

■ Soggetto attuatore



# INTERPORTO

## BOLOGNA SPA

SOCIETA'  
INTERPORTO  
BOLOGNA s.p.a.

40100 Bentivoglio (BO)  
Palazzina Doganale Interporto  
Tel. 051 2913011  
Fax 051 221505

## CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA

### COMUNE DI BENTIVOGLIO

■ Progetto

**Realizzazione nuovo asse stradale e relativa rotatoria di innesto sulla Via Rotonda Segnatello (Accesso SUD area interportuale di Bologna)**

Convenzione vigente tra Interporto Bologna s.p.a. ed il Comune di Bentivoglio aggiornata come da DDC n.46 del 18-12-2018

**ELABORATI SPECIALISTICI A SUPPORTO SOSTENIBILITA' INTERVENTO**

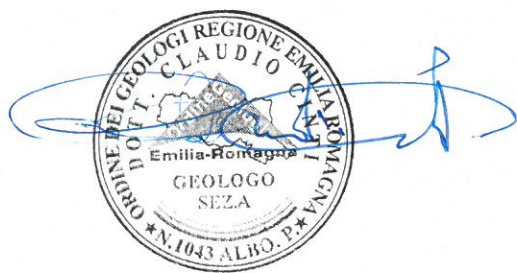
■ Tecnici

#### INDAGINI GEOLOGICHE

Geologo Claudio Cinti

Via della Tecnica n. 57/a4, 40068 San Lazzaro di Savena (BO)

Tel. 051 6255377 - Cel. 3394797646



■ Spazio riservato all'ufficio tecnico

■ Oggetto dell'elaborato

**RELAZIONE GEOLOGICA,  
GEOTECNICA E SISMICA**

■ Elaborato n.

# ESS.05

MAGGIO 2019

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
Città Metropolitana di Bologna  
Comune di Bentivoglio

Realizzazione Nuovo Accesso Sud Interporto di Bologna

**Relazione geologica geotecnica e sismica**

|               |   |             |               |                  |             |
|---------------|---|-------------|---------------|------------------|-------------|
| Aggiornamenti | 4 |             |               |                  |             |
|               | 3 |             |               |                  |             |
|               | 2 |             |               |                  |             |
|               | 1 |             |               |                  |             |
|               | 0 | Aprile 2019 | Claudio Cinti | Alessandro Zanna | Emissione   |
|               | N | Data        | Redatto       | Approvazione     | Descrizione |

Committente:



Redatto da:



**GEOTE s.r.l.**  
Geologia Territorio Ambiente



Fornitori:



MOD PROD14 REV01

Codice Cliente:

Codice interno: 19.132

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378  
e-mail: [info@geoteasrl.it](mailto:info@geoteasrl.it)

## SOMMARIO

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO  | 3  |
| 2.     | NORMATIVA DI RIFERIMENTO   | 4  |
| 3.     | PREMESSE   | 5  |
| 3.1.   | Riferimenti cartografici   | 5  |
| 4.     | INQUADRAMENTO GEOLOGICO  | 6  |
| 4.1.   | Inquadramento geologico-strutturale della pianura bolognese                            | 6  |
| 4.2.   | Inquadramento morfologico, e meccanismi deposizionali della pianura emiliano romagnola | 7  |
| 4.3.   | Subsidenza del territorio  | 9  |
| 4.4.   | Litologia dell'area di studio  | 10 |
| 4.5.   | Inquadramento idrogeologico  | 11 |
| 5.     | SISMICITA' DEL SITO  | 13 |
| 5.1.   | Rischio sismico dell'area  | 13 |
| 5.2.   | Pericolosità sismica di base   | 13 |
| 5.3.   | Risposta sismica locale (effetti di sito)  | 14 |
| 5.3.1. | Misura a stazione singola HVSr   | 14 |
| 5.3.2. | Indagine SCPTU   | 16 |
| 5.3.3. | Risultati e analisi dei dati ottenuti  | 17 |
| 6.     | INDAGINE GEOTECNICA  | 18 |
| 6.1.   | Prova penetrometrica statica meccanica (CPT)   | 18 |
| 6.2.   | Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU) e con piezocono sismico (SCPTU)      | 19 |
| 6.3.   | Risultati Prove penetrometriche  | 21 |
| 6.3.1. | Prove CPT  | 21 |
| 6.3.2. | Prova CPTU   | 25 |
| 7.     | ANALISI DEI DATI   | 27 |
| 8.     | STUDIO DELLA POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI SEDIMENTI SABBIOSI                         | 28 |
| 8.1.   | Metodo di calcolo  | 28 |
| 8.1.1. | Parametri di Input   | 28 |
| 8.1.2. | Risultati dell'analisi   | 29 |
| 9.     | CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI   | 31 |

### ALLEGATI

Tav.1 - Inquadramento CTR

Tav.2 – Carta Geologica delle coperture quaternarie

Tav.3 – Carta Idrogeologica

Tav.4 – Subsidenza dell'area

Tav.5 – Ubicazione Indagini

ALLEGATO 1 – Report Prove Penetrometriche Statiche CPT/CPTU

ALLEGATO 2 – Report Prospezioni Geofisiche HVSr – Cono Sismico SCPTU

ALLEGATO 3 – Report Verifiche del Potenziale di Liquefazione

## 1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

### Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 19.132 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

### Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Claudio Cinti

### Redazione del documento.

Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Claudio Cinti

### Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 31 pagine di testo, n°5 Tavole grafiche e 66 pagine di allegati.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

### **Decreto Ministeriale 17.02.2018**

Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”

### **Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009**

Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni ” di cui al D.M.14 gennaio 2008.

### **Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

### **Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

### **Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

### **Eurocodice 8 (1998)**

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

### **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

### **Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988**

Istruzioni relative alle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;

### **Decreto Ministeriale 11 Marzo 1988**

“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazioni”.



### 3. PREMESSE

Nell'ambito del progetto del Nuovo Accesso Sud dell'Interporto di Bologna, con annesse opere infrastrutturali ciclopodali, è stata redatta la presente relazione volta a ricostruire il modello geologico e i caratteri geotecnici e sismici del sito.



Figura 1 – Dettaglio delle aree di intervento; il tratto rosso indica l'ubicazione dell'area (google earth)

Il modello geologico dell'area in cui s'inserisce l'opera di progetto, con riferimento ai caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrogeologici, geotecnici, sismici e strutturali che caratterizzano il sito, è stato definito sulla base di conoscenze dirette dello scrivente, di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e dalla consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale.

A supporto di tali informazioni, per la definizione di un modello geologico di dettaglio e per la determinazione dell'azione sismica con approccio sito-dipendente, è stata programmata una specifica campagna di indagine consistita nelle seguenti prove geotecniche e sismiche:

- N° 3 penetrometriche statiche di tipo meccanico (CPT)
- N° 1 prospezione geofisica di tipo sismico (HVSr) con tomografo digitale.



E' stata inoltre utilizzata una predente indagine svolta nel maggio 2018 in area ferroviaria adiacente, e consistita in:

- N° 1 penetrometrica statica a punta elettrica (CPTU) e con piezocono sismico (SCPTU)

#### **3.1. Riferimenti cartografici**

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compreso nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R., scala 1:5.000 Elemento n. 203130 (Tav.1).

|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <p align="center"><b>Realizzazione di Nuovo Accesso Sud<br/>Interporto di Bologna (BO)</b></p> |  |
|---|--|---|

#### **4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

##### ***4.1. Inquadramento geologico-strutturale della pianura bolognese***

La zona oggetto di studio si colloca a sud dell'attuale accesso all'Interporto di Bologna. L'area è ubicata nella porzione nord della fascia di pianura bolognese, in destra idrografica del Fiume Reno che dista in linea d'aria circa 4 km dal sito oggetto d'indagine. La quota media è di circa 26 m s.l.m.

In generale la Pianura Padana costituisce dal punto di vista geologico un grande bacino subsidente plio-quadernario di tipo sedimentario, che comincia a delinearsi sin dall'inizio del Triassico (225 milioni di anni fa) e viene interessato da subsidenza differenziata sia nel tempo che nello spazio, in diversi periodi (Mesozoico, Cenozoico, ma soprattutto Pliocene e Quaternario), con movimenti verticali controllati dai caratteri strutturali presenti in profondità.

La formazione della piana alluvionale, che oggi costituisce la Pianura Padana (di cui fa parte l'alta pianura bolognese), è relativamente recente, infatti fino a circa 1 milione di anni fa l'area era completamente occupata dal mare e in particolare costituiva la propaggine occidentale del Mar Adriatico. I territori della pianura bolognese hanno comunque un'origine piuttosto recente e sono riferibili all'Olocene, a partire da circa 10.000 anni fa.

L'alternanza di cicli deposizionali trasgressivo/regressivi e il recente, graduale ritiro del mare dovuto alla progradazione dei sistemi deltizi, condizionato dalle oscillazioni eustatiche, ha fatto sì che alla fine del Pleistocene superiore, l'Adriatico venisse ad occupare la sua posizione attuale.

La piana, lasciata libera dal mare, è stata colmata da depositi continentali che hanno ricoperto i depositi marini (prevalentemente pliocenici) mascherando così le strutture profonde che sono note solo grazie alle tecniche di ricerca di idrocarburi (AGIP MINERARIA, 1959; PIERI E GROPPPI, 1981; MATTAVELLI E ALTRI, 1983; DONDI, 1985; CASSANO E ALTRI, 1986; DONDI E D'ANDREA, 1987).

Il bacino terziario che costituisce la Pianura Padana è posto sulla terminazione settentrionale del blocco adriatico-pugliese, compreso tra le strutture sud-vergenti delle "Alpi Meridionali" e le strutture appenniniche nord-vergenti e, per questo, sottoposto alla compressione esercitata da entrambe le opposte catene. Il limite orografico delle due catene montuose corrisponde ai margini della Pianura Padana, ma il limite strutturale di tali catene si trova ben al di sotto dei sedimenti continentali di questa.

Dal punto di vista strutturale il fondo del bacino sedimentario della Pianura Padana non è regolare ma caratterizzato da numerose pieghe che ricalcano la struttura geologica della catena appenninica. L'area padana infatti è stretta in una grande morsa tettonica: le spinte provocate dall'innalzamento della catena alpina ed appenninica hanno determinato un ripiegamento dei sedimenti depositati nel Golfo Padano. Dove si ha un inarcamento degli strati verso il basso (sinclinale di Bologna-Bomporto\_Reggio Emilia) si deposita un maggior spessore di sedimenti; dove si ha un inarcamento degli strati verso l'alto (anticlinale) si deposita un minor spessore di sedimenti. In particolare una di queste pieghe sepolte costituisce la Dorsale ferrarese, che è costituita da una serie di pieghe associate a faglie (fratture con spostamento) il cui movimento è la causa dei terremoti che si registrano in questa zona come purtroppo accaduto di recente.

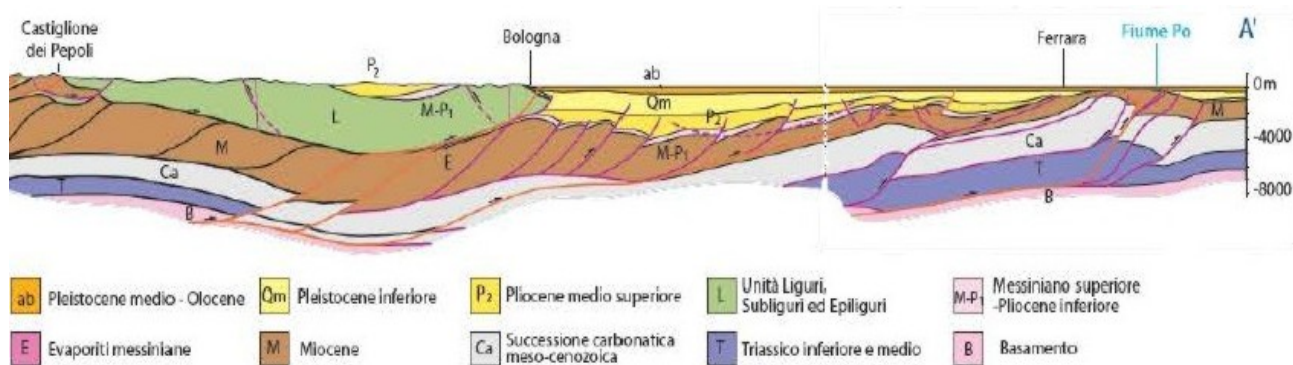


Figura 2 - Sezione mostrante l'assetto delle pieghe appenniniche sepolte al di sotto la coltre sedimentaria della pianura padana

La sezione riportata (Fig. 2) mette in evidenza la presenza di un ampio bacino sedimentario, fortemente subsidente ed attivo sin dal Plio-Pleistocene, collocato tra archi di pieghe che costituiscono la porzione più esterna dell'Appennino settentrionale, rappresentata nella parte sinistra della sezione (Fig.2), dalla "Zona delle Pieghe Pedeappenniniche", più prossime alla catena appenninica; e nella parte destra, dalla "Dorsale di Ferrara"; quest'ultima è caratterizzata da un'ampia struttura anticlinale molto evidente ed elevata.

Da un punto di vista stratigrafico, dopo le fasi deposizionali marine Plioceniche e in parte Pleistoceniche, il Quaternario si chiude con una decisa regressione del dominio marino, con il passaggio da una sedimentazione di tipo marino a una di tipo continentale, con il colmamento del golfo padano, che si trasforma progressivamente in pianura alluvionale attraverso l'accumulo di sedimenti fluviali e fluvio-glaciali, derivanti dal rapido smantellamento e modellamento delle catene montuose circostanti. Lo spessore della successione plio-quadernaria, cioè dei sedimenti che si sono depositati negli ultimi 5 milioni di anni (dalla base del Pliocene ad oggi) risulta abbastanza variabile: da oltre 3.000 m nella zona della pianura bolognese, in cui ricade l'area oggetto di studio, alla cerniera della piega-faglia ferrarese, con meno di 1.000 m.

Il riempimento della Pianura Padana ad opera dello smantellamento delle catene alpina ed appenninica ha portato quindi all'accumulo di depositi dapprima marini e successivamente continentali di piana alluvionale in un bacino sedimentario che ha subito una notevole azione di subsidenza. Le modalità e i tempi di deposizione dei materiali sono stati controllati principalmente dalla tettonica e dal Pliocene medio-superiore ad oggi, dall'evoluzione delle pieghe-faglie descritte in precedenza.

I movimenti tettonici, soprattutto quelli ad andamento verticale, sono quindi uno dei principali fattori di controllo dello sviluppo paleogeografico dell'area padana, influenzando direttamente morfologia e geometria dei corsi d'acqua, anche se non vanno dimenticati altri fattori determinanti dovuti alle oscillazioni climatiche, quali le variazioni del livello marino e del regime dei corsi d'acqua.

#### **4.2. Inquadramento morfologico, e meccanismi deposizionali della pianura emiliano romagnola**

In generale il modello di pianura alluvionale caratteristico di tutta la media e bassa pianura emiliano-romagnola interessata da fiumi e torrenti appenninici è abbastanza semplice: prima dei massicci interventi di regimazione idraulica che hanno portato alla costruzione degli argini artificiali, la dinamica della zona era caratterizzata da frequenti modifiche e divagazioni degli alvei fluviali, dovute alle ricorrenti rotte e tracimazioni dei corsi d'acqua, che scorrevano pensili rispetto alla piana circostante in alvei formati dalla



naturale azione di deposito degli stessi. Nel caso di rotte e tracimazioni le acque inondavano i territori adiacenti l'alveo, depositando sedimenti più grossolani (es. sabbie e sabbie limose) nelle vicinanze dello stesso e sedimenti più fini al diminuire della capacità di trasporto. L'azione di deposito così descritta provocava un graduale accrescimento dell'area, con un innalzamento progressivo del canale rispetto alle zone circostanti, dove invece arrivavano acque di esondazione a carico solido già ridotto sia quantitativamente che granulometricamente. Inevitabilmente e per svariate cause il corso d'acqua poteva ad un certo punto abbandonare il proprio alveo per un tracciato impostato in aree più depresse, per poi ricominciare l'innalzamento di un nuovo edificio pensile ecc.

Secondo questo modello, l'accrescimento della pianura avviene perciò sia orizzontalmente, con il giustapporsi di successivi corpi d'alveo, sia verticalmente, a causa di continui cicli di riempimento dei bacini di esondazione. La pianura risulta dunque costituita da un intrecciarsi di lenti a tessitura prevalentemente sabbiosa, corrispondenti a corpi d'alveo sepolti, e da sedimenti fini (limi ed argille) determinati dai riempimenti dei bacini interfluviali di esondazione. Attualmente la tendenza evolutiva del territorio è relativamente conservativa dato che le principali linee di drenaggio sono regimate dall'uomo e nel complesso l'assetto idrografico è "cristallizzato".

#### 4.3. Subsidenza del territorio

La subsidenza è il fenomeno di abbassamento della superficie terrestre causato da cambiamenti che avvengono nel sottosuolo e che riguarda tutta la pianura emiliano romagnola. Questo processo può avere cause sia naturali (costipamento sedimenti recenti e risposta isostatica della crosta terrestre al variare dei carichi superficiali) che artificiali (sono processi legati all'azione dell'uomo e per questo molto rapidi: emungimento acqua da pozzi, opere di bonifica, sistemazioni agrarie, carichi dei manufatti di grosse dimensioni etc...). La velocità di subsidenza è incrementata a partire dagli anni '70 per cause di bonifica e abbassamento della superficie freatica causato da emungimento e sfruttamento delle falde idriche sotterranee.

**La zona in oggetto è interessata attualmente da subsidenza il cui abbassamento naturale si attesta, mediamente, nell'ordine dei 2.5 – 5.0 mm/anno (registrati nel periodo 2011-2016).**

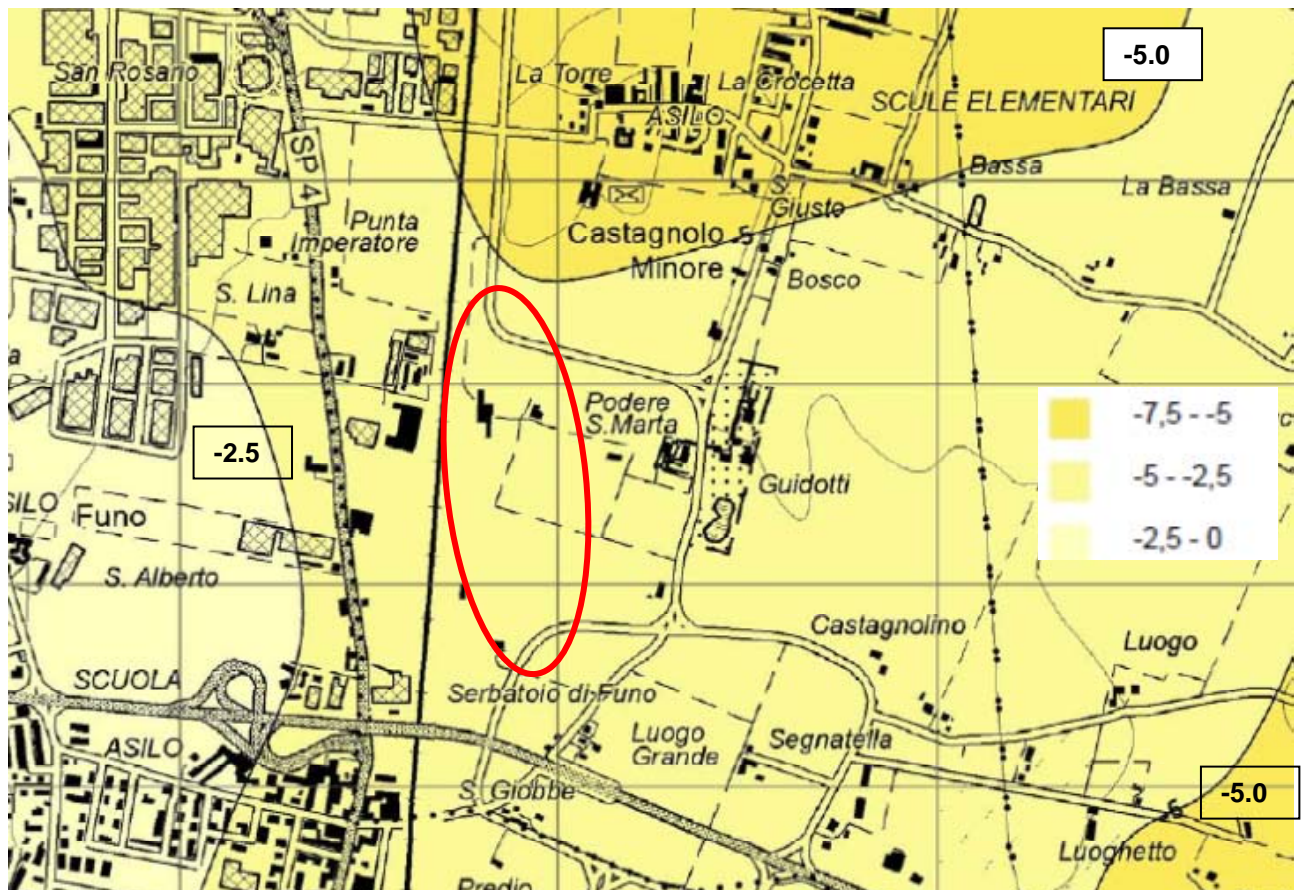


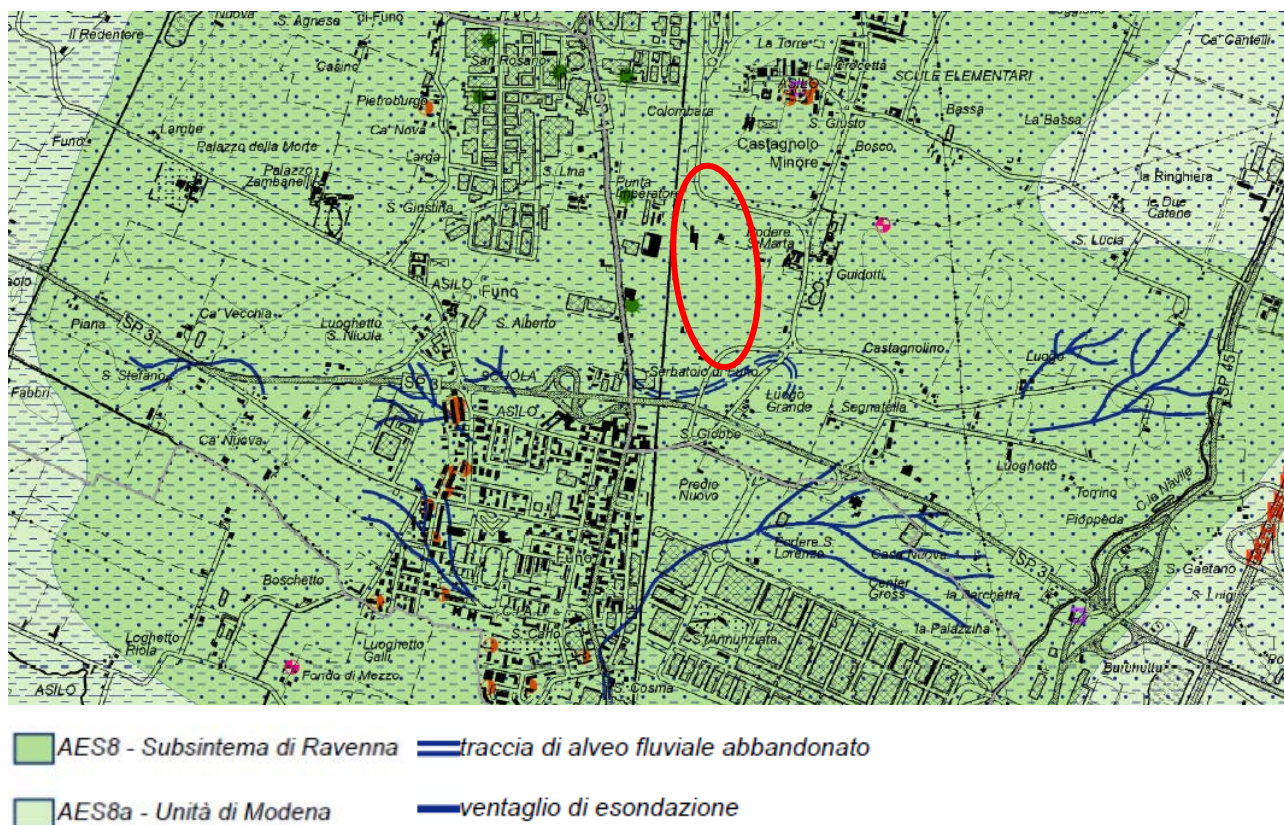
Figura 3 –Linee Isocinetiche con velocità di abbassamento espresse in mm/anno - Estratto da Carta della Subsidenza anni 2011-2016 - Arpae Emilia Romagna.



#### 4.4. Litologia dell'area di studio

La litologia superficiale, secondo quanto riportato sulla Carta Geologica fornita dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, per il sito di indagine è costituita da limi sabbiosi di piana alluvionale (depositi di argine, canale e rotta fluviale) che appartengono al Subsistema di Ravenna (AES8). La data dei depositi è olocenica (IV-VI secolo-Attuale).

La Carta litologico morfologica dei sedimenti quaternari (Pleistocene medio superiore – Olocene), nel settore di interesse, mostra un sottosuolo caratterizzato da alluvioni ascrivibili a depositi costituiti da alternanze di sabbie fini, limose, limi, limi sabbiosi e limi argillosi e argille limose. Tali sedimenti sono interpretati come depositi di argine e di rotta fluviale e subordinatamente di riempimento di canale. Questi si estendono lungo fasce larghe da qualche centinaio di metri fino a 5 chilometri e possono essere formate da un singolo sistema fluviale o da più corpi coalescenti. Sulla loro superficie sono spesso visibili le tracce di antichi alvei, mentre lateralmente passano con gradualità a depositi di conca e piana inondabile.



In definitiva, dalla cartografia ufficiale a disposizione, si può concludere che l'area in esame ricade in un contesto che si può definire di transizione tra l'ambito dei paleoalvei (caratterizzato in superficie da poche decine di centimetri di fanghi al di sotto dei quali si riscontrano potenti lenti sabbiose con intercalazioni di limo e argilla) e l'ambito dei bacini interfluviali (caratterizzato da sedimenti fini quali argille e torbe). Essa è pertanto caratterizzata da limi sabbiosi, limi sabbioso-argillosi, sabbie fini con intercalazioni di argilla e talora torba. In superficie le argille rappresentano la classe granulometrica a maggior diffusione anche nelle aree prossime ai paleoalvei a causa del progressivo esaurimento dell'energia



di trasporto delle acque di esondazione della rete idrografica che nel passato interessava la zona.

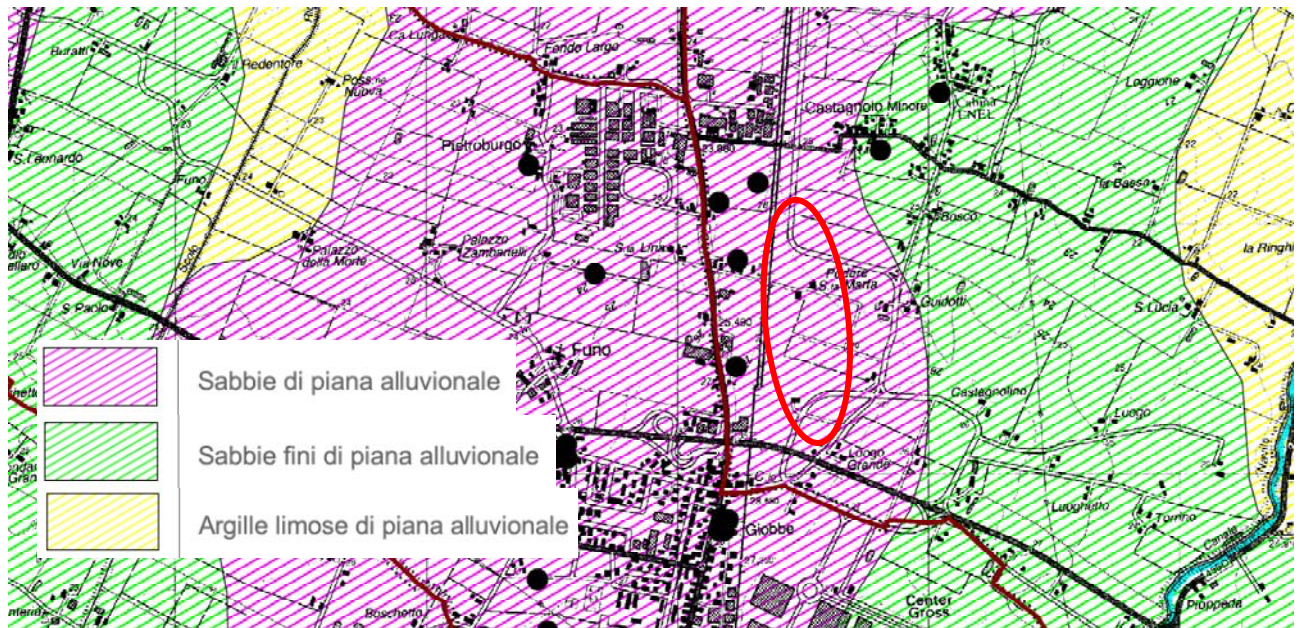


Figura 4 –Estratto da Carta Litologico-morfologica - PSC associato Reno-Galliera

Le indagini eseguite evidenziano la presenza di terreni limoso-argillosi e limoso sabbiosi di bassa e media consistenza, con intercalazioni sabbiose di spessori anche considerevoli (metrici).

#### 4.5. Inquadramento idrogeologico

Da un punto di vista idrogeologico la zona in esame appartiene al Sistema Acquifero Padano delimitato a sud dagli affioramenti appenninici e a nord da quelli alpini e terminante a circa 50 km al largo della Costa Adriatica.

Il serbatoio idrogeologico è formato prevalentemente da depositi del Quaternario Continentale assemblati in un'alternanza di livelli più o meno permeabili con rapporti stratigrafici sensibilmente complessi. Il sistema acquifero è strettamente connesso al modello deposizionale caratterizzante la pianura padana ampiamente descritto nei capitoli precedenti: nella zona di media-bassa pianura gli orizzonti sabbiosi ospitano falde idriche raccordate con quelle delle conoidi dell'alta pianura; hanno pertanto una alimentazione abbastanza remota, mentre possono ritenersi trascurabili i fenomeni di infiltrazione diretta dalla superficie, essendo questa caratterizzata prevalentemente da limi e argille.

L'acquifero principale, inteso come quello solitamente sfruttato, si presenta quindi generalmente compartimentato, con una potenzialità idrica complessivamente molto scarsa, con valori di trasmissività molto bassi; la falda è ovunque prossima al p.c.; in superficie (entro i primi 10 m) è frequente riscontrare livelli acquiferi sospesi, di tipo freatico, completamente separati dall'acquifero principale e dotati di acque scadenti.

L'acquitarzo basale rappresenta l'insieme delle unità impermeabili che costituiscono il limite della circolazione idrica sotterranea e che si estendono al di sotto della Pianura Padana ed emergono lungo il

marginale appenninico. Si tratta, per questo settore della Pianura, delle Argille Azzurre. Secondo la carta riportata in stralcio nella figura seguente, la superficie freatica nel settore in studio è compresa tra le isofreatiche 22 m s.l.m. Tali valori, se messi in relazione con la quota del p.c. attuale (circa 26 m s.l.m.) indicano per il sito in studio una soggiacenza del livello di falda di circa 4 metri rispetto al piano campagna. Nell'area indagata il livello freatico superficiale è stato rilevato a profondità variabili da -2.20 a -2.50 m. d.p.c.

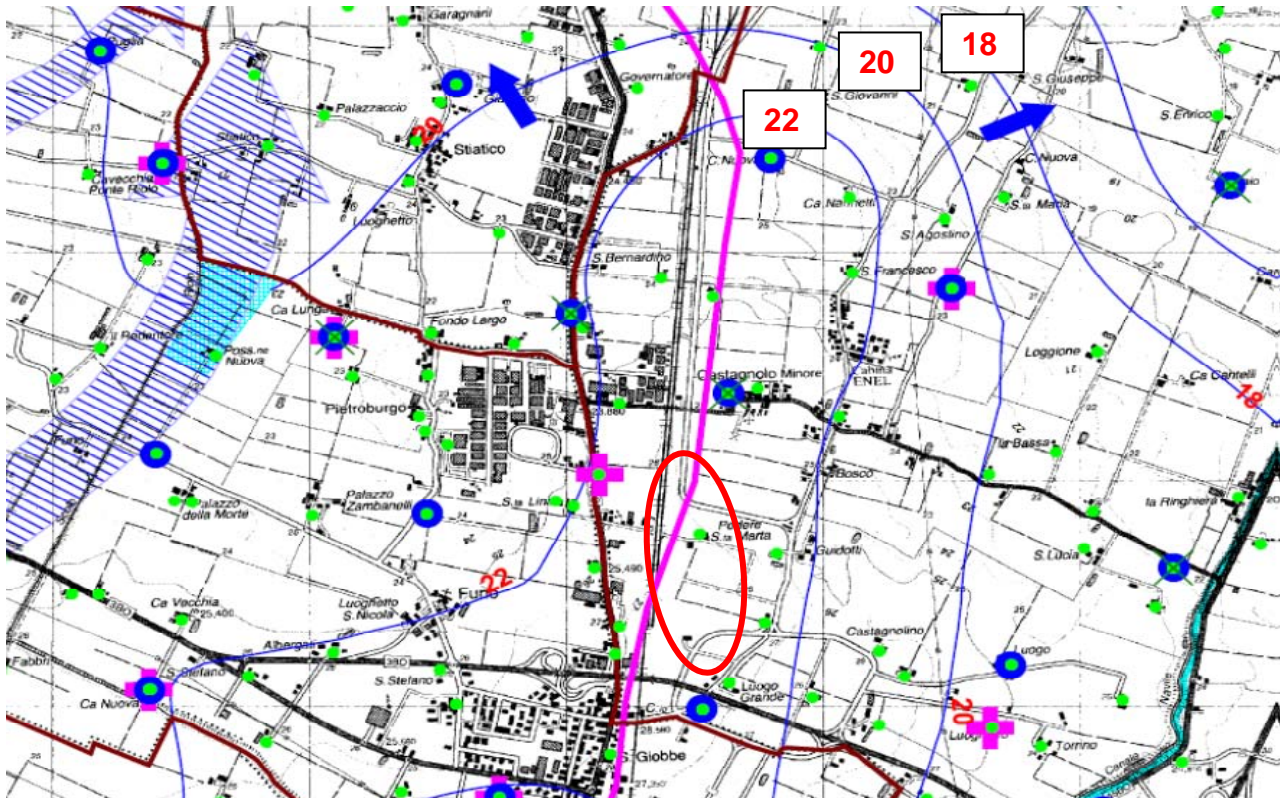


Figura 5 –Linee blu = isofreatiche (quote s.l.m.); Frecce = linee di deflusso sotterraneo principali. - Estratto da Carta idrogeologica - PSC associato Reno-Galliera



## 5. SISMICITA' DEL SITO

### 5.1. Rischio sismico dell'area

Il rischio sismico di un'area è definito dall'equazione:

$$\text{Rischio Sismico} = \text{Pericolosità} \times \text{Valore Esposto} \times \text{Vulnerabilità}$$

dove la Pericolosità (hazard) è la probabilità che ciascun sito ha di essere epicentro di un terremoto di magnitudo data in un certo intervallo di tempo (si veda capitolo 5 della presente relazione per quanto riguarda della pericolosità sismica di base del sito oggetto di studio), il Valore Esposto è il valore dell'insieme di persone e cose presenti nell'area e la Vulnerabilità indica la mancanza di resistenza delle strutture alle sollecitazioni sismiche. L'unica variabile delle tre ancora poco conosciuta è la vulnerabilità, che rappresenta l'elemento mancante per una stima affidabile del rischio sismico del territorio. Solo tramite valutazioni accurate della vulnerabilità è possibile mettere a punto una strategia efficace di difesa dai terremoti. Il primo dei due elementi fondamentali che caratterizzano la vulnerabilità è l'*instabilità dei suoli*.

Nel nostro caso in particolare il fattore in grado di influenzare la vulnerabilità sismica è rappresentato dai cosiddetti *effetti di sito*.

Studi condotti già da diverse decine di anni, hanno messo in evidenza che edifici con caratteristiche costruttive pressoché uguali, eretti su rocce o terreni diversi e collocati anche a diverse distanze, sono soggetti a diversa risposta sismica e di conseguenza suscettibili a diversa amplificazione sismica. L'amplificazione sismica può essere dovuta ad effetti stratigrafici e topografici. L'effetto di amplificazione sismica di natura stratigrafica si risente in particolare quando il substrato è costituito da "terreni" (in senso geotecnico: terreni quaternari, depositi superficiali, detritici, ecc.) che per la loro stessa natura sono caratterizzati da valori di impedenza acustica sempre inferiori a quelli della roccia di riferimento (Siro, 1985). Altro dato, ormai universalmente accettato, è costituito dalle possibili amplificazioni dovute a riflessioni multiple all'interno di coperture a bassa impedenza, poggianti su substrato rigido (Siro, 1985).

### 5.2. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat.44.601781; Lon.11.373880) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio

| SITO                        | ID    | LAT (°)   | LON(°)    | Distanza (m) |
|-----------------------------|-------|-----------|-----------|--------------|
| Accesso Sud Interporto (BO) | -     | 44,602717 | 11,374874 | -            |
| NODO 1                      | 16286 | 44,6150   | 11,3138   | 5019.68      |
| NODO 2                      | 16287 | 44,6162   | 11,3840   | 1667.60      |
| NODO 3                      | 16509 | 44,5662   | 11,3858   | 4148.58      |
| NODO 4                      | 16508 | 44,5650   | 11,3157   | 6291.76      |

Tab. 1 - Coordinate geografiche del sito in esame e dei nodi di riferimento espresse in ED50.

Nella sottostante tabella si riportano i dati relativi alla vita nominale ( $V_N$ ), alla classe d'uso e relativo

coefficiente ( $C_U$ ), ed al periodo di riferimento per l'azione sismica ( $V_R = V_N \times C_U$ ) considerati per l'opera di progetto. Lo scrivente ha ipotizzato la classe d'uso: II. La scelta finale della classe d'uso dell'opera oggetto di indagine spetterà al tecnico progettista.

|                         |                      |      |
|-------------------------|----------------------|------|
| <b>Tipologia opera</b>  | Viabilità di accesso | -    |
| <b><math>V_N</math></b> | 50                   | anni |
| <b>Classe uso</b>       | II                   | -    |
| <b><math>C_U</math></b> | 1.0                  | -    |
| <b><math>V_R</math></b> | 50                   | anni |

Tab. 2 - Vita nominale e carattere strategico dell'opera di progetto.

Di seguito vengono riportati i valori medi dei parametri sismici relativi al sito in esame, ottenuti mediante l'utilizzo del software GeoStru PS, con riferimento al carattere strategico dell'opera. L'azione sismica per il sito in esame è definita sulla base della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  per ciascun stato limite ultimo e di esercizio.

| Stati limite |     | <b><math>P_{VR}</math></b><br>(%) | <b><math>T_R</math></b><br>(anni) | <b><math>a_g</math></b><br>(g) | <b><math>F_0</math></b><br>(adm) | <b><math>T_c^*</math></b><br>(s) |
|--------------|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>SLE</b>   | SLO | 81                                | 30                                | 0.049                          | 2.475                            | 0.258                            |
|              | SLD | 63                                | 50                                | 0.061                          | 2.508                            | 0.273                            |
| <b>SLU</b>   | SLV | 10                                | 475                               | 0.164                          | 2.516                            | 0.280                            |
|              | SLC | 5                                 | 975                               | 0.216                          | 2.492                            | 0.285                            |

Tab. 3 - Parametri sismici ottenuti considerando  $V_R = 50$  anni ( $C_U = 1.0$ ; Classe d'uso II)

$P_{VR}$  = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

$T_R$  = periodo di ritorno dell'azione sismica;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

### **5.3. Risposta sismica locale (effetti di sito)**

Per determinare gli effetti di sito e la risposta sismica locale mediante il parametro Vs30 come da vigente normativa NTC 2018, è stata appositamente eseguita una misura a stazione singola mediante tromografo digitale modello Tromino Engy con tecnica HVSR; ed utilizzata una indagine geofisica (SCPTU), realizzata in data 03/05/2018, su area ferroviaria limitrofa (vedi Allegato 2 e Tav.5 - Ubicazione indagini).

#### **5.3.1. Misura a stazione singola HVSR**

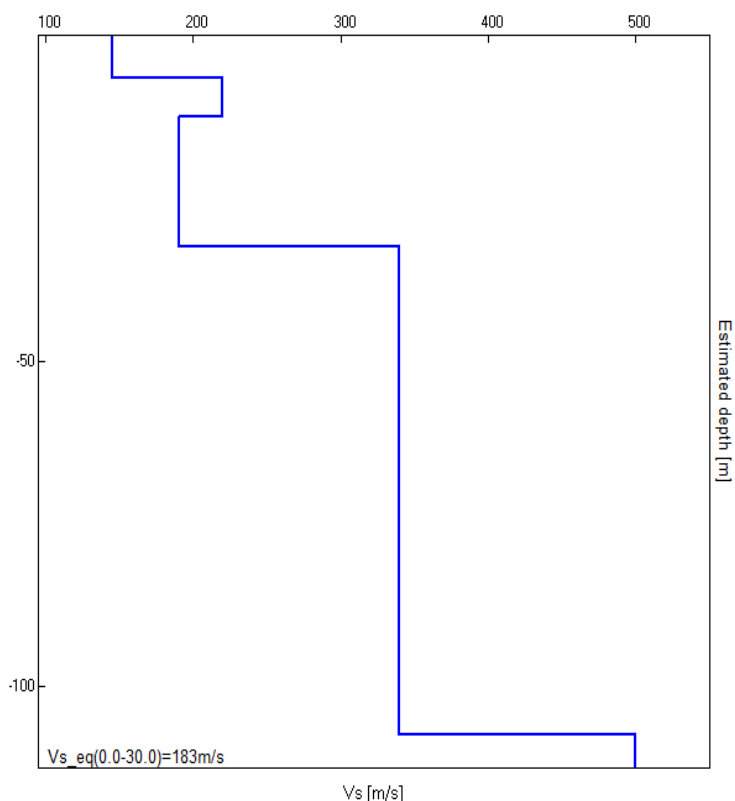
Il metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) proposto da Nogoshi e Igarashi (1970) e successivamente modificato da Nakamura (1989), si basa sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del rumore sismico registrato in un sito. Il rumore sismico è presente ovunque ed è generato sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività

antropica. Il rumore sismico è indicato spesso come microtremore poiché è caratterizzato da oscillazioni molto deboli (dell'ordine dei  $\mu\text{m/s}$ ). I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma soprattutto da onde superficiali, la cui velocità è comunque prossima a quella delle onde S (Mulargia et al., 2007). La tecnica di misura del rumore sismico richiede tempi di registrazione pari a 14-30 minuti e necessita di sensori tridirezionali da sismologia con messa in bolla, digitalizzatore 24 bit con elevata dinamica, elevato guadagno ed elevata frequenza di campionamento nativo, con minimizzazione del rumore elettro/meccanico.

L'acquisizione è stata eseguita utilizzando un tromografo digitale, "TROMINO ENGY" (Micromed S.p.A.) dotato di 3 canali velocimetrici (N-S, E-W, Up-Down) ad alto guadagno per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a  $\sim 1.5 \text{ mm/s}$ ); il sistema opera nell'intervallo di frequenze 0.1–1024 Hz. La misura è stata poi ripetuta per controllo. L'elaborazione dei dati di rumore sismico acquisiti è avvenuta mediante software Grilla (Micromed S.p.A.).

Sulla base dei risultati ottenuti e dell'interpretazione dei dati acquisiti, il modello di sottosuolo proposto per il sito in studio, in termini di profilo verticale di Vs, è il seguente:

| Profondità base strato (m) | Spessore (m) | Vs (m/s) |
|----------------------------|--------------|----------|
| 6.50                       | 6.50         | 145      |
| 12.50                      | 6.00         | 220      |
| 32.50                      | 20.00        | 190      |
| 107.50                     | 75.00        | 340      |
| inf.                       | inf.         | 500      |



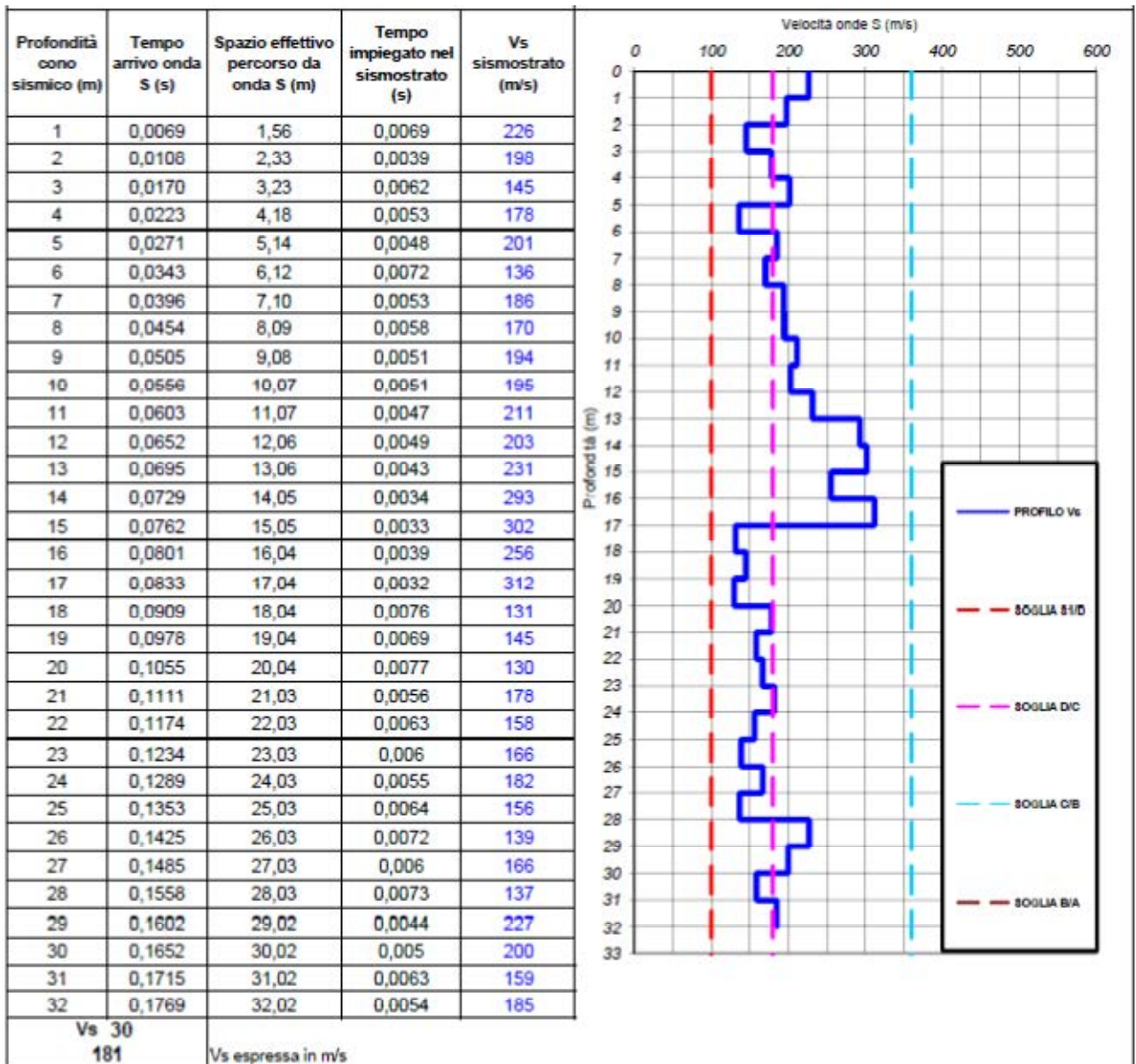
Nei primi 30 m da p.c., i terreni in sito sono caratterizzati da valori di velocità delle onde S ( $V_s$ ) caratteristici di terreni a consistenza nel complesso da soffice a media ed il **valore di  $V_{s30}$**  da quota piano campagna su cui è stata eseguita l'indagine geofisica è risultato **183 m/s**.

La curva HVSR è caratterizzata in bassa frequenza, da **amplificazione locale del moto del suolo** a medio contrasto di rigidità (Ampiezza picco  $2 < A < 3$ ), **nell'intervallo 0.7 – 1.0 Hz circa**.

### 5.3.2. Indagine SCPTU

La prova SCPTU utilizza la funzionalità di un sensore accelerometrico, presente nel cono del penetrometro, e di un geofono posizionato al piano campagna, che ricevono il segnale sismico attivo proveniente dalla superficie (generato da energizzazioni meccaniche tramite colpo di una massa battente) ad ogni metro di avanzamento della punta. L'elaborazione del medesimo segnale sui due sensori posti a differenti distanze, consente di ottenere profili di velocità delle onde sismiche negli spessori attraversati.

Dai dati ricavati dalla indagine sismica di campagna (SCPTU), è stato definito il seguente modello sismico di riferimento:



La velocità delle onde sismiche misurata entro i primi 30 m. di profondità è risultata pari a  $V_{s30} = 181$  m/sec

### 5.3.3. Risultati e analisi dei dati ottenuti

I dati di  $V_{s30}$  ottenuti con entrambe le metodologie utilizzate hanno dato valori perfettamente confrontabili. Pertanto, in riferimento ai valori di  $V_{s30}$  ottenuti dai profili sismici, **segundo l'approccio semplificato di cui alle NTC 2018, è possibile collocare il sottosuolo in classe C** (seppur al limite con la classe D).

|          |  |
|----------|--|
| <b>C</b> | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s. |
|----------|--|

Tab. 5 - Categoria C di suolo di fondazione sulla base del valore  $V_{s30}$  (tabella 3.2.II - NTC 2018)

**Il coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) è posto pari ad 1.**

| categoria | caratteristiche della superficie topografica  | $S_T$ |
|-----------|---|-------|
| T1        | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ | 1.0   |

Tab. 6 – Coefficiente di amplificazione topografica.

A questo punto sulla base dei dati riportati nelle precedenti pagine è possibile definire l'azione sismica per il sito in esame, con riferimento alla tipologia di opera che si intende realizzare, sulla base della pericolosità sismica di base (espressa in termini di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  per ciascun stato limite ultimo e di esercizio) e delle amplificazioni stratigrafiche e topografiche dipendenti dal suolo sul quale si colloca l'area di studio.

| Stati limite |            | $S_s$<br>(-) | $C_c$<br>(-) | $S_T$<br>(-) | $K_h$<br>(-) | $K_v$<br>(-) | $A_{max}$<br>( $m/s^2$ ) | $Beta$<br>(-) |
|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------|---------------|
| <b>SLE</b>   | SLO        | 1.500        | 1.640        | 1.000        | 0.013        | 0.007        | 0.726                    | 0.180         |
|              | SLD        | 1.500        | 1.610        | 1.000        | 0.016        | 0.008        | 0.895                    | 0.180         |
| <b>SLU</b>   | <b>SLV</b> | <b>1.450</b> | <b>1.600</b> | <b>1.000</b> | <b>0.057</b> | <b>0.029</b> | <b>2.338</b>             | <b>0.240</b>  |
|              | SLC        | 1.380        | 1.590        | 1.000        | 0.092        | 0.046        | 2.921                    | 0.310         |

Tab.7 - Coefficienti sismici considerando  $V_R = 50$  anni ( $C_U = 1.0$ ; Classe d'uso II) – in evidenza i coefficienti relativi allo SLV

Dove:

$S_s, S_t$  = coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica

$C_c$  = coefficiente funzione della categoria di suolo

$A_{max}$  = accelerazione massima attesa nel sito

$Beta$  = coefficiente di riduzione

$K_h$  = coefficiente sismico orizzontale

$K_v$  = coefficiente sismico verticale

I coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono riportati già ridotti del coefficiente  $Beta$ .



## 6. INDAGINE GEOTECNICA

La nuova infrastruttura della lunghezza di circa 800 m.. verrà realizzata su rilevato di altezza media 1.40m. sopra il piano di campagna attuale. L'ubicazione delle prospezioni è stata quindi puntualmente definita sulla base del posizionamento dell'opera.



Figura 6 – Nuova viabilità di accesso sud e infrastrutture connesse

### 6.1. Prova penetrometrica statica meccanica (CPT)

E' stato utilizzato un penetrometro statico *Deep Drill* modello SP100 SM da 100 kN di spinta munito di punta tipo Begemann con manicotto per la misura dell'attrito laterale locale.

Ogni 20 cm di penetrazione dell'intera batteria di aste, il sistema di spinta consente la lettura dei valori della resistenza alla punta e della resistenza alla punta sommata alla resistenza al manicotto laterale con una

velocità di avanzamento di 20 mm/s.

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

La resistenze specifiche  $Q_c$  (Resistenza alla punta RP ) e  $Q_l$  (Resistenza Laterale RL) o  $f_s$  attrito laterale specifico (che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale.



CPT 1



CPT 2

## **6.2. Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU) e con piezocono sismico (SCPTU)**

E' stato utilizzato un penetrometro statico montato su autocarro Bremach 4x4 da 200 kN di spinta, munito di punta elettrica e piezocono sismico.

La prova penetrometrica con punta elettrica permette di effettuare la registrazione in continuo (passo di lettura pari a 2 cm) dei valori della resistenza alla punta e dell'attrito laterale locale. La punta elettrica ha le stesse dimensioni definite per la punta meccanica: area della punta pari a  $10 \text{ cm}^2$ , e area del manicotto laterale pari a  $150 \text{ cm}^2$ .

Per registrare anche la pressione neutra dell'acqua del terreno attraversato, la punta elettrica è dotata di un trasduttore di pressione alloggiato nella parte anteriore della sonda e comunicante con l'esterno attraverso un filtro generalmente in bronzo poroso o acciaio sinterizzato. Lo strumento è in questo modo indicato come piezocono (prova CPTU).

La prova SCPTU, in aggiunta a quanto detto, utilizza la funzionalità di un sensore accelerometrico, presente nel cono, e di un geofono posizionato al piano campagna, che ricevono il segnale sismico attivo proveniente dalla superficie (generato da energizzazioni meccaniche tramite colpo di una massa battente) ad ogni metro di avanzamento della punta. L'elaborazione del medesimo segnale sui due sensori posti a differenti distanze, consente di ottenere profili di velocità delle onde sismiche negli spessori attraversati.

Durante l'avanzamento inoltre viene misurata l'inclinazione dello strumento mediante 2 sensori inclinometrici biassiali presenti all'interno della sonda stessa.



La punta elettrica con piezocono utilizzata nella presente indagine è identificata con la sigla G1-CPL2IN (TECNOSENTA) e il sistema di acquisizione è identificato con la sigla D1-PEN8 (TECNOSENTA).



Figura 7 – Punto prova SCPTU eseguita con penetrometro 200 KN su Autocarro Bremach

L'elaborazione dei dati provenienti da prova CPTU è stata eseguita mediante il software CPeT-IT della Geologismiky / Gregg Drilling and Testing Inc., con interpretazione dei parametri geotecnici basata sulle correlazioni di Robertson et al. (2009 e 2012) e interpretazione litologica basata sul metodo del prof. Peter Robertson (1990).

I grafici ottenuti dall'interpretazione contengono anche una interpretazione basata sul metodo SBT (*Soil Behavior Type*), ovvero sul tipo di comportamento che presenta il terreno durante la penetrazione della punta del penetrometro.

Bisogna comunque notare che non è sempre possibile identificare chiaramente e in maniera univoca un tipo di terreno basandosi esclusivamente sui dati di resistenza alla punta, resistenza per attrito laterale e della sovrappressione interstiziale. Il metodo SBT fornisce una classificazione certa solamente per i materiali francamente incoerenti o sicuramente coesivi. I terreni di transizione (limi argillosi, argille limose, con variabili percentuali di sabbia) o i materiali formati da sottili livelli di terreni diversi tra loro, o infine livelli di limi sciolti in falda, possono portare a differenti interpretazioni. In questi casi è necessario ricorrere a prove di

dissipazione per verificarne il reale comportamento, unitamente al confronto con altri dati della zona in cui si opera ed infine all'esperienza del professionista incaricato dell'interpretazione.

### 6.3. Risultati Prove penetrometriche

#### 6.3.1. Prove CPT

Vengono di seguito riportati report delle resistenze ottenute, con relative interpretazioni litologiche e riepilogo dei principali parametri geotecnici, nelle tre prove eseguite:

| CPT 1               |                                      |                                      |                                       |                    |                                 |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Prof. Strato<br>(m) | qc<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Gamma<br>Medio<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Comp. Geotecnico   | Descrizione                     |
| 0,40                | 0,138                                | 0,2                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Materiali organici e torbosi    |
| 1,60                | 15,874                               | 0,933                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 2,00                | 9,276                                | 0,267                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 2,20                | 7,414                                | 0,267                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 2,60                | 6,914                                | 0,167                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 2,80                | 6,414                                | 0,267                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 3,00                | 10,414                               | 0,2                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 3,20                | 5,552                                | 0,267                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 3,40                | 6,552                                | 0,133                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 3,60                | 6,552                                | 0,4                                  | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 4,00                | 11,052                               | 0,2                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 4,20                | 7,69                                 | 0,8                                  | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 4,40                | 8,69                                 | 0,267                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 4,60                | 8,69                                 | 0,067                                | 1,8                                   | Incoerente-Coesivo | Terreni fini molto sensitivi    |
| 4,80                | 9,69                                 | 0,267                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 5,00                | 16,69                                | 0,2                                  | 1,9                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 5,20                | 11,828                               | 0,267                                | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 5,40                | 8,828                                | 0,333                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 5,60                | 13,828                               | 0,133                                | 1,9                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 5,80                | 16,828                               | 0,667                                | 1,9                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 6,00                | 18,828                               | 0,267                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 6,20                | 40,966                               | 0,133                                | 2,1                                   | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |
| 6,60                | 29,966                               | 0,267                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 6,80                | 24,966                               | 0,267                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 7,00                | 16,966                               | 0,4                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 7,40                | 26,104                               | 0,2                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 7,60                | 25,104                               | 0,533                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 8,00                | 32,104                               | 0,334                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 8,20                | 27,242                               | 0,4                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 8,40                | 25,242                               | 0,667                                | 2,0                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 8,60                | 41,242                               | 0,667                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 9,00                | 39,242                               | 0,933                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 9,40                | 74,38                                | 0,6                                  | 2,2                                   | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |
| 10,00               | 56,047                               | 0,578                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 10,20               | 45,518                               | 0,267                                | 2,1                                   | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |
| 11,00               | 47,518                               | 0,633                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 11,20               | 17,656                               | 0,533                                | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 12,20               | 43,684                               | 0,413                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 12,80               | 8,794                                | 0,267                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 13,00               | 25,794                               | 0,2                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 13,20               | 17,932                               | 0,533                                | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |

|       |        |       |     |                    |                                 |
|-------|--------|-------|-----|--------------------|---------------------------------|
| 13,40 | 11,932 | 0,4   | 1,9 | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 14,00 | 13,265 | 0,734 | 2,0 | Coesivo            | Argille                         |
| 14,20 | 26,07  | 0,8   | 2,0 | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 14,40 | 26,07  | 1,333 | 2,0 | Coesivo            | Argille                         |
| 14,60 | 42,07  | 0,667 | 2,1 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 14,80 | 62,07  | 2,0   | 2,2 | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |

### Parametri Geotecnici CPT 1

| Prof.<br>(m) | Tipo | Cu<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Eu<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Mo<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | G<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | OCR  | Puv<br>(t/m <sup>3</sup> ) | PuvS<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Dr<br>(%) | Fi<br>(°) | Ey<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------|----------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| 0,40         | C    | 0,0                         | 3,7                         | 0,9                         | 8,3                        | >9   | 1,1                        | 1,2                         | --        | --        | --                          |
| 1,60         | C    | 0,8                         | 587,9                       | 48,1                        | 151,6                      | >9   | 1,9                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 2,00         | C    | 0,5                         | 334,6                       | 41,9                        | 109,2                      | 5,5  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 2,20         | C    | 0,4                         | 262,7                       | 36,6                        | 95,2                       | 4,7  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 2,60         | C    | 0,4                         | 241,9                       | 34,9                        | 91,2                       | 2,5  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 2,80         | C    | 0,3                         | 221,0                       | 33,1                        | 87,2                       | 3,7  | 1,8                        | 1,8                         | --        | --        | --                          |
| 3,00         | C    | 0,5                         | 369,6                       | 44,4                        | 117,2                      | 2,5  | 1,9                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 3,20         | C    | 0,3                         | 185,8                       | 29,7                        | 79,8                       | 3,2  | 1,7                        | 1,8                         | --        | --        | --                          |
| 3,40         | C    | 0,3                         | 221,9                       | 33,6                        | 88,3                       | 1,4  | 1,8                        | 1,8                         | --        | --        | --                          |
| 3,60         | C    | 0,3                         | 220,4                       | 33,6                        | 88,3                       | 4,2  | 1,8                        | 1,8                         | --        | --        | --                          |
| 4,00         | C    | 0,6                         | 387,0                       | 45,5                        | 121,5                      | 1,9  | 1,9                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 4,20         | C    | 0,4                         | 258,7                       | 37,5                        | 97,4                       | 7,2  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 4,40         | C    | 0,4                         | 294,8                       | 40,4                        | 104,9                      | 2,3  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 4,60         | CI   | 0,4                         | 293,5                       | 40,4                        | 104,9                      | <0,5 | 1,8                        | 1,9                         | <5        | 28,7      | 17,4                        |
| 4,80         | C    | 0,5                         | 329,6                       | 42,9                        | 112,2                      | 2,1  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 5,00         | CI   | 0,8                         | 590,7                       | 47,5                        | 156,3                      | <0,5 | 1,9                        | 2,0                         | <5        | 29,0      | 33,4                        |
| 5,20         | C    | 0,6                         | 407,0                       | 46,6                        | 126,7                      | 1,9  | 1,9                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 5,40         | C    | 0,4                         | 293,0                       | 40,8                        | 105,9                      | 2,3  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 5,60         | CI   | 0,7                         | 479,1                       | 48,3                        | 139,4                      | <0,5 | 1,9                        | 2,0                         | <5        | 28,7      | 27,7                        |
| 5,80         | C    | 0,8                         | 590,1                       | 47,4                        | 157,1                      | 4,3  | 1,9                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 6,00         | CI   | 0,9                         | 663,7                       | 44,5                        | 168,3                      | <0,5 | 2,0                        | 2,0                         | <5        | 28,9      | 37,7                        |
| 6,20         | I    | --                          | --                          | 41,7                        | 270,6                      | <0,5 | 1,9                        | 2,2                         | <5        | 32,7      | 81,9                        |
| 6,60         | CI   | 1,5                         | 1077,5                      | 59,9                        | 223,6                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 30,9      | 59,9                        |
| 6,80         | CI   | 1,3                         | 887,8                       | 49,9                        | 200,0                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 29,8      | 49,9                        |
| 7,00         | C    | 0,9                         | 586,3                       | 47,2                        | 157,9                      | 2,1  | 1,9                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 7,40         | CI   | 1,3                         | 926,8                       | 52,2                        | 205,5                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 29,8      | 52,2                        |
| 7,60         | CI   | 1,3                         | 887,0                       | 50,2                        | 200,6                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 29,4      | 50,2                        |
| 8,00         | CI   | 1,6                         | 1147,3                      | 64,2                        | 233,2                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 30,5      | 64,2                        |
| 8,20         | CI   | 1,4                         | 962,7                       | 54,5                        | 210,9                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 29,5      | 54,5                        |
| 8,40         | C    | 1,3                         | 886,2                       | 50,5                        | 201,3                      | 2,9  | 2,0                        | 2,1                         | --        | --        | --                          |
| 8,60         | CI   | 2,1                         | 1484,7                      | 82,5                        | 271,7                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 31,5      | 82,5                        |
| 9,00         | CI   | 2,0                         | 1407,3                      | 78,5                        | 263,6                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 31,1      | 78,5                        |
| 9,40         | I    | --                          | --                          | 58,1                        | 389,6                      | <0,5 | 1,9                        | 2,2                         | <5        | 34,2      | 148,8                       |
| 10,00        | CI   | 2,8                         | 2030,3                      | 112,1                       | 327,7                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 32,5      | 112,1                       |
| 10,20        | I    | --                          | --                          | 43,2                        | 288,6                      | <0,5 | 1,9                        | 2,2                         | <5        | 31,3      | 91,0                        |
| 11,00        | CI   | 2,4                         | 1703,3                      | 95,0                        | 296,3                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 31,3      | 95,0                        |
| 11,20        | C    | 0,9                         | 579,6                       | 46,4                        | 161,8                      | 1,6  | 1,9                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 12,20        | CI   | 2,2                         | 1551,0                      | 87,4                        | 281,4                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 30,5      | 87,4                        |
| 12,80        | C    | 0,4                         | 236,7                       | 40,7                        | 105,7                      | 0,7  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 13,00        | CI   | 1,3                         | 871,4                       | 51,6                        | 204,0                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 28,7      | 51,6                        |
| 13,20        | C    | 0,9                         | 575,1                       | 46,0                        | 163,4                      | 1,4  | 1,9                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 13,40        | C    | 0,6                         | 348,7                       | 46,8                        | 127,4                      | 1,0  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 14,00        | C    | 0,7                         | 395,7                       | 48,0                        | 135,9                      | 1,8  | 1,9                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 14,20        | C    | 1,3                         | 872,9                       | 52,1                        | 205,3                      | 1,9  | 2,0                        | 2,1                         | --        | --        | --                          |
| 14,40        | C    | 1,3                         | 871,4                       | 52,1                        | 205,3                      | 3,2  | 2,0                        | 2,1                         | --        | --        | --                          |
| 14,60        | CI   | 2,1                         | 1469,9                      | 84,1                        | 275,0                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 29,5      | 84,1                        |
| 14,80        | CI   | 3,1                         | 2218,3                      | 124,1                       | 348,8                      | <0,5 | 2,2                        | 2,2                         | <5        | 31,4      | 124,1                       |

Il livello freatico superficiale su CPT1 è stato rilevato a -2.20 m d.p.c.



**CPT 2**

| Prof. Strato<br>(m) | qc<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Gamma<br>Medio<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Comp. Geotecnico   | Descrizione                     |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 0,40                | 0,138                                | 0,6                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Materiali organici e torbosi    |
| 1,00                | 20,138                               | 1,111                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 1,20                | 24,276                               | 0,667                                | 2,0                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 1,40                | 30,276                               | 0,4                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 1,60                | 40,276                               | 0,4                                  | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 2,20                | 35,655                               | 0,889                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 2,40                | 28,414                               | 0,267                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 3,00                | 29,081                               | 0,467                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 3,20                | 22,552                               | 0,133                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 4,00                | 42,052                               | 0,8                                  | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 4,20                | 48,69                                | 0,533                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 4,40                | 30,69                                | 0,8                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 4,60                | 14,69                                | 0,667                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 4,80                | 32,69                                | 0,267                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 5,00                | 50,69                                | 0,4                                  | 2,1                                   | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |
| 5,20                | 42,828                               | 0,867                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 5,40                | 11,828                               | 0,667                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 5,60                | 64,828                               | 1,867                                | 2,2                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 6,40                | 44,397                               | 0,667                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 6,80                | 33,966                               | 0,667                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 7,00                | 48,966                               | 0,4                                  | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 7,20                | 31,104                               | 0,4                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 7,40                | 35,104                               | 0,4                                  | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 8,00                | 55,771                               | 0,178                                | 2,1                                   | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |

**Parametri Geotecnici CPT 2**

| Prof.<br>(m) | Tipo | Cu<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Eu<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Mo<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | G<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | OCR  | Puv<br>(t/m <sup>3</sup> ) | PuvS<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Dr<br>(%) | Fi<br>(°) | Ey<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------|----------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| 0,40         | C    | 0,0                         | 3,7                         | 0,9                         | 8,3                        | >9   | 1,1                        | 1,2                         | --        | --        | --                          |
| 1,00         | C    | 1,0                         | 750,1                       | 41,6                        | 175,4                      | >9   | 2,0                        | 2,1                         | --        | --        | --                          |
| 1,20         | C    | 1,2                         | 902,2                       | 48,6                        | 196,6                      | >9   | 2,0                        | 2,1                         | --        | --        | --                          |
| 1,40         | CI   | 1,5                         | 1125,7                      | 60,6                        | 225,0                      | 1,2  | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 36,9      | 60,6                        |
| 1,60         | CI   | 2,0                         | 1499,2                      | 80,6                        | 267,8                      | 1,1  | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 37,8      | 80,6                        |
| 2,20         | CI   | 1,8                         | 1322,8                      | 71,3                        | 248,6                      | 1,4  | 2,1                        | 2,1                         | <5        | 36,3      | 71,3                        |
| 2,40         | CI   | 1,4                         | 1048,1                      | 56,8                        | 216,4                      | 2,0  | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 34,4      | 56,8                        |
| 3,00         | CI   | 1,5                         | 1070,1                      | 58,2                        | 219,5                      | 2,7  | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 33,9      | 58,2                        |
| 3,20         | CI   | 1,1                         | 822,3                       | 45,1                        | 187,9                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 32,1      | 45,1                        |
| 4,00         | CI   | 2,1                         | 1549,6                      | 84,1                        | 275,0                      | 2,2  | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 34,7      | 84,1                        |
| 4,20         | CI   | 2,4                         | 1794,6                      | 97,4                        | 300,7                      | 2,1  | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 34,9      | 97,4                        |
| 4,40         | CI   | 1,5                         | 1118,1                      | 61,4                        | 226,8                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 32,4      | 61,4                        |
| 4,60         | C    | 0,7                         | 516,6                       | 48,4                        | 144,6                      | 5,2  | 1,9                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 4,80         | CI   | 1,6                         | 1190,1                      | 65,4                        | 235,8                      | <0,5 | 2,1                        | 2,1                         | <5        | 32,4      | 65,4                        |
| 5,00         | I    | --                          | --                          | 49,5                        | 308,2                      | 3,3  | 1,9                        | 2,2                         | <5        | 34,4      | 101,4                       |
| 5,20         | CI   | 2,1                         | 1567,1                      | 85,7                        | 278,1                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 33,4      | 85,7                        |
| 5,40         | C    | 0,6                         | 403,1                       | 46,6                        | 126,7                      | 4,4  | 1,9                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 5,60         | CI   | 3,2                         | 2389,0                      | 129,7                       | 358,2                      | 2,1  | 2,2                        | 2,2                         | <5        | 35,3      | 129,7                       |
| 6,40         | CI   | 2,2                         | 1618,8                      | 88,8                        | 284,2                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 33,0      | 88,8                        |
| 6,80         | CI   | 1,7                         | 1222,9                      | 67,9                        | 241,3                      | <0,5 | 2,1                        | 2,1                         | <5        | 31,2      | 67,9                        |
| 7,00         | CI   | 2,5                         | 1783,1                      | 97,9                        | 301,8                      | <0,5 | 2,1                        | 2,2                         | <5        | 32,9      | 97,9                        |
| 7,20         | CI   | 1,6                         | 1111,7                      | 62,2                        | 228,7                      | <0,5 | 2,0                        | 2,1                         | <5        | 30,5      | 62,2                        |
| 7,40         | CI   | 1,8                         | 1260,2                      | 70,2                        | 246,2                      | <0,5 | 2,1                        | 2,1                         | <5        | 31,0      | 70,2                        |
| 8,00         | I    | --                          | --                          | 49,4                        | 326,7                      | <0,5 | 1,9                        | 2,2                         | <5        | 33,2      | 111,5                       |

Il livello freatico superficiale su CPT2 è stato rilevato a -2.50 m d.p.c.

**CPT 3**

| Prof. Strato<br>(m) | qc<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Gamma<br>Medio<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Comp. Geotecnico   | Descrizione                    |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 0,40                | 0,0                                  | 0,467                                | 0,0                                   |                    | Stima non eseguibile           |
| 0,80                | 18,0                                 | 0,934                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                        |
| 1,00                | 12,0                                 | 0,133                                | 1,9                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi |
| 2,20                | 10,0                                 | 0,556                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                        |
| 2,40                | 10,0                                 | 0,333                                | 1,9                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille       |
| 4,60                | 7,818                                | 0,455                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                        |
| 4,80                | 3,0                                  | 0,2                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Materiali organici e torbosi   |
| 5,20                | 4,0                                  | 0,167                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                        |
| 5,80                | 2,667                                | 0,2                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Materiali organici e torbosi   |
| 6,20                | 4,0                                  | 0,2                                  | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                        |
| 6,40                | 10,0                                 | 0,267                                | 1,9                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille       |
| 6,80                | 10,0                                 | 0,4                                  | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                        |
| 7,00                | 16,0                                 | 0,133                                | 1,9                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi |
| 7,20                | 14,0                                 | 0,533                                | 1,9                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille       |
| 7,80                | 8,0                                  | 0,444                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                        |

**Parametri Geotecnici CPT 3**

| Prof.<br>(m) | Tipo | Cu<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Eu<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Mo<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | G<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | OCR  | Puv<br>(t/m <sup>3</sup> ) | PuvS<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Dr<br>(%) | Fi<br>(°) | Ey<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------|----------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| 0,40         |      |                             |                             |                             |                            |      |                            |                             |           |           |                             |
| 0,80         | C    | 0,9                         | 673,5                       | 45,9                        | 163,7                      | >9   | 2,0                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 1,00         | CI   | 0,6                         | 446,3                       | 46,8                        | 127,8                      | 1,2  | 1,9                        | 2,0                         | <5        | 35,8      | 24,0                        |
| 2,20         | C    | 0,5                         | 366,1                       | 43,5                        | 114,3                      | >9   | 1,9                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 2,40         | C    | 0,5                         | 360,9                       | 43,5                        | 114,3                      | 6,4  | 1,9                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 4,60         | C    | 0,4                         | 270,1                       | 37,9                        | 98,4                       | 5,3  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 4,80         | C    | 0,2                         | 80,4                        | 17,8                        | 54,8                       | 1,6  | 1,6                        | 1,7                         | --        | --        | --                          |
| 5,20         | C    | 0,2                         | 115,7                       | 22,8                        | 65,3                       | 1,2  | 1,7                        | 1,7                         | --        | --        | --                          |
| 5,80         | C    | 0,1                         | 62,1                        | 16,0                        | 51,0                       | 1,3  | 1,6                        | 1,6                         | --        | --        | --                          |
| 6,20         | C    | 0,2                         | 108,5                       | 22,8                        | 65,3                       | 1,2  | 1,6                        | 1,7                         | --        | --        | --                          |
| 6,40         | C    | 0,5                         | 331,2                       | 43,5                        | 114,3                      | 1,6  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 6,80         | C    | 0,5                         | 329,0                       | 43,5                        | 114,3                      | 2,3  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |
| 7,00         | CI   | 0,8                         | 551,8                       | 48,0                        | 152,4                      | <0,5 | 1,9                        | 2,0                         | <5        | 28,7      | 32,0                        |
| 7,20         | C    | 0,7                         | 475,4                       | 48,3                        | 140,4                      | 2,8  | 1,9                        | 2,0                         | --        | --        | --                          |
| 7,80         | C    | 0,4                         | 247,4                       | 38,4                        | 99,8                       | 2,2  | 1,8                        | 1,9                         | --        | --        | --                          |

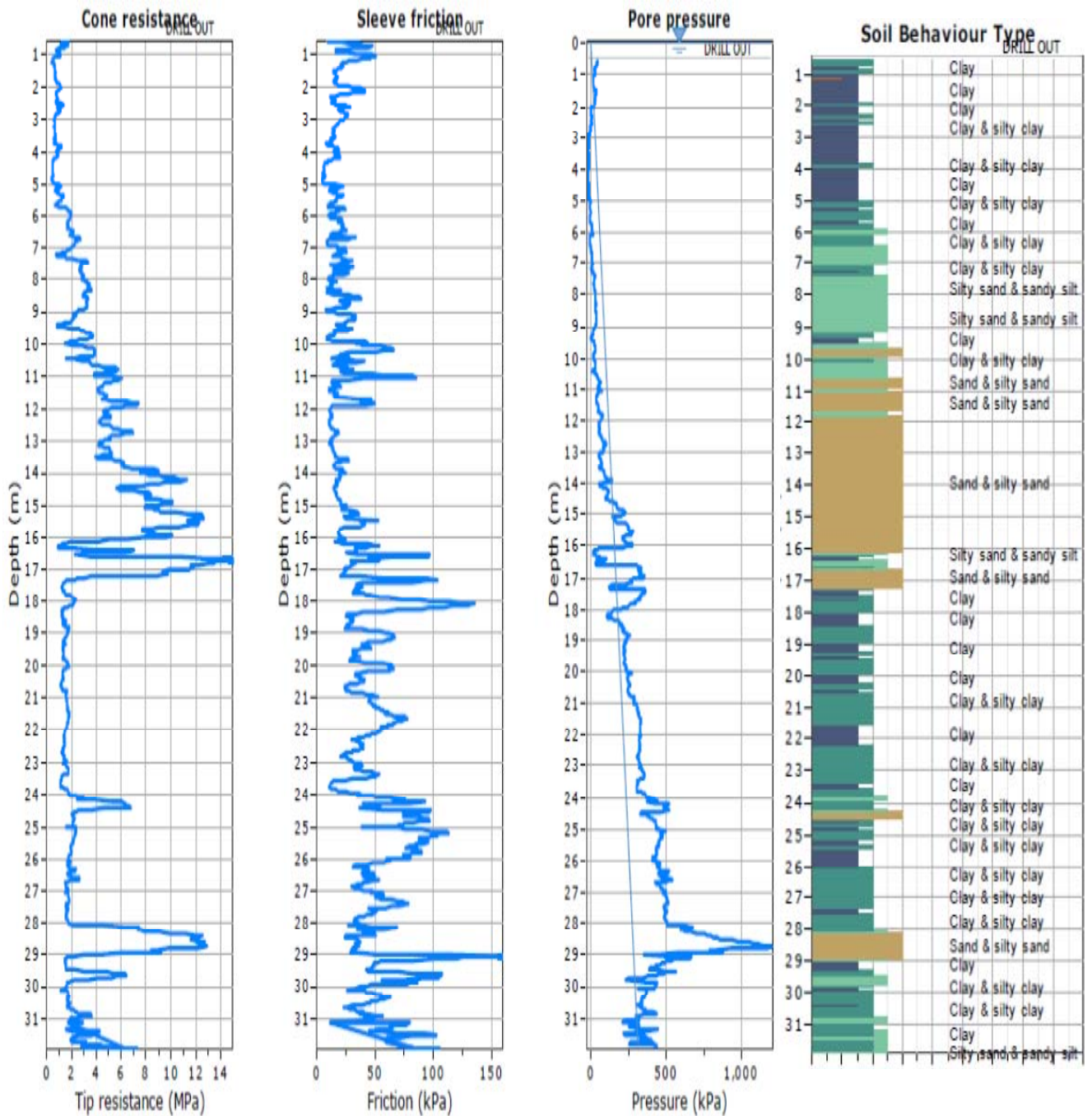
Il livello freatico superficiale su CPT3 è stato rilevato a -2.30 m d.p.c.

Prof: Profondità strato (m)  
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente  
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 OCR: Grado di sovraconsolidazione  
 Puv: Peso unità di volume (t/m<sup>3</sup>)  
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m<sup>3</sup>)  
 Dr: Densità relativa (%)  
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)  
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

### 6.3.2. Prova CPTU

Anche per la prova CPTU, eseguita in precedenza nell'area ferroviaria, si riportano i diagrammi penetrometrici con relative interpretazioni litologiche e riepilogo dei principali parametri geotecnici ottenuti.

**CPTU 1**



| From depth<br>To depth<br>(m) | Thickness<br>(m) | Permeability<br>(m/s)   | SPT <sub>N60</sub><br>(blows/30cm) | E <sub>s</sub><br>(MPa) | D <sub>r</sub> | Friction<br>angle | Constrained<br>modulus, M<br>(MPa) | Shear<br>modulus, G <sub>0</sub><br>(MPa) | Undrained<br>strength, S <sub>u</sub><br>(kPa) | Undrained<br>strength<br>ratio | OCR           | Unit weight<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------|---|--|--------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| 0.61<br>0.77                  | 0.16             | 1.11E-07<br>(±4.18E-08) | 5.7<br>(±0.7)                      | 28.4<br>(±3.0)          | 0.0<br>(±0.0)  | 0.0<br>(±0.0)     | 20.2<br>(±2.4)                     | 35.0<br>(±2.8)                            | 103.3<br>(±12.4)                               | 2.1<br>(±0.2)                  | 9.5<br>(±1.1) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 0.77<br>5.27                  | 4.50             | 1.66E-08<br>(±4.23E-08) | 3.2<br>(±0.8)                      | 20.2<br>(±2.7)          | 0.0<br>(±0.0)  | 0.0<br>(±0.0)     | 7.3<br>(±4.2)                      | 21.7<br>(±4.8)                            | 44.8<br>(±15.8)                                | 0.9<br>(±0.3)                  | 4.1<br>(±1.5) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 5.27<br>5.77                  | 0.50             | 7.90E-08<br>(±5.56E-08) | 4.4<br>(±0.8)                      | 22.1<br>(±0.9)          | 0.0<br>(±0.0)  | 0.0<br>(±0.0)     | 13.2<br>(±3.5)                     | 24.8<br>(±3.0)                            | 66.4<br>(±14.7)                                | 1.2<br>(±0.3)                  | 5.6<br>(±1.2) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 5.77<br>6.41                  | 0.64             | 4.17E-07<br>(±3.66E-07) | 6.0<br>(±0.0)                      | 25.1<br>(±1.4)          | 27.3<br>(±0.9) | 33.2<br>(±0.3)    | 23.0<br>(±1.6)                     | 31.4<br>(±1.7)                            | 0.0<br>(±0.0)                                  | 0.0<br>(±0.0)                  | 0.0<br>(±0.0) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 6.41<br>7.33                  | 0.92             | 3.87E-07<br>(±1.00E-06) | 6.4<br>(±1.1)                      | 26.7<br>(±2.7)          | 28.5<br>(±1.8) | 33.6<br>(±0.6)    | 23.0<br>(±7.3)                     | 32.5<br>(±3.8)                            | 0.0<br>(±0.0)                                  | 0.0<br>(±0.0)                  | 0.0<br>(±0.0) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 7.33<br>10.67                 | 3.34             | 9.02E-07<br>(±2.06E-06) | 9.0<br>(±1.6)                      | 34.4<br>(±5.8)          | 31.0<br>(±2.3) | 34.4<br>(±0.7)    | 34.6<br>(±9.6)                     | 42.8<br>(±7.3)                            | 0.0<br>(±0.0)                                  | 0.0<br>(±0.0)                  | 0.0<br>(±0.0) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 10.67<br>13.87                | 3.20             | 8.25E-06<br>(±6.43E-06) | 13.6<br>(±1.7)                     | 43.0<br>(±5.9)          | 35.8<br>(±2.9) | 35.8<br>(±0.8)    | 53.6<br>(±6.8)                     | 53.9<br>(±7.4)                            | 0.0<br>(±0.0)                                  | 0.0<br>(±0.0)                  | 0.0<br>(±0.0) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 13.87<br>17.21                | 3.34             | 1.79E-05<br>(±6.18E-05) | 19.1<br>(±5.2)                     | 57.4<br>(±8.1)          | 44.9<br>(±6.8) | 37.9<br>(±1.6)    | 59.8<br>(±21.0)                    | 70.6<br>(±11.3)                           | 0.0<br>(±0.0)                                  | 0.0<br>(±0.0)                  | 0.0<br>(±0.0) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 17.21<br>31.87                | 14.66            | 0.00E+00<br>(±5.35E-06) | 11.7<br>(±4.9)                     | 104.7<br>(±10.8)        | 0.0<br>(±0.0)  | 0.0<br>(±0.0)     | 10.6<br>(±26.6)                    | 74.4<br>(±18.8)                           | 99.5<br>(±49.8)                                | 0.5<br>(±0.2)                  | 2.1<br>(±0.9) | 19.0<br>(±0.0)                      |
| 31.87<br>31.91                | 0.04             | 3.92E-09<br>(±1.77E-08) | 15.6<br>(±2.7)                     | 0.0<br>(±0.0)           | 0.0<br>(±0.0)  | 0.0<br>(±0.0)     | 17.3<br>(±17.1)                    | 100.7<br>(±11.8)                          | 160.5<br>(±66.0)                               | 0.6<br>(±0.2)                  | 2.6<br>(±1.0) | 19.0<br>(±0.0)                      |

Tab.8 – Parametri geotecnici **CPTU**



## 7. ANALISI DEI DATI

La successione stratigrafica riscontrata sulle verticali indagate mostra, al di sotto di una coltre alterata e sovraconsolidata dello spessore di circa 1.60 m., la costante presenza di terreni argilloso-limosi e limoso-argillosi a bassa e media consistenza, intercalati a strati sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi di variabile spessore.

Il livello freatico più superficiale si è rilevato a profondità variabili da -2.20 a -2.50 m. dal piano di indagine.

E' tuttavia riscontrabile una modesta difformità di carattere litologico e di caratteristiche fisico meccaniche, tra le parti estreme del tracciato (zone nord e sud) e la parte centrale.

### Zona nord e zona sud del tracciato

Alla quota di imposta presunta del rilevato stradale, sono presenti prevalentemente argille limose e limi argillosi a comportamento spiccatamente coesivo, aventi densità naturale  $\gamma_n = 18.0-19.0 \text{ KN/m}^3$ , le cui caratteristiche di resistenza al taglio, espresse in funzione della resistenza non drenata risultano piuttosto scarse, con valori  $c_u = 30-50 \text{ KPa}$  ( $0.30-0.50 \text{ kg/cm}^2$ ). Il modulo edometrico ( $M_o$ ) stimato per questi terreni è dell'ordine di 3-4 MPa ( $30-40 \text{ kg/cm}^2$ ).

A maggiori profondità, dove presenti litologie a comportamento spiccatamente granulare (limi sabbiosi), possono considerarsi valori di riferimento per l'angolo di attrito interno  $\phi = 30-33^\circ$ .

### Zona centrale del tracciato

All'imposta del rilevato stradale i terreni sono costituiti da argille limose e limi argillosi, limi sabbiosi, e sabbie limose (qui maggiormente diffuse), presentano densità naturale  $\gamma_n = 19.0-20.0 \text{ KN/m}^3$ , e caratteristiche di resistenza al taglio, leggermente più elevate delle precedenti, con valori  $c_u = 100-150 \text{ KPa}$  ( $1.00-1.50 \text{ kg/cm}^2$ ). Il modulo edometrico ( $M_o$ ) stimato per questi terreni è dell'ordine di 5-6 MPa ( $50-60 \text{ kg/cm}^2$ ).

In presenza di orizzonti prevalentemente sabbioso-limosi, che denotano un evidente comportamento incoerente, possono considerarsi valori di  $\phi = 33-35^\circ$ .

I terreni in sito in particolare nella zona nord, adiacente all'attuale viabilità di accesso all'interporto, e nella zona a sud, in prossimità del Circuito Segnatello hanno caratteristiche prestazionali piuttosto scarse, che migliorano sensibilmente nella parte centrale del futuro tracciato; tuttavia i limiti legati alla puntualità dell'indagine eseguita in questa sede non consentono evidentemente di delineare un quadro esaustivo delle caratteristiche prestazionali del sottofondo, sull'intero sviluppo dell'infrastruttura.

Si suggerisce di procedere, preliminarmente all'inizio dei lavori, all'esecuzione di prove di carico su piastra per accertare, con maggiore dettaglio, l'idoneità del sottofondo, al fine di poterne trarre le opportune valutazioni in merito alla possibilità di eseguire eventuali trattamenti di miglioramento tramite stabilizzazione del terreno di sottofondo.

## 8. STUDIO DELLA POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI SEDIMENTI SABBIOSI

Lungo le verticali d'indagine più profonde (CPT1 e CPTU1), poste circa alle due estremità del tracciato, sono stati individuati orizzonti di terreno incoerente, meno addensato e sotto falda, e su questi in particolare è stata eseguita la stima dell'Indice di Potenziale Liquefazione (LPI o  $I_L$ ) secondo il metodo di Idriss & Boulanger (2008).

### 8.1. Metodo di calcolo

Il metodo consente preliminarmente di discriminare gli intervalli a prevalente "tessitura argillosa", e quindi con ogni probabilità non liquefacibili, dagli intervalli a prevalente "tessitura sabbiosa" e pertanto potenzialmente soggetti a liquefazione in caso di sollecitazioni dinamiche cicliche, ed è basato sul parametro di comportamento del terreno  $I_c$ :

I livelli di terreno caratterizzati da valori dell'indice di comportamento  $I_c < 2.6$  sono da considerarsi a comportamento geotecnico incoerente e pertanto potenzialmente suscettibili alla liquefazione in caso di sisma con magnitudo  $> 5$ .

In corrispondenza di tali livelli è stato determinato il fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione.

Per la valutazione della stabilità nei confronti della liquefazione dei depositi sabbiosi individuati, si utilizzano metodi semplificati che si basano sul rapporto che intercorre tra la resistenza ciclica disponibile del terreno e la sollecitazione ciclica indotta dal terremoto.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione  $FS = CRR / CSR$  dove  $CRR$  (*Cyclic Resistance Ratio*) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e  $CSR$  (*Cyclic Stress Ratio*) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

In letteratura scientifica esistono alcune metodologie semplificate che consentono, anche se con marcate approssimazioni, di valutare il livello di rischio connesso al verificarsi del fenomeno della liquefazione attraverso l'introduzione dell'**Indice del Potenziale di Liquefazione LPI (Liquefaction Potential Index) definito dalla seguente relazione (Iwasaki, 1982):**

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

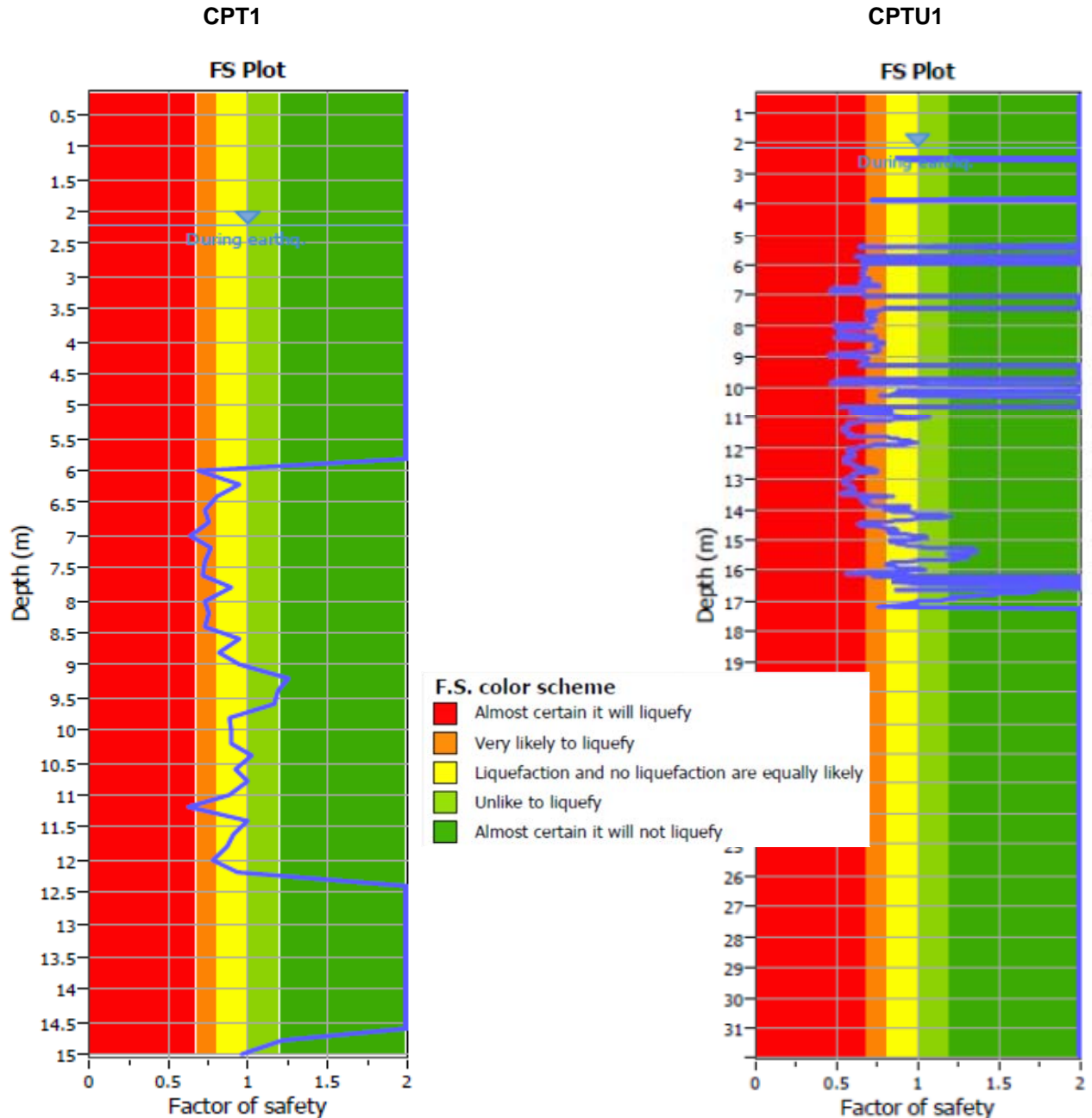
#### 8.1.1. Parametri di Input

Nel presente studio la verifica a liquefazione è stata condotta ipotizzando:

- Magnitudo  $M_w$ : 5.6 (magnitudo storica rilevata da stazione INGV più prossima);
- PGA: pari a 0.23g, ottenuta allo SLV da categoria di sottosuolo C e relativo coefficiente di amplificazione stratigrafica (si veda Tab.7 par. 5.3.3);
- Metodo applicato: Idriss & Boulanger (2008)
- Livello di falda in presenza di sisma -2.20m. d.p.c.

### 8.1.2. Risultati dell'analisi

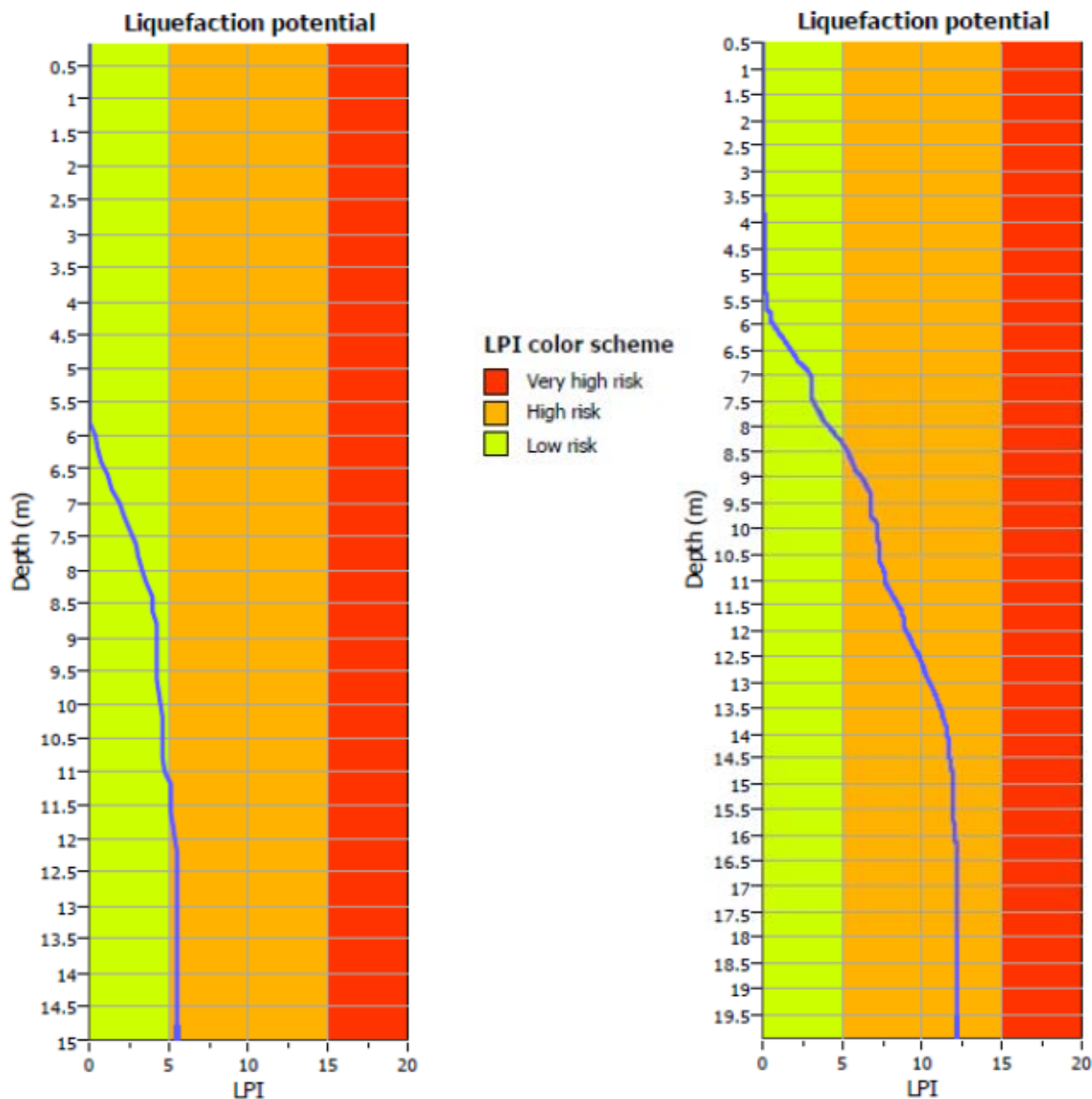
Gli esiti delle verifiche eseguite, dettagliatamente esposte in apposito allegato, vengono sotto riepilogate:



Su singoli strati incoerenti è stato valutato il fattore di sicurezza (FS) tra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico (*CRR*) e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma (*CSR*).

Infine si è ricavato il valore dell'indice di potenziale liquefazione (LPI).





Avendo ottenuto valori di LPI (Indice di Potenziale Liquefazione) rispettivamente di: **5.52 per CPT1** e **12.16 su CPTU1**, considerando la classificazione proposta da Iwasaki (1992):

LPI = 0 rischio nullo

0 < LPI < 5 = rischio basso

**5 < LPI < 15 = rischio elevato**

LPI > 15 = rischio molto elevato

**Per l'area indagata il rischio di potenziale liquefazione dei sedimenti sabbiosi risulta elevato**

## 9. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto di realizzazione del Nuovo Accesso Sud dell'Interporto di Bologna, in Comune di Bentivoglio, è stata eseguita nel mese di Aprile 2019 una campagna di indagini geotecniche e geofisiche volta a ricostruire il modello geologico, geotecnico e i caratteri sismici del sito in esame.

Il modello geologico del sottosuolo è stato preliminarmente descritto sulla base di conoscenze e di informazioni reperibili dalla letteratura specializzata e della consultazione di strumenti di pianificazione territoriale.

I dati delle prove penetrometriche statiche (CPT e CPTU) hanno consentito di delineare una stratigrafia costituita principalmente da alternanze di argille, argille limose, e limi argillosi nei quali si intercalano strati sabbiosi di spessori metrici.

Il livello della prima falda freatica è stato rilevato a profondità di  $-2.20 \div -2.50$ m. dal piano di indagine.

L'indagine sismica, tramite l'utilizzo dei metodi semplificati di cui alle NTC 2018, ha permesso di classificare il sito come appartenente alla classe di suolo C (al limite con la classe D), con valori di  $V_{s30}$  di 181-183 m/sec. e valori di amplificazione locale del moto del suolo, a medio contrasto di rigidezza, nell'intervallo 0.7 – 1.0 Hz circa.

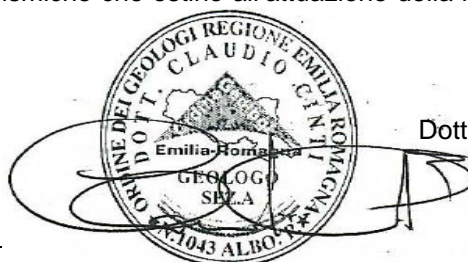
La cartografia di Microzonazione Sismica Semplificata - Tav.2a del PSC Associato Unione Reno Galliera, classifica l'area in oggetto come zona omogenea II-3, soggetta a possibilità di liquefazione per la presenza di rilevanti spessori di sedimenti sabbiosi saturi. Si è ritenuto pertanto di procedere ad una verifica di tale potenziale.

Gli esiti numerici delle verifiche hanno evidenziato un elevato rischio di liquefazione dei sedimenti sabbiosi presenti. Qualora si manifestasse un evento sismico con i parametri di riferimento qui adottati, corrispondenti a valori di sismicità pregressa (magnitudo  $\geq 5.6$ , accelerazioni sismiche pari a 0.23 g.) la liquefazione degli strati sabbiosi, indurrebbe cedimenti stimati al tetto delle sabbie (circa 6 m di profondità d.p.c.) di entità pari a circa 30-50 cm, che a loro volta si ripercuoterebbero in superficie, tramite assestamenti, difficilmente quantificabili, del sottofondo e del corpo del rilevato.

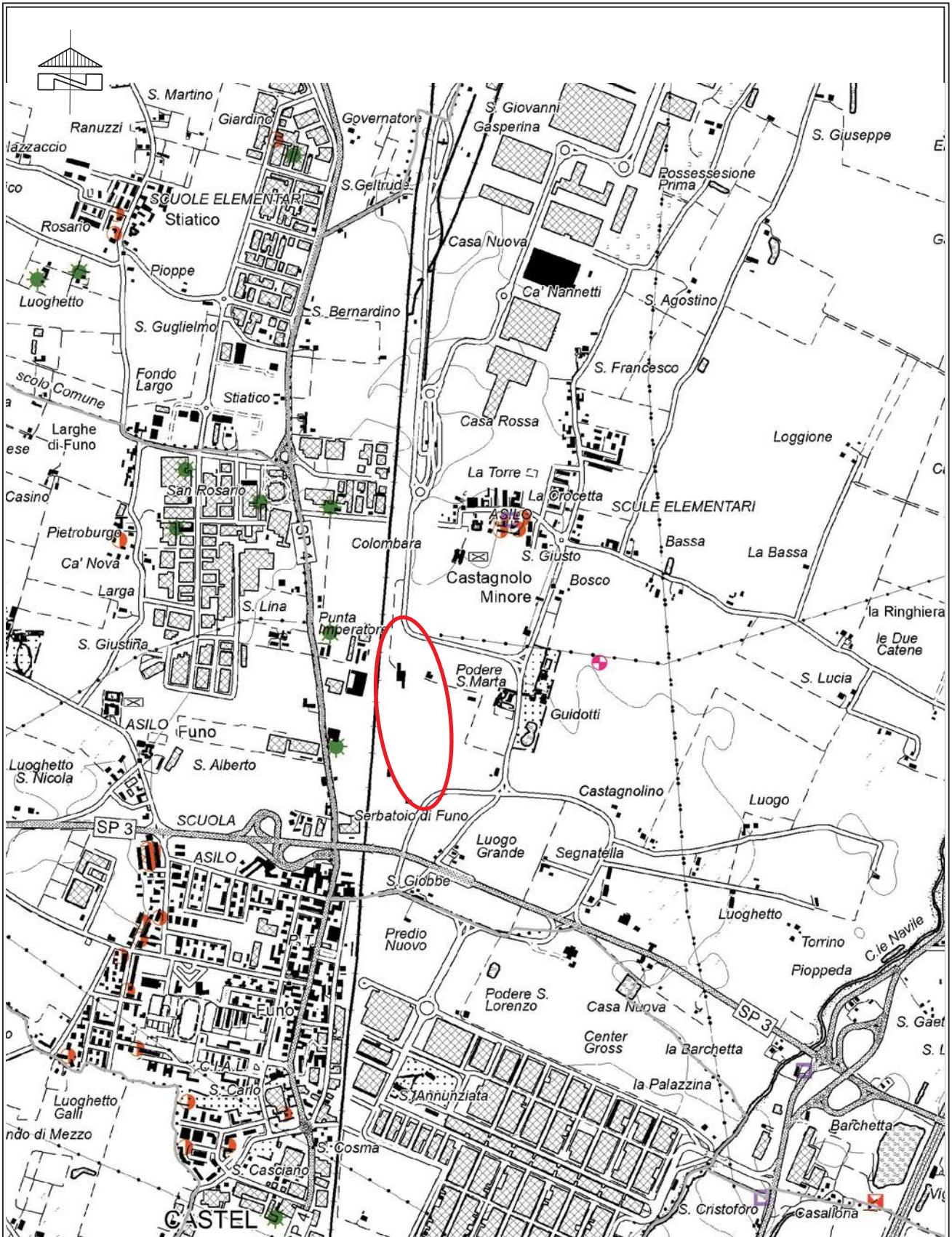
Va considerato che il valore dell'Indice di Potenziale Liquefazione (LPI) è regolato fundamentalmente dalla presenza di strati sabbiosi intercalati in litologie coesive limoso-argillose che, ove presenti, di fatto, costituiscono naturale confinamento ed attenuazione del fenomeno.

Lasciando al progettista ogni decisione in merito all'eventuale adozione di sistemi di miglioramento/consolidamento degli strati sabbiosi, in relazione ai costi di attuazione di tali interventi e al carattere strategico dell'opera; in conclusione, dall'indagine eseguita, salvo quanto segnalato, non si rinvencono criticità geologiche, geotecniche e sismiche che ostino all'attuazione della nuova viabilità e delle infrastrutture relative.

San Lazzaro di Savena (BO), 30/04/2019



Dott. Geol. Claudio Cinti



LEGENDA



Area d'interesse

Estratto da C.T.R. N.203130



**GEOTEA**  
Geologia Territorio Ambiente

TAV. 1

PR.: 19.132

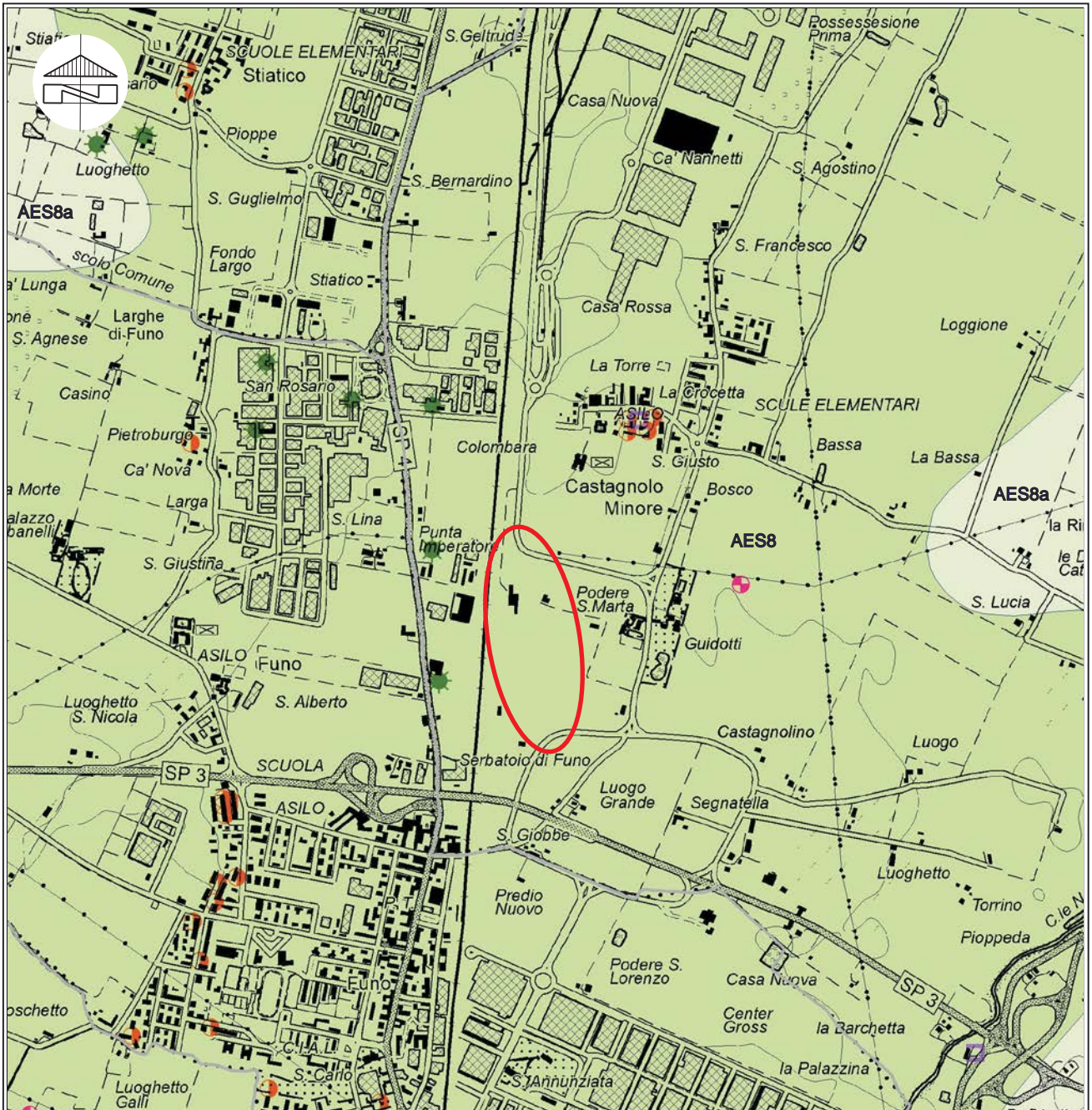
Committente:  
Interporto di Bologna

Inquadramento CTR

Aprile 2019

Scala 1:20000





Area d'interesse

**AES8**

**AES8 - Subsistema di Ravenna**

Nei settori intravallivi ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore erosivo sui depositi marini e alluvionali

**AES8a**

**AES8a - Unità di Modena**

Unità di rango gerarchico inferiore alla precedente che ove presente ne costituisce il tetto stratigrafico, Limite superiore sempre affiorante dato da suolo calcareo di colore bruno olivastro-grigiastro privo di reperti archeologici romani o più antichi. Limite inferiore dato da contatto netto su suolo non calcareo



**GEOTEA**  
Geologia Territorio Ambiente

**TAV. 2**

Base cartografica tratta da:  
Regione Emilia Romagna  
Servizio Cartografico e dei Suoli

PR.: 19.132

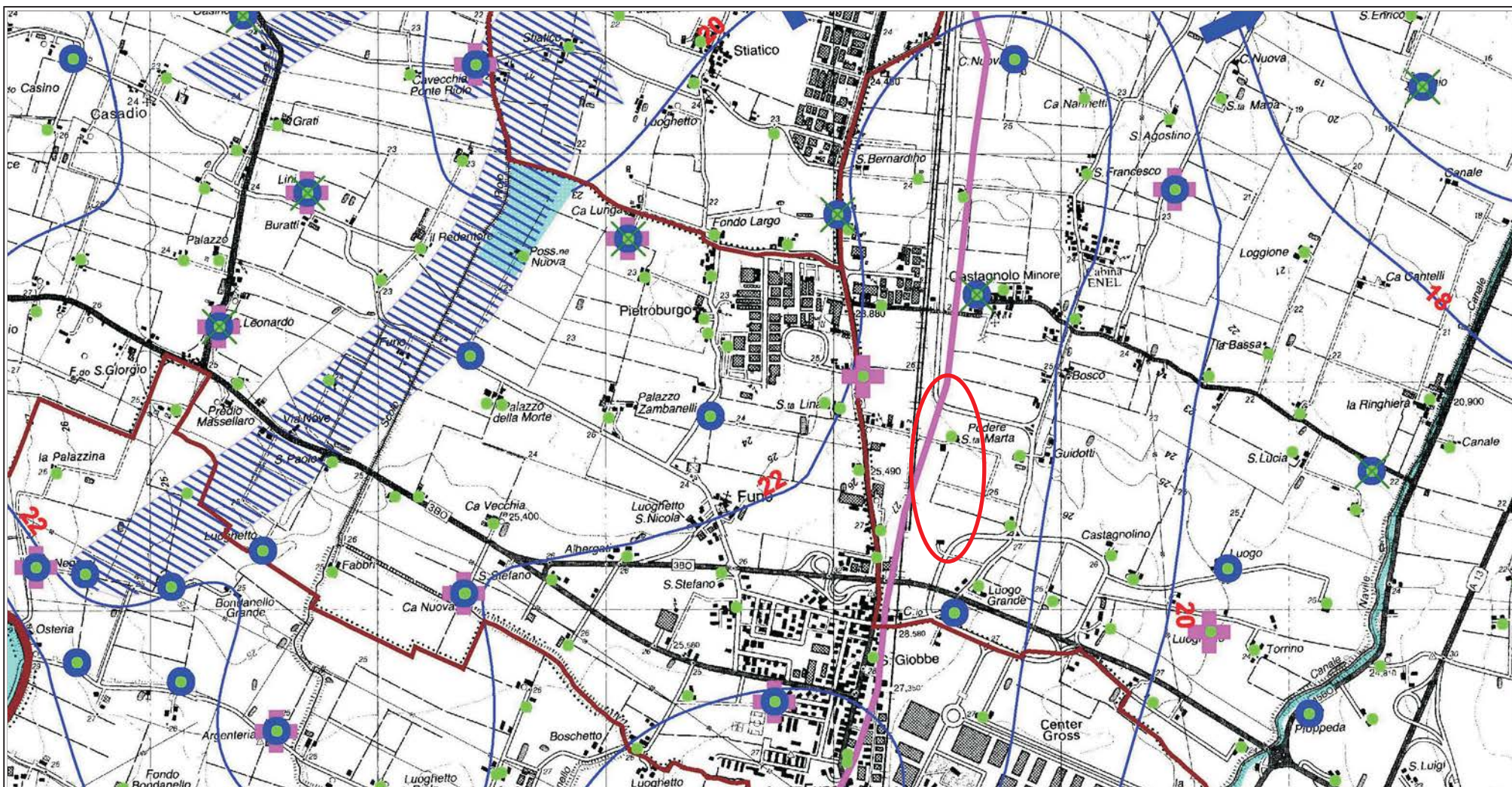
Committente:  
Interporto di Bologna

Aprile 2019

Scala 1:20000

Carta geologica  
delle coperture  
quaternarie





Isofreatiche (Quote s.l.m)



Linee di deflusso sotterranee principali



Linee di deflusso sotterranee secondarie



Area di interesse



Spartiacque principali



**GEOTEAM**  
Geologia Territorio Ambiente

PR.: 19.132

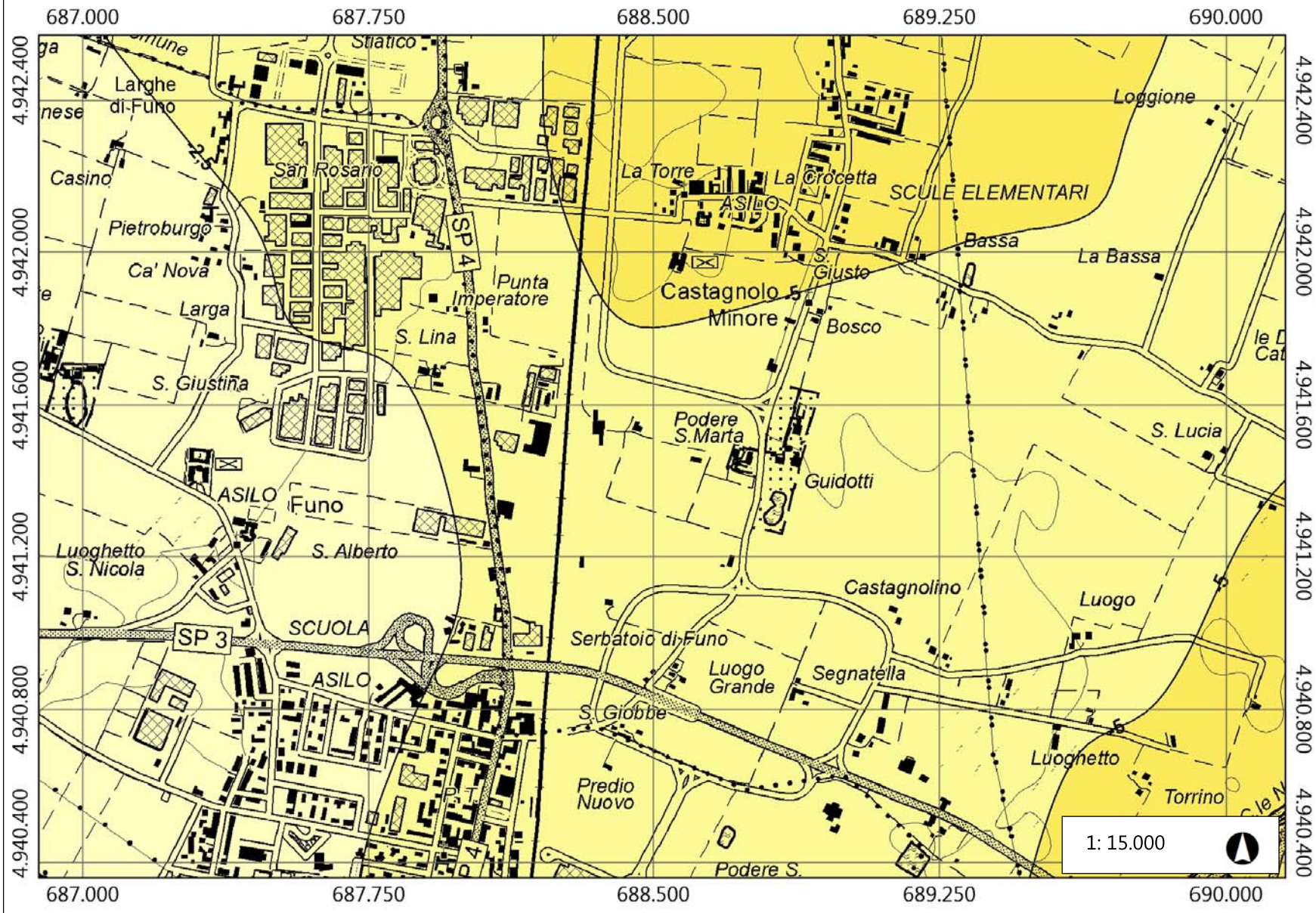
Aprile 2019

Committente:  
Interporto Bologna SpA

TAV. 03  
Carta Idrogeologica

Estratto  
da Tav A.C.1.2.A  
Quadro Conoscitivo  
PSC Unione Reno Galliera





**Legenda**

- Linee Isocinetiche - 2011/2016
- Isocinetiche - 2011/2016 (mm/):
- -30 - -27,5
- -27,5 - -25
- -25 - -22,5
- -22,5 - -20
- -20 - -17,5
- -17,5 - -15
- -15 - -12,5
- -12,5 - -10
- -10 - -7,5
- -7,5 - -5
- -5 - -2,5
- -2,5 - 0
- 0 - 2,5
- 2,5 - 5
- 5 - 7,5

Note

750 0 375 750 Meters

ETRS\_1989\_UTM\_Zone\_32N





CPT

Prova penetrometrica meccanica



Misura a stazione singola HVSR



CPTU/SCPTU

Prova penetrometrica statica con piezocono e piezocono sismico



**GEOTEAM**  
Geologia Territorio Ambiente

PR.: 19.132

Aprile 2019

Committente:  
Interporto Bologna SpA

TAV. 05  
Ubicazione Indagini

Estratto  
da Google Earth

ALLEGATO 1

Report Prove Penetrometriche Statiche (CPT/CPTU)





**Nuovo Accesso Sud  
Interporto di Bologna**



**GEOTEIA s.r.l.**  
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

## PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Interporto Bologna SpA  
Cantiere: Nuovo Accesso Sud  
Località: Comune di Bentivoglio

### Caratteristiche Strumentali DEEP DRILL

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Rif. Norme</b>                      | <b>ASTM D3441-86</b> |
| <b>Diametro Punta conica meccanica</b> | <b>35,7</b>          |
| <b>Angolo di apertura punta</b>        | <b>60</b>            |
| <b>Area punta</b>                      | <b>10</b>            |
| <b>Superficie manicotto</b>            | <b>150</b>           |
| <b>Passo letture (cm)</b>              | <b>20</b>            |
| <b>Costante di trasformazione Ct</b>   | <b>20</b>            |



## Nuovo Accesso Sud Interporto di Bologna



**GEOTE A s.r.l.**  
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

### CPT 1

Committente: Interporto Bologna SpA

Strumento utilizzato: DEEP DRILL

Prova eseguita in data: 30/04/2019

Profondità prova: 15,00 mt

Località: Comune di Bentivoglio

| Profondità<br>(m) | Lettura punta<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Lettura laterale<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc/fs<br>Begemann | fs/qcx100<br>(Schmertmann) |
|-------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| 0,20              | 0,00                                   | 0,0                                       | 0,138                       | 0,0                         |                   | 0,0                        |
| 0,40              | 0,00                                   | 0,0                                       | 0,138                       | 0,4                         | 0,345             | 289,9                      |
| 0,60              | 8,00                                   | 11,0                                      | 16,138                      | 0,933                       | 17,297            | 5,8                        |
| 0,80              | 10,00                                  | 17,0                                      | 20,138                      | 1,067                       | 18,873            | 5,3                        |
| 1,00              | 8,00                                   | 16,0                                      | 16,138                      | 1,333                       | 12,107            | 8,3                        |
| 1,20              | 7,00                                   | 17,0                                      | 14,276                      | 0,933                       | 15,301            | 6,5                        |
| 1,40              | 8,00                                   | 15,0                                      | 16,276                      | 0,8                         | 20,345            | 4,9                        |
| 1,60              | 6,00                                   | 12,0                                      | 12,276                      | 0,533                       | 23,032            | 4,3                        |
| 1,80              | 5,00                                   | 9,0                                       | 10,276                      | 0,333                       | 30,859            | 3,2                        |
| 2,00              | 4,00                                   | 6,5                                       | 8,276                       | 0,2                         | 41,38             | 2,4                        |
| 2,20              | 3,50                                   | 5,0                                       | 7,414                       | 0,267                       | 27,768            | 3,6                        |
| 2,40              | 4,00                                   | 6,0                                       | 8,414                       | 0,2                         | 42,07             | 2,4                        |
| 2,60              | 2,50                                   | 4,0                                       | 5,414                       | 0,133                       | 40,707            | 2,5                        |
| 2,80              | 3,00                                   | 4,0                                       | 6,414                       | 0,267                       | 24,022            | 4,2                        |
| 3,00              | 5,00                                   | 7,0                                       | 10,414                      | 0,2                         | 52,07             | 1,9                        |
| 3,20              | 2,50                                   | 4,0                                       | 5,552                       | 0,267                       | 20,794            | 4,8                        |
| 3,40              | 3,00                                   | 5,0                                       | 6,552                       | 0,133                       | 49,263            | 2,0                        |
| 3,60              | 3,00                                   | 4,0                                       | 6,552                       | 0,4                         | 16,38             | 6,1                        |
| 3,80              | 6,00                                   | 9,0                                       | 12,552                      | 0,2                         | 62,76             | 1,6                        |
| 4,00              | 4,50                                   | 6,0                                       | 9,552                       | 0,2                         | 47,76             | 2,1                        |
| 4,20              | 3,50                                   | 5,0                                       | 7,69                        | 0,8                         | 9,613             | 10,4                       |
| 4,40              | 4,00                                   | 10,0                                      | 8,69                        | 0,267                       | 32,547            | 3,1                        |
| 4,60              | 4,00                                   | 6,0                                       | 8,69                        | 0,067                       | 129,701           | 0,8                        |
| 4,80              | 4,50                                   | 5,0                                       | 9,69                        | 0,267                       | 36,292            | 2,8                        |
| 5,00              | 8,00                                   | 10,0                                      | 16,69                       | 0,2                         | 83,45             | 1,2                        |
| 5,20              | 5,50                                   | 7,0                                       | 11,828                      | 0,267                       | 44,3              | 2,3                        |
| 5,40              | 4,00                                   | 6,0                                       | 8,828                       | 0,333                       | 26,511            | 3,8                        |
| 5,60              | 6,50                                   | 9,0                                       | 13,828                      | 0,133                       | 103,97            | 1,0                        |
| 5,80              | 8,00                                   | 9,0                                       | 16,828                      | 0,667                       | 25,229            | 4,0                        |
| 6,00              | 9,00                                   | 14,0                                      | 18,828                      | 0,267                       | 70,517            | 1,4                        |
| 6,20              | 20,00                                  | 22,0                                      | 40,966                      | 0,133                       | 308,015           | 0,3                        |
| 6,40              | 17,00                                  | 18,0                                      | 34,966                      | 0,4                         | 87,415            | 1,1                        |
| 6,60              | 12,00                                  | 15,0                                      | 24,966                      | 0,133                       | 187,714           | 0,5                        |
| 6,80              | 12,00                                  | 13,0                                      | 24,966                      | 0,267                       | 93,506            | 1,1                        |
| 7,00              | 8,00                                   | 10,0                                      | 16,966                      | 0,4                         | 42,415            | 2,4                        |
| 7,20              | 13,00                                  | 16,0                                      | 27,104                      | 0,267                       | 101,513           | 1,0                        |
| 7,40              | 12,00                                  | 14,0                                      | 25,104                      | 0,133                       | 188,752           | 0,5                        |
| 7,60              | 12,00                                  | 13,0                                      | 25,104                      | 0,533                       | 47,099            | 2,1                        |
| 7,80              | 18,00                                  | 22,0                                      | 37,104                      | 0,4                         | 92,76             | 1,1                        |
| 8,00              | 13,00                                  | 16,0                                      | 27,104                      | 0,267                       | 101,513           | 1,0                        |
| 8,20              | 13,00                                  | 15,0                                      | 27,242                      | 0,4                         | 68,105            | 1,5                        |
| 8,40              | 12,00                                  | 15,0                                      | 25,242                      | 0,667                       | 37,844            | 2,6                        |
| 8,60              | 20,00                                  | 25,0                                      | 41,242                      | 0,667                       | 61,832            | 1,6                        |
| 8,80              | 16,00                                  | 21,0                                      | 33,242                      | 0,533                       | 62,368            | 1,6                        |
| 9,00              | 22,00                                  | 26,0                                      | 45,242                      | 1,333                       | 33,94             | 2,9                        |
| 9,20              | 35,00                                  | 45,0                                      | 71,38                       | 0,533                       | 133,921           | 0,7                        |
| 9,40              | 38,00                                  | 42,0                                      | 77,38                       | 0,667                       | 116,012           | 0,9                        |
| 9,60              | 35,00                                  | 40,0                                      | 71,38                       | 0,933                       | 76,506            | 1,3                        |
| 9,80              | 23,00                                  | 30,0                                      | 47,38                       | 0,4                         | 118,45            | 0,8                        |
| 10,00             | 24,00                                  | 27,0                                      | 49,38                       | 0,4                         | 123,45            | 0,8                        |

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | <b>Nuovo Accesso Sud<br/>Interporto di Bologna</b> |  <b>GEOTE A s.r.l.</b><br>Geologia Territorio Ambiente<br>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'<br>UNI EN ISO 9001:2015<br>CERTIFICATO DA CERTIQUALITY |
|---|--|--|

|       |       |      |        |       |         |     |
|-------|-------|------|--------|-------|---------|-----|
| 10,20 | 22,00 | 25,0 | 45,518 | 0,267 | 170,479 | 0,6 |
| 10,40 | 26,00 | 28,0 | 53,518 | 0,933 | 57,361  | 1,7 |
| 10,60 | 22,00 | 29,0 | 45,518 | 0,533 | 85,4    | 1,2 |
| 10,80 | 25,00 | 29,0 | 51,518 | 0,533 | 96,657  | 1,0 |
| 11,00 | 19,00 | 23,0 | 39,518 | 0,533 | 74,143  | 1,3 |
| 11,20 | 8,00  | 12,0 | 17,656 | 0,533 | 33,126  | 3,0 |
| 11,40 | 23,00 | 27,0 | 47,656 | 0,667 | 71,448  | 1,4 |
| 11,60 | 22,00 | 27,0 | 45,656 | 0,533 | 85,659  | 1,2 |
| 11,80 | 21,00 | 25,0 | 43,656 | 0,267 | 163,506 | 0,6 |
| 12,00 | 18,00 | 20,0 | 37,656 | 0,267 | 141,034 | 0,7 |
| 12,20 | 21,00 | 23,0 | 43,794 | 0,333 | 131,514 | 0,8 |
| 12,40 | 4,00  | 6,5  | 9,794  | 0,333 | 29,411  | 3,4 |
| 12,60 | 3,00  | 5,5  | 7,794  | 0,2   | 38,97   | 2,6 |
| 12,80 | 3,50  | 5,0  | 8,794  | 0,267 | 32,936  | 3,0 |
| 13,00 | 12,00 | 14,0 | 25,794 | 0,2   | 128,97  | 0,8 |
| 13,20 | 8,00  | 9,5  | 17,932 | 0,533 | 33,644  | 3,0 |
| 13,40 | 5,00  | 9,0  | 11,932 | 0,4   | 29,83   | 3,4 |
| 13,60 | 5,00  | 8,0  | 11,932 | 0,467 | 25,55   | 3,9 |
| 13,80 | 5,00  | 8,5  | 11,932 | 0,667 | 17,889  | 5,6 |
| 14,00 | 7,00  | 12,0 | 15,932 | 1,067 | 14,932  | 6,7 |
| 14,20 | 12,00 | 20,0 | 26,07  | 0,8   | 32,588  | 3,1 |
| 14,40 | 12,00 | 18,0 | 26,07  | 1,333 | 19,557  | 5,1 |
| 14,60 | 20,00 | 30,0 | 42,07  | 0,667 | 63,073  | 1,6 |
| 14,80 | 30,00 | 35,0 | 62,07  | 2,0   | 31,035  | 3,2 |
| 15,00 | 23,00 | 38,0 | 48,07  | 0,0   |         | 0,0 |

| Prof. Strato<br>(m) | qc<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Gamma<br>Medio<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Comp. Geotecnico   | Descrizione                     |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 0,40                | 0,138                                | 0,2                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Materiali organici e torbosi    |
| 1,60                | 15,874                               | 0,933                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 2,00                | 9,276                                | 0,267                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 2,20                | 7,414                                | 0,267                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 2,60                | 6,914                                | 0,167                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 2,80                | 6,414                                | 0,267                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 3,00                | 10,414                               | 0,2                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 3,20                | 5,552                                | 0,267                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 3,40                | 6,552                                | 0,133                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 3,60                | 6,552                                | 0,4                                  | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 4,00                | 11,052                               | 0,2                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 4,20                | 7,69                                 | 0,8                                  | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 4,40                | 8,69                                 | 0,267                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 4,60                | 8,69                                 | 0,067                                | 1,8                                   | Incoerente-Coesivo | Terreni fini molto sensitivi    |
| 4,80                | 9,69                                 | 0,267                                | 1,8                                   | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 5,00                | 16,69                                | 0,2                                  | 1,9                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 5,20                | 11,828                               | 0,267                                | 1,9                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 5,40                | 8,828                                | 0,333                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 5,60                | 13,828                               | 0,133                                | 1,9                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | <b>Nuovo Accesso Sud<br/>Interporto di Bologna</b> |  <p style="text-align: center;">         AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'<br/>         UNI EN ISO 9001:2015<br/>         CERTIFICATO DA CERTIQUALITY       </p> |
|---|--|--|

|       |        |       |     |                    |                                 |
|-------|--------|-------|-----|--------------------|---------------------------------|
| 5,80  | 16,828 | 0,667 | 1,9 | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 6,00  | 18,828 | 0,267 | 2,0 | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 6,20  | 40,966 | 0,133 | 2,1 | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |
| 6,60  | 29,966 | 0,267 | 2,0 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 6,80  | 24,966 | 0,267 | 2,0 | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 7,00  | 16,966 | 0,4   | 1,9 | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 7,40  | 26,104 | 0,2   | 2,0 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 7,60  | 25,104 | 0,533 | 2,0 | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 8,00  | 32,104 | 0,334 | 2,0 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 8,20  | 27,242 | 0,4   | 2,0 | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 8,40  | 25,242 | 0,667 | 2,0 | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 8,60  | 41,242 | 0,667 | 2,1 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 9,00  | 39,242 | 0,933 | 2,1 | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 9,40  | 74,38  | 0,6   | 2,2 | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |
| 10,00 | 56,047 | 0,578 | 2,1 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 10,20 | 45,518 | 0,267 | 2,1 | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |
| 11,00 | 47,518 | 0,633 | 2,1 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 11,20 | 17,656 | 0,533 | 1,9 | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 12,20 | 43,684 | 0,413 | 2,1 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 12,80 | 8,794  | 0,267 | 1,8 | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 13,00 | 25,794 | 0,2   | 2,0 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 13,20 | 17,932 | 0,533 | 1,9 | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 13,40 | 11,932 | 0,4   | 1,9 | Coesivo            | Argille limose - Argille        |
| 14,00 | 13,265 | 0,734 | 2,0 | Coesivo            | Argille                         |
| 14,20 | 26,07  | 0,8   | 2,0 | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 14,40 | 26,07  | 1,333 | 2,0 | Coesivo            | Argille                         |
| 14,60 | 42,07  | 0,667 | 2,1 | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 14,80 | 62,07  | 2,0   | 2,2 | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |





## Nuovo Accesso Sud Interporto di Bologna



**GEOTE A s.r.l.**  
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

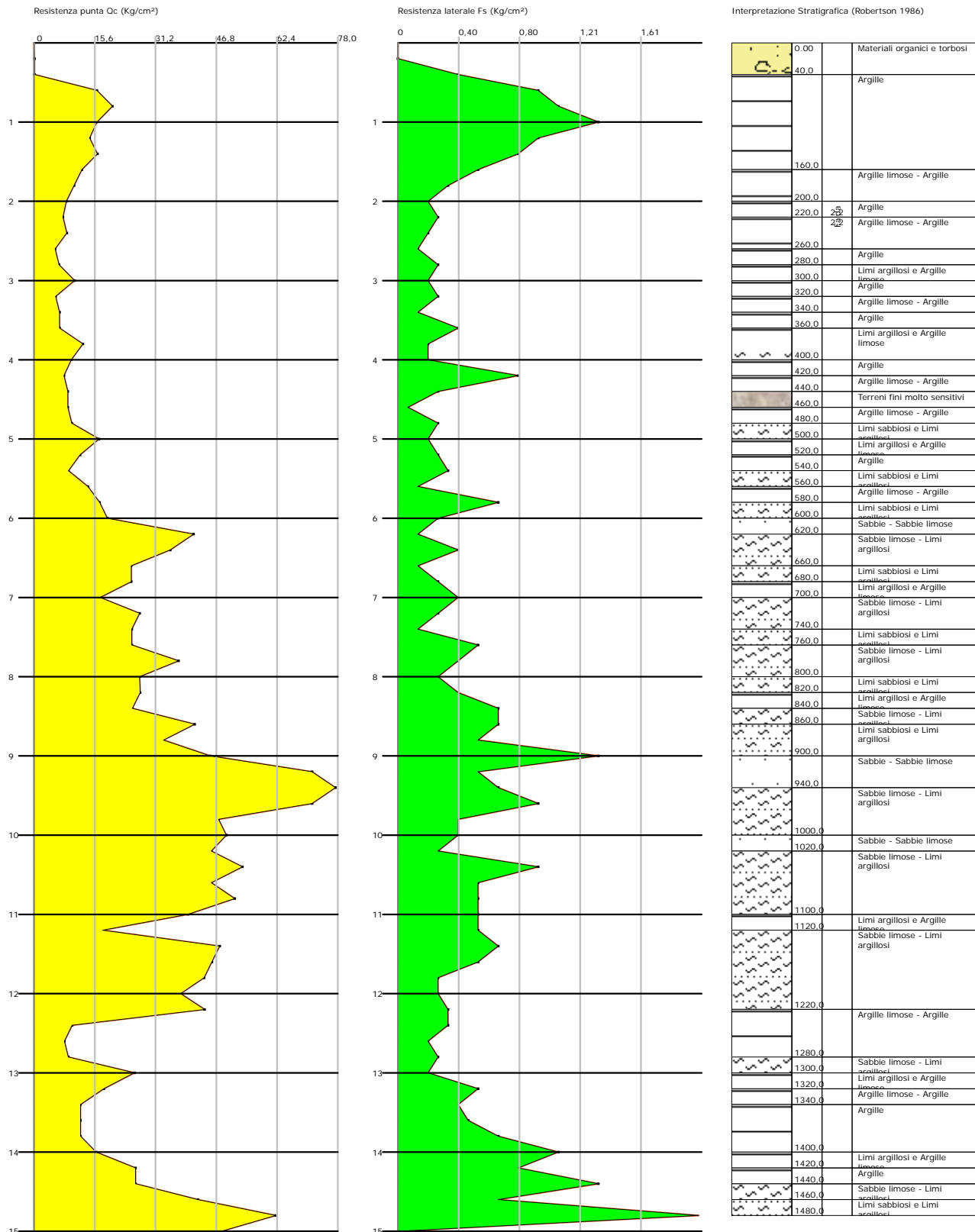
### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI – CPT 1

|       |   |
|-------|---|
| Prof: | Profondità strato (m)                                   |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente       |
| Cu:   | Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )              |
| Eu:   | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| Mo:   | Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )                 |
| G:    | Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )   |
| OCR:  | Grado di sovraconsolidazione                            |
| Puv:  | Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )                |
| PuvS: | Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )         |
| Dr:   | Densità relativa (%)                                    |
| Fi:   | Angolo di resistenza al taglio (°)                      |
| Ey:   | Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )                   |
| Vs:   | Velocità onde di taglio (m/s)                           |

| Prof. | Tipo | Cu  | Eu     | Mo    | G     | OCR  | Puv | PuvS | Dr | Fi   | Ey    | Vs     |
|-------|------|-----|--------|-------|-------|------|-----|------|----|------|-------|--------|
| 0,40  | C    | 0,0 | 3,7    | 0,9   | 8,3   | >9   | 1,1 | 1,2  | -- | --   | --    | 59,47  |
| 1,60  | C    | 0,8 | 587,9  | 48,1  | 151,6 | >9   | 1,9 | 2,0  | -- | --   | --    | 182,38 |
| 2,00  | C    | 0,5 | 334,6  | 41,9  | 109,2 | 5,5  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 181,68 |
| 2,20  | C    | 0,4 | 262,7  | 36,6  | 95,2  | 4,7  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 178,61 |
| 2,60  | C    | 0,4 | 241,9  | 34,9  | 91,2  | 2,5  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 180,03 |
| 2,80  | C    | 0,3 | 221,0  | 33,1  | 87,2  | 3,7  | 1,8 | 1,8  | -- | --   | --    | 180,85 |
| 3,00  | C    | 0,5 | 369,6  | 44,4  | 117,2 | 2,5  | 1,9 | 1,9  | -- | --   | --    | 199,73 |
| 3,20  | C    | 0,3 | 185,8  | 29,7  | 79,8  | 3,2  | 1,7 | 1,8  | -- | --   | --    | 180,16 |
| 3,40  | C    | 0,3 | 221,9  | 33,6  | 88,3  | 1,4  | 1,8 | 1,8  | -- | --   | --    | 187,48 |
| 3,60  | C    | 0,3 | 220,4  | 33,6  | 88,3  | 4,2  | 1,8 | 1,8  | -- | --   | --    | 189,22 |
| 4,00  | C    | 0,6 | 387,0  | 45,5  | 121,5 | 1,9  | 1,9 | 1,9  | -- | --   | --    | 210,76 |
| 4,20  | C    | 0,4 | 258,7  | 37,5  | 97,4  | 7,2  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 199,78 |
| 4,40  | C    | 0,4 | 294,8  | 40,4  | 104,9 | 2,3  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 205,79 |
| 4,60  | CI   | 0,4 | 293,5  | 40,4  | 104,9 | <0,5 | 1,8 | 1,9  | <5 | 28,7 | 17,4  | 206,79 |
| 4,80  | C    | 0,5 | 329,6  | 42,9  | 112,2 | 2,1  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 212,70 |
| 5,00  | CI   | 0,8 | 590,7  | 47,5  | 156,3 | <0,5 | 1,9 | 2,0  | <5 | 29,0 | 33,4  | 246,07 |
| 5,20  | C    | 0,6 | 407,0  | 46,6  | 126,7 | 1,9  | 1,9 | 2,0  | -- | --   | --    | 223,35 |
| 5,40  | C    | 0,4 | 293,0  | 40,8  | 105,9 | 2,3  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 213,16 |
| 5,60  | CI   | 0,7 | 479,1  | 48,3  | 139,4 | <0,5 | 1,9 | 2,0  | <5 | 28,7 | 27,7  | 238,16 |
| 5,80  | C    | 0,8 | 590,1  | 47,4  | 157,1 | 4,3  | 1,9 | 2,0  | -- | --   | --    | 242,37 |
| 6,00  | CI   | 0,9 | 663,7  | 44,5  | 168,3 | <0,5 | 2,0 | 2,0  | <5 | 28,9 | 37,7  | 259,61 |
| 6,20  | I    | --  | --     | 41,7  | 270,6 | <0,5 | 1,9 | 2,2  | <5 | 32,7 | 81,9  | 316,95 |
| 6,60  | CI   | 1,5 | 1077,5 | 59,9  | 223,6 | <0,5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 30,9 | 59,9  | 294,89 |
| 6,80  | CI   | 1,3 | 887,8  | 49,9  | 200,0 | <0,5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 29,8 | 49,9  | 283,35 |
| 7,00  | C    | 0,9 | 586,3  | 47,2  | 157,9 | 2,1  | 1,9 | 2,0  | -- | --   | --    | 250,55 |
| 7,40  | CI   | 1,3 | 926,8  | 52,2  | 205,5 | <0,5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 29,8 | 52,2  | 289,16 |
| 7,60  | CI   | 1,3 | 887,0  | 50,2  | 200,6 | <0,5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 29,4 | 50,2  | 287,85 |
| 8,00  | CI   | 1,6 | 1147,3 | 64,2  | 233,2 | <0,5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 30,5 | 64,2  | 307,73 |
| 8,20  | CI   | 1,4 | 962,7  | 54,5  | 210,9 | <0,5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 29,5 | 54,5  | 296,74 |
| 8,40  | C    | 1,3 | 886,2  | 50,5  | 201,3 | 2,9  | 2,0 | 2,1  | -- | --   | --    | 277,53 |
| 8,60  | CI   | 2,1 | 1484,7 | 82,5  | 271,7 | <0,5 | 2,1 | 2,2  | <5 | 31,5 | 82,5  | 331,36 |
| 9,00  | CI   | 2,0 | 1407,3 | 78,5  | 263,6 | <0,5 | 2,1 | 2,2  | <5 | 31,1 | 78,5  | 328,78 |
| 9,40  | I    | --  | --     | 58,1  | 389,6 | <0,5 | 1,9 | 2,2  | <5 | 34,2 | 148,8 | 388,38 |
| 10,00 | CI   | 2,8 | 2030,3 | 112,1 | 327,7 | <0,5 | 2,1 | 2,2  | <5 | 32,5 | 112,1 | 364,36 |
| 10,20 | I    | --  | --     | 43,2  | 288,6 | <0,5 | 1,9 | 2,2  | <5 | 31,3 | 91,0  | 347,68 |
| 11,00 | CI   | 2,4 | 1703,3 | 95,0  | 296,3 | <0,5 | 2,1 | 2,2  | <5 | 31,3 | 95,0  | 353,71 |
| 11,20 | C    | 0,9 | 579,6  | 46,4  | 161,8 | 1,6  | 1,9 | 2,0  | -- | --   | --    | 273,41 |
| 12,20 | CI   | 2,2 | 1551,0 | 87,4  | 281,4 | <0,5 | 2,1 | 2,2  | <5 | 30,5 | 87,4  | 350,78 |
| 12,80 | C    | 0,4 | 236,7  | 40,7  | 105,7 | 0,7  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 245,70 |
| 13,00 | CI   | 1,3 | 871,4  | 51,6  | 204,0 | <0,5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 28,7 | 51,6  | 311,01 |
| 13,20 | C    | 0,9 | 575,1  | 46,0  | 163,4 | 1,4  | 1,9 | 2,0  | -- | --   | --    | 281,51 |
| 13,40 | C    | 0,6 | 348,7  | 46,8  | 127,4 | 1,0  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --    | 262,11 |

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | <b>Nuovo Accesso Sud<br/>Interporto di Bologna</b> |  <p style="text-align: center;">         AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'<br/>         UNI EN ISO 9001:2015<br/>         CERTIFICATO DA CERTIQUALITY       </p> |
|---|--|--|

|       |    |     |        |       |       |      |     |     |    |      |       |         |
|-------|----|-----|--------|-------|-------|------|-----|-----|----|------|-------|---------|
| 14,00 | C  | 0,7 | 395,7  | 48,0  | 135,9 | 1,8  | 1,9 | 1,9 | -- | --   | --    | 268,44  |
| 14,20 | C  | 1,3 | 872,9  | 52,1  | 205,3 | 1,9  | 2,0 | 2,1 | -- | --   | --    | 304,77  |
| 14,40 | C  | 1,3 | 871,4  | 52,1  | 205,3 | 3,2  | 2,0 | 2,1 | -- | --   | --    | 305,47  |
| 14,60 | CI | 2,1 | 1469,9 | 84,1  | 275,0 | <0.5 | 2,1 | 2,2 | <5 | 29,5 | 84,1  | 356,80  |
| 14,80 | CI | 3,1 | 2218,3 | 124,1 | 348,8 | <0.5 | 2,2 | 2,2 | <5 | 31,4 | 124,1 | 394,1 1 |





## Nuovo Accesso Sud Interporto di Bologna



**GEOTE A s.r.l.**  
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

### CPT 2

Committente: Interporto Bologna SpA  
Strumento utilizzato: DEEP DRILL  
Prova eseguita in data: 30/04/2019  
Profondità prova: 8,00 mt  
Località: Comune di Bentivoglio

| Profondità<br>(m) | Lettura punta<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Lettura laterale<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc/fs<br>Begemann | fs/qcx100<br>(Schmertmann) |
|-------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| 0,20              | 0,00                                   | 0,0                                       | 0,138                       | 0,0                         |                   | 0,0                        |
| 0,40              | 0,00                                   | 0,0                                       | 0,138                       | 1,2                         | 0,115             | 869,6                      |
| 0,60              | 13,00                                  | 22,0                                      | 26,138                      | 1,333                       | 19,608            | 5,1                        |
| 0,80              | 8,00                                   | 18,0                                      | 16,138                      | 0,933                       | 17,297            | 5,8                        |
| 1,00              | 9,00                                   | 16,0                                      | 18,138                      | 1,067                       | 16,999            | 5,9                        |
| 1,20              | 12,00                                  | 20,0                                      | 24,276                      | 0,667                       | 36,396            | 2,7                        |
| 1,40              | 15,00                                  | 20,0                                      | 30,276                      | 0,4                         | 75,69             | 1,3                        |
| 1,60              | 20,00                                  | 23,0                                      | 40,276                      | 0,4                         | 100,69            | 1,0                        |
| 1,80              | 18,00                                  | 21,0                                      | 36,276                      | 0,933                       | 38,881            | 2,6                        |
| 2,00              | 16,00                                  | 23,0                                      | 32,276                      | 0,8                         | 40,345            | 2,5                        |
| 2,20              | 19,00                                  | 25,0                                      | 38,414                      | 0,933                       | 41,173            | 2,4                        |
| 2,40              | 14,00                                  | 21,0                                      | 28,414                      | 0,267                       | 106,419           | 0,9                        |
| 2,60              | 15,00                                  | 17,0                                      | 30,414                      | 0,533                       | 57,062            | 1,8                        |
| 2,80              | 18,00                                  | 22,0                                      | 36,414                      | 0,667                       | 54,594            | 1,8                        |
| 3,00              | 10,00                                  | 15,0                                      | 20,414                      | 0,2                         | 102,07            | 1,0                        |
| 3,20              | 11,00                                  | 12,5                                      | 22,552                      | 0,133                       | 169,564           | 0,6                        |
| 3,40              | 12,00                                  | 13,0                                      | 24,552                      | 0,267                       | 91,955            | 1,1                        |
| 3,60              | 23,00                                  | 25,0                                      | 46,552                      | 1,067                       | 43,629            | 2,3                        |
| 3,80              | 22,00                                  | 30,0                                      | 44,552                      | 0,8                         | 55,69             | 1,8                        |
| 4,00              | 26,00                                  | 32,0                                      | 52,552                      | 1,067                       | 49,252            | 2,0                        |
| 4,20              | 24,00                                  | 32,0                                      | 48,69                       | 0,533                       | 91,351            | 1,1                        |
| 4,40              | 15,00                                  | 19,0                                      | 30,69                       | 0,8                         | 38,363            | 2,6                        |
| 4,60              | 7,00                                   | 13,0                                      | 14,69                       | 0,667                       | 22,024            | 4,5                        |
| 4,80              | 16,00                                  | 21,0                                      | 32,69                       | 0,267                       | 122,434           | 0,8                        |
| 5,00              | 25,00                                  | 27,0                                      | 50,69                       | 0,4                         | 126,725           | 0,8                        |
| 5,20              | 21,00                                  | 24,0                                      | 42,828                      | 0,867                       | 49,398            | 2,0                        |
| 5,40              | 5,50                                   | 12,0                                      | 11,828                      | 0,667                       | 17,733            | 5,6                        |
| 5,60              | 32,00                                  | 37,0                                      | 64,828                      | 1,867                       | 34,723            | 2,9                        |
| 5,80              | 24,00                                  | 38,0                                      | 48,828                      | 0,667                       | 73,205            | 1,4                        |
| 6,00              | 24,00                                  | 29,0                                      | 48,828                      | 0,8                         | 61,035            | 1,6                        |
| 6,20              | 19,00                                  | 25,0                                      | 38,966                      | 0,533                       | 73,107            | 1,4                        |
| 6,40              | 20,00                                  | 24,0                                      | 40,966                      | 0,667                       | 61,418            | 1,6                        |
| 6,60              | 16,00                                  | 21,0                                      | 32,966                      | 0,533                       | 61,85             | 1,6                        |
| 6,80              | 17,00                                  | 21,0                                      | 34,966                      | 0,8                         | 43,708            | 2,3                        |
| 7,00              | 24,00                                  | 30,0                                      | 48,966                      | 0,4                         | 122,415           | 0,8                        |
| 7,20              | 15,00                                  | 18,0                                      | 31,104                      | 0,4                         | 77,76             | 1,3                        |
| 7,40              | 17,00                                  | 20,0                                      | 35,104                      | 0,4                         | 87,76             | 1,1                        |
| 7,60              | 27,00                                  | 30,0                                      | 55,104                      | 0,267                       | 206,382           | 0,5                        |
| 7,80              | 27,00                                  | 29,0                                      | 55,104                      | 0,267                       | 206,382           | 0,5                        |
| 8,00              | 28,00                                  | 30,0                                      | 57,104                      | 0,0                         |                   | 0,0                        |





## Nuovo Accesso Sud Interporto di Bologna



**GEOTE A s.r.l.**  
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

| Prof. Strato<br>(m) | qc<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>Media<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Gamma<br>Medio<br>(t/m <sup>3</sup> ) | Comp. Geotecnico   | Descrizione                     |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 0,40                | 0,138                                | 0,6                                  | 1,9                                   | Coesivo            | Materiali organici e torbosi    |
| 1,00                | 20,138                               | 1,111                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 1,20                | 24,276                               | 0,667                                | 2,0                                   | Coesivo            | Limi argillosi e Argille limose |
| 1,40                | 30,276                               | 0,4                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 1,60                | 40,276                               | 0,4                                  | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 2,20                | 35,655                               | 0,889                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 2,40                | 28,414                               | 0,267                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 3,00                | 29,081                               | 0,467                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 3,20                | 22,552                               | 0,133                                | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 4,00                | 42,052                               | 0,8                                  | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 4,20                | 48,69                                | 0,533                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 4,40                | 30,69                                | 0,8                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 4,60                | 14,69                                | 0,667                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 4,80                | 32,69                                | 0,267                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 5,00                | 50,69                                | 0,4                                  | 2,1                                   | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |
| 5,20                | 42,828                               | 0,867                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 5,40                | 11,828                               | 0,667                                | 2,0                                   | Coesivo            | Argille                         |
| 5,60                | 64,828                               | 1,867                                | 2,2                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 6,40                | 44,397                               | 0,667                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 6,80                | 33,966                               | 0,667                                | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 7,00                | 48,966                               | 0,4                                  | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 7,20                | 31,104                               | 0,4                                  | 2,0                                   | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi  |
| 7,40                | 35,104                               | 0,4                                  | 2,1                                   | Incoerente-Coesivo | Sabbie limose - Limi argillosi  |
| 8,00                | 55,771                               | 0,178                                | 2,1                                   | Incoerente         | Sabbie - Sabbie limose          |



## Nuovo Accesso Sud Interporto di Bologna



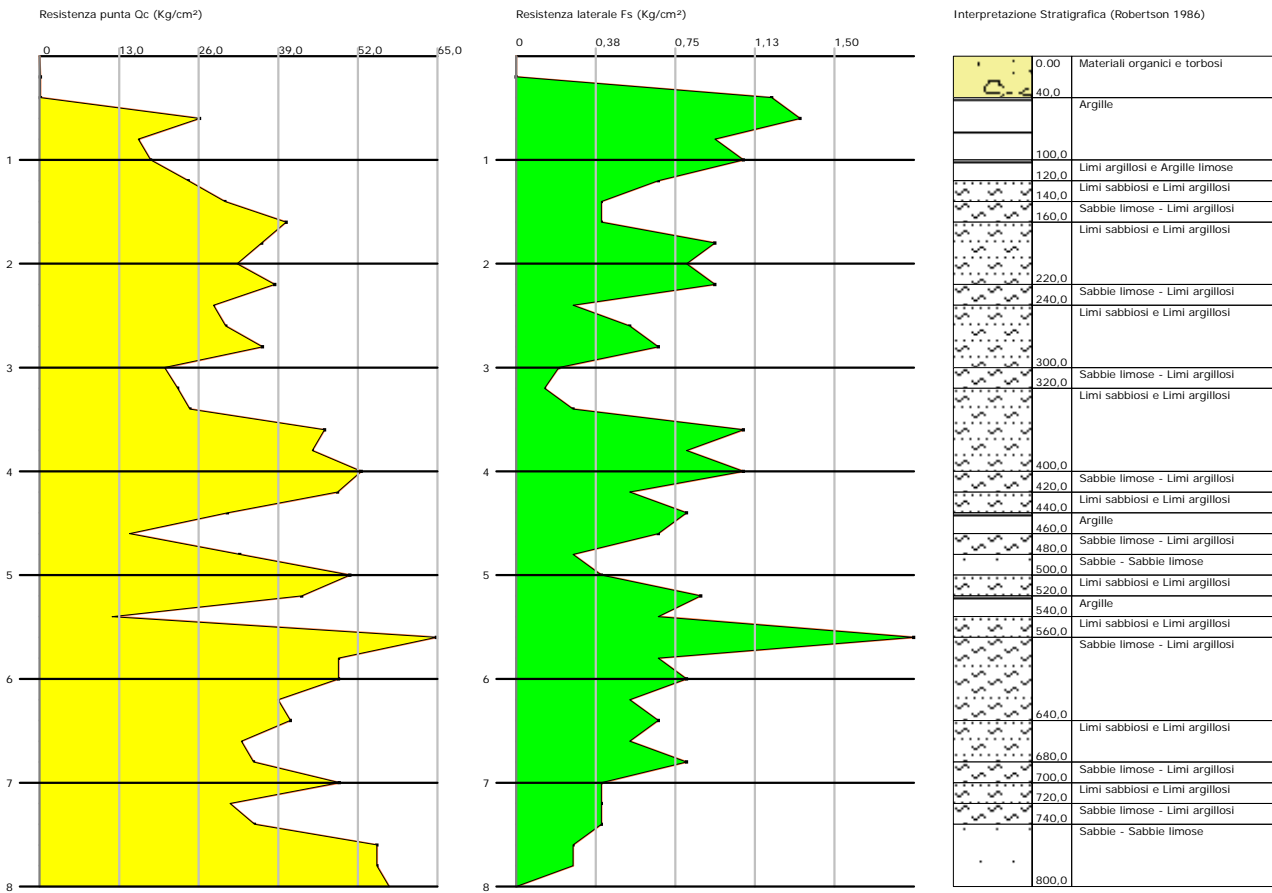
**GEOTEIA s.r.l.**  
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPT 2

|       |   |
|-------|---|
| Prof: | Profondità strato (m)                                   |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente       |
| Cu:   | Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )              |
| Eu:   | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| Mo:   | Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )                 |
| G:    | Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )   |
| OCR:  | Grado di sovraconsolidazione                            |
| Puv:  | Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )                |
| PuvS: | Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )         |
| Dr:   | Densità relativa (%)                                    |
| Fi:   | Angolo di resistenza al taglio (°)                      |
| Ey:   | Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )                   |
| Vs:   | Velocità onde di taglio (m/s)                           |

| Prof. | Tipo | Cu  | Eu     | Mo    | G     | OCR  | Puv | PuvS | Dr | Fi   | Ey    | Vs     |
|-------|------|-----|--------|-------|-------|------|-----|------|----|------|-------|--------|
| 0,40  | C    | 0,0 | 3,7    | 0,9   | 8,3   | >9   | 1,1 | 1,2  | -- | --   | --    | 59,47  |
| 1,00  | C    | 1,0 | 750,1  | 41,6  | 175,4 | >9   | 2,0 | 2,1  | -- | --   | --    | 179,62 |
| 1,20  | C    | 1,2 | 902,2  | 48,6  | 196,6 | >9   | 2,0 | 2,1  | -- | --   | --    | 200,03 |
| 1,40  | CI   | 1,5 | 1125,7 | 60,6  | 225,0 | 1,2  | 2,0 | 2,1  | <5 | 36,9 | 60,6  | 243,12 |
| 1,60  | CI   | 2,0 | 1499,2 | 80,6  | 267,8 | 1,1  | 2,1 | 2,2  | <5 | 37,8 | 80,6  | 266,05 |
| 2,20  | CI   | 1,8 | 1322,8 | 71,3  | 248,6 | 1,4  | 2,1 | 2,1  | <5 | 36,3 | 71,3  | 266,16 |
| 2,40  | CI   | 1,4 | 1048,1 | 56,8  | 216,4 | 2,0  | 2,0 | 2,1  | <5 | 34,4 | 56,8  | 257,67 |
| 3,00  | CI   | 1,5 | 1070,1 | 58,2  | 219,5 | 2,7  | 2,0 | 2,1  | <5 | 33,9 | 58,2  | 264,36 |
| 3,20  | CI   | 1,1 | 822,3  | 45,1  | 187,9 | <0.5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 32,1 | 45,1  | 252,28 |
| 4,00  | CI   | 2,1 | 1549,6 | 84,1  | 275,0 | 2,2  | 2,1 | 2,2  | <5 | 34,7 | 84,1  | 300,71 |
| 4,20  | CI   | 2,4 | 1794,6 | 97,4  | 300,7 | 2,1  | 2,1 | 2,2  | <5 | 34,9 | 97,4  | 317,25 |
| 4,40  | CI   | 1,5 | 1118,1 | 61,4  | 226,8 | <0.5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 32,4 | 61,4  | 284,25 |
| 4,60  | C    | 0,7 | 516,6  | 48,4  | 144,6 | 5,2  | 1,9 | 2,0  | -- | --   | --    | 229,90 |
| 4,80  | CI   | 1,6 | 1190,1 | 65,4  | 235,8 | <0.5 | 2,1 | 2,1  | <5 | 32,4 | 65,4  | 291,99 |
| 5,00  | I    | --  | --     | 49,5  | 308,2 | 3,3  | 1,9 | 2,2  | <5 | 34,4 | 101,4 | 327,73 |
| 5,20  | CI   | 2,1 | 1567,1 | 85,7  | 278,1 | <0.5 | 2,1 | 2,2  | <5 | 33,4 | 85,7  | 315,77 |
| 5,40  | C    | 0,6 | 403,1  | 46,6  | 126,7 | 4,4  | 1,9 | 1,9  | -- | --   | --    | 227,02 |
| 5,60  | CI   | 3,2 | 2389,0 | 129,7 | 358,2 | 2,1  | 2,2 | 2,2  | <5 | 35,3 | 129,7 | 353,77 |
| 6,40  | CI   | 2,2 | 1618,8 | 88,8  | 284,2 | <0.5 | 2,1 | 2,2  | <5 | 33,0 | 88,8  | 325,34 |
| 6,80  | CI   | 1,7 | 1222,9 | 67,9  | 241,3 | <0.5 | 2,1 | 2,1  | <5 | 31,2 | 67,9  | 307,91 |
| 7,00  | CI   | 2,5 | 1783,1 | 97,9  | 301,8 | <0.5 | 2,1 | 2,2  | <5 | 32,9 | 97,9  | 339,43 |
| 7,20  | CI   | 1,6 | 1111,7 | 62,2  | 228,7 | <0.5 | 2,0 | 2,1  | <5 | 30,5 | 62,2  | 303,97 |
| 7,40  | CI   | 1,8 | 1260,2 | 70,2  | 246,2 | <0.5 | 2,1 | 2,1  | <5 | 31,0 | 70,2  | 314,42 |
| 8,00  | I    | --  | --     | 49,4  | 326,7 | <0.5 | 1,9 | 2,2  | <5 | 33,2 | 111,5 | 355,57 |





## Nuovo Accesso Sud Interporto di Bologna



**GEOTE A s.r.l.**  
Geologia Territorio Ambiente

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

### CPT 3

Committente: Interporto Bologna SpA  
Strumento utilizzato: DEEP DRILL  
Prova eseguita in data: 30/04/2019  
Profondità prova: 8,00 mt  
Località: Comune di Bentivoglio

| Profondità<br>(m) | Lettura punta<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Lettura laterale<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | qc/fs<br>Begemann | fs/qcx100<br>(Schmertmann) |
|-------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| 0,20              | 0,00                                   | 0,0                                       | 0,0                         | 0,0                         |                   |                            |
| 0,40              | 0,00                                   | 0,0                                       | 0,0                         | 0,933                       | 0,0               |                            |
| 0,60              | 10,00                                  | 17,0                                      | 20,0                        | 1,067                       | 18,744            | 5,3                        |
| 0,80              | 8,00                                   | 16,0                                      | 16,0                        | 0,8                         | 20,0              | 5,0                        |
| 1,00              | 6,00                                   | 12,0                                      | 12,0                        | 0,133                       | 90,226            | 1,1                        |
| 1,20              | 7,00                                   | 8,0                                       | 14,0                        | 0,667                       | 20,99             | 4,8                        |
| 1,40              | 5,00                                   | 10,0                                      | 10,0                        | 0,533                       | 18,762            | 5,3                        |
| 1,60              | 5,00                                   | 9,0                                       | 10,0                        | 0,667                       | 14,993            | 6,7                        |
| 1,80              | 5,00                                   | 10,0                                      | 10,0                        | 0,667                       | 14,993            | 6,7                        |
| 2,00              | 4,00                                   | 9,0                                       | 8,0                         | 0,4                         | 20,0              | 5,0                        |
| 2,20              | 4,00                                   | 7,0                                       | 8,0                         | 0,4                         | 20,0              | 5,0                        |
| 2,40              | 5,00                                   | 8,0                                       | 10,0                        | 0,333                       | 30,03             | 3,3                        |
| 2,60              | 4,00                                   | 6,5                                       | 8,0                         | 0,4                         | 20,0              | 5,0                        |
| 2,80              | 3,00                                   | 6,0                                       | 6,0                         | 0,333                       | 18,018            | 5,6                        |
| 3,00              | 4,00                                   | 6,5                                       | 8,0                         | 0,467                       | 17,131            | 5,8                        |
| 3,20              | 5,50                                   | 9,0                                       | 11,0                        | 0,6                         | 18,333            | 5,5                        |
| 3,40              | 5,50                                   | 10,0                                      | 11,0                        | 0,8                         | 13,75             | 7,3                        |
| 3,60              | 6,00                                   | 12,0                                      | 12,0                        | 0,667                       | 17,991            | 5,6                        |
| 3,80              | 5,00                                   | 10,0                                      | 10,0                        | 0,467                       | 21,413            | 4,7                        |
| 4,00              | 3,00                                   | 6,5                                       | 6,0                         | 0,4                         | 15,0              | 6,7                        |
| 4,20              | 3,00                                   | 6,0                                       | 6,0                         | 0,4                         | 15,0              | 6,7                        |
| 4,40              | 2,00                                   | 5,0                                       | 4,0                         | 0,267                       | 14,981            | 6,7                        |
| 4,60              | 2,00                                   | 4,0                                       | 4,0                         | 0,2                         | 20,0              | 5,0                        |
| 4,80              | 1,50                                   | 3,0                                       | 3,0                         | 0,2                         | 15,0              | 6,7                        |
| 5,00              | 2,00                                   | 3,5                                       | 4,0                         | 0,133                       | 30,075            | 3,3                        |
| 5,20              | 2,00                                   | 3,0                                       | 4,0                         | 0,2                         | 20,0              | 5,0                        |
| 5,40              | 1,50                                   | 3,0                                       | 3,0                         | 0,2                         | 15,0              | 6,7                        |
| 5,60              | 1,50                                   | 3,0                                       | 3,0                         | 0,267                       | 11,236            | 8,9                        |
| 5,80              | 1,00                                   | 3,0                                       | 2,0                         | 0,133                       | 15,038            | 6,7                        |
| 6,00              | 2,00                                   | 3,0                                       | 4,0                         | 0,267                       | 14,981            | 6,7                        |
| 6,20              | 2,00                                   | 4,0                                       | 4,0                         | 0,133                       | 30,075            | 3,3                        |
| 6,40              | 5,00                                   | 6,0                                       | 10,0                        | 0,267                       | 37,453            | 2,7                        |
| 6,60              | 6,00                                   | 8,0                                       | 12,0                        | 0,533                       | 22,514            | 4,4                        |
| 6,80              | 4,00                                   | 8,0                                       | 8,0                         | 0,267                       | 29,963            | 3,3                        |
| 7,00              | 8,00                                   | 10,0                                      | 16,0                        | 0,133                       | 120,301           | 0,8                        |
| 7,20              | 7,00                                   | 8,0                                       | 14,0                        | 0,533                       | 26,266            | 3,8                        |
| 7,40              | 5,00                                   | 9,0                                       | 10,0                        | 0,533                       | 18,762            | 5,3                        |
| 7,60              | 4,00                                   | 8,0                                       | 8,0                         | 0,4                         | 20,0              | 5,0                        |
| 7,80              | 3,00                                   | 6,0                                       | 6,0                         | 0,4                         | 15,0              | 6,7                        |
| 8,00              | 3,00                                   | 6,0                                       | 6,0                         | 0,0                         |                   | 0,0                        |



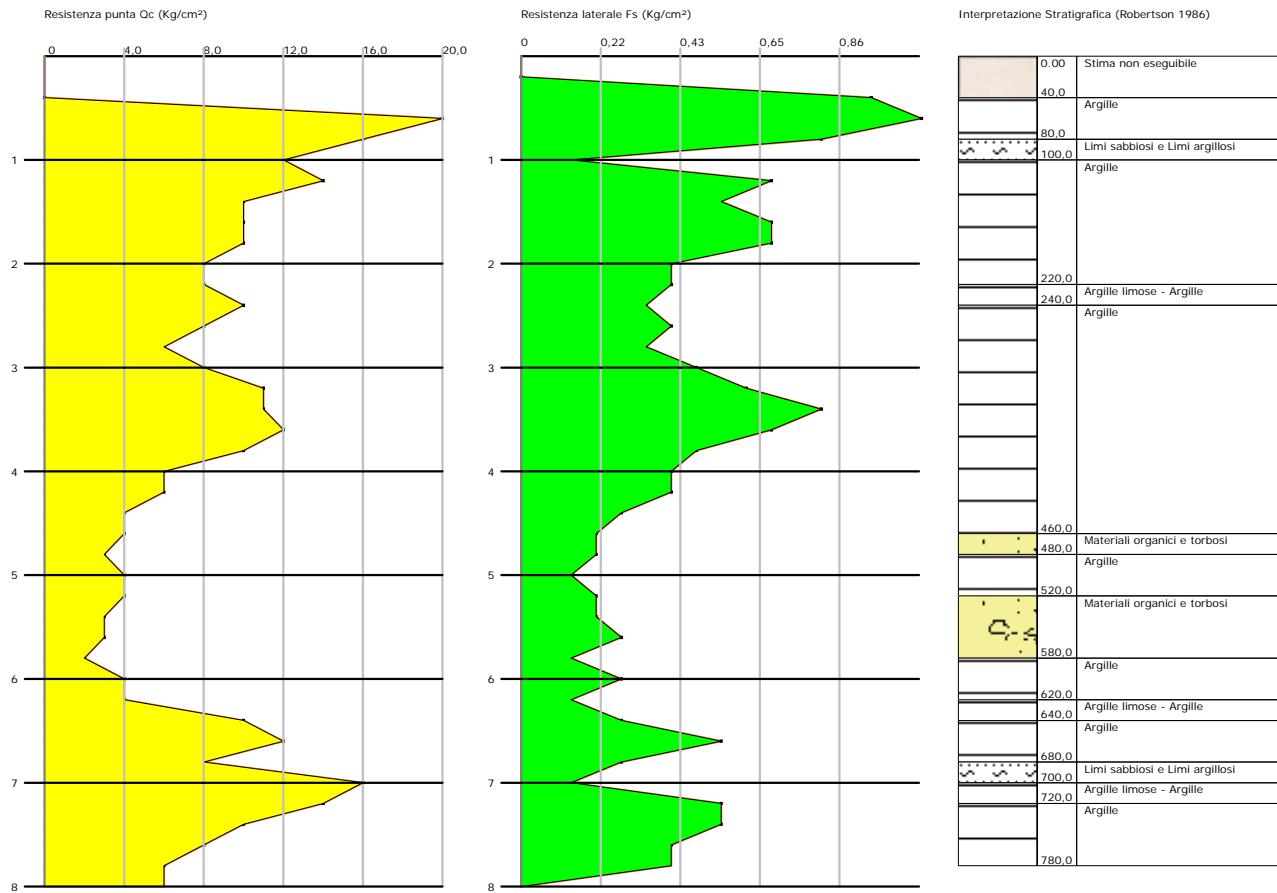
|   |  |   |
|---|--|---|
|  | <b>Nuovo Accesso Sud<br/>Interporto di Bologna</b> |  <b>GEOTEA s.r.l.</b><br>Geologia Territorio Ambiente<br>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'<br>UNI EN ISO 9001:2015<br>CERTIFICATO DA CERTIQUALITY |
|---|--|---|

| Prof. Strato (m) | qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> ) | fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> ) | Comp. Geotecnico   | Descrizione                    |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 0,40             | 0,0                            | 0,467                          | 0,0                             |                    | Stima non eseguibile           |
| 0,80             | 18,0                           | 0,934                          | 2,0                             | Coesivo            | Argille                        |
| 1,00             | 12,0                           | 0,133                          | 1,9                             | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi |
| 2,20             | 10,0                           | 0,556                          | 2,0                             | Coesivo            | Argille                        |
| 2,40             | 10,0                           | 0,333                          | 1,9                             | Coesivo            | Argille limose - Argille       |
| 4,60             | 7,818                          | 0,455                          | 2,0                             | Coesivo            | Argille                        |
| 4,80             | 3,0                            | 0,2                            | 1,9                             | Coesivo            | Materiali organici e torbosi   |
| 5,20             | 4,0                            | 0,167                          | 2,0                             | Coesivo            | Argille                        |
| 5,80             | 2,667                          | 0,2                            | 1,9                             | Coesivo            | Materiali organici e torbosi   |
| 6,20             | 4,0                            | 0,2                            | 2,0                             | Coesivo            | Argille                        |
| 6,40             | 10,0                           | 0,267                          | 1,9                             | Coesivo            | Argille limose - Argille       |
| 6,80             | 10,0                           | 0,4                            | 2,0                             | Coesivo            | Argille                        |
| 7,00             | 16,0                           | 0,133                          | 1,9                             | Incoerente-Coesivo | Limi sabbiosi e Limi argillosi |
| 7,20             | 14,0                           | 0,533                          | 1,9                             | Coesivo            | Argille limose - Argille       |
| 7,80             | 8,0                            | 0,444                          | 2,0                             | Coesivo            | Argille                        |

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - CPT 3

|       |   |
|-------|---|
| Prof: | Profondità strato (m)                                   |
| Tipo: | C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente       |
| Cu:   | Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )              |
| Eu:   | Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| Mo:   | Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )                 |
| G:    | Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )   |
| OCR:  | Grado di sovraconsolidazione                            |
| Puv:  | Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )                |
| PuvS: | Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )         |
| Dr:   | Densità relativa (%)                                    |
| Fi:   | Angolo di resistenza al taglio (°)                      |
| Ey:   | Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )                   |
| Vs:   | Velocità onde di taglio (m/s)                           |

| Prof. | Tipo | Cu  | Eu    | Mo   | G     | OCR  | Puv | PuvS | Dr | Fi   | Ey   | Vs     |
|-------|------|-----|-------|------|-------|------|-----|------|----|------|------|--------|
| 0,40  |      |     |       |      |       |      |     |      |    |      |      |        |
| 0,80  | C    | 0,9 | 673,5 | 45,9 | 163,7 | >9   | 2,0 | 2,0  | -- | --   | --   | 144,80 |
| 1,00  | CI   | 0,6 | 446,3 | 46,8 | 127,8 | 1,2  | 1,9 | 2,0  | <5 | 35,8 | 24,0 | 171,23 |
| 2,20  | C    | 0,5 | 366,1 | 43,5 | 114,3 | >9   | 1,9 | 1,9  | -- | --   | --   | 173,02 |
| 2,40  | C    | 0,5 | 360,9 | 43,5 | 114,3 | 6,4  | 1,9 | 1,9  | -- | --   | --   | 186,19 |
| 4,60  | C    | 0,4 | 270,1 | 37,9 | 98,4  | 5,3  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --   | 192,59 |
| 4,80  | C    | 0,2 | 80,4  | 17,8 | 54,8  | 1,6  | 1,6 | 1,7  | -- | --   | --   | 170,62 |
| 5,20  | C    | 0,2 | 115,7 | 22,8 | 65,3  | 1,2  | 1,7 | 1,7  | -- | --   | --   | 181,67 |
| 5,80  | C    | 0,1 | 62,1  | 16,0 | 51,0  | 1,3  | 1,6 | 1,6  | -- | --   | --   | 171,55 |
| 6,20  | C    | 0,2 | 108,5 | 22,8 | 65,3  | 1,2  | 1,6 | 1,7  | -- | --   | --   | 187,33 |
| 6,40  | C    | 0,5 | 331,2 | 43,5 | 114,3 | 1,6  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --   | 222,96 |
| 6,80  | C    | 0,5 | 329,0 | 43,5 | 114,3 | 2,3  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --   | 224,72 |
| 7,00  | CI   | 0,8 | 551,8 | 48,0 | 152,4 | <0,5 | 1,9 | 2,0  | <5 | 28,7 | 32,0 | 253,24 |
| 7,20  | C    | 0,7 | 475,4 | 48,3 | 140,4 | 2,8  | 1,9 | 2,0  | -- | --   | --   | 241,75 |
| 7,80  | C    | 0,4 | 247,4 | 38,4 | 99,8  | 2,2  | 1,8 | 1,9  | -- | --   | --   | 220,50 |



|   |  |   |
|---|--|---|
|  <b>INTERPORTO</b><br>BOLOGNA <small>SpA</small> | <b>Nuovo Accesso Sud<br/>Interporto di Bologna</b> |  <b>GEOTEA s.r.l.</b><br>Geologia Territorio Ambiente<br>AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'<br>UNI EN ISO 9001:2015<br>CERTIFICATO DA CERTIQUALITY |
|---|--|---|

**NOTA:**

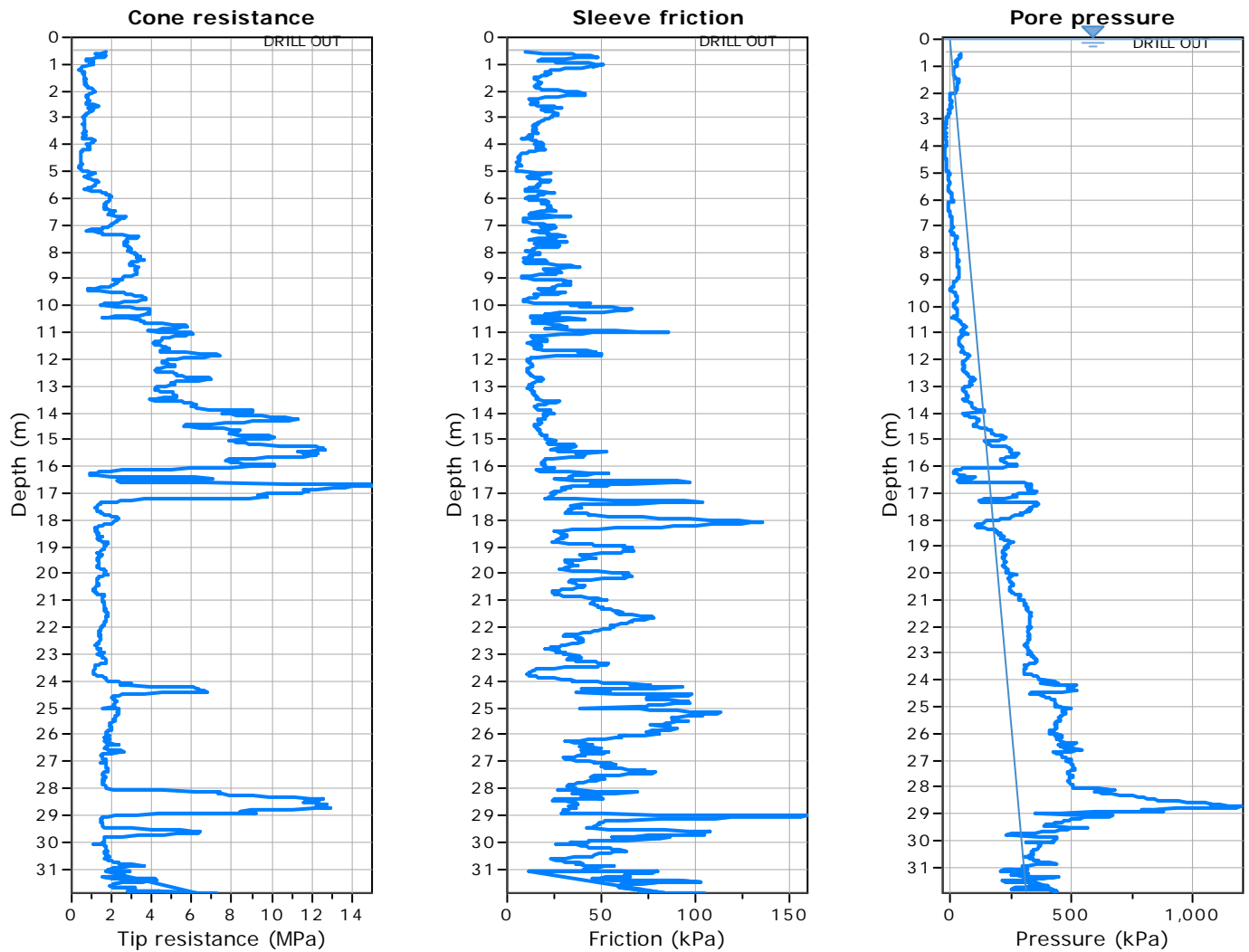
*Le correlazioni impiegate per l'elaborazione delle prove riportate nel presente documento sono solo alcune delle correlazioni disponibili in letteratura che è possibile utilizzare per la derivazione dei parametri geotecnici da prove penetrometriche statiche.*

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

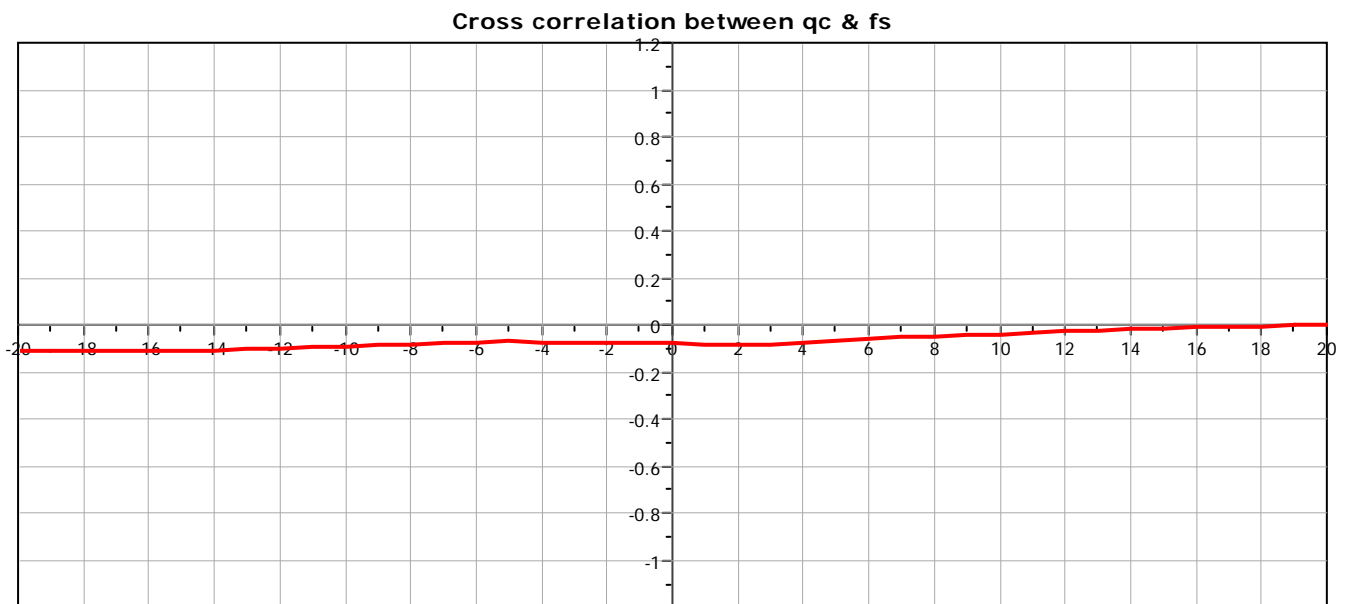
**Termini e condizioni:**

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

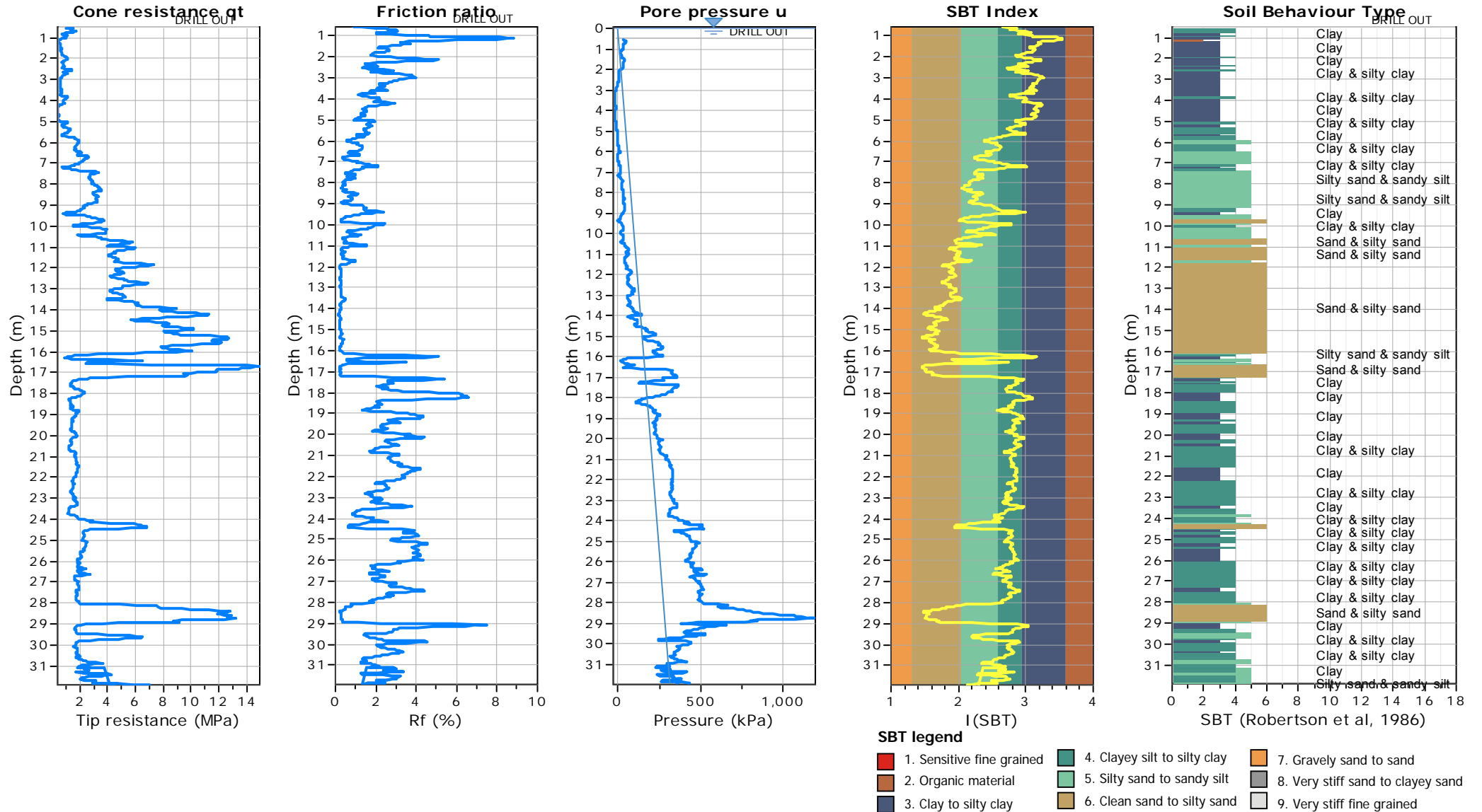
*The physical and intellectual property of this CPT test, both data and graphics, is of GEOTEA S.r.l. and its Client. Any disclosure, copying or distribution of this document is strictly prohibited without permission.*

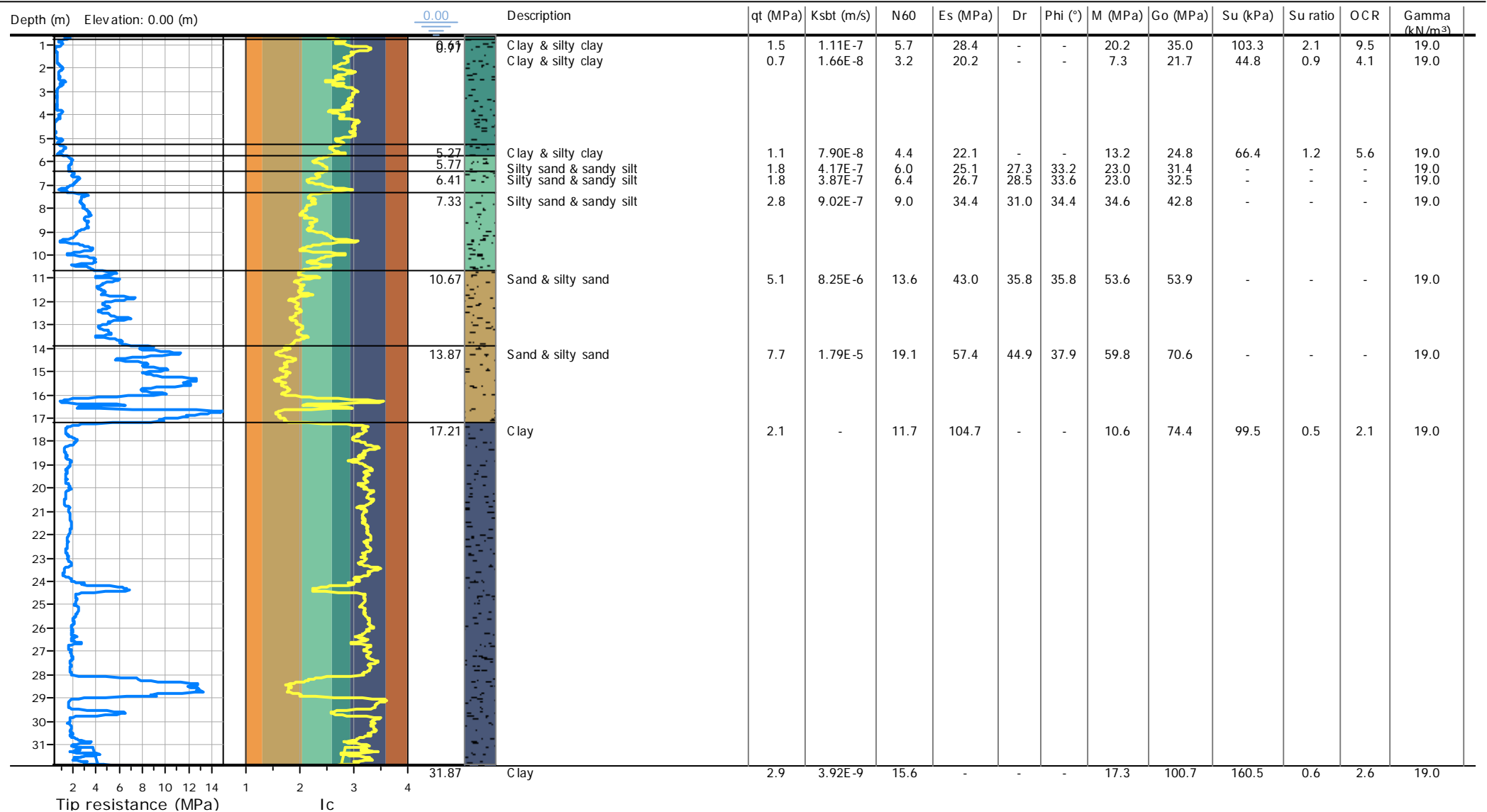


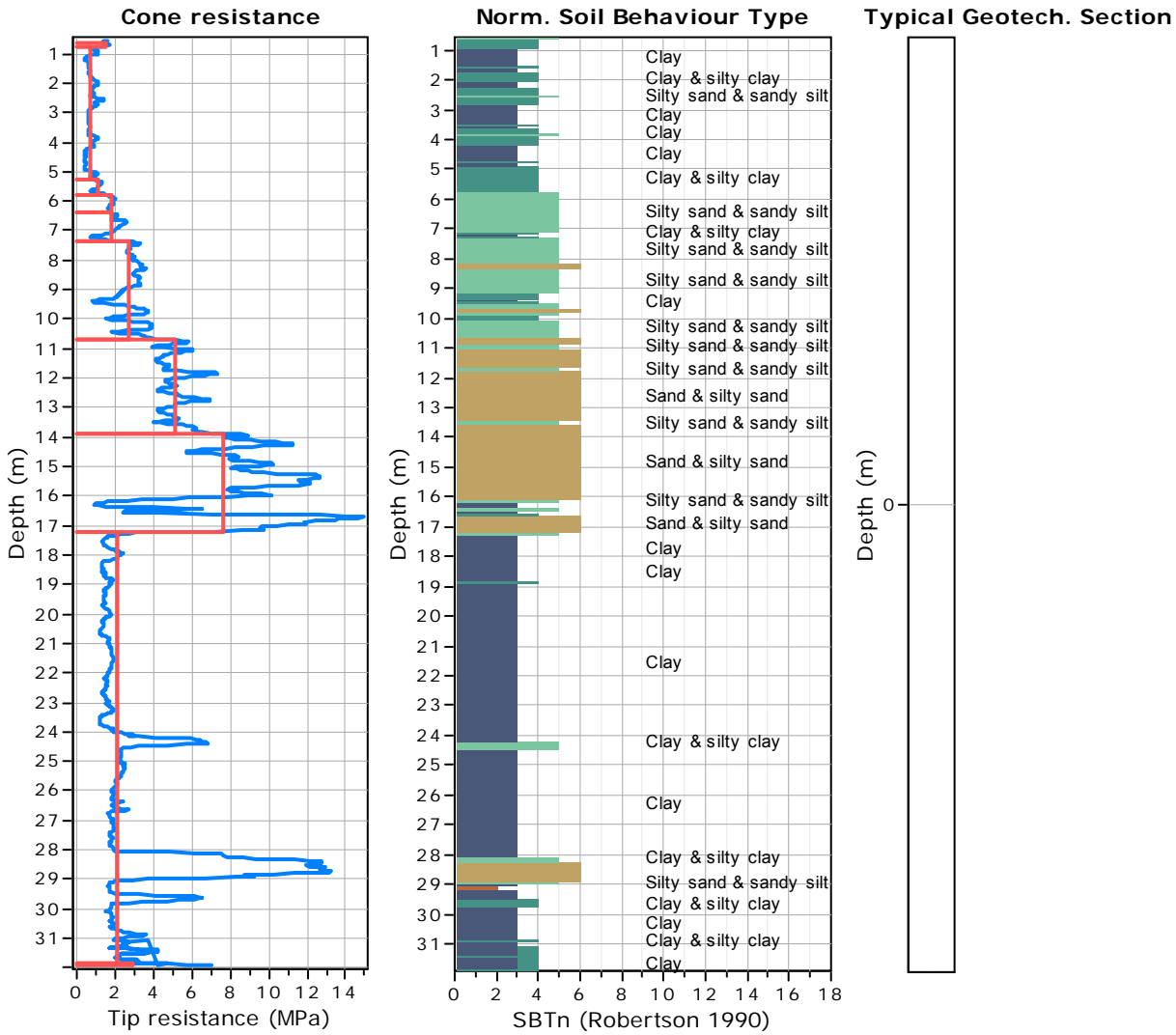
The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw  $q_c$  and  $f_s$  values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).











**Tabular results**

|   |  |                                   |
|---|--|-----------------------------------|
| <b>::: Layer No: 1 :::</b>  |  |                                   |
| <b>Code:</b> Layer_1 <b>Start depth:</b> 0.61 (m), <b>End depth:</b> 0.77 (m) |  |                                   |
| <b>Description:</b> Clay & silty clay   |  |                                   |
| <b>Basic results</b>  |  |                                   |
| Total cone resistance: 1.46 ±0.17 MPa   | <b>Estimation results</b>                  |                                   |
| Sleeve friction: 39.52 ±6.72 kPa  | Permeability: 1.11E-07 ±4.18E-08 m/s       | Constrained Mod.: 20.24 ±2.43 MPa |
| SBT <sub>n</sub> : 4  | N <sub>60</sub> : 5.74 ±0.67 blows         | Go: 35.04 ±2.84 MPa               |
| SBT <sub>n</sub> description: Clay & silty clay                               | Es: 28.37 ±2.98 MPa                        | Su: 103.28 ±12.42 kPa             |
|   | Dr (%): 0.00 ±0.00                         | Su ratio: 2.07 ±0.25              |
|   | φ (degrees): 0.00 ±0.00 °                  | O.C.R.: 9.54 ±1.15                |
|   | Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m <sup>3</sup> |                                   |

**:: Layer No: 2 ::****Code:** Layer\_2    **Start depth:** 0.77 (m), **End depth:** 5.27 (m)**Description:** Clay & silty clay**Basic results**

Total cone resistance: 0.70 ±0.22 MPa

Sleeve friction: 15.84 ±9.93 kPa

SBT<sub>n</sub>: 4SBT<sub>n</sub> description: Clay & silty clay**Estimation results**

Permeability: 1.66E-08 ±4.23E-08 m/s

N60: 3.22 ±0.85 blows

Es: 20.18 ±2.72 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

ö (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 7.31 ±4.21 MPa

Go: 21.70 ±4.82 MPa

Su: 44.79 ±15.77 kPa

Su ratio: 0.90 ±0.31

O.C.R.: 4.14 ±1.45

**:: Layer No: 3 ::****Code:** Layer\_3    **Start depth:** 5.27 (m), **End depth:** 5.77 (m)**Description:** Clay & silty clay**Basic results**

Total cone resistance: 1.07 ±0.22 MPa

Sleeve friction: 15.77 ±3.75 kPa

SBT<sub>n</sub>: 4SBT<sub>n</sub> description: Clay & silty clay**Estimation results**

Permeability: 7.90E-08 ±5.56E-08 m/s

N60: 4.36 ±0.76 blows

Es: 22.07 ±0.91 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

ö (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 13.16 ±3.49 MPa

Go: 24.83 ±3.01 MPa

Su: 66.42 ±14.70 kPa

Su ratio: 1.22 ±0.26

O.C.R.: 5.64 ±1.20

**:: Layer No: 4 ::****Code:** Layer\_4    **Start depth:** 5.77 (m), **End depth:** 6.41 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 1.76 ±0.11 MPa

Sleeve friction: 18.09 ±4.46 kPa

SBT<sub>n</sub>: 5SBT<sub>n</sub> description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 4.17E-07 ±3.66E-07 m/s

N60: 6.00 ±0.00 blows

Es: 25.06 ±1.36 MPa

Dr (%): 27.32 ±0.85

ö (degrees): 33.19 ±0.30 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 23.04 ±1.62 MPa

Go: 31.41 ±1.71 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

**:: Layer No: 5 ::****Code:** Layer\_5    **Start depth:** 6.41 (m), **End depth:** 7.33 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 1.82 ±0.49 MPa

Sleeve friction: 16.80 ±6.51 kPa

SBT<sub>n</sub>: 5SBT<sub>n</sub> description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 3.87E-07 ±1.00E-06 m/s

N60: 6.44 ±1.06 blows

Es: 26.74 ±2.66 MPa

Dr (%): 28.53 ±1.79

ö (degrees): 33.60 ±0.60 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 22.96 ±7.29 MPa

Go: 32.53 ±3.79 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00



**::: Layer No: 6 :::****Code:** Layer\_6 **Start depth:** 7.33 (m), **End depth:** 10.67 (m)**Description:** Silty sand & sandy silt**Basic results**

Total cone resistance: 2.76 ±0.70 MPa

Sleeve friction: 20.82 ±12.74 kPa

SBT<sub>n</sub>: 5SBT<sub>n</sub> description: Silty sand & sandy silt**Estimation results**

Permeability: 9.02E-07 ±2.06E-06 m/s

N60: 9.03 ±1.63 blows

Es: 34.41 ±5.84 MPa

Dr (%): 30.99 ±2.31

ö (degrees): 34.38 ±0.75 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 34.59 ±9.55 MPa

Go: 42.79 ±7.33 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

**::: Layer No: 7 :::****Code:** Layer\_7 **Start depth:** 10.67 (m), **End depth:** 13.87 (m)**Description:** Sand & silty sand**Basic results**

Total cone resistance: 5.08 ±0.81 MPa

Sleeve friction: 17.47 ±13.27 kPa

SBT<sub>n</sub>: 6SBT<sub>n</sub> description: Sand & silty sand**Estimation results**

Permeability: 8.25E-06 ±6.43E-06 m/s

N60: 13.58 ±1.71 blows

Es: 43.03 ±5.89 MPa

Dr (%): 35.81 ±2.94

ö (degrees): 35.77 ±0.77 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 53.58 ±6.81 MPa

Go: 53.92 ±7.39 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

**::: Layer No: 8 :::****Code:** Layer\_8 **Start depth:** 13.87 (m), **End depth:** 17.21 (m)**Description:** Sand & silty sand**Basic results**

Total cone resistance: 7.67 ±3.35 MPa

Sleeve friction: 25.16 ±14.69 kPa

SBT<sub>n</sub>: 6SBT<sub>n</sub> description: Sand & silty sand**Estimation results**

Permeability: 1.79E-05 ±6.18E-05 m/s

N60: 19.10 ±5.24 blows

Es: 57.39 ±8.12 MPa

Dr (%): 44.94 ±6.75

ö (degrees): 37.91 ±1.58 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 59.75 ±20.98 MPa

Go: 70.55 ±11.32 MPa

Su: 0.00 ±0.00 kPa

Su ratio: 0.00 ±0.00

O.C.R.: 0.00 ±0.00

**::: Layer No: 9 :::****Code:** Layer\_9 **Start depth:** 17.21 (m), **End depth:** 31.87 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 2.11 ±2.31 MPa

Sleeve friction: 48.11 ±24.57 kPa

SBT<sub>n</sub>: 3SBT<sub>n</sub> description: Clay**Estimation results**

Permeability: 0.00E+00 ±5.35E-06 m/s

N60: 11.69 ±4.89 blows

Es: 104.72 ±10.76 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

ö (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 10.58 ±26.56 MPa

Go: 74.45 ±18.80 MPa

Su: 99.46 ±49.76 kPa

Su ratio: 0.45 ±0.19

O.C.R.: 2.09 ±0.88

**:: Layer No: 10 ::****Code:** Layer\_10    **Start depth:** 31.87 (m), **End depth:** 31.91 (m)**Description:** Clay**Basic results**

Total cone resistance: 2.87 ±0.92 MPa

Sleeve friction: 64.92 ±15.44 kPa

SBT<sub>n</sub>: 3SBT<sub>n</sub> description: Clay**Estimation results**

Permeability: 3.92E-09 ±1.77E-08 m/s

N60: 15.63 ±2.69 blows

Es: 0.00 ±0.00 MPa

Dr (%): 0.00 ±0.00

ö (degrees): 0.00 ±0.00 °

Unit weight: 19.00 ±0.00 kN/m<sup>3</sup>

Constrained Mod.: 17.33 ±17.13 MPa

Go: 100.65 ±11.77 MPa

Su: 160.47 ±65.96 kPa

Su ratio: 0.55 ±0.23

O.C.R.: 2.56 ±1.04

**GEOTEA Srl**

Via della Tecnica 57/A4

40068 - San Lazzaro di savena (BO)

<http://www.geoteasrl.it>**CPT: CPTU1**

Total depth: 31.91 m, Date: 03/05/2018

Cone Type: Unknown

Cone Operator: Unknown

**Project:****Location: Officina Carri Ferroviari - Interporto di Bologna****Summary table of mean values**

| From depth<br>To depth<br>(m) | Thickness<br>(m) | Permeability<br>(m/s) | SPT <sub>N60</sub><br>(blows/30cm) | E <sub>s</sub><br>(MPa) | D <sub>r</sub> | Friction<br>angle | Constrained<br>modulus, M<br>(MPa) | Shear<br>modulus, G <sub>0</sub><br>(MPa) | Undrained<br>strength, S <sub>u</sub><br>(kPa) | Undrained<br>strength<br>ratio | OCR    | Unit weight<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------|---|--|--------------------------------|--------|-------------------------------------|
| 0.61                          | 0.16             | 1.11E-07              | 5.7                                | 28.4                    | 0.0            | 0.0               | 20.2                               | 35.0                                      | 103.3  | 2.1                            | 9.5    | 19.0                                |
| 0.77                          |                  | (±4.18E-08)           | (±0.7)                             | (±3.0)                  | (±0.0)         | (±0.0)            | (±2.4)                             | (±2.8)                                    | (±12.4)  | (±0.2)                         | (±1.1) | (±0.0)                              |
| 0.77                          | 4.50             | 1.66E-08              | 3.2                                | 20.2                    | 0.0            | 0.0               | 7.3                                | 21.7                                      | 44.8   | 0.9                            | 4.1    | 19.0                                |
| 5.27                          |                  | (±4.23E-08)           | (±0.8)                             | (±2.7)                  | (±0.0)         | (±0.0)            | (±4.2)                             | (±4.8)                                    | (±15.8)  | (±0.3)                         | (±1.5) | (±0.0)                              |
| 5.27                          | 0.50             | 7.90E-08              | 4.4                                | 22.1                    | 0.0            | 0.0               | 13.2                               | 24.8                                      | 66.4   | 1.2                            | 5.6    | 19.0                                |
| 5.77                          |                  | (±5.56E-08)           | (±0.8)                             | (±0.9)                  | (±0.0)         | (±0.0)            | (±3.5)                             | (±3.0)                                    | (±14.7)  | (±0.3)                         | (±1.2) | (±0.0)                              |
| 5.77                          | 0.64             | 4.17E-07              | 6.0                                | 25.1                    | 27.3           | 33.2              | 23.0                               | 31.4                                      | 0.0  | 0.0                            | 0.0    | 19.0                                |
| 6.41                          |                  | (±3.66E-07)           | (±0.0)                             | (±1.4)                  | (±0.9)         | (±0.3)            | (±1.6)                             | (±1.7)                                    | (±0.0)   | (±0.0)                         | (±0.0) | (±0.0)                              |
| 6.41                          | 0.92             | 3.87E-07              | 6.4                                | 26.7                    | 28.5           | 33.6              | 23.0                               | 32.5                                      | 0.0  | 0.0                            | 0.0    | 19.0                                |
| 7.33                          |                  | (±1.00E-06)           | (±1.1)                             | (±2.7)                  | (±1.8)         | (±0.6)            | (±7.3)                             | (±3.8)                                    | (±0.0)   | (±0.0)                         | (±0.0) | (±0.0)                              |
| 7.33                          | 3.34             | 9.02E-07              | 9.0                                | 34.4                    | 31.0           | 34.4              | 34.6                               | 42.8                                      | 0.0  | 0.0                            | 0.0    | 19.0                                |
| 10.67                         |                  | (±2.06E-06)           | (±1.6)                             | (±5.8)                  | (±2.3)         | (±0.7)            | (±9.6)                             | (±7.3)                                    | (±0.0)   | (±0.0)                         | (±0.0) | (±0.0)                              |
| 10.67                         | 3.20             | 8.25E-06              | 13.6                               | 43.0                    | 35.8           | 35.8              | 53.6                               | 53.9                                      | 0.0  | 0.0                            | 0.0    | 19.0                                |
| 13.87                         |                  | (±6.43E-06)           | (±1.7)                             | (±5.9)                  | (±2.9)         | (±0.8)            | (±6.8)                             | (±7.4)                                    | (±0.0)   | (±0.0)                         | (±0.0) | (±0.0)                              |
| 13.87                         | 3.34             | 1.79E-05              | 19.1                               | 57.4                    | 44.9           | 37.9              | 59.8                               | 70.6                                      | 0.0  | 0.0                            | 0.0    | 19.0                                |
| 17.21                         |                  | (±6.18E-05)           | (±5.2)                             | (±8.1)                  | (±6.8)         | (±1.6)            | (±21.0)                            | (±11.3)                                   | (±0.0)   | (±0.0)                         | (±0.0) | (±0.0)                              |
| 17.21                         | 14.66            | 0.00E+00              | 11.7                               | 104.7                   | 0.0            | 0.0               | 10.6                               | 74.4                                      | 99.5   | 0.5                            | 2.1    | 19.0                                |
| 31.87                         |                  | (±5.35E-06)           | (±4.9)                             | (±10.8)                 | (±0.0)         | (±0.0)            | (±26.6)                            | (±18.8)                                   | (±49.8)  | (±0.2)                         | (±0.9) | (±0.0)                              |
| 31.87                         | 0.04             | 3.92E-09              | 15.6                               | 0.0                     | 0.0            | 0.0               | 17.3                               | 100.7                                     | 160.5  | 0.6                            | 2.6    | 19.0                                |
| 31.91                         |                  | (±1.77E-08)           | (±2.7)                             | (±0.0)                  | (±0.0)         | (±0.0)            | (±17.1)                            | (±11.8)                                   | (±66.0)  | (±0.2)                         | (±1.0) | (±0.0)                              |

Depth values presented in this table are measured from free ground surface

ALLEGATO 2

Report Prospezioni Geofisiche Sismiche HVSR - SCPTU



# COMUNE DI BENTIVOGLIO

---

REGIONE EMILIA-ROMAGNA  
CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA

***Determinazione della categoria di suolo di fondazione eseguita sulla base della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio S ( $V_{s,eq}$ ) dei terreni costituenti l'area dove è prevista la realizzazione del Nuovo Accesso Sud Interporto***

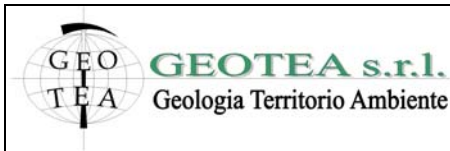


GEOTE SRL  
Via della Tecnica 57/A4  
40068 San Lazzaro di Savena (BO)  
Tel 0516255377 – Cell 349 7846581  
Fax 0514998378  
E-mail [geotea.srl@database.it](mailto:geotea.srl@database.it)

Committente: **INTERPORTO S.p.A.**

Dott. Geol. Stefano Maggi

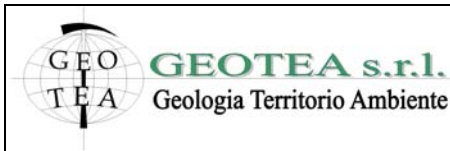
Data indagine 30/04/2019  
Commessa 19.132



Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtre more sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area in cui verrà realizzato il Nuovo Accesso Sud Interporto – Comune di Bentivoglio (BO)

---

|  |   |
|--|---|
| <b>SOMMARIO.....</b>   |   |
| 2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____  | 3 |
| 3 PREMESSE _____   | 4 |
| 4 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI _____   | 5 |
| 4.1 Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata _____ | 5 |
| 5 TECNICA HVSR _____   | 6 |
| 6 MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO _____                             | 8 |
| 7 CONCLUSIONI _____  | 9 |

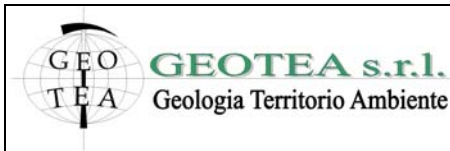


Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area in cui verrà realizzato il Nuovo Accesso Sud Interporto – Comune di Bentivoglio (BO)

---

## 2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

- Il presente documento viene identificato con il numero 19.132 rev. n° 0;
- Le indagini e il lavoro svolto sono stati coordinati dal Dott. Geol. Stefano Maggi;
- Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Stefano Maggi in data 03/05/2019;
- Il documento si compone di n° 9 fogli



Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area in cui verrà realizzato il Nuovo Accesso Sud Interporto – Comune di Bentivoglio (BO)

---

### 3 PREMESSE

Presso l'area dove è prevista la realizzazione del Nuovo Accesso Sud dell'Interporto di Bologna, nel comune di Bentivoglio (BO), in data 30/04/2019 è stata effettuata un'indagine geofisica mediante misura a stazione singola con tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) al fine di ottenere la classificazione del tipo di suolo presente nel sito, sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio S ( $V_s$ ,eq), in ottemperanza a quanto riportato nel decreto del Ministero delle Infrastrutture, 17 gennaio 2018.

La presente indagine geofisica è consistita in:

- N. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR (HVSR)

La misura a stazione singola è stata eseguita con tromografo digitale modello Tromino® Engy in corrispondenza di n. 1 prove penetrometrica statica a punta meccanica (CPT) eseguite dagli stessi scriventi e spinta fino a -15 m da p.c. attuale.

Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati è "GRILLA"© Release 2010 ver. 6.0 beta (All rights reserved).



Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area in cui verrà realizzato il Nuovo Accesso Sud Interporto – Comune di Bentivoglio (BO)

---

## 4 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

### 4.1 Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata

Il metodo *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) proposto da Nogoshi e Iguchi (1970) e successivamente modificato da Nakamura (1989), si basa sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del rumore sismico registrato in un sito. Il rumore sismico è presente ovunque ed è generato sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica. Il rumore sismico è indicato spesso come microtremore poiché è caratterizzato da oscillazioni molto deboli (dell'ordine dei  $\mu\text{m/s}$ ). I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma soprattutto da onde superficiali, la cui velocità è comunque prossima a quella delle onde S (Mulargia et al., 2007). La tecnica di misura del rumore sismico richiede tempi di registrazione pari a 14-30 minuti e necessita di sensori tridirezionali da sismologia con messa in bolla, digitalizzatore 24 bit con elevata dinamica, elevato guadagno ed elevata frequenza di campionamento nativo, con minimizzazione del rumore elettro/meccanico.

L'acquisizione è stata eseguita utilizzando un tromografo digitale, "TROMINO ENGY" (*Micromed S.p.A.*) dotato di 3 canali velocimetrici (N-S, E-W, Up-Down) ad alto guadagno per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a  $\sim 1.5 \text{ mm/s}$ ); il sistema opera nell'intervallo di frequenze 0.1–1024 Hz. L'elaborazione dei dati di rumore sismico acquisiti è avvenuta mediante software *Grilla*.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtre more sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area in cui verrà realizzato il Nuovo Accesso Sud Interporto – Comune di Bentivoglio (BO)

## 5 TECNICA HVSR

Strumento: TROMINO MODELLO ENG Y

Data registrazione: 30/04/2019

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Freq. campionamento: 512 Hz

Lunghezza finestre: 30 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

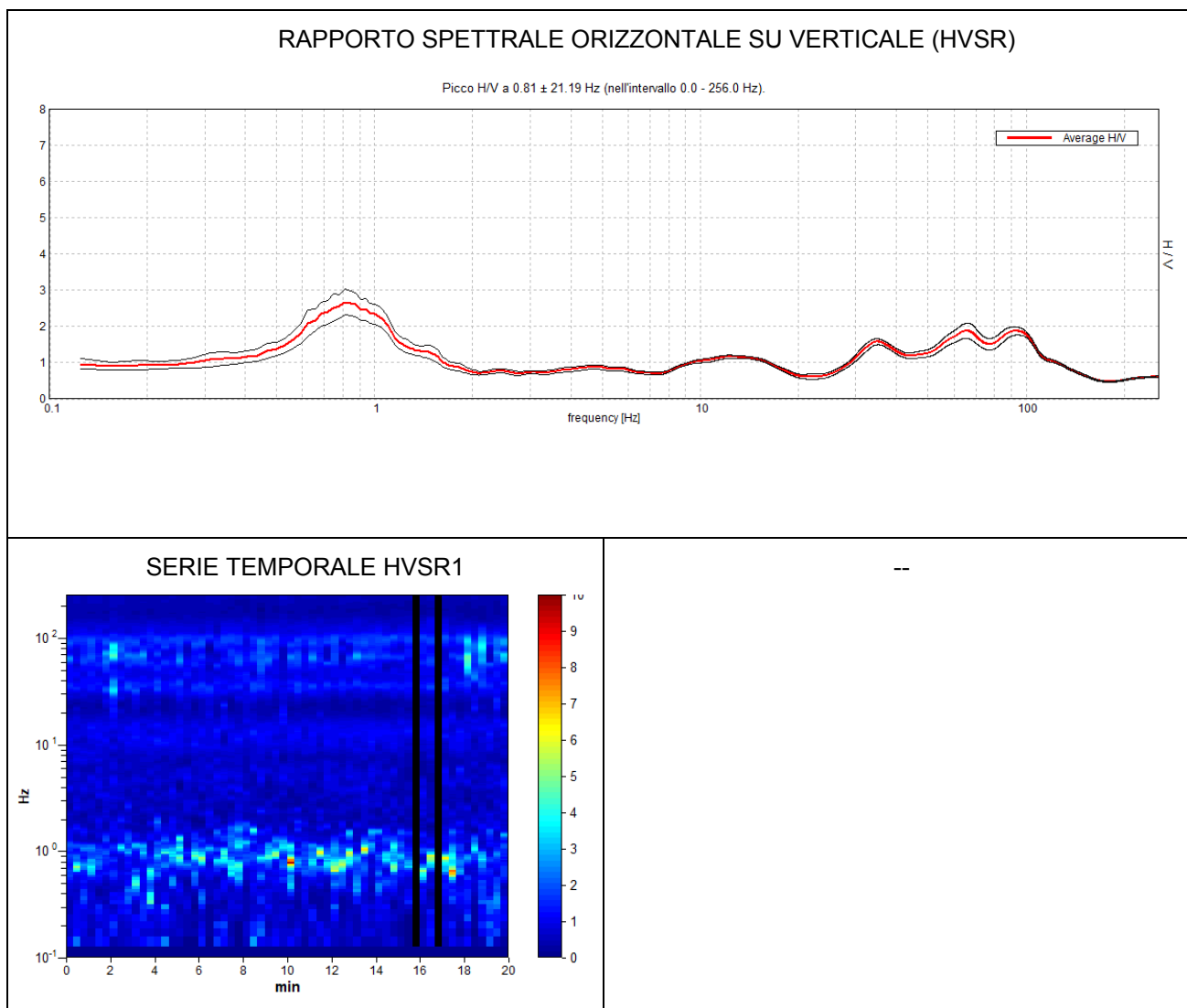


Figura 1 - Curva H/V (HVSR) registrata nel sito in esame e serie temporale considerata nell'analisi.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSr (microtre more sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area in cui verrà realizzato il Nuovo Accesso Sud Interporto – Comune di Bentivoglio (BO)

### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI HVSr1

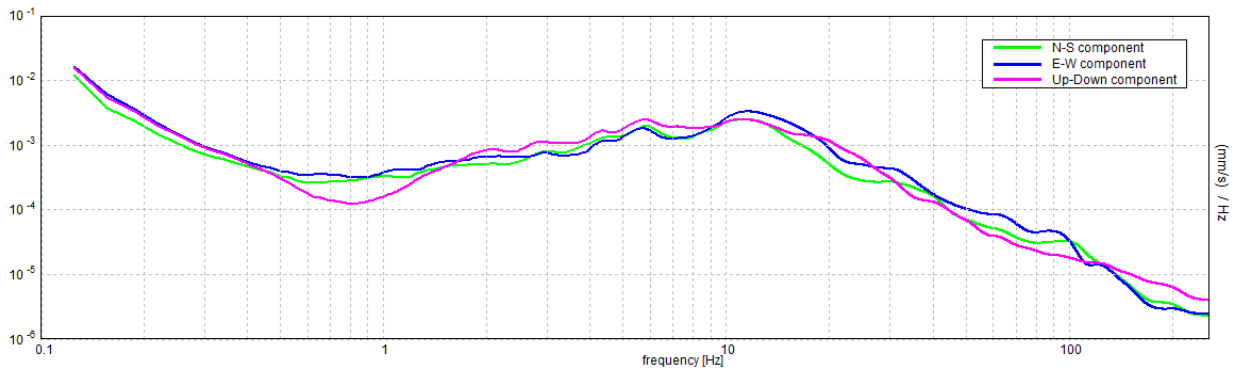


Figura 2 - spettri delle 3 componenti del moto in velocità registrate nel sito

### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

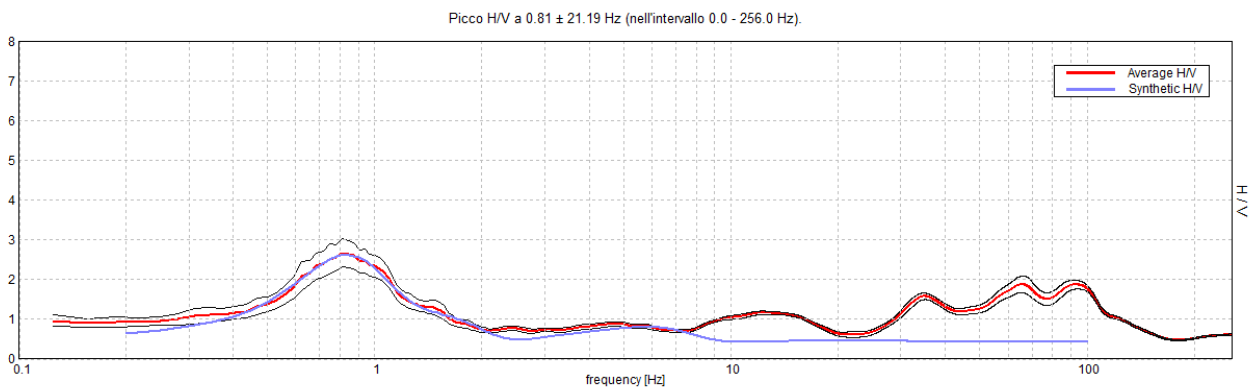


Figura 3 - confronto tra curva HVSr1 sperimentale registrata nel sito e curva teorica (blu) relativa al modello di sottosuolo proposto per il sito.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtremore sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area in cui verrà realizzato il Nuovo Accesso Sud Interporto – Comune di Bentivoglio (BO)

## 6 MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO

Sulla base dei risultati ottenuti e dell'interpretazione dei dati acquisiti il modello di sottosuolo proposto per il sito in studio, in termini di profilo verticale di Vs, è il seguente:

| Profondità base strato (m) | Spessore (m) | Vs (m/s) |
|----------------------------|--------------|----------|
| 6.50                       | 6.50         | 145      |
| 12.50                      | 6.00         | 220      |
| 32.50                      | 20.00        | 190      |
| 107.50                     | 75.00        | 340      |
| inf.                       | inf. 500     |          |

Tabella 1 – Modello di sottosuolo proposto per il sito

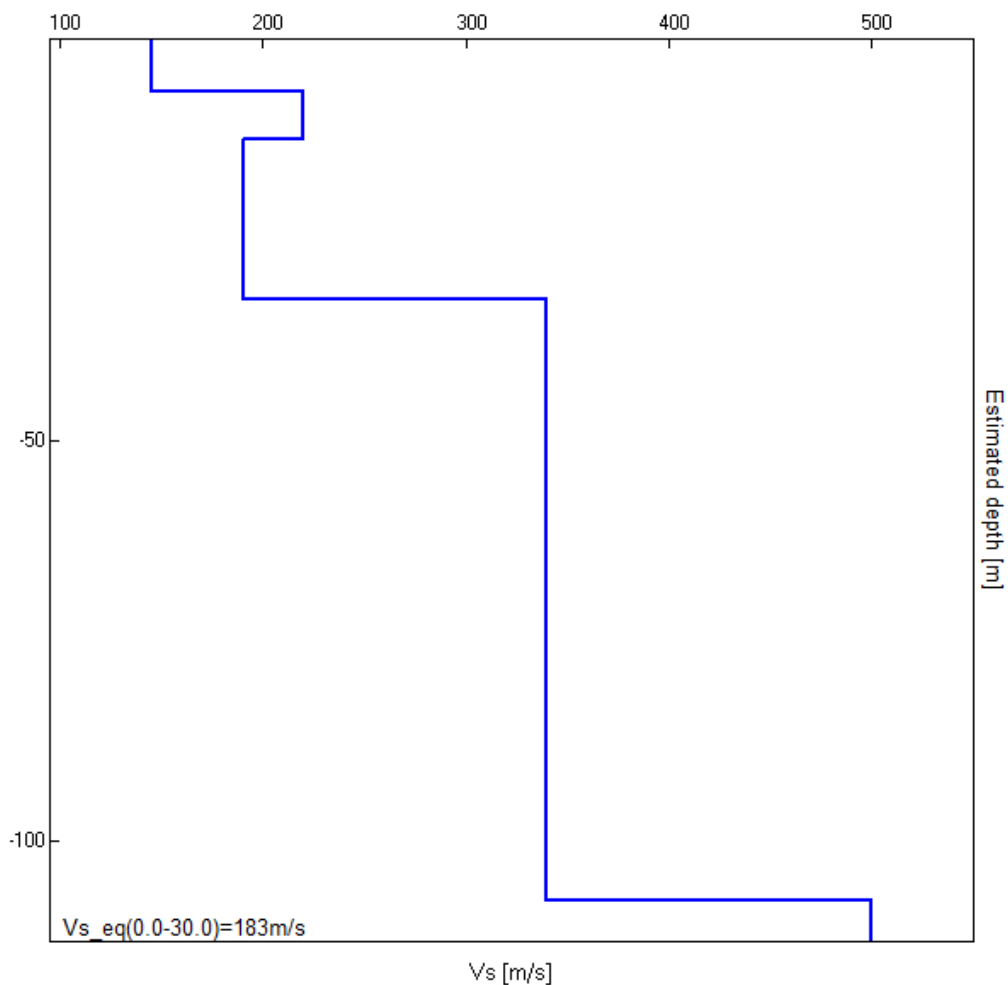
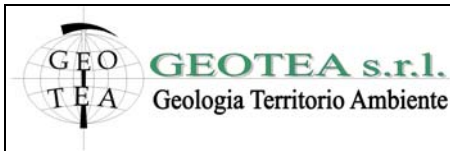


Figura 4 - Modello di velocità delle onde di taglio S





Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR (microtre more sismico) per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area in cui verrà realizzato il Nuovo Accesso Sud Interporto – Comune di Bentivoglio (BO)

---

## 7 CONCLUSIONI

**Vs,eq=Vs30 [m/s] da quota piano campagna su cui è stata eseguita l'indagine geofisica.....183**

Le curve HVSR ottenute sperimentalmente sono del tutto confrontabili tra loro. Nei primi 30 m da p.c., i terreni presenti in sito sono caratterizzati da valori di velocità delle onde S (Vs) caratteristici di terreni a consistenza nel complesso da soffice a media.

La curva HVSR è caratterizzata in bassa frequenza, nell'intervallo 0.7 – 1.0 Hz circa, da amplificazione locale del moto del suolo a medio contrasto di rigidità (Ampiezza picco  $2 < A < 3$ ).

La normativa applicata nel presente lavoro è il DM 17 gennaio 2018.

San Lazzaro di Savena, 03/05/2019



# GEOTECA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

## PROVA PENETROMETRICA CON CONO SISMICO

SCPTU - SEISMIC CONE PENETRATION TEST

ASTM D 7400-08

Technical specification

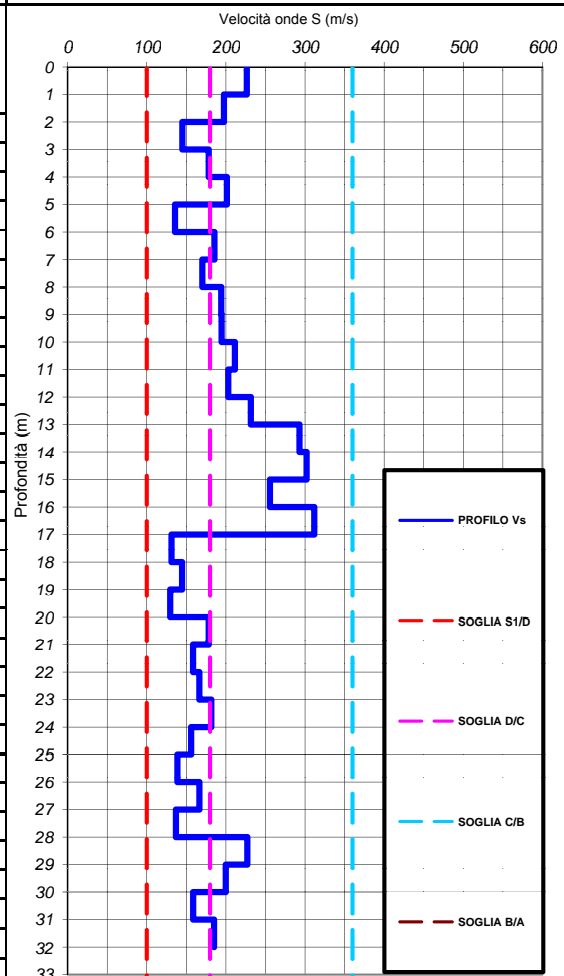
Commessa - Work order  
 Committente - Commissioner  
 Località - Locality  
 Cantiere - Site  
 SCPT - Seismic cone penetration test  
 Progressiva (km)  
 Profondità - Depth (m)  
 Data esecuzione - Execution date  
 Operatori - Cone operators  
 Lat. (°)  
 long. (°)

18,132  
  
 BENTIVOGLIO (BO)  
 INTERPORTO  
 1  
 -  
 32  
 03/05/2018  
 Dott. Maggi  
 -  
 -

### UBICAZIONE PROVA

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

| Profondità cono sismico (m) | Tempo arrivo onda S (s) | Spazio effettivo percorso da onda S (m) | Tempo impiegato nel sismostrato (s) | Vs sismostrato (m/s) |
|-----------------------------|-------------------------|---|-------------------------------------|----------------------|
| 1                           | 0,0069                  | 1,56                                    | 0,0069                              | 226                  |
| 2                           | 0,0108                  | 2,33                                    | 0,0039                              | 198                  |
| 3                           | 0,0170                  | 3,23                                    | 0,0062                              | 145                  |
| 4                           | 0,0223                  | 4,18                                    | 0,0053                              | 178                  |
| 5                           | 0,0271                  | 5,14                                    | 0,0048                              | 201                  |
| 6                           | 0,0343                  | 6,12                                    | 0,0072                              | 136                  |
| 7                           | 0,0396                  | 7,10                                    | 0,0053                              | 186                  |
| 8                           | 0,0454                  | 8,09                                    | 0,0058                              | 170                  |
| 9                           | 0,0505                  | 9,08                                    | 0,0051                              | 194                  |
| 10                          | 0,0556                  | 10,07                                   | 0,0051                              | 195                  |
| 11                          | 0,0603                  | 11,07                                   | 0,0047                              | 211                  |
| 12                          | 0,0652                  | 12,06                                   | 0,0049                              | 203                  |
| 13                          | 0,0695                  | 13,06                                   | 0,0043                              | 231                  |
| 14                          | 0,0729                  | 14,05                                   | 0,0034                              | 293                  |
| 15                          | 0,0762                  | 15,05                                   | 0,0033                              | 302                  |
| 16                          | 0,0801                  | 16,04                                   | 0,0039                              | 256                  |
| 17                          | 0,0833                  | 17,04                                   | 0,0032                              | 312                  |
| 18                          | 0,0909                  | 18,04                                   | 0,0076                              | 131                  |
| 19                          | 0,0978                  | 19,04                                   | 0,0069                              | 145                  |
| 20                          | 0,1055                  | 20,04                                   | 0,0077                              | 130                  |
| 21                          | 0,1111                  | 21,03                                   | 0,0056                              | 178                  |
| 22                          | 0,1174                  | 22,03                                   | 0,0063                              | 158                  |
| 23                          | 0,1234                  | 23,03                                   | 0,006                               | 166                  |
| 24                          | 0,1289                  | 24,03                                   | 0,0055                              | 182                  |
| 25                          | 0,1353                  | 25,03                                   | 0,0064                              | 156                  |
| 26                          | 0,1425                  | 26,03                                   | 0,0072                              | 139                  |
| 27                          | 0,1485                  | 27,03                                   | 0,006                               | 166                  |
| 28                          | 0,1558                  | 28,03                                   | 0,0073                              | 137                  |
| 29                          | 0,1602                  | 29,02                                   | 0,0044                              | 227                  |
| 30                          | 0,1652                  | 30,02                                   | 0,005                               | 200                  |
| 31                          | 0,1715                  | 31,02                                   | 0,0063                              | 159                  |
| 32                          | 0,1769                  | 32,02                                   | 0,0054                              | 185                  |



Vs 30  
181

Vs espressa in m/s

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 S. Lazzaro di Savena (BO)  
 Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378  
 e-mail laboratorio.geotea@database.it  
 Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici  
 Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre



ALLEGATO 3

Report Verifiche Liquefazione

**LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

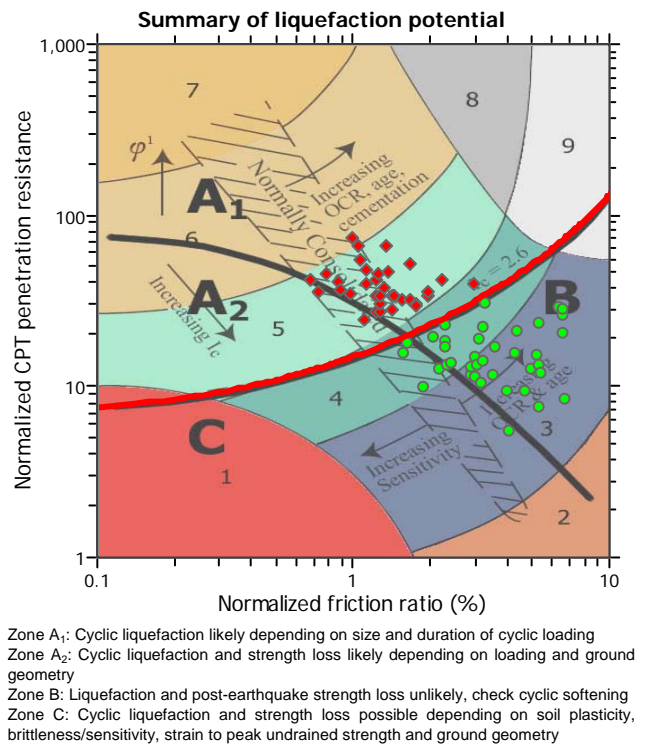
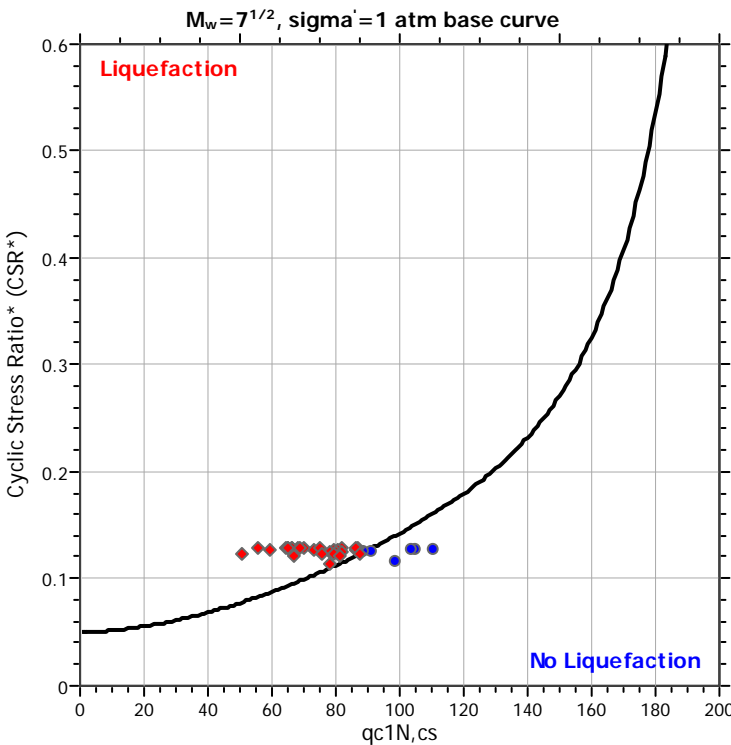
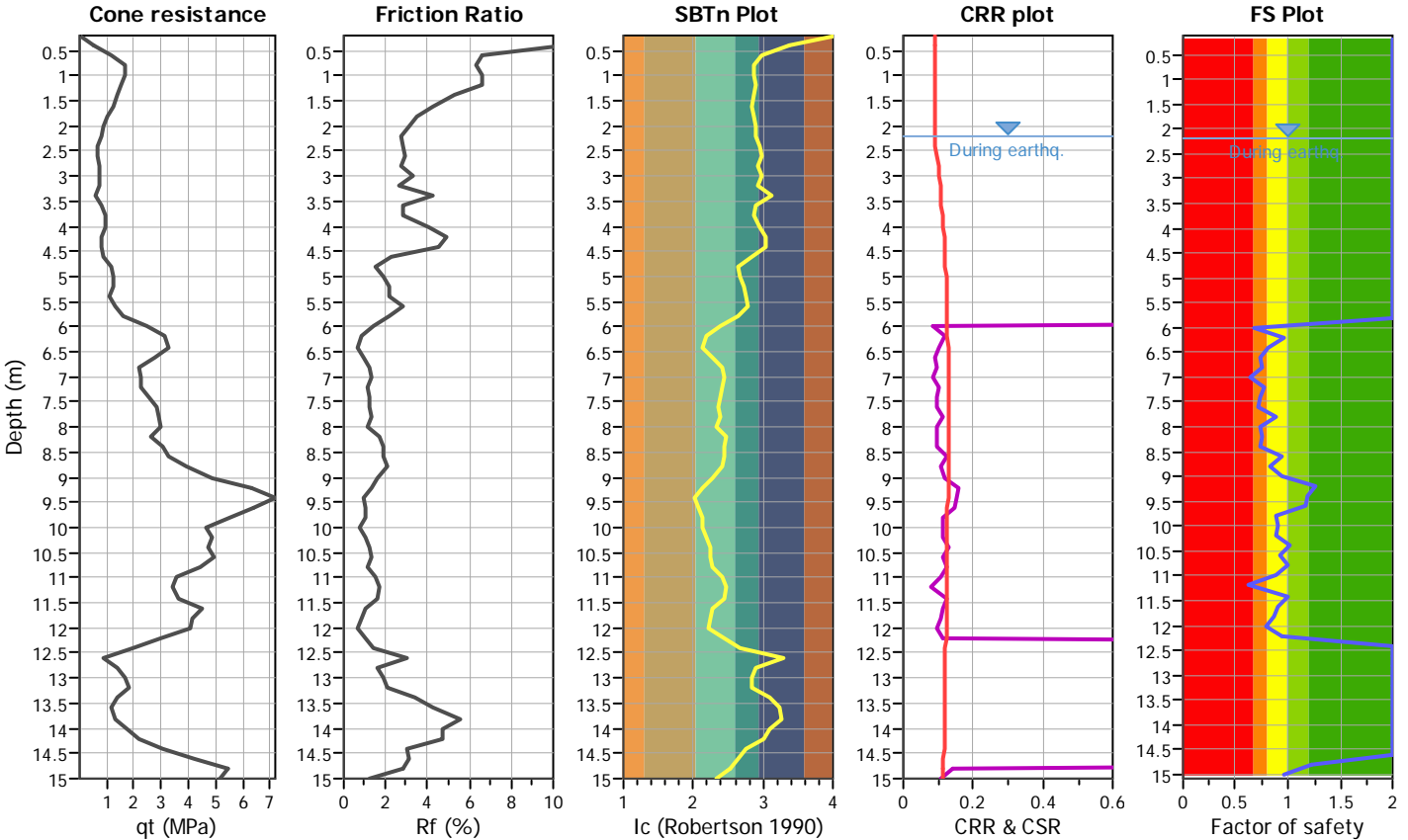
**Project title : Nuovo Accesso Sud Interporto Bologna**

**Location : Comune di Bentivoglio (BO)**

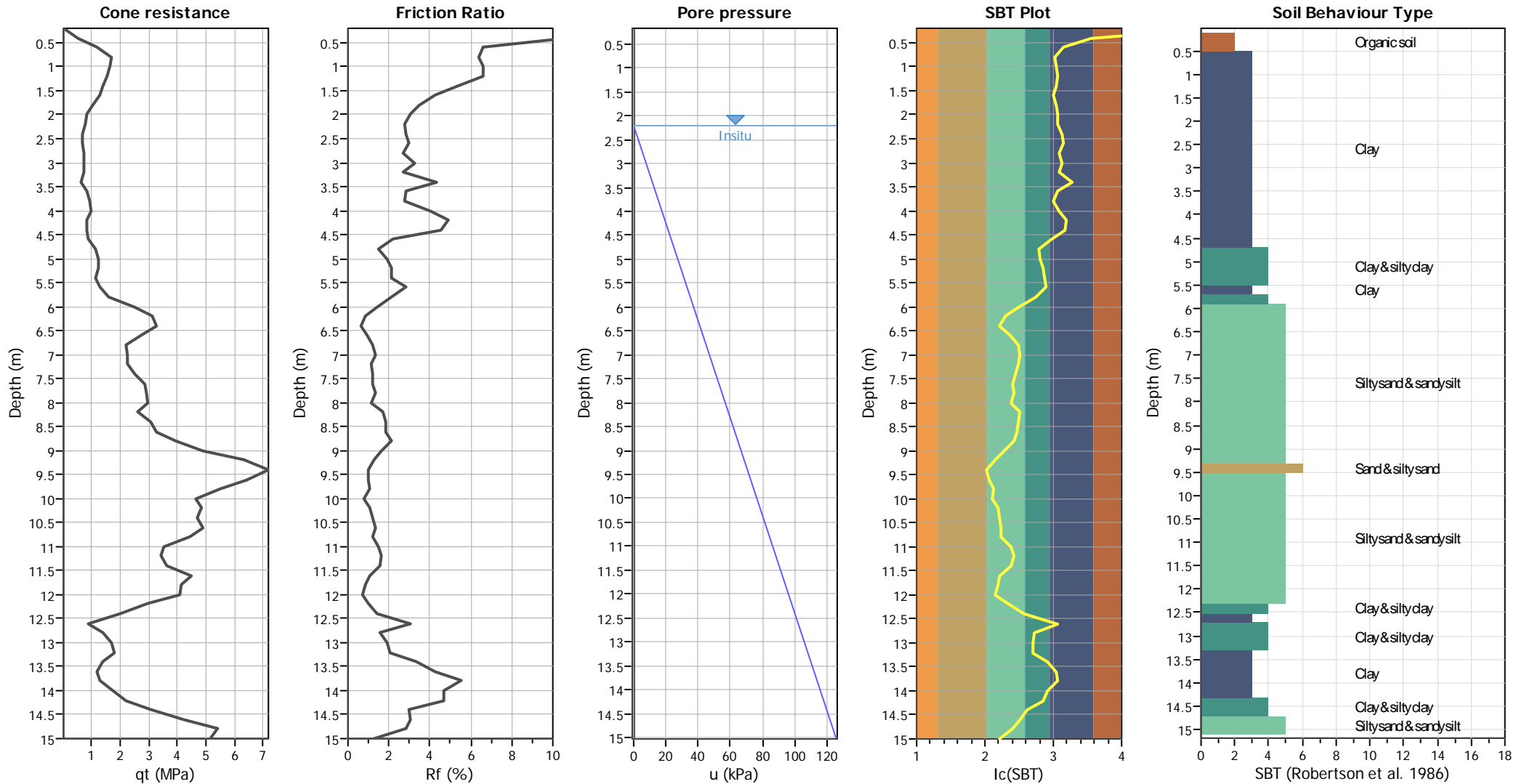
**CPT file : CPT-01**

**Input parameters and analysis data**

|                              |                   |                           |              |                         |     |                      |            |
|------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|-----|----------------------|------------|
| Analysis method:             | I&B (2008)        | G.W.T. (in-situ):         | 2.20 m       | Use fill:               | No  | Clay like behavior   |            |
| Fines correction method:     | R&W (1998)        | G.W.T. (earthq.):         | 2.20 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 $M_w$ : | 5.60              | Ic cut-off value:         | 2.60         | Trans. detect. applied: | No  | Limit depth:         | 15.00 m    |
| Peak ground acceleration:    | 0.23              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | $K_0$ applied:          | Yes |                      |            |



### CPT basic interpretation plots



#### Input parameters and analysis data

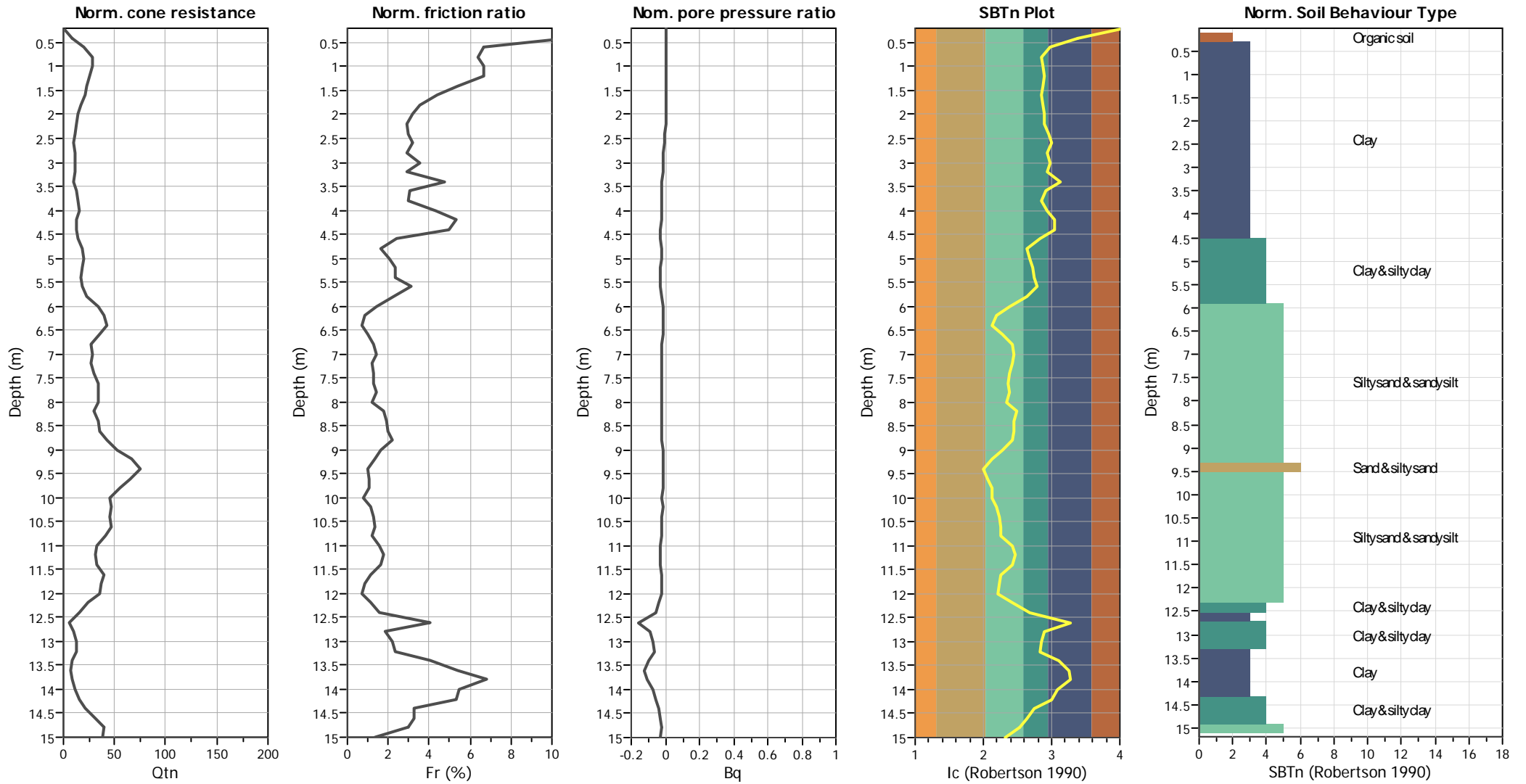
|                                |                   |                           |              |                             |            |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:               | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:       | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | $K_{\sigma}$ applied:       | Yes        |
| Earthquake magnitude $M_w$ :   | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:      | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu): | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 15.00 m    |

#### SBT legend

|                           |                             |                            |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty     | 7. Gravely sand to sand    |
| 2. Organic material       | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to      |
| 3. Clay to silty clay     | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |



### CPT basic interpretation plots (normalized)



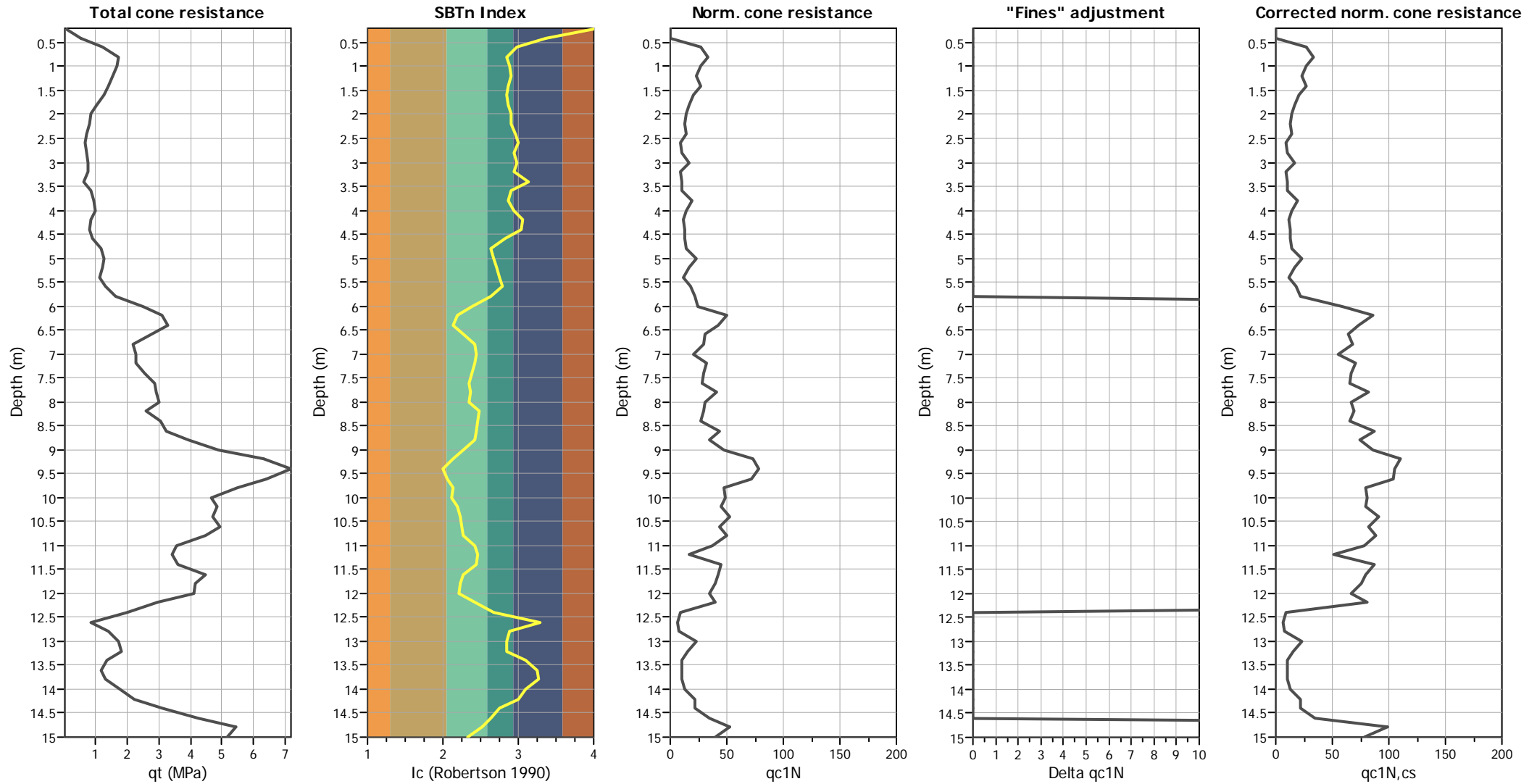
#### Input parameters and analysis data

|                                       |                   |                           |              |                             |            |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:                      | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:              | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                       | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | K <sub>σ</sub> applied:     | Yes        |
| Earthquake magnitude M <sub>w</sub> : | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:             | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu):        | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 15.00 m    |

#### SBTn legend

|                           |                             |                            |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty     | 7. Gravely sand to sand    |
| 2. Organic material       | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to      |
| 3. Clay to silty clay     | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

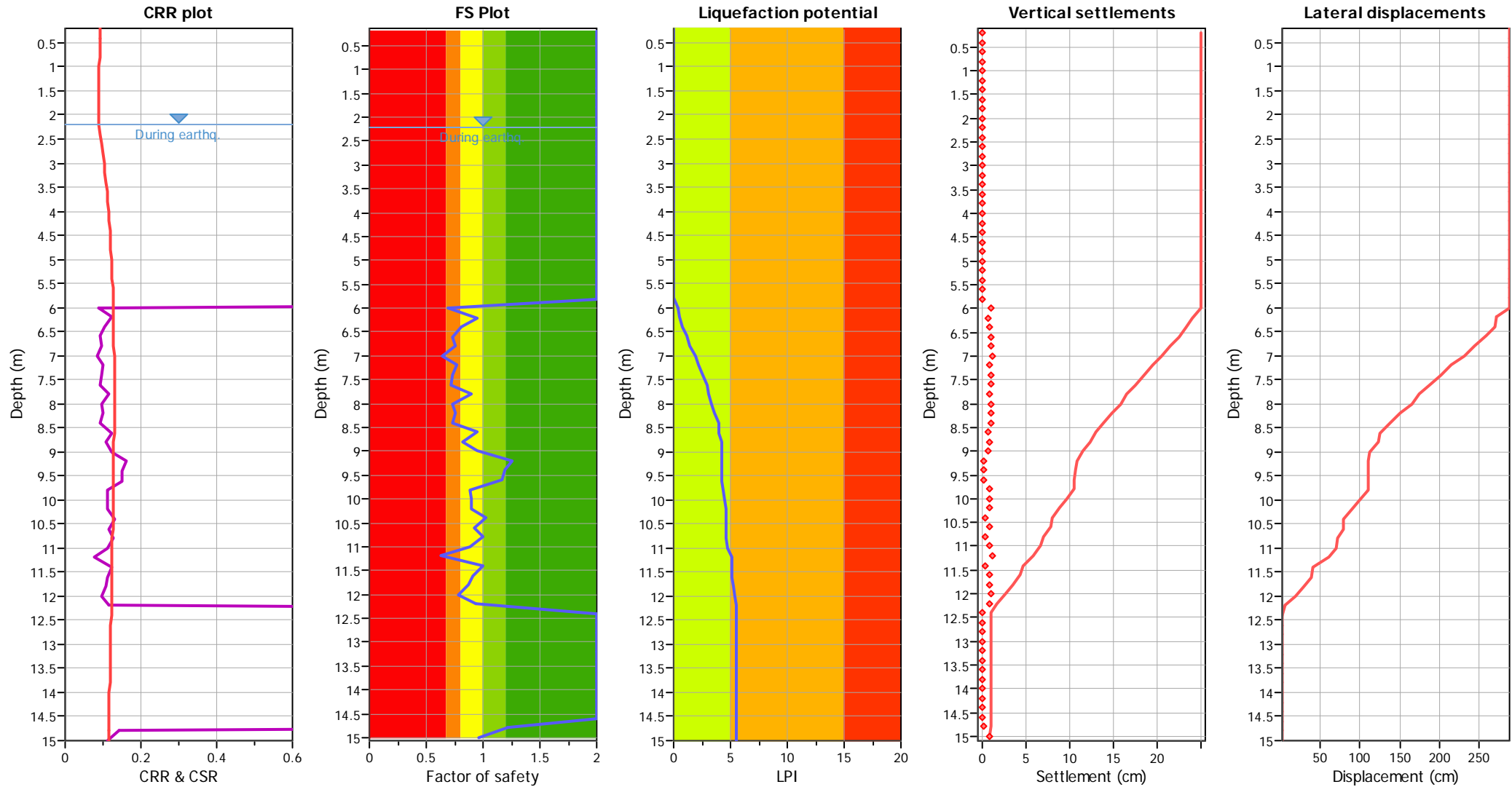
### Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



#### Input parameters and analysis data

|                                       |                   |                           |              |                             |            |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:                      | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:              | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                       | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | K <sub>σ</sub> applied:     | Yes        |
| Earthquake magnitude M <sub>w</sub> : | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:             | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu):        | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 15.00 m    |

### Liquefaction analysis overall plots



#### Input parameters and analysis data

|                                |                   |                           |              |                             |            |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:               | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:       | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | $K_{\sigma}$ applied:       | Yes        |
| Earthquake magnitude $M_w$ :   | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:      | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu): | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 15.00 m    |

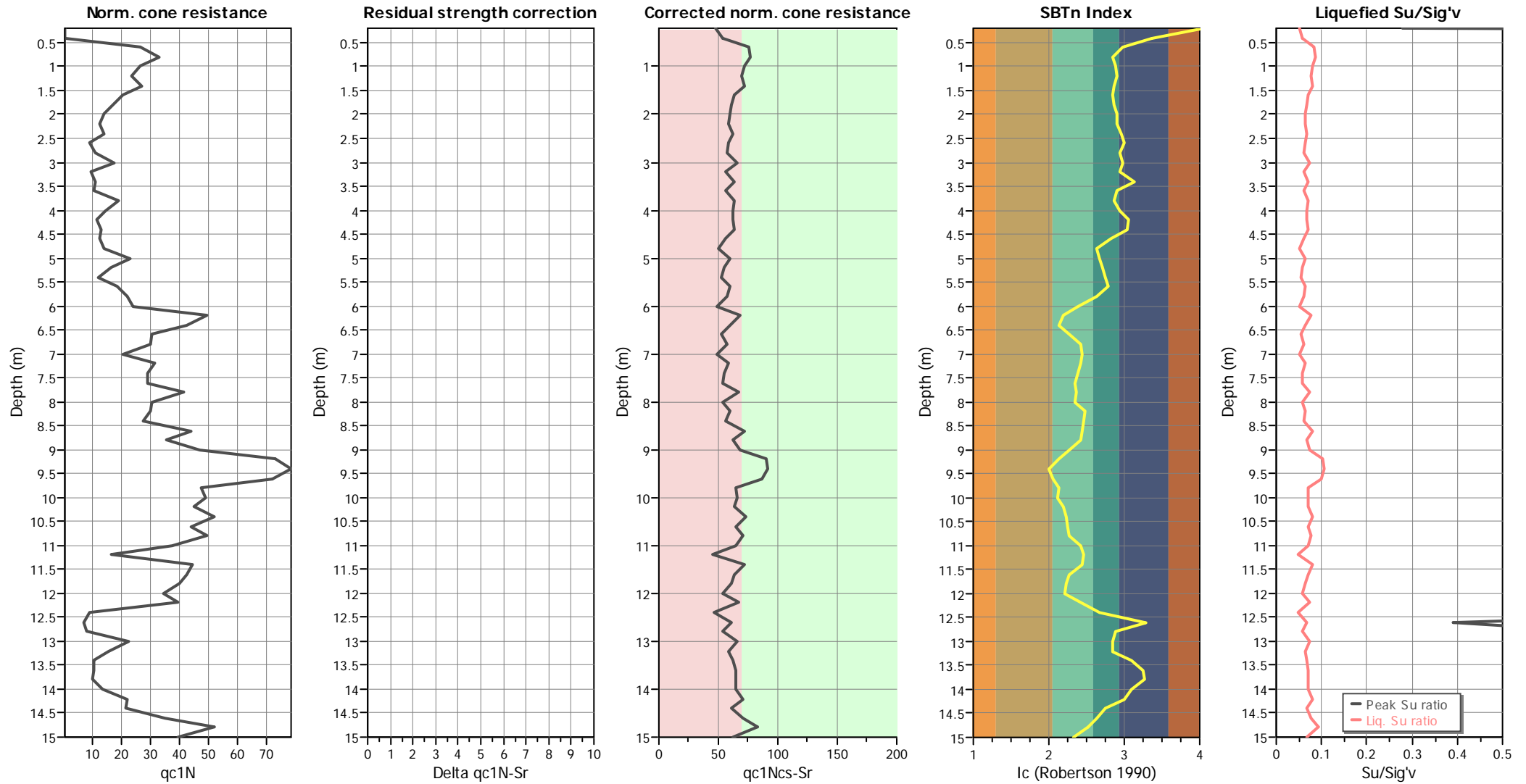
#### F.S. color scheme

- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liquefaction are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

#### LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

### Check for strength loss plots (Idriss & Boulanger (2008))



#### Input parameters and analysis data

|                                       |                   |                           |              |                             |            |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:                      | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:              | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                       | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | K <sub>σ</sub> applied:     | Yes        |
| Earthquake magnitude M <sub>w</sub> : | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:             | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu):        | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 15.00 m    |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 0.20  | 2.00 | 0.00           | 9.90           | 0.20           | 0.00 | 0.40      | 2.00 | 0.00           | 9.80           | 0.20           | 0.00 |
| 0.60  | 2.00 | 0.00           | 9.70           | 0.20           | 0.00 | 0.80      | 2.00 | 0.00           | 9.60           | 0.20           | 0.00 |
| 1.00  | 2.00 | 0.00           | 9.50           | 0.20           | 0.00 | 1.20      | 2.00 | 0.00           | 9.40           | 0.20           | 0.00 |
| 1.40  | 2.00 | 0.00           | 9.30           | 0.20           | 0.00 | 1.60      | 2.00 | 0.00           | 9.20           | 0.20           | 0.00 |
| 1.80  | 2.00 | 0.00           | 9.10           | 0.20           | 0.00 | 2.00      | 2.00 | 0.00           | 9.00           | 0.20           | 0.00 |
| 2.20  | 2.00 | 0.00           | 8.90           | 0.20           | 0.00 | 2.40      | 2.00 | 0.00           | 8.80           | 0.20           | 0.00 |
| 2.60  | 2.00 | 0.00           | 8.70           | 0.20           | 0.00 | 2.80      | 2.00 | 0.00           | 8.60           | 0.20           | 0.00 |
| 3.00  | 2.00 | 0.00           | 8.50           | 0.20           | 0.00 | 3.20      | 2.00 | 0.00           | 8.40           | 0.20           | 0.00 |
| 3.40  | 2.00 | 0.00           | 8.30           | 0.20           | 0.00 | 3.60      | 2.00 | 0.00           | 8.20           | 0.20           | 0.00 |
| 3.80  | 2.00 | 0.00           | 8.10           | 0.20           | 0.00 | 4.00      | 2.00 | 0.00           | 8.00           | 0.20           | 0.00 |
| 4.20  | 2.00 | 0.00           | 7.90           | 0.20           | 0.00 | 4.40      | 2.00 | 0.00           | 7.80           | 0.20           | 0.00 |
| 4.60  | 2.00 | 0.00           | 7.70           | 0.20           | 0.00 | 4.80      | 2.00 | 0.00           | 7.60           | 0.20           | 0.00 |
| 5.00  | 2.00 | 0.00           | 7.50           | 0.20           | 0.00 | 5.20      | 2.00 | 0.00           | 7.40           | 0.20           | 0.00 |
| 5.40  | 2.00 | 0.00           | 7.30           | 0.20           | 0.00 | 5.60      | 2.00 | 0.00           | 7.20           | 0.20           | 0.00 |
| 5.80  | 2.00 | 0.00           | 7.10           | 0.20           | 0.00 | 6.00      | 0.69 | 0.31           | 7.00           | 0.20           | 0.44 |
| 6.20  | 0.95 | 0.05           | 6.90           | 0.20           | 0.06 | 6.40      | 0.81 | 0.19           | 6.80           | 0.20           | 0.26 |
| 6.60  | 0.73 | 0.27           | 6.70           | 0.20           | 0.37 | 6.80      | 0.75 | 0.25           | 6.60           | 0.20           | 0.32 |
| 7.00  | 0.64 | 0.36           | 6.50           | 0.20           | 0.46 | 7.20      | 0.77 | 0.23           | 6.40           | 0.20           | 0.29 |
| 7.40  | 0.73 | 0.27           | 6.30           | 0.20           | 0.34 | 7.60      | 0.72 | 0.28           | 6.20           | 0.20           | 0.34 |
| 7.80  | 0.89 | 0.11           | 6.10           | 0.20           | 0.13 | 8.00      | 0.74 | 0.26           | 6.00           | 0.20           | 0.32 |
| 8.20  | 0.76 | 0.24           | 5.90           | 0.20           | 0.28 | 8.40      | 0.73 | 0.27           | 5.80           | 0.20           | 0.32 |
| 8.60  | 0.95 | 0.05           | 5.70           | 0.20           | 0.06 | 8.80      | 0.82 | 0.18           | 5.60           | 0.20           | 0.20 |
| 9.00  | 0.95 | 0.05           | 5.50           | 0.20           | 0.06 | 9.20      | 1.26 | 0.00           | 5.40           | 0.20           | 0.00 |
| 9.40  | 1.19 | 0.00           | 5.30           | 0.20           | 0.00 | 9.60      | 1.17 | 0.00           | 5.20           | 0.20           | 0.00 |
| 9.80  | 0.88 | 0.12           | 5.10           | 0.20           | 0.12 | 10.00     | 0.90 | 0.10           | 5.00           | 0.20           | 0.10 |
| 10.20   | 0.89 | 0.11           | 4.90           | 0.20           | 0.10 | 10.40     | 1.03 | 0.00           | 4.80           | 0.20           | 0.00 |
| 10.60   | 0.92 | 0.08           | 4.70           | 0.20           | 0.08 | 10.80     | 1.01 | 0.00           | 4.60           | 0.20           | 0.00 |
| 11.00   | 0.88 | 0.12           | 4.50           | 0.20           | 0.11 | 11.20     | 0.63 | 0.37           | 4.40           | 0.20           | 0.32 |
| 11.40   | 1.00 | 0.00           | 4.30           | 0.20           | 0.00 | 11.60     | 0.91 | 0.09           | 4.20           | 0.20           | 0.08 |
| 11.80   | 0.87 | 0.13           | 4.10           | 0.20           | 0.10 | 12.00     | 0.78 | 0.22           | 4.00           | 0.20           | 0.17 |
| 12.20   | 0.94 | 0.06           | 3.90           | 0.20           | 0.05 | 12.40     | 2.00 | 0.00           | 3.80           | 0.20           | 0.00 |
| 12.60   | 2.00 | 0.00           | 3.70           | 0.20           | 0.00 | 12.80     | 2.00 | 0.00           | 3.60           | 0.20           | 0.00 |
| 13.00   | 2.00 | 0.00           | 3.50           | 0.20           | 0.00 | 13.20     | 2.00 | 0.00           | 3.40           | 0.20           | 0.00 |
| 13.40   | 2.00 | 0.00           | 3.30           | 0.20           | 0.00 | 13.60     | 2.00 | 0.00           | 3.20           | 0.20           | 0.00 |
| 13.80   | 2.00 | 0.00           | 3.10           | 0.20           | 0.00 | 14.00     | 2.00 | 0.00           | 3.00           | 0.20           | 0.00 |
| 14.20   | 2.00 | 0.00           | 2.90           | 0.20           | 0.00 | 14.40     | 2.00 | 0.00           | 2.80           | 0.20           | 0.00 |
| 14.60   | 2.00 | 0.00           | 2.70           | 0.20           | 0.00 | 14.80     | 1.22 | 0.00           | 2.60           | 0.20           | 0.00 |
| 15.00   | 0.96 | 0.04           | 2.50           | 0.20           | 0.02 |           |      |                |                |                |      |

**Overall liquefaction potential: 5.52**

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low  
 LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
 LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
 LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point  
 F<sub>L</sub>: 1 - FS  
 w<sub>z</sub>: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 d<sub>z</sub>: Layer thickness (m)  
 LPI: Liquefaction potential index value for test point



**LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT**

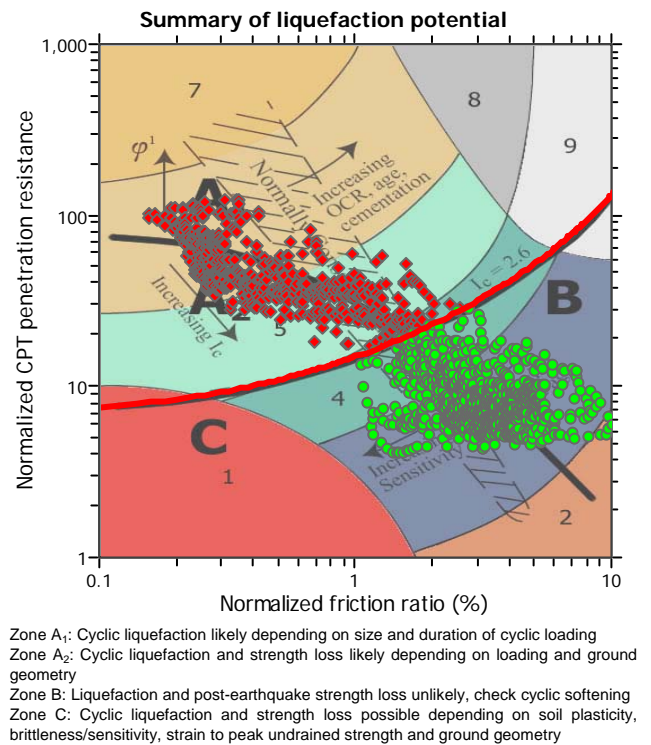
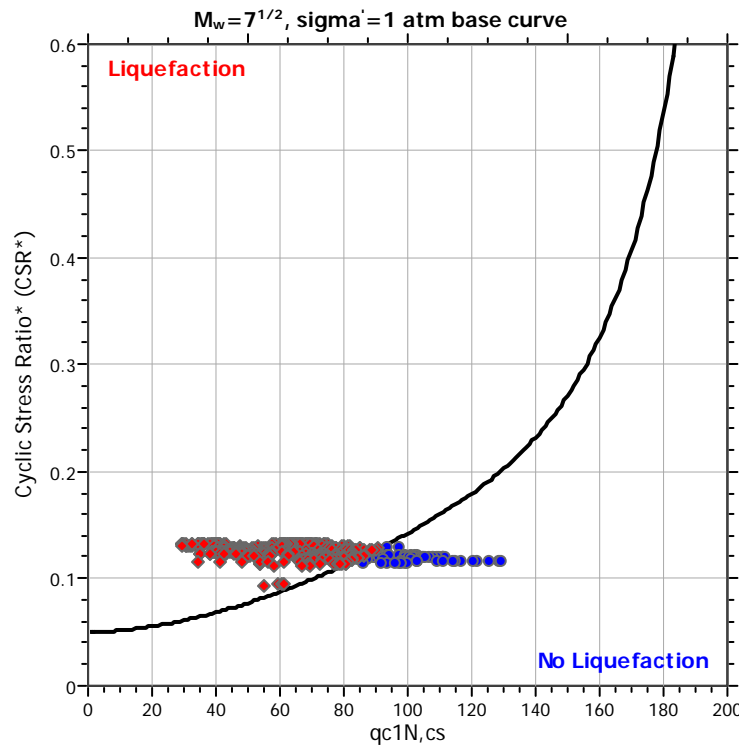
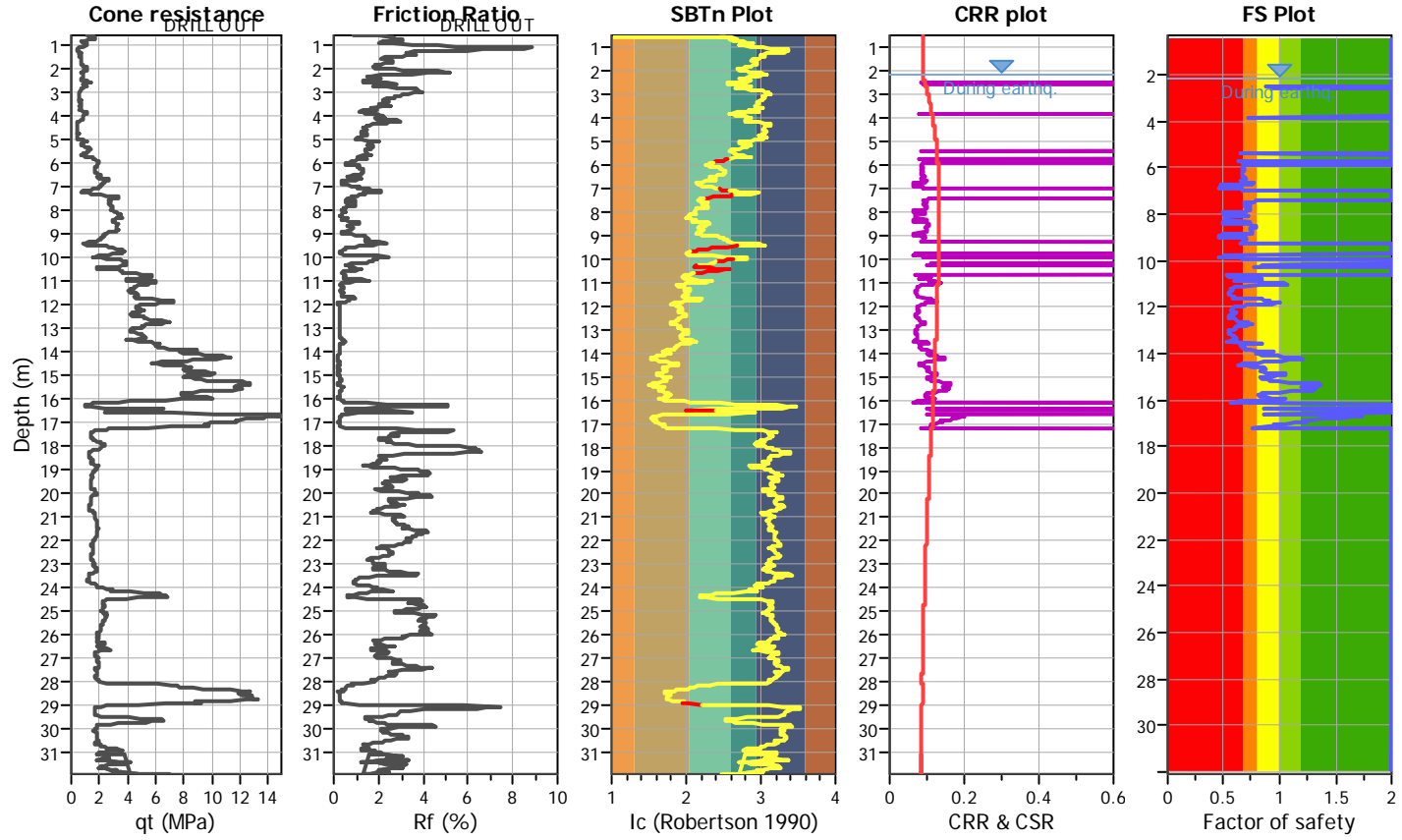
Project title :

Location : **Officina Carri Ferroviari - Interporto di Bologna**

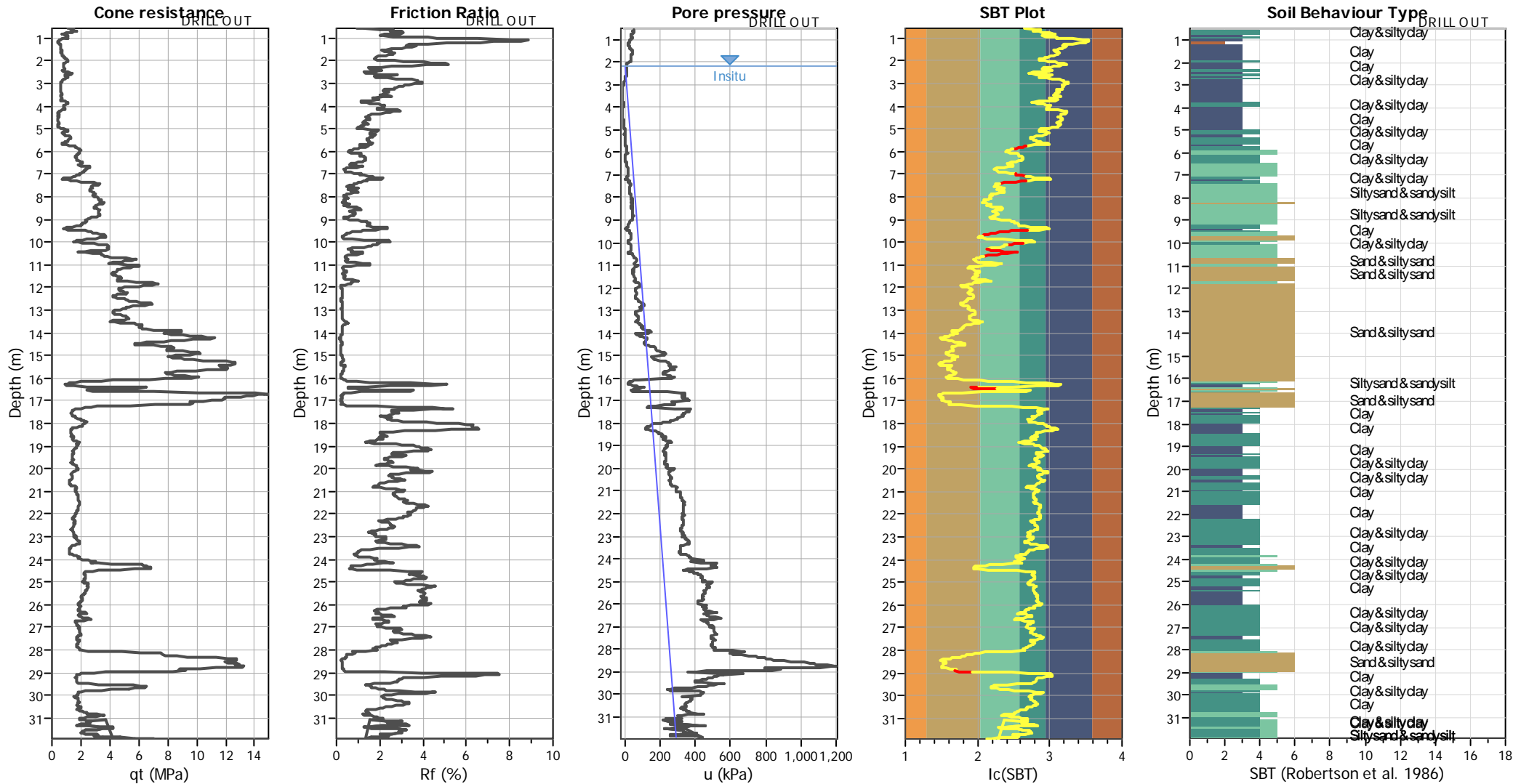
CPT file : CPTU1

**Input parameters and analysis data**

|                              |                   |                           |              |                         |     |                      |            |
|------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|-----|----------------------|------------|
| Analysis method:             | I&B (2008)        | G.W.T. (in-situ):         | 2.20 m       | Use fill:               | No  | Clay like behavior   |            |
| Fines correction method:     | R&W (1998)        | G.W.T. (earthq.):         | 2.20 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 $M_w$ : | 5.60              | Ic cut-off value:         | 2.60         | Trans. detect. applied: | Yes | Limit depth:         | 18.00 m    |
| Peak ground acceleration:    | 0.23              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | $K_G$ applied:          | Yes |                      |            |



### CPT basic interpretation plots



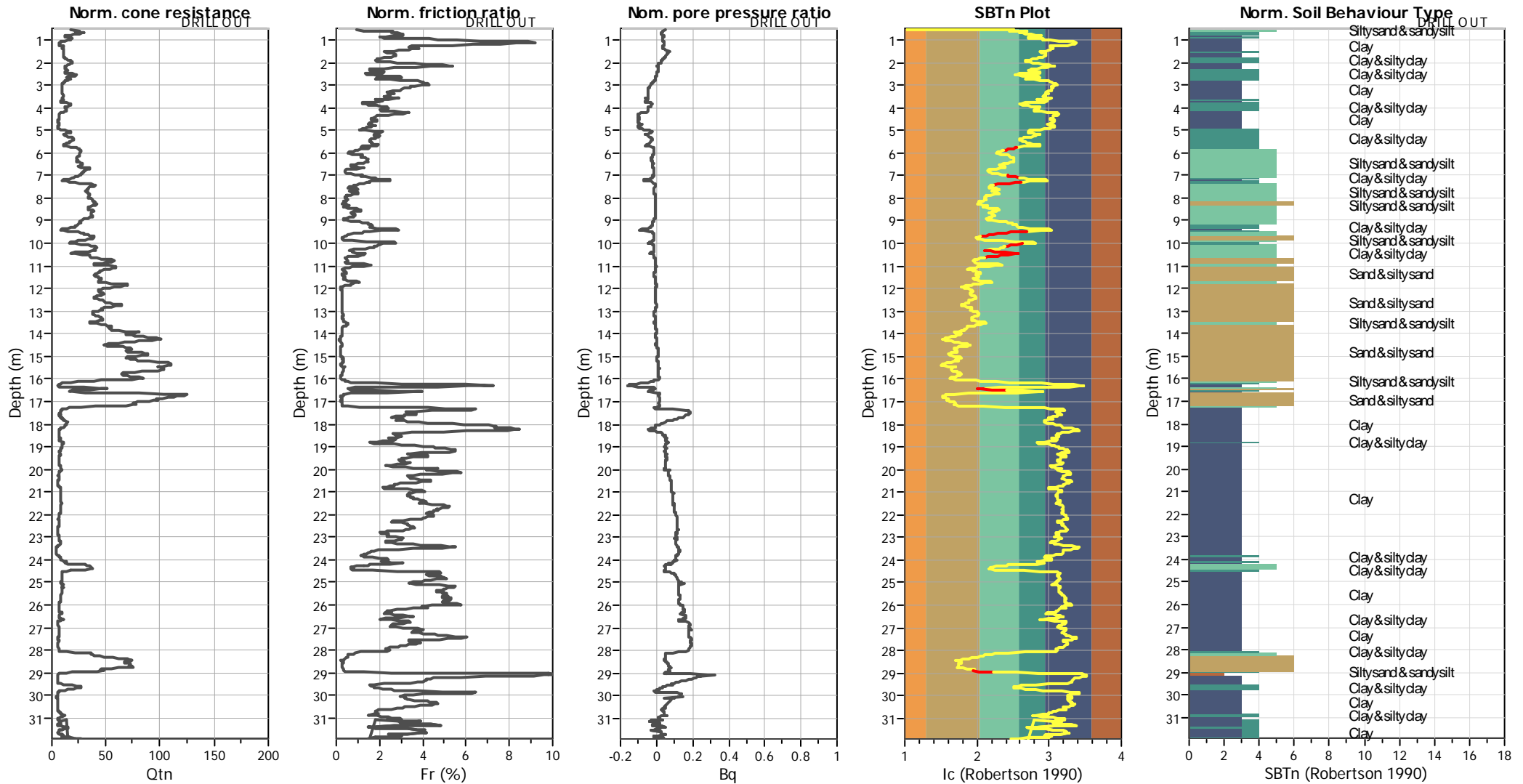
#### Input parameters and analysis data

|                                |                   |                           |              |                             |            |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:               | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:       | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | $K_{\sigma}$ applied:       | Yes        |
| Earthquake magnitude $M_w$ :   | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:      | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu): | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 18.00 m    |

#### SBT legend

|  |  |   |
|--|--|---|
| <span style="color:red">■</span> 1. Sensitive fine grained | <span style="color:teal">■</span> 4. Clayey silt to silty      | <span style="color:orange">■</span> 7. Gravely sand to sand       |
| <span style="color:brown">■</span> 2. Organic material     | <span style="color:green">■</span> 5. Silty sand to sandy silt | <span style="color:grey">■</span> 8. Very stiff sand to           |
| <span style="color:blue">■</span> 3. Clay to silty clay    | <span style="color:tan">■</span> 6. Clean sand to silty sand   | <span style="color:lightgrey">■</span> 9. Very stiff fine grained |

### CPT basic interpretation plots (normalized)



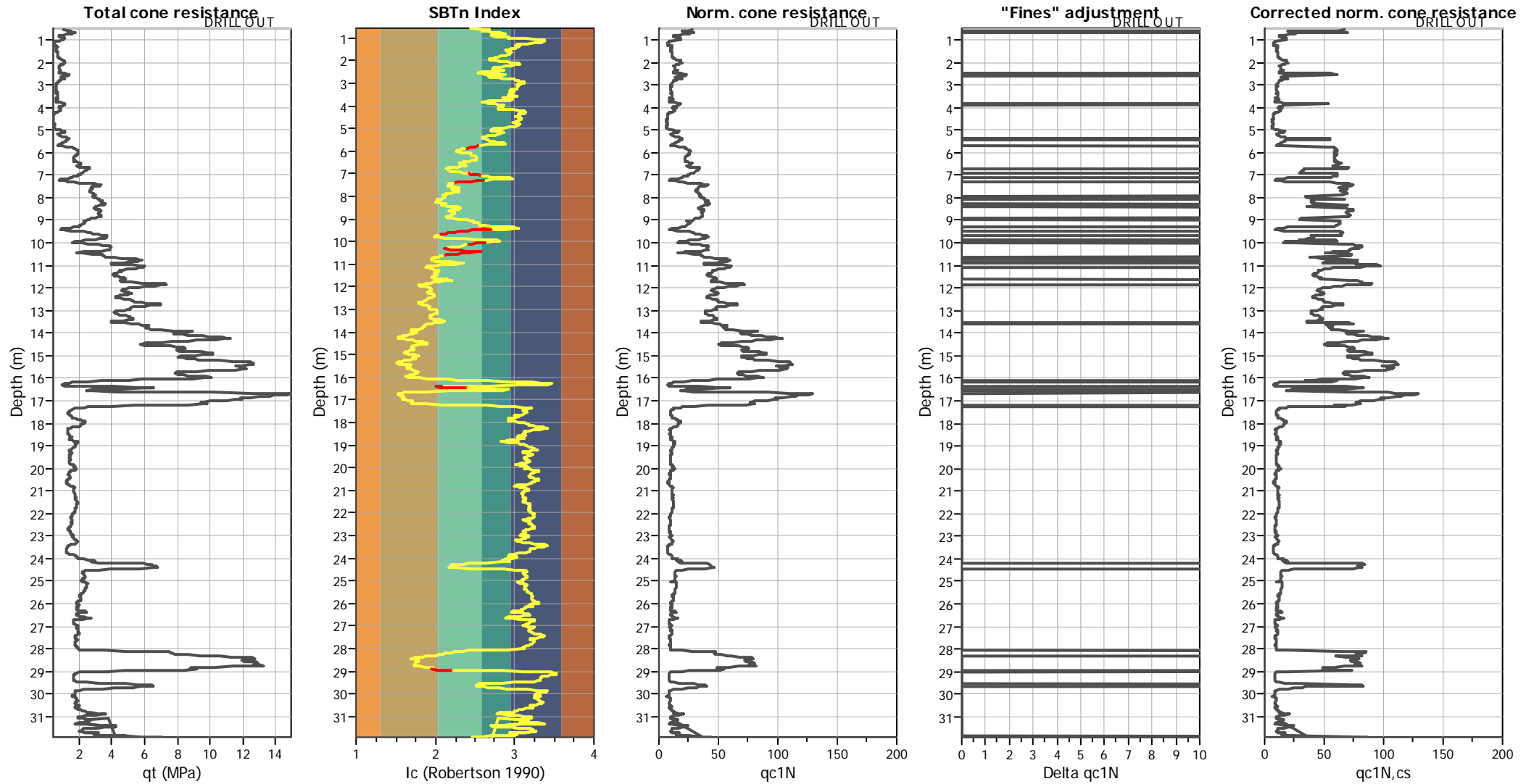
#### Input parameters and analysis data

|                                       |                   |                           |              |                             |            |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:                      | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:              | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                       | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | K <sub>σ</sub> applied:     | Yes        |
| Earthquake magnitude M <sub>w</sub> : | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:             | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu):        | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 18.00 m    |

#### SBTn legend

|                           |                             |                            |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty     | 7. Gravely sand to sand    |
| 2. Organic material       | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to      |
| 3. Clay to silty clay     | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

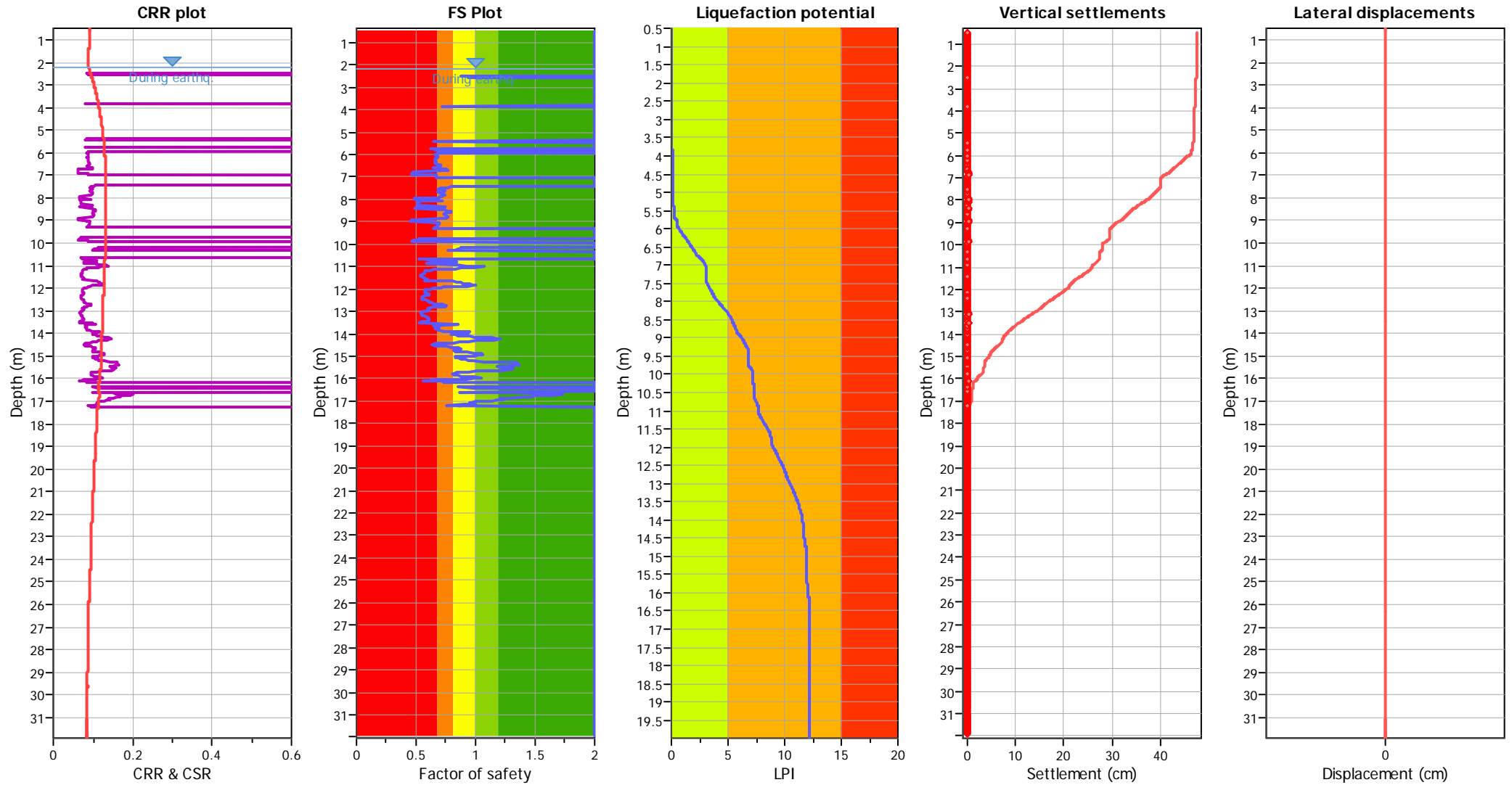
### Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



#### Input parameters and analysis data

|                                       |                   |                           |              |                             |            |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:                      | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:              | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                       | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | K <sub>σ</sub> applied:     | Yes        |
| Earthquake magnitude M <sub>w</sub> : | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:             | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu):        | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 18.00 m    |

### Liquefaction analysis overall plots



**Input parameters and analysis data**

|                                |                   |                           |              |                             |            |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:               | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:       | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | $K_{\sigma}$ applied:       | Yes        |
| Earthquake magnitude $M_w$ :   | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:      | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu): | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 18.00 m    |

**F.S. color scheme**

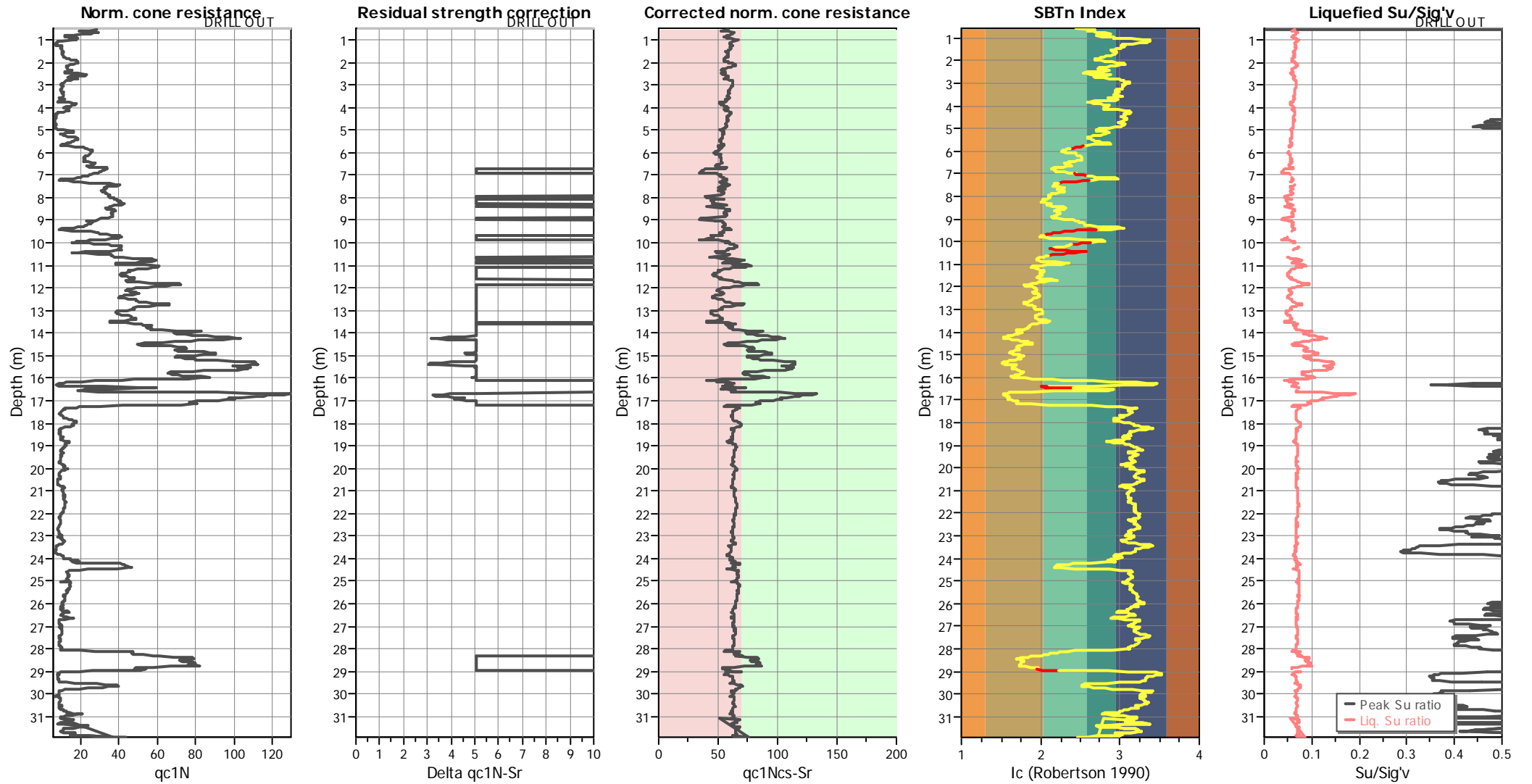
- Almost certain it will liquefy
- Very likely to liquefy
- Liquefaction and no liquefaction are equally likely
- Unlike to liquefy
- Almost certain it will not liquefy

**LPI color scheme**

- Very high risk
- High risk
- Low risk



### Check for strength loss plots (Idriss & Boulanger (2008))



#### Input parameters and analysis data

|                                       |                   |                           |              |                             |            |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|------------|
| Analysis method:                      | I&B (2008)        | Depth to GWT (erthq.):    | 2.20 m       | Fill weight:                | N/A        |
| Fines correction method:              | R&W (1998)        | Average results interval: | 3            | Transition detect. applied: | Sands only |
| Points to test:                       | Based on Ic value | Ic cut-off value:         | 2.60         | K <sub>σ</sub> applied:     | Yes        |
| Earthquake magnitude M <sub>w</sub> : | 5.60              | Unit weight calculation:  | Based on SBT | Clay like behavior applied: | .          |
| Peak ground acceleration:             | 0.23              | Use fill:                 | No           | Limit depth applied:        | Yes        |
| Depth to water table (insitu):        | 2.20 m            | Fill height:              | N/A          | Limit depth:                | 18.00 m    |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 0.49  | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 0.51      | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 0.53  | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 0.55      | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 0.57  | 2.00 | 0.00           | 9.71           | 0.02           | 0.00 | 0.59      | 2.00 | 0.00           | 9.71           | 0.02           | 0.00 |
| 0.61  | 2.00 | 0.00           | 9.70           | 0.02           | 0.00 | 0.63      | 2.00 | 0.00           | 9.69           | 0.02           | 0.00 |
| 0.65  | 2.00 | 0.00           | 9.68           | 0.02           | 0.00 | 0.67      | 2.00 | 0.00           | 9.66           | 0.02           | 0.00 |
| 0.69  | 2.00 | 0.00           | 9.65           | 0.02           | 0.00 | 0.71      | 2.00 | 0.00           | 9.64           | 0.02           | 0.00 |
| 0.73  | 2.00 | 0.00           | 9.63           | 0.02           | 0.00 | 0.75      | 2.00 | 0.00           | 9.63           | 0.02           | 0.00 |
| 0.77  | 2.00 | 0.00           | 9.62           | 0.02           | 0.00 | 0.79      | 2.00 | 0.00           | 9.61           | 0.02           | 0.00 |
| 0.81  | 2.00 | 0.00           | 9.60           | 0.02           | 0.00 | 0.83      | 2.00 | 0.00           | 9.59           | 0.02           | 0.00 |
| 0.85  | 2.00 | 0.00           | 9.57           | 0.02           | 0.00 | 0.87      | 2.00 | 0.00           | 9.56           | 0.02           | 0.00 |
| 0.89  | 2.00 | 0.00           | 9.55           | 0.02           | 0.00 | 0.91      | 2.00 | 0.00           | 9.54           | 0.02           | 0.00 |
| 0.93  | 2.00 | 0.00           | 9.54           | 0.02           | 0.00 | 0.95      | 2.00 | 0.00           | 9.53           | 0.02           | 0.00 |
| 0.97  | 2.00 | 0.00           | 9.52           | 0.02           | 0.00 | 0.99      | 2.00 | 0.00           | 9.51           | 0.02           | 0.00 |
| 1.01  | 2.00 | 0.00           | 9.49           | 0.02           | 0.00 | 1.03      | 2.00 | 0.00           | 9.48           | 0.02           | 0.00 |
| 1.05  | 2.00 | 0.00           | 9.47           | 0.02           | 0.00 | 1.07      | 2.00 | 0.00           | 9.46           | 0.02           | 0.00 |
| 1.09  | 2.00 | 0.00           | 9.46           | 0.02           | 0.00 | 1.11      | 2.00 | 0.00           | 9.45           | 0.02           | 0.00 |
| 1.13  | 2.00 | 0.00           | 9.44           | 0.02           | 0.00 | 1.15      | 2.00 | 0.00           | 9.43           | 0.02           | 0.00 |
| 1.17  | 2.00 | 0.00           | 9.41           | 0.02           | 0.00 | 1.19      | 2.00 | 0.00           | 9.40           | 0.02           | 0.00 |
| 1.21  | 2.00 | 0.00           | 9.39           | 0.02           | 0.00 | 1.23      | 2.00 | 0.00           | 9.38           | 0.02           | 0.00 |
| 1.25  | 2.00 | 0.00           | 9.38           | 0.02           | 0.00 | 1.27      | 2.00 | 0.00           | 9.37           | 0.02           | 0.00 |
| 1.29  | 2.00 | 0.00           | 9.36           | 0.02           | 0.00 | 1.31      | 2.00 | 0.00           | 9.35           | 0.02           | 0.00 |
| 1.33  | 2.00 | 0.00           | 9.34           | 0.02           | 0.00 | 1.35      | 2.00 | 0.00           | 9.32           | 0.02           | 0.00 |
| 1.37  | 2.00 | 0.00           | 9.31           | 0.02           | 0.00 | 1.39      | 2.00 | 0.00           | 9.30           | 0.02           | 0.00 |
| 1.41  | 2.00 | 0.00           | 9.29           | 0.02           | 0.00 | 1.43      | 2.00 | 0.00           | 9.29           | 0.02           | 0.00 |
| 1.45  | 2.00 | 0.00           | 9.28           | 0.02           | 0.00 | 1.47      | 2.00 | 0.00           | 9.27           | 0.02           | 0.00 |
| 1.49  | 2.00 | 0.00           | 9.26           | 0.02           | 0.00 | 1.51      | 2.00 | 0.00           | 9.24           | 0.02           | 0.00 |
| 1.53  | 2.00 | 0.00           | 9.23           | 0.02           | 0.00 | 1.55      | 2.00 | 0.00           | 9.22           | 0.02           | 0.00 |
| 1.57  | 2.00 | 0.00           | 9.21           | 0.02           | 0.00 | 1.59      | 2.00 | 0.00           | 9.21           | 0.02           | 0.00 |
| 1.61  | 2.00 | 0.00           | 9.20           | 0.02           | 0.00 | 1.63      | 2.00 | 0.00           | 9.19           | 0.02           | 0.00 |
| 1.65  | 2.00 | 0.00           | 9.18           | 0.02           | 0.00 | 1.67      | 2.00 | 0.00           | 9.16           | 0.02           | 0.00 |
| 1.69  | 2.00 | 0.00           | 9.15           | 0.02           | 0.00 | 1.71      | 2.00 | 0.00           | 9.14           | 0.02           | 0.00 |
| 1.73  | 2.00 | 0.00           | 9.13           | 0.02           | 0.00 | 1.75      | 2.00 | 0.00           | 9.13           | 0.02           | 0.00 |
| 1.77  | 2.00 | 0.00           | 9.12           | 0.02           | 0.00 | 1.79      | 2.00 | 0.00           | 9.11           | 0.02           | 0.00 |
| 1.81  | 2.00 | 0.00           | 9.10           | 0.02           | 0.00 | 1.83      | 2.00 | 0.00           | 9.09           | 0.02           | 0.00 |
| 1.85  | 2.00 | 0.00           | 9.07           | 0.02           | 0.00 | 1.87      | 2.00 | 0.00           | 9.06           | 0.02           | 0.00 |
| 1.89  | 2.00 | 0.00           | 9.05           | 0.02           | 0.00 | 1.91      | 2.00 | 0.00           | 9.04           | 0.02           | 0.00 |
| 1.93  | 2.00 | 0.00           | 9.04           | 0.02           | 0.00 | 1.95      | 2.00 | 0.00           | 9.03           | 0.02           | 0.00 |
| 1.97  | 2.00 | 0.00           | 9.02           | 0.02           | 0.00 | 1.99      | 2.00 | 0.00           | 9.01           | 0.02           | 0.00 |
| 2.01  | 2.00 | 0.00           | 8.99           | 0.02           | 0.00 | 2.03      | 2.00 | 0.00           | 8.98           | 0.02           | 0.00 |
| 2.05  | 2.00 | 0.00           | 8.97           | 0.02           | 0.00 | 2.07      | 2.00 | 0.00           | 8.96           | 0.02           | 0.00 |
| 2.09  | 2.00 | 0.00           | 8.96           | 0.02           | 0.00 | 2.11      | 2.00 | 0.00           | 8.95           | 0.02           | 0.00 |
| 2.13  | 2.00 | 0.00           | 8.94           | 0.02           | 0.00 | 2.15      | 2.00 | 0.00           | 8.93           | 0.02           | 0.00 |
| 2.17  | 2.00 | 0.00           | 8.91           | 0.02           | 0.00 | 2.19      | 2.00 | 0.00           | 8.90           | 0.02           | 0.00 |
| 2.21  | 2.00 | 0.00           | 8.89           | 0.02           | 0.00 | 2.23      | 2.00 | 0.00           | 8.88           | 0.02           | 0.00 |
| 2.25  | 2.00 | 0.00           | 8.88           | 0.02           | 0.00 | 2.27      | 2.00 | 0.00           | 8.87           | 0.02           | 0.00 |
| 2.29  | 2.00 | 0.00           | 8.86           | 0.02           | 0.00 | 2.31      | 2.00 | 0.00           | 8.85           | 0.02           | 0.00 |
| 2.33  | 2.00 | 0.00           | 8.84           | 0.02           | 0.00 | 2.35      | 2.00 | 0.00           | 8.82           | 0.02           | 0.00 |
| 2.37  | 2.00 | 0.00           | 8.81           | 0.02           | 0.00 | 2.39      | 2.00 | 0.00           | 8.80           | 0.02           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 2.41  | 2.00 | 0.00           | 8.79           | 0.02           | 0.00 | 2.43      | 2.00 | 0.00           | 8.79           | 0.02           | 0.00 |
| 2.45  | 2.00 | 0.00           | 8.78           | 0.02           | 0.00 | 2.47      | 2.00 | 0.00           | 8.77           | 0.02           | 0.00 |
| 2.49  | 2.00 | 0.00           | 8.76           | 0.02           | 0.00 | 2.51      | 0.87 | 0.13           | 8.74           | 0.02           | 0.02 |
| 2.53  | 0.92 | 0.08           | 8.73           | 0.02           | 0.01 | 2.55      | 0.93 | 0.07           | 8.72           | 0.02           | 0.01 |
| 2.57  | 0.93 | 0.07           | 8.71           | 0.02           | 0.01 | 2.59      | 2.00 | 0.00           | 8.71           | 0.02           | 0.00 |
| 2.61  | 2.00 | 0.00           | 8.70           | 0.02           | 0.00 | 2.63      | 2.00 | 0.00           | 8.69           | 0.02           | 0.00 |
| 2.65  | 2.00 | 0.00           | 8.68           | 0.02           | 0.00 | 2.67      | 2.00 | 0.00           | 8.66           | 0.02           | 0.00 |
| 2.69  | 2.00 | 0.00           | 8.65           | 0.02           | 0.00 | 2.71      | 2.00 | 0.00           | 8.64           | 0.02           | 0.00 |
| 2.73  | 2.00 | 0.00           | 8.63           | 0.02           | 0.00 | 2.75      | 2.00 | 0.00           | 8.63           | 0.02           | 0.00 |
| 2.77  | 2.00 | 0.00           | 8.62           | 0.02           | 0.00 | 2.79      | 2.00 | 0.00           | 8.61           | 0.02           | 0.00 |
| 2.81  | 2.00 | 0.00           | 8.60           | 0.02           | 0.00 | 2.83      | 2.00 | 0.00           | 8.59           | 0.02           | 0.00 |
| 2.85  | 2.00 | 0.00           | 8.57           | 0.02           | 0.00 | 2.87      | 2.00 | 0.00           | 8.56           | 0.02           | 0.00 |
| 2.89  | 2.00 | 0.00           | 8.55           | 0.02           | 0.00 | 2.91      | 2.00 | 0.00           | 8.54           | 0.02           | 0.00 |
| 2.93  | 2.00 | 0.00           | 8.54           | 0.02           | 0.00 | 2.95      | 2.00 | 0.00           | 8.53           | 0.02           | 0.00 |
| 2.97  | 2.00 | 0.00           | 8.52           | 0.02           | 0.00 | 2.99      | 2.00 | 0.00           | 8.51           | 0.02           | 0.00 |
| 3.01  | 2.00 | 0.00           | 8.49           | 0.02           | 0.00 | 3.05      | 2.00 | 0.00           | 8.47           | 0.04           | 0.00 |
| 3.07  | 2.00 | 0.00           | 8.46           | 0.02           | 0.00 | 3.09      | 2.00 | 0.00           | 8.46           | 0.02           | 0.00 |
| 3.11  | 2.00 | 0.00           | 8.45           | 0.02           | 0.00 | 3.13      | 2.00 | 0.00           | 8.44           | 0.02           | 0.00 |
| 3.15  | 2.00 | 0.00           | 8.43           | 0.02           | 0.00 | 3.17      | 2.00 | 0.00           | 8.41           | 0.02           | 0.00 |
| 3.19  | 2.00 | 0.00           | 8.40           | 0.02           | 0.00 | 3.21      | 2.00 | 0.00           | 8.39           | 0.02           | 0.00 |
| 3.23  | 2.00 | 0.00           | 8.38           | 0.02           | 0.00 | 3.25      | 2.00 | 0.00           | 8.38           | 0.02           | 0.00 |
| 3.27  | 2.00 | 0.00           | 8.37           | 0.02           | 0.00 | 3.29      | 2.00 | 0.00           | 8.36           | 0.02           | 0.00 |
| 3.31  | 2.00 | 0.00           | 8.35           | 0.02           | 0.00 | 3.33      | 2.00 | 0.00           | 8.34           | 0.02           | 0.00 |
| 3.35  | 2.00 | 0.00           | 8.32           | 0.02           | 0.00 | 3.37      | 2.00 | 0.00           | 8.31           | 0.02           | 0.00 |
| 3.39  | 2.00 | 0.00           | 8.30           | 0.02           | 0.00 | 3.41      | 2.00 | 0.00           | 8.29           | 0.02           | 0.00 |
| 3.43  | 2.00 | 0.00           | 8.29           | 0.02           | 0.00 | 3.45      | 2.00 | 0.00           | 8.28           | 0.02           | 0.00 |
| 3.47  | 2.00 | 0.00           | 8.27           | 0.02           | 0.00 | 3.49      | 2.00 | 0.00           | 8.26           | 0.02           | 0.00 |
| 3.51  | 2.00 | 0.00           | 8.24           | 0.02           | 0.00 | 3.53      | 2.00 | 0.00           | 8.23           | 0.02           | 0.00 |
| 3.55  | 2.00 | 0.00           | 8.22           | 0.02           | 0.00 | 3.57      | 2.00 | 0.00           | 8.21           | 0.02           | 0.00 |
| 3.59  | 2.00 | 0.00           | 8.21           | 0.02           | 0.00 | 3.61      | 2.00 | 0.00           | 8.20           | 0.02           | 0.00 |
| 3.63  | 2.00 | 0.00           | 8.19           | 0.02           | 0.00 | 3.65      | 2.00 | 0.00           | 8.18           | 0.02           | 0.00 |
| 3.67  | 2.00 | 0.00           | 8.16           | 0.02           | 0.00 | 3.69      | 2.00 | 0.00           | 8.15           | 0.02           | 0.00 |
| 3.71  | 2.00 | 0.00           | 8.14           | 0.02           | 0.00 | 3.73      | 2.00 | 0.00           | 8.13           | 0.02           | 0.00 |
| 3.75  | 2.00 | 0.00           | 8.13           | 0.02           | 0.00 | 3.77      | 2.00 | 0.00           | 8.12           | 0.02           | 0.00 |
| 3.79  | 2.00 | 0.00           | 8.11           | 0.02           | 0.00 | 3.81      | 2.00 | 0.00           | 8.10           | 0.02           | 0.00 |
| 3.83  | 0.72 | 0.28           | 8.09           | 0.02           | 0.05 | 3.85      | 0.72 | 0.28           | 8.07           | 0.02           | 0.05 |
| 3.87  | 2.00 | 0.00           | 8.06           | 0.02           | 0.00 | 3.89      | 2.00 | 0.00           | 8.05           | 0.02           | 0.00 |
| 3.91  | 2.00 | 0.00           | 8.04           | 0.02           | 0.00 | 3.93      | 2.00 | 0.00           | 8.04           | 0.02           | 0.00 |
| 3.95  | 2.00 | 0.00           | 8.03           | 0.02           | 0.00 | 3.97      | 2.00 | 0.00           | 8.02           | 0.02           | 0.00 |
| 3.99  | 2.00 | 0.00           | 8.01           | 0.02           | 0.00 | 4.01      | 2.00 | 0.00           | 8.00           | 0.02           | 0.00 |
| 4.03  | 2.00 | 0.00           | 7.99           | 0.02           | 0.00 | 4.05      | 2.00 | 0.00           | 7.97           | 0.02           | 0.00 |
| 4.07  | 2.00 | 0.00           | 7.96           | 0.02           | 0.00 | 4.09      | 2.00 | 0.00           | 7.96           | 0.02           | 0.00 |
| 4.11  | 2.00 | 0.00           | 7.95           | 0.02           | 0.00 | 4.13      | 2.00 | 0.00           | 7.93           | 0.02           | 0.00 |
| 4.15  | 2.00 | 0.00           | 7.92           | 0.02           | 0.00 | 4.17      | 2.00 | 0.00           | 7.92           | 0.02           | 0.00 |
| 4.19  | 2.00 | 0.00           | 7.91           | 0.02           | 0.00 | 4.21      | 2.00 | 0.00           | 7.89           | 0.02           | 0.00 |
| 4.23  | 2.00 | 0.00           | 7.88           | 0.02           | 0.00 | 4.25      | 2.00 | 0.00           | 7.88           | 0.02           | 0.00 |
| 4.27  | 2.00 | 0.00           | 7.87           | 0.02           | 0.00 | 4.29      | 2.00 | 0.00           | 7.86           | 0.02           | 0.00 |
| 4.31  | 2.00 | 0.00           | 7.84           | 0.02           | 0.00 | 4.33      | 2.00 | 0.00           | 7.83           | 0.02           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 4.35  | 2.00 | 0.00           | 7.83           | 0.02           | 0.00 | 4.37      | 2.00 | 0.00           | 7.82           | 0.02           | 0.00 |
| 4.39  | 2.00 | 0.00           | 7.80           | 0.02           | 0.00 | 4.41      | 2.00 | 0.00           | 7.79           | 0.02           | 0.00 |
| 4.43  | 2.00 | 0.00           | 7.79           | 0.02           | 0.00 | 4.45      | 2.00 | 0.00           | 7.78           | 0.02           | 0.00 |
| 4.47  | 2.00 | 0.00           | 7.76           | 0.02           | 0.00 | 4.49      | 2.00 | 0.00           | 7.75           | 0.02           | 0.00 |
| 4.51  | 2.00 | 0.00           | 7.75           | 0.02           | 0.00 | 4.53      | 2.00 | 0.00           | 7.74           | 0.02           | 0.00 |
| 4.55  | 2.00 | 0.00           | 7.72           | 0.02           | 0.00 | 4.57      | 2.00 | 0.00           | 7.71           | 0.02           | 0.00 |
| 4.59  | 2.00 | 0.00           | 7.71           | 0.02           | 0.00 | 4.61      | 2.00 | 0.00           | 7.70           | 0.02           | 0.00 |
| 4.63  | 2.00 | 0.00           | 7.68           | 0.02           | 0.00 | 4.65      | 2.00 | 0.00           | 7.67           | 0.02           | 0.00 |
| 4.67  | 2.00 | 0.00           | 7.67           | 0.02           | 0.00 | 4.69      | 2.00 | 0.00           | 7.66           | 0.02           | 0.00 |
| 4.71  | 2.00 | 0.00           | 7.64           | 0.02           | 0.00 | 4.73      | 2.00 | 0.00           | 7.63           | 0.02           | 0.00 |
| 4.75  | 2.00 | 0.00           | 7.63           | 0.02           | 0.00 | 4.77      | 2.00 | 0.00           | 7.62           | 0.02           | 0.00 |
| 4.79  | 2.00 | 0.00           | 7.61           | 0.02           | 0.00 | 4.81      | 2.00 | 0.00           | 7.59           | 0.02           | 0.00 |
| 4.83  | 2.00 | 0.00           | 7.58           | 0.02           | 0.00 | 4.85      | 2.00 | 0.00           | 7.58           | 0.02           | 0.00 |
| 4.87  | 2.00 | 0.00           | 7.57           | 0.02           | 0.00 | 4.89      | 2.00 | 0.00           | 7.55           | 0.02           | 0.00 |
| 4.91  | 2.00 | 0.00           | 7.54           | 0.02           | 0.00 | 4.93      | 2.00 | 0.00           | 7.54           | 0.02           | 0.00 |
| 4.95  | 2.00 | 0.00           | 7.53           | 0.02           | 0.00 | 4.97      | 2.00 | 0.00           | 7.51           | 0.02           | 0.00 |
| 4.99  | 2.00 | 0.00           | 7.50           | 0.02           | 0.00 | 5.01      | 2.00 | 0.00           | 7.50           | 0.02           | 0.00 |
| 5.03  | 2.00 | 0.00           | 7.49           | 0.02           | 0.00 | 5.05      | 2.00 | 0.00           | 7.47           | 0.02           | 0.00 |
| 5.07  | 2.00 | 0.00           | 7.46           | 0.02           | 0.00 | 5.09      | 2.00 | 0.00           | 7.46           | 0.02           | 0.00 |
| 5.11  | 2.00 | 0.00           | 7.45           | 0.02           | 0.00 | 5.13      | 2.00 | 0.00           | 7.43           | 0.02           | 0.00 |
| 5.15  | 2.00 | 0.00           | 7.42           | 0.02           | 0.00 | 5.17      | 2.00 | 0.00           | 7.42           | 0.02           | 0.00 |
| 5.19  | 2.00 | 0.00           | 7.41           | 0.02           | 0.00 | 5.21      | 2.00 | 0.00           | 7.39           | 0.02           | 0.00 |
| 5.23  | 2.00 | 0.00           | 7.38           | 0.02           | 0.00 | 5.25      | 2.00 | 0.00           | 7.38           | 0.02           | 0.00 |
| 5.27  | 2.00 | 0.00           | 7.37           | 0.02           | 0.00 | 5.29      | 2.00 | 0.00           | 7.36           | 0.02           | 0.00 |
| 5.31  | 2.00 | 0.00           | 7.34           | 0.02           | 0.00 | 5.33      | 2.00 | 0.00           | 7.33           | 0.02           | 0.00 |
| 5.35  | 2.00 | 0.00           | 7.33           | 0.02           | 0.00 | 5.37      | 2.00 | 0.00           | 7.32           | 0.02           | 0.00 |
| 5.39  | 0.66 | 0.34           | 7.30           | 0.02           | 0.05 | 5.41      | 0.65 | 0.35           | 7.29           | 0.02           | 0.05 |
| 5.43  | 0.65 | 0.35           | 7.29           | 0.02           | 0.05 | 5.45      | 2.00 | 0.00           | 7.28           | 0.02           | 0.00 |
| 5.47  | 2.00 | 0.00           | 7.26           | 0.02           | 0.00 | 5.49      | 2.00 | 0.00           | 7.25           | 0.02           | 0.00 |
| 5.51  | 2.00 | 0.00           | 7.25           | 0.02           | 0.00 | 5.53      | 2.00 | 0.00           | 7.24           | 0.02           | 0.00 |
| 5.55  | 2.00 | 0.00           | 7.22           | 0.02           | 0.00 | 5.57      | 2.00 | 0.00           | 7.21           | 0.02           | 0.00 |
| 5.59  | 2.00 | 0.00           | 7.21           | 0.02           | 0.00 | 5.61      | 2.00 | 0.00           | 7.20           | 0.02           | 0.00 |
| 5.63  | 2.00 | 0.00           | 7.18           | 0.02           | 0.00 | 5.65      | 2.00 | 0.00           | 7.17           | 0.02           | 0.00 |
| 5.67  | 2.00 | 0.00           | 7.17           | 0.02           | 0.00 | 5.69      | 2.00 | 0.00           | 7.16           | 0.02           | 0.00 |
| 5.71  | 2.00 | 0.00           | 7.14           | 0.02           | 0.00 | 5.73      | 0.62 | 0.38           | 7.13           | 0.02           | 0.05 |
| 5.75  | 0.65 | 0.35           | 7.13           | 0.02           | 0.05 | 5.77      | 0.66 | 0.34           | 7.12           | 0.02           | 0.05 |
| 5.79  | 2.00 | 0.00           | 7.11           | 0.02           | 0.00 | 5.81      | 2.00 | 0.00           | 7.09           | 0.02           | 0.00 |
| 5.83  | 2.00 | 0.00           | 7.08           | 0.02           | 0.00 | 5.85      | 2.00 | 0.00           | 7.08           | 0.02           | 0.00 |
| 5.87  | 2.00 | 0.00           | 7.07           | 0.02           | 0.00 | 5.89      | 2.00 | 0.00           | 7.05           | 0.02           | 0.00 |
| 5.91  | 2.00 | 0.00           | 7.04           | 0.02           | 0.00 | 5.93      | 0.69 | 0.31           | 7.04           | 0.02           | 0.04 |
| 5.95  | 0.69 | 0.31           | 7.03           | 0.02           | 0.04 | 5.97      | 0.67 | 0.33           | 7.01           | 0.02           | 0.05 |
| 5.99  | 0.67 | 0.33           | 7.00           | 0.02           | 0.05 | 6.01      | 0.66 | 0.34           | 7.00           | 0.02           | 0.05 |
| 6.03  | 0.67 | 0.33           | 6.99           | 0.02           | 0.05 | 6.05      | 0.67 | 0.33           | 6.97           | 0.02           | 0.05 |
| 6.07  | 0.68 | 0.32           | 6.96           | 0.02           | 0.04 | 6.09      | 0.69 | 0.31           | 6.96           | 0.02           | 0.04 |
| 6.11  | 0.68 | 0.32           | 6.95           | 0.02           | 0.04 | 6.13      | 0.68 | 0.32           | 6.93           | 0.02           | 0.04 |
| 6.15  | 0.67 | 0.33           | 6.92           | 0.02           | 0.05 | 6.17      | 0.67 | 0.33           | 6.92           | 0.02           | 0.05 |
| 6.19  | 0.67 | 0.33           | 6.91           | 0.02           | 0.05 | 6.21      | 0.66 | 0.34           | 6.89           | 0.02           | 0.05 |
| 6.23  | 0.66 | 0.34           | 6.88           | 0.02           | 0.05 | 6.25      | 0.66 | 0.34           | 6.88           | 0.02           | 0.05 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 6.27  | 0.66 | 0.34           | 6.87           | 0.02           | 0.05 | 6.29      | 0.67 | 0.33           | 6.86           | 0.02           | 0.05 |
| 6.31  | 0.67 | 0.33           | 6.84           | 0.02           | 0.05 | 6.33      | 0.67 | 0.33           | 6.83           | 0.02           | 0.05 |
| 6.35  | 0.66 | 0.34           | 6.83           | 0.02           | 0.05 | 6.37      | 0.66 | 0.34           | 6.82           | 0.02           | 0.05 |
| 6.39  | 0.66 | 0.34           | 6.80           | 0.02           | 0.05 | 6.41      | 0.66 | 0.34           | 6.79           | 0.02           | 0.05 |
| 6.43  | 0.68 | 0.32           | 6.79           | 0.02           | 0.04 | 6.45      | 0.70 | 0.30           | 6.78           | 0.02           | 0.04 |
| 6.47  | 0.71 | 0.29           | 6.76           | 0.02           | 0.04 | 6.49      | 0.71 | 0.29           | 6.75           | 0.02           | 0.04 |
| 6.51  | 0.69 | 0.31           | 6.75           | 0.02           | 0.04 | 6.53      | 0.68 | 0.32           | 6.74           | 0.02           | 0.04 |
| 6.55  | 0.67 | 0.33           | 6.72           | 0.02           | 0.04 | 6.57      | 0.66 | 0.34           | 6.71           | 0.02           | 0.05 |
| 6.59  | 0.65 | 0.35           | 6.71           | 0.02           | 0.05 | 6.61      | 0.65 | 0.35           | 6.70           | 0.02           | 0.05 |
| 6.63  | 0.68 | 0.32           | 6.68           | 0.02           | 0.04 | 6.65      | 0.72 | 0.28           | 6.67           | 0.02           | 0.04 |
| 6.67  | 0.75 | 0.25           | 6.67           | 0.02           | 0.03 | 6.69      | 0.76 | 0.24           | 6.66           | 0.02           | 0.03 |
| 6.71  | 0.75 | 0.25           | 6.64           | 0.02           | 0.03 | 6.73      | 0.72 | 0.28           | 6.63           | 0.02           | 0.04 |
| 6.75  | 0.48 | 0.52           | 6.63           | 0.02           | 0.07 | 6.77      | 0.48 | 0.52           | 6.62           | 0.02           | 0.07 |
| 6.79  | 0.48 | 0.52           | 6.61           | 0.02           | 0.07 | 6.81      | 0.47 | 0.53           | 6.59           | 0.02           | 0.07 |
| 6.83  | 0.47 | 0.53           | 6.58           | 0.02           | 0.07 | 6.85      | 0.47 | 0.53           | 6.58           | 0.02           | 0.07 |
| 6.87  | 0.46 | 0.54           | 6.57           | 0.02           | 0.07 | 6.89      | 0.46 | 0.54           | 6.55           | 0.02           | 0.07 |
| 6.91  | 0.67 | 0.33           | 6.54           | 0.02           | 0.04 | 6.93      | 0.67 | 0.33           | 6.54           | 0.02           | 0.04 |
| 6.95  | 0.67 | 0.33           | 6.53           | 0.02           | 0.04 | 6.97      | 0.67 | 0.33           | 6.51           | 0.02           | 0.04 |
| 6.99  | 0.67 | 0.33           | 6.50           | 0.02           | 0.04 | 7.01      | 0.67 | 0.33           | 6.50           | 0.02           | 0.04 |
| 7.03  | 2.00 | 0.00           | 6.49           | 0.02           | 0.00 | 7.05      | 2.00 | 0.00           | 6.47           | 0.02           | 0.00 |
| 7.07  | 2.00 | 0.00           | 6.46           | 0.02           | 0.00 | 7.09      | 2.00 | 0.00           | 6.46           | 0.02           | 0.00 |
| 7.11  | 2.00 | 0.00           | 6.45           | 0.02           | 0.00 | 7.13      | 2.00 | 0.00           | 6.43           | 0.02           | 0.00 |
| 7.15  | 2.00 | 0.00           | 6.42           | 0.02           | 0.00 | 7.17      | 2.00 | 0.00           | 6.42           | 0.02           | 0.00 |
| 7.19  | 2.00 | 0.00           | 6.41           | 0.02           | 0.00 | 7.21      | 2.00 | 0.00           | 6.39           | 0.02           | 0.00 |
| 7.23  | 2.00 | 0.00           | 6.38           | 0.02           | 0.00 | 7.25      | 2.00 | 0.00           | 6.38           | 0.02           | 0.00 |
| 7.27  | 2.00 | 0.00           | 6.37           | 0.02           | 0.00 | 7.29      | 2.00 | 0.00           | 6.36           | 0.02           | 0.00 |
| 7.31  | 2.00 | 0.00           | 6.34           | 0.02           | 0.00 | 7.33      | 2.00 | 0.00           | 6.33           | 0.02           | 0.00 |
| 7.35  | 2.00 | 0.00           | 6.33           | 0.02           | 0.00 | 7.37      | 2.00 | 0.00           | 6.32           | 0.02           | 0.00 |
| 7.39  | 2.00 | 0.00           | 6.30           | 0.02           | 0.00 | 7.41      | 2.00 | 0.00           | 6.29           | 0.02           | 0.00 |
| 7.43  | 2.00 | 0.00           | 6.29           | 0.02           | 0.00 | 7.45      | 0.79 | 0.21           | 6.28           | 0.02           | 0.03 |
| 7.47  | 0.77 | 0.23           | 6.26           | 0.02           | 0.03 | 7.49      | 0.74 | 0.26           | 6.25           | 0.02           | 0.03 |
| 7.51  | 0.71 | 0.29           | 6.25           | 0.02           | 0.04 | 7.53      | 0.68 | 0.32           | 6.24           | 0.02           | 0.04 |
| 7.55  | 0.69 | 0.31           | 6.22           | 0.02           | 0.04 | 7.57      | 0.71 | 0.29           | 6.21           | 0.02           | 0.04 |
| 7.59  | 0.74 | 0.26           | 6.21           | 0.02           | 0.03 | 7.61      | 0.74 | 0.26           | 6.20           | 0.02           | 0.03 |
| 7.63  | 0.75 | 0.25           | 6.18           | 0.02           | 0.03 | 7.65      | 0.72 | 0.28           | 6.17           | 0.02           | 0.03 |
| 7.67  | 0.70 | 0.30           | 6.17           | 0.02           | 0.04 | 7.69      | 0.69 | 0.31           | 6.16           | 0.02           | 0.04 |
| 7.71  | 0.69 | 0.31           | 6.14           | 0.02           | 0.04 | 7.73      | 0.71 | 0.29           | 6.13           | 0.02           | 0.04 |
| 7.75  | 0.72 | 0.28           | 6.13           | 0.02           | 0.03 | 7.77      | 0.74 | 0.26           | 6.12           | 0.02           | 0.03 |
| 7.79  | 0.74 | 0.26           | 6.11           | 0.02           | 0.03 | 7.81      | 0.74 | 0.26           | 6.09           | 0.02           | 0.03 |
| 7.83  | 0.73 | 0.27           | 6.08           | 0.02           | 0.03 | 7.85      | 0.71 | 0.29           | 6.08           | 0.02           | 0.03 |
| 7.87  | 0.70 | 0.30           | 6.07           | 0.02           | 0.04 | 7.89      | 0.70 | 0.30           | 6.05           | 0.02           | 0.04 |
| 7.91  | 0.70 | 0.30           | 6.04           | 0.02           | 0.04 | 7.93      | 0.49 | 0.51           | 6.04           | 0.02           | 0.06 |
| 7.95  | 0.48 | 0.52           | 6.03           | 0.02           | 0.06 | 7.97      | 0.48 | 0.52           | 6.01           | 0.02           | 0.06 |
| 7.99  | 0.49 | 0.51           | 6.00           | 0.02           | 0.06 | 8.01      | 0.50 | 0.50           | 6.00           | 0.02           | 0.06 |
| 8.03  | 0.50 | 0.50           | 5.99           | 0.02           | 0.06 | 8.05      | 0.71 | 0.29           | 5.97           | 0.02           | 0.03 |
| 8.07  | 0.72 | 0.28           | 5.96           | 0.02           | 0.03 | 8.09      | 0.51 | 0.49           | 5.96           | 0.02           | 0.06 |
| 8.11  | 0.51 | 0.49           | 5.95           | 0.02           | 0.06 | 8.13      | 0.51 | 0.49           | 5.93           | 0.02           | 0.06 |
| 8.15  | 0.52 | 0.48           | 5.92           | 0.02           | 0.06 | 8.17      | 0.52 | 0.48           | 5.92           | 0.02           | 0.06 |



| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 8.19  | 0.52 | 0.48           | 5.91           | 0.02           | 0.06 | 8.21      | 0.52 | 0.48           | 5.89           | 0.02           | 0.06 |
| 8.23  | 0.51 | 0.49           | 5.88           | 0.02           | 0.06 | 8.25      | 0.52 | 0.48           | 5.88           | 0.02           | 0.06 |
| 8.27  | 0.53 | 0.47           | 5.87           | 0.02           | 0.05 | 8.29      | 0.53 | 0.47           | 5.86           | 0.02           | 0.05 |
| 8.31  | 0.73 | 0.27           | 5.84           | 0.02           | 0.03 | 8.33      | 0.74 | 0.26           | 5.83           | 0.02           | 0.03 |
| 8.35  | 0.72 | 0.28           | 5.83           | 0.02           | 0.03 | 8.37      | 0.49 | 0.51           | 5.82           | 0.02           | 0.06 |
| 8.39  | 0.49 | 0.51           | 5.80           | 0.02           | 0.06 | 8.41      | 0.49 | 0.51           | 5.79           | 0.02           | 0.06 |
| 8.43  | 0.70 | 0.30           | 5.79           | 0.02           | 0.03 | 8.45      | 0.72 | 0.28           | 5.78           | 0.02           | 0.03 |
| 8.47  | 0.74 | 0.26           | 5.76           | 0.02           | 0.03 | 8.49      | 0.75 | 0.25           | 5.75           | 0.02           | 0.03 |
| 8.51  | 0.76 | 0.24           | 5.75           | 0.02           | 0.03 | 8.53      | 0.77 | 0.23           | 5.74           | 0.02           | 0.03 |
| 8.55  | 0.79 | 0.21           | 5.72           | 0.02           | 0.02 | 8.57      | 0.79 | 0.21           | 5.71           | 0.02           | 0.02 |
| 8.59  | 0.78 | 0.22           | 5.71           | 0.02           | 0.02 | 8.61      | 0.76 | 0.24           | 5.70           | 0.02           | 0.03 |
| 8.63  | 0.74 | 0.26           | 5.68           | 0.02           | 0.03 | 8.65      | 0.73 | 0.27           | 5.67           | 0.02           | 0.03 |
| 8.67  | 0.73 | 0.27           | 5.67           | 0.02           | 0.03 | 8.69      | 0.74 | 0.26           | 5.66           | 0.02           | 0.03 |
| 8.71  | 0.75 | 0.25           | 5.64           | 0.02           | 0.03 | 8.73      | 0.76 | 0.24           | 5.63           | 0.02           | 0.03 |
| 8.75  | 0.76 | 0.24           | 5.63           | 0.02           | 0.03 | 8.77      | 0.76 | 0.24           | 5.62           | 0.02           | 0.03 |
| 8.79  | 0.76 | 0.24           | 5.61           | 0.02           | 0.03 | 8.81      | 0.76 | 0.24           | 5.59           | 0.02           | 0.03 |
| 8.83  | 0.75 | 0.25           | 5.58           | 0.02           | 0.03 | 8.85      | 0.74 | 0.26           | 5.58           | 0.02           | 0.03 |
| 8.87  | 0.72 | 0.28           | 5.57           | 0.02           | 0.03 | 8.89      | 0.49 | 0.51           | 5.55           | 0.02           | 0.06 |
| 8.91  | 0.48 | 0.52           | 5.54           | 0.02           | 0.06 | 8.93      | 0.47 | 0.53           | 5.54           | 0.02           | 0.06 |
| 8.95  | 0.46 | 0.54           | 5.53           | 0.02           | 0.06 | 8.97      | 0.46 | 0.54           | 5.51           | 0.02           | 0.06 |
| 8.99  | 0.46 | 0.54           | 5.50           | 0.02           | 0.06 | 9.01      | 0.68 | 0.32           | 5.50           | 0.02           | 0.03 |
| 9.03  | 0.65 | 0.35           | 5.49           | 0.02           | 0.04 | 9.05      | 0.69 | 0.31           | 5.47           | 0.02           | 0.03 |
| 9.07  | 0.69 | 0.31           | 5.46           | 0.02           | 0.03 | 9.09      | 0.70 | 0.30           | 5.46           | 0.02           | 0.03 |
| 9.11  | 0.69 | 0.31           | 5.45           | 0.02           | 0.03 | 9.13      | 0.69 | 0.31           | 5.43           | 0.02           | 0.03 |
| 9.15  | 0.69 | 0.31           | 5.42           | 0.02           | 0.03 | 9.17      | 0.68 | 0.32           | 5.42           | 0.02           | 0.03 |
| 9.19  | 0.68 | 0.32           | 5.41           | 0.02           | 0.03 | 9.21      | 0.67 | 0.33           | 5.39           | 0.02           | 0.04 |
| 9.23  | 0.67 | 0.33           | 5.38           | 0.02           | 0.04 | 9.25      | 0.66 | 0.34           | 5.38           | 0.02           | 0.04 |
| 9.27  | 0.66 | 0.34           | 5.37           | 0.02           | 0.04 | 9.29      | 0.64 | 0.36           | 5.36           | 0.02           | 0.04 |
| 9.31  | 2.00 | 0.00           | 5.34           | 0.02           | 0.00 | 9.33      | 2.00 | 0.00           | 5.33           | 0.02           | 0.00 |
| 9.35  | 2.00 | 0.00           | 5.33           | 0.02           | 0.00 | 9.37      | 2.00 | 0.00           | 5.32           | 0.02           | 0.00 |
| 9.39  | 2.00 | 0.00           | 5.30           | 0.02           | 0.00 | 9.41      | 2.00 | 0.00           | 5.29           | 0.02           | 0.00 |
| 9.43  | 2.00 | 0.00           | 5.29           | 0.02           | 0.00 | 9.45      | 2.00 | 0.00           | 5.28           | 0.02           | 0.00 |
| 9.47  | 2.00 | 0.00           | 5.26           | 0.02           | 0.00 | 9.49      | 2.00 | 0.00           | 5.25           | 0.02           | 0.00 |
| 9.51  | 2.00 | 0.00           | 5.25           | 0.02           | 0.00 | 9.53      | 2.00 | 0.00           | 5.24           | 0.02           | 0.00 |
| 9.55  | 2.00 | 0.00           | 5.22           | 0.02           | 0.00 | 9.57      | 2.00 | 0.00           | 5.21           | 0.02           | 0.00 |
| 9.59  | 2.00 | 0.00           | 5.21           | 0.02           | 0.00 | 9.61      | 2.00 | 0.00           | 5.20           | 0.02           | 0.00 |
| 9.63  | 2.00 | 0.00           | 5.18           | 0.02           | 0.00 | 9.65      | 2.00 | 0.00           | 5.17           | 0.02           | 0.00 |
| 9.67  | 2.00 | 0.00           | 5.17           | 0.02           | 0.00 | 9.69      | 2.00 | 0.00           | 5.16           | 0.02           | 0.00 |
| 9.71  | 2.00 | 0.00           | 5.14           | 0.02           | 0.00 | 9.73      | 2.00 | 0.00           | 5.13           | 0.02           | 0.00 |
| 9.75  | 0.53 | 0.47           | 5.13           | 0.02           | 0.05 | 9.77      | 0.52 | 0.48           | 5.12           | 0.02           | 0.05 |
| 9.79  | 0.52 | 0.48           | 5.11           | 0.02           | 0.05 | 9.81      | 0.51 | 0.49           | 5.09           | 0.02           | 0.05 |
| 9.83  | 0.50 | 0.50           | 5.08           | 0.02           | 0.05 | 9.85      | 0.48 | 0.52           | 5.08           | 0.02           | 0.05 |
| 9.87  | 0.46 | 0.54           | 5.07           | 0.02           | 0.05 | 9.89      | 0.67 | 0.33           | 5.05           | 0.02           | 0.03 |
| 9.91  | 0.67 | 0.33           | 5.04           | 0.02           | 0.03 | 9.93      | 2.00 | 0.00           | 5.04           | 0.02           | 0.00 |
| 9.95  | 2.00 | 0.00           | 5.03           | 0.02           | 0.00 | 9.97      | 2.00 | 0.00           | 5.01           | 0.02           | 0.00 |
| 9.99  | 2.00 | 0.00           | 5.00           | 0.02           | 0.00 | 10.01     | 2.00 | 0.00           | 5.00           | 0.02           | 0.00 |
| 10.03   | 2.00 | 0.00           | 4.99           | 0.02           | 0.00 | 10.05     | 2.00 | 0.00           | 4.97           | 0.02           | 0.00 |
| 10.07   | 2.00 | 0.00           | 4.96           | 0.02           | 0.00 | 10.09     | 2.00 | 0.00           | 4.96           | 0.02           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 10.11   | 2.00 | 0.00           | 4.95           | 0.02           | 0.00 | 10.13     | 2.00 | 0.00           | 4.93           | 0.02           | 0.00 |
| 10.15   | 2.00 | 0.00           | 4.92           | 0.02           | 0.00 | 10.17     | 0.88 | 0.12           | 4.92           | 0.02           | 0.01 |
| 10.19   | 0.87 | 0.13           | 4.91           | 0.02           | 0.01 | 10.21     | 0.86 | 0.14           | 4.89           | 0.02           | 0.01 |
| 10.23   | 0.85 | 0.15           | 4.88           | 0.02           | 0.01 | 10.25     | 0.82 | 0.18           | 4.88           | 0.02           | 0.02 |
| 10.27   | 0.79 | 0.21           | 4.87           | 0.02           | 0.02 | 10.29     | 0.77 | 0.23           | 4.86           | 0.02           | 0.02 |
| 10.31   | 2.00 | 0.00           | 4.84           | 0.02           | 0.00 | 10.33     | 2.00 | 0.00           | 4.83           | 0.02           | 0.00 |
| 10.35   | 2.00 | 0.00           | 4.83           | 0.02           | 0.00 | 10.37     | 2.00 | 0.00           | 4.82           | 0.02           | 0.00 |
| 10.39   | 2.00 | 0.00           | 4.80           | 0.02           | 0.00 | 10.41     | 2.00 | 0.00           | 4.79           | 0.02           | 0.00 |
| 10.43   | 2.00 | 0.00           | 4.79           | 0.02           | 0.00 | 10.45     | 2.00 | 0.00           | 4.78           | 0.02           | 0.00 |
| 10.47   | 2.00 | 0.00           | 4.76           | 0.02           | 0.00 | 10.49     | 2.00 | 0.00           | 4.75           | 0.02           | 0.00 |
| 10.51   | 2.00 | 0.00           | 4.75           | 0.02           | 0.00 | 10.53     | 2.00 | 0.00           | 4.74           | 0.02           | 0.00 |
| 10.55   | 2.00 | 0.00           | 4.72           | 0.02           | 0.00 | 10.57     | 2.00 | 0.00           | 4.71           | 0.02           | 0.00 |
| 10.59   | 2.00 | 0.00           | 4.71           | 0.02           | 0.00 | 10.61     | 2.00 | 0.00           | 4.70           | 0.02           | 0.00 |
| 10.63   | 2.00 | 0.00           | 4.68           | 0.02           | 0.00 | 10.65     | 0.52 | 0.48           | 4.67           | 0.02           | 0.04 |
| 10.67   | 0.54 | 0.46           | 4.67           | 0.02           | 0.04 | 10.69     | 0.58 | 0.42           | 4.66           | 0.02           | 0.04 |
| 10.71   | 0.62 | 0.38           | 4.64           | 0.02           | 0.04 | 10.73     | 0.65 | 0.35           | 4.63           | 0.02           | 0.03 |
| 10.75   | 0.83 | 0.17           | 4.63           | 0.02           | 0.02 | 10.77     | 0.84 | 0.16           | 4.62           | 0.02           | 0.02 |
| 10.79   | 0.84 | 0.16           | 4.61           | 0.02           | 0.01 | 10.81     | 0.82 | 0.18           | 4.59           | 0.02           | 0.02 |
| 10.83   | 0.63 | 0.37           | 4.58           | 0.02           | 0.03 | 10.85     | 0.61 | 0.39           | 4.58           | 0.02           | 0.04 |
| 10.87   | 0.59 | 0.41           | 4.57           | 0.02           | 0.04 | 10.89     | 0.81 | 0.19           | 4.55           | 0.02           | 0.02 |
| 10.91   | 0.84 | 0.16           | 4.54           | 0.02           | 0.01 | 10.93     | 0.83 | 0.17           | 4.54           | 0.02           | 0.02 |
| 10.95   | 0.84 | 0.16           | 4.53           | 0.02           | 0.01 | 10.97     | 0.92 | 0.08           | 4.51           | 0.02           | 0.01 |
| 10.99   | 1.03 | 0.00           | 4.50           | 0.02           | 0.00 | 11.01     | 1.07 | 0.00           | 4.50           | 0.02           | 0.00 |
| 11.03   | 0.99 | 0.01           | 4.49           | 0.02           | 0.00 | 11.05     | 0.93 | 0.07           | 4.47           | 0.02           | 0.01 |
| 11.07   | 0.88 | 0.12           | 4.46           | 0.02           | 0.01 | 11.09     | 0.83 | 0.17           | 4.46           | 0.02           | 0.02 |
| 11.11   | 0.66 | 0.34           | 4.45           | 0.02           | 0.03 | 11.13     | 0.64 | 0.36           | 4.43           | 0.02           | 0.03 |
| 11.15   | 0.62 | 0.38           | 4.42           | 0.02           | 0.03 | 11.17     | 0.60 | 0.40           | 4.42           | 0.02           | 0.04 |
| 11.19   | 0.58 | 0.42           | 4.41           | 0.02           | 0.04 | 11.21     | 0.57 | 0.43           | 4.39           | 0.02           | 0.04 |
| 11.23   | 0.57 | 0.43           | 4.38           | 0.02           | 0.04 | 11.25     | 0.57 | 0.43           | 4.38           | 0.02           | 0.04 |
| 11.27   | 0.57 | 0.43           | 4.37           | 0.02           | 0.04 | 11.29     | 0.57 | 0.43           | 4.36           | 0.02           | 0.04 |
| 11.31   | 0.57 | 0.43           | 4.34           | 0.02           | 0.04 | 11.33     | 0.56 | 0.44           | 4.33           | 0.02           | 0.04 |
| 11.35   | 0.55 | 0.45           | 4.33           | 0.02           | 0.04 | 11.37     | 0.54 | 0.46           | 4.32           | 0.02           | 0.04 |
| 11.39   | 0.54 | 0.46           | 4.30           | 0.02           | 0.04 | 11.41     | 0.54 | 0.46           | 4.29           | 0.02           | 0.04 |
| 11.43   | 0.54 | 0.46           | 4.29           | 0.02           | 0.04 | 11.45     | 0.55 | 0.45           | 4.28           | 0.02           | 0.04 |
| 11.47   | 0.55 | 0.45           | 4.26           | 0.02           | 0.04 | 11.49     | 0.56 | 0.44           | 4.25           | 0.02           | 0.04 |
| 11.51   | 0.57 | 0.43           | 4.25           | 0.02           | 0.04 | 11.53     | 0.57 | 0.43           | 4.24           | 0.02           | 0.04 |
| 11.55   | 0.58 | 0.42           | 4.22           | 0.02           | 0.04 | 11.57     | 0.59 | 0.41           | 4.21           | 0.02           | 0.03 |
| 11.59   | 0.59 | 0.41           | 4.21           | 0.02           | 0.03 | 11.61     | 0.58 | 0.42           | 4.20           | 0.02           | 0.03 |
| 11.63   | 0.58 | 0.42           | 4.18           | 0.02           | 0.04 | 11.65     | 0.80 | 0.20           | 4.17           | 0.02           | 0.02 |
| 11.67   | 0.84 | 0.16           | 4.17           | 0.02           | 0.01 | 11.69     | 0.87 | 0.13           | 4.16           | 0.02           | 0.01 |
| 11.71   | 0.88 | 0.12           | 4.14           | 0.02           | 0.01 | 11.73     | 0.89 | 0.11           | 4.13           | 0.02           | 0.01 |
| 11.75   | 0.91 | 0.09           | 4.13           | 0.02           | 0.01 | 11.77     | 0.92 | 0.08           | 4.12           | 0.02           | 0.01 |
| 11.79   | 0.95 | 0.05           | 4.11           | 0.02           | 0.00 | 11.81     | 0.98 | 0.02           | 4.09           | 0.02           | 0.00 |
| 11.83   | 0.99 | 0.01           | 4.08           | 0.02           | 0.00 | 11.85     | 0.98 | 0.02           | 4.08           | 0.02           | 0.00 |
| 11.87   | 0.93 | 0.07           | 4.07           | 0.02           | 0.01 | 11.89     | 0.77 | 0.23           | 4.05           | 0.02           | 0.02 |
| 11.91   | 0.73 | 0.27           | 4.04           | 0.02           | 0.02 | 11.93     | 0.71 | 0.29           | 4.04           | 0.02           | 0.02 |
| 11.95   | 0.68 | 0.32           | 4.03           | 0.02           | 0.03 | 11.97     | 0.65 | 0.35           | 4.01           | 0.02           | 0.03 |
| 11.99   | 0.62 | 0.38           | 4.00           | 0.02           | 0.03 | 12.01     | 0.60 | 0.40           | 4.00           | 0.02           | 0.03 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 12.03   | 0.59 | 0.41           | 3.98           | 0.02           | 0.03 | 12.05     | 0.58 | 0.42           | 3.98           | 0.02           | 0.03 |
| 12.07   | 0.57 | 0.43           | 3.96           | 0.02           | 0.03 | 12.09     | 0.57 | 0.43           | 3.96           | 0.02           | 0.03 |
| 12.11   | 0.57 | 0.43           | 3.94           | 0.02           | 0.03 | 12.13     | 0.57 | 0.43           | 3.94           | 0.02           | 0.03 |
| 12.15   | 0.58 | 0.42           | 3.92           | 0.02           | 0.03 | 12.17     | 0.58 | 0.42           | 3.92           | 0.02           | 0.03 |
| 12.19   | 0.59 | 0.41           | 3.90           | 0.02           | 0.03 | 12.21     | 0.60 | 0.40           | 3.90           | 0.02           | 0.03 |
| 12.23   | 0.61 | 0.39           | 3.88           | 0.02           | 0.03 | 12.25     | 0.61 | 0.39           | 3.88           | 0.02           | 0.03 |
| 12.27   | 0.61 | 0.39           | 3.87           | 0.02           | 0.03 | 12.29     | 0.59 | 0.41           | 3.85           | 0.02           | 0.03 |
| 12.31   | 0.58 | 0.42           | 3.85           | 0.02           | 0.03 | 12.33     | 0.56 | 0.44           | 3.83           | 0.02           | 0.03 |
| 12.35   | 0.56 | 0.44           | 3.83           | 0.02           | 0.03 | 12.37     | 0.55 | 0.45           | 3.81           | 0.02           | 0.03 |
| 12.39   | 0.55 | 0.45           | 3.81           | 0.02           | 0.03 | 12.41     | 0.55 | 0.45           | 3.79           | 0.02           | 0.03 |
| 12.43   | 0.55 | 0.45           | 3.79           | 0.02           | 0.03 | 12.45     | 0.55 | 0.45           | 3.77           | 0.02           | 0.03 |
| 12.47   | 0.56 | 0.44           | 3.77           | 0.02           | 0.03 | 12.49     | 0.58 | 0.42           | 3.75           | 0.02           | 0.03 |
| 12.51   | 0.60 | 0.40           | 3.75           | 0.02           | 0.03 | 12.53     | 0.61 | 0.39           | 3.73           | 0.02           | 0.03 |
| 12.55   | 0.61 | 0.39           | 3.73           | 0.02           | 0.03 | 12.57     | 0.61 | 0.39           | 3.71           | 0.02           | 0.03 |
| 12.59   | 0.61 | 0.39           | 3.71           | 0.02           | 0.03 | 12.61     | 0.62 | 0.38           | 3.69           | 0.02           | 0.03 |
| 12.63   | 0.63 | 0.37           | 3.69           | 0.02           | 0.03 | 12.65     | 0.65 | 0.35           | 3.67           | 0.02           | 0.03 |
| 12.67   | 0.68 | 0.32           | 3.67           | 0.02           | 0.02 | 12.69     | 0.72 | 0.28           | 3.65           | 0.02           | 0.02 |
| 12.71   | 0.75 | 0.25           | 3.65           | 0.02           | 0.02 | 12.73     | 0.76 | 0.24           | 3.63           | 0.02           | 0.02 |
| 12.75   | 0.76 | 0.24           | 3.63           | 0.02           | 0.02 | 12.77     | 0.74 | 0.26           | 3.62           | 0.02           | 0.02 |
| 12.79   | 0.70 | 0.30           | 3.60           | 0.02           | 0.02 | 12.81     | 0.66 | 0.34           | 3.60           | 0.02           | 0.02 |
| 12.83   | 0.63 | 0.37           | 3.58           | 0.02           | 0.03 | 12.85     | 0.61 | 0.39           | 3.58           | 0.02           | 0.03 |
| 12.87   | 0.60 | 0.40           | 3.56           | 0.02           | 0.03 | 12.89     | 0.60 | 0.40           | 3.56           | 0.02           | 0.03 |
| 12.91   | 0.60 | 0.40           | 3.54           | 0.02           | 0.03 | 12.93     | 0.61 | 0.39           | 3.54           | 0.02           | 0.03 |
| 12.95   | 0.60 | 0.40           | 3.52           | 0.02           | 0.03 | 12.97     | 0.59 | 0.41           | 3.52           | 0.02           | 0.03 |
| 12.99   | 0.58 | 0.42           | 3.50           | 0.02           | 0.03 | 13.01     | 0.56 | 0.44           | 3.50           | 0.02           | 0.03 |
| 13.03   | 0.55 | 0.45           | 3.48           | 0.02           | 0.03 | 13.05     | 0.55 | 0.45           | 3.48           | 0.02           | 0.03 |
| 13.07   | 0.54 | 0.46           | 3.46           | 0.02           | 0.03 | 13.09     | 0.54 | 0.46           | 3.46           | 0.02           | 0.03 |
| 13.11   | 0.54 | 0.46           | 3.44           | 0.02           | 0.03 | 13.13     | 0.54 | 0.46           | 3.44           | 0.02           | 0.03 |
| 13.15   | 0.55 | 0.45           | 3.42           | 0.02           | 0.03 | 13.17     | 0.55 | 0.45           | 3.42           | 0.02           | 0.03 |
| 13.19   | 0.56 | 0.44           | 3.40           | 0.02           | 0.03 | 13.21     | 0.57 | 0.43           | 3.40           | 0.02           | 0.03 |
| 13.23   | 0.59 | 0.41           | 3.38           | 0.02           | 0.03 | 13.25     | 0.60 | 0.40           | 3.38           | 0.02           | 0.03 |
| 13.27   | 0.60 | 0.40           | 3.37           | 0.02           | 0.03 | 13.29     | 0.60 | 0.40           | 3.35           | 0.02           | 0.03 |
| 13.31   | 0.60 | 0.40           | 3.35           | 0.02           | 0.03 | 13.33     | 0.61 | 0.39           | 3.33           | 0.02           | 0.03 |
| 13.35   | 0.61 | 0.39           | 3.33           | 0.02           | 0.03 | 13.37     | 0.61 | 0.39           | 3.31           | 0.02           | 0.03 |
| 13.39   | 0.62 | 0.38           | 3.31           | 0.02           | 0.03 | 13.41     | 0.61 | 0.39           | 3.29           | 0.02           | 0.03 |
| 13.43   | 0.60 | 0.40           | 3.29           | 0.02           | 0.03 | 13.45     | 0.57 | 0.43           | 3.27           | 0.02           | 0.03 |
| 13.47   | 0.54 | 0.46           | 3.27           | 0.02           | 0.03 | 13.49     | 0.52 | 0.48           | 3.25           | 0.02           | 0.03 |
| 13.51   | 0.53 | 0.47           | 3.25           | 0.02           | 0.03 | 13.53     | 0.54 | 0.46           | 3.23           | 0.02           | 0.03 |
| 13.55   | 0.81 | 0.19           | 3.23           | 0.02           | 0.01 | 13.57     | 0.84 | 0.16           | 3.21           | 0.02           | 0.01 |
| 13.59   | 0.85 | 0.15           | 3.21           | 0.02           | 0.01 | 13.61     | 0.64 | 0.36           | 3.19           | 0.02           | 0.02 |
| 13.63   | 0.65 | 0.35           | 3.19           | 0.02           | 0.02 | 13.65     | 0.67 | 0.33           | 3.17           | 0.02           | 0.02 |
| 13.67   | 0.68 | 0.32           | 3.17           | 0.02           | 0.02 | 13.69     | 0.69 | 0.31           | 3.15           | 0.02           | 0.02 |
| 13.71   | 0.68 | 0.32           | 3.15           | 0.02           | 0.02 | 13.73     | 0.67 | 0.33           | 3.13           | 0.02           | 0.02 |
| 13.75   | 0.66 | 0.34           | 3.13           | 0.02           | 0.02 | 13.77     | 0.67 | 0.33           | 3.12           | 0.02           | 0.02 |
| 13.79   | 0.68 | 0.32           | 3.10           | 0.02           | 0.02 | 13.81     | 0.69 | 0.31           | 3.10           | 0.02           | 0.02 |
| 13.83   | 0.69 | 0.31           | 3.08           | 0.02           | 0.02 | 13.85     | 0.70 | 0.30           | 3.08           | 0.02           | 0.02 |
| 13.87   | 0.74 | 0.26           | 3.06           | 0.02           | 0.02 | 13.89     | 0.81 | 0.19           | 3.06           | 0.02           | 0.01 |
| 13.91   | 0.90 | 0.10           | 3.04           | 0.02           | 0.01 | 13.93     | 0.95 | 0.05           | 3.04           | 0.02           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 13.95   | 0.94 | 0.06           | 3.02           | 0.02           | 0.00 | 13.97     | 0.89 | 0.11           | 3.02           | 0.02           | 0.01 |
| 13.99   | 0.84 | 0.16           | 3.00           | 0.02           | 0.01 | 14.01     | 0.80 | 0.20           | 3.00           | 0.02           | 0.01 |
| 14.03   | 0.81 | 0.19           | 2.98           | 0.02           | 0.01 | 14.05     | 0.83 | 0.17           | 2.98           | 0.02           | 0.01 |
| 14.07   | 0.86 | 0.14           | 2.96           | 0.02           | 0.01 | 14.09     | 0.90 | 0.10           | 2.96           | 0.02           | 0.01 |
| 14.11   | 0.95 | 0.05           | 2.94           | 0.02           | 0.00 | 14.13     | 0.99 | 0.01           | 2.94           | 0.02           | 0.00 |
| 14.15   | 1.04 | 0.00           | 2.92           | 0.02           | 0.00 | 14.17     | 1.09 | 0.00           | 2.92           | 0.02           | 0.00 |
| 14.19   | 1.13 | 0.00           | 2.90           | 0.02           | 0.00 | 14.21     | 1.18 | 0.00           | 2.90           | 0.02           | 0.00 |
| 14.23   | 1.21 | 0.00           | 2.88           | 0.02           | 0.00 | 14.25     | 1.20 | 0.00           | 2.88           | 0.02           | 0.00 |
| 14.27   | 1.16 | 0.00           | 2.87           | 0.02           | 0.00 | 14.29     | 1.09 | 0.00           | 2.85           | 0.02           | 0.00 |
| 14.31   | 1.01 | 0.00           | 2.85           | 0.02           | 0.00 | 14.33     | 0.94 | 0.06           | 2.83           | 0.02           | 0.00 |
| 14.35   | 0.90 | 0.10           | 2.83           | 0.02           | 0.01 | 14.37     | 0.86 | 0.14           | 2.81           | 0.02           | 0.01 |
| 14.39   | 0.81 | 0.19           | 2.81           | 0.02           | 0.01 | 14.41     | 0.75 | 0.25           | 2.79           | 0.02           | 0.01 |
| 14.43   | 0.70 | 0.30           | 2.79           | 0.02           | 0.02 | 14.45     | 0.66 | 0.34           | 2.77           | 0.02           | 0.02 |
| 14.47   | 0.65 | 0.35           | 2.77           | 0.02           | 0.02 | 14.49     | 0.64 | 0.36           | 2.75           | 0.02           | 0.02 |
| 14.51   | 0.64 | 0.36           | 2.75           | 0.02           | 0.02 | 14.53     | 0.66 | 0.34           | 2.73           | 0.02           | 0.02 |
| 14.55   | 0.70 | 0.30           | 2.73           | 0.02           | 0.02 | 14.57     | 0.75 | 0.25           | 2.71           | 0.02           | 0.01 |
| 14.59   | 0.79 | 0.21           | 2.71           | 0.02           | 0.01 | 14.61     | 0.83 | 0.17           | 2.69           | 0.02           | 0.01 |
| 14.63   | 0.85 | 0.15           | 2.69           | 0.02           | 0.01 | 14.65     | 0.87 | 0.13           | 2.67           | 0.02           | 0.01 |
| 14.67   | 0.88 | 0.12           | 2.67           | 0.02           | 0.01 | 14.69     | 0.87 | 0.13           | 2.65           | 0.02           | 0.01 |
| 14.71   | 0.85 | 0.15           | 2.65           | 0.02           | 0.01 | 14.73     | 0.83 | 0.17           | 2.63           | 0.02           | 0.01 |
| 14.75   | 0.82 | 0.18           | 2.63           | 0.02           | 0.01 | 14.77     | 0.82 | 0.18           | 2.62           | 0.02           | 0.01 |
| 14.79   | 0.83 | 0.17           | 2.60           | 0.02           | 0.01 | 14.81     | 0.87 | 0.13           | 2.60           | 0.02           | 0.01 |
| 14.83   | 0.93 | 0.07           | 2.58           | 0.02           | 0.00 | 14.85     | 0.98 | 0.02           | 2.58           | 0.02           | 0.00 |
| 14.87   | 1.02 | 0.00           | 2.56           | 0.02           | 0.00 | 14.89     | 1.05 | 0.00           | 2.56           | 0.02           | 0.00 |
| 14.91   | 1.06 | 0.00           | 2.54           | 0.02           | 0.00 | 14.93     | 1.06 | 0.00           | 2.54           | 0.02           | 0.00 |
| 14.95   | 1.02 | 0.00           | 2.52           | 0.02           | 0.00 | 14.97     | 0.99 | 0.01           | 2.52           | 0.02           | 0.00 |
| 14.99   | 0.94 | 0.06           | 2.50           | 0.02           | 0.00 | 15.01     | 0.88 | 0.12           | 2.50           | 0.02           | 0.01 |
| 15.03   | 0.83 | 0.17           | 2.48           | 0.02           | 0.01 | 15.05     | 0.82 | 0.18           | 2.48           | 0.02           | 0.01 |
| 15.07   | 0.83 | 0.17           | 2.46           | 0.02           | 0.01 | 15.09     | 0.86 | 0.14           | 2.46           | 0.02           | 0.01 |
| 15.11   | 0.88 | 0.12           | 2.44           | 0.02           | 0.01 | 15.13     | 0.90 | 0.10           | 2.44           | 0.02           | 0.00 |
| 15.15   | 0.92 | 0.08           | 2.42           | 0.02           | 0.00 | 15.17     | 0.94 | 0.06           | 2.42           | 0.02           | 0.00 |
| 15.19   | 0.94 | 0.06           | 2.40           | 0.02           | 0.00 | 15.21     | 0.97 | 0.03           | 2.40           | 0.02           | 0.00 |
| 15.23   | 1.08 | 0.00           | 2.38           | 0.02           | 0.00 | 15.25     | 1.21 | 0.00           | 2.38           | 0.02           | 0.00 |
| 15.27   | 1.30 | 0.00           | 2.37           | 0.02           | 0.00 | 15.29     | 1.34 | 0.00           | 2.35           | 0.02           | 0.00 |
| 15.31   | 1.35 | 0.00           | 2.35           | 0.02           | 0.00 | 15.33     | 1.36 | 0.00           | 2.33           | 0.02           | 0.00 |
| 15.35   | 1.35 | 0.00           | 2.33           | 0.02           | 0.00 | 15.37     | 1.36 | 0.00           | 2.31           | 0.02           | 0.00 |
| 15.39   | 1.37 | 0.00           | 2.31           | 0.02           | 0.00 | 15.41     | 1.33 | 0.00           | 2.29           | 0.02           | 0.00 |
| 15.43   | 1.26 | 0.00           | 2.29           | 0.02           | 0.00 | 15.45     | 1.18 | 0.00           | 2.27           | 0.02           | 0.00 |
| 15.47   | 1.20 | 0.00           | 2.27           | 0.02           | 0.00 | 15.49     | 1.23 | 0.00           | 2.25           | 0.02           | 0.00 |
| 15.51   | 1.22 | 0.00           | 2.25           | 0.02           | 0.00 | 15.53     | 1.31 | 0.00           | 2.23           | 0.02           | 0.00 |
| 15.55   | 1.26 | 0.00           | 2.23           | 0.02           | 0.00 | 15.57     | 1.27 | 0.00           | 2.21           | 0.02           | 0.00 |
| 15.59   | 1.30 | 0.00           | 2.21           | 0.02           | 0.00 | 15.61     | 1.28 | 0.00           | 2.19           | 0.02           | 0.00 |
| 15.63   | 1.22 | 0.00           | 2.19           | 0.02           | 0.00 | 15.65     | 1.11 | 0.00           | 2.17           | 0.02           | 0.00 |
| 15.67   | 1.01 | 0.00           | 2.17           | 0.02           | 0.00 | 15.69     | 0.94 | 0.06           | 2.15           | 0.02           | 0.00 |
| 15.71   | 0.88 | 0.12           | 2.15           | 0.02           | 0.01 | 15.73     | 0.84 | 0.16           | 2.13           | 0.02           | 0.01 |
| 15.75   | 0.82 | 0.18           | 2.13           | 0.02           | 0.01 | 15.77     | 0.80 | 0.20           | 2.12           | 0.02           | 0.01 |
| 15.79   | 0.80 | 0.20           | 2.10           | 0.02           | 0.01 | 15.81     | 0.81 | 0.19           | 2.10           | 0.02           | 0.01 |
| 15.83   | 0.82 | 0.18           | 2.08           | 0.02           | 0.01 | 15.85     | 0.84 | 0.16           | 2.08           | 0.02           | 0.01 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 15.87   | 0.86 | 0.14           | 2.06           | 0.02           | 0.01 | 15.89     | 0.88 | 0.12           | 2.06           | 0.02           | 0.00 |
| 15.91   | 0.92 | 0.08           | 2.04           | 0.02           | 0.00 | 15.93     | 0.99 | 0.01           | 2.04           | 0.02           | 0.00 |
| 15.95   | 1.05 | 0.00           | 2.02           | 0.02           | 0.00 | 15.97     | 1.05 | 0.00           | 2.02           | 0.02           | 0.00 |
| 15.99   | 0.99 | 0.01           | 2.00           | 0.02           | 0.00 | 16.01     | 0.92 | 0.08           | 2.00           | 0.02           | 0.00 |
| 16.03   | 0.82 | 0.18           | 1.99           | 0.02           | 0.01 | 16.05     | 0.70 | 0.30           | 1.98           | 0.02           | 0.01 |
| 16.07   | 0.65 | 0.35           | 1.97           | 0.02           | 0.01 | 16.09     | 0.60 | 0.40           | 1.96           | 0.02           | 0.02 |
| 16.11   | 0.56 | 0.44           | 1.95           | 0.02           | 0.02 | 16.13     | 0.77 | 0.23           | 1.94           | 0.02           | 0.01 |
| 16.15   | 0.73 | 0.27           | 1.93           | 0.02           | 0.01 | 16.17     | 2.00 | 0.00           | 1.92           | 0.02           | 0.00 |
| 16.19   | 2.00 | 0.00           | 1.91           | 0.02           | 0.00 | 16.21     | 2.00 | 0.00           | 1.90           | 0.02           | 0.00 |
| 16.23   | 2.00 | 0.00           | 1.89           | 0.02           | 0.00 | 16.25     | 2.00 | 0.00           | 1.88           | 0.02           | 0.00 |
| 16.27   | 2.00 | 0.00           | 1.86           | 0.02           | 0.00 | 16.29     | 2.00 | 0.00           | 1.85           | 0.02           | 0.00 |
| 16.31   | 2.00 | 0.00           | 1.84           | 0.02           | 0.00 | 16.33     | 2.00 | 0.00           | 1.83           | 0.02           | 0.00 |
| 16.35   | 2.00 | 0.00           | 1.82           | 0.02           | 0.00 | 16.37     | 2.00 | 0.00           | 1.81           | 0.02           | 0.00 |
| 16.39   | 0.85 | 0.15           | 1.80           | 0.02           | 0.01 | 16.41     | 0.99 | 0.01           | 1.79           | 0.02           | 0.00 |
| 16.43   | 2.00 | 0.00           | 1.78           | 0.02           | 0.00 | 16.45     | 2.00 | 0.00           | 1.77           | 0.02           | 0.00 |
| 16.47   | 2.00 | 0.00           | 1.76           | 0.02           | 0.00 | 16.49     | 2.00 | 0.00           | 1.75           | 0.02           | 0.00 |
| 16.51   | 2.00 | 0.00           | 1.75           | 0.02           | 0.00 | 16.53     | 2.00 | 0.00           | 1.74           | 0.02           | 0.00 |
| 16.55   | 2.00 | 0.00           | 1.73           | 0.02           | 0.00 | 16.57     | 2.00 | 0.00           | 1.72           | 0.02           | 0.00 |
| 16.59   | 0.86 | 0.14           | 1.71           | 0.02           | 0.00 | 16.61     | 1.15 | 0.00           | 1.70           | 0.02           | 0.00 |
| 16.63   | 1.28 | 0.00           | 1.69           | 0.02           | 0.00 | 16.65     | 1.37 | 0.00           | 1.68           | 0.02           | 0.00 |
| 16.67   | 1.58 | 0.00           | 1.67           | 0.02           | 0.00 | 16.69     | 1.71 | 0.00           | 1.66           | 0.02           | 0.00 |
| 16.71   | 1.73 | 0.00           | 1.65           | 0.02           | 0.00 | 16.73     | 1.65 | 0.00           | 1.64           | 0.02           | 0.00 |
| 16.75   | 1.55 | 0.00           | 1.63           | 0.02           | 0.00 | 16.77     | 1.50 | 0.00           | 1.61           | 0.02           | 0.00 |
| 16.79   | 1.46 | 0.00           | 1.60           | 0.02           | 0.00 | 16.81     | 1.45 | 0.00           | 1.59           | 0.02           | 0.00 |
| 16.83   | 1.40 | 0.00           | 1.58           | 0.02           | 0.00 | 16.85     | 1.29 | 0.00           | 1.57           | 0.02           | 0.00 |
| 16.87   | 1.21 | 0.00           | 1.56           | 0.02           | 0.00 | 16.89     | 1.20 | 0.00           | 1.55           | 0.02           | 0.00 |
| 16.91   | 1.23 | 0.00           | 1.54           | 0.02           | 0.00 | 16.93     | 1.24 | 0.00           | 1.53           | 0.02           | 0.00 |
| 16.95   | 1.21 | 0.00           | 1.52           | 0.02           | 0.00 | 16.97     | 1.19 | 0.00           | 1.51           | 0.02           | 0.00 |
| 16.99   | 1.13 | 0.00           | 1.50           | 0.02           | 0.00 | 17.01     | 1.06 | 0.00           | 1.50           | 0.02           | 0.00 |
| 17.03   | 1.00 | 0.00           | 1.49           | 0.02           | 0.00 | 17.05     | 0.96 | 0.04           | 1.48           | 0.02           | 0.00 |
| 17.07   | 0.95 | 0.05           | 1.47           | 0.02           | 0.00 | 17.09     | 0.97 | 0.03           | 1.46           | 0.02           | 0.00 |
| 17.11   | 0.98 | 0.02           | 1.45           | 0.02           | 0.00 | 17.13     | 1.00 | 0.00           | 1.44           | 0.02           | 0.00 |
| 17.15   | 0.98 | 0.02           | 1.43           | 0.02           | 0.00 | 17.17     | 0.91 | 0.09           | 1.42           | 0.02           | 0.00 |
| 17.19   | 0.76 | 0.24           | 1.41           | 0.02           | 0.01 | 17.21     | 0.88 | 0.12           | 1.40           | 0.02           | 0.00 |
| 17.23   | 0.85 | 0.15           | 1.39           | 0.02           | 0.00 | 17.25     | 2.00 | 0.00           | 1.38           | 0.02           | 0.00 |
| 17.27   | 2.00 | 0.00           | 1.36           | 0.02           | 0.00 | 17.29     | 2.00 | 0.00           | 1.35           | 0.02           | 0.00 |
| 17.31   | 2.00 | 0.00           | 1.34           | 0.02           | 0.00 | 17.33     | 2.00 | 0.00           | 1.33           | 0.02           | 0.00 |
| 17.35   | 2.00 | 0.00           | 1.32           | 0.02           | 0.00 | 17.37     | 2.00 | 0.00           | 1.31           | 0.02           | 0.00 |
| 17.39   | 2.00 | 0.00           | 1.30           | 0.02           | 0.00 | 17.41     | 2.00 | 0.00           | 1.29           | 0.02           | 0.00 |
| 17.43   | 2.00 | 0.00           | 1.28           | 0.02           | 0.00 | 17.45     | 2.00 | 0.00           | 1.27           | 0.02           | 0.00 |
| 17.47   | 2.00 | 0.00           | 1.26           | 0.02           | 0.00 | 17.49     | 2.00 | 0.00           | 1.25           | 0.02           | 0.00 |
| 17.51   | 2.00 | 0.00           | 1.25           | 0.02           | 0.00 | 17.53     | 2.00 | 0.00           | 1.24           | 0.02           | 0.00 |
| 17.55   | 2.00 | 0.00           | 1.23           | 0.02           | 0.00 | 17.57     | 2.00 | 0.00           | 1.22           | 0.02           | 0.00 |
| 17.59   | 2.00 | 0.00           | 1.21           | 0.02           | 0.00 | 17.61     | 2.00 | 0.00           | 1.20           | 0.02           | 0.00 |
| 17.63   | 2.00 | 0.00           | 1.19           | 0.02           | 0.00 | 17.65     | 2.00 | 0.00           | 1.18           | 0.02           | 0.00 |
| 17.67   | 2.00 | 0.00           | 1.17           | 0.02           | 0.00 | 17.69     | 2.00 | 0.00           | 1.16           | 0.02           | 0.00 |
| 17.71   | 2.00 | 0.00           | 1.15           | 0.02           | 0.00 | 17.73     | 2.00 | 0.00           | 1.14           | 0.02           | 0.00 |
| 17.75   | 2.00 | 0.00           | 1.13           | 0.02           | 0.00 | 17.77     | 2.00 | 0.00           | 1.11           | 0.02           | 0.00 |



| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 17.79   | 2.00 | 0.00           | 1.10           | 0.02           | 0.00 | 17.81     | 2.00 | 0.00           | 1.09           | 0.02           | 0.00 |
| 17.83   | 2.00 | 0.00           | 1.08           | 0.02           | 0.00 | 17.85     | 2.00 | 0.00           | 1.07           | 0.02           | 0.00 |
| 17.87   | 2.00 | 0.00           | 1.06           | 0.02           | 0.00 | 17.89     | 2.00 | 0.00           | 1.05           | 0.02           | 0.00 |
| 17.91   | 2.00 | 0.00           | 1.04           | 0.02           | 0.00 | 17.93     | 2.00 | 0.00           | 1.03           | 0.02           | 0.00 |
| 17.95   | 2.00 | 0.00           | 1.02           | 0.02           | 0.00 | 17.97     | 2.00 | 0.00           | 1.01           | 0.02           | 0.00 |
| 17.99   | 2.00 | 0.00           | 1.00           | 0.02           | 0.00 | 18.01     | 2.00 | 0.00           | 0.99           | 0.02           | 0.00 |
| 18.03   | 2.00 | 0.00           | 0.98           | 0.02           | 0.00 | 18.05     | 2.00 | 0.00           | 0.97           | 0.02           | 0.00 |
| 18.07   | 2.00 | 0.00           | 0.96           | 0.02           | 0.00 | 18.09     | 2.00 | 0.00           | 0.95           | 0.02           | 0.00 |
| 18.11   | 2.00 | 0.00           | 0.94           | 0.02           | 0.00 | 18.13     | 2.00 | 0.00           | 0.94           | 0.02           | 0.00 |
| 18.15   | 2.00 | 0.00           | 0.93           | 0.02           | 0.00 | 18.17     | 2.00 | 0.00           | 0.91           | 0.02           | 0.00 |
| 18.19   | 2.00 | 0.00           | 0.90           | 0.02           | 0.00 | 18.21     | 2.00 | 0.00           | 0.90           | 0.02           | 0.00 |
| 18.23   | 2.00 | 0.00           | 0.89           | 0.02           | 0.00 | 18.25     | 2.00 | 0.00           | 0.88           | 0.02           | 0.00 |
| 18.27   | 2.00 | 0.00           | 0.86           | 0.02           | 0.00 | 18.29     | 2.00 | 0.00           | 0.85           | 0.02           | 0.00 |
| 18.31   | 2.00 | 0.00           | 0.85           | 0.02           | 0.00 | 18.33     | 2.00 | 0.00           | 0.84           | 0.02           | 0.00 |
| 18.35   | 2.00 | 0.00           | 0.82           | 0.02           | 0.00 | 18.37     | 2.00 | 0.00           | 0.81           | 0.02           | 0.00 |
| 18.39   | 2.00 | 0.00           | 0.81           | 0.02           | 0.00 | 18.41     | 2.00 | 0.00           | 0.80           | 0.02           | 0.00 |
| 18.43   | 2.00 | 0.00           | 0.79           | 0.02           | 0.00 | 18.45     | 2.00 | 0.00           | 0.78           | 0.02           | 0.00 |
| 18.47   | 2.00 | 0.00           | 0.77           | 0.02           | 0.00 | 18.49     | 2.00 | 0.00           | 0.76           | 0.02           | 0.00 |
| 18.51   | 2.00 | 0.00           | 0.74           | 0.02           | 0.00 | 18.53     | 2.00 | 0.00           | 0.73           | 0.02           | 0.00 |
| 18.55   | 2.00 | 0.00           | 0.72           | 0.02           | 0.00 | 18.57     | 2.00 | 0.00           | 0.71           | 0.02           | 0.00 |
| 18.59   | 2.00 | 0.00           | 0.70           | 0.02           | 0.00 | 18.61     | 2.00 | 0.00           | 0.69           | 0.02           | 0.00 |
| 18.63   | 2.00 | 0.00           | 0.69           | 0.02           | 0.00 | 18.65     | 2.00 | 0.00           | 0.68           | 0.02           | 0.00 |
| 18.67   | 2.00 | 0.00           | 0.66           | 0.02           | 0.00 | 18.69     | 2.00 | 0.00           | 0.65           | 0.02           | 0.00 |
| 18.71   | 2.00 | 0.00           | 0.65           | 0.02           | 0.00 | 18.73     | 2.00 | 0.00           | 0.64           | 0.02           | 0.00 |
| 18.75   | 2.00 | 0.00           | 0.63           | 0.02           | 0.00 | 18.77     | 2.00 | 0.00           | 0.61           | 0.02           | 0.00 |
| 18.79   | 2.00 | 0.00           | 0.60           | 0.02           | 0.00 | 18.81     | 2.00 | 0.00           | 0.60           | 0.02           | 0.00 |
| 18.83   | 2.00 | 0.00           | 0.59           | 0.02           | 0.00 | 18.85     | 2.00 | 0.00           | 0.57           | 0.02           | 0.00 |
| 18.87   | 2.00 | 0.00           | 0.56           | 0.02           | 0.00 | 18.89     | 2.00 | 0.00           | 0.56           | 0.02           | 0.00 |
| 18.91   | 2.00 | 0.00           | 0.55           | 0.02           | 0.00 | 18.93     | 2.00 | 0.00           | 0.54           | 0.02           | 0.00 |
| 18.95   | 2.00 | 0.00           | 0.53           | 0.02           | 0.00 | 18.97     | 2.00 | 0.00           | 0.52           | 0.02           | 0.00 |
| 18.99   | 2.00 | 0.00           | 0.51           | 0.02           | 0.00 | 19.01     | 2.00 | 0.00           | 0.49           | 0.02           | 0.00 |
| 19.03   | 2.00 | 0.00           | 0.48           | 0.02           | 0.00 | 19.05     | 2.00 | 0.00           | 0.47           | 0.02           | 0.00 |
| 19.07   | 2.00 | 0.00           | 0.47           | 0.02           | 0.00 | 19.09     | 2.00 | 0.00           | 0.46           | 0.02           | 0.00 |
| 19.11   | 2.00 | 0.00           | 0.45           | 0.02           | 0.00 | 19.13     | 2.00 | 0.00           | 0.43           | 0.02           | 0.00 |
| 19.15   | 2.00 | 0.00           | 0.43           | 0.02           | 0.00 | 19.17     | 2.00 | 0.00           | 0.41           | 0.02           | 0.00 |
| 19.19   | 2.00 | 0.00           | 0.40           | 0.02           | 0.00 | 19.21     | 2.00 | 0.00           | 0.40           | 0.02           | 0.00 |
| 19.23   | 2.00 | 0.00           | 0.39           | 0.02           | 0.00 | 19.25     | 2.00 | 0.00           | 0.38           | 0.02           | 0.00 |
| 19.27   | 2.00 | 0.00           | 0.36           | 0.02           | 0.00 | 19.29     | 2.00 | 0.00           | 0.35           | 0.02           | 0.00 |
| 19.31   | 2.00 | 0.00           | 0.35           | 0.02           | 0.00 | 19.33     | 2.00 | 0.00           | 0.34           | 0.02           | 0.00 |
| 19.35   | 2.00 | 0.00           | 0.32           | 0.02           | 0.00 | 19.37     | 2.00 | 0.00           | 0.32           | 0.02           | 0.00 |
| 19.39   | 2.00 | 0.00           | 0.30           | 0.02           | 0.00 | 19.41     | 2.00 | 0.00           | 0.29           | 0.02           | 0.00 |
| 19.43   | 2.00 | 0.00           | 0.28           | 0.02           | 0.00 | 19.45     | 2.00 | 0.00           | 0.28           | 0.02           | 0.00 |
| 19.47   | 2.00 | 0.00           | 0.27           | 0.02           | 0.00 | 19.49     | 2.00 | 0.00           | 0.26           | 0.02           | 0.00 |
| 19.51   | 2.00 | 0.00           | 0.24           | 0.02           | 0.00 | 19.53     | 2.00 | 0.00           | 0.23           | 0.02           | 0.00 |
| 19.55   | 2.00 | 0.00           | 0.23           | 0.02           | 0.00 | 19.57     | 2.00 | 0.00           | 0.21           | 0.02           | 0.00 |
| 19.59   | 2.00 | 0.00           | 0.20           | 0.02           | 0.00 | 19.61     | 2.00 | 0.00           | 0.20           | 0.02           | 0.00 |
| 19.63   | 2.00 | 0.00           | 0.18           | 0.02           | 0.00 | 19.65     | 2.00 | 0.00           | 0.18           | 0.02           | 0.00 |
| 19.67   | 2.00 | 0.00           | 0.16           | 0.02           | 0.00 | 19.69     | 2.00 | 0.00           | 0.15           | 0.02           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 19.71   | 2.00 | 0.00           | 0.14           | 0.02           | 0.00 | 19.73     | 2.00 | 0.00           | 0.14           | 0.02           | 0.00 |
| 19.75   | 2.00 | 0.00           | 0.13           | 0.02           | 0.00 | 19.77     | 2.00 | 0.00           | 0.12           | 0.02           | 0.00 |
| 19.79   | 2.00 | 0.00           | 0.10           | 0.02           | 0.00 | 19.81     | 2.00 | 0.00           | 0.10           | 0.02           | 0.00 |
| 19.83   | 2.00 | 0.00           | 0.09           | 0.02           | 0.00 | 19.85     | 2.00 | 0.00           | 0.07           | 0.02           | 0.00 |
| 19.87   | 2.00 | 0.00           | 0.06           | 0.02           | 0.00 | 19.89     | 2.00 | 0.00           | 0.05           | 0.02           | 0.00 |
| 19.91   | 2.00 | 0.00           | 0.04           | 0.02           | 0.00 | 19.93     | 2.00 | 0.00           | 0.04           | 0.02           | 0.00 |
| 19.95   | 2.00 | 0.00           | 0.03           | 0.02           | 0.00 | 19.97     | 2.00 | 0.00           | 0.02           | 0.02           | 0.00 |
| 19.99   | 2.00 | 0.00           | 0.01           | 0.02           | 0.00 | 20.01     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.03   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.05     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.07   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.09     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.11   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.13     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.15   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.17     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.19   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.21     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.23   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.25     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.27   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.29     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.31   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.33     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.35   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.37     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.39   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.41     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.43   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.45     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.47   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.49     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.51   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.53     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.55   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.57     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.59   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.61     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.63   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.65     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.67   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.69     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.71   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.73     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.75   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.77     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.79   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.81     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.83   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.85     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.87   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.89     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.91   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.93     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.95   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 20.97     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 20.99   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.01     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.03   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.05     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.07   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.09     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.11   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.13     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.15   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.17     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.19   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.21     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.23   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.25     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.27   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.29     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.31   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.33     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.35   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.37     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.39   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.41     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.43   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.45     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.47   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.49     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.51   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.53     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.55   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.57     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.59   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.61     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 21.63   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.65     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.67   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.69     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.71   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.73     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.75   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.77     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.79   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.81     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.83   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.85     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.87   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.89     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.91   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.93     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.95   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 21.97     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 21.99   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.01     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.03   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.05     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.07   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.09     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.11   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.13     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.15   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.17     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.19   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.21     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.23   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.25     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.27   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.29     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.31   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.33     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.35   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.37     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.39   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.41     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.43   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.45     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.47   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.49     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.51   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.53     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.55   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.57     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.59   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.61     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.63   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.65     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.67   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.69     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.71   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.73     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.75   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.77     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.79   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.81     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.83   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.85     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.87   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.89     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.91   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.93     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.95   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 22.97     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 22.99   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.01     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.03   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.05     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.07   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.09     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.11   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.13     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.15   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.17     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.19   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.21     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.23   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.25     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.27   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.29     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.31   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.33     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.35   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.37     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.39   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.41     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.43   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.45     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.47   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.49     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.51   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.53     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 23.55   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.57     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.59   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.61     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.63   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.65     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.67   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.69     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.71   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.73     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.75   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.77     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.79   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.81     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.83   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.85     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.87   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.89     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.91   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.93     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.95   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 23.97     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 23.99   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.01     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.03   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.05     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.07   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.09     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.11   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.13     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.15   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.17     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.19   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.21     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.23   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.25     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.27   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.29     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.31   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.33     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.35   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.37     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.39   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.41     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.43   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.45     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.47   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.49     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.51   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.53     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.55   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.57     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.59   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.61     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.63   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.65     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.67   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.69     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.71   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.73     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.75   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.77     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.79   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.81     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.83   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.85     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.87   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.89     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.91   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.93     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.95   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 24.97     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 24.99   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.01     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.05   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.07     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.09   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.11     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.13   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.15     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.17   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.19     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.21   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.23     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.25   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.27     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.29   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.31     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.33   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.35     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.37   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.39     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.41   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.43     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.45   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.47     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 25.49   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.51     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.53   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.55     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.57   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.59     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.61   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.63     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.65   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.67     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.69   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.71     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.73   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.75     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.77   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.79     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.81   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.83     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.85   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.87     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.89   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.91     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.93   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.95     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 25.97   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 25.99     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.01   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.03     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.05   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.07     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.09   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.11     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.13   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.15     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.17   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.19     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.21   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.23     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.25   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.27     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.29   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.31     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.33   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.35     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.37   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.39     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.41   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.43     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.45   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.47     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.49   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.51     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.53   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.55     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.57   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.59     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.61   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.63     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.65   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.67     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.69   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.71     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.73   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.75     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.77   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.79     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.81   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.83     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.85   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.87     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.89   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.91     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.93   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.95     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 26.97   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 26.99     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.01   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.03     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.05   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.07     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.09   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.11     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.13   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.15     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.17   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.19     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.21   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.23     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.25   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.27     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.29   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.31     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.33   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.35     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.37   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.39     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 27.41   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.43     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.45   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.47     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.49   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.51     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.53   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.55     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.57   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.59     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.61   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.63     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.65   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.67     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.69   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.71     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.73   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.75     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.77   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.79     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.81   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.83     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.85   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.87     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.89   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.91     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.93   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.95     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 27.97   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 27.99     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.01   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.03     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.05   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.07     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.09   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.11     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.13   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.15     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.17   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.19     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.21   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.23     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.25   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.27     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.29   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.31     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.33   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.35     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.37   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.39     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.41   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.43     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.45   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.47     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.49   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.51     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.53   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.55     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.57   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.59     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.61   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.63     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.65   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.67     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.69   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.71     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.73   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.75     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.77   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.79     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.81   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.83     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.85   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.87     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.89   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.91     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.93   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.95     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 28.97   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 28.99     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.01   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.03     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.05   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.07     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.09   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.11     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.13   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.15     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.17   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.19     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.21   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.23     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.25   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.27     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.29   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.31     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |



| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 29.33   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.35     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.37   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.39     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.41   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.43     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.45   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.47     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.49   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.51     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.53   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.55     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.57   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.59     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.61   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.63     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.65   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.67     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.69   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.71     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.73   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.75     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.77   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.79     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.81   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.83     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.85   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.87     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.89   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.91     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.93   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.95     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 29.97   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 29.99     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.01   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.03     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.05   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.07     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.09   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.11     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.13   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.15     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.17   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.19     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.21   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.23     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.25   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.27     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.29   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.31     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.33   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.35     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.37   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.39     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.41   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.43     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.45   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.47     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.49   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.51     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.53   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.55     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.57   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.59     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.61   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.63     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.65   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.67     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.69   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.71     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.73   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.75     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.77   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.79     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.81   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.83     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.85   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.87     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.89   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.91     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.93   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.95     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 30.97   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 30.99     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.01   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.03     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.05   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.07     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.09   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.11     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.13   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.15     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.17   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.19     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.21   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.23     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |

| :: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued) |      |                |                |                |      |           |      |                |                |                |      |
|---|------|----------------|----------------|----------------|------|-----------|------|----------------|----------------|----------------|------|
| Depth (m)   | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  | Depth (m) | FS   | F <sub>L</sub> | w <sub>z</sub> | d <sub>z</sub> | LPI  |
| 31.25   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.27     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.29   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.31     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.33   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.35     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.37   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.39     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.41   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.43     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.45   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.47     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.49   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.51     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.53   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.55     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.57   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.59     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.61   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.63     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.65   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.67     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.69   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.71     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.73   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.75     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.77   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.79     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.81   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.83     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.85   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.87     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.89   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.09     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.11   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.13     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.15   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.17     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.19   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.21     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.23   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.25     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.27   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.29     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.31   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.33     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.35   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.37     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.39   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.41     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.43   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.45     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.47   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.49     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.51   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.53     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.55   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.57     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.59   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.61     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.63   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.65     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.67   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.69     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.71   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.73     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.75   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.77     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.79   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.81     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.83   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.85     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.87   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 | 31.89     | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |
| 31.91   | 2.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00 |           |      |                |                |                |      |

**Overall liquefaction potential: 12.16**

LPI = 0.00 - Liquefaction risk very low  
 LPI between 0.00 and 5.00 - Liquefaction risk low  
 LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high  
 LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

#### Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point  
 F<sub>L</sub>: 1 - FS  
 w<sub>z</sub>: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth  
 d<sub>z</sub>: Layer thickness (m)  
 LPI: Liquefaction potential index value for test point