



MAURIZIO MAGGI ARCHITETTO – VIA VITTORIO VENETO 27 40131 BOLOGNA – TEL 335 322271



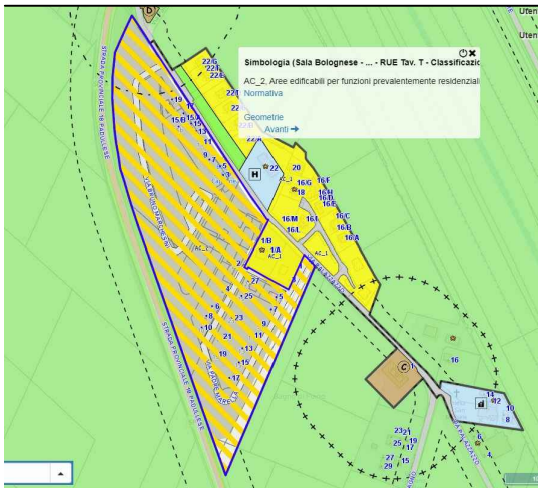
COMUNE DI SALA BOLOGNESE

VARIANTE AL POC CON VALENZA DI PUA
COMPARTO AC_2 (ex C1.8-B1)
FRAZIONE BAGNO DI PIANO, VIA PALAZZAZZO

ADOZIONE 5° VARIANTE AL PIANO OPERATIVO COMUNALE (POC) CON
VALENZA DI PIANO URBANISTICO ATTUATIVO (PUA) AMBITO C1.8 - AC_2
BAGNO DI PIANO

Via Palazzazzo, ai sensi degli artt. 30, co.4, 34 e 35 LR n. 20/2000 - artt. 3 e 4
della LR n. 24/2017 e ss.mm.ii

INTEGRAZIONI RICHIESTE



PROPRIETA'
DOMUS HOLDING S.r.l.
Bologna, Via dei Poeti 1/2

PROGETTO
Arch. MAURIZIO MAGGI

CONSULENTE INCARICATO
Dott. Geol. LUCA GRILLINI

Oggetto tavola

**RELAZIONE GEOLOGICA
INTEGRATIVA**

Elaborato **I_AR14 M**

Data **Giugno 2022**

Scala **-**

COMUNE DI SALA BOLOGNESE

Città Metropolitana di Bologna

VARIANTE AL POC CON VALENZA DI PUA DEL COMPARTO C1.8 RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRATIVA

Committente

DOMUS HOLDING s.r.l.

Via dei Poeti, 1/2

40124 - BOLOGNA

Consulente incaricato

Dott. Geol. LUCA GRILLINI



Giugno 2022

Dott. Geol. Luca Grillini
GEOLOGIA–GEOTECNICA–STUDI DI IMPATTO AMBIENTALE–PROGETTI PER IL TERRITORIO
Via Stoppato,16–40128 Bologna–tel. e fax 051.322400 e–mail: lucagrillini@libero.it

INDICE

1.	Introduzione	Pag. 2
2.	Schematizzazione litostratigrafica	Pag. 3
3.	Potenzialità di liquefazione	Pag. 11
4.	Conclusioni	Pag. 22

ELENCO DEGLI ALLEGATI

All. 1 : Tabulati della prova penetrometrica statica CPT 1-2022

All. 2 : Tabulati e grafici delle verifiche di liquefazione

1. INTRODUZIONE

La presente relazione viene svolta nell'ambito della determinazione del Modello Geologico di un'area ad uso residenziale in località Il Palazzazzo di Bagno di Piano in Comune di Sala Bolognese, oggetto di una Variante al P.O.C. con valenza di P.U.A..

Il comparto in esame, denominato C1.8, corrisponde ad un Ambito AC_2 "Aree edificabili sulla base di piani urbanistici approvati" (art. 39 del R.U.E.).

La relazione si è resa necessaria allo scopo di fornire le integrazioni richieste dal Servizio Pianificazione Urbanistica dell'Area Pianificazione Territoriale della Città Metropolitana di Bologna; in particolare si fa riferimento alla presente richiesta:

"...La Città metropolitana è chiamata inoltre ad esprimere, nell'ambito del procedimento in oggetto, il parere previsto in materia di compatibilità delle previsioni del Piano con le condizioni di pericolosità locale del territorio, ai sensi dell'art. 5, L.R. n° 19/2008.

A tal fine, si richiede un elaborato geologico e sismico integrativo alla relazione geologica del gennaio 2022 che, preferibilmente in accordo con quanto indicato dalla D.G.R. 476 del 12 aprile 2021 e dalla D.G.R. 564 del 26 aprile 2021, compri con maggior dettaglio ed omogeneità la possibilità di omettere dalla verifica a liquefazione i terreni oggetto di studio e di futura edificazione. Nello specifico pare opportuna l'esecuzione, vista l'estensione del comparto in oggetto, di un numero sufficiente (a discrezione del professionista incaricato) di prove geognostiche (CPTe/CPTu) come richiesto dalla DGR 564 del 2021 e/o di laboratorio) al fine di poter fornire ulteriori dati utili alle necessarie verifiche del potenziale di liquefazione. L'elaborato integrativo dovrà confermare il parere favorevole già espresso per gli usi in progetto dei terreni indagati..."

La relazione viene pertanto svolta sulla base della seguente metodologia:

- esecuzione di una integrazione all'indagine geognostica;
- interpretazione dei dati risultanti dalle prove penetrometriche allo scopo di definire le caratteristiche litostratigrafiche del sito;
- verifica della possibilità di insorgenza del fenomeno di liquefazione.

2. SCHEMATIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Le caratteristiche litostratigrafiche locali sono state individuate mediante l'esecuzione di un'indagine geognostica effettuata appositamente nel sito nel 2003, la quale è consistita nella realizzazione di 2 prove penetrometriche statiche (CPT 1-2003 e 2-2003), spinte fino alla massima profondità di 14 m dal p.c.. In data 13/04/2022 è stata effettuata una ulteriore prova penetrometrica statica (CPT 1-2022) allo scopo di ottenere un quadro litostratigrafico più completo.

In merito alla richiesta della Città Metropolitana di effettuare prove di tipo CPTU o CPTE, si sottolinea che in realtà la differenza dei valori dei parametri utilizzati nella determinazione della potenzialità di liquefazione (resistenza alla punta q_c e resistenza di attrito laterale f_s) ottenuti con le prove CPT con punta meccanica e con punta elettrica (CPTU/CPTE) è relativamente poco significativa.

Nella pubblicazione “Manuale per l'esecuzione e l'interpretazione di prove CPT” di D. Lo Presti e C. Meisina (Edizioni Pagani Geotechnical Equipment) si afferma infatti quanto segue:

“...Nel penetrometro meccanico, una riduzione del diametro della punta al di sopra del cono fornisce (in modo particolarmente rilevante in sabbie molto dense) valori di q_c più bassi di quelli ottenuti con una punta elettrica. Al contrario, l'attrito del terreno lungo il manicotto protettivo sopra il cono, è responsabile di una q_c maggiore di quella rilevata con la punta elettrica (in modo particolarmente significativo in sabbie sciolte e argille tenere). Nel caso della punta Begemann con manicotto, non si rileva soltanto l'attrito ma, a causa del raccordo posto all'estremità inferiore del manicotto, anche una parte della resistenza alla base (materiale rifluito dopo il passaggio della punta). Per questo motivo l'attrito laterale f_s rilevato con la punta meccanica è sempre maggiore di quello rilevato con la punta elettrica (la differenza è praticamente nulla per l'argilla)...”.

In sostanza le prove con punta meccanica forniscono rispetto a quelle eseguite con punta elettrica:

- Valori di q_c più bassi in sabbie molto dense;
- Valori di q_c maggiori in sabbie sciolte ed argille tenere;
- Valori di f_s sempre maggiori, fatta eccezione per le argille.

Per quanto riguarda la determinazione dei valori di q_c , l'esecuzione a cura dello scrivente di prove CPT e CPTU realizzate a distanza ravvicinata in un sito del bolognese ha consentito di verificare come lo scarto dei valori tra le due prove sia dell'ordine di 5-10 kg/cm² e pertanto da ritenersi non particolarmente significativo.

In merito alla sovrastima dei valori di f_s , si sottolinea che, a parità di valori di q_c , la sovrastima del valore di f_s comporta l'ottenimento di un valore più alto di potenzialità di liquefazione LPI; pertanto la stima svolta sulla base dei dati derivanti da una CPT apparirebbe più cautelativa di quella svolta utilizzando i dati di una CPTU.

In conclusione, si ritiene che le differenze tra le prove CPT e CPTU non siano talmente rilevanti da modificare le stime della potenzialità della liquefazione e che pertanto siano ambedue del tutto valide.

L'ubicazione delle prove è riportata nella fig. 1. I tabulati dei dati derivati dall'esecuzione della prova penetrometrica CPT 1-2022 sono forniti in all. 1.

La schematizzazione litostratigrafica delle tre prove eseguite nel comparto (CPT 1-2003, CPT 2-2003 e CPT 1-2022) è stata ottenuta mediante l'interpretazione delle prove, svolta applicando il metodo di Begemann (1965), il quale considera il rapporto tra q_c (resistenza alla punta del penetrometro statico) e f_s (resistenza di attrito laterale) come parametro indicativo delle variazioni litologiche. Nella fig. 2 sono riportate le colonne stratigrafiche delle prove CPT eseguite nel sito, desunte dall'interpretazione secondo Begemann e nella fig. 3 esse sono state messe a confronto tra di loro. L'esame di tali elaborati consente di sottolineare la presenza di una sostanziale uniformità litostratigrafica nel sito:

- nella prova CPT 1-2003 si evidenzia infatti la presenza superficiale di livelli argilloso-limosi fino alla profondità di circa 2 m, ai quali fa seguito un'alternanza di livelli argillosi e limoso sabbiosi fino a -5,4 m; successivamente si incontra uno strato di argilla organica fino a 10,4 m, a cui fanno seguito depositi argillosi e limosi fino alla massima profondità indagata, pari a 14 m;
- nella prova CPT 2-2003 si osserva la presenza di un livello superficiale di limo sabbioso/sabbia limosa fino a -1,6 m, che passa ad argille/limi fino a 3,0 ed all'alternanza di argille/limi e limi sabbiosi/sabbie limose fino a -5,6 m. Successivamente si rinviene fino a -9,6 m lo strato di argilla organica evidenziato anche nella CPT 1-2003, che passa inferiormente ad argille/limi fino a -14 m, come osservato anche nella CPT 1-2003;
- nella prova CPT 1-2022 è segnalato un sottile livello di sabbie intercalato ad argille/limi ed argilla organica fino a circa -2,6 m. Successivamente si incontra l'alternanza di argilla/limo con sparsi livelli di limo sabbioso/sabbia limosa fino alla profondità di -5,6 m. In seguito, fino alla profondità di -14 m è segnalato un significativo strato di argilla/limo con argille organiche, con forti similitudini rispetto alle altre due prove esaminate. A maggiori profondità si trova un'alternanza di argilla/limo e limo sabbioso/sabbia limosa fino alla profondità di -16 m, alla quale fanno seguito due strati di argilla organica ed argilla/limo. L'ultimo litotipo incontrato è costituito da un livello di limo sabbioso/sabbia limosa.

In sintesi la caratterizzazione litostratigrafica del sito è la seguente:

- da 0,0 m a 2,0 m: argilla/limo con locali lenti di limo sabbioso/sabbia limosa;
- da 2,0 m circa a 5,6 m: alternanza di argilla/limo con livelli più o meno sparsi di limo sabbioso/sabbia limosa;
- da 5,6 m a 14,0 m: argilla organica passante inferiormente ad argilla/limo;
- da 14,0 m a 16 m: alternanza di argilla/limo con livelli di limo sabbioso/sabbia limosa;
- da 16,0 m a 18,0 m: argilla organica passante inferiormente ad argilla/limo;
- da 18,0 m a 20,0 m: limo sabbioso/sabbia limosa.

Al termine della prova CPT 1-2022 è stata individuata la presenza di un livello di falda a profondità di -6,8 m dal p.c..

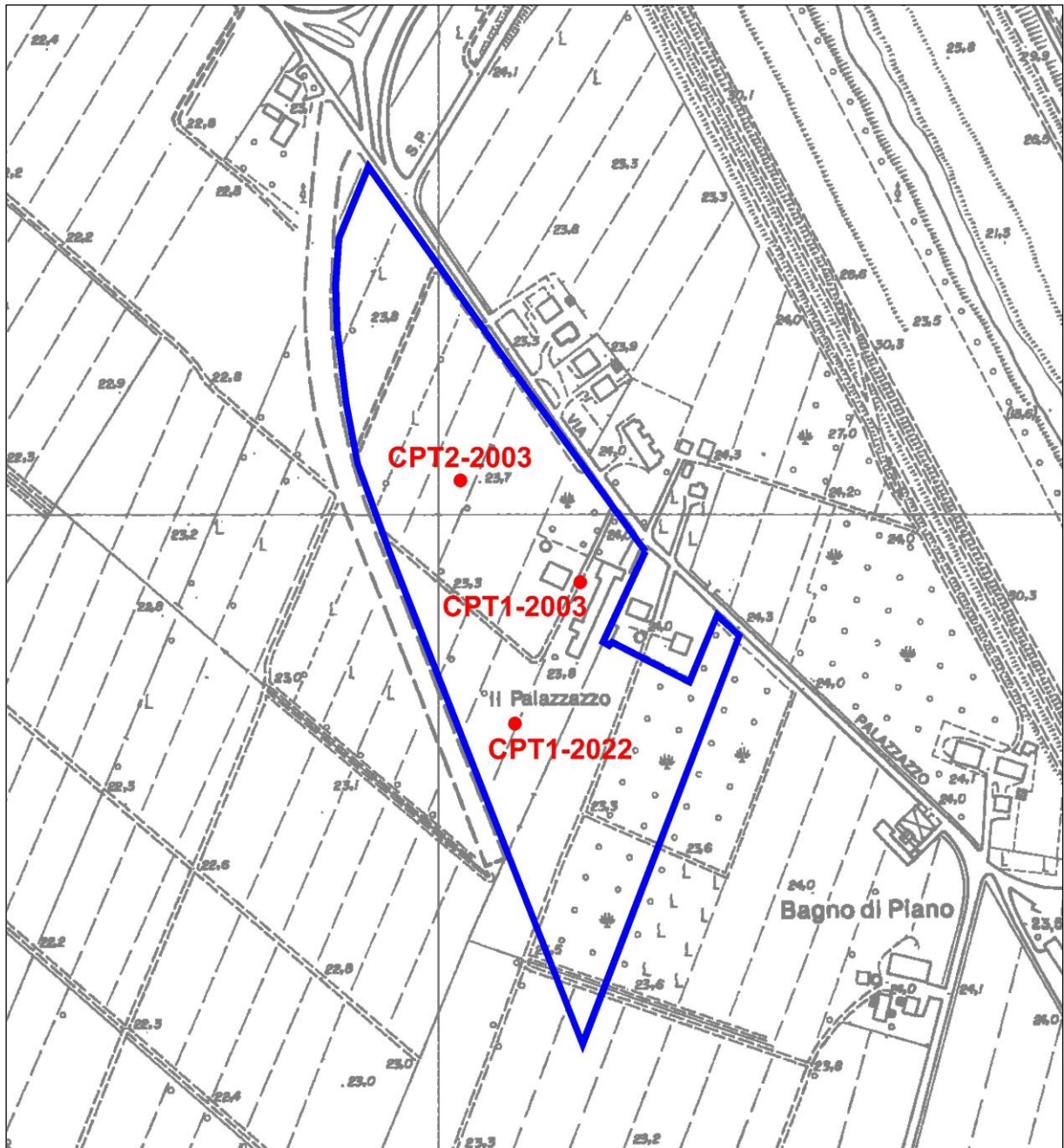


Fig. 1: Ubicazione delle prove geognostiche

PROVA CPT 1-2003				
Prof.	Qc	Qc/fs	Litologia (Begemann)	
0,2				
0,4	33	25	A/L	Argilla/Limo
0,6	30	28	A/L	
0,8	28	26	A/L	
1,0	26	21	A/L	
1,2	24	24	A/L	
1,4	15	16	A/L	
1,6	20	27	A/L	
1,8	12	20	A/L	
2,0	10	21	A/L	
2,2	9	34	LS/SL	
2,4	8	24	A/L	
2,6	7	35	LS/SL	
2,8	4	20	A/L	
3,0	3	22	A/L	
3,2	2	10	T/AO	
3,4	3	45	LS/SL	
3,6	4	30	A/L	
3,8	2	30	A/L	
4,0	2	7	T/AO	
4,2	5	15	T/AO	
4,4	8	30	A/L	
4,6	7	35	LS/SL	
4,8	6	30	A/L	
5,0	3	22	A/L	
5,2	3	11	T/AO	
5,4	12	60	LS/SL	
5,6	4	15	T/AO	
5,8	4	20	A/L	
6,0	4	20	A/L	
6,2	3	11	T/AO	
6,4	2	15	T/AO	
6,6	2	15	T/AO	
6,8	2	15	T/AO	
7,0	2	15	T/AO	
7,2	3	22	A/L	
7,4	2	15	T/AO	
7,6	4	20	A/L	
7,8	3	15	T/AO	
8,0	5	15	T/AO	
8,2	6	15	T/AO	
8,4	7	21	A/L	
8,6	5	12	T/AO	
8,8	6	18	A/L	
9,0	11	21	A/L	
9,2	7	13	T/AO	
9,4	9	12	T/AO	
9,6	10	12	T/AO	
9,8	11	14	T/AO	
10,0	8	11	T/AO	
10,2	12	15	T/AO	
10,4	16	15	T/AO	
10,6	21	17	A/L	
10,8	24	19	A/L	
11,0	24	16	A/L	
11,2	23	18	A/L	
11,4	24	18	A/L	
11,6	23	17	A/L	
11,8	21	21	A/L	
12,0	22	24	A/L	
12,2	27	24	A/L	
12,4	30	24	A/L	
12,6	25	20	A/L	
12,8	15	16	A/L	
13,0	11	18	A/L	
13,2	13	22	A/L	
13,4	15	20	A/L	
13,6	16	22	A/L	
13,8	15	19	A/L	
14,0	15			

PROVA CPT 2-2003				
Prof.	Qc	Qc/fs	Litologia (Begemann)	
0,2				
0,4	35	29	A/L	Limo sabbioso /Sabbia limosa
0,6	42	35	LS/SL	
0,8	48	42	LS/SL	
1,0	63	47	LS/SL	
1,2	50	37	LS/SL	
1,4	36	39	LS/SL	
1,6	28	32	LS/SL	
1,8	13	28	A/L	Argilla/Limo
2,0	10	30	A/L	
2,2	8	30	A/L	
2,4	7	26	A/L	
2,6	4	20	A/L	
2,8	4	30	A/L	
3,0	5	25	A/L	Argilla/Limo con Limo sabbioso / Sabbia limosa
3,2	13	49	LS/SL	
3,4	3	15	T/AO	
3,6	3	15	T/AO	
3,8	4	20	A/L	
4,0	4	20	A/L	
4,2	7	35	LS/SL	
4,4	7	21	A/L	
4,6	5	19	A/L	
4,8	5	19	A/L	
5,0	8	30	A/L	
5,2	10	50	LS/SL	
5,4	6	30	A/L	
5,6	4	20	A/L	
5,8	2	7	T/AO	Argilla organica
6,0	3	15	T/AO	
6,2	4	12	T/AO	
6,4	3	15	T/AO	
6,6	5	37	LS/SL	
6,8	9	27	A/L	
7,0	4	12	T/AO	
7,2	4	15	T/AO	
7,4	4	12	T/AO	
7,6	6	13	T/AO	
7,8	9	17	A/L	
8,0	8	13	T/AO	
8,2	8	15	T/AO	
8,4	8	15	T/AO	
8,6	8	12	T/AO	
8,8	11	14	T/AO	
9,0	15	14	T/AO	
9,2	17	15	T/AO	
9,4	21	16	A/L	
9,6	20	14	T/AO	
9,8	21	17	A/L	Argilla/Limo
10,0	24	16	A/L	
10,2	22	16	A/L	
10,4	22	16	A/L	
10,6	25	16	A/L	
10,8	23	14	T/AO	
11,0	23	16	A/L	
11,2	25	18	A/L	
11,4	22	16	A/L	
11,6	23	18	A/L	
11,8	24	20	A/L	
12,0	27	18	A/L	
12,2	23	18	A/L	
12,4	18	30	A/L	
12,6	13	19	A/L	
12,8	10	30	A/L	
13,0	8	13	T/AO	
13,2	9	27	A/L	
13,4	12	18	A/L	
13,6	11	21	A/L	
13,8	7	21	A/L	
14,0	13			

Qc/fs	Litologia (Begemann)	
<15	T/AO	
15-30	A/L	
30-60	LS/SL	
60-120	S	
>120	S/GH	

Fig. 2: Schematizzazione litostratigrafica delle prove CPT

PROVA CPT 1-2022						
Prof.	Qc	RI	fs	Qc/fs	Litologia (Begemann)	
0,2	-	-	-	-	-	
0,4	35	54	1,20	29,17	A/L	Argilla / Limo con argilla organica e Sabbia
0,6	34	52	1,80	18,89	A/L	
0,8	36	63	2,27	15,88	A/L	
1,0	34	68	4,73	7,18	T/AO	
1,2	161	232	12,67	12,71	T/AO	
1,4	310	500	4,07	76,23	S	
1,6	143	204	1,73	82,50	S	
1,8	76	102	2,53	30,00	A/L	
2,0	15	53	1,00	15,00	T/AO	
2,2	13	28	0,93	13,93	T/AO	
2,4	12	26	0,40	30,00	A/L	
2,6	19	25	0,67	28,50	A/L	
2,8	14	24	0,40	35,00	LS/SL	
3,0	11	17	0,53	20,63	A/L	
3,2	10	18	0,27	37,50	LS/SL	
3,4	9	13	0,33	27,00	A/L	
3,6	8	13	0,53	15,00	T/AO	
3,8	9	17	0,40	22,50	A/L	
4,0	9	15	0,27	33,75	LS/SL	
4,2	6	10	0,20	30,00	A/L	
4,4	4	7	0,13	30,00	A/L	
4,6	5	7	0,20	25,00	A/L	
4,8	6	9	1,07	5,63	T/AO	
5,0	19	35	0,40	47,50	LS/SL	
5,2	13	19	0,40	32,50	LS/SL	
5,4	11	17	0,40	27,50	A/L	
5,6	14	20	0,27	52,50	LS/SL	
5,8	14	18	0,53	26,25	A/L	
6,0	7	15	0,33	21,00	A/L	
6,2	5	10	0,33	15,00	T/AO	
6,4	6	11	0,40	15,00	T/AO	
6,6	11	17	0,60	18,33	A/L	
6,8	17	26	0,80	21,25	A/L	
7,0	22	34	0,73	30,00	A/L	
7,2	33	44	1,40	23,57	A/L	
7,4	25	46	0,73	34,09	LS/SL	
7,6	7	18	0,33	21,00	A/L	
7,8	8	13	0,47	17,14	A/L	
8,0	8	15	0,60	13,33	T/AO	
8,2	8	17	0,67	12,00	T/AO	
8,4	10	20	0,67	15,00	T/AO	
8,6	11	21	0,67	16,50	A/L	
8,8	11	21	0,80	13,75	T/AO	
9,0	13	25	0,80	16,25	A/L	
9,2	16	28	0,93	17,14	A/L	
9,4	16	30	0,93	17,14	A/L	
9,6	17	31	1,13	15,00	T/AO	
9,8	18	35	1,07	16,88	A/L	
10,0	22	38	1,27	17,37	A/L	
10,2	24	43	1,53	15,65	A/L	
10,4	24	47	1,60	15,00	T/AO	
10,6	25	49	1,67	15,00	T/AO	
10,8	27	52	1,67	16,20	A/L	
11,0	26	51	1,60	16,25	A/L	
11,2	25	49	1,47	17,05	A/L	
11,4	21	43	1,40	15,00	T/AO	
11,6	23	44	1,53	15,00	T/AO	
11,8	28	51	1,53	18,26	A/L	
12,0	26	49	1,40	18,57	A/L	
12,2	26	47	1,40	18,57	A/L	
12,4	27	48	1,20	22,50	A/L	
12,6	19	37	1,07	17,81	A/L	
12,8	12	28	0,80	15,00	T/AO	
13,0	16	28	0,87	18,46	A/L	
13,2	23	36	1,00	23,00	A/L	
13,4	15	30	0,73	20,45	A/L	
13,6	14	25	0,80	17,50	A/L	
13,8	19	31	0,93	20,36	A/L	
14,0	18	32	0,73	24,55	A/L	
14,2	28	39	0,80	35,00	LS/SL	
14,4	35	47	1,40	25,00	A/L	
14,6	28	49	0,73	38,18	LS/SL	
14,8	13	24	1,00	13,00	T/AO	
15,0	19	34	1,13	16,76	A/L	
15,2	38	55	0,27	142,50	S/GH	
15,4	35	39	0,47	75,00	S	
15,6	33	40	0,93	35,36	LS/SL	
15,8	27	41	1,33	20,25	A/L	
16,0	31	51	1,67	18,60	A/L	
16,2	27	52	1,80	15,00	T/AO	
16,4	27	54	1,93	13,97	T/AO	
16,6	25	54	1,67	15,00	T/AO	
16,8	21	46	1,47	14,32	T/AO	
17,0	20	42	1,33	15,00	T/AO	
17,2	20	40	1,33	15,00	T/AO	
17,4	23	43	1,40	16,43	A/L	
17,6	22	43	1,27	17,37	A/L	
17,8	15	34	0,67	22,50	A/L	
18,0	9	19	0,47	19,29	A/L	
18,2	11	18	0,47	23,57	A/L	
18,4	35	42	0,87	40,38	LS/SL	
18,6	45	58	0,53	84,38	S	
18,8	52	60	0,60	86,67	S	
19,0	55	64	0,93	58,93	LS/SL	
19,2	51	65	0,53	95,63	S	
19,4	44	52	0,73	60,00	LS/SL	
19,6	45	56	0,73	61,36	S	
19,8	51	62	0,33	153,00	S/GH	
20,0	47	52				

Qc/fs	Litologia (Begemann)	
<15	T/AO	
15-30	A/L	
30-60	LS/SL	
60-120	S	
>120	S/GH	

Fig. 2 (continua): Schematizzazione litostratigrafica delle prove CPT

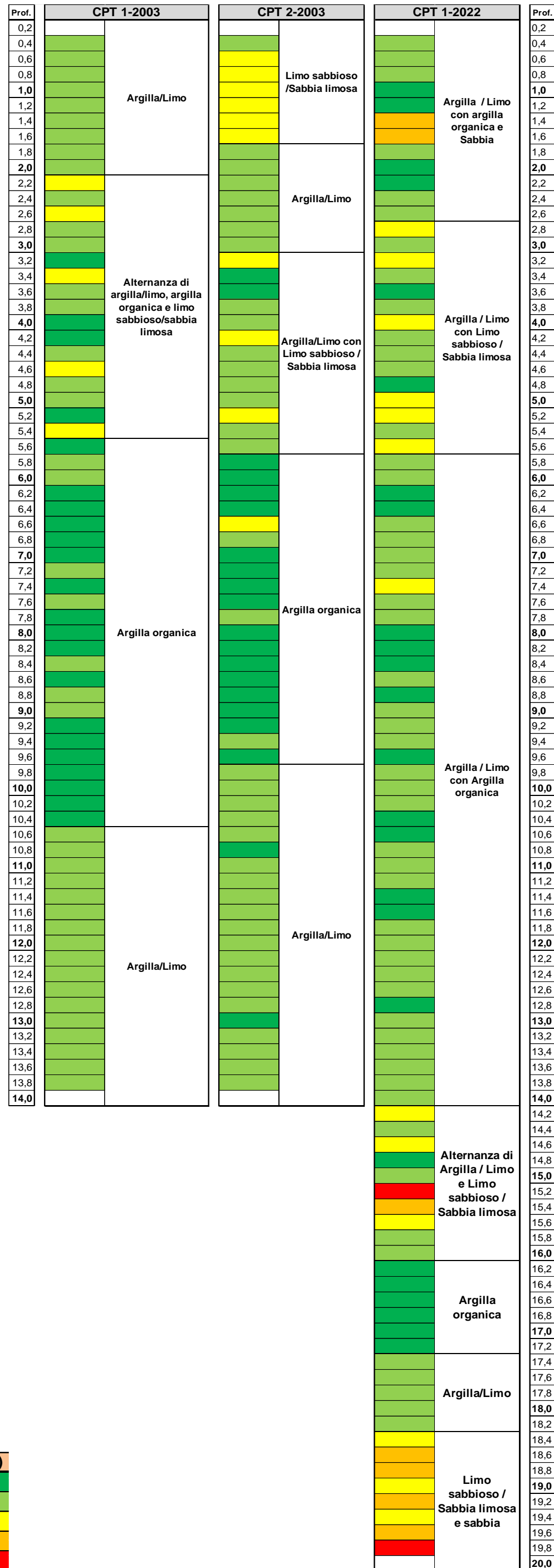


Fig. 3: Colonne stratigrafiche derivanti dall'interpretazione delle prove CPT

Per determinare le caratteristiche litostratigrafiche del sito è stata applicata anche la procedura proposta da Robertson, P.K. (1990), finalizzata alla determinazione del comportamento meccanico del terreno (Soil Behaviour Type SBT), che mediante l'esame della Carta di classificazione elaborata dallo stesso Robertson (si veda la fig. 4) consente di individuare le diverse classi granulometriche del sedimento.

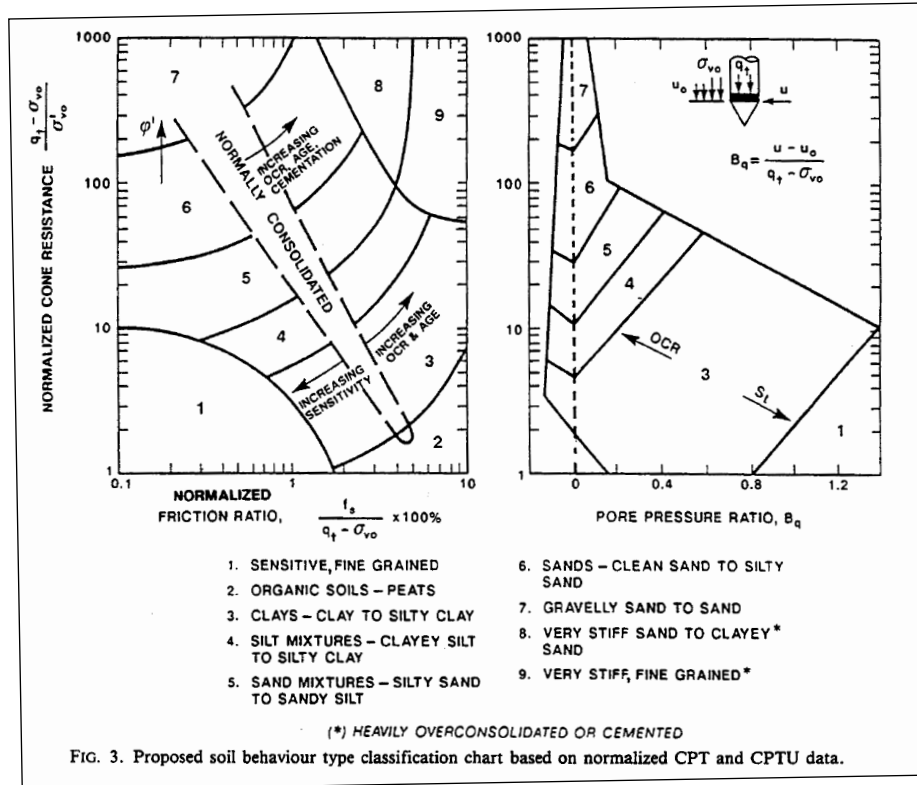


Fig. 4: Carta di classificazione da Robertson (1990)

La carta può essere semplificata facendo ricorso ad un indice normalizzato del SBTn (I_c), che rappresenta il raggio dei cerchi concentrici che identificano i confini tra diverse zone SBTn ed è espresso da:

$$I_c = \sqrt{(3.47 - \log Q_t)^2 + (\log F_r + 1.22)^2}$$

in cui Q_t e F_r sono rispettivamente la resistenza alla punta normalizzata espressa in forma adimensionale e il rapporto d'attrito normalizzato e sono espressi da:

$$Q_t = (q_t - \sigma_{v0}) / \sigma_{v0}'$$

$$F_r = (f_s / (q_t - \sigma_{v0})) \cdot 100$$

dove:

q_t = resistenza alla punta corretta

f_s = resistenza di attrito laterale

σ_{v0} = pressione totale

Nella fig. 5 è illustrato l'andamento in profondità dei valori di SBT, dal cui esame si può ricavare la seguente successione litostratigrafica:

- da 0,0 m a 2,0 m circa: prevalenza di livelli da limi sabbiosi a sabbie limose;
- da 2,0 m a 3,4 m: limi argillosi e limi sabbiosi;
- da 3,4 m a 8,0 m: prevalenza di argille, argille organiche e limi argillosi, con sparsi livelli di limi sabbiosi;
- da 8,0 m a 15,0 m: argille e limi argillosi;
- da 15,0 m a 15,4 m: limi sabbiosi e sabbie limose;
- da 15,4 m a 18,4 m: argille e limi argillosi;
- da 18,4 m a 20,0 m: limi sabbiosi.

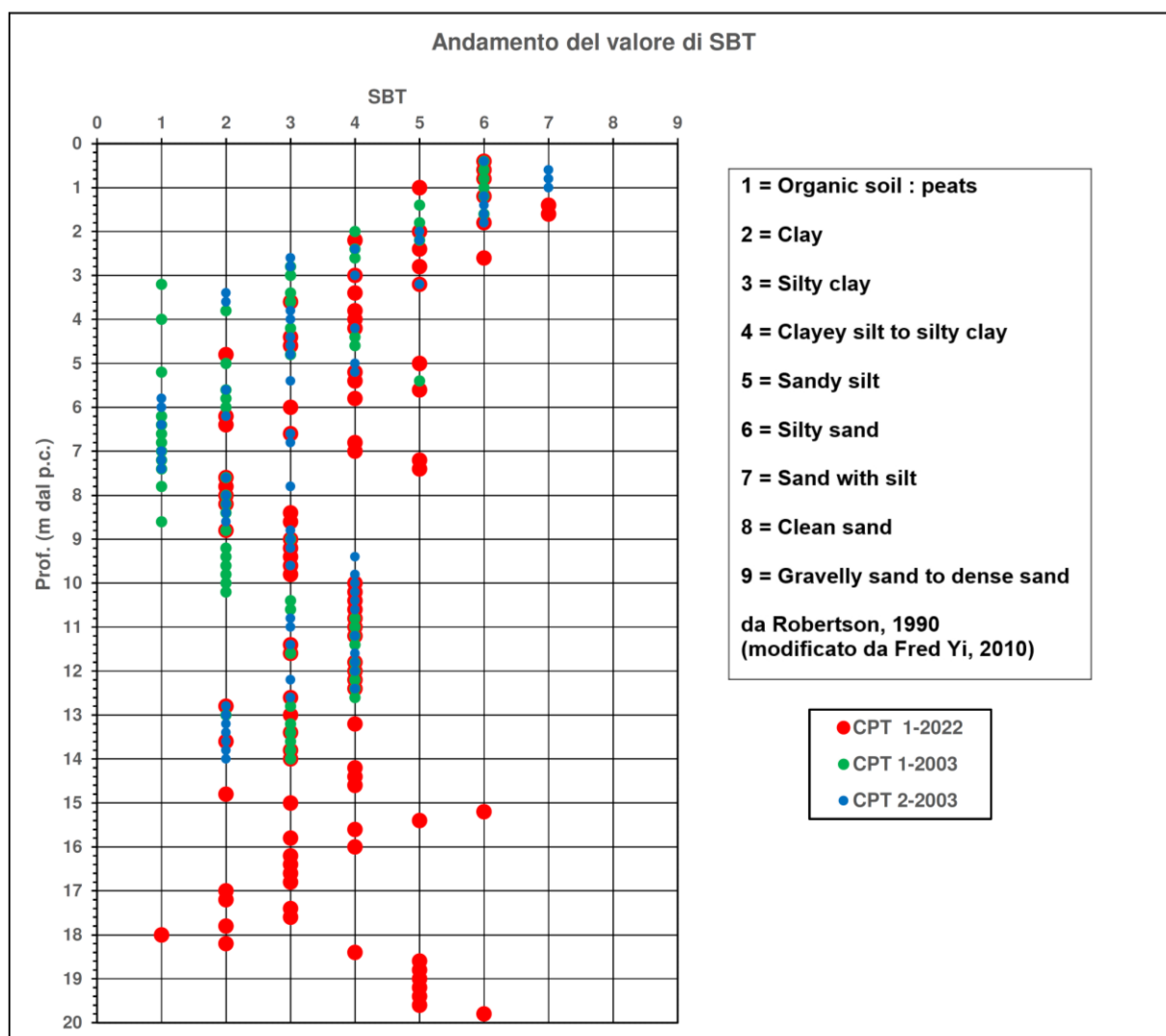


Fig. 5: Andamento dei valori di SBT

L'esame dell'andamento di SBT evidenzia una sostanziale omogeneità tra le tre prove prese in considerazione.

Il confronto con l'interpretazione secondo Begemann sottolinea inoltre una buona conformità tra i risultati ottenuti tra le due metodologie di interpretazione dei dati.

3. POTENZIALITÀ DI LIQUEFAZIONE

Nella Relazione geologica del Gennaio 2022 la verifica della possibilità di sviluppo del fenomeno della liquefazione era stata omessa in quanto, sulla base dell'esame dell'interpretazione litostratigrafica delle prove CPT 1-2003 e CPT 2-2003, risultava la presenza di una distribuzione granulometrica esterna ai fusi indicati nella figura dell'All. A3-A1 della D.G.R. 564/2021, in quanto i depositi presenti sono di natura argillosa e limosa e si rientra pertanto nel caso 4) del citato allegato.

L'esame delle colonne litostratigrafiche riferite a tali prove (si veda la fig. 2) conferma infatti la presenza prevalente di depositi argillosi e limosi; fa eccezione lo spessore superficiale di circa 1,6 m nella prova CPT 2-2003, nel quale l'interpretazione indicava la presenza di limo sabbioso/sabbia limosa. Tale ricostruzione litologica contrasta però con i risultati delle trincee di esplorazione effettuate nel sito e le cui stratigrafie sono fornite nella Relazione geologica del Gennaio 2022, le quali evidenziano la presenza fino alla profondità di 1,6 m dal p.c. di depositi caratterizzati da una tessitura prevalentemente fine (limo argilloso e limo argilloso sabbioso). L'individuazione del livello limoso sabbioso evidenziata dall'interpretazione secondo il metodo di Begemann è riconducibile verosimilmente sia all'imprecisione del metodo che alla presenza di uno strato di essiccazione superficiale e pertanto era stata ritenuta ininfluenza ai fini della verifica della liquefazione.

L'esecuzione della prova CPT 1-2022, spinta fino alla profondità di 20 m dal p.c., ha consentito di confermare la presenza prevalente di depositi argillosi e limosi, al cui interno si rinvenivano però sparsi livelli più grossolani (prevalenza di limo sabbioso e sabbia limosa tra 2,8 m e 5,6 m, alternanza di argilla/limo e limo sabbioso e sabbia limosa tra 14,2 m e 15,6 m); da segnalare inoltre lo strato di limo sabbioso/sabbia limosa e sabbia a profondità superiore a 18,4 m.

Sulla base di tale situazione in questa relazione si è ritenuto opportuno in via cautelativa procedere alla verifica della possibilità che si verifichi il fenomeno della liquefazione.

La procedura applicata per la determinazione del potenziale di liquefazione è quella illustrata nell'All. A3 "Procedure di riferimento per le analisi di terzo livello di approfondimento - A) Valutazione della possibilità di occorrenza della liquefazione" della D.G.R. 564/2021. Si è fatto inoltre riferimento ai contenuti dell'Appendice E delle Linee Guida A.G.I. "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" (2005) e sono state inoltre esaminate le seguenti pubblicazioni, dalle quali le due fonti citate hanno tratto gran parte della metodologia applicata:

- Seed, H.B. e Idriss, I.M. (1971): "Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential", Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 97(SM9): 1249–1273.
- Robertson, P.K. e Wride, C.E. (1998): "Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test", Canadian Geotechnical Journal, 35: 442-459.
- Robertson, P.K. (1990): "Soil classification using the cone penetration test", Canadian Geotechnical Journal, 27: 151-158.
- Idriss, I.M. e Boulanger, R.W. (2004): "Semi-empirical procedures for evaluating liquefaction

potential during earthquakes”, 11th ICSDEE / 3rd ICEGE Proceedings, D. Doolin et al., Stallion Press, Vol. 1, 32-56.

- Iwasaki, T., Tatsuoka, F., Tokida, K. e Yasuda, S. (1978): “*A practical method for assessing soil liquefaction potential based on case studies at various sites in Japan*”, Proceedings of the 2nd International Conference of Microzonation, San Francisco, CA, Vol. 2, pp. 885–896.
- Fred (Feng) Yi (2010): “*Case study of CPT application to evaluate seismic settlement in dry sand*”, 2nd International Symposium on CPT, Huntington Beach, California

La metodologia applicata per la stima del potenziale di liquefazione si basa sulla determinazione del Fattore di Sicurezza alla liquefazione (FL), il quale si ottiene dal confronto tra il Rapporto di Resistenza Ciclica (CRR) ed il Rapporto di Tensione Ciclica (CSR) e considerando un fattore di scala per la magnitudo (MSF), allo scopo di ottenere i valori di FL validi per eventi di qualsiasi magnitudo. In funzione dei valori del Fattore di Sicurezza FL e della profondità e spessore dello strato potenzialmente liquefacibile, si ottiene infine il valore dell'Indice di Liquefazione LPI, il quale consente di verificare il grado di rischio nei confronti della liquefazione.

Il Rapporto di Tensione Ciclica CSR è stato calcolato utilizzando la seguente relazione di Seed e Idriss (1971):

$$CSR = \tau_{av} / \sigma'_{v0} = 0,65 * (a_{max\ s} / g) * (\sigma_{v0} / \sigma'_{v0}) * rd$$

nella quale si ha che :

τ_{av} = tensione media di taglio ciclica

σ'_{v0} = tensione efficace

$a_{max\ s}$ = accelerazione di picco al p.c. del terremoto di progetto

g = accelerazione di gravità

σ_{v0} = tensione totale

rd = coefficiente di riduzione dell'azione sismica, calcolato secondo la relazione di Idriss e Boulanger (2004)

Il Rapporto di Resistenza Ciclica CRR è stato determinato applicando la metodologia introdotta da Robertson e Wride (1998), illustrata nel diagramma di flusso di fig. 6.

Tale metodologia si basa sull'uso dei valori ottenuti nelle prove CPT, mediante la determinazione dei valori normalizzati di q_c (q_{c1N}), dai quali si ottiene il valore equivalente per sabbie fini (q_{c1Ncs}), attraverso la determinazione del contenuto apparente in fini FC (determinata nel presente lavoro secondo le relazioni di Robertson e Wride, corrette da Fred Yi) e del fattore correttivo K_c .

Da sottolineare che mediante la metodologia di Robertson e Wride (1998) è possibile determinare il valore dell'Indice di Comportamento del terreno (I_c), che consente di individuare la litologia del terreno secondo la classificazione USCS; si noti che per valori di $I_c > 2,6$ si esclude la possibilità che si verifichi il fenomeno di liquefazione.

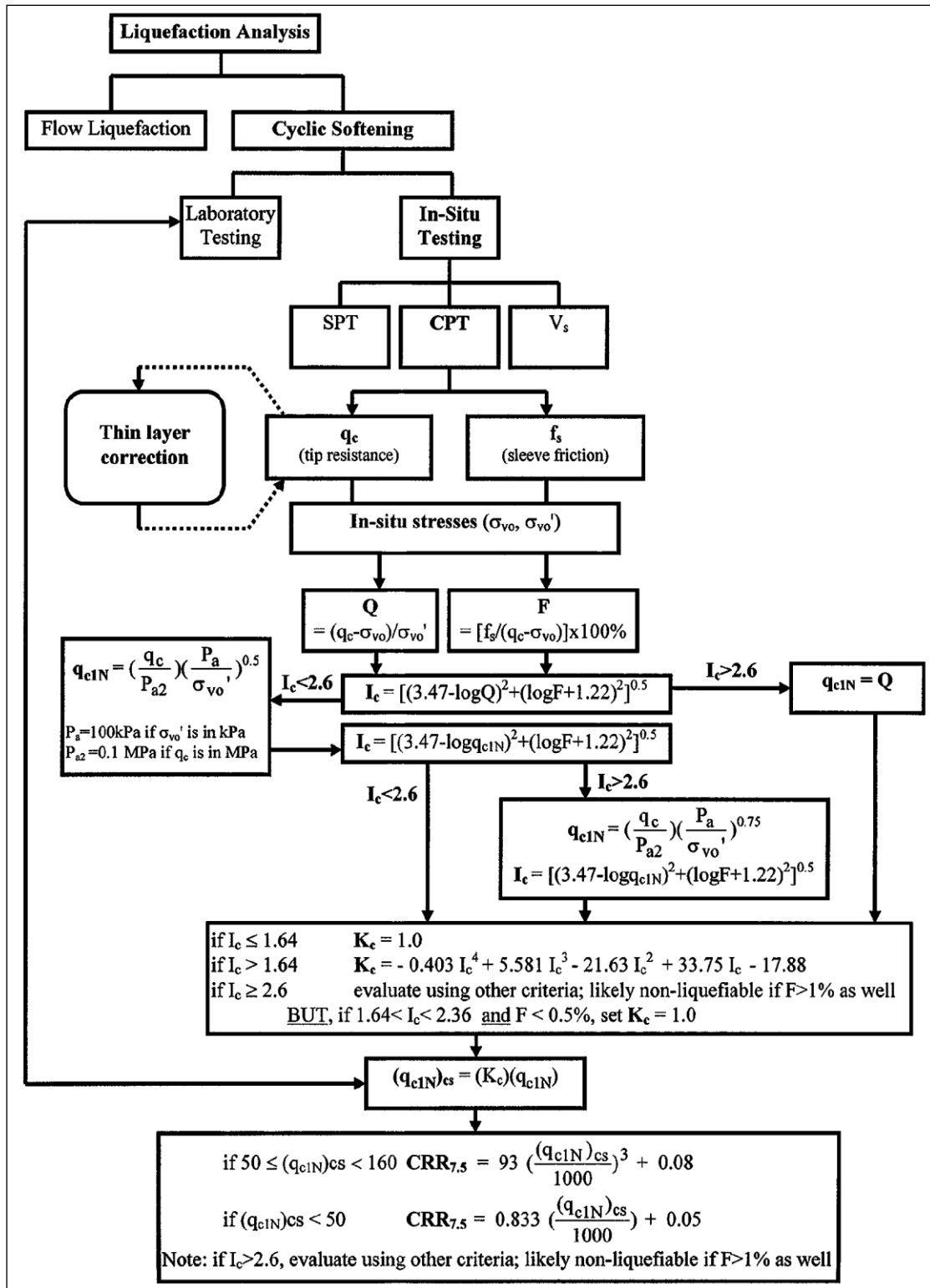


Fig. 6: Diagramma di flusso per la determinazione di CRR sulla base dei valori di CPT

Il valore del fattore di Sicurezza alla Liquefazione (FL) è desunto dalla seguente relazione:

$$FL = CRR/CSR * MSF$$

nella quale si ha :

MSF = fattore di scala per la Magnitudo, ottenuto applicando la relazione di Idriss e Boulanger (2004). Tale valore deve essere inferiore a 1,8.

Per valori di FL > 1 la liquefazione è da escludere.

Infine il grado di rischio nei confronti della liquefazione si può valutare mediante la determinazione dell'**Indice del Potenziale di Liquefazione LPI**, ottenuto applicando la relazione di Iwasaki et alii (1978):

$$LPI = \sum_0^{20} F(z) w(z) dz$$

dove:

F (z) = con FL > 1 si ha F = 0; con FL < 1 si ha F = 1 - FL

W (z) = 10 - 0,5 * z

z = profondità dello strato

dz = spessore dello strato considerato

In funzione del valore di LPI si ottiene una valutazione del grado di rischio di liquefazione, come illustrato nella seguente tabella, compilata sulla base delle prescrizioni della D.G.R. 564/2021.

LPI	Classe di Pericolosità
0	Non Liquefacibile
0 < LPI < 2	Potenziale Basso
2 < LPI < 5	Potenziale Moderato
5 < LPI < 15	Potenziale Alto
LPI > 15	Potenziale Molto alto

Un secondo parametro indicativo della potenzialità di liquefazione è costituito dall'**Indice di Severità alla Liquefazione LS**, introdotto da Sonmez & Gokceoglu (2005), determinato sulla base della seguente relazione:

$$L_S = \int_0^{20} P_L(z)(10 - 0.5z)dz$$

$$P_L(z) = \frac{1}{1 + (F_L/0.96)^{4.5}} \text{ for } F_L \leq 1.411$$

$$P_L(z) = 0 \text{ for } F_L > 1.411$$

Gli stessi Autori forniscono la seguente scala di classificazione delle classi di severità.

LS	Classe di Severità
LS = 0	Non liquefacibile
0 < LS < 15	Molto bassa
15 < LS < 35	Bassa
35 < LS < 65	Moderata
65 < LS < 85	Alta
85 < LS < 100	Molto alta

Un terzo indice per la stima dell'entità del fenomeno della liquefazione è costituito dal **Numero di Severità alla Liquefazione LSN** (Liquefaction Severity Number), introdotto da Tonkin & Taylor nel 2013, il quale costituisce un indicatore qualitativo dei danni indotti dalla liquefazione. In sostanza rappresenta un'estensione dell'indice LPI, illustrando l'intensità della liquefazione utilizzando la deformazione volumetrica post-liquefazione ϵ_v stimata sulla base degli studi di Ishihara & Yoshimine (1992) dai quali sono tratte le relazioni di Zhang et alii (2002).

La determinazione dell'indice LSN è svolta applicando la seguente relazione:

$$LSN = \int \frac{\epsilon_v}{z} dz$$

dove:

Z = profondità dal piano campagna

ϵ_v = deformazione volumetrica post-liquefazione (da Zhang et alii, 2002) in funzione del valore del Fattore di Sicurezza e della resistenza alla punta normalizzata del penetrometro statico:

if FS ≤ 0.5,	$\epsilon_v = 102(q_{c1N})_{cs}^{-0.82}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 0.6,	$\epsilon_v = 102(q_{c1N})_{cs}^{-0.82}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 147$
if FS = 0.6,	$\epsilon_v = 2411(q_{c1N})_{cs}^{-1.45}$	for $147 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 0.7,	$\epsilon_v = 102(q_{c1N})_{cs}^{-0.82}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 110$
if FS = 0.7,	$\epsilon_v = 1701(q_{c1N})_{cs}^{-1.42}$	for $110 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 0.8,	$\epsilon_v = 102(q_{c1N})_{cs}^{-0.82}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 80$
if FS = 0.8,	$\epsilon_v = 1690(q_{c1N})_{cs}^{-1.46}$	for $80 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 0.9,	$\epsilon_v = 102(q_{c1N})_{cs}^{-0.82}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 60$
if FS = 0.9,	$\epsilon_v = 1430(q_{c1N})_{cs}^{-1.48}$	for $60 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 1.0,	$\epsilon_v = 64(q_{c1N})_{cs}^{-0.93}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 1.1,	$\epsilon_v = 11(q_{c1N})_{cs}^{-0.65}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 1.2,	$\epsilon_v = 9.7(q_{c1N})_{cs}^{-0.69}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 1.3,	$\epsilon_v = 7.6(q_{c1N})_{cs}^{-0.71}$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 200$
if FS = 2.0,	$\epsilon_v = 0.0$	for $33 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 20$

Tonkin & Taylor (2013) hanno fornito la seguente scala di determinazione degli effetti connessi alla liquefazione in relazione al valore di LSN.

LSN	Effetti connessi
0 < LSN < 10	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione
10 < LSN < 20	Minori manifestazioni di liquefazione, limitati sifonamenti
20 < LSN < 30	Moderate manifestazioni di liquefazione, con sifonamenti e qualche danno strutturale
30 < LSN < 40	Manifestazioni di liquefazione da moderate a forti, cedimenti possono causare danni strutturali
40 < LSN < 50	Importanti manifestazioni di liquefazione, ondulazioni e danni in superficie, forti cedimenti totali e differenziali della struttura
LSN > 50	Forti danni, estese evidenze di liquefazione in superficie, forti cedimenti totali e differenziali delle strutture, danni ai servizi

In merito al valore di magnitudo utilizzato nel presente lavoro, si è fatto riferimento al massimo della zona sismogenetica (912 nel caso in esame) secondo il rapporto conclusivo 2004 dell'INGV (pag. 38 tabella 6), ottenendo il valore di magnitudo momento di 6,14, basato sul catalogo CPTI2. Il valore di a_{max} utilizzato nella stima della liquefazione è quello ottenuto nell'analisi sismica di 3° Livello mediante il software EERA; nel caso del sito di studio è stato applicato il valore di 0,291g.

Nelle tabelle e nei grafici riportati in all. 2 sono state fornite le elaborazioni derivanti dall'interpretazione dei dati derivanti dall'esecuzione delle prove CPTU 1-2022, CPT 1-2003 e CPT 2-2003.

Si sottolinea che in corrispondenza delle prove CPT 1-2003 e CPT 2-2003, essendosi interrotte alla profondità di 14 m dal p.c., le verifiche a liquefazione sono state eseguite estrapolando i valori segnalati nella prova CPT 1-2022 nello spessore compreso tra -14 m e -20 m dal p.c..

Nelle tabelle di fig. 7 sono riassunti i valori ottenuti di LPI, LS e LSN.

Nella planimetria di fig. 8 è rappresentata la distribuzione dei valori di LPI stimati in tutte le prove svolte nel comparto in esame, evidenziando la sostanziale uniformità dei risultati nell'area di studio.

Nelle figg. 9, 10 e 11 sono riportati gli andamenti dei valori di LPI, LS e LSN nelle prove considerate.

L'esame di tali elaborati consente di svolgere le seguenti considerazioni:

- i valori dell'Indice del Potenziale di Liquefazione LPI corrispondono in tutti i tre i casi nella Classe di pericolosità a "Potenziale Moderato";
- i valori dell'Indice di Severità alla Liquefazione LS rientrano tutti nella Classe di severità "Molto bassa";
- i valori del Numero di Severità alla Liquefazione LSN corrispondono alla classe degli effetti attesi più bassa, equivalente a "nessuna o limitata manifestazione di liquefazione".

L'esame delle figg. 9, 10 e 11 evidenzia come i più importanti livelli potenzialmente liquefacibili si concentrino a profondità comprese tra 2 e 3 m, tra 5 e 6 m e nella porzione più profonda dello spessore di indagine (profondità maggiore di 18,4 m).

Si sottolinea come il livello di falda sia stato segnalato nel 2022 alla profondità di -6,8 m dal p.c.; pertanto i livelli liquefacibili più superficiali corrispondono in realtà a strati insaturi e pertanto non oggetto di liquefazione.

In sostanza i livelli potenzialmente liquefacibili sono prevalentemente quelli situati a profondità maggiori di 18,4 m dal p.c., ai quali corrisponde comunque un potenziale di liquefazione piuttosto limitato; l'esame delle tabelle riportate nell'all. 2 evidenzia infatti che il valore di LPI in tale spessore risulta pari a 0,16.

In conclusione si può affermare che nell'area in esame le verifiche hanno evidenziato il limitato potenziale di liquefazione dei terreni presenti, confermando sostanzialmente quanto riportato nella Relazione del Gennaio 2022.

PROVA	LPI	Classe di Pericolosità
CPT 1-2003	2,31	Potenziale Moderato
CPT 2-2003	3,27	Potenziale Moderato
CPT 1-2022	4,48	Potenziale Moderato

PROVA	LS	Classe di Severità
CPT 1-2003	9,70	Molto bassa
CPT 2-2003	10,69	Molto bassa
CPT 1-2022	13,20	Molto bassa

PROVA	LSN	Effetti connessi
CPT 1-2003	3,53	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione
CPT 2-2003	5,79	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione
CPT 1-2022	6,02	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione

Fig. 7: Riassunto dei valori di LPI, LS e LSN

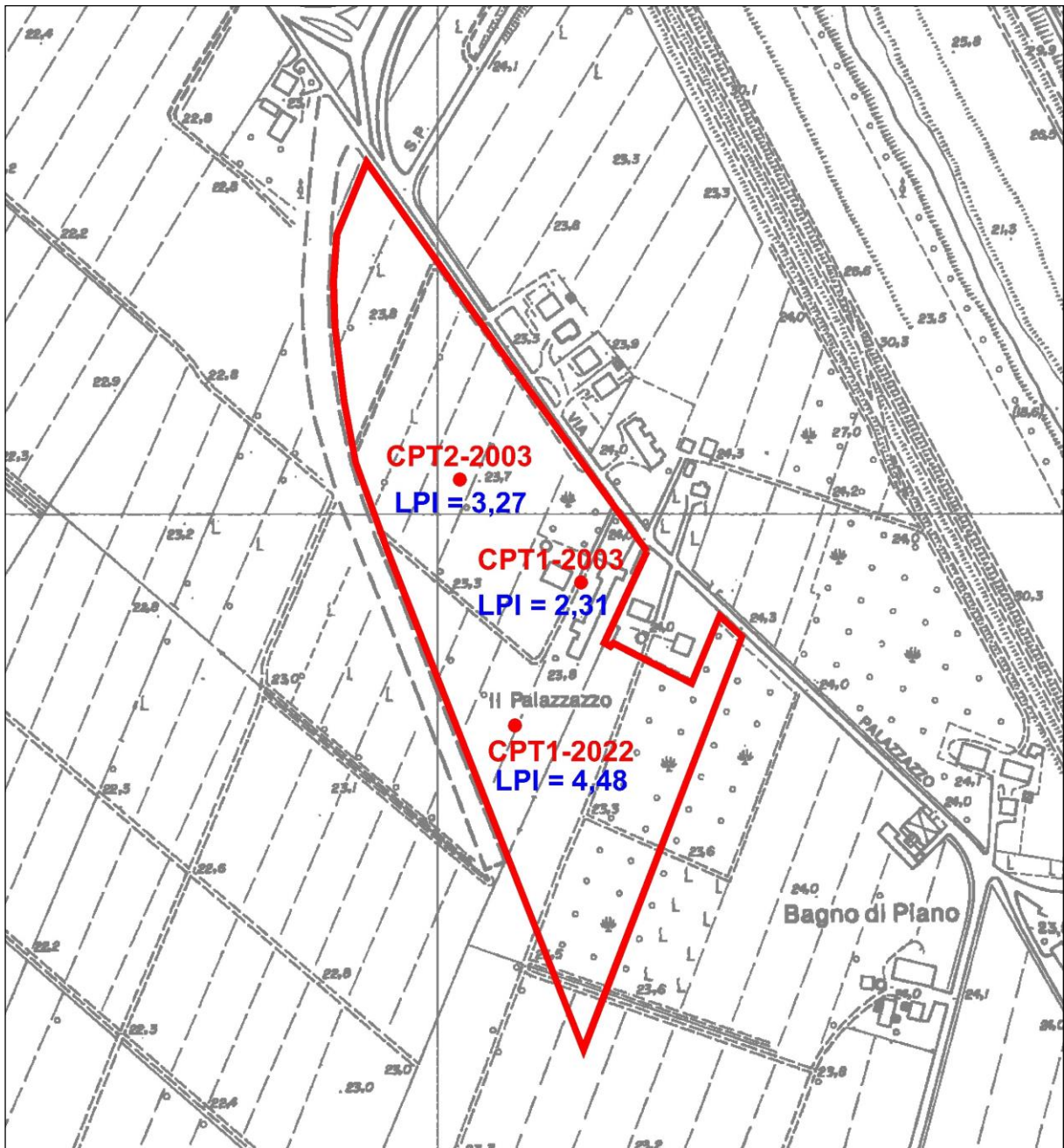


Fig. 8: Planimetria della distribuzione dei valori di LPI

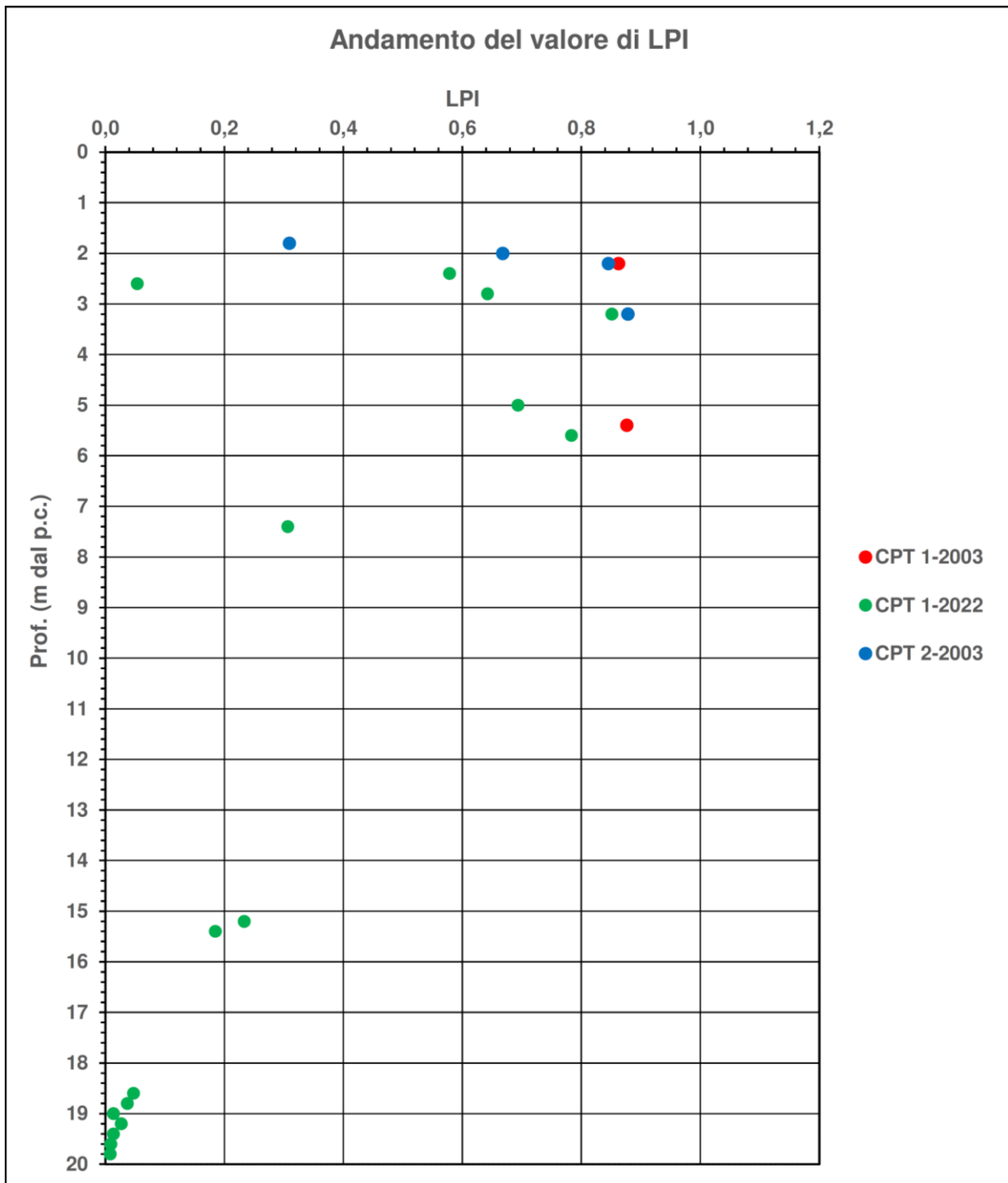


Fig. 9: Andamento in profondità dei valori di LPI

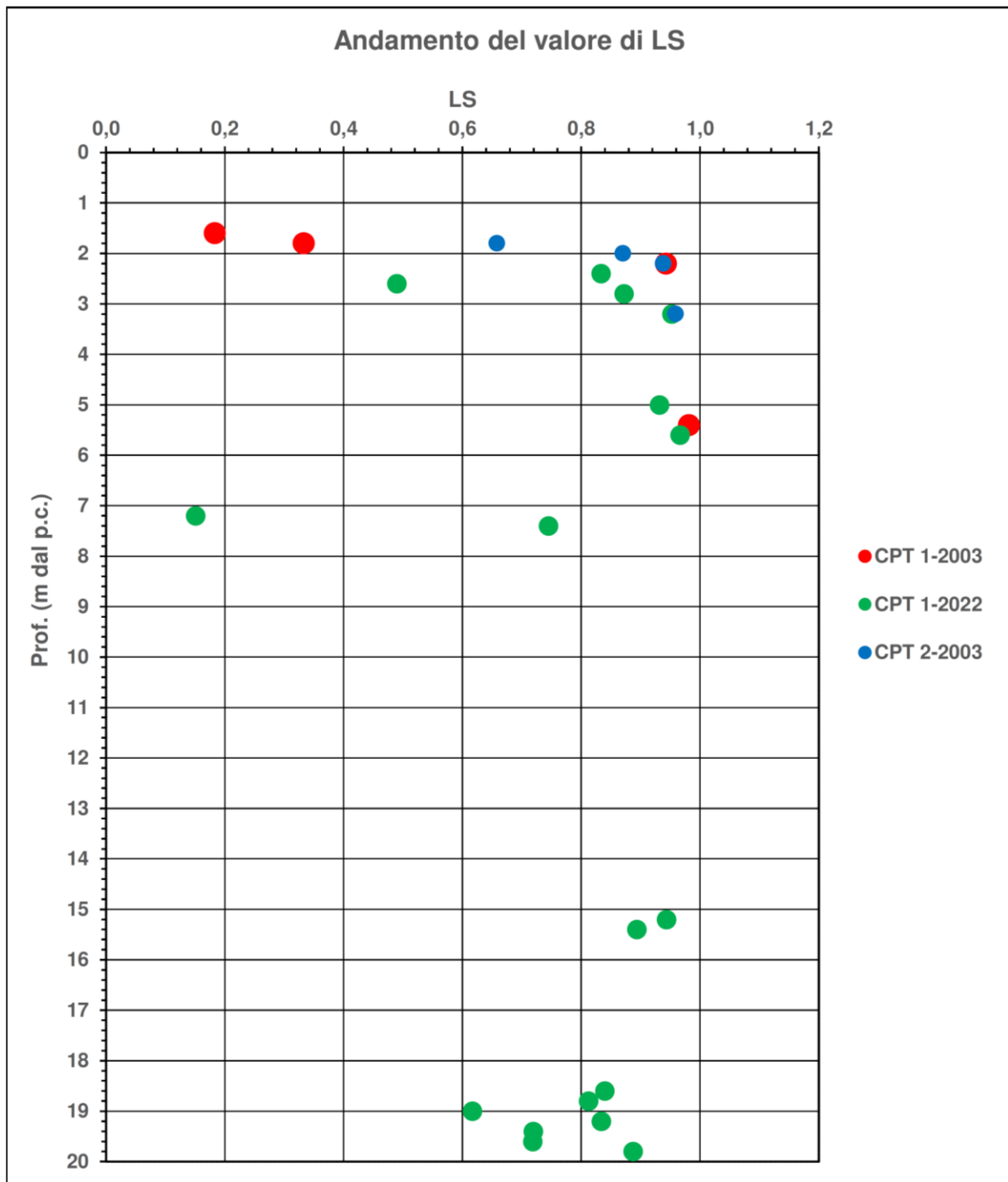


Fig. 10: Andamento in profondità dei valori di LS

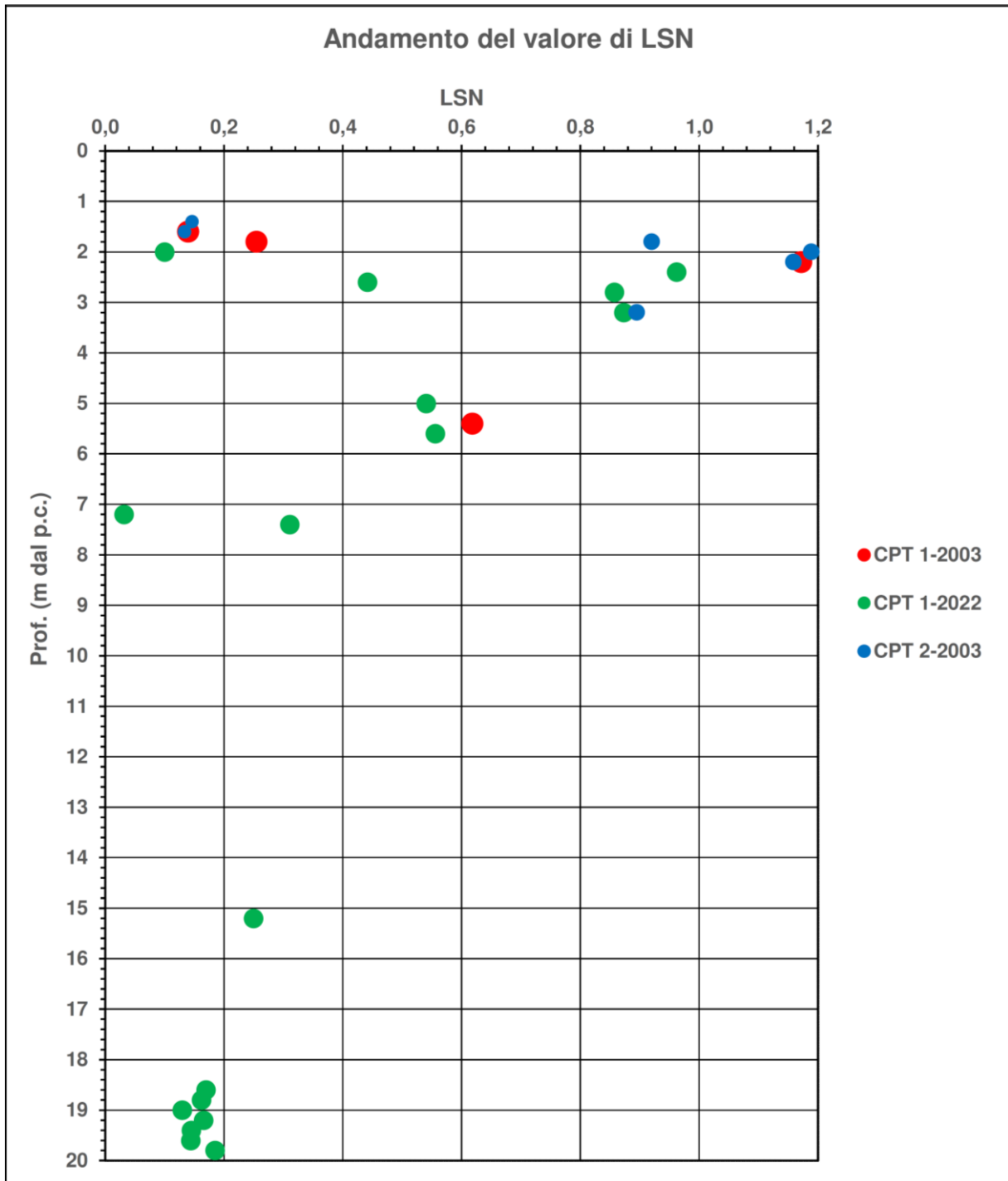


Fig. 11: Andamento in profondità dei valori di LSN

4. CONCLUSIONI

La presente relazione è stata svolta nell'ambito della determinazione del Modello Geologico di un'area ad uso residenziale in località Il Palazzazzo di Bagno di Piano in Comune di Sala Bolognese, oggetto di una Variante al P.O.C. con valenza di P.U.A..

Il comparto in esame, denominato C1.8, corrisponde ad un Ambito AC_2 "Aree edificabili sulla base di piani urbanistici approvati" (art. 39 del R.U.E.).

La relazione si è resa necessaria allo scopo di fornire le integrazioni richieste dal Servizio Pianificazione Urbanistica dell'Area Pianificazione Territoriale della Città Metropolitana di Bologna ed in particolare quella relativa ad un approfondimento della verifica della possibilità che nel sito si sviluppi il fenomeno della liquefazione a seguito di un evento sismico.

A tale scopo è stata eseguita una ulteriore prova penetrometrica statica e sono state svolte le verifiche numeriche inerenti la determinazione di tre indici significativi relativi al fenomeno di liquefazione (Indice del Potenziale di Liquefazione LPI, Indice di Severità alla Liquefazione LS e Numero di Severità alla Liquefazione LSN).

Le verifiche hanno consentito di verificare quanto segue:

- i valori dell'Indice del Potenziale di Liquefazione LPI corrispondono in tutti i tre i casi nella Classe di pericolosità a "Potenziale Moderato";
- i valori dell'Indice di Severità alla Liquefazione LS rientrano tutti nella Classe di severità "Molto bassa";
- i valori del Numero di Severità alla Liquefazione LSN corrispondono alla classe degli effetti attesi più bassa, equivalente a "nessuna o limitata manifestazione di liquefazione".

L'analisi svolta ha pertanto consentito di verificare l'idoneità dell'intervento dal punto di vista geologico, confermando quanto affermato nella Relazione geologica del Gennaio 2022.

Bologna, giugno 2022




ELENCO DEGLI ALLEGATI

All. 1 : Tabulati della prova penetrometrica statica CPT 1-2022

All. 2 : Tabulati e grafici delle verifiche di liquefazione

All. 1

Tabulati della prova penetrometrica statica CPT 1-2022

GRILLINI GEOL. LUCA	VIA PALAZZAZZO SALA BOLOGNESE (BO)	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
----------------------------	---	--

RAPPORTO DI PROVA PENETROMETRICA STATICA


Committente: GRILLINI GEOL. LUCA
 Cantiere: VIA PALAZZAZZO
 Località: SALA BOLOGNESE (BO)

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG63-200kN

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35.7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

OPERATORE
Dott. Vita


RESPONSABILE
Geol. Maggi

GRILLINI GEOL. LUCA	VIA PALAZZAZZO SALA BOLOGNESE (BO)	 <p>GEOTECA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p> <p>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY</p>
----------------------------	---	--

PROVA CPT1

Strumento utilizzato PAGANI TG63-200kN
 Prova eseguita in data 13/04/22
 Profondità prova 20.0 m
 Falda: - 6.8 m


Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm ²)	Letture laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.138	1.2	0.115	869.6
0.40	35.00	53.0	35.138	1.2	29.282	3.4
0.60	34.00	52.0	34.138	1.8	18.966	5.3
0.80	36.00	63.0	36.138	2.267	15.941	6.3
1.00	34.00	68.0	34.138	4.733	7.213	13.9
1.20	161.00	232.0	161.276	5.333	30.241	3.3
1.40	310.00	390.0	310.276	4.067	76.291	1.3
1.60	143.00	204.0	143.276	1.733	82.675	1.2
1.80	76.00	102.0	76.276	2.533	30.113	3.3
2.00	15.00	53.0	15.276	1.0	15.276	6.5
2.20	13.00	28.0	13.414	0.933	14.377	7.0
2.40	12.00	26.0	12.414	0.4	31.035	3.2
2.60	19.00	25.0	19.414	0.667	29.106	3.4
2.80	14.00	24.0	14.414	0.4	36.035	2.8
3.00	11.00	17.0	11.414	0.533	21.415	4.7
3.20	10.00	18.0	10.552	0.267	39.521	2.5
3.40	9.00	13.0	9.552	0.333	28.685	3.5
3.60	8.00	13.0	8.552	0.533	16.045	6.2
3.80	9.00	17.0	9.552	0.4	23.88	4.2
4.00	9.00	15.0	9.552	0.267	35.775	2.8
4.20	6.00	10.0	6.69	0.2	33.45	3.0
4.40	4.00	7.0	4.69	0.133	35.263	2.8
4.60	5.00	7.0	5.69	0.2	28.45	3.5
4.80	6.00	9.0	6.69	1.067	6.27	15.9
5.00	19.00	35.0	19.69	0.4	49.225	2.0
5.20	13.00	19.0	13.828	0.4	34.57	2.9
5.40	11.00	17.0	11.828	0.4	29.57	3.4
5.60	14.00	20.0	14.828	0.267	55.536	1.8
5.80	14.00	18.0	14.828	0.533	27.82	3.6
6.00	7.00	15.0	7.828	0.333	23.508	4.3
6.20	5.00	10.0	5.966	0.333	17.916	5.6
6.40	6.00	11.0	6.966	0.4	17.415	5.7
6.60	11.00	17.0	11.966	0.6	19.943	5.0
6.80	17.00	26.0	17.966	0.8	22.458	4.5
7.00	22.00	34.0	22.966	0.733	31.332	3.2
7.20	33.00	44.0	34.104	1.4	24.36	4.1
7.40	25.00	46.0	26.104	0.733	35.613	2.8
7.60	7.00	18.0	8.104	0.333	24.336	4.1
7.80	8.00	13.0	9.104	0.467	19.495	5.1
8.00	8.00	15.0	9.104	0.6	15.173	6.6
8.20	8.00	17.0	9.242	0.667	13.856	7.2
8.40	10.00	20.0	11.242	0.667	16.855	5.9
8.60	11.00	21.0	12.242	0.667	18.354	5.4
8.80	11.00	21.0	12.242	0.8	15.303	6.5
9.00	13.00	25.0	14.242	0.8	17.803	5.6
9.20	16.00	28.0	17.38	0.933	18.628	5.4
9.40	16.00	30.0	17.38	0.933	18.628	5.4
9.60	17.00	31.0	18.38	1.133	16.222	6.2
9.80	18.00	35.0	19.38	1.067	18.163	5.5
10.00	22.00	38.0	23.38	1.267	18.453	5.4

GRILLINI GEOL. LUCA	VIA PALAZZAZZO SALA BOLOGNESE (BO)	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY
----------------------------	---	--

10.20	24.00	43.0	25.518	1.533	16.646	6.0
10.40	24.00	47.0	25.518	1.6	15.949	6.3
10.60	25.00	49.0	26.518	1.667	15.908	6.3
10.80	27.00	52.0	28.518	1.667	17.107	5.8
11.00	26.00	51.0	27.518	1.6	17.199	5.8
11.20	25.00	49.0	26.656	1.467	18.17	5.5
11.40	21.00	43.0	22.656	1.4	16.183	6.2
11.60	23.00	44.0	24.656	1.666667	14.794	6.8
11.80	28.00	53.0	28.0	1.4	20.0	5.0
12.00	26.00	26.0	27.656	1.4	19.754	5.1
12.20	27.00	48.0	28.794	1.4	20.567	4.9
12.40	28.00	49.0	29.794	1.2	24.828	4.0
12.60	19.00	37.0	20.794	1.067	19.488	5.1
12.80	12.00	28.0	13.794	0.8	17.243	5.8
13.00	16.00	28.0	17.794	0.867	20.524	4.9
13.20	26.00	39.0	27.932	1.0	27.932	3.6
13.40	15.00	30.0	16.932	0.733	23.1	4.3
13.60	14.00	25.0	15.932	0.8	19.915	5.0
13.80	19.00	31.0	20.932	0.933	22.435	4.5
14.00	18.00	32.0	19.932	1.133	17.592	5.7
14.20	22.00	39.0	24.07	0.8	30.088	3.3
14.40	35.00	47.0	37.07	1.4	26.479	3.8
14.60	28.00	49.0	30.07	0.733	41.023	2.4
14.80	13.00	24.0	15.07	1.0	15.07	6.6
15.00	19.00	34.0	21.07	1.133	18.597	5.4
15.20	38.00	55.0	40.208	1.6	25.13	4.0
15.40	35.00	59.0	37.208	0.467	79.675	1.3
15.60	33.00	40.0	35.208	0.933	37.736	2.6
15.80	27.00	41.0	29.208	1.4	20.863	4.8
16.00	31.00	52.0	33.208	1.667	19.921	5.0
16.20	27.00	52.0	29.346	1.8	16.303	6.1
16.40	27.00	54.0	29.346	1.933	15.182	6.6
16.60	25.00	54.0	27.346	1.667	16.404	6.1
16.80	21.00	46.0	23.346	1.733	13.471	7.4
17.00	20.00	46.0	22.346	1.333	16.764	6.0
17.20	20.00	40.0	22.484	1.333	16.867	5.9
17.40	23.00	43.0	25.484	1.4	18.203	5.5
17.60	22.00	43.0	24.484	1.267	19.324	5.2
17.80	15.00	34.0	17.484	0.667	26.213	3.8
18.00	9.00	19.0	11.484	0.467	24.591	4.1
18.20	11.00	18.0	13.622	0.467	29.169	3.4
18.40	35.00	42.0	37.622	0.867	43.393	2.3
18.60	45.00	58.0	47.622	0.533	89.347	1.1
18.80	52.00	60.0	54.622	0.6	91.037	1.1
19.00	55.00	64.0	57.622	0.933	61.76	1.6
19.20	51.00	65.0	53.76	0.533	100.863	1.0
19.40	44.00	52.0	46.76	0.733	63.793	1.6
19.60	45.00	56.0	47.76	0.733	65.157	1.5
19.80	51.00	62.0	53.76	0.333	161.441	0.6
20.00	47.00	52.0	49.76	0.0		0.0

GRILLINI GEOL. LUCA**VIA PALAZZAZZO
SALA BOLOGNESE (BO)****GEOTEAM s.r.l.**
Geologia Territorio AmbienteAZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.138	1.2	1.6	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0.40	35.138	1.2	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
0.60	34.138	1.8	2.1	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
0.80	36.138	2.267	2.1	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
1.00	34.138	4.733	2.1	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
1.20	161.276	5.333	2.3	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1.40	310.276	4.067	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
1.60	143.276	1.733	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
1.80	76.276	2.533	2.2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
2.00	15.276	1.0	1.9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
2.20	13.414	0.933	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
2.40	12.414	0.4	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
2.60	19.414	0.667	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
2.80	14.414	0.4	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
3.00	11.414	0.533	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
3.20	10.552	0.267	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
3.40	9.552	0.333	1.8	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
3.60	8.552	0.533	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3.80	9.552	0.4	1.8	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
4.00	9.552	0.267	1.8	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
4.20	6.69	0.2	1.8	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
4.40	4.69	0.133	1.7	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
4.60	5.69	0.2	1.7	Coesivo	Argilla inorganica tenera
4.80	6.69	1.067	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
5.00	19.69	0.4	1.9	Incoerente	Sabbie
5.20	13.828	0.4	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
5.40	11.828	0.4	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
5.60	14.828	0.267	1.8	Incoerente	Sabbie Sciolte
5.80	14.828	0.533	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
6.00	7.828	0.333	1.8	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
6.20	5.966	0.333	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
6.40	6.966	0.4	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
6.60	11.966	0.6	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
6.80	17.966	0.8	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
7.00	22.966	0.733	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
7.20	34.104	1.4	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
7.40	26.104	0.733	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
7.60	8.104	0.333	1.8	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
7.80	9.104	0.467	1.8	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
8.00	9.104	0.6	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
8.20	9.242	0.667	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
8.40	11.242	0.667	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
8.60	12.242	0.667	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
8.80	12.242	0.8	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
9.00	14.242	0.8	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
9.20	17.38	0.933	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
9.40	17.38	0.933	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
9.60	18.38	1.133	1.9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
9.80	19.38	1.067	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10.00	23.38	1.267	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10.20	25.518	1.533	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10.40	25.518	1.6	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10.60	26.518	1.667	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10.80	28.518	1.667	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
11.00	27.518	1.6	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
11.20	26.656	1.467	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta

GRILLINI GEOL. LUCA	VIA PALAZZAZZO SALA BOLOGNESE (BO)	 <p>GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente</p> <p>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2015 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY</p>
----------------------------	---	--

11.40	22.656	1.4	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
11.60	24.656	1.666667	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
11.80	28.0	1.4	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
12.00	27.656	1.4	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
12.20	28.794	1.4	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
12.40	29.794	1.2	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
12.60	20.794	1.067	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
12.80	13.794	0.8	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
13.00	17.794	0.867	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
13.20	27.932	1.0	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
13.40	16.932	0.733	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
13.60	15.932	0.8	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
13.80	20.932	0.933	2.0	Coesivo	Argilla inorganica compatta
14.00	19.932	1.133	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
14.20	24.07	0.8	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
14.40	37.07	1.4	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
14.60	30.07	0.733	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
14.80	15.07	1.0	1.9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
15.00	21.07	1.133	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
15.20	40.208	1.6	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
15.40	37.208	0.467	1.9	Incoerente	Sabbie
15.60	35.208	0.933	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
15.80	29.208	1.4	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
16.00	33.208	1.667	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
16.20	29.346	1.8	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
16.40	29.346	1.933	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
16.60	27.346	1.667	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
16.80	23.346	1.733	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
17.00	22.346	1.333	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
17.20	22.484	1.333	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
17.40	25.484	1.4	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
17.60	24.484	1.267	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
17.80	17.484	0.667	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
18.00	11.484	0.467	1.8	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
18.20	13.622	0.467	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
18.40	37.622	0.867	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
18.60	47.622	0.533	1.9	Incoerente	Sabbie
18.80	54.622	0.6	1.9	Incoerente	Sabbie
19.00	57.622	0.933	1.9	Incoerente	Sabbie
19.20	53.76	0.533	1.9	Incoerente	Sabbie
19.40	46.76	0.733	1.9	Incoerente	Sabbie
19.60	47.76	0.733	1.9	Incoerente	Sabbie
19.80	53.76	0.333	1.9	Incoerente	Sabbie
20.00	49.76	0.0	1.9	Incoerente	Sabbie

NOTA:

Le correlazioni impiegate per l'elaborazione delle prove riportate nel presente documento sono solo alcune delle correlazioni disponibili in letteratura che è possibile utilizzare per la derivazione dei parametri geotecnici da prove penetrometriche statiche.

In fase di relazione d'opera geotecnica, l'utilizzo delle correlazioni qui proposte, o di altre da letteratura, sarà responsabilità del tecnico progettista.

Termini e condizioni:

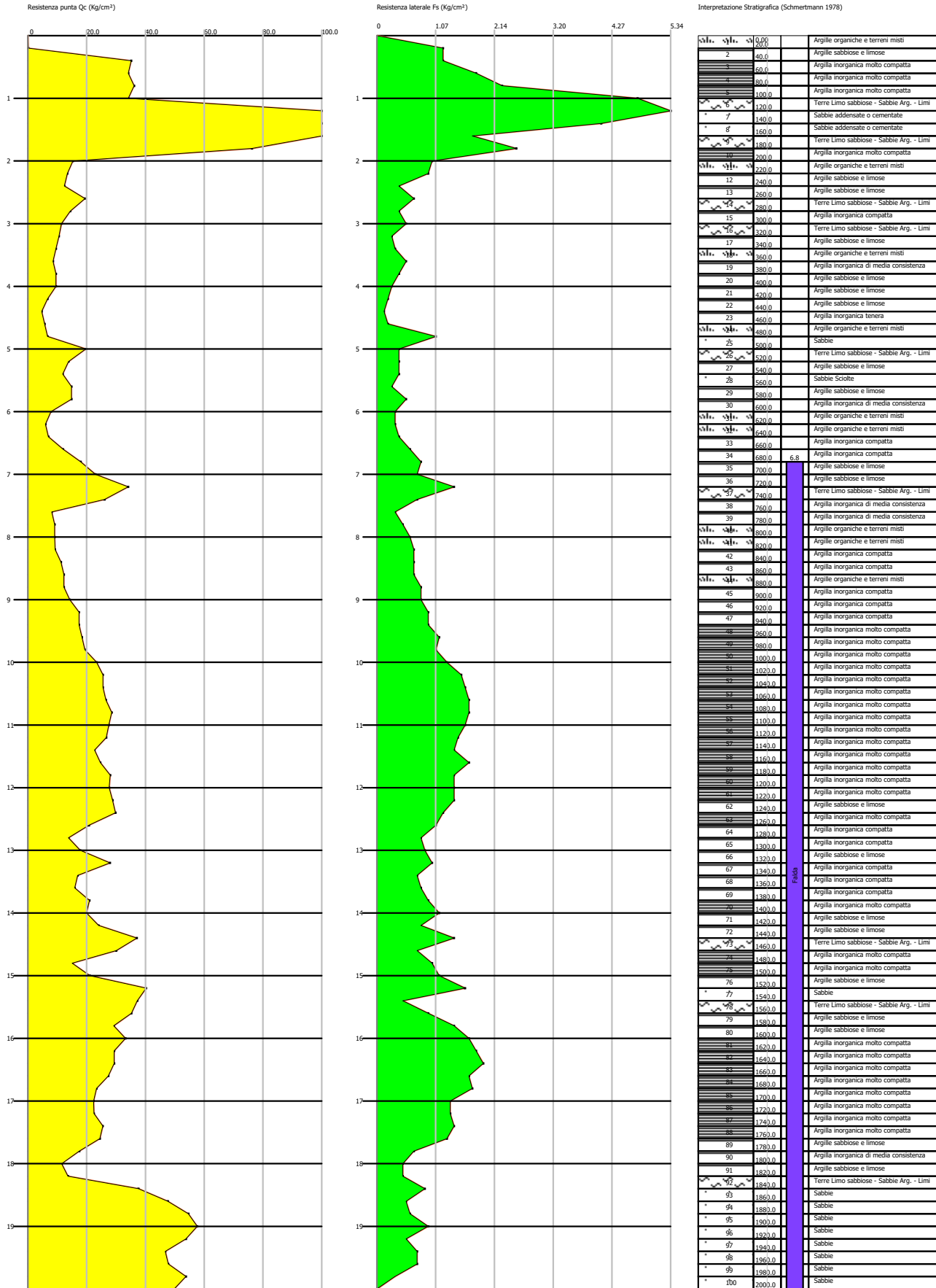
I dati e le relative elaborazioni di queste prove penetrometriche sono di proprietà fisica e intellettuale della GEOTEIA S.r.l e del Cliente indicato nell'instestazione. È vietata la riproduzione e l'utilizzo anche parziale dei dati contenuti senza autorizzazione esplicita.

The physical and intellectual property of this CPT test, both data and graphics, is of GEOTEIA S.r.l. and its Client. Any disclosure, copying or distribution of this document is strictly prohibited without permission.

Probe CPT - Cone Penetration CPT1
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: GRILLINI GEOL. LUCA
 Cantiere: VIA PALAZZAZZO
 Località: 13/04/2022

Data: 13/04/2022



All. 2

Tabulati e grafici delle verifiche di liquefazione

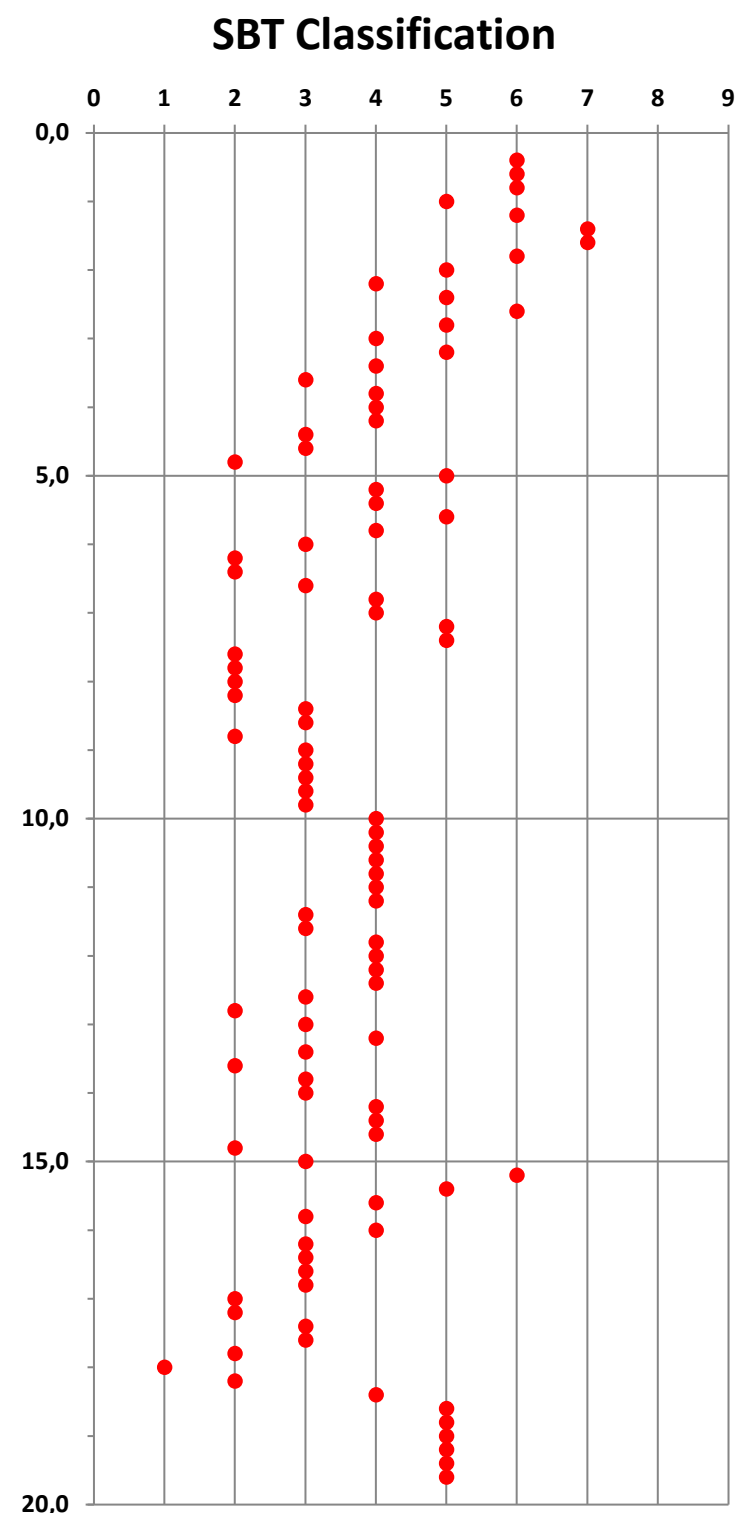
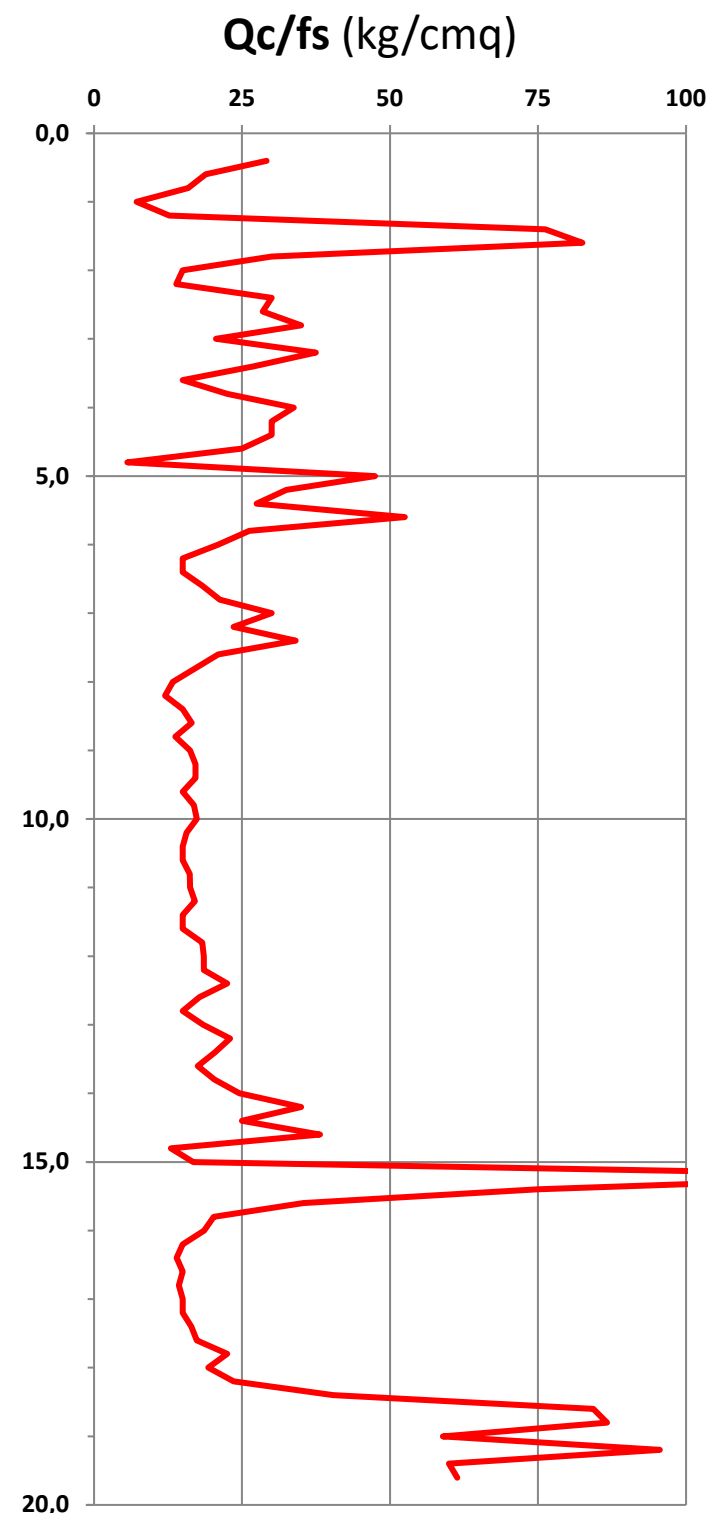
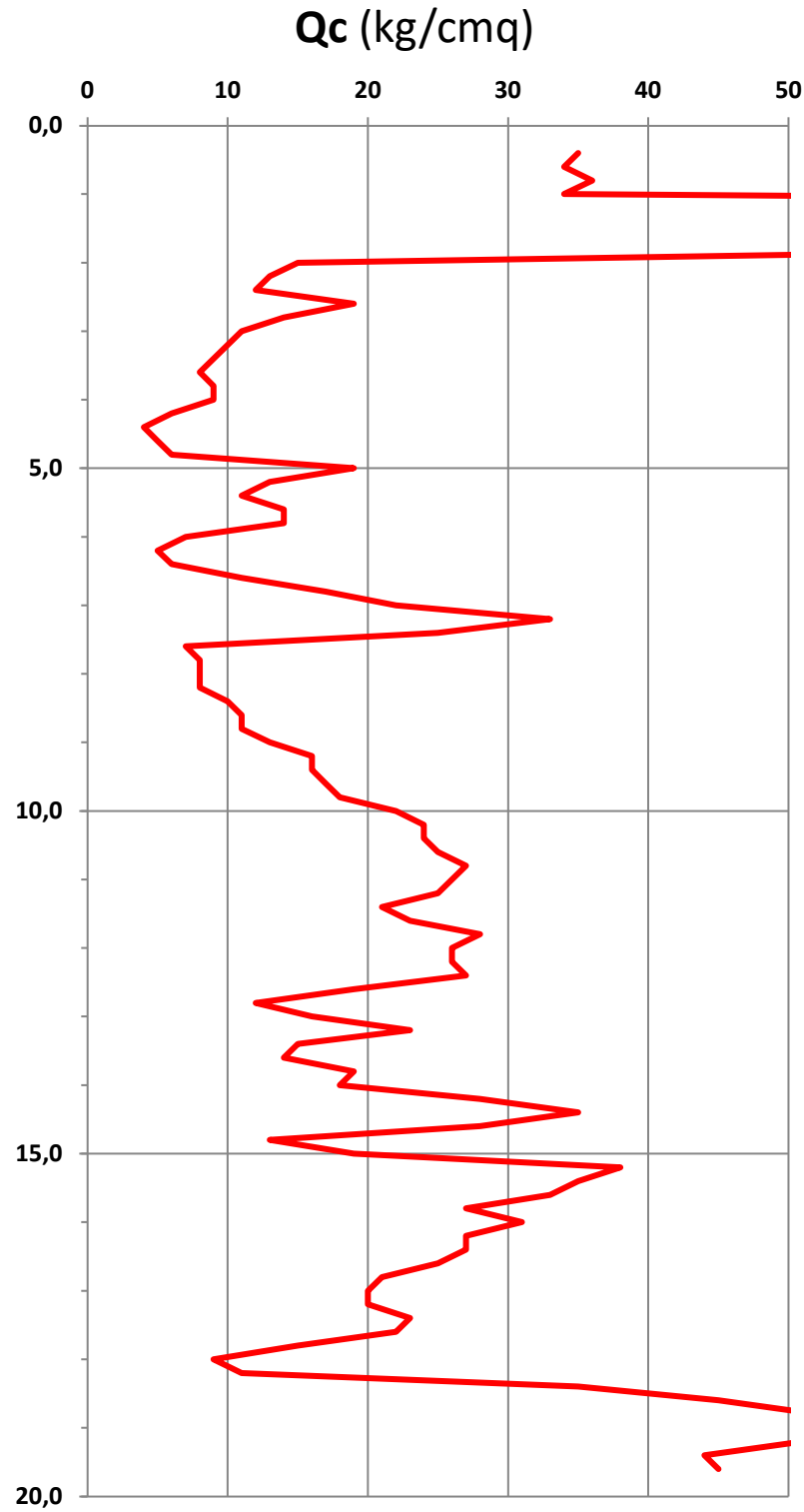
10,8	27	1,67	1,85	0,85	1,998	0,918	1,02	27,24	6,7	2,88	no liq.	27,24	-	NO	NO	NO	27,24	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,0	26	1,60	1,85	0,85	2,035	0,935	1,02	25,63	6,7	2,90	no liq.	25,63	-	NO	NO	NO	25,63	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,2	25	1,47	1,85	0,85	2,072	0,952	1,02	24,08	6,4	2,91	no liq.	24,08	-	NO	NO	NO	24,08	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,4	21	1,40	1,85	0,85	2,109	0,969	1,02	19,50	7,4	3,02	no liq.	19,50	-	NO	NO	NO	19,50	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,6	23	1,53	1,85	0,85	2,146	0,986	1,02	21,15	7,4	2,99	no liq.	21,15	-	NO	NO	NO	21,15	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,8	28	1,53	1,85	0,85	2,183	1,003	1,02	25,74	5,9	2,87	no liq.	25,74	-	NO	NO	NO	25,74	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,0	26	1,40	1,85	0,85	2,220	1,020	1,02	23,31	5,9	2,89	no liq.	23,31	-	NO	NO	NO	23,31	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,2	26	1,40	1,85	0,85	2,257	1,037	1,02	22,90	5,9	2,90	no liq.	22,90	-	NO	NO	NO	22,90	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,4	27	1,20	1,85	0,85	2,294	1,054	1,02	23,44	4,9	2,84	no liq.	23,44	-	NO	NO	NO	23,44	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,6	19	1,07	1,85	0,85	2,331	1,071	1,02	15,56	6,4	3,05	no liq.	15,56	-	NO	NO	NO	15,56	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,8	12	0,80	1,85	0,85	2,368	1,088	1,02	8,85	8,3	3,31	no liq.	8,85	-	NO	NO	NO	8,85	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,0	16	0,87	1,85	0,85	2,405	1,105	1,02	12,30	6,4	3,12	no liq.	12,30	-	NO	NO	NO	12,30	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,2	23	1,00	1,85	0,85	2,442	1,122	1,02	18,32	4,9	2,92	no liq.	18,32	-	NO	NO	NO	18,32	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,4	15	0,73	1,85	0,85	2,479	1,139	1,02	10,99	5,9	3,14	no liq.	10,99	-	NO	NO	NO	10,99	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,6	14	0,80	1,85	0,85	2,516	1,156	1,02	9,93	7,0	3,22	no liq.	9,93	-	NO	NO	NO	9,93	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,8	19	0,93	1,85	0,85	2,553	1,173	1,02	14,02	5,7	3,05	no liq.	14,02	-	NO	NO	NO	14,02	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,0	18	0,73	1,85	0,85	2,590	1,190	1,02	12,95	4,8	3,03	no liq.	12,95	-	NO	NO	NO	12,95	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,2	28	0,80	1,85	0,85	2,627	1,207	1,02	21,02	3,2	2,75	no liq.	21,02	-	NO	NO	NO	21,02	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,4	35	1,40	1,85	0,85	2,664	1,224	1,02	26,42	4,3	2,76	no liq.	26,42	-	NO	NO	NO	26,42	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,6	28	0,73	1,85	0,85	2,701	1,241	1,02	20,39	2,9	2,74	no liq.	20,39	-	NO	NO	NO	20,39	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,8	13	1,00	1,85	0,85	2,738	1,258	1,02	8,16	9,7	3,38	no liq.	8,16	-	NO	NO	NO	8,16	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,0	19	1,13	1,85	0,85	2,775	1,275	1,02	12,73	7,0	3,14	no liq.	12,73	-	NO	NO	NO	12,73	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,2	38	0,27	1,95	0,95	2,964	1,444	1,02	24,26	0,8	2,36	POT. LIQ.	-	28,87	2,29	1,92	55,49	55,49	0,096	0,267	1,429	0,51	0,23	0,94	0,25
15,4	35	0,47	1,95	0,95	3,003	1,463	1,02	21,87	1,5	2,54	POT. LIQ.	-	26,20	2,47	2,64	69,28	69,28	0,111	0,265	1,429	0,60	0,18	0,89	0,00
15,6	33	0,93	1,85	0,85	2,886	1,326	1,02	22,71	3,1	2,72	no liq.	22,71	-	NO	NO	NO	22,71	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,8	27	1,33	1,85	0,85	2,923	1,343	1,02	17,93	5,5	2,96	no liq.	17,93	-	NO	NO	NO	17,93	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,0	31	1,67	1,85	0,85	2,960	1,360	1,02	20,62	5,9	2,94	no liq.	20,62	-	NO	NO	NO	20,62	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,2	27	1,80	1,85	0,85	2,997	1,377	1,02	17,43	7,5	3,06	no liq.	17,43	-	NO	NO	NO	17,43	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,4	27	1,93	1,85	0,85	3,034	1,394	1,02	17,19	8,1	3,08	no liq.	17,19	-	NO	NO	NO	17,19	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,6	25	1,67	1,85	0,85	3,071	1,411	1,02	15,54	7,6	3,10	no liq.	15,54	-	NO	NO	NO	15,54	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,8	21	1,47	1,85	0,85	3,108	1,428	1,02	12,53	8,2	3,19	no liq.	12,53	-	NO	NO	NO	12,53	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,0	20	1,33	1,85	0,85	3,145	1,445	1,02	11,66	7,9	3,20	no liq.	11,66	-	NO	NO	NO	11,66	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,2	20	1,33	1,85	0,85	3,182	1,462	1,02	11,50	7,9	3,21	no liq.	11,50	-	NO	NO	NO	11,50	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,4	23	1,40	1,85	0,85	3,219	1,479	1,02	13,37	7,1	3,13	no liq.	13,37	-	NO	NO	NO	13,37	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,6	22	1,27	1,85	0,85	3,256	1,496	1,02	12,53	6,8	3,14	no liq.	12,53	-	NO	NO	NO	12,53	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,8	15	0,67	1,85	0,85	3,293	1,513	1,02	7,74	5,7	3,25	no liq.	7,74	-	NO	NO	NO	7,74	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,0	9	0,47	1,85	0,85	3,330	1,530	1,02	3,71	8,2	3,60	no liq.	3,71	-	NO	NO	NO	3,71	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,2	11	0,47	1,85	0,85	3,367	1,547	1,02	4,93	6,1	3,43	no liq.	4,93	-	NO	NO	NO	4,93	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,4	35	0,87	1,85	0,85	3,404	1,564	1,02	20,20	2,7	2,73	no liq.	20,20	-	NO	NO	NO	20,20	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,6	45	0,53	1,95	0,95	3,627	1,767	1,02	23,41	1,3	2,49	POT. LIQ.	-	30,82	2,39	2,26	69,58	69,58	0,111	0,239	1,429	0,66	0,05	0,84	0,17
18,8	52	0,60	1,95	0,95	3,666	1,786	1,02	27,06	1,2	2,42	POT. LIQ.	-	35,82	2,32	2,03	72,54	72,54	0,115	0,238	1,429	0,69	0,04	0,81	0,16
19,0	55	0,93	1,95	0,95	3,705	1,805	1,02	28,42	1,8	2,50	POT. LIQ.	-	37,81	2,40	2,32	87,80	87,80	0,143	0,236	1,429	0,86	0,01	0,62	0,13
19,2	51	0,53	1,95	0,95	3,744	1,824	1,02	25,91	1,1	2,42	POT. LIQ.	-	34,65	2,31	1,99	68,88	68,88	0,110	0,235	1,429	0,67	0,03	0,83	0,17
19,4	44	0,73	1,95	0,95	3,783	1,843	1,02	21,82	1,8	2,60	POT. LIQ.	-	29,34	2,49	2,72	79,84	79,84	0,127	0,234	1,429	0,78	0,01	0,72	0,14
19,6	45	0,73	1,95	0,95	3,822	1,862	1,02	22,11	1,8	2,58	POT. LIQ.	-	29,88	2,48	2,66	79,50	79,50	0,127	0,232	1,429	0,78	0,01	0,72	0,14
19,8	51	0,33	1,95	0,95	3,861	1,881	1,02	25,06	0,7	2,33	POT. LIQ.	-	34,04	2,21	1,70	57,88	57,88	0,098	0,231	1,429	0,61	0,01	0,89	0,18
20,0	47																							

4,48 13,20 6,02

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 1-2022
Data	13/04/2022

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 1-2022
Data	13/04/2022

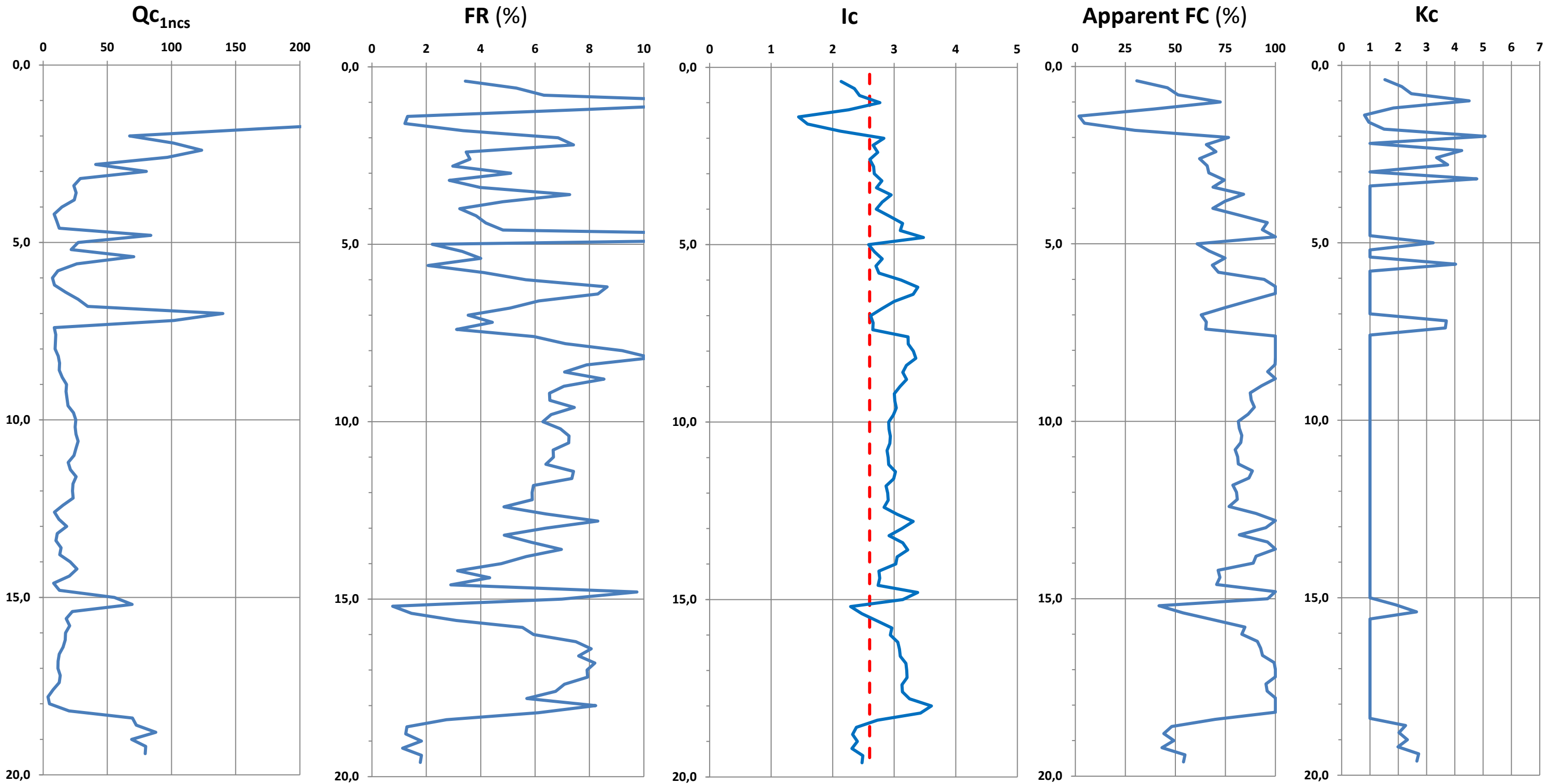
Profondità Falda	0,5 m dal p.c.
Magnitudo momento (da INGV, 2004)	6,14
A _{max} (g) (da EERA)	0,291



- 1 = Organic soil : peats
 - 2 = Clay
 - 3 = Silty clay
 - 4 = Clayey silt to silty clay
 - 5 = Sandy silt
 - 6 = Silty sand
 - 7 = Sand with silt
 - 8 = Clean sand
 - 9 = Gravelly sand to dense sand
- da Robertson, 1990
(modificato da Fred Yi, 2010)

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 1-2022
Data	13/04/2022

Qc_{1ncs}	Resistenza alla punta normalizzata da Robertson e Wride, 1998 (sabbie con fini)
FR (%)	Normalised Friction Ratio
Ic	Indice del Comportamento del Suolo (STB) da Robertson e Wride, 1998
Apparent FC (%)	Contenuto apparente in fini da Fred Yi, 2010
Kc	Fattore correttivo per la presenza di fini da Robertson e Wride, 1998



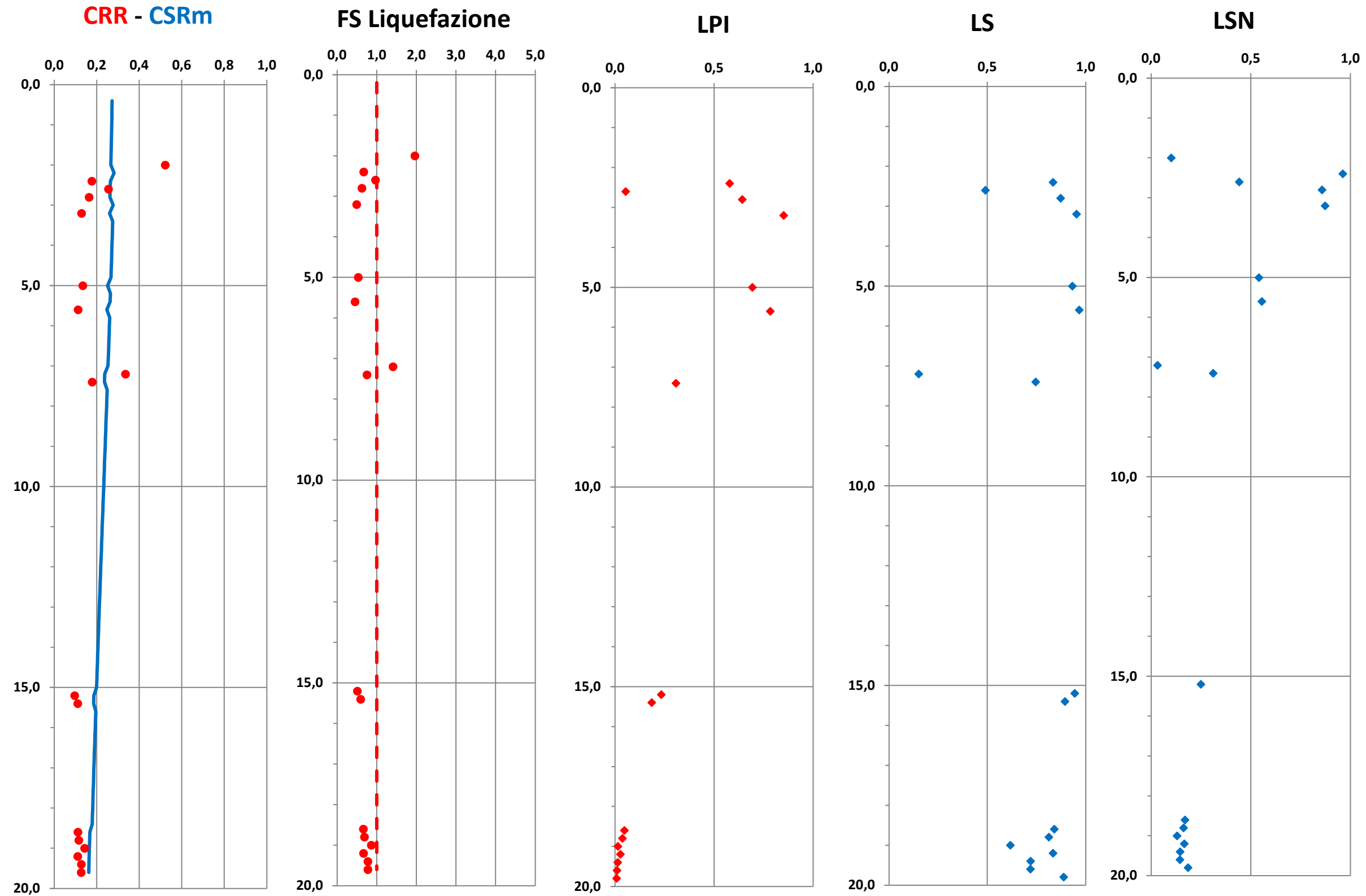
Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 1-2022
Data	13/04/2022

CRR	Rapporto di resistenza ciclica (Robertson e Wride, 1998)
CSR_m	Rapporto di tensione ciclica (Robertson e Wride, 1998)
FS	Fattore di Sicurezza alla Liquefazione (Robertson e Wride, 1998)
LPI	Indice di Potenziale Liquefazione (Iwasaki et alii, 1978)
LS	Indice di Severità di Liquefazione (Sonmez & Gokceoglu, 2005)
LSN	Numero di Severità della Liquefazione (Tonkin & Taylor, 2013)

LPI	Classe di Pericolosità
0	Non Liquefacibile
1 < LPI < 2	Potenziale Basso
2 < LPI < 5	Potenziale Moderato
5 < LPI < 15	Potenziale Alto
LPI > 15	Potenziale Molto alto
4,48	Classe di Pericolosità
	Potenziale Moderato

LS	Classe di Severità
LS = 0	Non liquefacibile
0 < LS < 15	Molto bassa
15 < LS < 35	Bassa
35 < LS < 65	Moderata
65 < LS < 85	Alta
85 < LS < 100	Molto alta
13,20	Classe di Severità
	Molto bassa

LSN	Effetti connessi
0 < LSN < 10	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione
10 < LSN < 20	Minori manifestazioni di liquefazione, limitati sifonamenti
20 < LSN < 30	Moderate manifestazioni di liquefazione, con sifonamenti e qualche danno strutturale
30 < LSN < 40	Manifestazioni di liquefazione da moderate a forti, cedimenti possono causare danni strutturali
40 < LSN < 50	Importanti manifestazioni di liquefazione, ondulazioni e danni in superficie, forti cedimenti totali e differenziali della struttura
LSN > 50	Forti danni, estese evidenze di liquefazione in superficie, forti cedimenti totali e differenziali delle strutture, danni ai servizi
6,02	Effetti connessi
	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione



10,8	24	1,26	1,85	0,85	1,998	0,918	1,02	23,97	5,7	2,88	no liq.	23,97	-	NO	NO	NO	23,97	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,0	24	1,50	1,85	0,85	2,035	0,935	1,02	23,49	6,8	2,94	no liq.	23,49	-	NO	NO	NO	23,49	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,2	23	1,28	1,85	0,85	2,072	0,952	1,02	21,98	6,1	2,92	no liq.	21,98	-	NO	NO	NO	21,98	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,4	24	1,33	1,85	0,85	2,109	0,969	1,02	22,59	6,1	2,91	no liq.	22,59	-	NO	NO	NO	22,59	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,6	23	1,35	1,85	0,85	2,146	0,986	1,02	21,15	6,5	2,95	no liq.	21,15	-	NO	NO	NO	21,15	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,8	21	1,00	1,85	0,85	2,183	1,003	1,02	18,76	5,3	2,93	no liq.	18,76	-	NO	NO	NO	18,76	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,0	22	0,92	1,85	0,85	2,220	1,020	1,02	19,39	4,6	2,88	no liq.	19,39	-	NO	NO	NO	19,39	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,2	27	1,13	1,85	0,85	2,257	1,037	1,02	23,86	4,5	2,81	no liq.	23,86	-	NO	NO	NO	23,86	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,4	30	1,25	1,85	0,85	2,294	1,054	1,02	26,29	4,5	2,78	no liq.	26,29	-	NO	NO	NO	26,29	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,6	25	1,25	1,85	0,85	2,331	1,071	1,02	21,17	5,5	2,91	no liq.	21,17	-	NO	NO	NO	21,17	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,8	15	0,94	1,85	0,85	2,368	1,088	1,02	11,61	7,4	3,19	no liq.	11,61	-	NO	NO	NO	11,61	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,0	11	0,61	1,85	0,85	2,405	1,105	1,02	7,78	7,1	3,31	no liq.	7,78	-	NO	NO	NO	7,78	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,2	13	0,59	1,85	0,85	2,442	1,122	1,02	9,41	5,6	3,18	no liq.	9,41	-	NO	NO	NO	9,41	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,4	15	0,75	1,85	0,85	2,479	1,139	1,02	10,99	6,0	3,14	no liq.	10,99	-	NO	NO	NO	10,99	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,6	16	0,73	1,85	0,85	2,516	1,156	1,02	11,66	5,4	3,10	no liq.	11,66	-	NO	NO	NO	11,66	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,8	15	0,79	1,85	0,85	2,553	1,173	1,02	10,61	6,3	3,17	no liq.	10,61	-	NO	NO	NO	10,61	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,0	15	0,79	1,85	0,85	2,590	1,190	1,02	10,43	6,4	3,18	no liq.	10,43	-	NO	NO	NO	10,43	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,2	28	0,80	1,85	0,85	2,627	1,207	1,02	21,02	3,2	2,75	no liq.	21,02	-	NO	NO	NO	21,02	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,4	35	1,40	1,85	0,85	2,664	1,224	1,02	26,42	4,3	2,76	no liq.	26,42	-	NO	NO	NO	26,42	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,6	28	0,73	1,85	0,85	2,701	1,241	1,02	20,39	2,9	2,74	no liq.	20,39	-	NO	NO	NO	20,39	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,8	13	1,00	1,85	0,85	2,738	1,258	1,02	8,16	9,7	3,38	no liq.	8,16	-	NO	NO	NO	8,16	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,0	19	1,13	1,85	0,85	2,775	1,275	1,02	12,73	7,0	3,14	no liq.	12,73	-	NO	NO	NO	12,73	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,2	38	0,27	1,95	0,95	2,964	1,444	1,02	24,26	0,8	2,36	POT. LIQ.	-	28,87	2,29	1,92	55,49	55,49	0,096	0,267	1,429	0,51	0,23	0,94	0,25
15,4	35	0,47	1,95	0,95	3,003	1,463	1,02	21,87	1,5	2,54	POT. LIQ.	-	26,20	2,47	2,64	69,28	69,28	0,111	0,265	1,429	0,60	0,18	0,89	0,00
15,6	33	0,93	1,85	0,85	2,886	1,326	1,02	22,71	3,1	2,72	no liq.	22,71	-	NO	NO	NO	22,71	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,8	27	1,33	1,85	0,85	2,923	1,343	1,02	17,93	5,5	2,96	no liq.	17,93	-	NO	NO	NO	17,93	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,0	31	1,67	1,85	0,85	2,960	1,360	1,02	20,62	5,9	2,94	no liq.	20,62	-	NO	NO	NO	20,62	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,2	27	1,80	1,85	0,85	2,997	1,377	1,02	17,43	7,5	3,06	no liq.	17,43	-	NO	NO	NO	17,43	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,4	27	1,93	1,85	0,85	3,034	1,394	1,02	17,19	8,1	3,08	no liq.	17,19	-	NO	NO	NO	17,19	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,6	25	1,67	1,85	0,85	3,071	1,411	1,02	15,54	7,6	3,10	no liq.	15,54	-	NO	NO	NO	15,54	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,8	21	1,47	1,85	0,85	3,108	1,428	1,02	12,53	8,2	3,19	no liq.	12,53	-	NO	NO	NO	12,53	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,0	20	1,33	1,85	0,85	3,145	1,445	1,02	11,66	7,9	3,20	no liq.	11,66	-	NO	NO	NO	11,66	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,2	20	1,33	1,85	0,85	3,182	1,462	1,02	11,50	7,9	3,21	no liq.	11,50	-	NO	NO	NO	11,50	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,4	23	1,40	1,85	0,85	3,219	1,479	1,02	13,37	7,1	3,13	no liq.	13,37	-	NO	NO	NO	13,37	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,6	22	1,27	1,85	0,85	3,256	1,496	1,02	12,53	6,8	3,14	no liq.	12,53	-	NO	NO	NO	12,53	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,8	15	0,67	1,85	0,85	3,293	1,513	1,02	7,74	5,7	3,25	no liq.	7,74	-	NO	NO	NO	7,74	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,0	9	0,47	1,85	0,85	3,330	1,530	1,02	3,71	8,2	3,60	no liq.	3,71	-	NO	NO	NO	3,71	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,2	11	0,47	1,85	0,85	3,367	1,547	1,02	4,93	6,1	3,43	no liq.	4,93	-	NO	NO	NO	4,93	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,4	35	0,87	1,85	0,85	3,404	1,564	1,02	20,20	2,7	2,73	no liq.	20,20	-	NO	NO	NO	20,20	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,6	45	0,53	1,95	0,95	3,627	1,767	1,02	23,41	1,3	2,49	POT. LIQ.	-	30,82	2,39	2,26	69,58	69,58	0,111	0,239	1,429	0,66	0,05	0,84	0,17
18,8	52	0,60	1,95	0,95	3,666	1,786	1,02	27,06	1,2	2,42	POT. LIQ.	-	35,82	2,32	2,03	72,54	72,54	0,115	0,238	1,429	0,69	0,04	0,81	0,16
19,0	55	0,93	1,95	0,95	3,705	1,805	1,02	28,42	1,8	2,50	POT. LIQ.	-	37,81	2,40	2,32	87,80	87,80	0,143	0,236	1,429	0,86	0,01	0,62	0,13
19,2	51	0,53	1,95	0,95	3,744	1,824	1,02	25,91	1,1	2,42	POT. LIQ.	-	34,65	2,31	1,99	68,88	68,88	0,110	0,235	1,429	0,67	0,03	0,83	0,17
19,4	44	0,73	1,95	0,95	3,783	1,843	1,02	21,82	1,8	2,60	POT. LIQ.	-	29,34	2,49	2,72	79,84	79,84	0,127	0,234	1,429	0,78	0,01	0,72	0,14
19,6	45	0,73	1,95	0,95	3,822	1,862	1,02	22,11	1,8	2,58	POT. LIQ.	-	29,88	2,48	2,66	79,50	79,50	0,127	0,232	1,429	0,78	0,01	0,72	0,14
19,8	51	0,33	1,95	0,95	3,861	1,881	1,02	25,06	0,7	2,33	POT. LIQ.	-	34,04	2,21	1,70	57,88	57,88	0,098	0,231	1,429	0,61	0,01	0,89	0,18
20,0	47																							

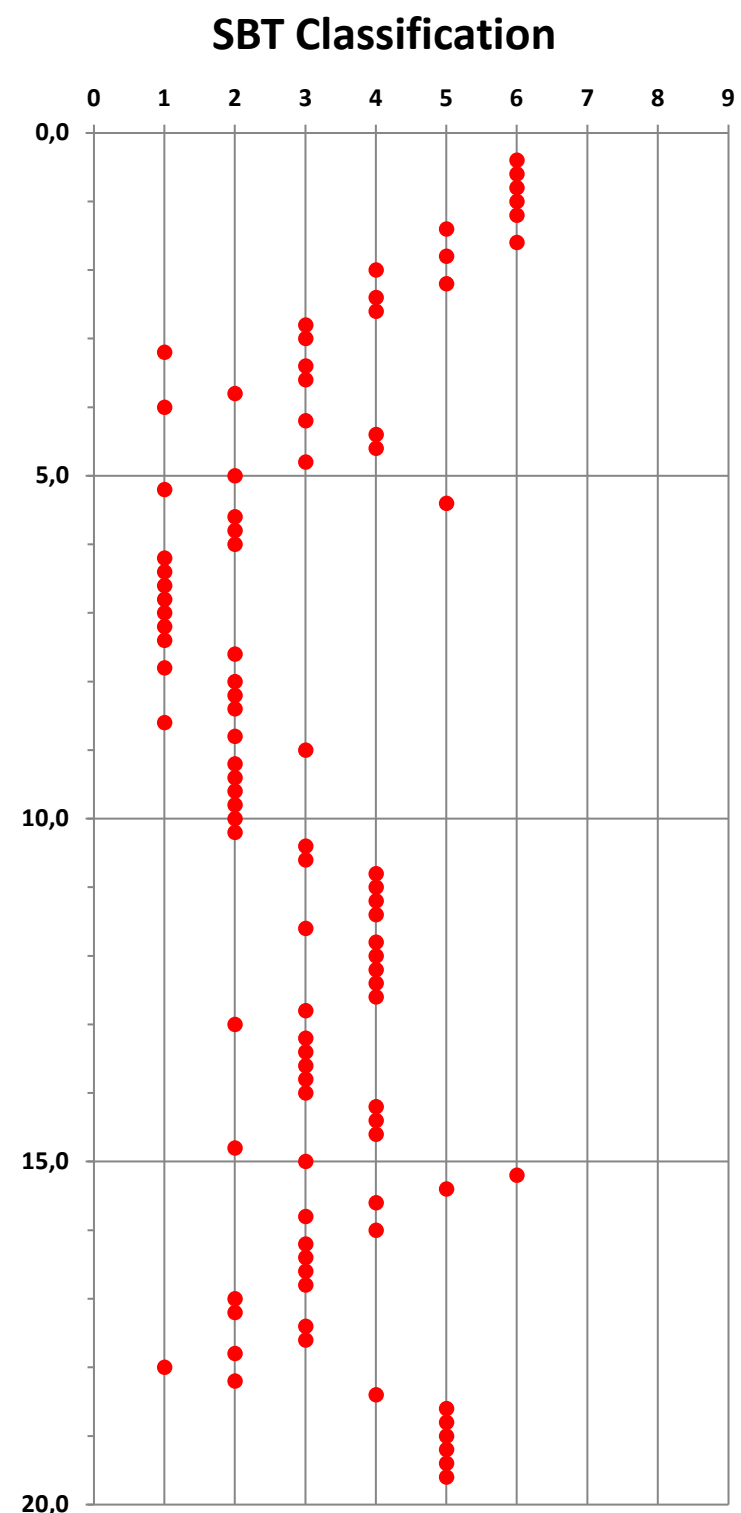
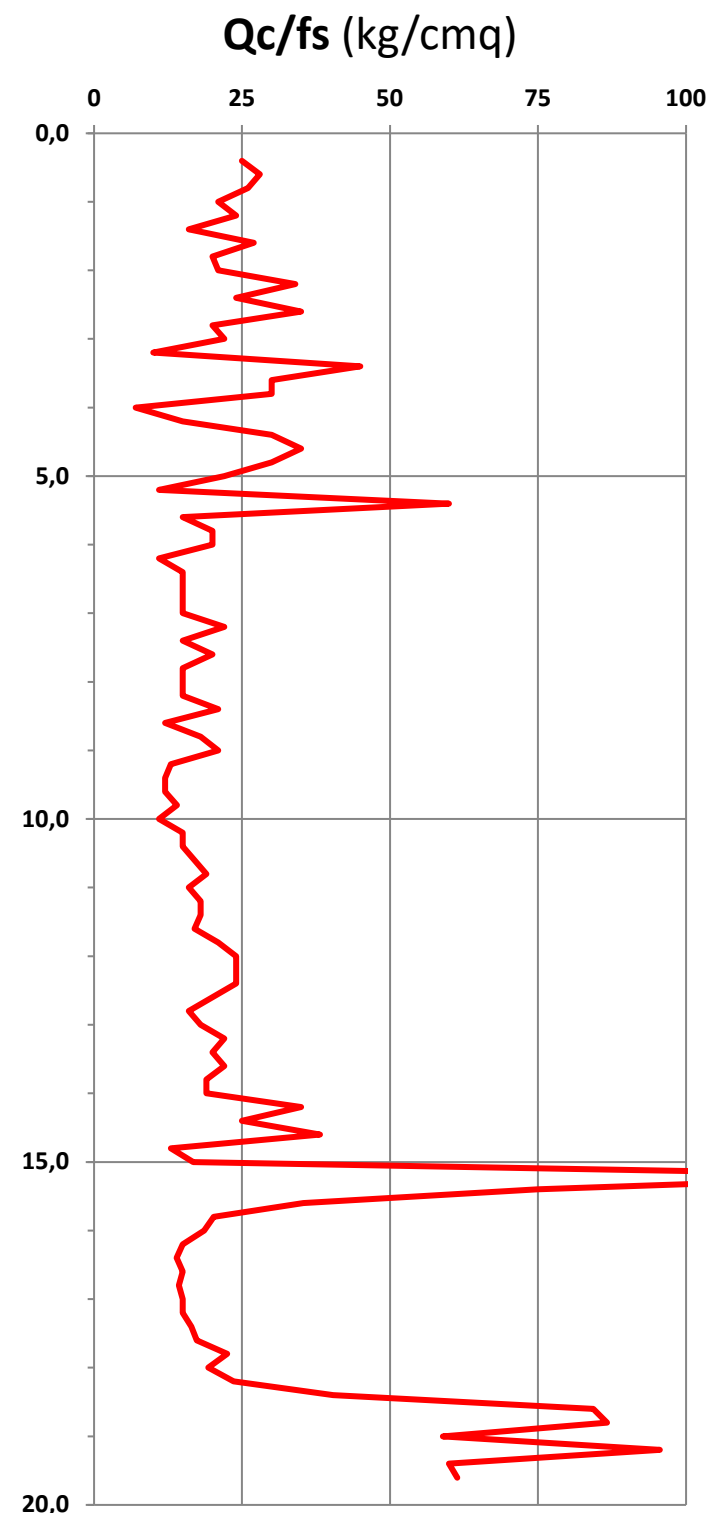
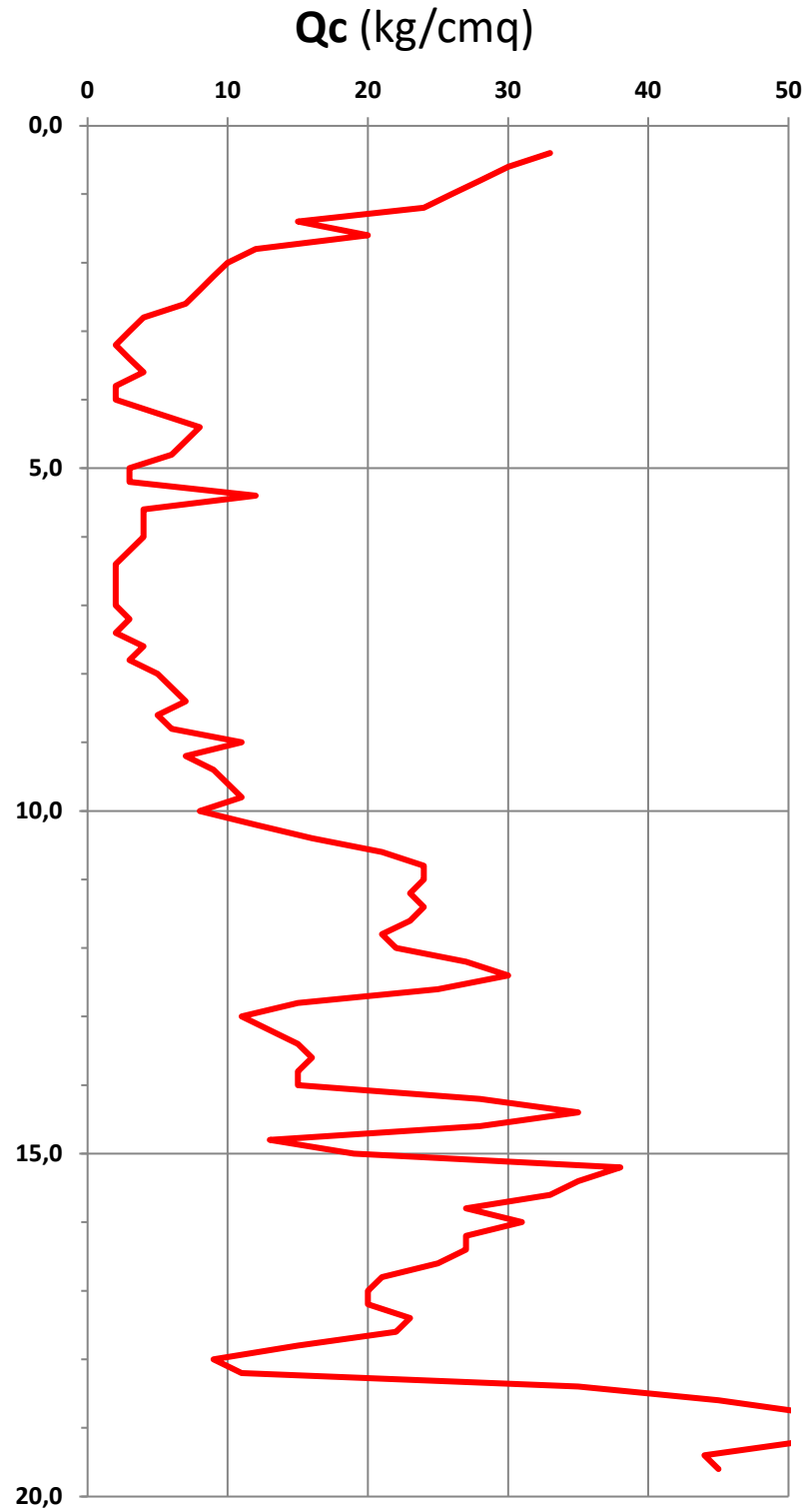
2,31 9,70 3,53

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 1-2003
Data	18/09/2003

15,0 Dati estrapolati dalla prova CPT 1-2022

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 1-2003
Data	18/09/2003

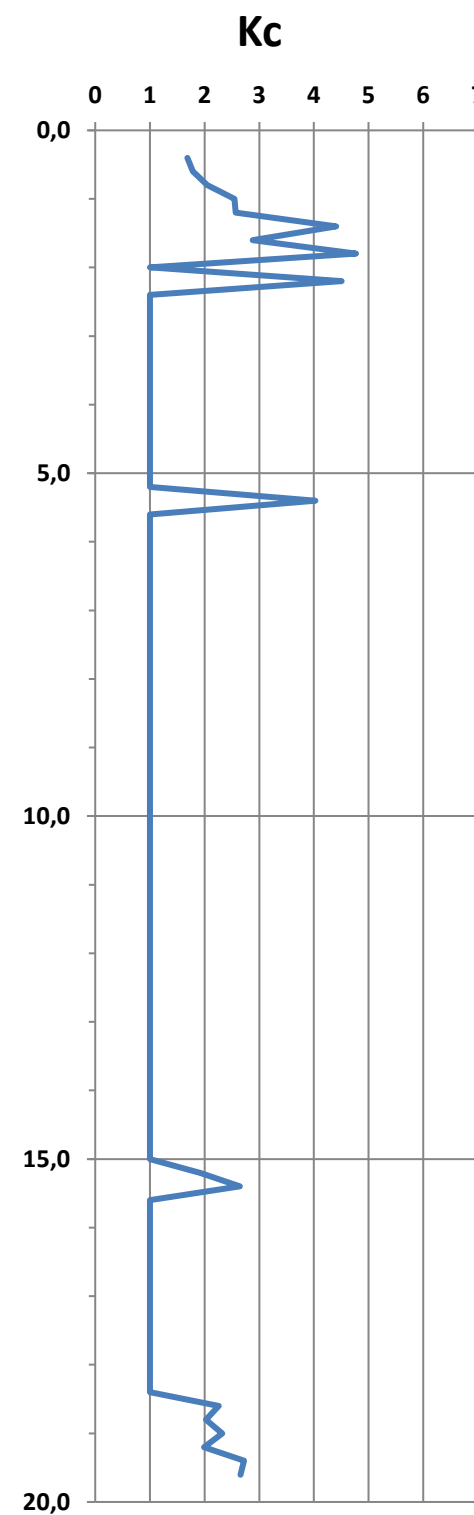
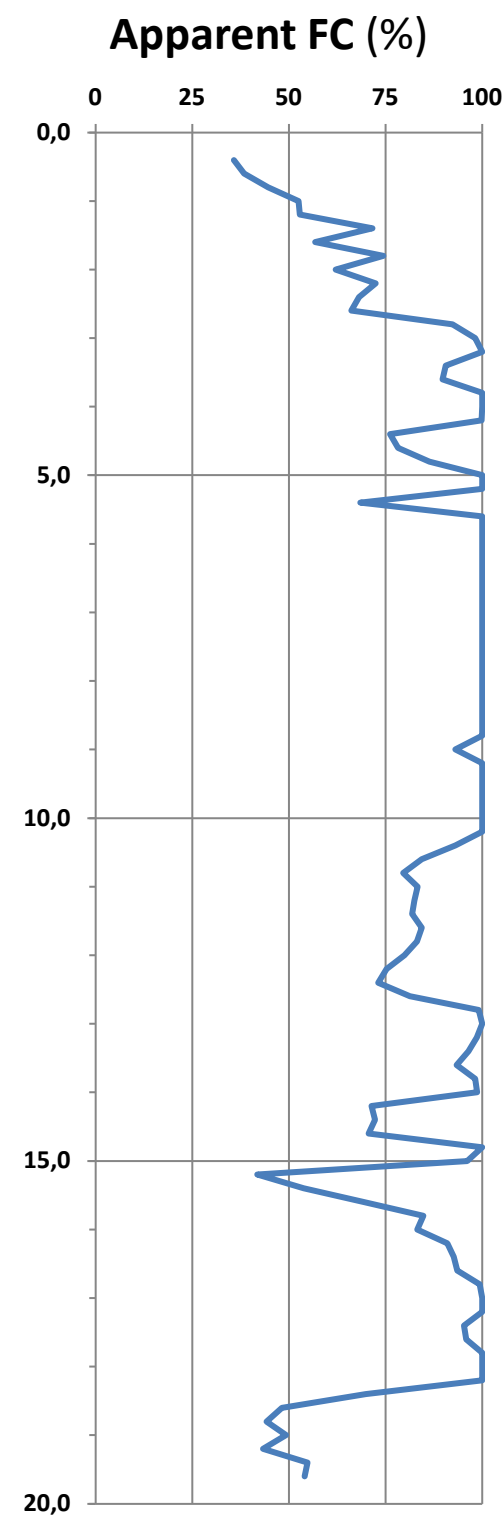
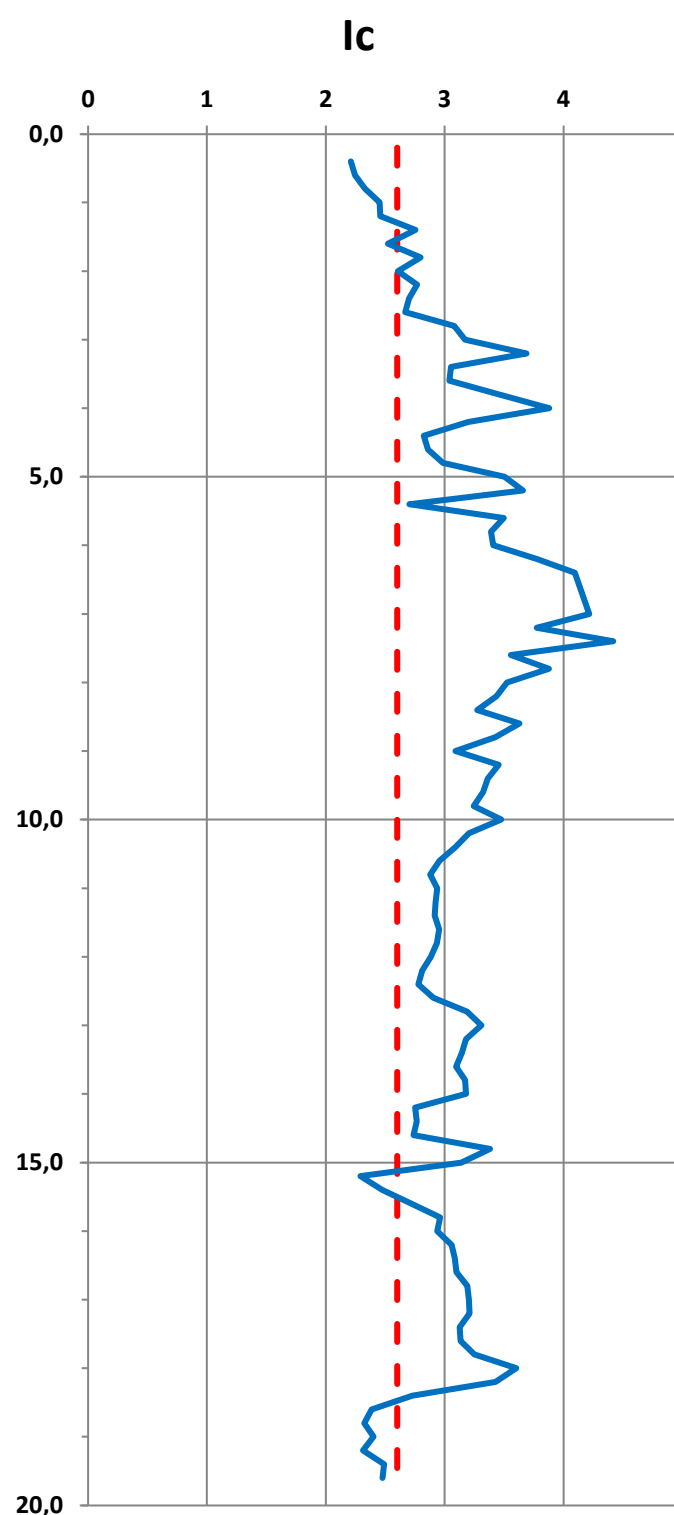
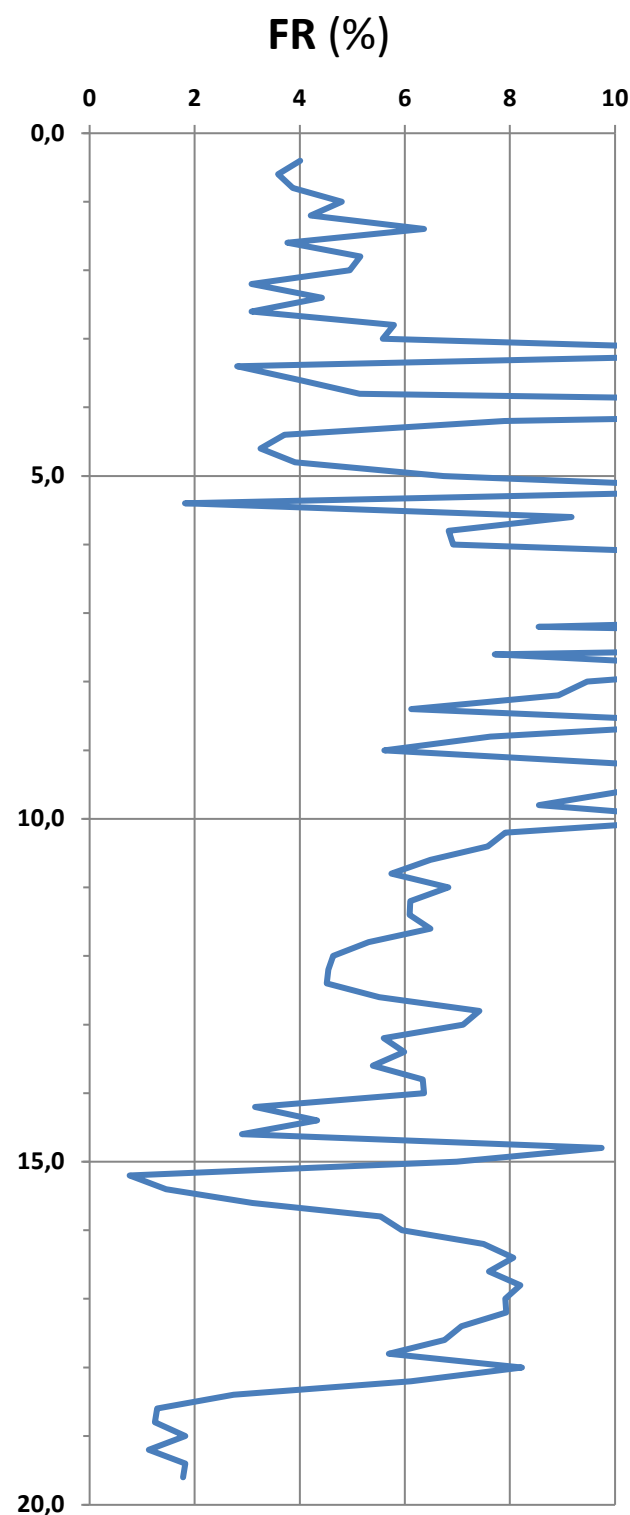
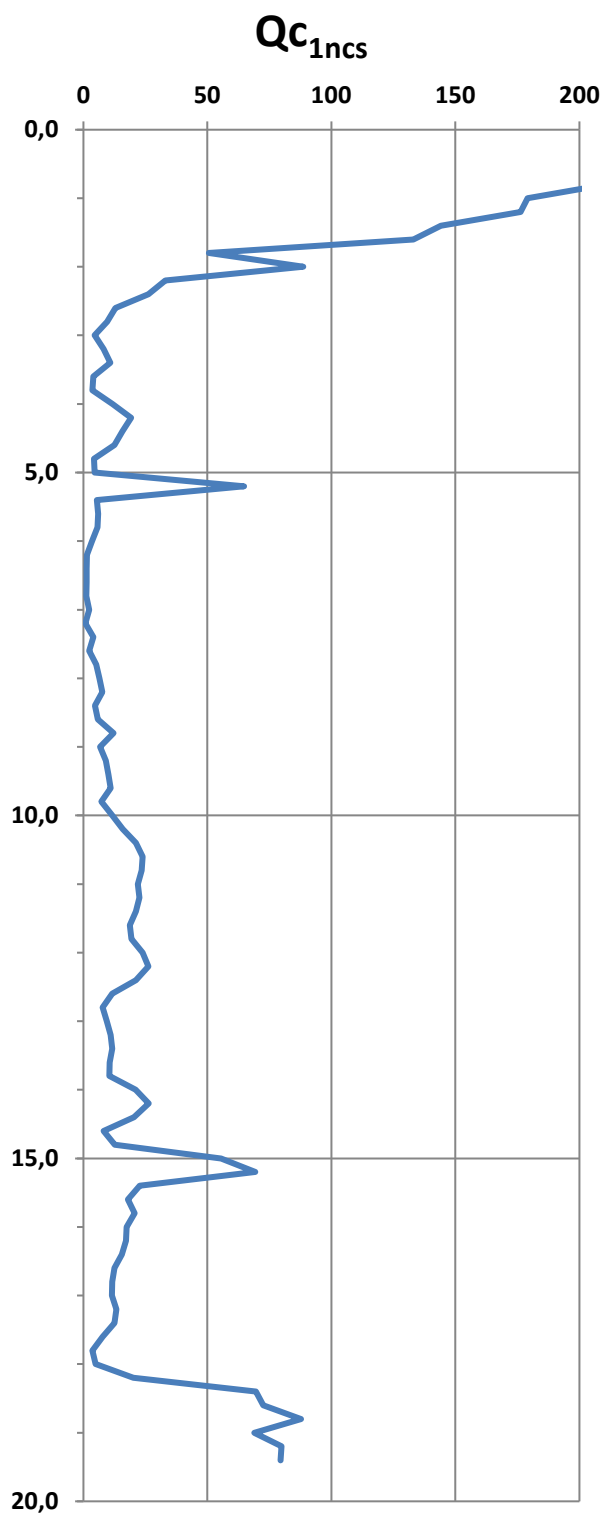
Profondità Falda	0,5 m dal p.c.
Magnitudo momento (da INGV, 2004)	6,14
A _{max} (g) (da EERA)	0,291



- 1 = Organic soil : peats
 - 2 = Clay
 - 3 = Silty clay
 - 4 = Clayey silt to silty clay
 - 5 = Sandy silt
 - 6 = Silty sand
 - 7 = Sand with silt
 - 8 = Clean sand
 - 9 = Gravelly sand to dense sand
- da Robertson, 1990
(modificato da Fred Yi, 2010)

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 1-2003
Data	18/09/2003

Qc_{1ncs}	Resistenza alla punta normalizzata da Robertson e Wride, 1998 (sabbie con fini)
FR (%)	Normalised Friction Ratio
Ic	Indice del Comportamento del Suolo (STB) da Robertson e Wride, 1998
Apparent FC (%)	Contenuto apparente in fini da Fred Yi, 2010
Kc	Fattore correttivo per la presenza di fini da Robertson e Wride, 1998



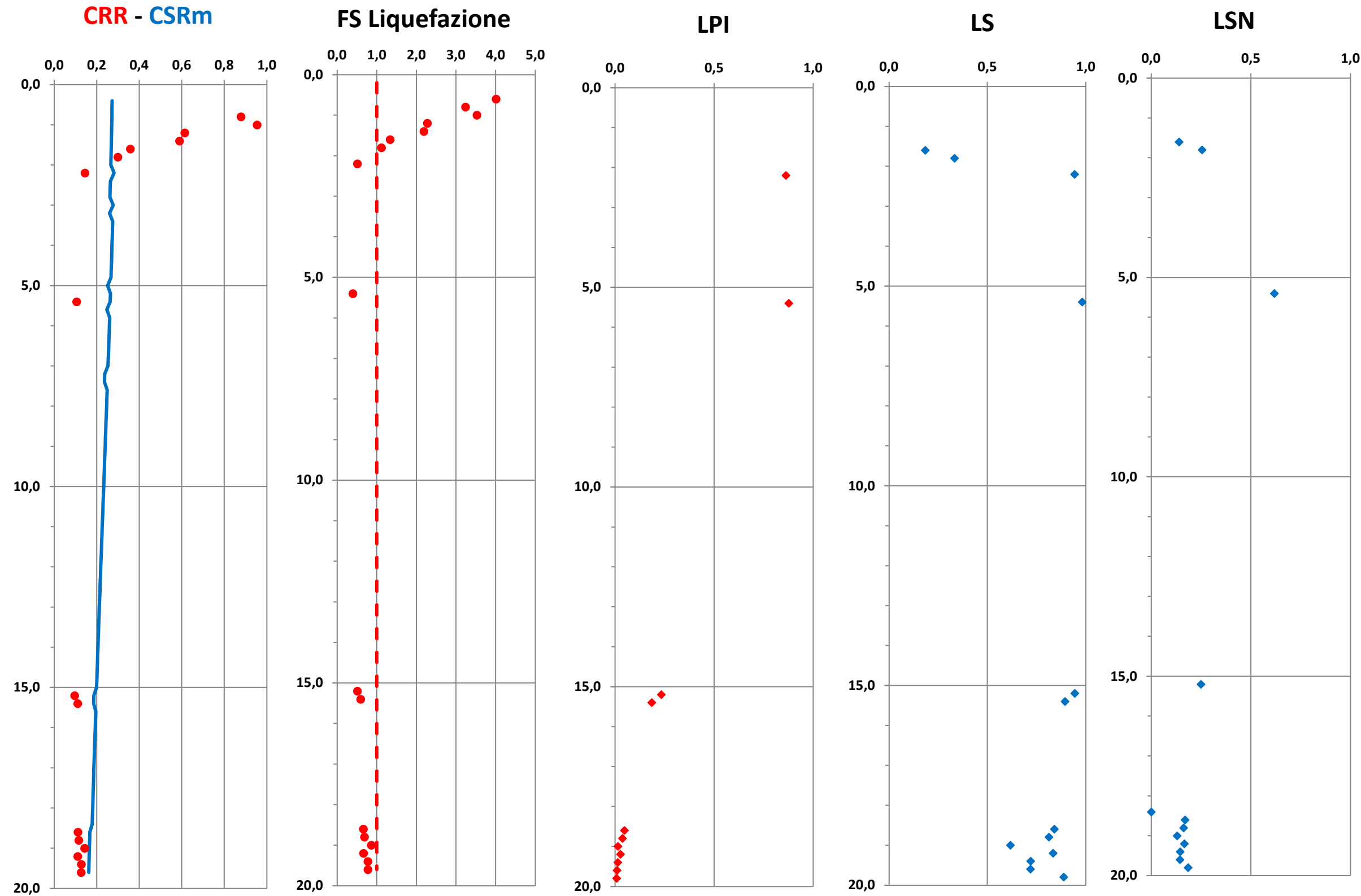
Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 1-2003
Data	18/09/2003

CRR	Rapporto di resistenza ciclica (Robertson e Wride, 1998)
CSR_m	Rapporto di tensione ciclica (Robertson e Wride, 1998)
FS	Fattore di Sicurezza alla Liquefazione (Robertson e Wride, 1998)
LPI	Indice di Potenziale Liquefazione (Iwasaki et alii, 1978)
LS	Indice di Severità di Liquefazione (Sonmez & Gokceoglu, 2005)
LSN	Numero di Severità della Liquefazione (Tonkin & Taylor, 2013)

LPI	Classe di Pericolosità
0	Non Liquefacibile
1 < LPI < 2	Potenziale Basso
2 < LPI < 5	Potenziale Moderato
5 < LPI < 15	Potenziale Alto
LPI > 15	Potenziale Molto alto
2,31	Classe di Pericolosità
	Potenziale Moderato

LS	Classe di Severità
LS = 0	Non liquefacibile
0 < LS < 15	Molto bassa
15 < LS < 35	Bassa
35 < LS < 65	Moderata
65 < LS < 85	Alta
85 < LS < 100	Molto alta
9,70	Classe di Severità
	Molto bassa

LSN	Effetti connessi
0 < LSN < 10	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione
10 < LSN < 20	Minori manifestazioni di liquefazione, limitati sifonamenti
20 < LSN < 30	Moderate manifestazioni di liquefazione, con sifonamenti e qualche danno strutturale
30 < LSN < 40	Manifestazioni di liquefazione da moderate a forti, cedimenti possono causare danni strutturali
40 < LSN < 50	Importanti manifestazioni di liquefazione, ondulazioni e danni in superficie, forti cedimenti totali e differenziali della struttura
LSN > 50	Forti danni, estese evidenze di liquefazione in superficie, forti cedimenti totali e differenziali delle strutture, danni ai servizi
3,53	Effetti connessi
	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione



10,8	23	1,64	1,85	0,85	1,998	0,918	1,02	22,88	7,8	2,99	no liq.	22,88	-	NO	NO	NO	22,88	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,0	23	1,44	1,85	0,85	2,035	0,935	1,02	22,42	6,9	2,95	no liq.	22,42	-	NO	NO	NO	22,42	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,2	25	1,39	1,85	0,85	2,072	0,952	1,02	24,08	6,1	2,89	no liq.	24,08	-	NO	NO	NO	24,08	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,4	22	1,38	1,85	0,85	2,109	0,969	1,02	20,53	6,9	2,98	no liq.	20,53	-	NO	NO	NO	20,53	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,6	23	1,28	1,85	0,85	2,146	0,986	1,02	21,15	6,1	2,94	no liq.	21,15	-	NO	NO	NO	21,15	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
11,8	24	1,20	1,85	0,85	2,183	1,003	1,02	21,75	5,5	2,90	no liq.	21,75	-	NO	NO	NO	21,75	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,0	27	1,50	1,85	0,85	2,220	1,020	1,02	24,29	6,1	2,89	no liq.	24,29	-	NO	NO	NO	24,29	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,2	23	1,28	1,85	0,85	2,257	1,037	1,02	20,00	6,2	2,96	no liq.	20,00	-	NO	NO	NO	20,00	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,4	18	0,60	1,85	0,85	2,294	1,054	1,02	14,90	3,8	2,92	no liq.	14,90	-	NO	NO	NO	14,90	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,6	13	0,68	1,85	0,85	2,331	1,071	1,02	9,96	6,4	3,20	no liq.	9,96	-	NO	NO	NO	9,96	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
12,8	10	0,33	1,85	0,85	2,368	1,088	1,02	7,01	4,4	3,22	no liq.	7,01	-	NO	NO	NO	7,01	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,0	8	0,62	1,85	0,85	2,405	1,105	1,02	5,06	11,0	3,57	no liq.	5,06	-	NO	NO	NO	5,06	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,2	9	0,33	1,85	0,85	2,442	1,122	1,02	5,84	5,1	3,32	no liq.	5,84	-	NO	NO	NO	5,84	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,4	12	0,67	1,85	0,85	2,479	1,139	1,02	8,36	7,0	3,28	no liq.	8,36	-	NO	NO	NO	8,36	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,6	11	0,52	1,85	0,85	2,516	1,156	1,02	7,34	6,2	3,29	no liq.	7,34	-	NO	NO	NO	7,34	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
13,8	7	0,33	1,85	0,85	2,553	1,173	1,02	3,79	7,5	3,57	no liq.	3,79	-	NO	NO	NO	3,79	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,0	13	0,62	1,85	0,85	2,590	1,190	1,02	8,75	6,0	3,22	no liq.	8,75	-	NO	NO	NO	8,75	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,2	28	0,80	1,85	0,85	2,627	1,207	1,02	21,02	3,2	2,75	no liq.	21,02	-	NO	NO	NO	21,02	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,4	35	1,40	1,85	0,85	2,664	1,224	1,02	26,42	4,3	2,76	no liq.	26,42	-	NO	NO	NO	26,42	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,6	28	0,73	1,85	0,85	2,701	1,241	1,02	20,39	2,9	2,74	no liq.	20,39	-	NO	NO	NO	20,39	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
14,8	13	1,00	1,85	0,85	2,738	1,258	1,02	8,16	9,7	3,38	no liq.	8,16	-	NO	NO	NO	8,16	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,0	19	1,13	1,85	0,85	2,775	1,275	1,02	12,73	7,0	3,14	no liq.	12,73	-	NO	NO	NO	12,73	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,2	38	0,27	1,95	0,95	2,964	1,444	1,02	24,26	0,8	2,36	POT. LIQ.	-	28,87	2,29	1,92	55,49	55,49	0,096	0,267	1,429	0,51	0,23	0,94	0,25
15,4	35	0,47	1,95	0,95	3,003	1,463	1,02	21,87	1,5	2,54	POT. LIQ.	-	26,20	2,47	2,64	69,28	69,28	0,111	0,265	1,429	0,60	0,18	0,89	0,00
15,6	33	0,93	1,85	0,85	2,886	1,326	1,02	22,71	3,1	2,72	no liq.	22,71	-	NO	NO	NO	22,71	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
15,8	27	1,33	1,85	0,85	2,923	1,343	1,02	17,93	5,5	2,96	no liq.	17,93	-	NO	NO	NO	17,93	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,0	31	1,67	1,85	0,85	2,960	1,360	1,02	20,62	5,9	2,94	no liq.	20,62	-	NO	NO	NO	20,62	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,2	27	1,80	1,85	0,85	2,997	1,377	1,02	17,43	7,5	3,06	no liq.	17,43	-	NO	NO	NO	17,43	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,4	27	1,93	1,85	0,85	3,034	1,394	1,02	17,19	8,1	3,08	no liq.	17,19	-	NO	NO	NO	17,19	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,6	25	1,67	1,85	0,85	3,071	1,411	1,02	15,54	7,6	3,10	no liq.	15,54	-	NO	NO	NO	15,54	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
16,8	21	1,47	1,85	0,85	3,108	1,428	1,02	12,53	8,2	3,19	no liq.	12,53	-	NO	NO	NO	12,53	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,0	20	1,33	1,85	0,85	3,145	1,445	1,02	11,66	7,9	3,20	no liq.	11,66	-	NO	NO	NO	11,66	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,2	20	1,33	1,85	0,85	3,182	1,462	1,02	11,50	7,9	3,21	no liq.	11,50	-	NO	NO	NO	11,50	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,4	23	1,40	1,85	0,85	3,219	1,479	1,02	13,37	7,1	3,13	no liq.	13,37	-	NO	NO	NO	13,37	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,6	22	1,27	1,85	0,85	3,256	1,496	1,02	12,53	6,8	3,14	no liq.	12,53	-	NO	NO	NO	12,53	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
17,8	15	0,67	1,85	0,85	3,293	1,513	1,02	7,74	5,7	3,25	no liq.	7,74	-	NO	NO	NO	7,74	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,0	9	0,47	1,85	0,85	3,330	1,530	1,02	3,71	8,2	3,60	no liq.	3,71	-	NO	NO	NO	3,71	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,2	11	0,47	1,85	0,85	3,367	1,547	1,02	4,93	6,1	3,43	no liq.	4,93	-	NO	NO	NO	4,93	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,4	35	0,87	1,85	0,85	3,404	1,564	1,02	20,20	2,7	2,73	no liq.	20,20	-	NO	NO	NO	20,20	0,00	0,00	1,429	0,00	0,00	0,00	0,00
18,6	45	0,53	1,95	0,95	3,627	1,767	1,02	23,41	1,3	2,49	POT. LIQ.	-	30,82	2,39	2,26	69,58	69,58	0,111	0,239	1,429	0,66	0,05	0,84	0,17
18,8	52	0,60	1,95	0,95	3,666	1,786	1,02	27,06	1,2	2,42	POT. LIQ.	-	35,82	2,32	2,03	72,54	72,54	0,115	0,238	1,429	0,69	0,04	0,81	0,16
19,0	55	0,93	1,95	0,95	3,705	1,805	1,02	28,42	1,8	2,50	POT. LIQ.	-	37,81	2,40	2,32	87,80	87,80	0,143	0,236	1,429	0,86	0,01	0,62	0,13
19,2	51	0,53	1,95	0,95	3,744	1,824	1,02	25,91	1,1	2,42	POT. LIQ.	-	34,65	2,31	1,99	68,88	68,88	0,110	0,235	1,429	0,67	0,03	0,83	0,17
19,4	44	0,73	1,95	0,95	3,783	1,843	1,02	21,82	1,8	2,60	POT. LIQ.	-	29,34	2,49	2,72	79,84	79,84	0,127	0,234	1,429	0,78	0,01	0,72	0,14
19,6	45	0,73	1,95	0,95	3,822	1,862	1,02	22,11	1,8	2,58	POT. LIQ.	-	29,88	2,48	2,66	79,50	79,50	0,127	0,232	1,429	0,78	0,01	0,72	0,14
19,8	51	0,33	1,95	0,95	3,861	1,881	1,02	25,06	0,7	2,33	POT. LIQ.	-	34,04	2,21	1,70	57,88	57,88	0,098	0,231	1,429	0,61	0,01	0,89	0,18
20,0	47																							

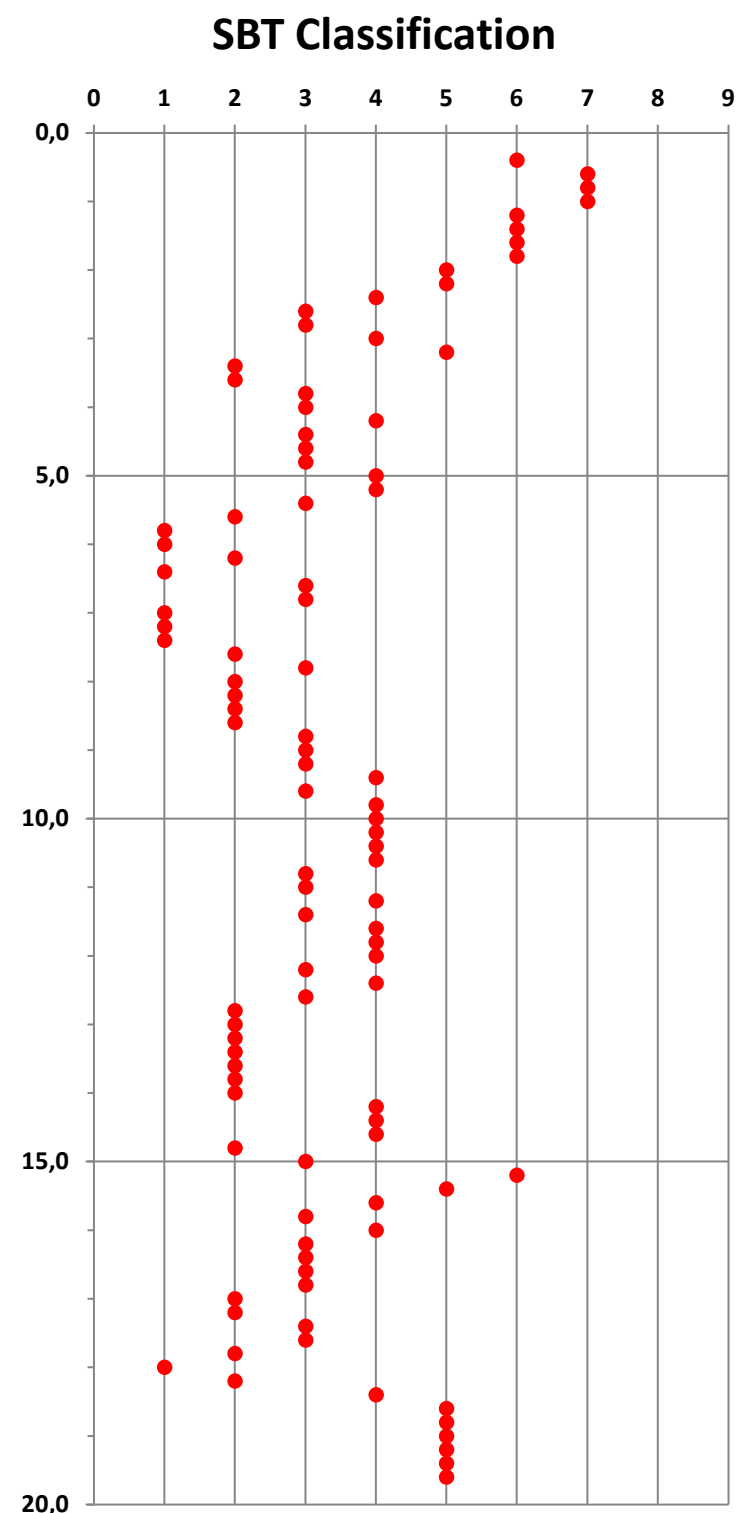
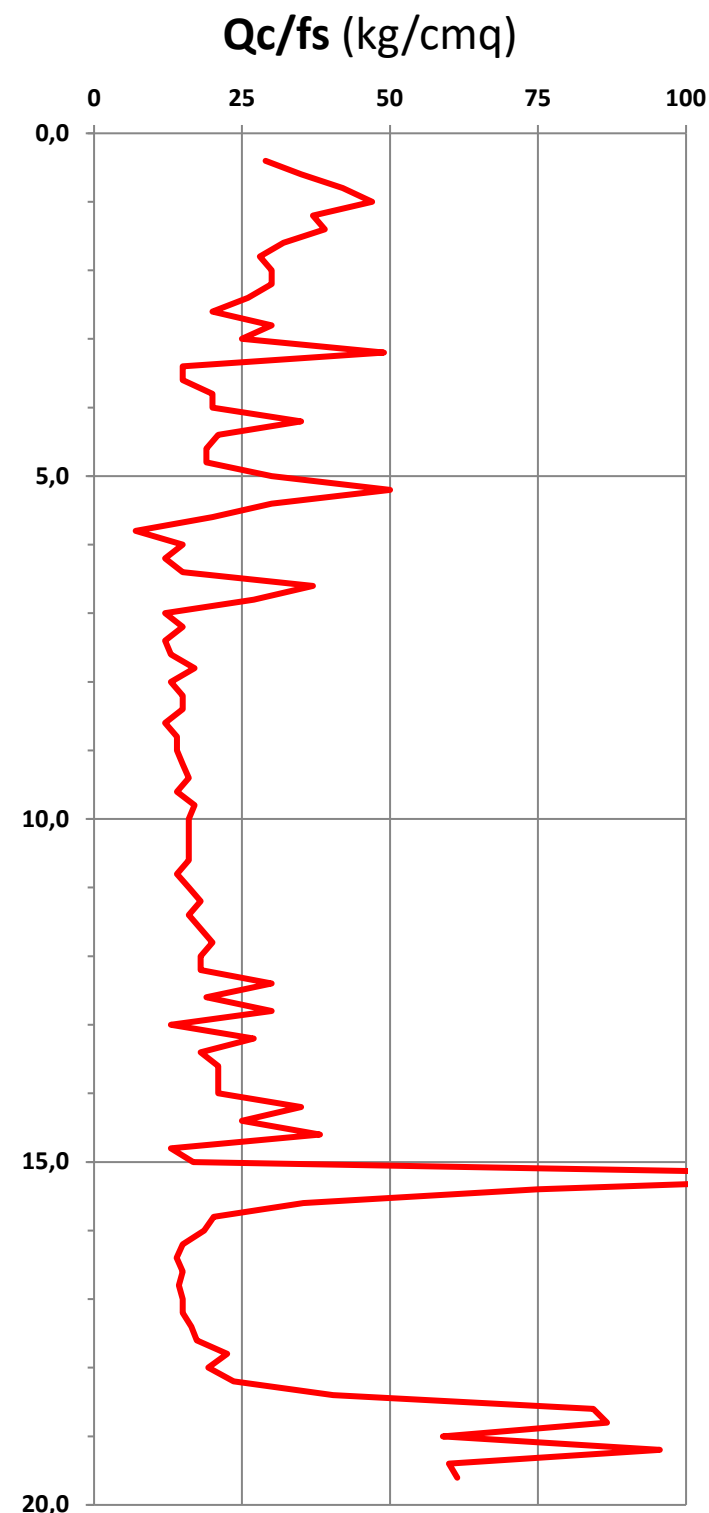
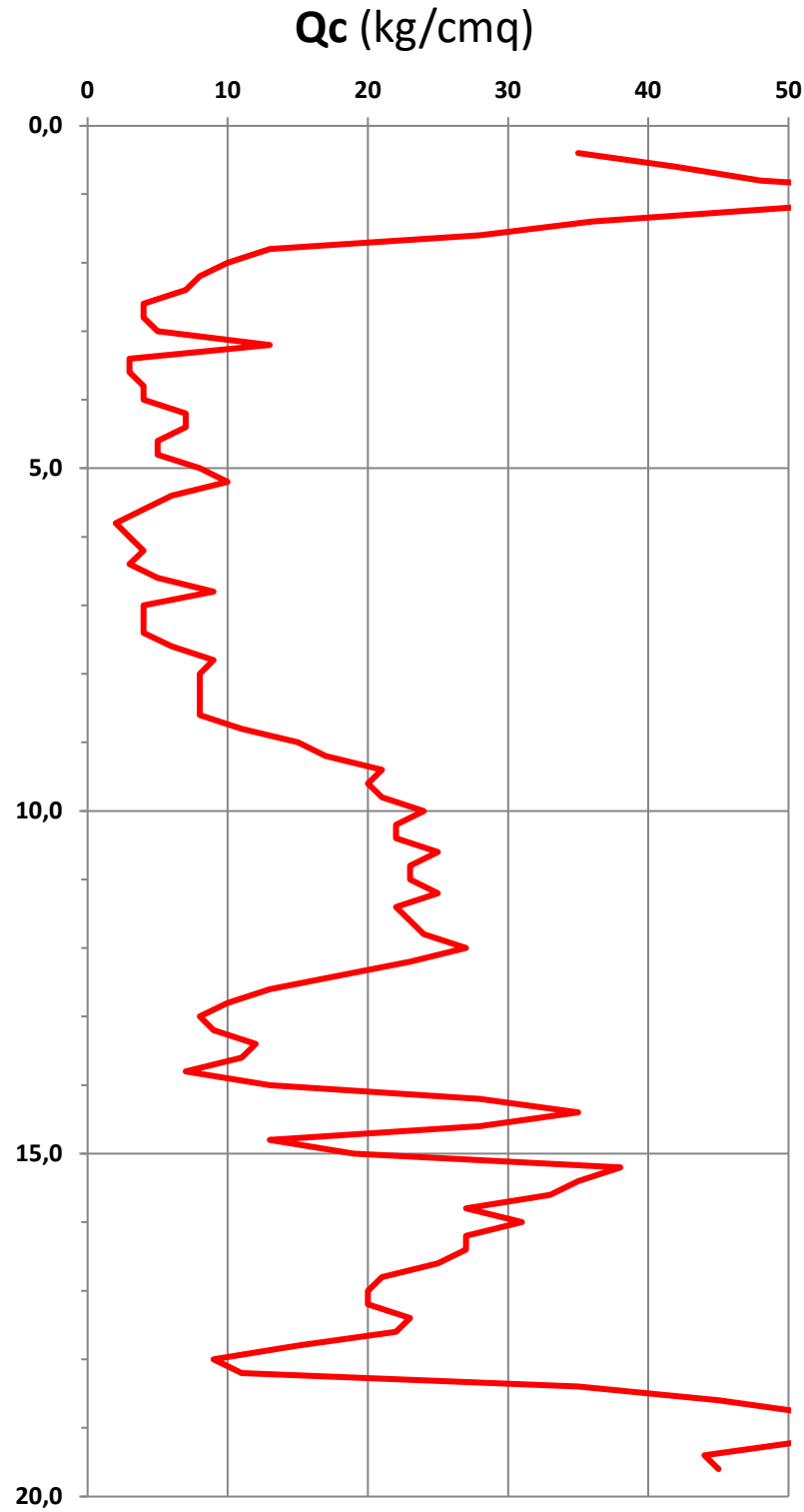
3,27 10,69 5,79

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 2-2003
Data	18/09/2003

15,0 Dati estrapolati dalla prova CPT 1-2022

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 2-2003
Data	18/09/2003

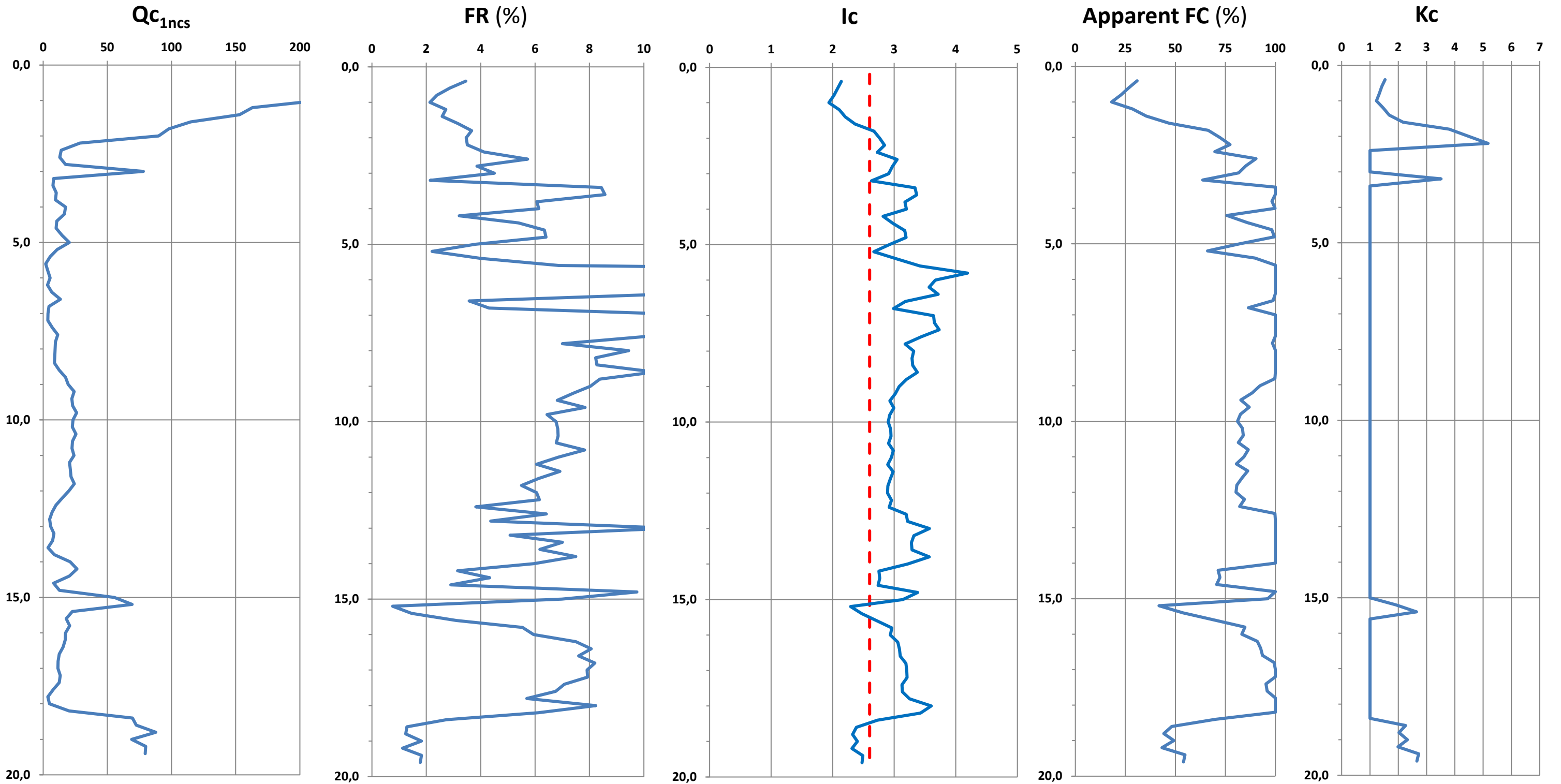
Profondità Falda	0,5 m dal p.c.
Magnitudo momento (da INGV, 2004)	6,14
A _{max} (g) (da EERA)	0,291



- 1 = Organic soil : peats
 - 2 = Clay
 - 3 = Silty clay
 - 4 = Clayey silt to silty clay
 - 5 = Sandy silt
 - 6 = Silty sand
 - 7 = Sand with silt
 - 8 = Clean sand
 - 9 = Gravelly sand to dense sand
- da Robertson, 1990
(modificato da Fred Yi, 2010)

Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 2-2003
Data	18/09/2003

Qc_{1ncs}	Resistenza alla punta normalizzata da Robertson e Wride, 1998 (sabbie con fini)
FR (%)	Normalised Friction Ratio
Ic	Indice del Comportamento del Suolo (STB) da Robertson e Wride, 1998
Apparent FC (%)	Contenuto apparente in fini da Fred Yi, 2010
Kc	Fattore correttivo per la presenza di fini da Robertson e Wride, 1998



Località	Comparto AC_2 - Sala Bolognese
Prova	CPT 2-2003
Data	18/09/2003

CRR	Rapporto di resistenza ciclica (Robertson e Wride, 1998)
CSR_m	Rapporto di tensione ciclica (Robertson e Wride, 1998)
FS	Fattore di Sicurezza alla Liquefazione (Robertson e Wride, 1998)
LPI	Indice di Potenziale Liquefazione (Iwasaki et alii, 1978)
LS	Indice di Severità di Liquefazione (Sonmez & Gokceoglu, 2005)
LSN	Numero di Severità della Liquefazione (Tonkin & Taylor, 2013)

LPI	Classe di Pericolosità
0	Non Liquefacibile
1 < LPI < 2	Potenziale Basso
2 < LPI < 5	Potenziale Moderato
5 < LPI < 15	Potenziale Alto
LPI > 15	Potenziale Molto alto
3,27	Classe di Pericolosità
	Potenziale Moderato

LS	Classe di Severità
LS = 0	Non liquefacibile
0 < LS < 15	Molto bassa
15 < LS < 35	Bassa
35 < LS < 65	Moderata
65 < LS < 85	Alta
85 < LS < 100	Molto alta
10,69	Classe di Severità
	Molto bassa

LSN	Effetti connessi
0 < LSN < 10	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione
10 < LSN < 20	Minori manifestazioni di liquefazione, limitati sifonamenti
20 < LSN < 30	Moderate manifestazioni di liquefazione, con sifonamenti e qualche danno strutturale
30 < LSN < 40	Manifestazioni di liquefazione da moderate a forti, cedimenti possono causare danni strutturali
40 < LSN < 50	Importanti manifestazioni di liquefazione, ondulazioni e danni in superficie, forti cedimenti totali e differenziali della struttura
LSN > 50	Forti danni, estese evidenze di liquefazione in superficie, forti cedimenti totali e differenziali delle strutture, danni ai servizi
5,79	Effetti connessi
	Nessuna o limitata manifestazione di liquefazione

