,86	3,02
9,88	1,03	36,83	196,11	2,08	11,68	1,21	43,77	372,97	2,34	13,48	1,05	33,36	472,28	2,75	15,28	14,49	41,24	11,55	3,02
9,90	1,08	44,97	217,15	2,08	11,70	1,21	45,77	367,27	2,35	13,50	1,00	36,25	451,93	2,75	15,30	14,56	46,13	28,65	3,02
9,92	1,14	49,42	238,20	2,12	11,72	1,20	47,32	365,65	2,35	13,52	0,93	39,47	437,28	2,75	15,32	14,80	54,46	44,11	3,03
9,94	1,18	47,86	259,25	2,10	11,74	1,20	49,43												

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA																				RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA																				U91-19		CPTU2		
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 27,40														
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,50														
DATA: 10/12/2019										PREFORO (m da p.c.): 0,60														
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	°
18,02	2,22	116,64	302,97	3,99	19,82	1,79	66,89	613,10	4,12	21,62	4,86	106,44	18,07	4,77	23,42	9,74	41,17	176,80	5,17	25,22	14,69	52,02	300,53	5,91
18,04	2,38	106,97	350,99	4,02	19,84	1,82	65,11	617,17	4,12	21,64	4,58	100,11	5,86	4,75	23,44	9,37	39,61	178,43	5,17	25,24	14,98	53,36	282,62	5,91
18,06	2,49	97,64	394,95	4,03	19,86	1,84	60,78	618,80	4,12	21,66	3,95	77,55	10,42	4,77	23,46	9,32	39,28	197,96	5,19	25,26	15,10	52,69	289,95	5,92
18,08	2,48	91,63	418,55	4,06	19,88	2,14	52,35	473,09	4,14	21,68	3,28	59,22	20,19	4,77	23,48	9,52	39,94	221,57	5,22	25,28	15,09	51,24	283,43	5,91
18,10	2,57	88,97	437,28	4,07	19,90	2,17	64,02	437,28	4,15	21,70	2,70	57,66	28,33	4,77	23,50	9,94	40,38	258,20	5,23	25,30	15,01	50,79	276,92	5,93
18,12	2,57	88,07	353,43	4,07	19,92	2,04	74,24	434,83	4,17	21,72	2,21	60,21	30,77	4,78	23,52	10,41	40,49	295,64	5,22	25,32	14,86	51,02	281,81	5,93
18,14	2,44	94,07	332,27	4,11	19,94	1,89	74,46	417,74	4,17	21,74	1,78	64,66	33,21	4,80	23,54	10,49	39,82	180,05	5,24	25,34	14,62	50,24	280,17	5,94
18,16	2,29	102,63	267,97	4,12	19,96	1,82	74,91	424,25	4,17	21,76	1,55	70,10	13,68	4,78	23,56	10,18	38,93	172,73	5,23	25,36	14,18	49,68	267,15	5,93
18,18	2,12	111,63	162,96	4,12	19,98	1,87	77,02	460,07	4,19	21,78	1,62	68,32	31,09	4,81	23,58	9,63	37,48	155,63	5,26	25,38	13,83	49,90	259,01	5,96
18,20	1,97	118,41	161,33	4,12	20,00	1,94	78,13	500,77	4,17	21,80	2,26	65,65	62,84	4,80	23,60	9,05	37,03	146,68	5,22	25,40	13,72	51,45	276,11	5,96
18,22	1,84	124,63	193,08	4,14	20,02	2,01	76,80	526,01	4,19	21,82	3,05	65,21	85,63	4,80	23,62	8,39	35,25	132,03	5,24	25,42	13,70	50,00	280,99	5,96
18,24	1,72	125,29	145,05	4,14	20,04	2,03	75,91	525,19	4,16	21,84	3,69	65,43	85,63	4,80	23,64	7,59	34,36	114,12	5,22	25,44	13,71	49,89	262,27	5,97
18,26	1,57	129,63	172,73	4,14	20,06	2,01	74,69	517,05	4,17	21,86	3,96	81,54	38,42	4,80	23,66	6,81	34,36	97,84	5,26	25,46	13,64	50,44	237,03	6,00
18,28	1,56	125,74	206,91	4,12	20,08	2,00	75,58	510,54	4,17	21,88	4,04	83,67	53,07	4,77	23,68	5,92	33,69	79,12	5,24	25,48	13,67	49,11	237,85	6,01
18,30	1,51	121,40	196,33	4,11	20,10	1,94	75,69	506,47	4,20	21,90	4,25	87,33	4,23	4,76	23,70	5,07	33,02	63,65	5,26	25,50	13,99	47,44	261,45	6,01
18,32	1,42	113,73	186,57	4,08	20,12	1,85	65,02	498,33	4,20	21,92	4,45	90,89	12,37	4,77	23,72	4,42	31,36	53,07	5,27	25,52	14,36	46,43	242,73	6,01
18,34	1,36	101,51	194,71	4,08	20,14	1,86	58,69	513,79	4,19	21,94	4,75	91,22	0,16	4,75	23,74	4,01	30,13	49,00	5,28	25,54	14,63	48,99	210,99	6,02
18,36	1,42	89,84	205,29	4,07	20,16	1,87	57,80	523,56	4,19	21,96	4,98	84,89	0,16	4,75	23,76	3,77	31,35	70,17	5,30	25,56	14,78	48,87	186,57	6,01
18,38	1,36	81,95	210,17	4,06	20,18	1,82	54,02	510,54	4,20	21,98	5,11	78,56	11,55	4,76	23,78	3,73	34,57	73,42	5,30	25,58	14,75	49,76	175,99	6,03
18,40	1,33	76,84	238,66	4,03	20,20	1,76	61,35	497,51	4,20	22,00	5,20	79,78	14,81	4,77	23,80	3,87	40,13	78,31	5,30	25,60	14,56	48,31	173,54	6,06
18,42	1,33	73,50	247,61	4,03	20,22	1,69	65,24	491,81	4,20	22,02	5,23	83,45	18,88	4,78	23,82	4,08	49,35	71,79	5,31	25,62	14,26	50,75	178,43	6,06
18,44	1,32	69,61	250,87	4,03	20,24	1,65	62,02	496,70	4,20	22,04	5,31	82,78	22,95	4,76	23,84	4,20	64,90	65,28	5,31	25,64	13,51	52,30	192,27	6,07
18,46	1,30	68,28	253,31	4,03	20,26	1,61	62,79	487,75	4,22	22,06	5,27	85,00	21,33	4,75	23,86	4,11	75,01	56,33	5,31	25,66	13,08	53,51	212,61	6,07
18,48	1,31	66,61	255,75	4,02	20,28	1,52	63,57	473,91	4,20	22,08	4,72	86,89	1,79	4,75	23,88	4,00	44,96	30,28	5,30	25,68	12,62	52,07	193,08	6,07
18,50	1,36	66,17	237,85	4,02	20,30	1,49	56,24	487,75	4,22	22,10	4,12	79,89	3,09	4,77	23,90	4,07	52,18	27,51	5,31	25,70	11,98	53,40	172,73	6,09
18,52	1,36	66,50	247,61	4,01	20,32	1,47	48,13	502,40	4,21	22,12	3,69	68,11	4,73	4,80	23,92	4,12	53,62	30,77	5,31	25,72	11,04	54,18	144,24	6,07
18,54	1,31	68,06	245,99	3,98	20,34	1,51	45,35	533,33	4,22	22,14	3,33	64,22	10,42	4,78	23,94	4,07	60,18	34,03	5,30	25,74	8,83	71,84	116,56	6,06
18,56	1,30	68,95	254,13	3,99	20,36	1,58	41,46	555,31	4,23	22,16	3,03	76,67	12,05	4,76	23,96	3,59	67,40	38,91	5,28	25,76	7,61	73,62	76,67	6,07
18,58	1,31	69,28	265,53	3,99	20,38	1,68	44,24	578,91	4,22	22,18	2,64	99,33	13,68	4,76	23,98	3,15	65,40	41,35	5,31	25,78	6,39	81,62	75,05	6,03
18,60	1,31	67,84	277,73	3,99	20,40	1,68	42,46	572,40	4,23	22,20	2,37	105,22	16,93	4,76	24,00	2,77	56,41	42,17	5,32	25,80	6,08	99,17	91,33	6,06
18,62	1,28	67,62	276,92	4,01	20,42	1,65	43,24	556,93	4,22	22,22	1,98	94,55	21,82	4,78	24,02	2,59	50,52	42,17	5,35	25,82	6,72	139,17	128,77	6,06
18,64	1,31	65,39	288,31	4,01	20,44	1,62	42,46	545,54	4,25	22,24	1,75	85,55	19,37	4,77	24,04	2,72	61,85	30,77	5,38	25,84	8,37	144,94	174,35	6,07
18,66	1,38	60,62	313,55	4,03	20,46	1,54	40,24	531,70	4,26	22,26	1,90	69,66	4,23	4,78	24,06	2,73	71,07	3,91	5,35	25,86	10,36	143,50	228,08	6,07
18,68	1,47	55,28	323,32	4,02	20,48	1,52	41,79	540,65	4,27	22,28	2,37	61,10	27,02	4,80	24,08	3,18	78,52	9,61	5,33	25,88	11,87	128,05	233,78	6,07
18,70	1,47	52,96	329,83	4,03	20,50	1,57	40,45	576,47	4,27	22,30	2,95	67,77	39,23	4,80	24,10	3,62	84,41	36,47	5,32	25,90	12,11	110,34	133,65	6,03
18,72	1,51	52,07	338,79	4,03	20,52	1,75	41,35	626,13	4,27	22,32	3,73	66,55	50,63	4,78	24,12	4,07	67,18	38,91	5,36	25,92	13,03	101,56	107,61	6,02
18,74	1,50	51,51	332,27	4,05	20,54	1,89	44,13	618,80	4,27	22,34	4,28	78,21	30,28	4,80	24,14	4,52	80,07	42,17	5,35	25,94	13,76	88,23	35,97	6,05
18,76	1,51	89,84	205,29	4,05	20,56	1,79	48,79	558,57	4,27	22,36	4,70	86,43	5,54	4,78	24,16	4,96	93,85	15,63						

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U91-19	CPTU2

COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.

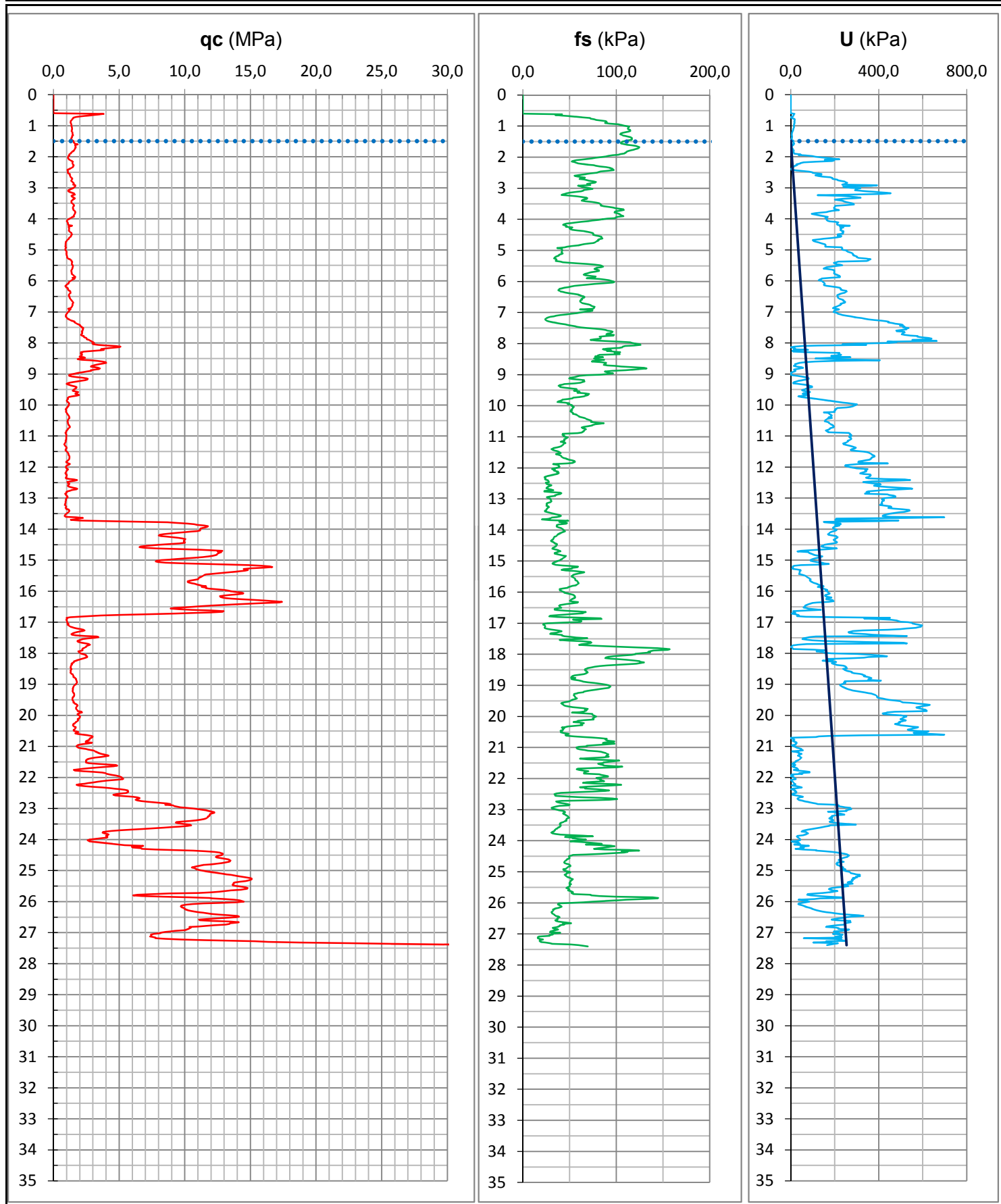
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)

DATA: 10/12/2019

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 27,40

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,50

PREFORO (m da p.c.): 0,60

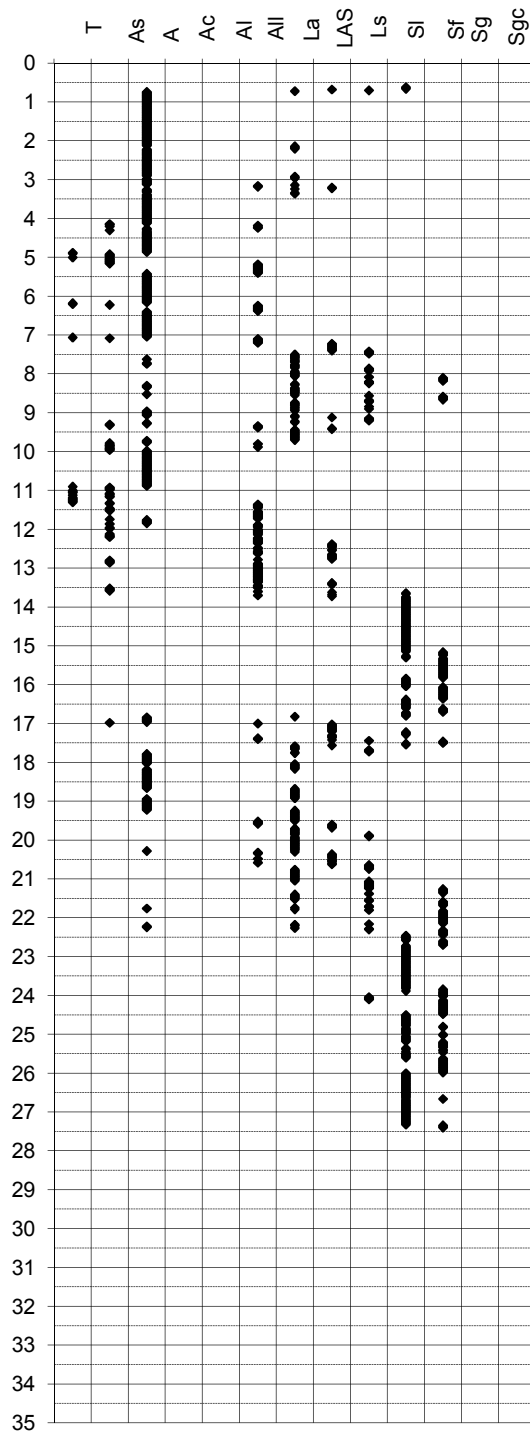
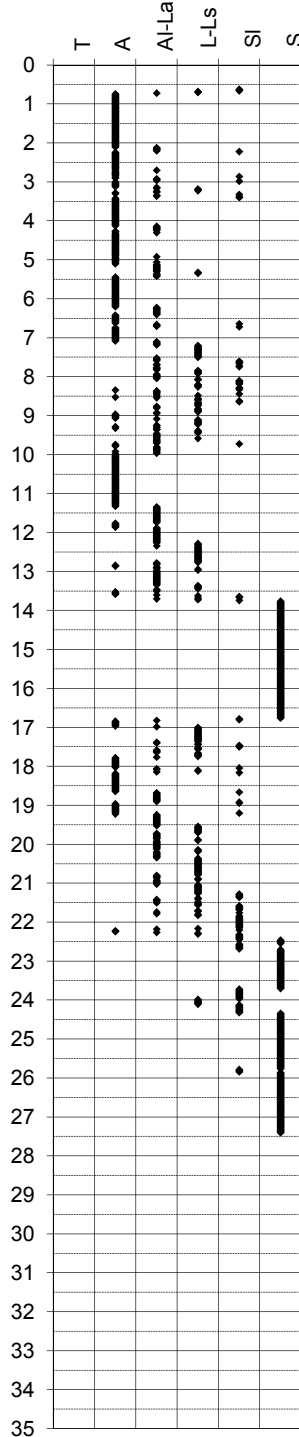
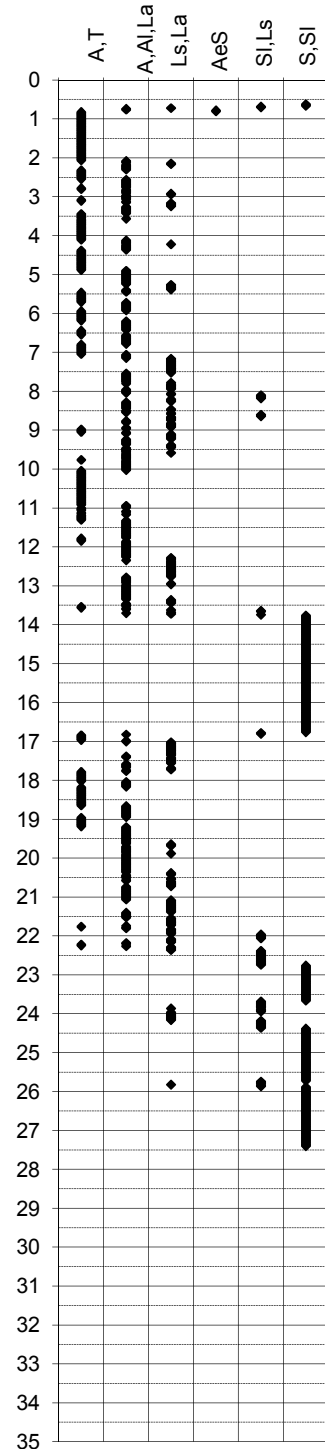


PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente	Eurovo s.r.l.	-Prova n°	CPTU2
-Cantiere	via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)	-Data prova	10/12/2019
-Quota p.c.	17,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,60 m
-Livello di falda	1,50 m da p.c.	-Prof. finale	27,40 m
-Attrezzatura	Punta elettrica con piezocono		

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di 0

PARAMETRI GEOTECNICI-Committente **Eurovo s.r.l.**-Prova n° **CPTU2**-Cantiere **via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)**-Data prova **10/12/2019**-Quota p.c. **17,50** m s.l.m.-Prof. preforo **0,60** m-Livello di falda **1,50** m da p.c.-Prof. finale **27,40** 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
0,0	0,7	0,41	0,01	0,00	Rip	18,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,7	7,8	1,37	0,07	0,17	Al-La	18,00	75	13	7	4,69	15,7	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	
7,8	9,2	2,80	0,09	0,10	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	24	31	28	31	34	37	40	8,14	13,03
9,2	13,7	1,14	0,04	0,19	A	17,50	55	3	6	4,25	24,32	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	
13,7	16,8	11,12	0,04	-0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	63	35	32	37	39	41	43	27,95	41,22
16,8	20,5	1,74	0,07	0,19	Al-La	18,00	81	3	6	5,45	38,26	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	
20,5	22,5	3,24	0,08	-0,12	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	27	24	29	32	35	39	9,09	14,55
22,5	27,2	10,13	0,05	-0,06	S	20,00	-	-	-	-	-	-	47	32	29	34	37	39	42	25,31	37,63
27,2	27,4	18,71	0,04	-0,06	Ghiaia	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U91-19		CPTU3		
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00									
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,10									
DATA: 10/12/2019										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. °
0,02	0,64	12,65	29,47	0,69	1,82	1,07	89,68	1,79	1,48	3,62	1,29	54,35	307,85	1,71	5,42	1,54	67,60	351,81	1,98
0,04	0,68	14,87	39,23	0,69	1,84	1,03	83,12	53,07	1,48	3,64	1,29	52,13	305,41	1,70	5,44	1,53	69,72	357,51	1,99
0,06	0,71	17,10	31,09	0,69	1,86	0,99	77,00	99,47	1,47	3,66	1,25	50,13	304,59	1,73	5,46	1,58	70,72	389,25	1,99
0,08	0,85	19,32	27,83	0,71	1,88	0,96	71,00	120,63	1,48	3,68	1,22	47,79	303,78	1,71	5,48	1,60	73,16	416,11	1,98
0,10	0,93	21,54	24,58	0,71	1,90	0,96	50,65	259,01	1,41	3,70	1,21	45,68	309,48	1,73	5,50	1,70	67,82	429,95	1,99
0,12	0,95	24,32	21,33	0,73	1,92	1,00	46,65	246,80	1,41	3,72	1,24	43,02	332,27	1,74	5,52	1,71	69,60	405,53	1,99
0,14	0,98	29,88	16,44	0,74	1,94	0,98	41,98	215,05	1,40	3,74	1,28	40,02	346,93	1,74	5,54	1,61	75,15	368,90	2,01
0,16	0,89	35,66	0,16	0,76	1,96	0,96	38,43	197,15	1,41	3,76	1,33	39,24	366,46	1,73	5,56	1,51	75,26	314,37	2,02
0,18	0,84	38,99	2,28	0,76	1,98	0,93	36,21	215,05	1,40	3,78	1,43	37,46	400,65	1,74	5,58	1,42	76,93	278,55	1,99
0,20	0,84	41,88	5,54	0,76	2,00	0,92	35,21	232,15	1,42	3,80	1,43	35,02	403,09	1,75	5,60	1,29	80,37	281,81	2,01
0,22	0,85	44,88	7,17	0,77	2,02	0,93	34,65	251,69	1,42	3,82	1,47	32,02	386,81	1,76	5,62	1,19	85,48	270,41	2,01
0,24	0,86	46,99	10,42	0,78	2,04	0,96	32,87	264,71	1,43	3,84	1,50	33,79	394,95	1,78	5,64	1,21	86,26	280,17	2,02
0,26	0,86	50,99	14,49	0,77	2,06	1,00	31,99	273,67	1,42	3,86	1,51	40,13	407,97	1,79	5,66	1,22	79,15	285,87	2,02
0,28	0,81	53,99	18,56	0,77	2,08	1,02	31,32	275,29	1,44	3,88	1,59	43,57	302,15	1,78	5,68	1,22	71,93	293,20	2,02
0,30	0,79	56,33	21,01	0,77	2,10	1,07	31,65	276,92	1,44	3,90	1,60	43,71	276,11	1,79	5,70	1,19	64,04	288,31	2,01
0,32	0,78	57,56	27,51	0,78	2,12	1,04	31,76	273,67	1,43	3,92	1,61	46,38	285,06	1,80	5,72	1,13	58,59	269,59	2,02
0,34	0,75	59,12	33,21	0,76	2,14	1,09	32,99	292,39	1,43	3,94	1,49	52,16	278,55	1,79	5,74	1,10	55,04	276,92	2,02
0,36	0,79	59,79	36,47	0,78	2,16	1,12	32,76	313,55	1,44	3,96	1,43	51,94	333,90	1,80	5,76	1,11	54,03	298,90	2,03
0,38	0,76	60,01	28,33	0,76	2,18	1,25	32,10	344,48	1,44	3,98	1,42	53,60	319,25	1,81	5,78	1,07	54,26	317,62	2,02
0,40	0,75	58,79	36,47	0,80	2,20	1,37	32,99	329,83	1,43	4,00	1,37	58,49	327,39	1,82	5,80	1,06	51,26	328,20	2,02
0,42	0,75	57,35	36,47	0,78	2,22	1,51	35,76	316,81	1,42	4,02	1,37	62,83	347,74	1,82	5,82	1,11	48,59	349,37	2,02
0,44	0,79	54,47	32,40	0,81	2,24	1,58	38,54	201,22	1,44	4,04	1,42	66,05	358,32	1,82	5,84	1,18	45,03	375,41	2,03
0,46	0,86	52,25	29,15	0,82	2,26	1,62	43,10	101,09	1,45	4,06	1,47	67,72	339,60	1,82	5,86	1,31	41,26	428,33	2,03
0,48	0,91	51,03	24,26	0,85	2,28	1,67	48,87	92,95	1,44	4,08	1,54	65,27	203,66	1,84	5,88	1,48	34,16	418,55	2,03
0,50	0,98	49,48	16,93	0,85	2,30	1,67	55,43	22,14	1,45	4,10	1,63	65,27	187,38	1,82	5,90	1,52	38,72	311,92	2,03
0,52	1,04	49,48	16,12	0,83	2,32	1,74	61,21	13,19	1,46	4,12	1,70	65,27	224,01	1,84	5,92	1,50	41,28	122,26	2,03
0,54	1,14	49,26	16,93	0,85	2,34	1,75	72,21	5,86	1,45	4,14	1,73	68,16	191,45	1,84	5,94	1,42	50,50	160,52	2,02
0,56	1,20	51,04	17,75	0,87	2,36	1,77	82,10	5,05	1,45	4,16	1,72	70,16	185,75	1,84	5,96	1,38	57,50	203,66	2,02
0,58	1,23	57,94	21,82	0,86	2,38	1,77	91,88	0,16	1,45	4,18	1,72	74,72	182,49	1,86	5,98	1,38	63,39	336,34	2,02
0,60	1,29	64,72	21,82	0,87	2,40	1,74	100,21	4,73	1,47	4,20	1,71	79,82	203,66	1,88	6,00	1,37	68,17	337,97	2,03
0,62	1,34	73,28	22,63	0,87	2,42	1,72	106,99	7,98	1,48	4,22	1,75	83,49	250,87	1,85	6,02	1,40	65,83	346,11	2,02
0,64	1,39	80,51	13,68	0,89	2,44	1,71	111,32	9,61	1,48	4,24	1,75	86,60	297,27	1,88	6,04	1,41	63,94	324,13	2,02
0,66	1,42	86,84	5,54	0,89	2,46	1,69	111,54	12,87	1,48	4,26	1,76	86,49	307,85	1,88	6,06	1,40	64,17	280,17	2,02
0,68	1,41	90,96	5,54	0,90	2,48	1,68	108,76	18,56	1,50	4,28	1,73	85,37	308,67	1,88	6,08	1,36	59,61	272,03	2,02
0,70	1,39	92,85	6,35	0,90	2,50	1,62	108,76	21,82	1,48	4,30	1,67	82,37	302,15	1,87	6,10	1,37	57,94	290,76	2,02
0,72	1,40	92,52	3,09	0,92	2,52	1,54	107,76	24,26	1,50	4,32	1,65	78,15	287,50	1,87	6,12	1,35	57,28	310,29	2,02
0,74	1,36	92,52	3,91	0,92	2,54	1,49	104,64	25,07	1,50	4,34	1,61	77,04	276,11	1,88	6,14	1,43	60,94	343,67	2,04
0,76	1,30	91,85	5,54	0,94	2,56	1,45	104,75	16,12	1,50	4,36	1,51	75,93	259,83	1,88	6,16	1,43	66,39	364,83	2,06
0,78	1,29	88,64	3,91	0,94	2,58	1,42	106,64	114,12	1,52	4,38	1,43	74,92	239,47	1,89	6,18	1,44	67,61	362,39	2,04
0,80	1,27	85,64	6,35	0,96	2,60	1,50	104,53	144,24	1,51	4,40	1,35	75,70	254,94	1,89	6,20	1,42	69,50	339,60	2,03
0,82	1,19	85,42	7,17	0,97	2,62	1,61	97,08	207,73	1,53	4,42	1,31	77,48	259,83	1,87	6,22	1,43	70,94	339,60	2,03
0,84	1,17	84,20	3,41	0,97	2,64	1,59	91,74	250,06	1,52	4,44	1,30	75,03	285,87	1,89	6,24	1,38	72,50	320,06	2,07
0,86	1,12	81,98	9,93	1,00	2,66	1,57	84,96	192,27	1,53	4,46	1,25	70,70	301,34	1,88	6,26	1,38	72,83	313,55	2,04
0,88	1,05	77,64	20,51	0,99	2,68	1,54	75,18	173,54	1,53	4,48	1,30	62,81	316,81	1,88	6,28	1,36	74,61	302,97	2,04
0,90	0,99	73,31	42,49	1,00	2,70	1,49	68,51	185,75	1,56	4,50	1,29	55,92	328,20	1,90	6,30	1,29	75,05	291,57	2,07
0,92	1,01	68,98	64,47	1,13	2,72	1,42	65,95	178,43	1,56	4,52	1,24	50,59	316,81	1,90	6,32	1,28	78,39	295,64	2,07
0,94	1,02	64,64	86,45	1,13	2,74	1,36	65,84	185,75	1,55	4,54	1,22	48,14	311,92	1,89	6,34	1,25	76,94	301,34	2,07
0,96	1,03	60,31	108,43	1,13	2,76	1,40	64,84	221,57	1,55	4,56	1,13	46,14	301,34	1,89	6,36	1,29	74,72		

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA														RIF. PROVA:		CPTU n°:			
LETTURE DI CAMPAGNA														U91-19		CPTU3			
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00									
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,10									
DATA: 10/12/2019										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.
(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°
9,02	2,35	61,18	22,63	2,55	10,82	0,96	28,40	252,50	2,91	12,62	5,51	33,19	132,84	3,29	14,42	12,54	55,93	183,31	3,70
9,04	1,88	60,51	42,98	2,55	10,84	1,03	21,86	399,83	2,92	12,64	5,47	32,74	149,12	3,32	14,44	12,47	55,93	200,41	3,72
9,06	1,68	51,95	40,54	2,55	10,86	1,01	25,86	385,99	2,92	12,66	5,42	32,96	164,59	3,32	14,46	12,61	54,82	212,61	3,72
9,08	1,54	50,17	42,98	2,55	10,88	1,00	28,08	373,79	2,92	12,68	5,37	33,85	164,59	3,32	14,48	12,79	54,71	216,69	3,74
9,10	1,38	55,06	27,51	2,53	10,90	0,98	29,53	371,35	2,94	12,70	5,31	34,41	167,03	3,32	14,50	12,74	54,48	200,41	3,74
9,12	1,40	49,28	22,14	2,53	10,92	0,98	30,31	371,35	2,91	12,72	5,14	36,63	145,05	3,32	14,52	12,46	53,37	181,68	3,73
9,14	1,52	45,73	75,86	2,55	10,94	0,96	28,53	363,21	2,95	12,74	4,94	42,51	57,95	3,33	14,54	11,94	51,25	153,19	3,74
9,16	1,61	49,28	96,21	2,55	10,96	0,95	25,98	356,69	2,94	12,76	4,60	45,07	32,72	3,33	14,56	11,47	50,36	140,17	3,72
9,18	1,62	48,17	93,77	2,54	10,98	0,91	24,31	360,76	2,95	12,78	4,27	42,51	26,21	3,32	14,58	11,02	49,69	135,29	3,73
9,20	1,59	50,51	88,89	2,55	11,00	0,91	22,98	367,27	2,95	12,80	3,78	39,29	6,67	3,33	14,60	10,70	49,80	135,29	3,74
9,22	1,59	51,62	98,65	2,55	11,02	0,92	22,09	375,41	2,97	12,82	3,55	35,62	79,12	3,31	14,62	10,54	50,24	146,68	3,74
9,24	1,78	54,62	129,59	2,56	11,04	0,95	21,20	383,55	2,96	12,84	3,20	37,06	56,33	3,31	14,64	10,28	50,91	140,98	3,74
9,26	1,80	54,06	123,89	2,56	11,06	0,95	20,65	383,55	2,97	12,86	2,95	49,06	34,35	3,33	14,66	9,84	51,46	119,01	3,75
9,28	1,70	56,62	84,81	2,58	11,08	0,97	21,65	388,44	3,00	12,88	2,70	69,06	19,69	3,35	14,68	9,46	53,24	106,79	3,75
9,30	1,52	61,17	53,07	2,59	11,10	1,00	23,31	399,02	3,00	12,90	2,52	86,95	19,69	3,35	14,70	9,40	54,23	130,40	3,75
9,32	1,37	56,84	39,23	2,60	11,12	1,01	26,43	404,72	3,00	12,92	3,19	95,73	195,52	3,38	14,72	9,73	57,23	186,57	3,77
9,34	1,29	54,84	31,09	2,61	11,14	1,01	28,98	403,91	3,00	12,94	5,08	96,40	482,05	3,38	14,74	10,35	58,90	221,57	3,75
9,36	1,10	46,39	10,74	2,61	11,16	1,02	29,65	395,77	3,00	12,96	6,08	93,73	189,82	3,40	14,76	11,00	58,78	215,87	3,78
9,38	1,13	48,06	20,51	2,63	11,18	1,01	31,43	385,99	3,01	12,98	6,32	86,95	134,47	3,39	14,78	11,30	56,45	202,85	3,75
9,40	1,07	46,28	43,30	2,63	11,20	1,01	32,76	385,99	3,01	13,00	6,20	72,39	128,77	3,40	14,80	11,19	55,11	177,61	3,78
9,42	1,05	45,50	82,37	2,64	11,22	1,01	34,21	385,99	3,03	13,02	5,88	55,06	114,93	3,40	14,82	10,91	50,92	135,29	3,74
9,44	1,08	39,62	119,82	2,65	11,24	1,03	35,21	399,83	3,02	13,04	5,72	50,39	121,45	3,40	14,84	10,85	51,47	134,47	3,74
9,46	1,19	33,73	159,71	2,64	11,26	1,04	33,54	379,49	3,03	13,06	5,90	42,72	164,59	3,40	14,86	11,12	52,70	144,24	3,75
9,48	1,29	30,95	179,24	2,66	11,28	1,06	33,32	359,13	3,05	13,08	6,35	33,72	220,75	3,41	14,88	11,90	55,14	145,87	3,77
9,50	1,30	31,06	178,43	2,65	11,30	1,09	34,21	372,16	3,04	13,10	7,28	38,05	132,84	3,41	14,90	13,04	59,48	149,93	3,77
9,52	1,31	32,62	170,29	2,65	11,32	1,10	35,87	379,49	3,06	13,12	7,77	48,61	35,16	3,40	14,92	14,19	60,15	175,99	3,77
9,54	1,30	38,06	161,33	2,65	11,34	1,09	38,09	379,49	3,06	13,14	8,00	58,05	11,55	3,40	14,94	15,42	58,15	181,68	3,78
9,56	1,30	43,95	159,71	2,66	11,36	1,10	39,76	383,55	3,07	13,16	8,54	72,16	24,58	3,38	14,96	16,44	55,82	224,83	3,79
9,58	1,29	50,62	165,40	2,65	11,38	1,09	41,43	376,23	3,06	13,18	9,61	87,49	52,25	3,39	14,98	17,09	54,26	224,83	3,82
9,60	1,29	57,06	168,66	2,65	11,40	1,09	42,98	368,09	3,07	13,20	11,15	76,83	36,79	3,38	15,00	17,35	52,48	214,24	3,84
9,62	1,31	59,73	167,85	2,65	11,42	1,06	42,98	361,57	3,08	13,22	11,88	67,16	14,81	3,39	15,02	17,31	51,48	192,27	3,86
9,64	1,31	62,73	165,40	2,65	11,44	1,07	42,43	366,46	3,08	13,24	12,23	69,38	11,55	3,39	15,04	16,87	50,93	175,99	3,86
9,66	1,29	66,95	158,89	2,65	11,46	1,09	40,32	378,67	3,09	13,26	12,43	59,60	6,67	3,42	15,06	16,18	50,81	151,57	3,87
9,68	1,24	67,62	149,12	2,65	11,48	1,13	38,87	390,88	3,10	13,28	12,04	53,71	4,73	3,42	15,08	15,77	51,70	156,45	3,88
9,70	1,23	67,61	142,61	2,65	11,50	1,19	39,43	399,02	3,08	13,30	11,63	52,26	17,25	3,40	15,10	15,34	54,70	160,52	3,89
9,72	1,22	68,17	145,87	2,65	11,52	1,23	39,65	415,30	3,10	13,32	11,66	55,04	53,89	3,41	15,12	14,77	55,36	144,24	3,89
9,74	1,23	68,83	156,45	2,66	11,54	1,28	39,98	425,07	3,10	13,34	11,82	58,04	113,31	3,40	15,14	14,20	54,69	135,29	3,93
9,76	1,25	67,28	159,71	2,67	11,56	1,30	40,54	427,51	3,11	13,36	11,87	58,92	162,96	3,42	15,16	13,47	54,47	114,12	3,91
9,78	1,28	63,50	162,96	2,67	11,58	1,32	41,87	412,05	3,10	13,38	12,33	63,92	175,17	3,42	15,18	12,61	51,47	89,70	3,92
9,80	1,28	60,28	161,33	2,68	11,60	1,31	43,65	418,55	3,12	13,40	13,00	67,81	164,59	3,44	15,20	11,24	49,13	42,49	3,93
9,82	1,24	59,50	145,05	2,67	11,62	1,36	45,54	418,55	3,12	13,42	13,16	66,70	154,01	3,46	15,22	9,40	47,13	9,11	3,96
9,84	1,12	51,84	236,22	2,67	11,64	1,28	46,98	391,69	3,14	13,44	12,57	65,14	91,33	3,47	15,24	7,35	51,57	17,75	3,99
9,86	1,12	54,62	212,61	2,68	11,66	1,15	46,43	350,99	3,12	13,46	11,65	64,25	49,81	3,48	15,26	5,25	53,46	38,10	4,02
9,88	1,12	57,84	208,55	2,68	11,68	1,12	45,65	345,29	3,13	13,48	10,35	63,91	16,44	3,49	15,28	3,91	59,79	10,42	4,03
9,90	1,14	59,73	210,99	2,69	11,70	1,16	44,31	386,81	3,14	13,50	9,33	62,79	0,97	3,47	15,30	2,74	73,01	4,73	4,05
9,92	1,18	59,29	213,43	2,70	11,72	1,21	37,09	417,74	3,15	13,52	8,59	65,90	1,79	3,49	15,32	2,36	84,11	1,79	4,03
9,94																			

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA																	RIF. PROVA:		CPTU n°:	
LETTURE DI CAMPAGNA																	U91-19		CPTU3	
COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00										
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,10										
DATA: 10/12/2019										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.	
(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	
18,02	1,71	82,77	267,97	4,93	19,82	4,02	77,07	72,29	5,09	21,62	1,80	64,78	51,44	5,22	23,42	5,47	149,21	0,16	5,73	
18,04	1,73	77,10	253,31	4,93	19,84	3,62	84,96	77,17	5,08	21,64	1,82	65,00	63,65	5,22	23,44	6,24	143,21	42,49	5,73	
18,06	1,74	70,88	251,69	4,95	19,86	3,30	90,07	84,49	5,08	21,66	1,71	64,45	51,44	5,22	23,46	7,01	133,87	54,70	5,73	
18,08	1,75	67,22	248,43	4,94	19,88	3,05	91,51	77,99	5,09	21,68	1,52	60,33	29,47	5,21	23,48	7,76	131,31	45,75	5,73	
18,10	1,74	64,66	245,17	4,96	19,90	2,99	87,51	64,15	5,08	21,70	1,36	54,00	32,72	5,22	23,50	8,45	131,53	29,47	5,74	
18,12	1,70	62,99	234,59	4,96	19,92	3,35	90,29	40,54	5,10	21,72	1,33	48,11	92,95	5,22	23,52	9,16	123,42	17,25	5,73	
18,14	1,69	61,43	228,08	4,98	19,94	3,89	97,18	12,87	5,12	21,74	1,44	43,89	193,08	5,22	23,54	9,58	117,53	17,25	5,73	
18,16	1,71	61,43	243,55	4,99	19,96	4,34	105,73	47,05	5,10	21,76	1,58	47,33	236,22	5,22	23,56	9,89	107,75	16,44	5,73	
18,18	1,73	62,55	259,83	4,99	19,98	4,59	115,18	41,35	5,12	21,78	1,78	50,78	261,45	5,23	23,58	10,09	88,74	7,49	5,73	
18,20	1,73	65,88	237,85	5,00	20,00	4,38	104,96	46,24	5,10	21,80	1,97	54,22	197,15	5,23	23,60	10,38	79,30	5,86	5,74	
18,22	1,74	68,43	256,57	5,00	20,02	3,82	86,84	62,52	5,10	21,82	2,17	67,15	71,79	5,26	23,62	10,56	83,63	3,41	5,73	
18,24	1,80	68,99	276,11	5,01	20,04	3,14	73,95	73,10	5,09	21,84	2,37	71,60	31,09	5,26	23,64	10,85	88,29	8,30	5,75	
18,26	1,92	69,99	197,15	5,01	20,06	2,54	58,73	80,43	5,10	21,86	2,56	76,82	3,41	5,24	23,66	11,45	91,40	6,67	5,75	
18,28	1,99	71,99	82,37	5,01	20,08	2,34	62,95	74,73	5,12	21,88	2,49	71,38	3,09	5,28	23,68	12,37	95,29	27,83	5,77	
18,30	2,02	77,43	97,03	5,00	20,10	2,08	66,73	62,52	5,12	21,90	2,31	67,71	2,28	5,27	23,70	13,40	103,84	29,47	5,79	
18,32	2,00	82,43	90,51	5,01	20,12	2,03	75,17	113,31	5,12	21,92	2,36	62,05	17,25	5,26	23,72	14,25	114,84	18,88	5,80	
18,34	1,97	86,10	118,19	4,99	20,14	2,61	71,95	387,63	5,10	21,94	2,41	61,60	44,11	5,26	23,74	15,01	120,95	13,19	5,84	
18,36	1,87	89,55	122,26	5,01	20,16	3,35	65,84	267,97	5,14	21,96	2,43	64,05	63,65	5,28	23,76	15,08	125,72	5,05	5,87	
18,38	1,81	92,88	181,68	4,99	20,18	3,87	78,84	31,09	5,14	21,98	2,46	65,16	84,81	5,28	23,78	14,67	111,16	10,42	5,88	
18,40	1,82	92,88	240,29	5,00	20,20	3,89	94,83	23,45	5,12	22,00	2,42	60,16	88,89	5,28	23,80	13,76	81,94	20,19	5,89	
18,42	1,85	89,55	250,87	4,99	20,22	3,68	98,83	37,29	5,14	22,02	2,36	54,83	89,70	5,31	23,82	12,10	61,41	194,71	5,83	
18,44	1,80	86,10	241,11	4,99	20,24	3,58	94,72	25,89	5,12	22,04	2,41	54,05	117,37	5,32	23,84	12,10	53,30	186,57	5,84	
18,46	1,79	80,66	226,45	4,98	20,26	3,75	96,61	2,28	5,14	22,06	2,45	54,60	139,35	5,31	23,86	11,42	42,97	126,33	5,86	
18,48	1,77	77,55	209,36	4,96	20,28	4,07	105,60	18,88	5,13	22,08	2,48	59,27	153,19	5,31	23,88	10,51	41,97	62,03	5,86	
18,50	1,74	75,10	204,47	4,98	20,30	4,30	110,49	48,68	5,12	22,10	2,48	58,38	167,03	5,32	23,90	9,51	42,30	18,07	5,87	
18,52	1,67	72,66	229,71	4,96	20,32	4,31	113,16	65,77	5,12	22,12	2,41	57,16	161,33	5,32	23,92	8,51	45,63	8,79	5,89	
18,54	1,71	68,77	228,08	4,96	20,34	4,01	104,60	69,85	5,12	22,14	2,31	53,38	148,31	5,33	23,94	7,49	44,08	23,45	5,91	
18,56	1,75	68,43	250,87	4,95	20,36	3,47	93,49	73,10	5,09	22,16	2,11	47,94	123,07	5,33	23,96	7,13	42,41	14,49	5,93	
18,58	1,75	68,99	247,61	4,95	20,38	2,78	73,15	81,24	5,10	22,18	1,95	45,16	108,42	5,35	23,98	7,35	46,30	27,83	5,94	
18,60	1,74	68,21	251,69	4,95	20,40	2,31	65,15	82,87	5,09	22,20	2,10	51,83	203,66	5,33	24,00	7,66	48,97	53,89	5,93	
18,62	1,75	66,43	275,29	4,95	20,42	2,28	71,48	66,59	5,12	22,22	2,33	54,27	300,53	5,35	24,02	8,03	56,97	36,79	5,92	
18,64	1,76	63,99	285,06	4,93	20,44	2,64	77,37	10,42	5,09	22,24	2,26	54,16	281,81	5,35	24,04	8,38	71,07	44,61	5,91	
18,66	1,75	63,55	311,11	4,93	20,46	3,19	88,59	75,86	5,10	22,26	2,00	54,05	220,75	5,38	24,06	8,91	77,63	66,59	5,92	
18,68	1,76	63,77	325,76	4,91	20,48	3,30	96,59	44,11	5,08	22,28	1,76	56,27	240,29	5,38	24,08	9,52	84,41	69,85	5,93	
18,70	1,75	63,22	343,67	4,91	20,50	2,94	102,70	2,60	5,08	22,30	1,68	54,60	280,99	5,37	24,10	10,36	88,52	51,12	5,94	
18,72	1,73	63,44	379,49	4,91	20,52	2,60	97,92	19,37	5,09	22,32	1,63	48,27	291,57	5,38	24,12	11,38	86,74	26,70	5,96	
18,74	1,73	61,10	392,51	4,91	20,54	2,46	101,47	9,61	5,07	22,34	1,54	48,27	280,99	5,39	24,14	12,03	74,29	5,54	5,97	
18,76	1,75	89,55	122,26	4,91	20,56	2,54	96,14	18,88	5,08	22,36	1,47	43,94	303,78	5,41	24,16	12,56	56,96	26,21	5,96	
18,78	1,77	58,22	451,11	4,91	20,58	2,59	90,47	32,72	5,07	22,38	1,76	41,38	445,42	5,42	24,18	12,94	44,07	58,77	5,96	
18,80	1,79	57,00	460,07	4,91	20,60	2,37	94,46	9,93	5,07	22,40	2,33	40,71	622,87	5,43	24,20	13,01	38,29	75,05	5,96	
18,82	1,75	44,59	542,29	4,91	20,62	2,06	90,24	12,87	5,07	22,42	2,51	35,94	225,64	5,43	24,22	12,82	37,96	77,49	5,96	
18,84	1,96	51,70	399,83	4,91	20,64	1,85	86,46	11,23	5,05	22,44	2,43	38,71	28,65	5,44	24,24	12,59	38,29	80,75	5,98	
18,86	1,98	55,03	461,70	4,90	20,66	1,95	83,02	72,61	5,07	22,46	2,91	58,60	259,01	5,45	24,26	12,57	40,73	104,35	5,97	
18,88	2,02	57,14	513,79	4,91	20,68	2,32	74,90	197,15	5,07	22,48	3,96	54,16	64,47	5,47	24,28	12,92	43,62	156,45	5,97	
18,90	2,11	61,04	409,60	4,90	20,70	2,69	71,24	242,73	5,07	22,50	4,70	67,27	140,98	5,47	24,30	13,38	45,51	219,13	5,97	
18,92	2,05	65,48	430,77	4,90	20,72	2,86	78,68	128,77	5,08	22,52	4,96	69,72	6,67	5,46	24,32	13,63	46,51	262,27	5,98	
18,94	2,04	66,70	552,87	4,93	20,74	2,97	91,56	0,65	5,09	22,54	5,02	86,27	4,23	5,47	24,34	13,50	46,50	272,85	5,98	
18,96	2,05																			

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U91-19	CPTU3

COMMITTENTE: Eurovo s.r.l.

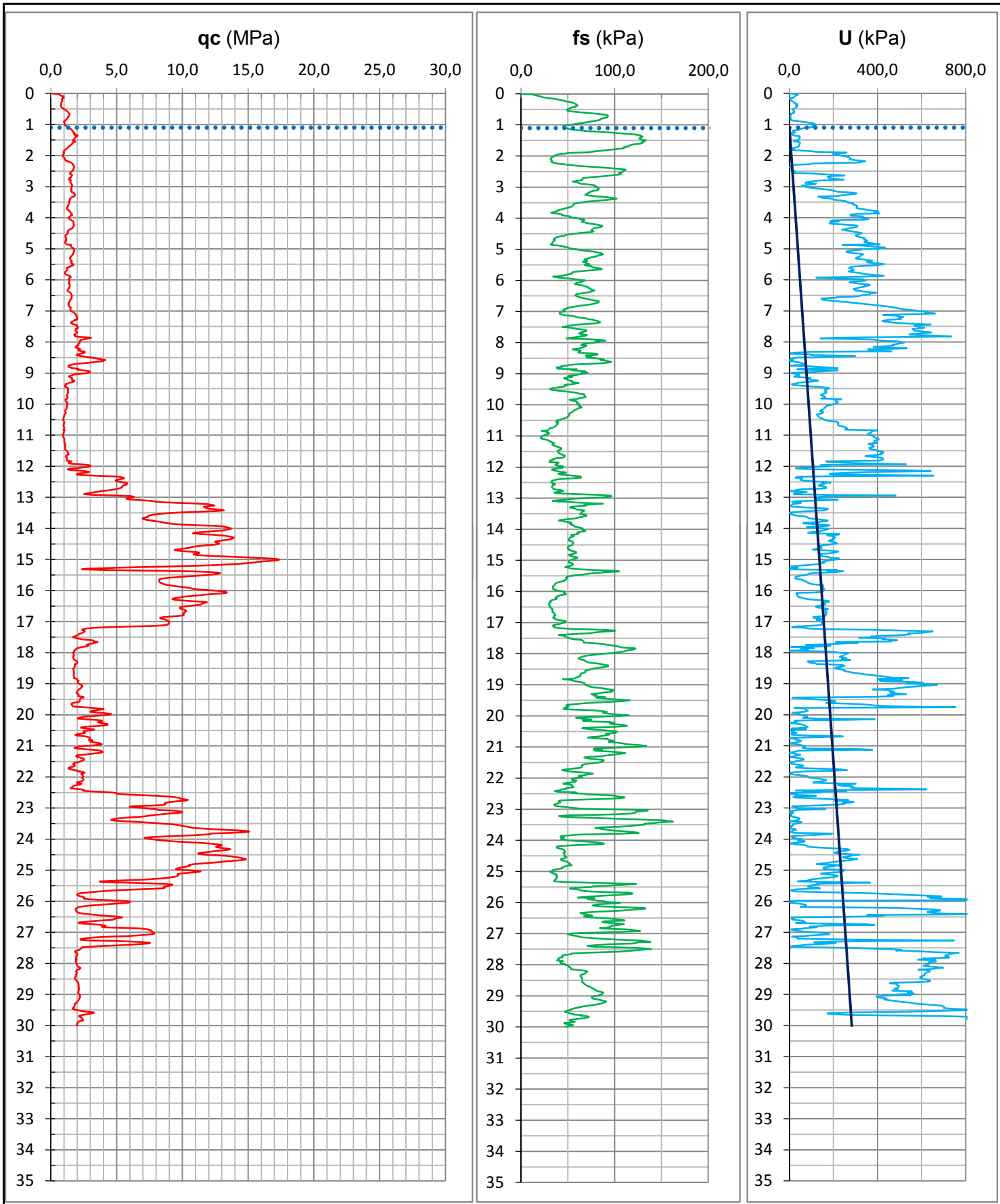
CANTIERE: via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)

DATA: 10/12/2019

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,10

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

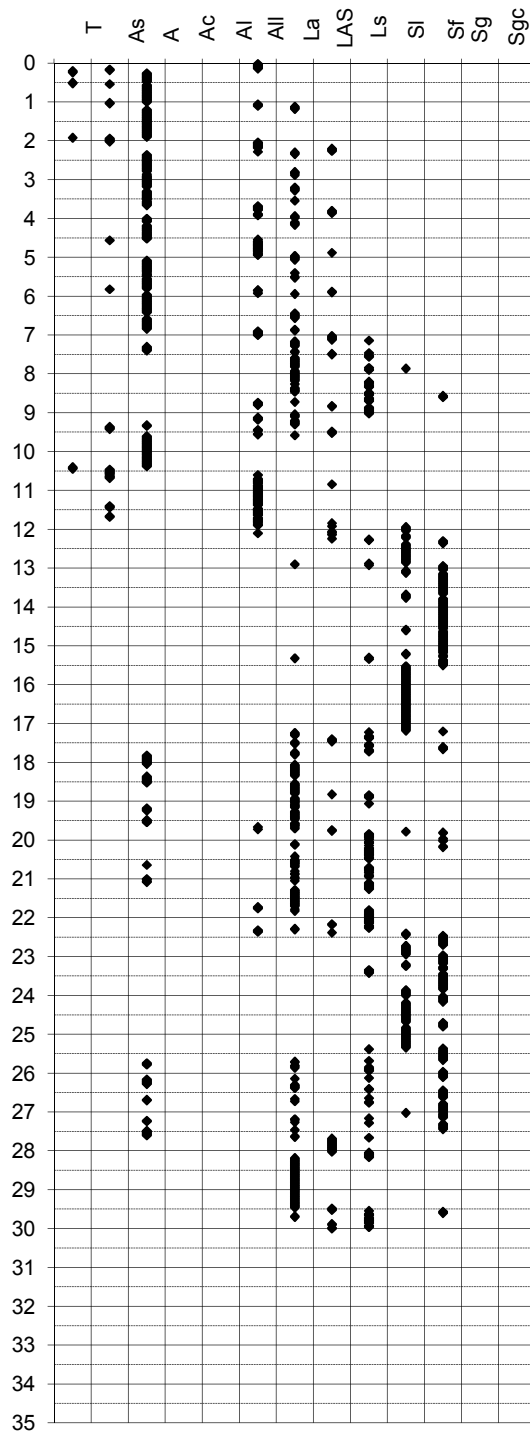
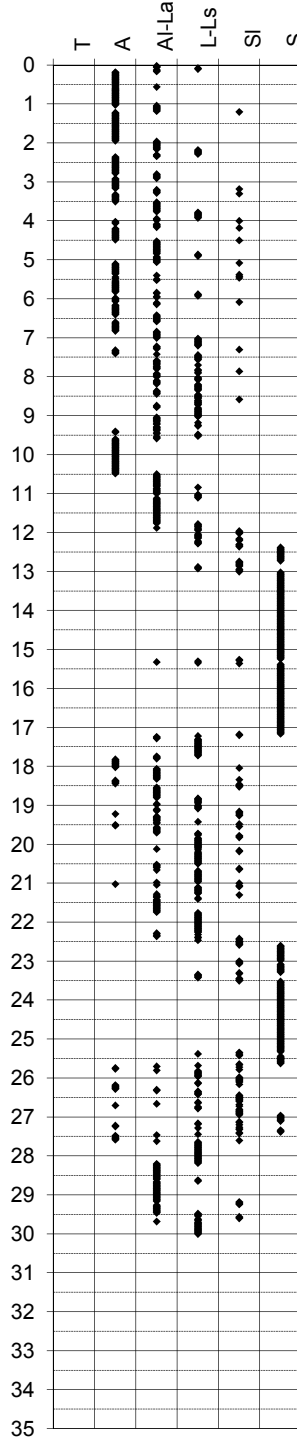
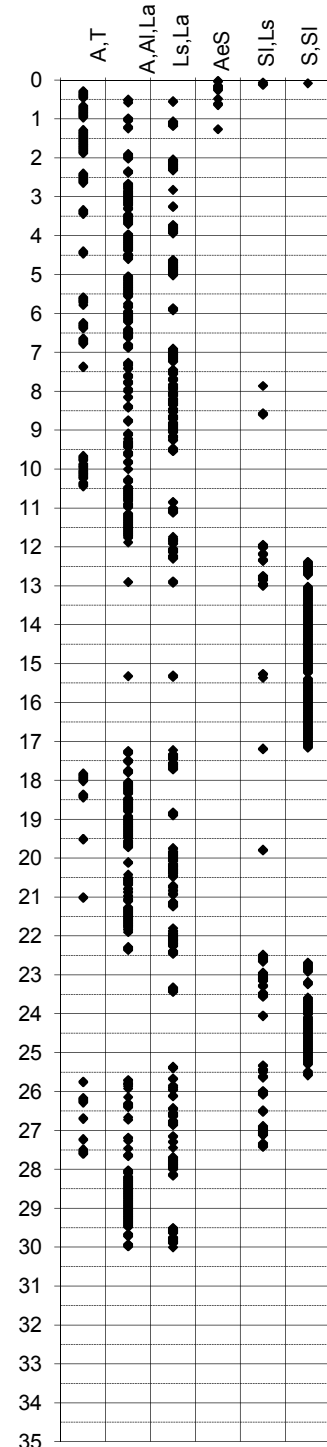


PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente	Eurovo s.r.l.	-Prova n°	CPTU3
-Cantiere	via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)	-Data prova	10/12/2019
-Quota p.c.	17,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	m
-Livello di falda	1,10 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 m
-Attrezzatura	Punta elettrica con piezocono		

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U91-19
Emissione	dic-19
Pagina	1 di 0

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Eurovo s.r.l.	-Prova n°	CPTU3
-Cantiere	via Trupatello 7, Bagnara di Romagna (Ra)	-Data prova	10/12/2019
-Quota p.c.	17,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	1,10 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 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	
0,0	8,5	1,50	0,07	0,22	Al-La	18,00	84	15	7	4,99	15,31	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-		
8,5	9,2	2,34	0,06	-0,01	L-Ls	20,00	125	11	10	7,06	27,11	0,12	21	30	27	31	34	36	39	7,13	11,41	
9,2	11,9	1,15	0,04	0,15	A	17,50	56	4	7	4,29	24,04	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-		
11,9	17,2	9,12	0,05	0,00	S	20,00	-	-	-	-	-	-	55	34	31	35	38	40	42	23,09	34,85	
17,2	19,7	2,09	0,08	0,15	A	17,50	103	4	8	6,39	43,23	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-		
19,7	22,4	2,65	0,08	-0,09	Al-La	18,00	133	4	8	7,98	51,44	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-		
22,4	25,6	9,53	0,07	-0,10	S	20,00	-	-	-	-	-	-	46	32	29	34	37	39	42	23,82	36,28	
25,6	27,5	4,26	0,09	0,00	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	22	28	25	30	33	36	39	12,42	19,88	
27,5	30,0	2,08	0,07	0,33	A	17,50	91	2	6	6,19	49,46	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-		