



COMUNE DI PARMA
(PROVINCIA DI PARMA)



OPERA:

**PAI POLO AMBIENTALE INTEGRATO
PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI
NELL'ATO DI PARMA**

OGGETTO:

**COMPARTO C4: IMPIANTO DI
STOCCAGGIO, MESSA IN RISERVA E
PRETRATTAMENTO DI RIFIUTI SOLIDI
URBANI E SPECIALI E AREA LOGISTICA
COMPARTO C1**

TAVOLA:

R.ST.01.1

TITOLO:

Relazione Geologica

SCALA:

1:1

6					
5					
4					
3					
2					
1					
0	Novembre 2023	Emissione	A. Panzani S. Righetti	Ugolini	Pergetti
Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.

Committente:

IREN Ambiente S.p.A.

Sede Legale
Strada Borgoforte, 22
29122 Piacenza

Tel: 0523. 605026
Fax 0523. 505128
e-mail: iren@gruppoiren.it
www.gruppoiren.it

Relazione geologica:

Dott. Geol. Andrea Panzani
Dott. Geol. Stefani Righetti



Alfa Solutions S.p.A.

Viale Ramazzini 39D
42124 Reggio Emilia



Indice

1.	Premessa.....	2
2.	Inquadramento progettuale	4
3.	Quadro di riferimento programmatico - Vincoli	5
3.1.	Piano per la Gestione del Rischio Alluvioni 2022 – Regione Emilia-Romagna.....	5
3.2.	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Parma (PTCP).....	6
3.3.	Piano Strutturale Comunale di Parma – PSC 2030	6
4.	Inquadramento geografico e cartografico	8
5.	Inquadramento geologico	11
5.1.	Assetto geologico-strutturale.....	11
5.2.	Assetto morfologico e idrologico	16
5.3.	Assetto idrogeologico della pianura emiliano-romagnola	19
6.	Indagini in sito.....	24
6.1.	Sondaggi a carotaggio continuo S1 e S2	27
6.2.	Indagini penetrometriche statiche con piezocono CPTu.....	33
6.3.	Indagini sismiche MASW e HVSR.....	36
6.4.	Prova Down-Hole	39
6.5.	Indagini geoelettriche	41
6.5.1.	Interpretazione dati geoelettrici.....	41
6.6.	Prove di permeabilità	47
6.7.	Prova Ménard.....	48
7.	Modello geologico	50
7.1.	Sintesi del modello geologico.....	50
8.	Modello geotecnico	51
8.1.	Modello geotecnico da prove CPTu	51
8.2.	Modello geotecnico da prove SPT.....	71
8.3.	Sezioni interpretative	72
9.	Inquadramento sismico	76
9.1.	Classificazione sismica.....	76
9.2.	Pericolosità sismica di base	78
9.3.	Categoria di sottosuolo	81
9.4.	Misura delle frequenze naturali del terreno e stima della profondità del substrato rigido	83
9.5.	Stima dei fattori di amplificazione per la microzonazione sismica di secondo livello	86
9.6.	Sintesi degli studi di Microzonazione Sismica (MS3).....	87
9.7.	Risposta sismica locale di terzo livello di approfondimento	89
9.7.1.	Analisi della risposta sismica locale	89
9.7.2.	Selezione dei segnali sismici di riferimento	90
9.7.3.	Procedura di calcolo	90
9.7.4.	Risultati della risposta sismica locale di terzo livello	91
10.	Verifiche alla liquefazione dei terreni in condizioni sismiche	93
11.	Conclusioni.....	95

ALLEGATI

- Allegato 1 – Stratigrafie*
- Allegato 2 – Analisi di laboratorio*
- Allegato 3 – Prove di permeabilità*
- Allegato 4 – Prove Menard*
- Allegato 5 – Prove CPTu*
- Allegato 6 – Prova Down-Hole*
- Allegato 7 – Geoelettrica*
- Allegato 8 – Indagini Sismiche MASW – HVSR*
- Allegato 9 – Liquefazione*
- Allegato 10 – Risposta Sismica Locale di III Livello*

1. Premessa

Su incarico di Iren Ambiente S.p.A. è stato redatto il presente studio geologico-sismico a supporto del progetto di *Ampliamento del Polo Ambientale Integrato per la gestione dei rifiuti nell'ATO di Parma - Comparto C4: impianto di stoccaggio, messa in riserva e pretrattamento di rifiuti solidi urbani e speciali e area logistica Comparto C1*, eseguito in conformità a:

- *Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17 gennaio 2018* in G.U. n. 35 del 20 febbraio 2018 suppl. Ord. n. 8.
- *Circolare esplicativa C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 n. 7* in G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019 suppl. Ord. n. 8.
- *Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica approvati con DAL n. 112/2007 e aggiornati con DGR n. 2193/2015 e DGR 630/2019 e DGR n. 476/2021 e DGR n. 564/2021 della Regione Emilia-Romagna.*
- Associazione Geotecnica Italiana; giugno 1977 "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

In accordo con la Committenza e con i progettisti, è stata predisposto il piano di indagini in sito, al fine di ricostruire la successione litologica del sottosuolo investigato, che nel caso in esame è stata effettuata per uno spessore massimo di 35 metri dal piano campagna. Le attività in campo sono state precedute da un rilievo topografico dell'area con individuazione delle coordinate e delle quote assolute di tutte le indagini effettuate.

Le fasi di indagine e di analisi dell'assetto geologico, idrogeologico, sismico e di parametrizzazione geotecnica dei terreni, sono state condotte sulla base delle seguenti prove in sito:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 35 metri dal piano campagna e in seguito attrezzato per l'esecuzione di una prova sismica down-hole (S1);
- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo fino alla profondità di 20 m (S2), successivamente attrezzato a piezometro per il monitoraggio della falda superficiale;
- n. 18 prove penetrometriche con piezocono CPTU spinte fino alla profondità massima di 25m;
- n. 4 stendimenti di tomografia elettrica;
- n. 2 stendimenti di sismica MASW;
- n. 3 indagini sismiche a stazione singola HVSR.

Durante l'esecuzione di ognuno dei due sondaggi sono state realizzate n. 2 prove di permeabilità a carico variabile (Lefranc) e n. 2 prove pressiometriche (Ménard).

Nel sondaggio S1 sono stati prelevati n. 5 campioni indisturbati, mentre nel sondaggio S2 ne sono stati prelevati n. 4. Su tali campioni è stata prevista l'esecuzione delle seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica completa;
- determinazione limiti Atterberg;
- prove di taglio diretto;
- prove di consolidazione edometrica ad incrementi di carico;
- prove triassiali UU – non consolidate non drenate.

Durante i sondaggi sono stati inoltre prelevati n. 4 campioni disturbati in S1 e n. 3 in S2 per poter determinare ulteriormente le granulometrie dei terreni investigati. Inoltre, solamente nel sondaggio S1, sono state eseguite anche n. 5 prove penetrometriche SPT, a partire da 26,50 m fino a 33,95 m dal piano campagna.

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata la sonda perforatrice a rotazione marca Soilmec, modello SM-6 Stage V. Le indagini penetrometriche sono state eseguite utilizzando una sonda cingolata semovente PAGANI modello TG 63-100 attrezzata con una punta dotata di piezocono modello Mks988.

La fase di indagine è stata completata con la consultazione di dati presenti nella bibliografia tematica, estesi ad un intorno significativo dell'area interessata dall'intervento, al fine di inquadrare in un contesto più ampio le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dei terreni investigati.

Le indagini in sito hanno consentito la ricostruzione della successione litologica del sottosuolo investigato, che nel caso in esame è stata effettuata per uno spessore di 25 metri dal piano campagna e di parametrizzare da un punto di vista geotecnico i materiali costituenti il sottosuolo.

2. Inquadramento progettuale

Il progetto di ampliamento del Polo Ambientale Integrato per la gestione dei rifiuti nell'ATO di Parma prevede la realizzazione di un nuovo comparto denominato C4, che ospita una piattaforma dedicata allo stoccaggio e al trattamento dei rifiuti prima conferiti all'impianto di Cornocchio (PR). Gli obiettivi principali sono:

- Accentrare presso un unico Polo Impiantistico, tutti i rifiuti della stessa tipologia raccolti da Iren Ambiente - Parma al fine di ottenere economie di scala.
- Fornire alle aziende provinciali del settore manifatturiero un impianto vicino al luogo di produzione dei rifiuti, in grado di gestire i rifiuti speciali non pericolosi di matrice secca (codice EER 191212 e 150106).

Il progetto per l'impianto Comparto C4 a Parma prevede di trattare 66.000 tonnellate di rifiuti all'anno. Inoltre, è in programma la costruzione di un fabbricato di supporto logistico vicino all'impianto C1 per lo stoccaggio di rifiuti in ingresso e rifiuti imballati e/o in uscita. Questa struttura, una tettoia tamponata su tre lati, gestirà necessità extra di stoccaggio senza aumentare la capacità produttiva dell'impianto autorizzato. Sarà utilizzata per immagazzinare rifiuti in ingresso, rifiuti e MPS in uscita, offrendo supporto all'impianto C1 durante manutenzioni o ritiri dei materiali, considerando le condizioni di mercato.

Il progetto prevede anche lo stoccaggio fino a 5.000 tonnellate di carta e plastica in R13, principalmente in balle, con aree opportunamente segnalate. In aggiunta, si prevede la creazione di un'area servizi con una nuova vasca e una centralina a servizio del sistema antincendio.

In Figura 1 viene presentato uno stralcio della planimetria di progetto aggiornata a settembre 2023.

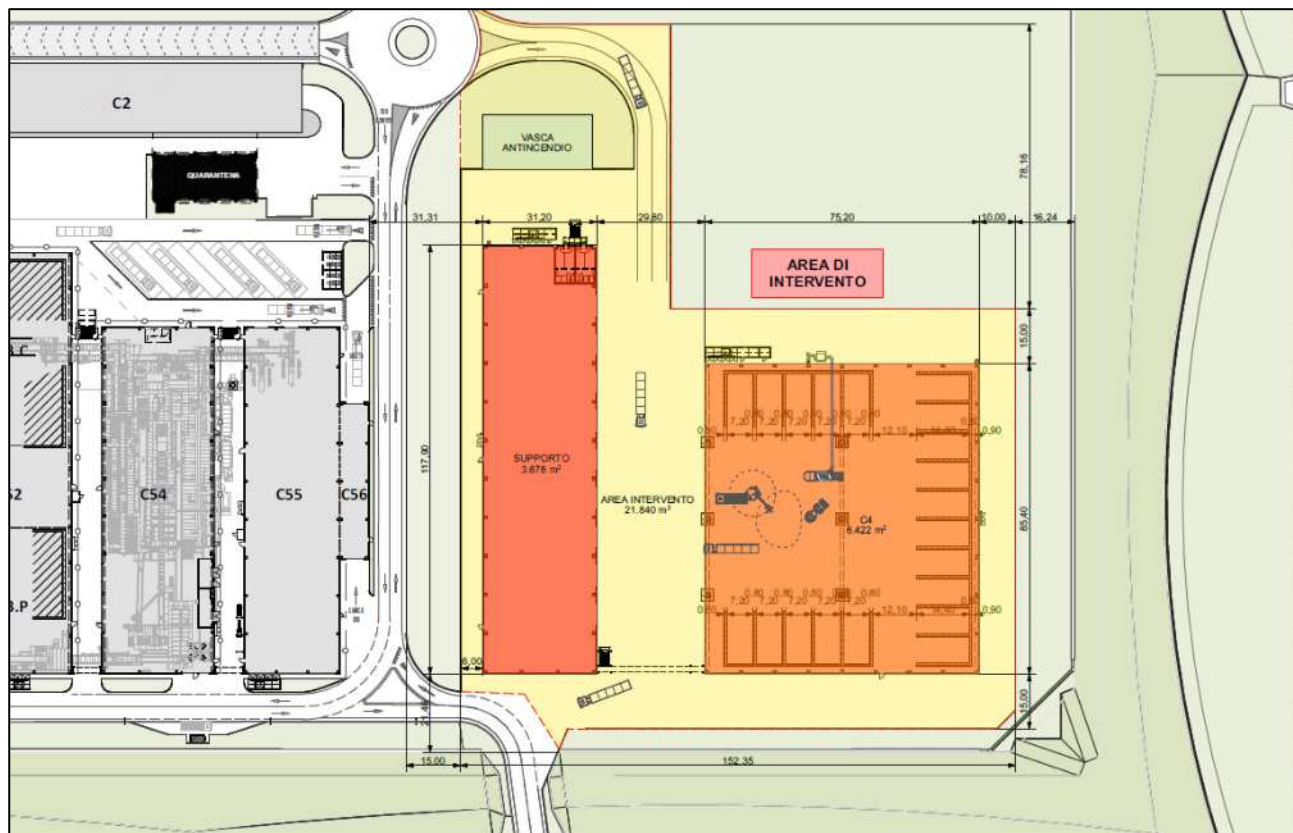


Figura 1 - Stralcio planimetria di progetto.

3. Quadro di riferimento programmatico - Vincoli

3.1. Piano per la Gestione del Rischio Alluvioni 2022 – Regione Emilia-Romagna

La Direttiva europea 2007/60/CE - Revisione 2022, recepita nel diritto italiano con D.lgs. 49/2010, ha fornito gli strumenti per la gestione del rischio di alluvioni a livello nazionale.

Le mappe della pericolosità riportano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua del bacino idrografico del Fiume Po (UoM-ITN008) appartenenti a diversi ambiti (RP-Reticolo principale, RSP-Reticolo secondario di pianura, RSCM-Reticolo secondario collinare e montano) con riferimento a tre scenari (alluvioni rare P1-L, poco frequenti P2-M e frequenti P3-H) distinti nella cartografia con diverse tonalità di blu, la cui intensità diminuisce in rapporto alla diminuzione della frequenza di allagamento. L'area di studio rientra nello Scenario di pericolosità P2-M legata al reticolo secondario di pianura (Alluvioni poco frequenti, tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità) (Figura 2).

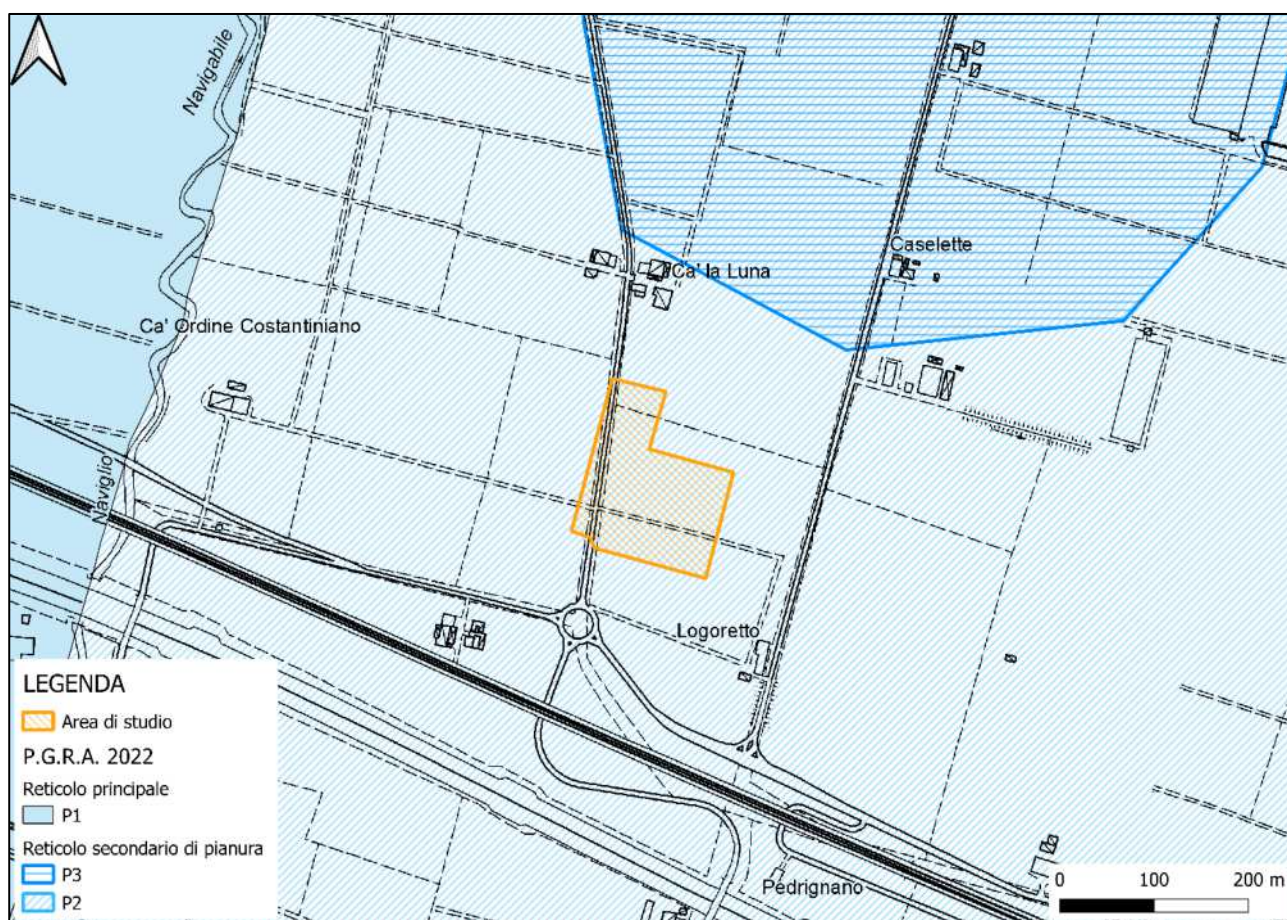


Figura 2 - PGRA 2022 - Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti.

3.2. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Parma (PTCP)

La Provincia di Parma con delibera del Consiglio Provinciale n. 71 del 7 luglio 2003, ha approvato il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, adeguato alla legislazione urbanistica regionale (LR 20/2000) e nel corso degli anni ha prodotto una serie di varianti che hanno provveduto ad aggiornare e adeguare il piano a sopravvenute leggi di settore. Nella presente relazione sono state analizzate le Norme Tecniche di Attuazione e le cartografie ufficiali del PTCP che stabiliscono le prescrizioni riguardanti gli ambiti naturali dell'area di progetto.

Nel dettaglio sono state analizzate le Tavole:

- Tavola C1-7 "Tutela ambientale, paesistica e storico-culturale": l'area appartiene ad una zona di specifico interesse storico, archeologico e testimoniale;
- Tavola C3-7 "Carta forestale": l'area risulta non boscata;
- Tavola C4-1 "Carta del rischio ambientale e dei principali interventi di difesa": l'area in oggetto ricade all'interno dell'ambito di progetto Strategico Canale Naviglio Navigabile (L.183/89 – art. 2, D.P.R. 331/2001);
- Tavola C5A-1 "Rete Natura 2000 Individuazione SIC e ZPS": non si hanno riferimenti attinenti all'area di progetto.

3.3. Piano Strutturale Comunale di Parma – PSC 2030

Il Piano Strutturale Comunale vigente di Parma è stato approvato con atto C.C. n. 53 del 22.07.2019. Nella presente relazione sono state analizzate le Norme Tecniche di Attuazione e le cartografie ufficiali del PSC che stabiliscono le prescrizioni riguardanti gli ambiti naturali dell'area di progetto.

Nel dettaglio e state analizzate le Tavole:

- Tavola 8 "Carta della vulnerabilità degli acquiferi": L'area in oggetto ricade all'interno di una zona soggetta a protezione totale degli Acquiferi principali, dal momento che insiste sul complesso superficiale A0 caratterizzato da sedimenti fini (Figura 3);
- Tavola 10 "Limitazioni geologiche": si evidenzia come l'area oggetto di studio appartenga ad una successione stratigrafica TIPO 4, caratterizzata da *"argille e limi prevalenti con bassi valori di resistenza al taglio ed alti indici di compressibilità; generalmente è presente un livello di argille e/o limi di almeno 10 m di spessore con bassa consistenza ed alti indici di plasticità ($PI > 40\%$) e contenuto d'acqua. Di conseguenza, in relazione alla bassa resistenza dei terreni, la realizzazione di fondazioni dirette è possibile solo per basse condizioni di carico, accettando comunque cedimenti non trascurabili. Potrebbe quindi essere necessaria anche per carichi contenuti la realizzazione di fondazioni profonde, da intestare nei livelli ghiaiosi sottostanti, dei quali dovrà comunque essere verificata la resistenza e lo spessore"* (Figura 4).

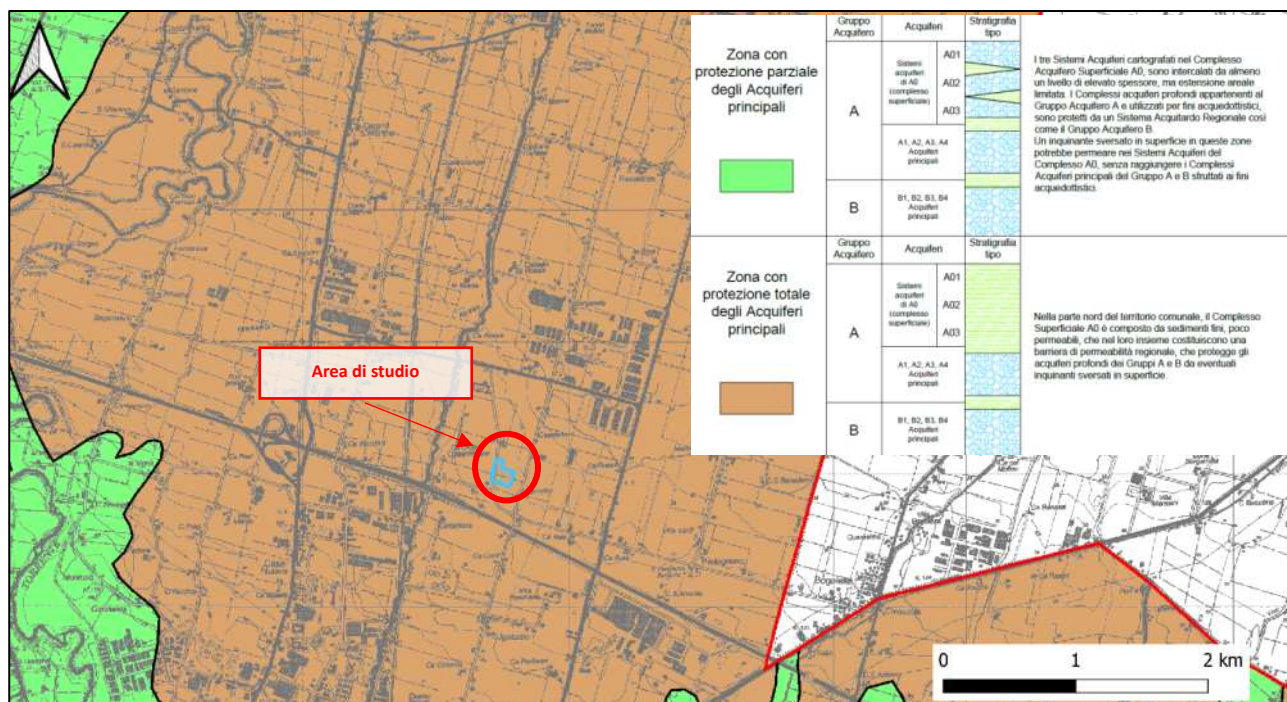


Figura 3 - Stralcio carta "Vulnerabilità degli acquiferi" – Tavola 8 PSC 2030 Parma.

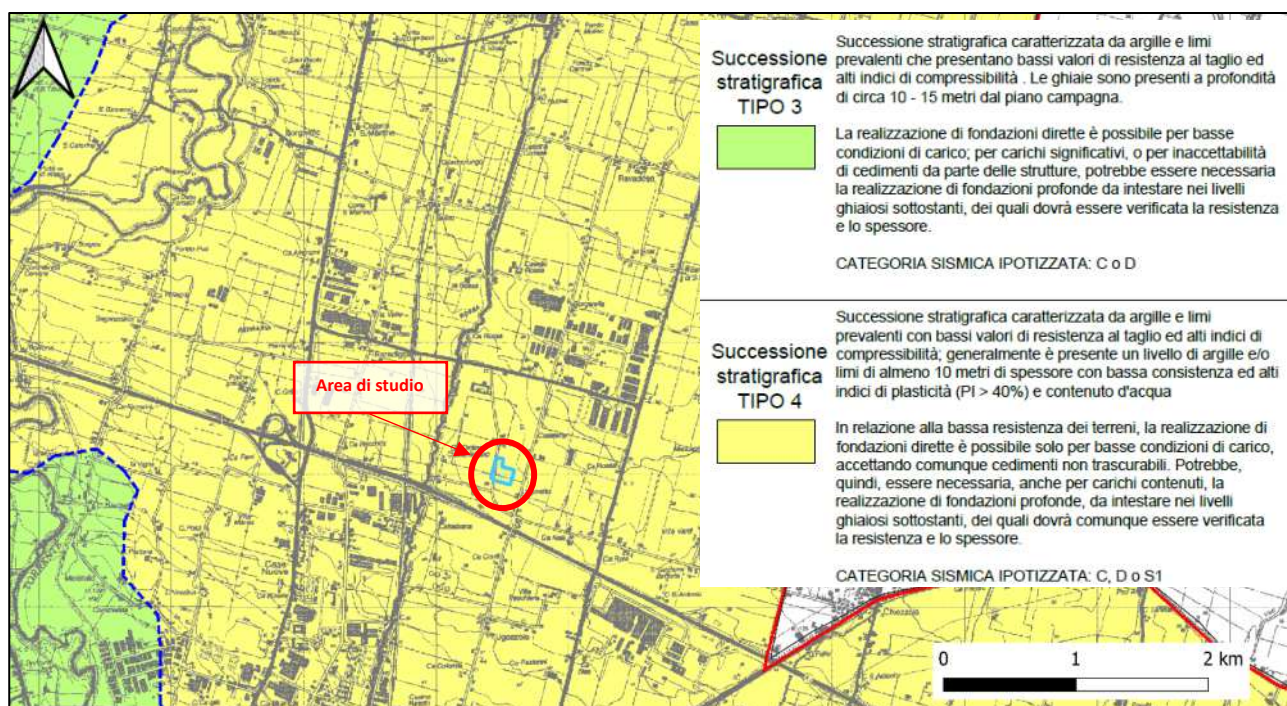


Figura 4 - Stralcio carta "limitazioni geologiche" – Tavola 10 PSC 2030 Parma.

4. Inquadramento geografico e cartografico

L'area di studio si trova in Strada della Lupa, nell'area Nord-Est del Comune di Parma (Figura 5), in un contesto pianeggiante, ad una quota di circa 37÷38 m s.l.m. (Coordinate UTM WGS84 EPSG:4326 Lon. 10.358917 Lat. 44.837887). Dalla disamina della tavola *Ambiti Territoriali* del PSC di Parma, l'area appartiene al territorio urbano 27APS che risulta caratterizzato da *Ambiti specializzati per attività produttive di rilievo sovracomunale- Aree ecologicamente attrezzate* (art. A-13 e A-14 L.R. 20/2000).

La cartografia di riferimento è la seguente:

- CTR scala 1: 25.000 Foglio n° 18250 Parma Nord-Est
- CTR scala 1: 10.000 sezione n° 182130 Parma Nord-Est (Figura 6)
- CTR scala 1: 5.000 elemento n° 182134 Paradigna (Figura 7)
- NCT del Comune di Parma Foglio n° 26 Sez. B Mappale n° 361



Figura 5 - Ortofoto dell'area oggetto di studio. In rosso il punto di cui vengono espresse le coordinate nel testo.

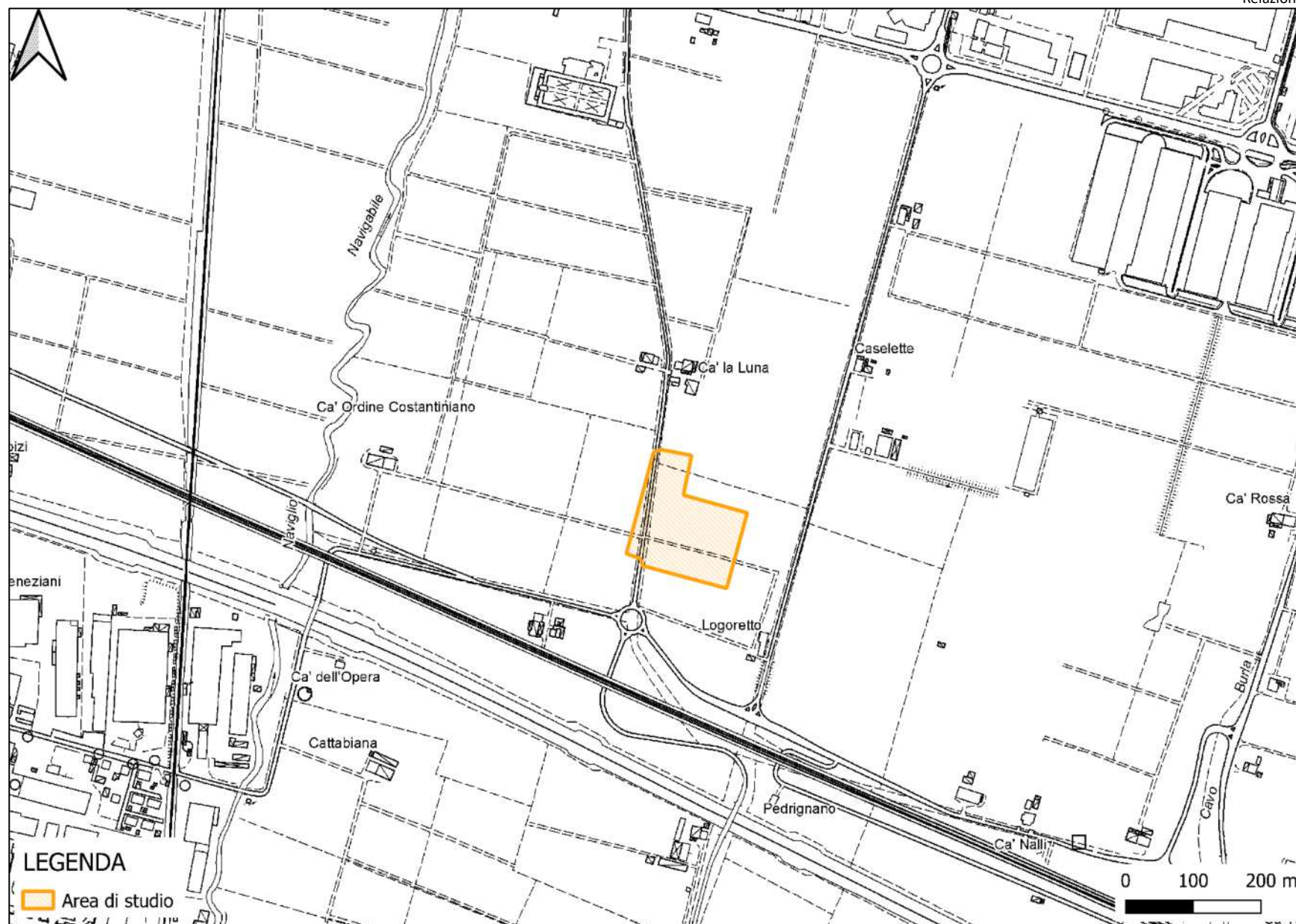


Figura 6 - Stralcio Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 sezione n° 182130 Parma Nord-Est.



Figura 7 - Stralcio Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000 sezione n° 182134 Paradigna.

5. Inquadramento geologico

5.1. Assetto geologico-strutturale

L'area in esame appartiene al settore meridionale della Pianura dell'Emilia-Romagna costituita dai depositi del fiume Po e dei suoi affluenti appenninici.

La genesi della Pianura dell'Emilia-Romagna ha inizio nel Pleistocene medio, circa 500.000 anni fa quando il mare ritirandosi dal margine appenninico ha permesso la deposizione di sedimenti alluvionali quaternari che si depositarono sul substrato di sedimenti marini pliocenici e pleistocenici (i depositi dell'area in esame sono caratterizzati da una potente successione terrigena del Quaternario). L'assetto di tale corpo sedimentario è quindi il risultato dell'evoluzione deposizionale dei corsi d'acqua legato alle variazioni climatiche del Pleistocene e ai recenti movimenti tettonici della zona di margine, vale a dire di quella fascia interposta tra la Pianura Padana e l'Appennino.

Nel sottosuolo i depositi alluvionali della pianura costituiscono un cuneo sedimentario che si allarga velocemente procedendo dal margine appenninico verso Nord.

L'andamento strutturale dell'Appennino sepolto è causato da una compressione e da un raccorciamento della crosta. Questi fenomeni sono legati a una doppia subduzione o a un ispessimento della crosta. In questo quadro generale, la rete idrografica maggiore si sviluppa lungo i principali assi di sinclinali sepolte.

In tale schema la pianura parmense è compresa nell'arco delle pieghe emiliane, caratterizzate da due distinti fasci di thrust: il primo, più meridionale detto fronte di accavallamento appenninico, definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, su cui insiste l'area in oggetto, viene detto fronte di accavallamento esterno e definisce il limite dell'Appennino sepolto (Figura 8).

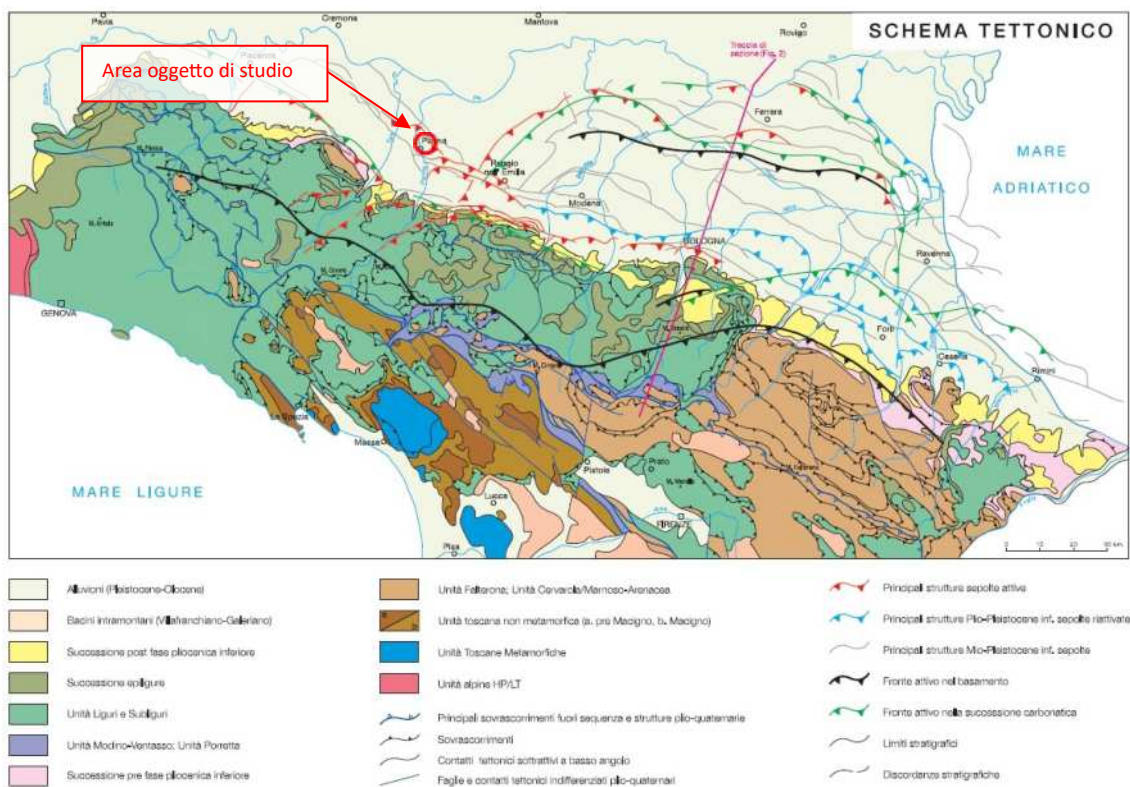


Figura 8 - Schema tettonico in cui si individua l'area oggetto di studio.

In conformità con le convenzioni adottate dal Servizio Geologico e cartografico della Regione Emilia-Romagna, le unità stratigrafiche definite e utilizzate nel presente studio rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali (*sensu Mitchum et al., 1977*). Si distinguono infatti, da un punto di vista gerarchico, due sequenze principali: il Supersistema del Quaternario Marino, costituito da depositi pelagici e marini, e il Supersistema Emiliano-Romagnolo, costituito da depositi di ambiente continentale.

Nel complesso, i depositi affioranti nel territorio in esame sono relativi al Supersistema Emiliano-Romagnolo, più precisamente al Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore. Quest'ultimo è caratterizzato da due direzioni di progradazione: una Est-vergente, originata dal fiume Po, e una Nordest-vergente, originata dai sistemi di alimentazione appenninici.

Sulla base delle direzioni di progradazione, è infatti possibile individuare tre classi di sistemi deposizionali:

- Pianura pedemontana ad alimentazione appenninica;
- Pianura alluvionale ad alimentazione appenninica;
- Pianura alluvionale di alimentazione assiale (Paleo Po);

L'intera area in esame ricade all'interno del sistema deposizionale di pianura alluvionale ad alimentazione appenninica, si tratta nello specifico di depositi di argine, canale e rotta fluviale (Figura 9).

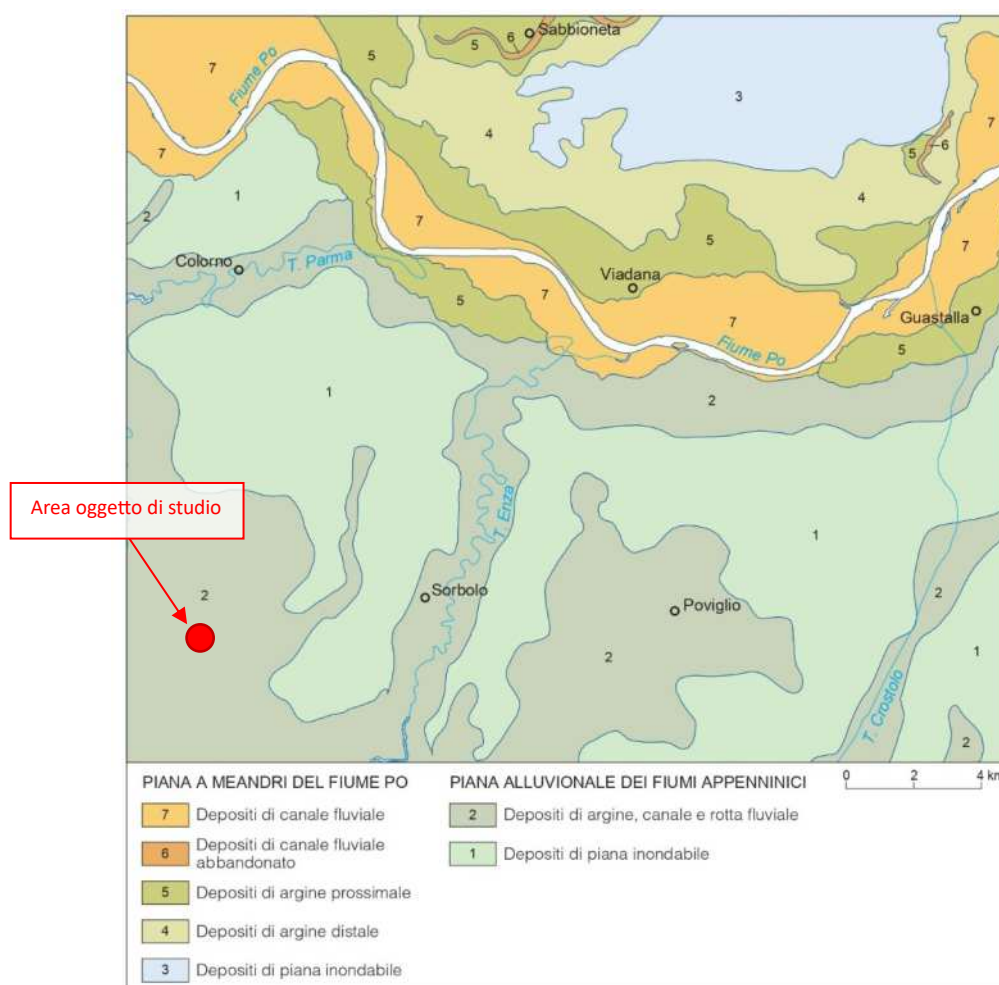


Figura 9 - Schema dei sistemi deposizionali presenti nella Carta Geologica di Superficie del Foglio 182 Guastalla (Progetto CARG).

L'area di studio, così come riportato nella cartografia tematica esistente (Carta Geologica pubblicata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna scala 1: 10.000, Figura 10) si colloca in corrispondenza dei depositi alluvionali del Subsistema di Ravenna (AES8). Tali depositi risultano formati da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi intravallivi terrazzati. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 m.

Come evidenziato dalla sezione in Figura 11, collocata poco ad Est rispetto all'area oggetto di studio, al di sotto del Subsistema di Ravenna-AES8 si colloca il Subsistema di Villa Verucchio AES7. Quest'ultimo è costituito da ghiaie, sabbie, limi e argille di ambiente alluvionale. Lo spessore di AES7 è compreso tra i 50 ed i 90 metri circa.



Legenda

- | | | | | |
|--------------------|-----------------------|----------------|---|--|
| Sezione 166 DB RER | Formazioni geologiche | Tessitura | Lineamenti geomorfologici | Elementi strutturali |
| Area di studio | AES8 | Argilla Limosa | Traccia di alveo fluviale abbandonato certo | Sovrascorrimiento profondo post-tortoniano dedotto |
| | AES8a | Limo Sabbioso | | |

Figura 10 - Stralcio Carta geologica scala 1:10.000 (SGSS Regione Emilia-Romagna).

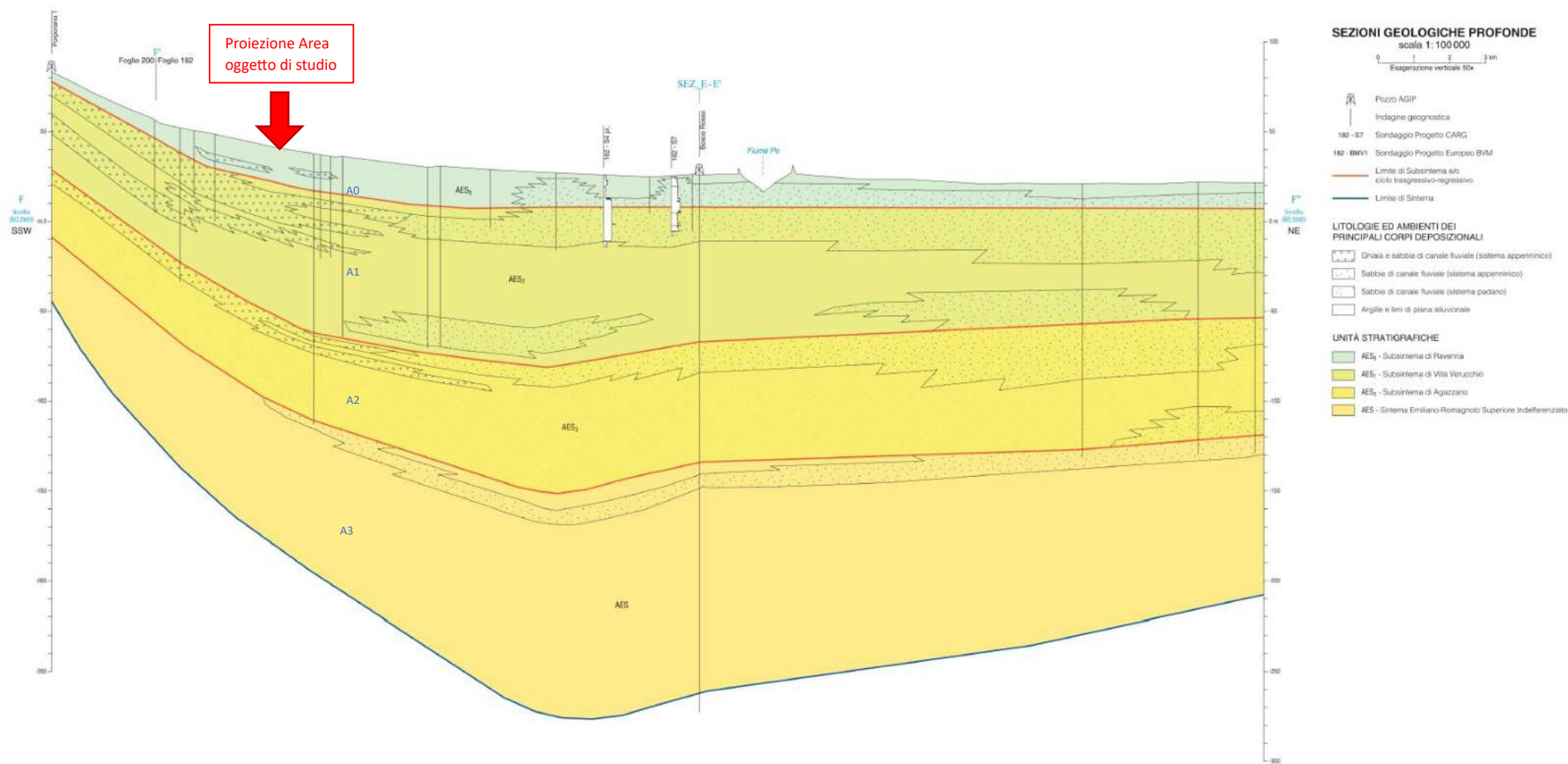


Figura 11 - Sezione 166 dello spessore massimo di 300 metri. L'ubicazione della sezione è visibile in Figura 10.

5.2. *Assetto morfologico e idrologico*

L'area in oggetto si trova ad una quota di circa 37 metri s.l.m., ed è inserita in un contesto morfologico pianeggiante, trovandosi nella zona di transizione tra la fascia collinare pedeappenninica e l'alta pianura Padana. Presenta una bassissima acclività, nell'ordine dell'1÷2‰, con una leggera pendenza orientata verso N-NE. Per tali caratteristiche l'area non presenta alcuna predisposizione al dissesto.

La morfologia pianeggiante risulta interrotta dalla presenza dei Torrenti Parma, a occidente, ed Enza, a oriente, i quali rappresentano la rete idrologica predominante.

Grazie alle immagini storiche reperibili su Google Earth Pro, è stato possibile esaminare l'evoluzione della morfologia e topografia dell'area presa in considerazione nel corso del tempo:

- a) Maggio 2011 – L'immagine aerea evidenzia chiari segni di rimaneggiamenti del terreno nell'area considerata. (Figura 12a)
- b) Marzo 2014 – Nel corso di tre anni, l'area ha subito significative trasformazioni (Figura 12b):
 - 1. La strada, originariamente adiacente al lato sinistro dell'area di studio, è stata dismessa e ricostruita alcuni metri più a Ovest.
 - 2. È stato realizzato un fossato con orientamento Nord-Sud, insieme a canali minori e scoli presenti nell'area di progetto con la stessa direzione. Questi canali artificiali sono stati progettati per raccogliere gli eccessi di precipitazioni atmosferiche e convogliarli verso il canale artificiale Naviglio, che scorre nelle immediate vicinanze a Ovest dell'area in questione.
 - 3. Un argine è stato costruito lungo l'intero perimetro del polo ambientale.
- c) Agosto 2015 – È evidente che i fossati con orientamento Nord-Sud sono stati sostituiti da canali con orientamento Est-Ovest (Figura 12c).
- d) Giugno 2019/marzo 2020 – Si notano nuovi movimenti terra nell'area di studio; in particolare è evidente che nell'area sono stati conferiti importanti volumi di materiale di riporto (Figura 13d).
- e) Luglio 2021 – I movimenti terra sono proseguiti coinvolgendo un'area di circa 0,65 ettari (Figura 13e).
- f) Luglio 2023 – I movimenti terra sono chiaramente proseguiti coinvolgendo quasi totalmente l'area di studio (Figura 13f).

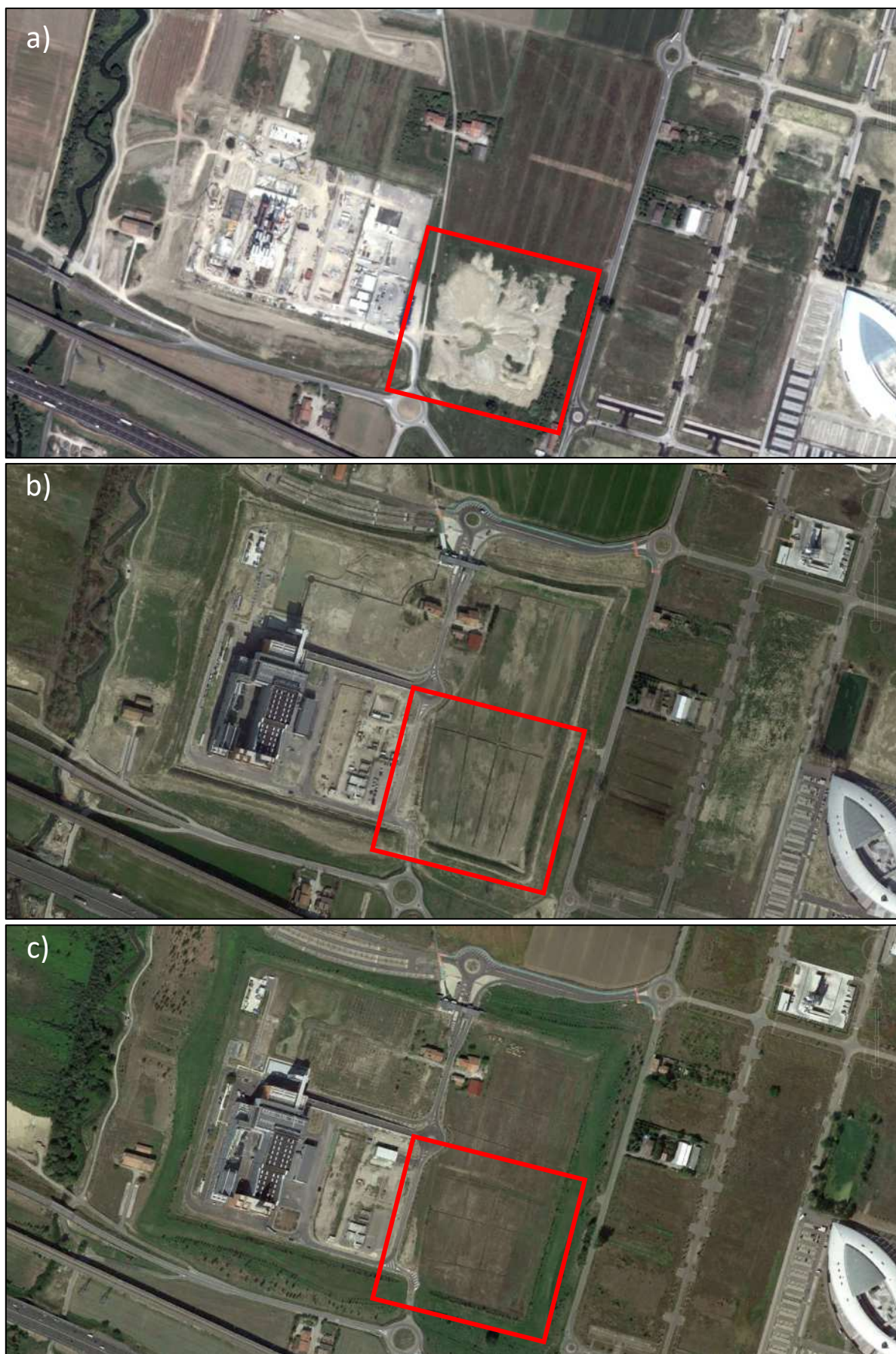


Figura 12- Foto aeree storiche dell'area di progetto: a) maggio 2011 - b) marzo 2014 - c) agosto 2015.



Figura 13 - Foto aeree storiche dell'area di progetto: d) giugno 2019/marzo 2020 - e) luglio 2021 - f) luglio 2023.

5.3. Assetto idrogeologico della pianura emiliano-romagnola

Gli acquiferi della pianura emiliano-romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore variabile da pochi metri a varie centinaia di metri e in minima parte da depositi marini marginali. La distribuzione di questi corpi sedimentari nel sottosuolo è schematicamente rappresentata nella sezione che attraversa tutta la pianura da Sud a Nord, ovvero dal margine appenninico, che separa gli acquiferi montani da quelli di pianura, al Fiume Po (Figura 14).

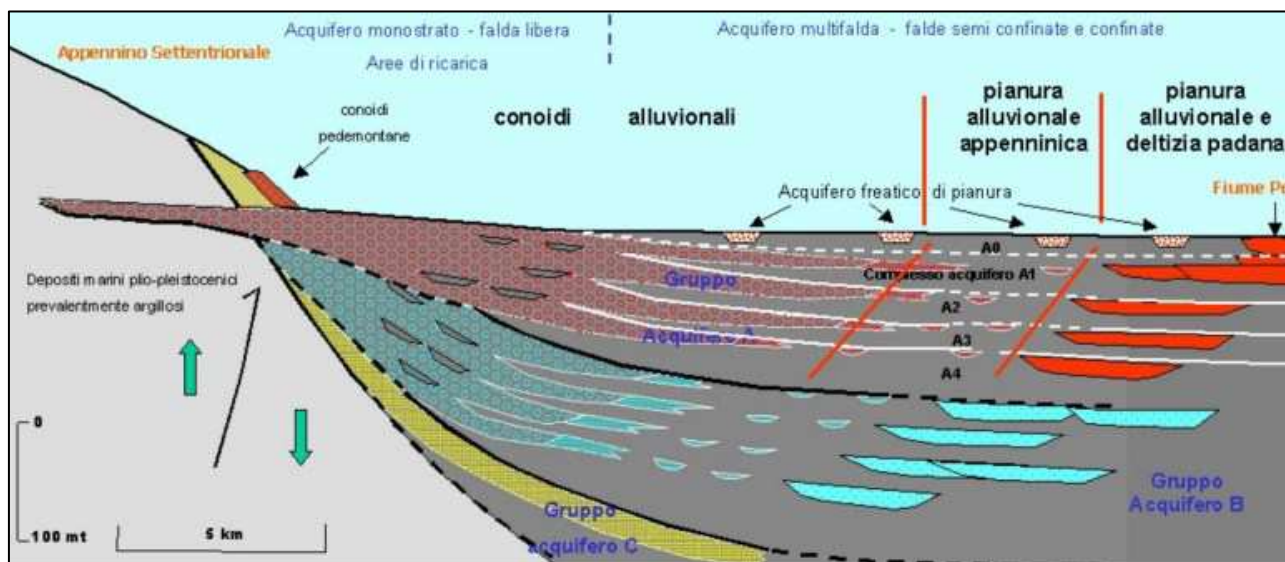


Figura 14 - Sezione geologica schematica di sottosuolo della pianura emiliano-romagnola. Relazione tra i complessi idrogeologici.

Procedendo quindi dal margine appenninico verso Nord, si trovano nell'ordine: le conoidi alluvionali, la pianura alluvionale appenninica e la pianura alluvionale e deltizia del Po.

Le conoidi alluvionali si formano grazie ai sedimenti che i fiumi depositano all'uscita dalla valle, dove il corso d'acqua non è più confinato lateralmente e vi è una brusca diminuzione della pendenza topografica. Nella porzione più vicina al margine (conoidi prossimali), allo sbocco del fiume nella pianura, prevalgono le ghiaie grossolane e frequentemente affioranti, che proseguono nel sottosuolo con spessori importanti, anche di alcune centinaia di metri, mentre i depositi fini sono rari e discontinui; procedendo verso la pianura aumenta invece la presenza di depositi fini che si alternano a quelli ghiaiosi (qui sepolti) in corpi tabulari molto estesi (conoidi distali).

Dal punto di vista idrogeologico le conoidi alluvionali, con i loro depositi molto permeabili e molto spessi, sono i principali acquiferi della pianura emiliano-romagnola. In particolare, le conoidi prossimali sono sede di un esteso acquifero freatico ricaricato direttamente dalle acque superficiali dei fiumi e dalle precipitazioni meteoriche, mentre le conoidi distali costituiscono un complesso sistema di acquiferi multistrato con falde confinate e semi confinate.

L'area oggetto di studio da un punto di vista idrogeologico è inquadrabile all'interno della pianura alluvionale appenninica, caratterizzata da una falda freatica superficiale e da corpi idrici profondi confinati o semi confinati che vengono classificati, secondo la relazione tecnica *Riserve idriche sotterranee della regione Emilia-Romagna*, in Gruppi Acquiferi A, B e C.

5.3.1. Dinamica delle acque sotterranee nell'area di studio

Le caratteristiche idrodinamiche del territorio in esame sono rappresentate nella seguente Figura 15, ove viene proposto uno stralcio dell'elaborato SA5-04 - *Idrogeologia*, del Quadro Conoscitivo del P.S.C. del Comune di Parma 2030, dove si vede che questa porzione di territorio ricade nell'area di ricarica delle falde posta nella parte più settentrionale della pianura parmense, in una zona di protezione totale degli Acquiferi principali (Figura 15).

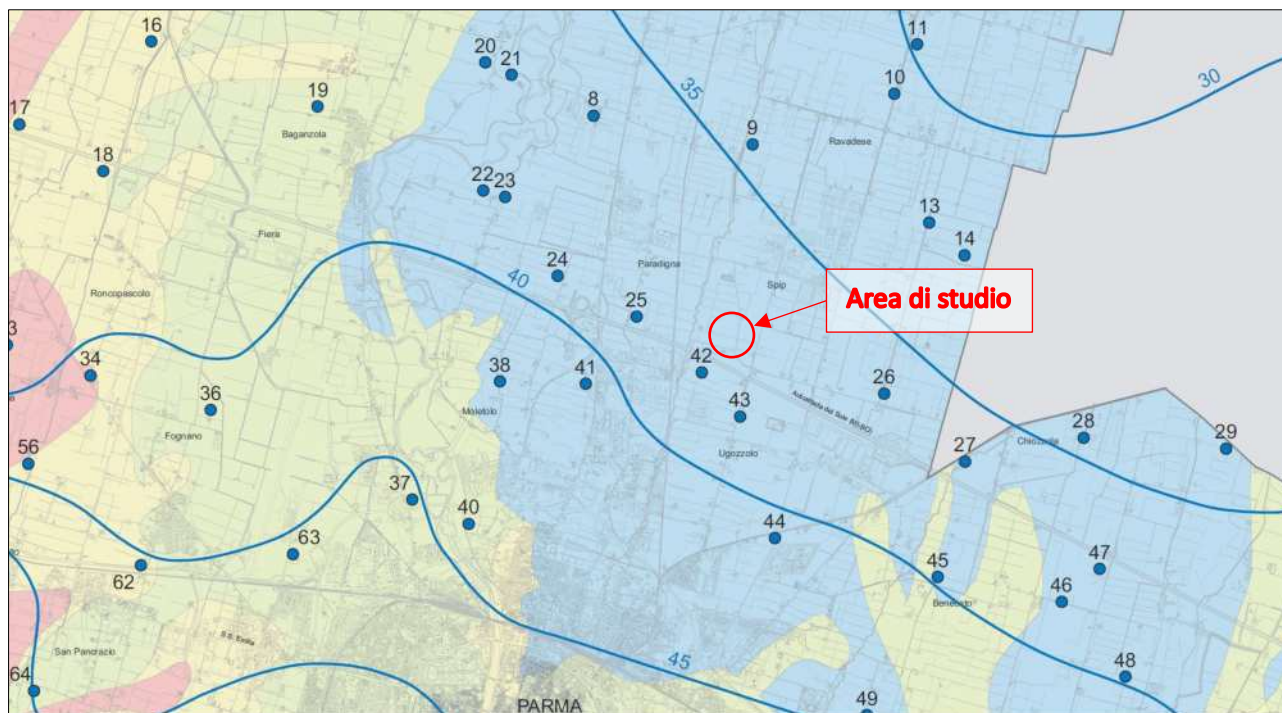








Figura 15 – Stralcio dell'elaborato SA5-04 - *Idrogeologia*, del Quadro Conoscitivo del PSC di Parma 2030.

L'andamento delle isopieze è in sostanziale accordo con le caratteristiche generali dell'unità idrogeologica. La direzione del flusso idrico sotterraneo, sempre ortogonale all'andamento delle isopieze stesse, presenta orientamento verso Nord-Nord-Est. Il gradiente idraulico si mantiene su valori medi dell'ordine del 2‰.


Il Complesso acquifero più superficiale, che può interferire con le strutture in progetto, è denominato A0 e ha le seguenti caratteristiche:

- in esso prevalgono le *idrofacies* fini poco permeabili che, nel loro insieme, costituiscono una Barriera di Permeabilità Regionale che protegge gli acquiferi profondi del Gruppo A (cfr. la Legenda della Figura 15);
- il Complesso Superficiale A0 è a sua volta suddiviso in tre sistemi acquiferi, A01, A02 e A03;
- il sistema acquifero A01 è caratterizzato da una stratigrafia formata da livelli limo-sabbiosi che si intercalano a terreni coesivi di natura prevalentemente argillosa, fino a profondità variabili fra 7 e 10 m dal piano campagna;
- in occasione di periodi prolungati particolarmente piovosi, la falda può raggiungere quote anche superiori al piano campagna.

Legenda

Zona di alimentazione dei Gruppi Acquiferi A e B	Gruppo Acquifero		Stratigrafia tipo	
	Gruppo Acquifero	Acquiferi		
	A	Sistemi acquiferi d'A0 (complesso superficiale)	A01 A02 A03	La successione stratigrafica è caratterizzata dalla presenza di strati di ghiaie amalgamate che dal piano campagna si estendono fino a profondità rilevanti senza interposizioni significative di livelli fini poco permeabili. Un inquinante versato in superficie in queste zone potrebbe permeare in tutti gli Acquiferi del Gruppo A e B, compresi quelli sfruttati per usi acquedottistici.
		A1, A2, A3, A4 Acquiferi principali		
	B	B1, B2, B3, B4 Acquiferi principali		
	A	Sistemi acquiferi d'A0 (complesso superficiale)	A01 A02 A03	La successione stratigrafica è caratterizzata dalla presenza di strati di ghiaie amalgamate che dal piano campagna si estendono fino a profondità rilevanti senza interposizioni significative di livelli fini poco permeabili. In tali zone i Complessi Acquiferi del Gruppo B si trovano a profondità rilevanti e protetti da livelli con spessori plurimetri costituiti in prevalenza da terreni poco permeabili ed estesi su scala regionale (Sistema Acquifero). Un inquinante versato in superficie in queste zone potrebbe permeare in tutti i Sistemi Acquiferi del Gruppo A, anche in quelli sfruttati per usi acquedottistici; i Complessi Acquiferi del Gruppo B si trovano in questa zona a profondità rilevanti e protetti da barriere impermeabili con spessori plurimetri, estese su scala regionale (Sistema Acquifero).
		A1, A2, A3, A4 Acquiferi principali		
	B	B1, B2, B3, B4 Acquiferi principali		
	A	Sistemi acquiferi d'A0 (complesso superficiale)	A01 A02 A03	Rappresenta le zone d'interconnessione dei principali sistemi fluviali (Taro, Baganza, Parma ed Enza). I tre Sistemi Acquiferi, costituenti il Complesso Acquifero A0, sono interconnessi da almeno un livello limoso - argilloso di elevata spessore, ma estensione areale piuttosto limitata. Anche i rapporti tra i sottostanti Complessi Acquiferi del Gruppo A e del Gruppo B sono caratterizzati dall'interconnessione di livelli poco permeabili, discontinui, con spessori superiori generalmente ai 2 metri. Un inquinante versato in superficie in queste zone potrebbe permeare in tutti i Sistemi Acquiferi del Gruppo A e B, con effetto ritardato da barriere impermeabili di estensione ridotta.
		A1, A2, A3, A4 Acquiferi principali		
	B	B1, B2, B3, B4 Acquiferi principali		
	A	Sistemi acquiferi d'A0 (complesso superficiale)	A01 A02 A03	I tre Sistemi Acquiferi cartografati nel Complesso Acquifero Superficiale A0, sono interconnessi da almeno un livello limoso - argilloso di elevata spessore, ma estensione areale limitata. Anche i rapporti tra i sottostanti Complessi Acquiferi del Gruppo A sono caratterizzati dall'interconnessione di livelli poco permeabili, discontinui, con spessori superiori generalmente ai 2 metri. Un inquinante versato in superficie in queste zone potrebbe permeare nei Sistemi Acquiferi del Gruppo A, con effetto ritardato da barriere impermeabili di estensione ridotta; i Complessi Acquiferi del Gruppo B si trovano in questa zona a profondità rilevanti e protetti da barriere impermeabili con spessori plurimetri, estese su scala regionale (Sistema Acquifero).
		A1, A2, A3, A4 Acquiferi principali		
	B	B1, B2, B3, B4 Acquiferi principali		
	A	Sistemi acquiferi d'A0 (complesso superficiale)	A01 A02 A03	I tre Sistemi Acquiferi cartografati nel Complesso Acquifero Superficiale A0, sono interconnessi da almeno un livello di elevata spessore, ma estensione areale limitata. I Complessi Acquiferi profondi appartenenti al Gruppo Acquifero A e utilizzati per fini acquedottistici, sono protetti da un Sistema Acquifero Regionale così come il Gruppo Acquifero B. Un inquinante versato in superficie in queste zone potrebbe permeare nei Complessi Acquiferi del Complesso A0, senza raggiungere i Complessi Acquiferi Principali del Gruppo A e B sfruttati ai fini acquedottistici.
		A1, A2, A3, A4 Acquiferi principali		
	B	B1, B2, B3, B4 Acquiferi principali		
	A	Sistemi acquiferi d'A0 (complesso superficiale)	A01 A02 A03	Nella parte nord del territorio comunale, il Complesso Superficiale A0 è composto da sedimenti fini, poco permeabili, che nel loro insieme costituiscono una barriera di permeabilità regionale, che protegge gli Acquiferi profondi del Gruppo A e B da eventuali inquinanti versati in superficie.
		A1, A2, A3, A4 Acquiferi principali		
	B	B1, B2, B3, B4 Acquiferi principali		

 Isopleze Maggio-Giugno 2000 (m.s.l.m.) - (Froldi 2006)

 Pozzi della rete di misura

 Confine comunale

5.3.2. Variazione dei livelli della falda superficiale

Nell'impianto del Polo Ambientale Integrato, ad Ovest dell'area di studio, sono stati installati due piezometri (Pz1 e Pz5 - Figura 16) per il monitoraggio delle acque sotterranee che hanno sede nell'acquifero superficiale, ove possono essere presenti piccole falde sospese (cfr. § 5.3.1.).

Questi due piezometri sono stati presi come riferimento per determinare le variazioni del livello della falda superficiale anche nell'area di studio, poiché le due zone sono sia topograficamente sia idrogeologicamente molto simili.

Nella tabella seguente sono specificate le caratteristiche dei due piezometri.

Piezometro	Coordinata ED50 / UTM 32 Est = X	Coordinata ED50 / UTM 32 Nord = Y	Profondità finale [m]	Profondità tratto chiuso [m]	Profondità tratto fenestrato [m]
Pz1	607.342	966.527	4,60	da 0,00 a 1,60	da 1,60 a 4,60
Pz5	607.014	966.042	4,70	da 0,00 a 1,70	da 1,70 a 4,70



Figura 16 – Ubicazione dei piezometri Pz1 e Pz5 all'interno dell'area PAI.

Il livello di falda è stato misurato con regolarità, a cadenza semestrale, dall'inizio dei monitoraggi (2007 per Pz 1 e 2008 per Pz 5) fino al 2011.

Nella Figura 17, si riporta il grafico di tale livello, espresso in valore assoluto, al variare del tempo. L'irregolarità che si può osservare, a giudizio degli scriventi, trova giustificazione nella ridottissima permeabilità dei terreni al cui interno si trovano le acque in esame, che fa sì che i livelli, a causa della difficoltà di porsi in equilibrio col contesto circostante, siano condizionati prevalentemente da fattori locali.

Più recentemente, nel 2022, la falda superficiale è stata misurata con cadenza mensile (cfr. risultati riportati nel grafico di Figura 18).

Anche in questo caso, si notano, seppure in maniera meno evidente che in Figura 17, dei comportamenti differenti nei due punti di rilievo, attribuibili a fattori locali, a causa della scarsa continuità dei serbatoi idrici nel primo sottosuolo

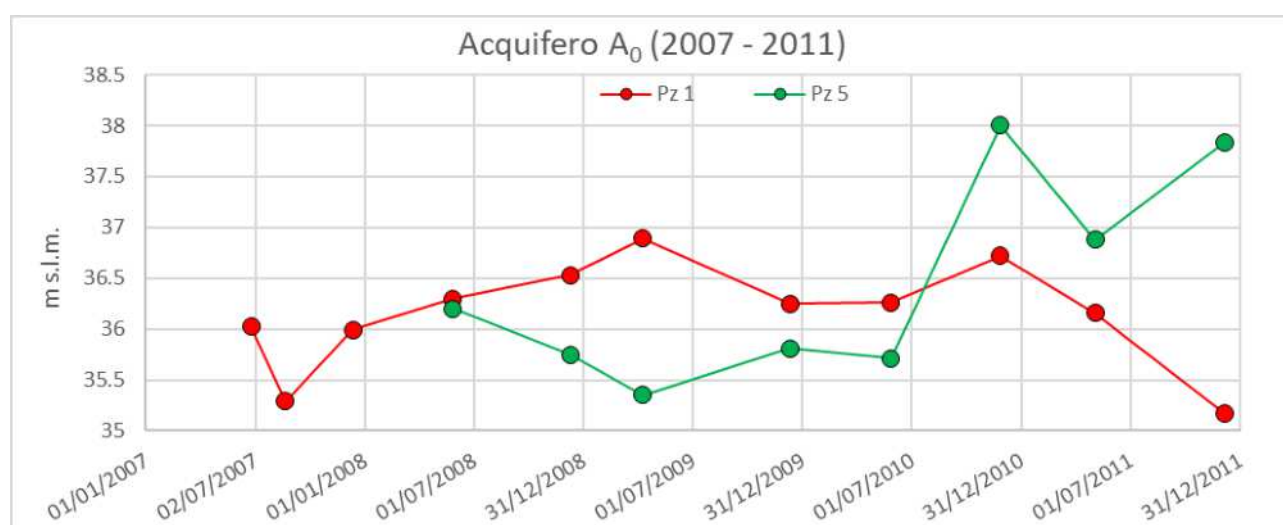


Figura 17– Livello di falda in m.s.l.m. misurato nei due piezometri intestati in A0 (2007 - 2011).

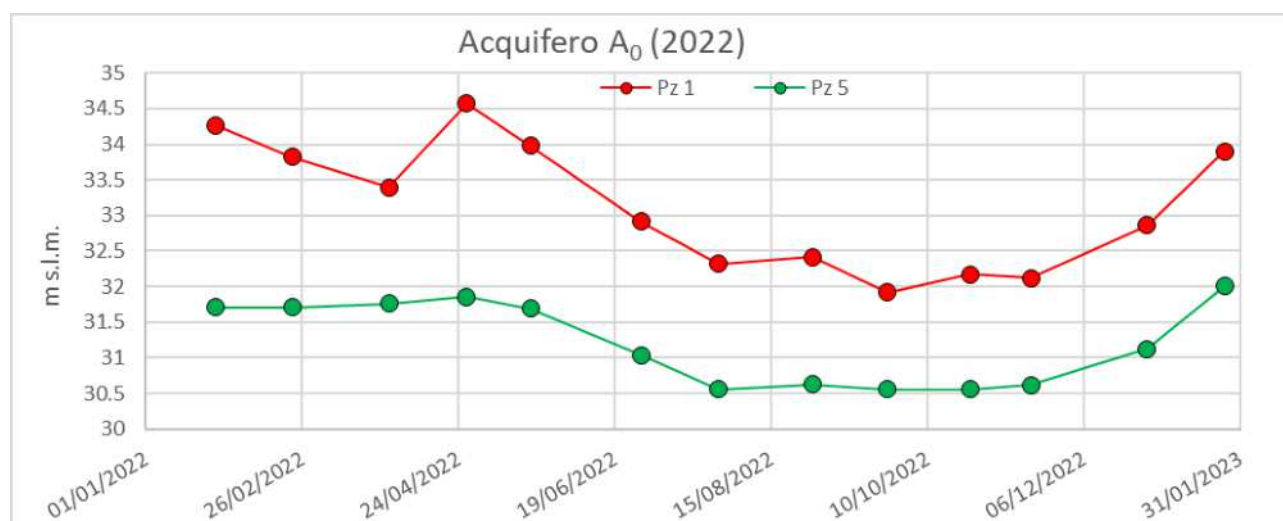


Figura 18 – Livello di falda in m.s.l.m. misurato nei due piezometri intestati in A0 (2022 - 2023).

È opportuno qui precisare che, durante la presente campagna di indagini, il sondaggio S2 è stato attrezzato a piezometro per il monitoraggio delle acque sotterranee che hanno sede nell'acquifero superficiale. Dopo alcuni giorni, il 17 ottobre 2023, è stata realizzata la lettura del livello piezometrico della falda superficiale, stabilizzatosi nel frattempo a 2,48 m dal piano campagna, corrispondente ad una quota di 35,16 m s.l.m.

6. Indagini in sito

Dopo una fase preliminare che ha permesso l'inquadramento geologico dell'area, si è proceduto alla caratterizzazione dei terreni in posto mediante l'esecuzione di n. 18 prove penetrometriche statiche con piezocono CPTu e n. 2 sondaggi a carotaggio continuo.

I due sondaggi S1 ed S2 sono ubicati come da Figura 19 e sono stati spinti rispettivamente fino a 35 metri e 20 metri di profondità dal piano campagna. Di entrambi i sondaggi si riporta in allegato la stratigrafia con relativa descrizione. Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati eseguiti anche:

S1	S2
n. 2 prove di permeabilità a carico variabile (Lefranc)	n. 2 prove di permeabilità a carico variabile (Lefranc)
n. 2 prove pressiometriche (Ménard)	n. 2 prove pressiometriche (Ménard)
n. 5 campioni indisturbati tipo Shelby	n. 4 campioni indisturbati tipo Shelby
n. 4 campioni disturbati	n. 3 campioni disturbati
n. 5 Standard penetration test (SPT)	

Dopo aver eseguito la perforazione a carotaggio continuo S1, il foro è stato attrezzato per l'esecuzione di una prova sismica down-hole, che ha avuto luogo il giorno 17/10/2023. Dopo aver eseguito la perforazione a carotaggio continuo S2, il foro è stato cementato ed è stata eseguita a fianco una perforazione fino alla profondità di -7 m da p.c. attrezzata a piezometro, con tubi fenestrati da -7 m fino a -1 m da p.c. L'ultimo metro è stato dotato di tubo cieco ed infine cementato.

Le prove penetrometriche sono state ubicate come riportato in Figura 19 e sono state spinte fino alla profondità massima di circa 25 metri dall'attuale piano campagna. Si vuole sottolineare come le indagini geognostiche permettono di ritenere la caratterizzazione operata del tutto idonea ad investigare il cosiddetto "volume significativo", inteso come il volume interessato dalla trasmissione dei carichi dell'opera in progetto, così come definito dalle raccomandazioni AGI 1975 inerenti la programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche nonché al punto "B3", lettera "B" del succitato D.M. 11/03/1988 n. 127 suppl. e all'art. 7.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

Le prove penetrometriche CPTu sono state condotte in conformità alla normativa internazionale ASTM D5778-20 - Standard Test Method for Electronic Friction Cone and Piezocone Penetration Testing of Soils.

Nelle tabelle 1 e 2 sono riportate le ubicazioni delle indagini geognostiche nelle coordinate WGS 84-EPDG 32632 e ED50 EPSG23032 e le relative quote assolute.

	Coordinate sistema ED50 – UTM zona 32		Coordinate sistema WGS84		Quota (m s.l.m.)
	EPSG:23032		EPSG:4326		
	Est	Nord	Latitudine	Longitudine	
S1	607532.96	4965985.86	44.837411°	10.359461°	38,214
S2	607457.33	4966026.60	44.837789°	10.358513°	37,639

Tabella 1 - Coordinate ED50 e WGS84 dei sondaggi a carotaggio continuo e relative quote assolute.

	Coordinate sistema ED50 – UTM zona 32		Coordinate sistema WGS84		Quota (m s.l.m.)
	EPSG:23032		EPSG:4326		
	Est	Nord	Latitudine	Longitudine	
CPTU1	607466,92	4966124,43	44.838668°	10.358655°	37,418
CPTU2	607495,83	4966116,58	44.838593°	10.359019°	37,767
CPTU3	607464,97	4966084,84	44.838312°	10.358622°	37,740
CPTU4	607487,40	4966081,66	44.838280°	10.358905°	38,003
CPTU5	607464,87	4966057,51	44.838066°	10.358615°	38,191
CPTU6	607457,13	4966029,04	44.837811°	10.358511°	37,639
CPTU7	607449,30	4966000,69	44.837557°	10.358406°	37,745
CPTU8	607429,94	4965980,92	44.837382°	10.358157°	37,961
CPTU9	607456,48	4965968,36	44.837265°	10.358490°	37,953
CPTU10	607507,98	4966042,45	44.837924°	10.359157°	38,138
CPTU11	607580,09	4966022,77	44.837736°	10.360065°	37,975
CPTU12	607538,45	4966012,18	44.837647°	10.359536°	38,137
CPTU13	607496,80	4966001,48	44.837557°	10.359007°	38,345
CPTU14	607532,86	4965991,53	44.837462°	10.359461°	38,214
CPTU15	607568,92	4965981,69	44.837368°	10.359915°	38,178
CPTU16	607485,63	4965960,40	44.837189°	10.358857°	38,480
CPTU17	607527,27	4965971,10	44.837279°	10.359386°	38,294
CPTU18	607557,75	4965940,72	44.837001°	10.359765°	38,309

Tabella 2- Coordinate ED50 e WGS84 delle indagini penetrometriche statiche con piezocono CPTu e relative quote assolute.

Sono state poi eseguite indagini sismiche mediante tecnica MASW e Down-hole, al fine di ottenere la caratterizzazione del terreno da un punto di vista sismico fino alla profondità di oltre 30 metri dal piano campagna, in accordo con quanto previsto dal D.P.C.M 3274 e dalle Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 17/01/2018.

Si sono inoltre realizzate indagini sismiche con acquisizioni di microtremiti a stazione singola HVSR al fine di valutare la frequenza fondamentale f_0 di vibrazione del terreno, per la stima degli effetti di amplificazione di sito in tre diverse aree del lotto indagato.

Si è inoltre deciso di verificare la presenza e l'ubicazione di strutture sepolte tramite l'esecuzione di n. 4 stendimenti di tomografia elettrica.



Figura 19 - Ubicazione delle indagini svolte nell'area oggetto di studio.

6.1. Sondaggi a carotaggio continuo S1 e S2

Tra il 5/10/2023 e il 12/10/2023 sono stati eseguiti n. 2 sondaggi verticali a carotaggio continuo, denominati S1 e S2, con sonda perforatrice a rotazione marca Soilmecc modello SM-6 Stage V spinti fino ad una profondità di 35 m e di 20 m dal piano campagna rispettivamente.

Per l'estrazione dei campioni litologici è stato utilizzato un carotiere semplice della lunghezza di 150 cm con diametro \varnothing 101 mm. La stabilità delle pareti durante la perforazione è stata assicurata dall'impiego di un rivestimento provvisorio di diametro pari a \varnothing 127 mm. L'analisi litostratimetrica del sondaggio è stata condotta mediante l'osservazione diretta del materiale alloggiato in apposite cassette catalogatrici, cercando di definire nel miglior modo possibile la litologia ed i suoi limiti riportati in stratigrafia (Figura 20, Figura 21, Figura 22 e in allegato).

Per entrambi i sondaggi sono state descritte le unità litologiche attraversate e ne è stata misurata la consistenza attraverso l'uso del penetrometro tascabile (*Pocket Penetrometer*) e dello scissometro tascabile Torvane sulle carote appena estratte e scortecciate; i valori di tali misure sono riportati nelle stratigrafie poste in allegato.

Durante l'esecuzione di S1 sono state realizzate n. 5 prove SPT (*Standard Penetration Test*). La prova SPT consiste nella conta del numero di colpi necessari per infiggere la punta, costituita da un tubo (campionatore) di dimensioni standard, per 45 cm nel terreno. Il campionatore è collegato ad una batteria di aste sulle quali agisce un maglio di peso noto che cade da un'altezza anch'essa nota (Norme ASTM D 1586-84).

L'avanzamento dei 45 cm e la conta dei colpi avviene per tre intervalli di 15 cm l'uno. I dati su cui si determina la resistenza alla penetrazione (N_{SPT}) sono il numero di colpi del secondo e terzo intervallo (gli ultimi 30 cm). La prova può essere conclusa prima dell'approfondimento di 45 cm se si raggiunge il rifiuto strumentale (indicato con R). Le prove SPT sono state eseguite negli strati di natura prevalentemente granulare per determinare le caratteristiche geomeccaniche di resistenza e compressibilità dei materiali alle diverse profondità.

I dati ricavati dalle prove SPT sono riportati in tabella 3 e nelle stratigrafie in allegato.

Sondaggio	SPT	Profondità (m da p.c.)	N. Colpi	N_{SPT}
S1	1	26,50-26,95	10-11-12	23
	2	28,00-28,45	10-19-23	42
	3	30,50-30,95	8-12-21	33
	4	32,00-32,45	11-7-7	14
	5	33,50-33,95	10-12-10	22

Tabella 3 - Valori N_{SPT} in S1.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 5 campioni tipo Shelby in S1 e n. 4 campioni Shelby in S2, nei livelli di natura prevalentemente coesiva. Il campionatore Shelby, costituito da una fustella in acciaio, permette di prelevare campioni di terreno indisturbati tramite infissione nel terreno. La fustella, dopo aver prelevato il terreno alla profondità desiderata, viene chiusa ermeticamente alle due estremità tramite l'utilizzo di paraffina colata a caldo.

Oltre ai campioni indisturbati, sono stati prelevati anche n. 4 campioni disturbati in S1 e n. 3 campioni disturbati in S2.

Le profondità dei campioni indisturbati e disturbati sono state riportate nella seguente tabella e nelle stratigrafie in allegato.

Sondaggio	Campione	Profondità	Campione	Profondità
S1	SH1	2,90-3,25	CD1	0,00-1,00
	SH2	6,00-6,40	CD2	22,00-23,00

S2	SH3	9,50-10,00	CD3	28,90-29,50
	SH4	12,60-13,10	CD4	32,00-33,00
	SH5	16,35-16,85		
	SH1	2,00-2,50	CD1	0,00-1,00
	SH2	4,90-5,40	CD2	3,50-4,00
	SH3	10,45-11,00	CD3	16,80-17,20
	SH4	15,55-16,00		

Tabella 4 - Profondità di prelievo dei campioni Shelby (SH) e dei campioni disturbati (CD) in S1 e S2.

I campioni indisturbati prelevati sono stati sigillati ed inviati al laboratorio geotecnico per eseguire le seguenti prove:

- Apertura del campione, descrizione e identificazione del campione;
- Determinazione del contenuto d'acqua allo stato naturale;
- Determinazione della massa volumica allo stato naturale mediante fustella tarata;
- Determinazione del peso specifico dei granuli;
- Analisi granulometrica per setacciatura;
- Analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro, esclusa la determinazione del peso specifico dei granuli;
- Determinazione dei limiti di Atterberg;
- Prova di taglio diretto consolidata lenta.

Sui campioni disturbati è stata effettuata un'analisi granulometrica.

Di seguito, in Tabella 5 viene presentato un riassunto dei parametri ottenuti dalle prove di laboratorio. I certificati e gli esiti delle prove sono riportati in allegato 2.

Sondaggio	Campione	Classe campione	Profondità		γ_s	LL	LP	I.P.	I.C.	Granulometria				Prova Edometrica						Taglio Diretto		Triassiale UU	
			(n.)	(n.)		da metri	a metri		(%)	(%)	(%)		G	S	L	A	Pc	O.C.R	Moduli Edometrici (kPa)				
										(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)			49,0 - 98,1	98,1 - 196,1	196,1 - 392,3	392,3 - 784,5	(kPa)	(°)	(kPa)
S1	SH1	Q5	2,90	3,33	2,75	49,1	28,1	21,0	1,0	0,0	1,6	39,9	58,5	177	3,0	2249	3632	6044	9463	11,3	19,3	72	
S1	SH2	Q5	6,00	6,40	2,71	33,5	23,2	10,3	0,5	0,0	9,6	64,5	25,9	191	1,7	2882	4432	7298	12691	5,8	21,7	66	
S1	SH3	Q4	9,50	9,95	2,76	68,6	31,0	37,6	0,8	0,0	0,3	25,8	73,9	47	0,3	1817	2399	4175	7533	6,2	18,3	69	
S1	SH4	Q5	12,60	12,90	2,77	77,2	36,2	41,0	0,9	0,0	0,4	18,7	80,9	85	0,4	1376	2314	3968	7322	7,6	16,6	86	
S1	SH5	Q5	16,35	16,75	2,76	66,5	34,4	32,1	0,7	0,0	0,4	26,7	72,9	51	0,2	1408	2192	3972	7888	11,9	16,7	50	
S2	SH1	Q5	2,00	2,25	2,73	44,2	23,0	21,2	1,3	0,0	9,4	49,9	40,7	278	6,5	11121	7223	8797	12195	5,1	22,5	●	
S2	SH2	Q5	4,90	5,20	2,72	34,1	21,5	12,6	0,6	0,0	10,8	56,1	33,1	20	0,2	1367	2457	4888	11255	5,9	27,9	36	
S2	SH3	Q5	10,45	10,85	2,76	68,4	33,4	35,0	1,1	0,0	3,4	18,1	78,5	171	0,9	3167	4452	6853	10360	7,2	19,7	81	
S2	SH4	Q5	15,55	16,05	2,76	66,2	31,3	34,9	0,5	0,0	1,5	21,7	76,8	47	0,2	986	1693	3159	5485	5,9	19,3	71	
S1	CD1	Q2	0,00	1,00	2,70	●	●	●	●	35,6	12,2	26,0	26,2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
S1	CD2	Q2	22,00	23,00	2,72	●	●	●	●	0,0	1,1	62,1	36,8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
S1	CD3	Q2	28,90	29,50	2,69	●	●	●	●	22,8	42,4	24,8	10,0	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
S1	CD4	Q2	32,00	33,00	2,71	●	●	●	●	56,8	7,8	11,0	24,4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
S2	CD1	Q2	0,00	1,00	2,70	●	●	●	●	38,0	8,7	28,3	25,0	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
S2	CD2	Q2	3,50	4,00	2,73	●	●	●	●	0,0	10,2	48,4	41,4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
S2	CD3	Q2	16,80	17,20	2,67	●	●	●	●	0,0	14,8	39,4	45,8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

Tabella 5 – Tabella riassuntiva dei parametri da indagini di laboratorio.

Dove:

γ_n = Densità naturale – W_n = Umidità naturale - γ_s = Peso specifico – LL = Limite Liquido – LP = Limite Plastico – IP = Indice di Plasticità - I.C. = Indice di Consistenza - S_r = Grado di saturazione - G = Ghiaia – S = Sabbia – L = Limo – A = Argilla – P_c = Pressione di Preconsolidazione - O.C.R. = Over Consolidation Ratio - C', ϕ' = Coesione e angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci da Taglio Diretto) - C_u = Coesione non drenata (da Triassiale Non consolidata Non drenata)

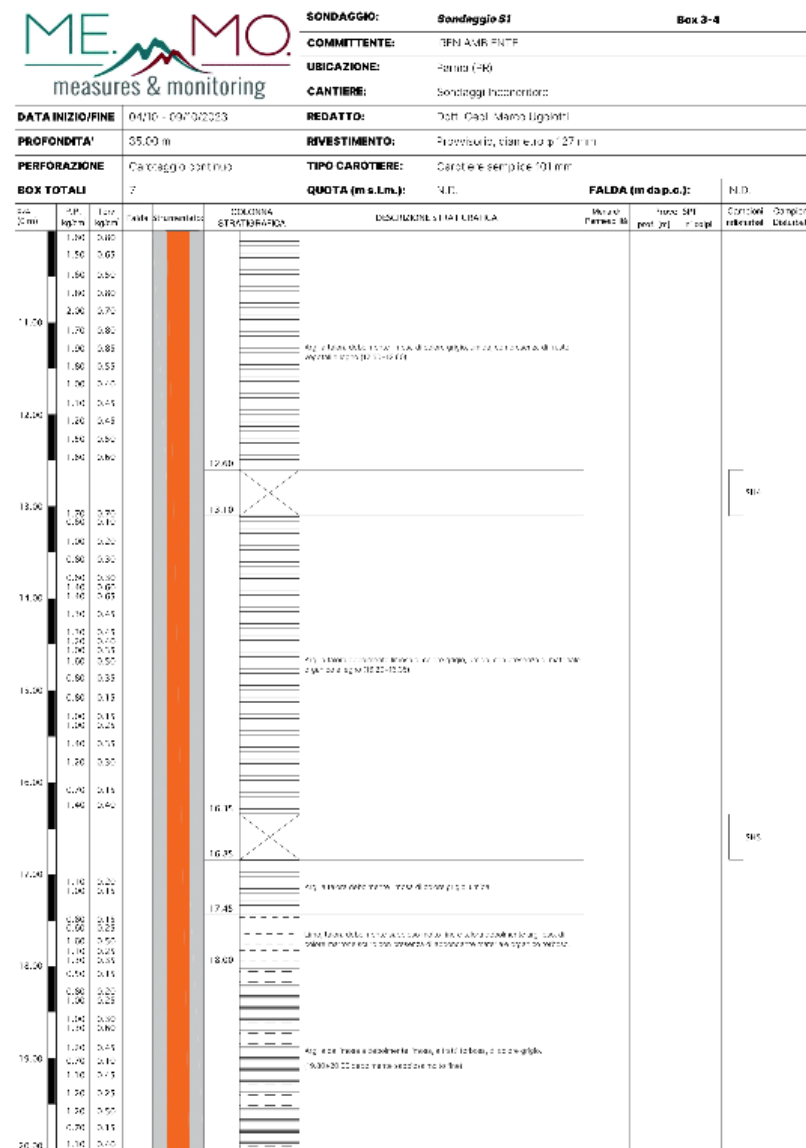
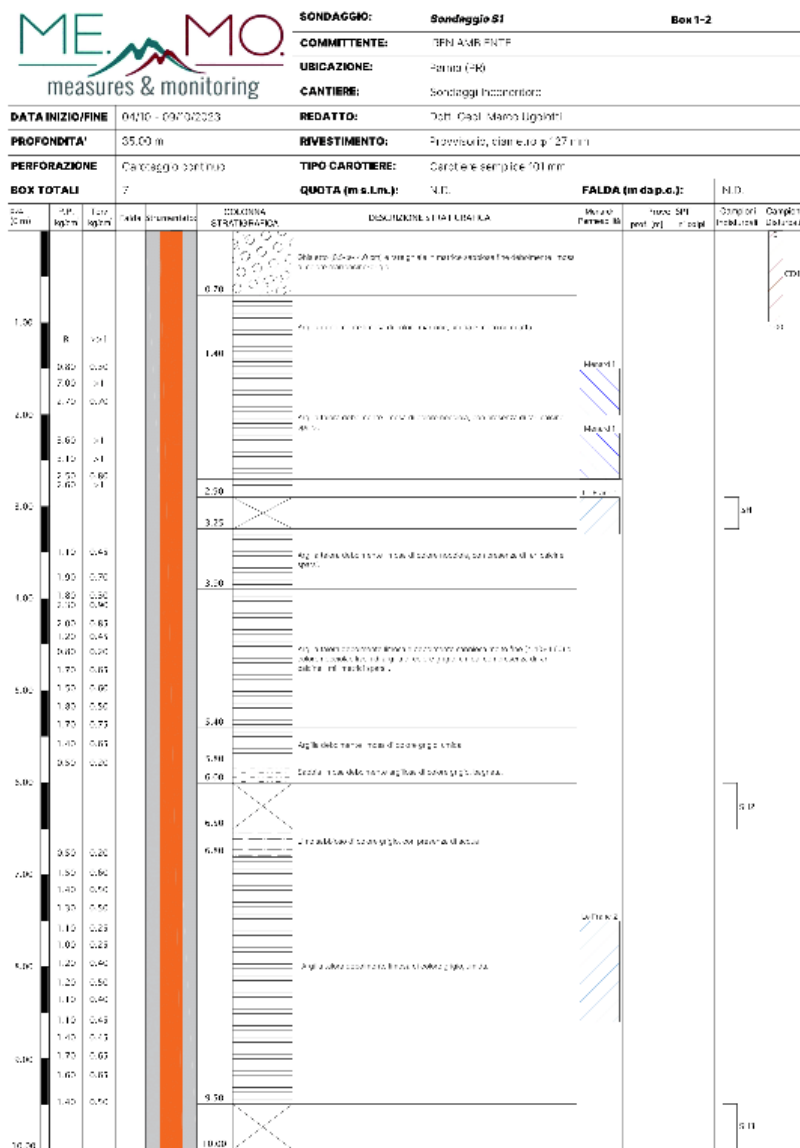


Figura 20 - Stratigrafia S1 da 0 m a 20 m di profondità da p.c.

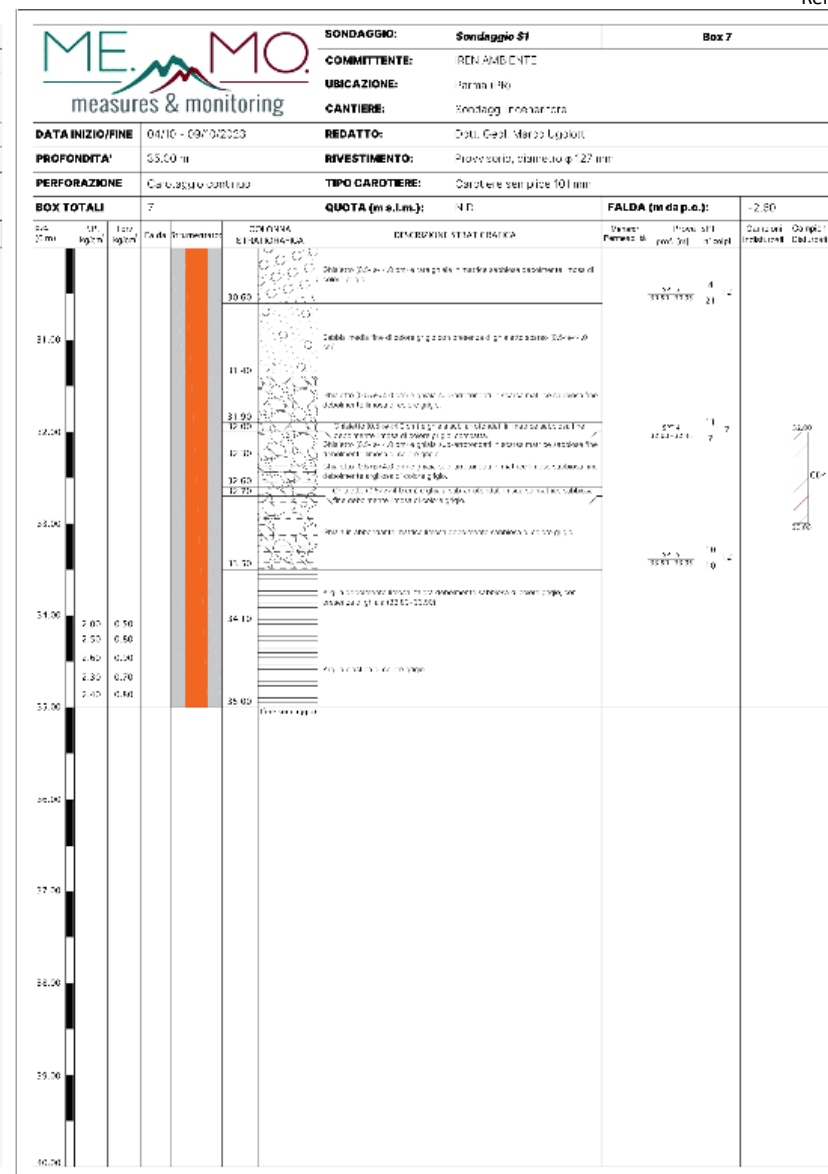
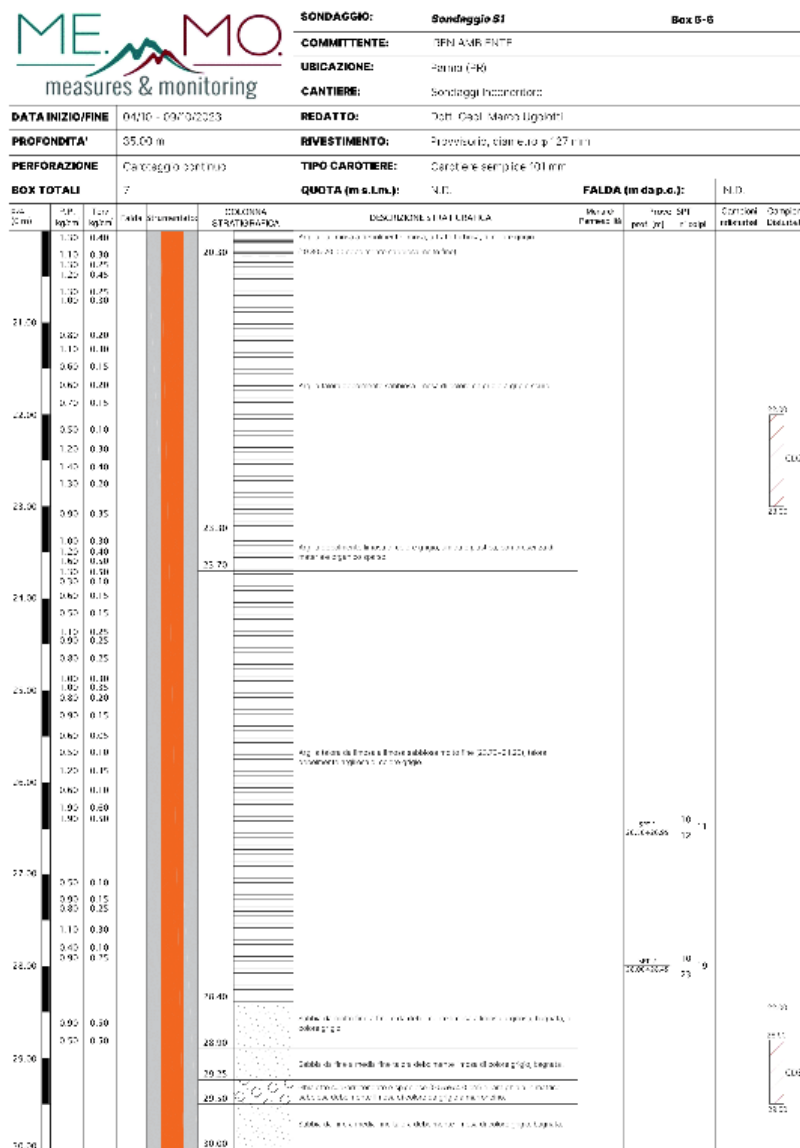


Figura 21- Stratigrafia S1 da 20 m a 35 m di profondità da p.c.

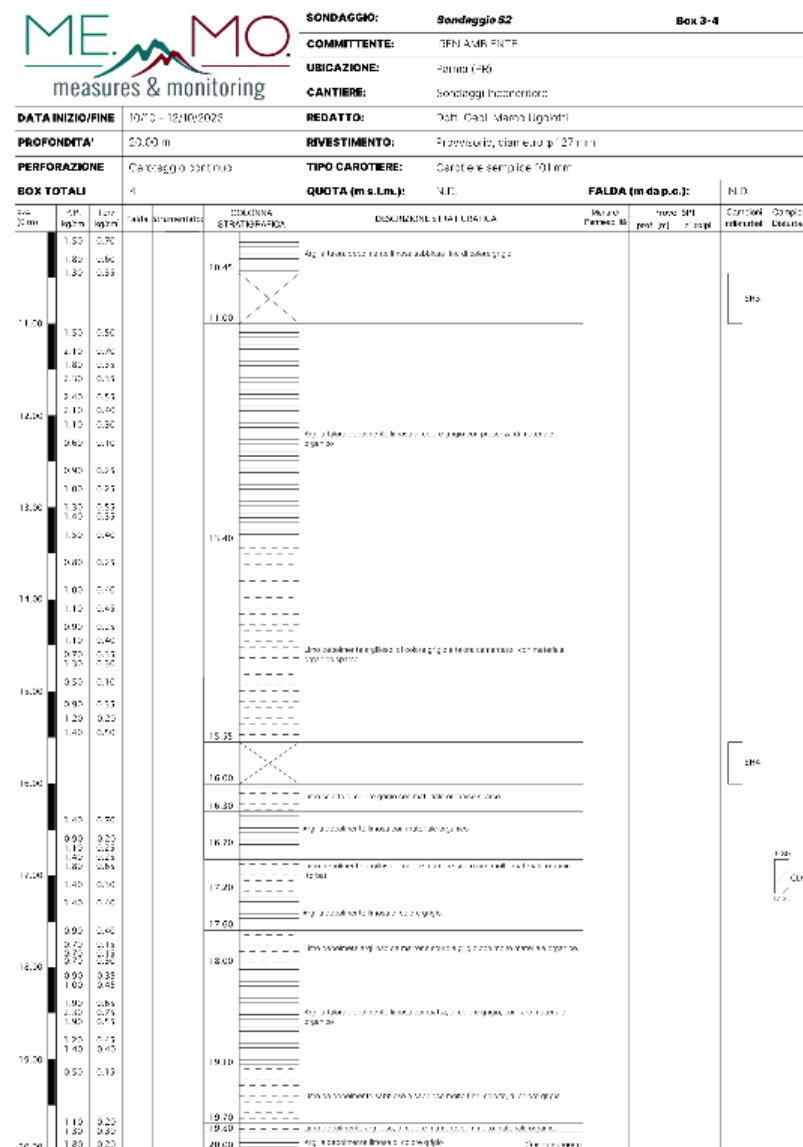
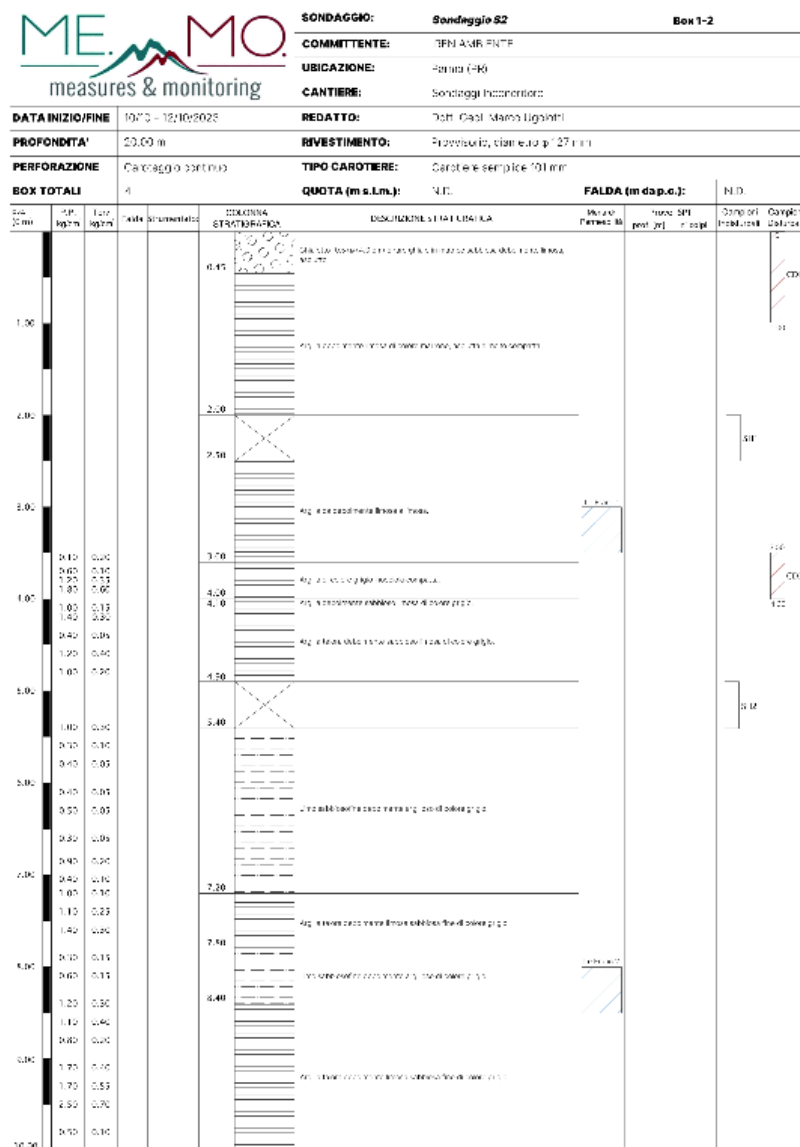


Figura 22 - Stratigrafia S2 da 0 m a 20 m di profondità da p.c.

6.2. Indagini penetrometriche statiche con piezocono CPTu

Per le prove penetrometriche è stato utilizzato un penetrometro statico con piezocono da 100 KN di spinta a funzionamento idraulico della PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT S.r.l. di Piacenza.

La prova consiste nell'infingere nel terreno a velocità costante una punta conica opportunamente attrezzata, misurando separatamente la resistenza di punta (Q_c) l'attrito laterale (F_s), la sovrappressione dei fluidi presenti nei pori del terreno (u_2) rispetto alla pressione idrostatica (u_0) e l'angolo di inclinazione delle aste rispetto alla verticale (tilt).

La punta usata, modello Pagani Mks 988, ha le seguenti dimensioni:

- diametro di base del cono $d = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo di apertura del cono $b = 60^\circ$
- superficie laterale manicotto $A_m = 150 \text{ cm}^2$

Il sistema di acquisizione è costituito da una punta digitale munita di sensori che trasmettono i dati di resistenza del terreno, di pressione dei pori e di deviazione dalla verticale ad una centralina, mediante un cavo posizionato all'interno delle aste di spinta. I dati vengono acquisiti ogni centimetro di avanzamento e l'input viene fornito da un trasduttore di profondità a filo (encoder) nonché da un misuratore della velocità di discesa. Le prove penetrometriche sono state condotte in conformità alla normativa ASTM D5778-20; le letture di campagna e i valori trasformati, espressi in forma di tabelle e di grafici, sono riportati in Allegato, unitamente alle caratteristiche tecniche dello strumento utilizzato.

In alcuni casi, è stato necessario eseguire dei perfori per consentire al penetrometro di ancorarsi saldamente al terreno naturale, superando il terreno di riporto granulare esistente. Di seguito viene mostrato per quali prove è stato eseguito il perforo e la profondità che è stata raggiunta:

Prova	Profondità
CPTu6	0,91 m da p.c.
CPTu7	0,95 m da p.c.
CPTu8	1,30 m da p.c.
CPTu9	0,92 m da p.c.
CPTu13	1,05 m da p.c.

Da un primo esame quali-quantitativo, le prove evidenziano una distribuzione dei valori misurati che permette di distinguere 7 unità litostratigrafiche, riconducibili ai diversi eventi deposizionali che si sono succeduti nell'area. Il grafico di Figura 23 mette a confronto i valori di resistenza alla punta (Q_c) con la profondità ed i limiti delle 7 unità litostratigrafiche riconoscibili. Nella Tabelle seguenti sono riportati gli intervalli dei valori di resistenza alla punta misurati per ogni unità litostratigrafica.

Unità litostratigrafica	CPTu1		CPTu2		CPTu3		CPTu4	
	Profondità (m)	Q_c (MPa)	Profondità (m)	Q_c (MPa)	Profondità (m)	Q_c (MPa)	Profondità (m)	Q_c (MPa)
Unità A	0,00-0,13	2,41-2,68	0,00-0,50	0,76-3,58	0,00-0,99	3,65-7,8	0,00-1,00	3, 1-7,46
Unità B	0,14-1,90	1,42-5,61	0,51-2,18	0,41-5,25	1,00-2,23	2,05-5,76	1,01-1,60	2,07-3,81
Unità C	1,91-5,60	0,09-1,45	2,19-5,95	0,32-2,14	2,25-5,91	0,42-22,01	1,61-6,17	0,50-2,16
Unità D	5,61-16,43	0,22-1,41	5,96-16,80	0,48-1,45	5,92-16,74	0,39-1,44	6,18-17,00	0,56-2,58
Unità E	16,44-19,18	0,80-1,81	16,80-19,55	0,67-1,94	16,75-19,49	0,88-1,92	17,01-19,75	0,78-1,85
Unità F	19,19-21,98	0,69-4,04	19,56-22,33	0,71-1,73	19,50-22,29	0,84-1,22	19,76-22,55	0,88-1,68
Unità G	21,99-25,11	0,86-1,25	22,34-25,11	0,94-1,3	22,30-25,10	0,91-1,33	22,56-25,11	1,07-1,36

Unità litostratigrafica	CPTu5		CPTu6		CPTu7		CPTu8	
	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)
Unità A	0,00-1,11	3,56-14,65	0,00-1,04	2,76 - 5,5	0,00-1,04	5,02 - 6,00		
Unità B	1,12-2,53	1,65-4,76	1,05-2,04	1,49 - 2,73	1,05-1,94	1,65 - 4,97	1,33-1,36	1,83 - 1,85
Unità C	2,54-6,36	0,54-1,66	2,05-5,81	0,48 - 1,45	1,95-5,91	0,49 - 1,36	1,37-6,13	0,61 - 1,87
Unità D	6,37-17,19	0,59-2,75	5,82-16,64	0,53 - 1,95	5,92-16,74	0,54 - 1,43	6,14-16,96	0,59 - 2,43
Unità E	17,20-19,94	0,83-1,76	16,65-19,39	0,87 - 1,91	16,75-19,49	0,78 - 1,75	16,97-19,71	0,82 - 1,55
Unità F	19,95-22,74	0,87-1,3	19,40-22,19	0,83 - 1,42	19,50-22,29	0,87 - 1,59	19,72-22,51	0,86 - 1,89
Unità G	22,74-25,11	0,96-1,4	22,20-25,11	1,04 - 1,43	22,30-25,11	0,99 - 1,27	22,52-25,11	0,99 - 1,6

Unità litostratigrafica	CPTu9		CPTu10		CPTu11		CPTu12	
	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)
Unità A	0,00-0,66	0,08 - 6,57	0,00-0,89	0,23 - 11,41	0,00-1,13	1,51 - 5,76	0,00-0,54	0,02 - 9,42
Unità B	0,67-2,43	1,52 - 6,62	0,90-2,64	0,74 - 9,5	1,14-2,48	1,71 - 4,85	0,55-2,64	1,31 - 4,19
Unità C	2,44-6,12	0,41 - 2,21	2,65-6,31	0,29 - 0,88	2,49-6,15	0,44 - 2,32	2,65-6,31	0,53 - 1,28
Unità D	6,13-16,95	0,42 - 1,49	6,32-17,14	0,38 - 1,4	6,16-16,98	0,46 - 1,42	6,32-17,14	0,53 - 1,53
Unità E	16,96-19,70	0,77 - 1,43	17,15-19,89	0,68 - 2	16,99-19,73	0,81 - 2,26	17,15-19,89	0,74 - 1,51
Unità F	19,71-22,50	0,77 - 5,04	19,90-22,69	0,67 - 1,63	19,74-22,53	0,87 - 1,49	19,90-22,69	0,79 - 3,82
Unità G	22,51-25,11	1,04 - 1,33	22,70-25,14	0,81 - 1,22	22,54-25,11	1,01 - 1,38	22,70-25,11	0,86 - 1,22

Unità litostratigrafica	CPTu13		CPTu14		CPTu15		CPTu16	
	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)
Unità A			0,00-0,81	2,69 - 32,51	0,00-1,45	0,44 - 10,62	0,00-0,83	0,02 - 25,05
Unità B	1,03-2,64	1,55 - 3,28	0,82-2,61	1,52 - 6,61	1,46-2,70	1,52 - 6,11	0,84-2,78	1,05 - 4,33
Unità C	2,65-6,51	0,61 - 1,55	2,62-6,38	0,66 - 1,5	2,71-6,37	0,41 - 1,87	2,79-6,65	0,31 - 1,77
Unità D	6,52-17,34	0,59 - 1,61	6,39-17,21	0,69 - 1,42	6,38-17,20	0,58 - 1,49	6,66-17,48	0,26 - 1,88
Unità E	17,35-20,09	0,78 - 1,93	17,22-19,96	0,81 - 2,53	17,21-19,95	0,77 - 1,43	17,49-20,23	0,77 - 1,53
Unità F	20,10-22,89	0,62 - 3,87	19,97-22,76	0,44 - 1,96	19,96-22,75	0,77 - 5,04	20,24-23,03	0,73 - 1,35
Unità G	22,90-25,11	1,02 - 1,32	22,77-25,20	0,85 - 1,38	22,76-25,11	1,04 - 1,33	23,04-25,11	0,86 - 1,24

Unità litostratigrafica	CPTu17		CPTu18	
	Profondità (m)	Qc (MPa)	Profondità (m)	Qc (MPa)
Unità A	0,00-0,79	0,06 - 19,9	0,00-0,81	0,08 - 6,57
Unità B	0,80-2,59	1,34 - 6,37	0,82-2,81	2,01 - 265,95
Unità C	2,60-6,46	0,43 - 1,83	2,82-6,48	0,41 - 2,85
Unità D	6,47-17,29	0,54 - 1,51	6,49-17,31	0,46 - 5,48
Unità E	17,30-20,04	0,78 - 2,01	17,32-20,06	0,87 - 2,15
Unità F	20,05-22,84	0,85 - 1,53	20,07-22,86	2,15 - 3,08
Unità G	22,85-25,11	0,99 - 1,45	22,87-25,11	1,06 - 2,25

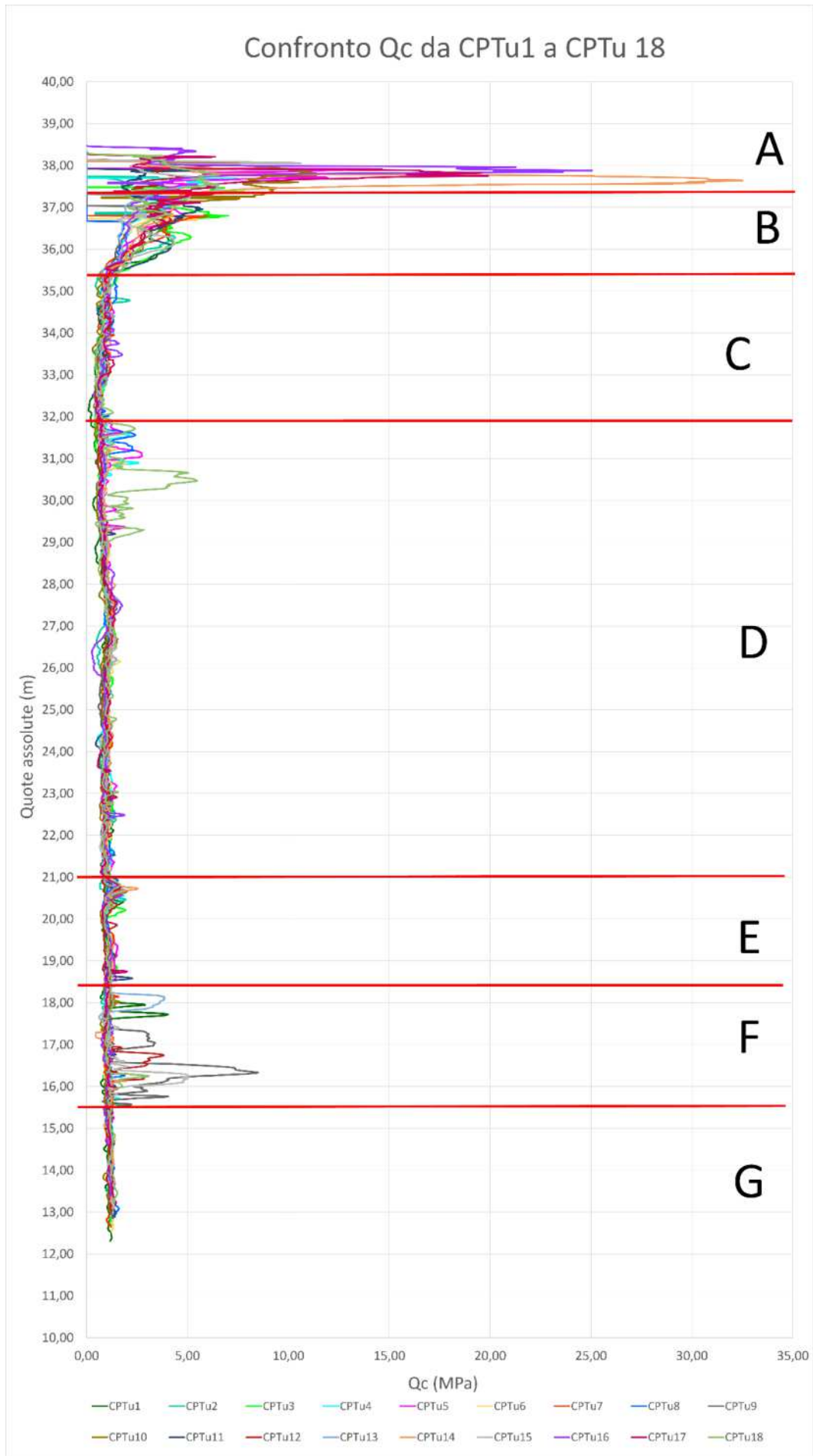


Figura 23 - Confronto delle resistenze alla punta QC nelle diverse CPTu.

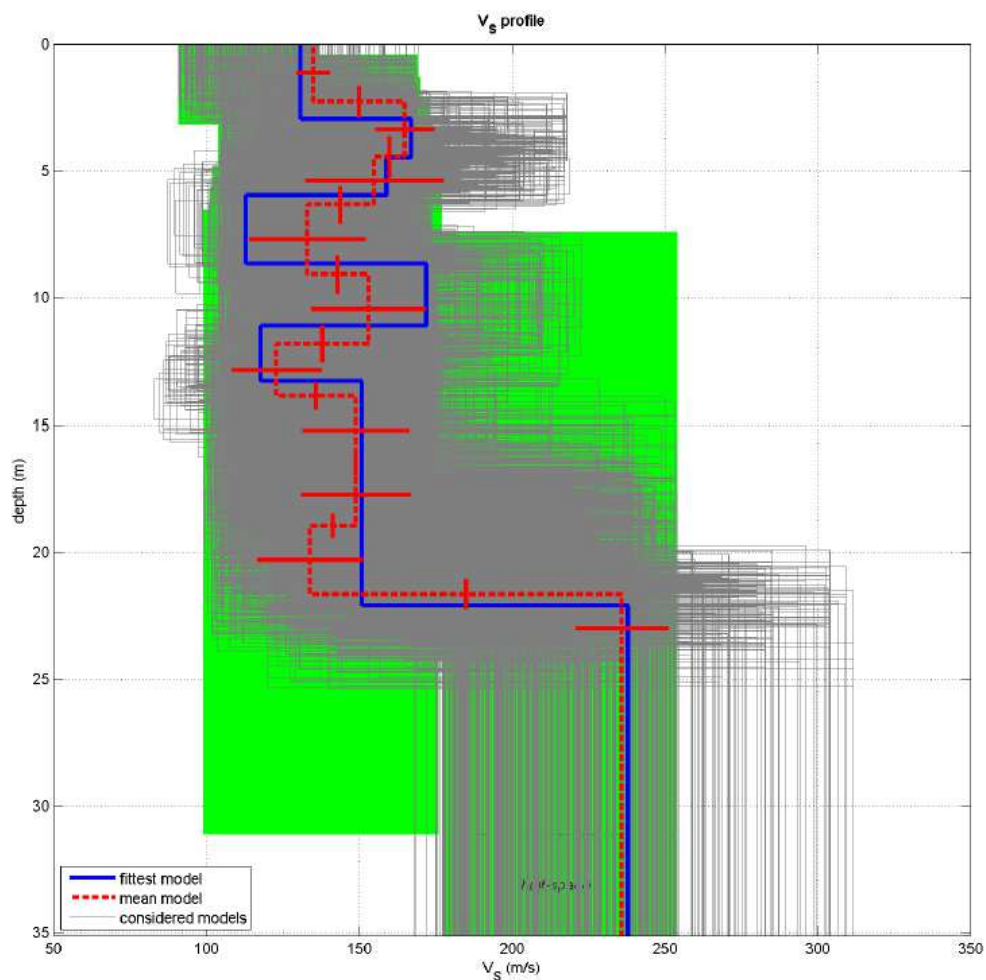
6.3. Indagini sismiche MASW e HVSr

Nell'area sono state eseguite due prove in sismica attiva MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) e tre in sismica passiva HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) posizionate come indicato in Figura 19.

Le prove MASW hanno permesso di determinare la categoria di sottosuolo per la definizione dell'azione sismica di progetto (cfr. § 3.2.2 delle NTC 2018), mentre attraverso l'interpretazione della prova HVSr si sono individuate le frequenze di vibrazione naturale del terreno e si è cercato di individuare, mediante interpolazione lineare, la profondità del substrato sismico avente velocità di propagazione delle onde Vs superiori a 800 m/s.

I dati delle prove sismiche e la loro interpretazione sono riportati nei capitoli 9.3 e 9.4 e per esteso in allegato.

In Figura 24 e Figura 25 vengono illustrati graficamente il profilo sismo-stratigrafico individuato dalle due prove MASW, ottenute suddividendo il sottosuolo in strati di spessore h_i caratterizzati da una velocità equivalente omogenea delle onde di taglio V_i .



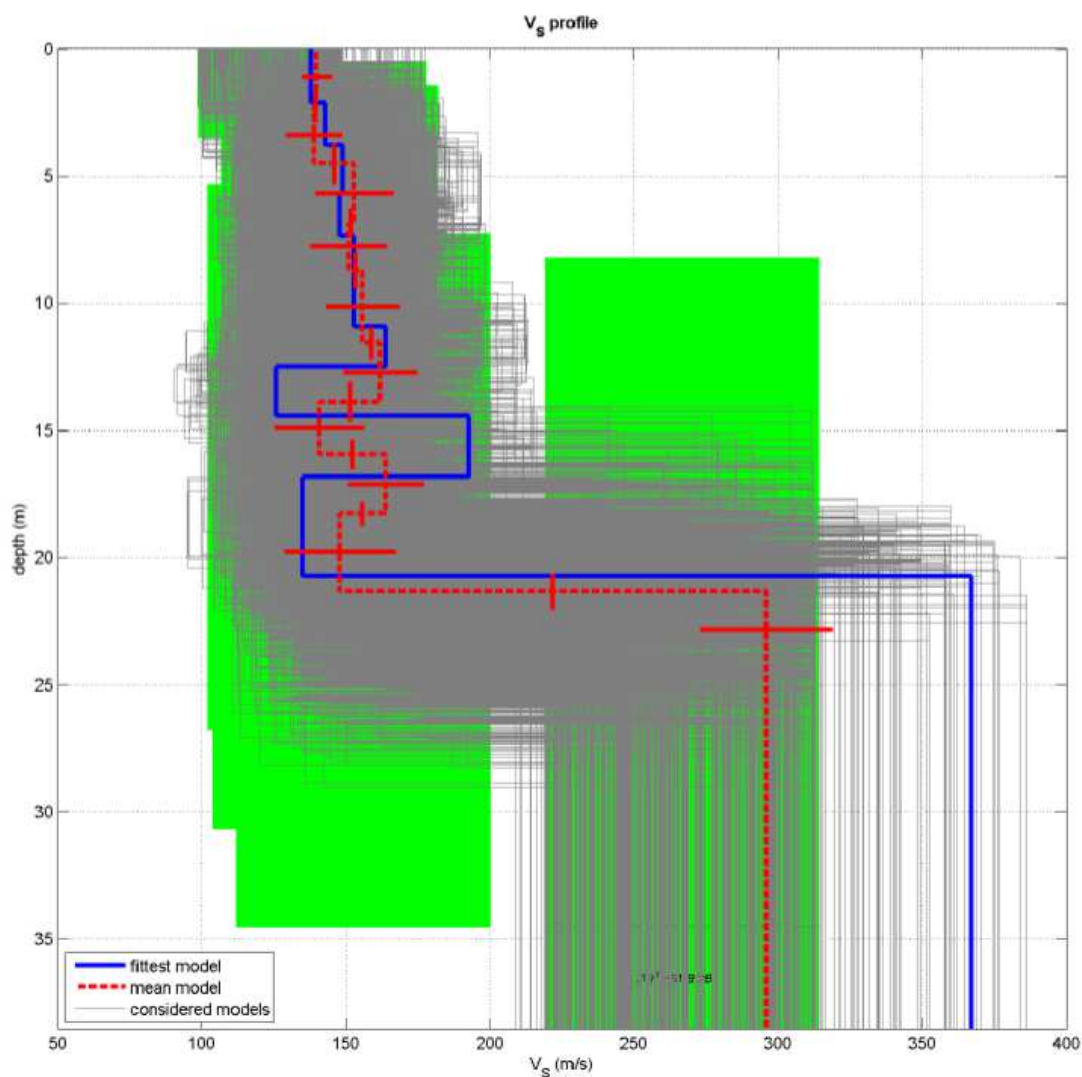
dataset: C4 Parma - MASW 1 - 2023-10-12 09-29.dat

dispersion curve: C4 - MASW 1.cdp

Vs30 (best model): 159 m/s

Vs30 (mean model): 160 m/s

Figura 24 - Modello sismo-stratigrafico del sottosuolo ricavato dall'interpretazione della prova MASW1.



dataset: C4 Parma - MASW 2 - 2023-10-12 10-12.dat

dispersion curve: C4 - MASW 2.cdp

V_{s30} (best model): 181 m/s

V_{s30} (mean model): 175 m/s

Figura 25 - Modello sismo-stratigrafico del sottosuolo ricavato dall'interpretazione della prova MASW2.

6.4. Prova Down-Hole

Al fine di determinare la verticale sismostratigrafica dell'area oggetto di studio, è stata eseguita anche una prova tipo *Down-Hole* all'interno del Sondaggio S1.

L'acquisizione *Down-Hole* è stata svolta mediante l'utilizzo di una doppia terna di geofoni spazati di 1,00 metro. I primi 3 canali registrano la componente verticale, radiale e trasversale (Z, R, T) riferita ai geofoni più profondi, mentre i successivi tre registrano le medesime componenti osservate dai geofoni più superficiali (Figura 26).

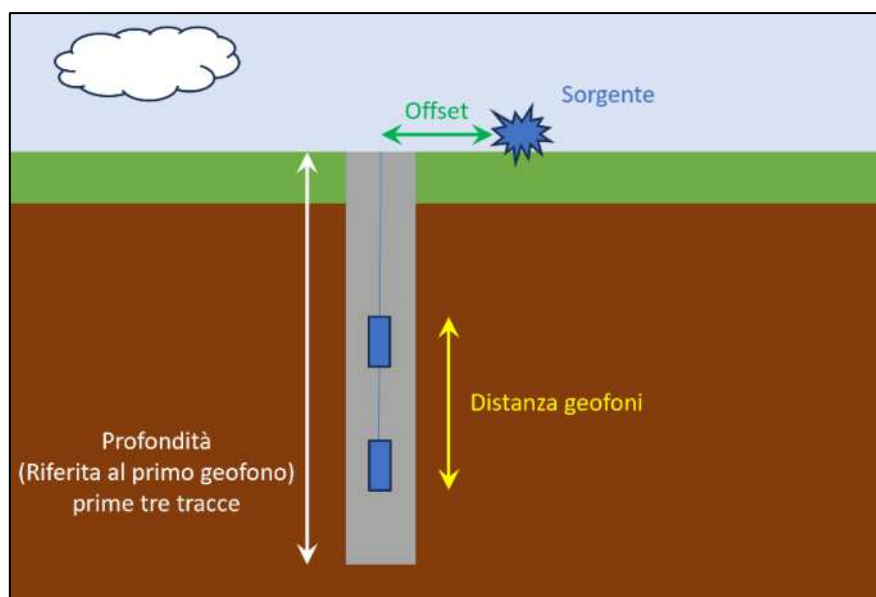


Figura 26 - Schema esemplificativo dell'acquisizione Down-Hole.

Durante l'acquisizione i punti di energizzazione sono stati posizionati ad un offset di 2,00 m.

Le onde di compressione (onde P) vengono generate mediante massa battente di 8 kg in direzione verticale su piastra in polietilene solidale al terreno; le onde di taglio (onde S) sono prodotte dall'impatto orizzontale della medesima massa battente su traversa in polietilene, generando impulsi in controfase e procedendo con azione di stacking in caso di segnale debole o disturbato.

I dati sismici ricavati dalle prove sono riportati in diagrammi che visualizzano i tempi di tragitto (sorgente-ricevitore) in funzione della profondità, determinando così la velocità dei litotipi incontrati.

L'analisi degli arrivi iniziali delle onde, derivati dai dati dell'indagine Down Hole, ha consentito la determinazione del profilo verticale della velocità delle onde (V_s) e conseguentemente del parametro Vs30, attestatosi a 179 m/s con il piano campagna come riferimento.

Dall'analisi dei modelli e dei profili di velocità allegati emerge una netta disparità tra il profilo delle onde S e quello delle onde P, tipica delle indagini sismiche in presenza di falda.

Le onde P, propagandosi attraverso i fluidi, manifestano un incremento rapido della velocità oltre i 1000-1500 m/s in presenza d'acqua. Al contrario, le onde S, non propagandosi attraverso l'acqua, sollecitano esclusivamente lo scheletro solido della successione litostratigrafica. In tale contesto, è plausibile ipotizzare che il profilo di velocità delle onde P sia influenzato dalla presenza d'acqua, mentre il profilo di velocità delle onde S rispecchi le caratteristiche dello scheletro solido delle formazioni incontrate durante la propagazione dei raggi sismici.

In particolare, per l'elaborazione del dato si è utilizzato il software ELIOVSP di Eliosoft, software specifico per l'analisi di dati sismici Down-Hole. Tale software permette di valutare l'effettivo percorso dell'onda sismica che segue una traiettoria non lineare, ma un percorso determinato dalla rifrazione del raggio stesso.

Di seguito vengono presentati i risultati dell'indagine *Down-Hole*, sia dei tempi di arrivo che delle velocità di propagazione delle onde, sono rappresentati mediante diagrammi in funzione della profondità, allo scopo di valutare il grado di disomogeneità degli strati individuati (Figura 27).

I dati ottenuti sono riassunti in Tabella 6.

Profondità (m)	Spessore sismostrato (m)	Vs (m/sec)	Vp (m/sec)
0÷1	1	185	450
1÷2	1	230	600
2÷4	2	230	800
4÷8	4	200	1000
8÷13	5	160	1100
13÷18	5	160	1150
18÷22	4	165	1280
22÷27	5	165	1320
27÷31	4	250	1410
31÷35	4	320	1500
>35	/	380	1700

Tabella 6: Modello sismo-stratigrafico individuato

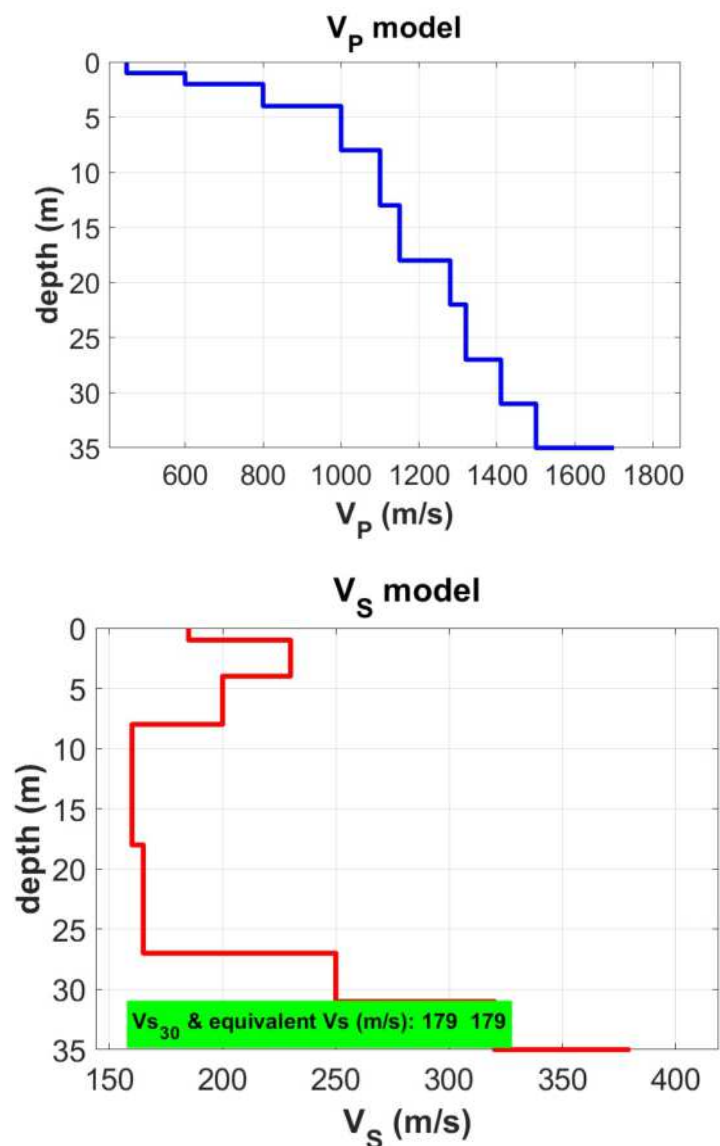


Figura 27 - Diagrammi tempi di arrivo/profondità onde Vp e Vs.

6.5. Indagini geoelettriche

Le indagini geoelettriche sono tra i metodi geofisici più utilizzati per lo studio del sottosuolo. In particolare, il metodo della resistività si realizza attraverso la misura della differenza di potenziale elettrico in diversi punti della superficie del terreno. L'obiettivo è ricostruire modelli di resistività del sottosuolo attraverso un processo di inversione dei dati acquisiti in campagna.

Questa tipologia di rilievi non invasivi si basano sui principi che descrivono la conduzione elettrica attraverso un mezzo: più una sostanza si lascia attraversare da portatori di carica, più essa viene definita conduttiva; viceversa, essa è definita resistiva.

6.5.1. Interpretazione dati geoelettrici

Le indagini eseguite sono state realizzate al fine di determinare le caratteristiche elettriche dei materiali al di sotto dei terreni indagati. Tali indagini sono state effettuate con acquisizione multi-elettrodo in configurazione Wenner.

I dati ottenuti in fase di acquisizione hanno consentito la costruzione di una matrice di valori di resistività la cui inversione, mediante software Viewlab3d della Geostudi Astier, ha restituito la distribuzione di resistività elettrica del mezzo investigato mediante visualizzazione grafica in 2D, in cui i colori corrispondono a determinati valori di resistività reale.

Le restituzioni grafiche delle sezioni tomografiche (ERT) sono consultabili nelle Figure 28, 29, 30 e 31.

ERT 1

In data 09/10/2023 è stata realizzata una stesa geoelettrica denominata "ERT 001" sulla base della quale è stata investigata la differenza di resistività elettrica del terreno. La stesa è stata eseguita con 96 elettrodi distanziati di 2 m, raggiungendo circa 32 m di profondità di indagine. La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di resistività di circa 30 Ohm · m alternati a valori di alta resistività compresi tra 60 e 100 Ohm · m nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino ad un massimo di circa -7.00 m da p.c. Le resistività più basse (15-30 Ohm · m) possono essere associabili a limi da argillosi a sabbiosi più o meno umidi, mentre quelle più alte a porzioni da sabbioso-ghiaiose a ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua. Da un minimo di -4.00 m da p.c., fino a -32.00 m da p.c., si osservano valori di resistività tra 15 e 30 Ohm · m, associabili a limi sabbiosi più o meno umidi, con presenza di lenti con resistività tra 5 e 15 Ohm · m. In particolare, sono state individuate delle anomalie a bassa resistività, che si estendono fino ad una profondità di circa -25.00 m da p.c., al di sotto degli elettrodi 6-22, 25-40 e 46-92; data la loro forma lenticolare si può ipotizzare siano porzioni più o meno argillose con presenza di limo più o meno umido.

ERT 2

In data 10/10/2023 è stata realizzata una stesa geoelettrica denominata "ERT 002" sulla base della quale è stata investigata la differenza di resistività elettrica del terreno. La stesa è stata eseguita con 81 elettrodi distanziati di 2 m, raggiungendo circa 26 m di profondità di indagine. La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di resistività di circa 30 Ohm · m alternati a valori di alta resistività compresi tra 60 e 100 Ohm · m nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino ad un massimo di circa -6.00 m da p.c. Le resistività più basse (15-30 Ohm · m) possono essere associabili a limi da argillosi a sabbiosi più o meno umidi, mentre quelle più alte a porzioni da sabbioso-ghiaiose a ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua. Da un minimo di -2.00 m da p.c., fino a -26.00 m da p.c., si osservano valori di resistività tra 15 e 30 Ohm · m, associabili a limi sabbiosi più o meno umidi, con presenza di lenti con resistività tra 5 e 15 Ohm · m. In particolare, sono state individuate delle anomalie a bassa resistività, che si estendono fino ad una profondità di circa -20.00 m da p.c., al di sotto degli

elettrodi 6-29 e 35-74; data la loro forma lenticolare si può ipotizzare siano porzioni più o meno argillose con presenza di limo più o meno umido.

ERT 3

In data 10/10/2023 è stata realizzata una stesa geoelettrica denominata "ERT 003" sulla base della quale è stata investigata la differenza di resistività elettrica del terreno. La stesa è stata eseguita con 64 elettrodi distanziati di 2 m, raggiungendo circa 21 m di profondità di indagine. La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di resistività di circa 30 Ohm · m alternati a valori di alta resistività compresi tra 60 e 100 Ohm · m nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino ad un massimo di circa -5.00 m da p.c. Le resistività più basse (15-30 Ohm · m) possono essere associabili a limi da argillosi a sabbiosi più o meno umidi, mentre quelle più alte a porzioni da sabbioso-ghiaiose a ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua.

Da un minimo di -2.00 m da p.c., fino a -21.00 m da p.c., si osservano valori di resistività tra 15 e 30 Ohm · m, associabili a limi sabbiosi più o meno umidi, con presenza di lenti con resistività tra 5 e 15 Ohm · m. In particolare, sono state individuate delle anomalie a bassa resistività, che si estendono fino ad una profondità di circa -17.00 m da p.c., al di sotto degli elettrodi 5-30 e 32-57; data la loro forma lenticolare si può ipotizzare che siano porzioni più o meno argillose con presenza di limo più o meno umido.

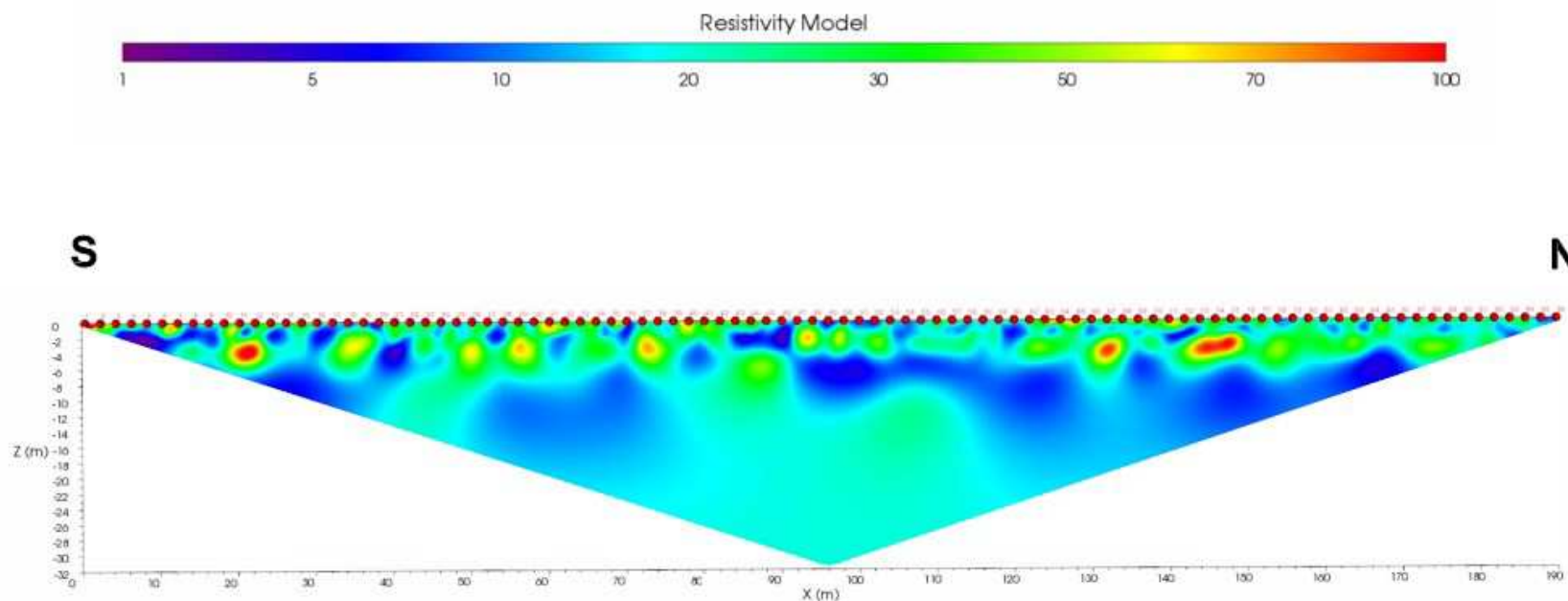
ERT 4

In data 09/10/2023 è stata realizzata una stesa geoelettrica denominata "ERT 004" sulla base della quale è stata investigata la differenza di resistività elettrica del terreno. La stesa è stata eseguita con 84 elettrodi distanziati di 2 m, raggiungendo circa 28 m di profondità di indagine.

La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di resistività di circa 30 Ohm · m alternati a valori a bassa resistività compresi tra 5 e 15 Ohm · m, in particolare tra gli elettrodi 3-11 e 13-40, e da valori di alta resistività compresi tra 60 e 100 Ohm · m, in particolare tra gli elettrodi 1-3 e 81-83, nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino ad un massimo di circa -4.00 m da p.c. Le resistività più basse (15-30 Ohm · m) possono essere associabili a limi da argillosi a sabbiosi più o meno umidi, mentre quelle più alte a porzioni da sabbioso-ghiaiose a ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua.

Da un minimo di -3.00 m da p.c., fino a -28.00 m da p.c., si osservano valori di resistività tra 15 e 30 Ohm · m, associabili a limi sabbiosi più o meno umidi, con presenza di lenti con resistività tra 5 e 15 Ohm · m. In particolare, sono state individuate delle anomalie a bassa resistività, che si estendono fino ad una profondità di circa -13.00 m da p.c., al di sotto degli elettrodi 43-79; data la loro forma lenticolare si può ipotizzare essere porzioni più o meno argillose con presenza di limo più o meno umido. E inoltre presente una lente con resistività di circa 60 Ohm · m, al di sotto degli elettrodi 10-36 e fino ad una profondità di circa -18.00 m da p.c., associabile a sabbie ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua.

Stesa Geoelettrica: ERT 001



Committente:



Esecutore:

ME.MO. Measures & Monitoring



Titolo:

GEOELETTRICA INCENERITORE PARMA

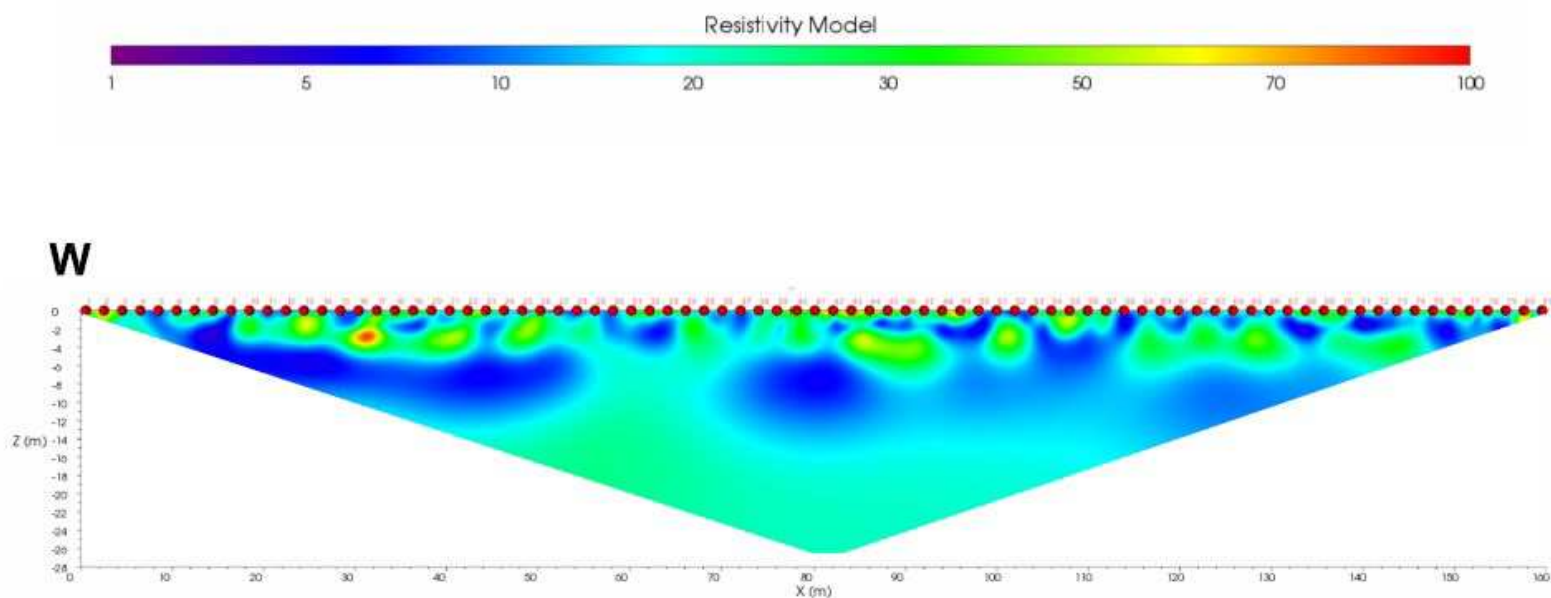
Ubicazione:

STR. NUOVA NAVIGLIO
PARMA (PR)



Figura 28 - Stesa Geoelettrica ERT 01

Stesa Geoelettrica: ERT 002



Committente:



Esecutore:

ME.MO. Measures & Monitoring



Titolo:

GEOELETTRICA INCENERITORE PARMA

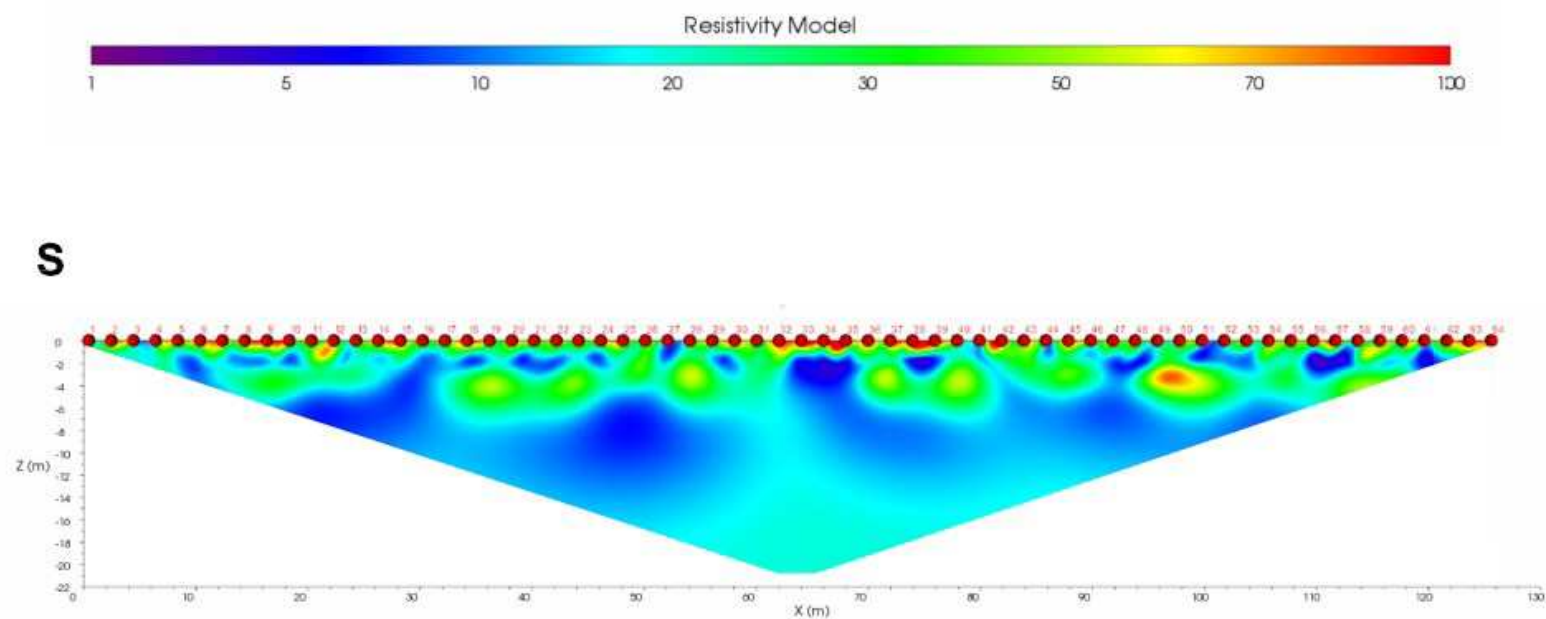
Ubicazione:

STR. NUOVA NAVIGLIO
PARMA (PR)



Figura 29 - Stesa Geoelettrica ERT 02

Stesa Geoelettrica: ERT 003



Committente:



Esecutore:

ME.MO. Measures & Monitoring



Titolo:

GEOELETTRICA INCENERITORE PARMA

Ubicazione:

STR. NUOVA NAVIGLIO
PARMA (PR)



Figura 30 - Stesa Geoelettrica ERT 03

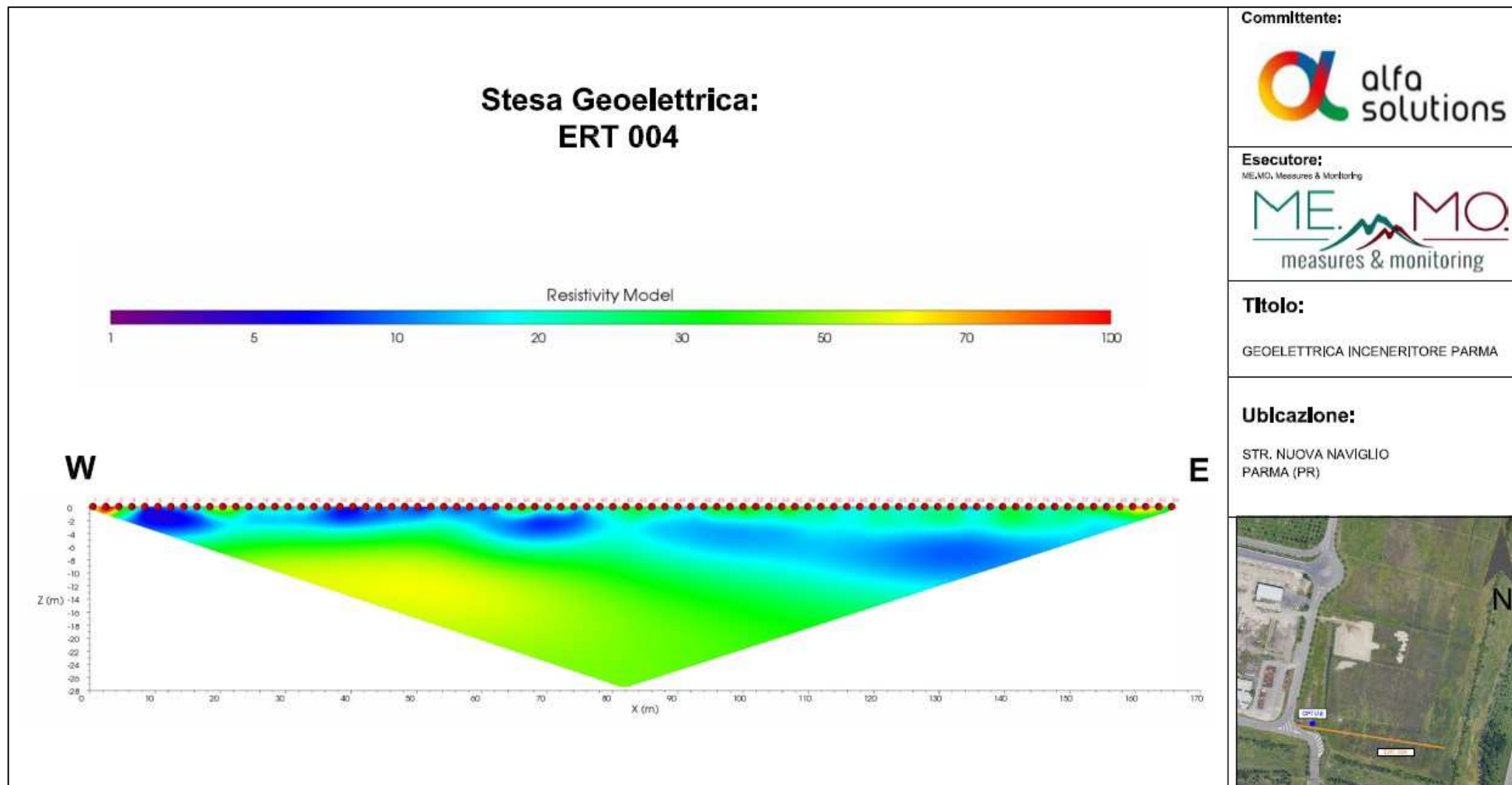


Figura 31 - Stesa Geoelettrica ERT 04

6.6. Prove di permeabilità

Durante le perforazioni sono state eseguite, sotto il livello della falda piezometrica, n. 2 prove di permeabilità tipo "Lefranc" a carico variabile, per ognuno dei due sondaggi, allo scopo di misurare la conducibilità idraulica orizzontale del terreno a diverse profondità.

La prova Lefranc è stata preceduta dall'allestimento della tasca di prova secondo le seguenti modalità esecutive:

- misura del livello di falda nel tratto di misura, con freatimetro elettrico;
- installazione del rivestimento nel foro fino al "tetto" della tasca di prova;
- perforazione con carotiere fino alla quota di prova.

L'esecuzione della prova di permeabilità vera e propria è avvenuta secondo le modalità seguenti:

1. Riempimento con acqua del foro, fino alla sommità del rivestimento.
2. Interruzione dell'immissione di acqua, e misura nel tempo della diminuzione del livello dalla testa tubo di rivestimento fino al raggiungimento del livello della falda.

L'intervallo fra le letture non può essere stabilito a priori, poiché la frequenza delle letture dipende dalla velocità di abbassamento dell'acqua nel foro. Le letture dovranno proseguire fino a quando l'altezza dell'acqua nel foro, al di sopra della falda, risulti superiore ad 1/5 della differenza iniziale del livello piezometrico.

La permeabilità è stata calcolata secondo la formula:

$$K = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

Dove:

A: area della sezione trasversale alla parete filtrante

F coefficiente di forma

t₁ e t₂: tempo finale ed iniziale del tratto rettilineo del grafico t-H

h₁ e h₂: carichi idraulici relativi ai tempi t₁ e t₂.

Nelle sottostanti tabelle (Tabella 7 e Tabella 8) vengono riassunte, rispettivamente le prove di permeabilità effettuate nei fori di sondaggio S1 ed S2.

	Prova n.°	Camera prova (m da p.c.)	Tempo di prova (sec)	Permeabilità K (cm/sec)
S1	1	4,00÷4,50	3600 (60 min)	1,15x10 ⁻⁴
	2	7,50÷8,60	1800 (30 min)	4,44x10 ⁻⁷

Tabella 7 - Riassunto delle prove di permeabilità nel foro nel sondaggio S1

	Prova n.°	Camera prova (m da p.c.)	Tempo di prova (sec)	Permeabilità K (cm/sec)
S2	1	3,00÷3,50	2400 (40min)	1,58x10 ⁻⁴
	2	8,00÷8,50	2400 (40min)	1,24x10 ⁻⁶

Tabella 8 - Riassunto delle prove di permeabilità nel foro nel sondaggio S2

In allegato è presente un report dettagliato di tutte le prove svolte.

6.7. Prova Ménard

La prova pressiométrica consiste nella misurazione delle dilatazioni indotte in una cella facente parte di una sonda tricellulare, calata in un foro di sondaggio appositamente realizzato con un carotiere da 62 mm di diametro.

La sonda pressiométrica si compone di una sonda cilindrica ad espansione idraulica costituita da una cella centrale (o cella di misurazione) e da due celle di guardia laterali; le misurazioni vengono effettuate sulla cella centrale che, messa sotto pressione dalla massa d'acqua iniettata all'interno, si espande radialmente.

Le celle di guardia, dilatate dal gas, mantengono costante la geometria del sistema impedendone le deformazioni non radiali della cella centrale. La prova viene eseguita imponendo incrementi di carico mantenuti costanti per 60", con misurazioni intermedie a 30", e misurando le dilatazioni della cella centrale e quindi le corrispondenti deformazioni volumetriche del terreno.

Le pressioni vengono lette in superficie da manometri di precisione, mentre le deformazioni vengono rilevate da un sistema volumetrico (Figura 32).

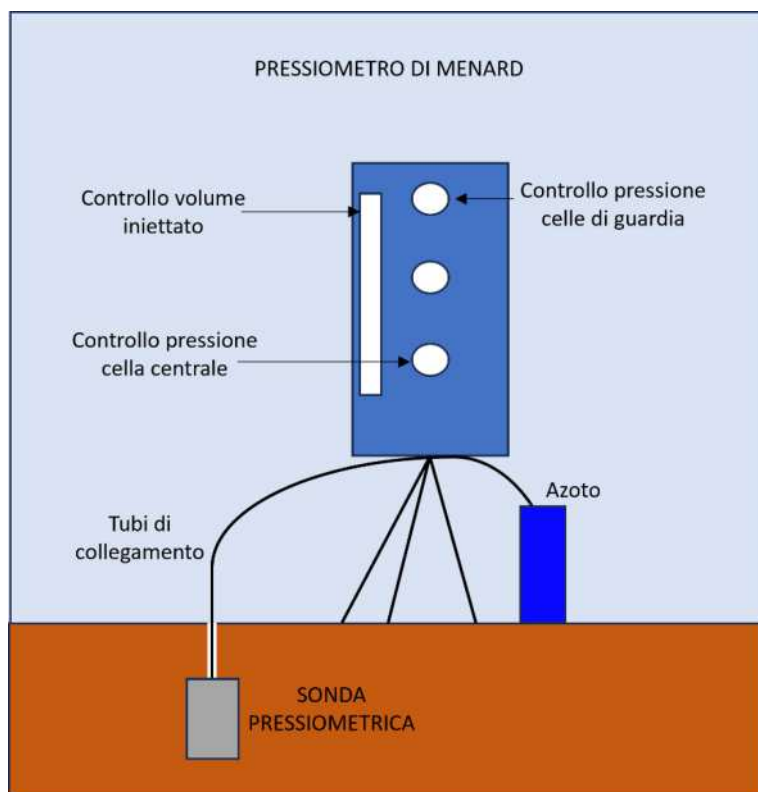


Figura 32 - Schema del sistema sonda-controlli superficiali

La taratura di pressione della sonda è effettuata quotidianamente facendo espandere liberamente la cella pressiométrica e registrando i volumi di equilibrio a 60" per ogni incremento di pressione fino alla capacità massima tollerata dalla guaina.

Il litotipo di riferimento è rilevato sulla carota estratta dalla perforatrice impiegata per realizzare il foro di 62mm.

I dati registrati durante la prova sono:

- Pressione letta dal manometro;
- Volume iniettato a 30";
- Volume iniettato a 60".

Da questi dati si mettono in evidenza la variazione del volume fra la lettura a 30" e la lettura a 60" (V60 – V30) a pressione costante (volume di fluage) e la variazione di volume fra le letture a 60" di due gradini di pressione successivi.

Oltre ai dati raccolti in campagna, è chiaramente indicata la correzione idrostatica da applicare, le tabelle dei valori di correzione delle tarature, ed i valori delle pressioni corrette.

All'interno del sondaggio S1 sono state eseguite n. 2 prove Menard in data 09/10/2023. Le caratteristiche delle sacche ed i risultati del Modulo Pressiometrico EM sono riportati nella sottostante Tabella 9.

SONDAGGIO	PROVA n°	CAMERA. PROVA [m. da p.c.]	Modulo Menard EM [KPa]
S1	1	1,50÷2,00	8,809
	2	2,20÷2,70	4,916

Tabella 9 - Risultati prove Menard

Per quanto concerne le analisi condotte nell'ambito del sondaggio S2 in data 10/10/2023, non è possibile fornire i risultati poiché i valori ottenuti appaiono poco attendibili e incongruenti rispetto alle caratteristiche litologiche identificate dai sondaggi. Si ipotizza che le discrepanze siano dovute a condizioni locali di tensione e deformazione che potrebbero aver provocato il cedimento delle pareti della cella prima dell'esecuzione del test. Nel contesto specifico del sondaggio S2, la richiesta delle indagini Menard prevedeva profondità comprese tra 1,50÷2,00 m dal piano campagna e 2,50÷3,00 m dal piano campagna.

7. Modello geologico

L'analisi litostratimetrica dei sondaggi a carotaggio continuo e delle prove CPTU consente il riconoscimento litologico dei terreni attraversati e la ricostruzione della successione stratigrafica. La descrizione stratigrafica dei sondaggi, delle prove CPTU e la documentazione fotografica sono riportati in allegato.

7.1. Sintesi del modello geologico

La correlazione dei dati esposti e discussi nei paragrafi precedenti permette di delineare per il sito un Modello geologico finalizzato alla realizzazione del progetto.

Il Modello geologico è costruito sulla base dell'inquadramento geologico desunto da bibliografia, dai rilievi geologici di superficie e dai dati diretti del sottosuolo provenienti dai sondaggi a carotaggio continuo, dalle prove SPT e dalle prove CPTU. L'interpretazione in termini litologico-tessiturali dei dati di indagine non consente di discriminare con certezza le litologie interessate dalla prospezione, per cui la ricostruzione dei corpi geologici e la loro correlazione presenta un certo margine di interpretazione, comunque coerente con il quadro dell'evoluzione morfo-dinamica ricostruita nei paragrafi 5.1. e 5.2. Alla luce di queste ipotesi si individuano le seguenti Unità stratigrafiche, qui equiparate al rango di Unità litotecniche:

- | | |
|---------|--|
| Unità A | <i>Riporto. È il terreno più superficiale, a giacitura caotica, costituito prevalentemente da limi sabbiosi con ghiaia, riportati e rimaneggiati da attività antropiche. La resistenza alla punta risulta infatti sensibilmente variabile nei diversi settori in cui sono state eseguite le prove; Le CPTU mostrano elevati valori di Qc e bassi valori di Fs ad indicare la presenza di materiale granulare. Ha uno spessore variabile tra 0,13 m nella zona prossima a CPTu1 e CPTu2 e 1,45 m nella prova CPTu 15.</i> |
| Unità B | <i>Terreno agrario. Terreno limoso-argilloso che presenta una consistenza medio-alta, dovuta a fenomeni di consolidazione indotti dall'oscillazione della falda freatica superficiale e della frangia capillare. Ha uno spessore variabile tra 0,59 m e 2,64 m.</i> |
| Unità C | <i>Argilla di colore nocciola. Corrisponde alla parte sommitale del Subsistema di Ravenna AES8, formatasi in un ambiente deposizionale di piana alluvionale. Costituita da argilla-limosa talvolta intercalata a livelli più francamente argillosi, dotati di una bassissima resistenza al taglio, come nel caso delle CPTu1, CPTu2, CPTu3 e CPTu4. Presenta un comportamento nettamente coesivo ed ha uno spessore compreso tra 1,5 m e 4,55 m</i> |
| Unità D | <i>Argilla di colore grigio. Corrisponde alla parte basale del Subsistema di Ravenna AES8; è formata da depositi costituiti da argille-limose, contenenti talvolta un livello più francamente limoso; il comportamento è prevalentemente coesivo, con uno spessore di circa 11,0 m.</i> |
| Unità E | <i>Argilla di colore grigio contenente a volte materiale organico. È il paleosuolo al tetto del Subsistema di Villa Verucchio AES7; è formata da depositi argillosi contenenti un importante livello di materiale organico torboso. Ha uno spessore di circa 2,75 m.</i> |
| Unità F | <i>Limo-argilloso e argilla-limosa. Appartiene al Subsistema di Villa Verucchio AES7, presenta depositi costituiti da limo argilloso contenente talvolta sabbia molto fine. Ha uno spessore di circa 2,8 m.</i> |
| Unità G | <i>Argilla. Appartiene al Subsistema di Villa Verucchio AES7 ed è costituita da argilla, con uno spessore variabile tra 2,22 m e 3,15 m.</i> |

8. Modello geotecnico

Ai fini del presente studio, la caratterizzazione geotecnica quantitativa deriva dall'interpretazione dei dati registrati nelle prove penetrometriche meccaniche con piezocono, nelle prove dinamiche SPT in foro e dalle analisi di laboratorio geotecnico.

Sui materiali coesivi estratti durante i sondaggi sono state eseguite inoltre:

- prove al pocket penetrometer, consistenti nell'infiggere a pressione la sonda penetrometrica fino al segno indicato sull'asta metallica. In corrispondenza della scala graduata si legge il valore approssimato di q_u (compressione mono assiale non confinata), pari al doppio del valore della coesione non drenata c_u . La prova è di limitata affidabilità in quanto i campioni di terreno testati sono sempre disturbati dalle operazioni di sondaggio;
- prove al Torvane tascabile, che consiste nell'effettuare una prova tipo Vane Test su scala ridotta e su campioni nelle condizioni di disturbo tipiche dell'esecuzione del carotaggio. Il valore che si ottiene dallo strumento fornisce una stima approssimata della coesione non drenata c_u ;

8.1. Modello geotecnico da prove CPTu

Nelle Tabelle seguenti sono riportati i parametri geotecnici stimati dalle prove penetrometriche CPTu, in cui sono state distinte le Unità stratigrafiche/litotecniche descritte nel capitolo 7. Lungo i profili di prova, i parametri geotecnici sono forniti come dati nominali aggregati per unità litotecniche ed elaborati statisticamente sui data-set: media, minimo, massimo e 5° percentile.

In termini di caratteristiche geotecniche, sono stati ricavati i seguenti parametri in funzione della natura dei terreni indagati:

- Constrained Mod. (Mpa): Modulo Edometrico
- D_r : Densità relativa (%)
- S_u (kPa): Coesione non drenata
- Friction angle ($^\circ$): Angolo di resistenza al taglio
- E_s : Modulo di Young (MPa)
- OCR: Grado di sovraconsolidazione
- γ (kN/m³): Peso unità di volume non drenato

Poiché le unità stratigrafiche individuate nel modello geologico sono molto omogenee dal punto di vista litologico, ma contenenti anche terreni a diversa granulometria, si è calcolata la percentuale di materiale a comportamento incoerente (% granulare) presente in ciascuna unità stratigrafica.

Le verticali di indagine possono essere ben correlabili tra loro, ovviamente prescindendo dalle modificazioni di natura antropica dei terreni rimaneggiati superficiali e da quella dovute alla morfologia (assetto topografico) dei luoghi.

Nelle Tabelle seguenti sono prodotti i parametri geotecnici stimati dalle misure in campo sui profili di prospezione penetrometrica, (rappresentativi del terreno di scavo e di fondo delle strutture previste in progetto), in cui sono state distinte le Unità Stratigrafiche qui assunte al rango di Unità Litotecniche:

Unità A: Riporto

Unità B: Terreno agrario

Unità C: Argilla nocciola

Unità D: Argilla grigia

Unità E: Argilla contenente materiale organico

Unità F: Limo argilloso e argilla limosa

Unità G: Argilla

Elaborazione prova CPTu1

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	17,49	72,14	0	41,37	13,96	0	16,84
Qc min	2,41		Min	8,69	60	0	39,73	6,94	0	15,62
Qc max	2,68		Max	20,11	80	0	42,66	16,05	0	17,3
			5° perc	10,5	63,3	0	40,04	8,38	0	15,94
			% granulare	100						
		Unità B	Media	45,06	73,15	211,58	42,84	30,69	68,5	19,28
Qc min	1,42		Min	19,46	67	82,07	40,64	16,19	14,98	17,01
Qc max	5,61		Max	60,55	82	262,23	43,93	39,18	106,49	20,18
			5° perc	20,63	68	85,23	40,97	16,77	16,35	17,92
			% granulare	25,99						
		Unità C	Media	7,66	0	41,39	0	0	4,84	16,43
Qc min	0,09		Min	0,25	0	1,26	0	0	0,04	14,31
Qc max	1,45		Max	19,7	0	85,02	0	0	14,9	18,58
			5° perc	0,25	0	4,97	0	0	0,24	14,45
			% granulare	0						
		Unità D	Media	5,31	0	46,06	0	0	2,14	16,98
Qc min	0,22		Min	0,37	0	10,64	0	0	0,6	14,4
Qc max	1,41		Max	14,14	0	88,68	0	0	5,23	18,03
			5° perc	1,51	0	22,16	0	0	1,16	15,42
			% granulare	0						
		Unità E	Media	5,15	0	53,94	0	0	1,57	17,48
Qc min	0,8		Min	2,1	0	37,9	0	0	1,01	15,75
Qc max	1,81		Max	19,06	0	108,03	0	0	3,87	18,64
			5° perc	2,55	0	39,32	0	0	1,07	16,92
			% granulare	0						
		Unità F	Media	6,18	24,78	61,34	32,79	52,7	1,65	16,75
Qc min	0,69		Min	1,11	0	0	0	0	0	15,26
Qc max	4,04		Max	51,66	26	248,98	33,07	54,85	9,86	17,67
			5° perc	1,4	23	38,4	32,6	49,46	0,83	15,67
			% granulare	3,2						
		Unità G	Media	3,11	0	51,15	0	0	1,07	17,16
Qc min	0,86		Min	1,84	0	38,01	0	0	0,76	16,17
Qc max	1,25		Max	4,55	0	66,38	0	0	1,38	17,59
			5° perc	2,14	0	43,94	0	0	0,89	16,59
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu2

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	17,41	55,93	0	37,76	14,34	0	15,73
Qc min	0,76		Min	7,52	50	0	35,84	6	0	13,73
Qc max	3,58		Max	27,35	61	0	39,2	21,82	0	17,11
			5° perc	9,84	52,9	0	36,55	8,65	0	13,73
			% granulare	100						
		Unità B	Media	43,44	61,37	185,36	41,32	38,44	45,55	19,03
Qc min	0,41		Min	5,49	50	20,06	37,9	20,18	7,72	16,39
Qc max	5,25		Max	60,79	74	268,92	42,92	51,02	76,46	20,05
			5° perc	23,67	52,45	93,89	37,99	20,79	16,97	17,63
			% granulare	41,42						
		Unità C	Media	6,95	25,6	51,78	32,43	19,06	5,2	15,46
Qc min	0,32		Min	1,37	19	19,52	32	12,85	1,49	13,73
Qc max	2,14		Max	29,43	31	117,62	34,86	25,62	14,63	18,25
			5° perc	2	19	30,01	32	13	2,36	13,73
			% granulare	6,63						
		Unità D	Media	6,01	0	60,38	0	0	3,32	16,16
Qc min	0,48		Min	1,63	0	36,56	0	0	1,25	13,73
Qc max	1,45		Max	14,08	0	154,08	0	0	13,36	17,69
			5° perc	2,51	0	45,07	0	0	1,81	13,73
			% granulare	2,4						
		Unità E	Media	5,28	0	57,73	0	0	1,82	16,99
Qc min	0,67		Min	1,59	0	29,53	0	0	0,84	15,4
Qc max	1,94		Max	24,03	0	123,32	0	0	4,92	18,35
			5° perc	2,03	0	33,86	0	0	1	15,83
			% granulare	0						
		Unità F	Media	4,02	0	71,33	0	0	2,05	15,77
Qc min	0,71		Min	1,63	0	46,72	0	0	1,18	13,73
Qc max	1,73		Max	12,45	0	155,76	0	0	5,15	17,5
			5° perc	2,13	0	53,77	0	0	1,41	13,79
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,44	0	68,79	0	0	1,71	16,6
Qc min	0,94		Min	2,62	0	54,53	0	0	1,32	13,73
Qc max	1,3		Max	5,97	0	133,97	0	0	4,17	17,42
			5° perc	3,1	0	58,84	0	0	1,43	14,66
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu3

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	59,47	78,29	0	43,94	47,61	0	19,26
Qc min	3,65		Min	35,47	65	0	40,5	28,3	0	18,16
Qc max	7,8		Max	82,54	97	0	45,85	65,85	0	19,9
			5° perc	44,52	66	0	41,14	35,52	0	18,41
			% granulare	100						
		Unità B	Media	53,09	65,2	233,49	43,19	55,58	59,17	19,75
Qc min	2,05		Min	28,11	61	123,13	42,72	50,74	19,75	18,91
Qc max	5,76		Max	82,08	73	339,98	44,35	65,49	119,83	20,25
			5° perc	30,14	61,4	130,2	42,72	51,07	21,77	19,09
			% granulare	4,03						
		Unità C	Media	11,69	20,85	69,95	32,12	15,36	7,18	16,27
Qc min	0,42		Min	1,84	20	43,66	32	14,38	3,26	13,73
Qc max	2,01		Max	27,17	22	118,53	32,56	16,37	18,86	18,88
			5° perc	3,06	20	48,99	32	14,48	3,82	13,73
			% granulare	5,42						
		Unità D	Media	7,84	16	69,39	32	13,64	3,64	16,37
Qc min	0,39		Min	1,61	16	50,85	32	13,36	1,76	13,73
Qc max	1,44		Max	18,26	16	139,25	32	13,79	11,91	17,82
			5° perc	3,06	16	56,34	32	13,4	2,14	13,73
			% granulare	0,55						
		Unità E	Media	6,29	0	65,73	0	0	2,02	17,08
Qc min	0,88		Min	3,45	0	49,44	0	0	1,42	16,42
Qc max	1,92		Max	22,38	0	115,79	0	0	4,24	18,68
			5° perc	3,59	0	51,36	0	0	1,47	16,49
			% granulare	0						
		Unità F	Media	4,43	0	81,83	0	0	2,31	15,66
Qc min	0,84		Min	2,36	0	62,39	0	0	1,62	13,73
Qc max	1,22		Max	6,42	0	123,31	0	0	3,66	17,13
			5° perc	2,76	0	64,24	0	0	1,68	13,92
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,57	0	72,88	0	0	1,77	16,52
Qc min	0,91		Min	2,58	0	58,32	0	0	1,36	13,86
Qc max	1,33		Max	6,39	0	121,44	0	0	3,51	17,39
			5° perc	3,37	0	61,9	0	0	1,42	14,48
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu4

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	48,85	70,16	0	42,68	39,31	0	18,85
Qc min	3,1		Min	35,37	57	0	39,44	28,22	0	17,83
Qc max	7,46		Max	57,66	92	0	44,55	46,66	0	19,35
			5° perc	39,12	59	0	40,35	31,21	0	18,22
			% granulare	100						
		Unità B	Media	38,62	61	169,92	42,69	47,43	50,65	19,26
Qc min	2,07		Min	28,58	61	126,18	42,6	47,21	31,17	18,86
Qc max	3,81		Max	53,22	61	250,41	42,77	47,65	85,01	19,64
			5° perc	28,77	61	126,42	42,61	47,23	31,98	18,87
			% granulare	3,33						
		Unità C	Media	11,95	19,82	80,14	32,21	14,49	10,24	15,57
Qc min	0,5		Min	3,13	16	35,2	32	11,06	2,53	13,73
Qc max	2,16		Max	29,95	25	133,4	34,39	23,7	30,65	18,9
			5° perc	4,07	17	41,02	32	11,62	3,16	13,84
			% granulare	31,44						
		Unità D	Media	8,24	26,17	67,97	33,35	27,98	3,61	16,34
Qc min	0,56		Min	1,57	19	31,37	32	16,2	1,11	13,73
Qc max	2,58		Max	33,86	30	141,63	34,33	33,17	12,19	17,67
			5° perc	3,54	21,3	51,54	32	18,74	2,14	14,6
			% granulare	2,22						
		Unità E	Media	6,36	0	70,07	0	0	2,24	16,81
Qc min	0,78		Min	2,66	0	47,38	0	0	1,39	15,42
Qc max	1,85		Max	21,08	0	118,09	0	0	4,53	18,26
			5° perc	3	0	49,51	0	0	1,47	16
			% granulare	0						
		Unità F	Media	4,69	0	84,76	0	0	2,46	15,62
Qc min	0,88		Min	2,83	0	58,77	0	0	1,63	13,73
Qc max	1,68		Max	11,22	0	165,41	0	0	5,48	17,07
			5° perc	3,17	0	62,26	0	0	1,74	14,08
			% granulare	0						
		Unità G	Media	5,08	0	73,85	0	0	1,83	16,67
Qc min	1,07		Min	3,66	0	64,39	0	0	1,55	15,43
Qc max	1,36		Max	6,7	0	86,57	0	0	2,24	17,51
			5° perc	4,15	0	67,52	0	0	1,65	15,95
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu5

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	60	77,69	265,18	43,58	48,46	103,76	19,17
Qc min	3,56		Min	41,19	61	250,24	40	32,87	85,33	17,98
Qc max	14,65		Max	105,74	100	285,99	48,68	84,37	145,9	20,52
			5° perc	42,22	62	251,37	40,33	33,56	85,69	18,18
			% granulare	70,27						
		Unità B	Media	40,85	40,85	0	184,76	0	0	43,23
Qc min	1,65		Min	22,51	22,51	0	102,59	0	0	15,6
Qc max	4,76		Max	66,06	66,06	0	291,05	0	0	89,91
			5° perc	22,81	22,81	0	103,94	0	0	16,16
			% granulare	0						
		Unità C	Media	10,86	0	62,66	0	0	5,51	16,59
Qc min	0,54		Min	2,97	0	36,82	0	0	2,24	15,27
Qc max	1,66		Max	22,99	0	95,32	0	0	11,05	17,58
			5° perc	3,74	0	41,35	0	0	2,68	15,59
			% granulare	0						
		Unità D	Media	8,49	28,67	66,17	34,59	38,65	3	16,99
Qc min	0,59		Min	2,81	27	40,52	33,83	35,99	1,35	15,03
Qc max	2,75		Max	36,77	29	179,27	35,5	42,07	14,13	17,81
			5° perc	3,24	27	48,14	33,85	36,18	1,49	15,88
			% granulare	1,66						
		Unità E	Media	6,45	0	68,69	0	0	1,88	17,34
Qc min	0,83		Min	2,44	0	42,86	0	0	1,07	16,36
Qc max	1,76		Max	16,67	0	105,65	0	0	3,4	18,4
			5° perc	2,72	0	44,23	0	0	1,1	16,61
			% granulare	0						
		Unità F	Media	4,49	0	71,87	0	0	1,73	16,42
Qc min	0,87		Min	2,05	0	51,25	0	0	1,1	15,23
Qc max	1,3		Max	6,49	0	87,84	0	0	2,33	17,39
			5° perc	2,79	0	62,8	0	0	1,44	15,57
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,25	0	65,32	0	0	1,37	17,06
Qc min	0,96		Min	2,36	0	47,25	0	0	0,93	16,55
Qc max	1,4		Max	6,07	0	84,78	0	0	1,98	17,49
			5° perc	2,81	0	52	0	0	1,05	16,71
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu6

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	45,71	63,29	197,92	42,22	40,15	81,61	18,91
Qc min	2,76		Min	38,57	57	195,78	41,09	35,68	79,44	18,55
Qc max	5,5		Max	59,85	73	201,7	42,9	47,75	83,97	19,17
			5° perc	38,89	57	195,83	41,35	35,72	79,64	18,62
			% granulare	70						
		Unità B	Media	25,91	54,75	119,88	41,85	34,89	32,49	18,34
Qc min	1,49		Min	20,5	54	96,92	41,76	34,23	18,83	17,74
Qc max	2,73		Max	37,72	56	168,54	41,9	35,47	61,63	18,68
			5° perc	21,36	54	97,83	41,77	34,3	21,28	17,87
			% granulare	4						
		Unità C	Media	9,75	0	55,78	0	0	6,66	16,4
Qc min	0,48		Min	2,96	0	33,57	0	0	2,66	14,87
Qc max	1,45		Max	19,99	0	98,35	0	0	18,12	17,71
			5° perc	3,97	0	35,78	0	0	3,25	15,38
			% granulare	0						
		Unità D	Media	9	0	64,44	0	0	3,46	17,06
Qc min	0,53		Min	3,61	0	32,87	0	0	1,54	15,61
Qc max	1,95		Max	25,68	0	148,18	0	0	13,83	18
			5° perc	4,72	0	47,08	0	0	1,85	16,05
			% granulare	0						
		Unità E	Media	6,15	0	64,84	0	0	1,98	17,14
Qc min	0,87		Min	3	0	46,25	0	0	1,32	15,97
Qc max	1,91		Max	21,42	0	115,52	0	0	4,31	18,43
			5° perc	3,39	0	48,42	0	0	1,44	16,4
			% granulare	0						
		Unità F	Media	3,79	0	66,63	0	0	1,76	15,99
Qc min	0,83		Min	1,95	0	46,25	0	0	1,13	13,99
Qc max	1,42		Max	6,99	0	87,93	0	0	2,62	17,1
			5° perc	2,18	0	49,72	0	0	1,23	14,09
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,79	0	69,03	0	0	1,61	16,95
Qc min	1,04		Min	3,3	0	53,97	0	0	1,24	16,1
Qc max	1,43		Max	7,43	0	89,55	0	0	2,13	17,68
			5° perc	3,67	0	58,63	0	0	1,34	16,23
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu7

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	67,46	73	0	43,71	53,83	0	19,53
Qc min	5,02		Min	51,6	65	0	42,07	41,17	0	18,93
Qc max	6		Max	70,65	77	0	44,04	56,37	0	19,65
			5° perc	57,53	67,45	0	42,68	45,9	0	19,15
			% granulare	100						
		Unità B	Media	45,33	66,27	189,98	43,26	50,65	55,55	19,31
Qc min	1,65		Min	22,56	62	104,82	42,97	47,7	20,96	18,22
Qc max	4,97		Max	68,9	72	259,4	43,91	54,98	89,16	19,95
			5° perc	25,43	62,7	116,02	42,99	48,08	23,9	18,37
			% granulare	16,67						
		Unità C	Media	9,5	23,5	57,62	33,47	19,51	6,7	16,09
Qc min	0,49		Min	3,4	22	38,32	32,77	16,95	3,14	14,64
Qc max	1,36		Max	21,04	25	106,85	34,24	22,21	19,13	18,09
			5° perc	3,82	22	39,7	32,78	17	3,5	14,99
			% granulare	1						
		Unità D	Media	7,24	0	57,33	0	0	3,02	16,84
Qc min	0,54		Min	2,56	0	37,6	0	0	1,29	14,45
Qc max	1,43		Max	18,85	0	89,38	0	0	7,34	17,96
			5° perc	3,38	0	44,4	0	0	1,46	15,45
			% granulare	0						
		Unità E	Media	6,23	0	65,49	0	0	2,02	17,1
Qc min	0,78		Min	2,36	0	41,14	0	0	1,17	16,04
Qc max	1,75		Max	18,61	0	104,89	0	0	3,89	18,36
			5° perc	2,59	0	42,26	0	0	1,2	16,26
			% granulare	0						
		Unità F	Media	4,82	0	73,2	0	0	2	16,23
Qc min	0,87		Min	2,46	0	56,95	0	0	1,48	14,29
Qc max	1,59		Max	10,44	0	124,6	0	0	4,13	17,52
			5° perc	2,68	0	59,59	0	0	1,6	14,79
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,23	0	61,63	0	0	1,41	17,09
Qc min	0,99		Min	2,44	0	47,71	0	0	0,96	15,87
Qc max	1,27		Max	5,56	0	82,34	0	0	2,16	17,58
			5° perc	3,11	0	52,78	0	0	1,14	16,48
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu8

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media							
		Unità B	Media	22,04	38,5	0	35,02	17,83	0	16,4
Qc min	1,83		Min	16,93	34	0	34,14	14,47	0	15,91
Qc max	1,85		Max	23,91	40	0	35,33	19,08	0	16,57
			5° perc	17,93	34,9	0	34,31	15,12	0	16
			% granulare	100						
		Unità C	Media	15,04	37,65	75,49	36,61	22,45	9,59	16,88
Qc min	0,61		Min	5,13	0	0	0	0	0	15,35
Qc max	1,87		Max	26,44	40	121,29	38,25	26,74	25,58	17,71
			5° perc	6,26	0	0	0	0	0	15,51
			% granulare	11,46						
		Unità D	Media	8,03	27,43	59,03	32,67	27,33	2,91	16,97
Qc min	0,59		Min	2,45	24	39,21	32	25,53	1,13	15,24
Qc max	2,43		Max	33,31	29	155,76	34,87	33,6	14,09	17,77
			5° perc	4,18	25	47,59	32	25,79	1,7	15,77
			% granulare	3,69						
		Unità E	Media	4,98	0	61,24	0	0	1,79	16,91
Qc min	0,82		Min	2,82	0	43,97	0	0	1,23	15,36
Qc max	1,55		Max	13,47	0	92,12	0	0	3,21	18,07
			5° perc	3,02	0	45,74	0	0	1,28	15,48
			% granulare	0						
		Unità F	Media	4,36	0	69,74	0	0	1,83	16,19
Qc min	0,86		Min	2,22	0	56,65	0	0	1,32	14,36
Qc max	1,89		Max	14,83	0	160,46	0	0	5,07	17,36
			5° perc	2,38	0	58,1	0	0	1,46	14,85
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,94	0	68,93	0	0	1,58	17,08
Qc min	0,99		Min	3	0	53,61	0	0	1,15	16,17
Qc max	1,6		Max	8,82	0	105,72	0	0	2,57	17,54
			5° perc	3,48	0	56,49	0	0	1,28	16,55
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu9

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	38,15	76,22	5,18	42,52	31,37	97,91	18,05
Qc min	0,08		Min	1,23	57	4,72	40,75	2,87	70,45	14,7
Qc max	6,57		Max	62,8	84	5,64	44,36	50,11	125,37	19,34
			5° perc	8,13	71	4,77	41,25	12,48	73,2	16
			% granulare	96,97						
		Unità B	Media	44,09	54,97	187,13	40,77	40,45	41,96	19,07
Qc min	2,01		Min	28,61	41	146,86	37,82	27,27	29,83	17,76
Qc max	6,59		Max	76,55	80	265,95	44,43	61,07	97,79	19,78
			5° perc	29,54	42	150,44	38,02	27,78	31,31	17,87
			% granulare	48,05						
		Unità C	Media	9,42	0	54,42	0	0	5,59	16,63
Qc min	0,41		Min	2,48	0	28,77	0	0	1,91	15,5
Qc max	2,21		Max	16,57	0	82,82	0	0	10,5	17,65
			5° perc	3	0	32,48	0	0	2,28	15,73
			% granulare	0						
		Unità D	Media	5,46	0	49,26	0	0	2,29	16,89
Qc min	0,42		Min	1,56	0	27,07	0	0	0,87	15,58
Qc max	1,49		Max	19,55	0	92,2	0	0	5,08	17,98
			5° perc	2,46	0	35	0	0	1,17	16,13
			% granulare	0						
		Unità E	Media	4,92	0	55,89	0	0	1,59	17,23
Qc min	0,77		Min	2,16	0	40,06	0	0	1,03	16,2
Qc max	1,43		Max	18,84	0	109,47	0	0	3,85	18,4
			5° perc	2,51	0	41,94	0	0	1,1	16,57
			% granulare	0						
		Unità F	Media	24,55	30,94	118,8	33,23	61,48	3,66	17,34
Qc min	0,77		Min	1,58	0	0	0	0	0	16,53
Qc max	5,04		Max	89,43	39	293,04	34,14	71,35	10,86	18,2
			5° perc	3,97	24	58,9	32	51,98	1,48	16,71
			% granulare	17,86						
		Unità G	Media	4,57	0	63,81	0	0	1,38	17,34
Qc min	1,04		Min	2,64	0	48,59	0	0	1,02	16,68
Qc max	1,33		Max	5,75	0	79,42	0	0	1,93	17,9
			5° perc	3,18	0	53,72	0	0	1,12	16,72
			% granulare	0						

Elaborazione prova CPTu10

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	54,09	88,33	0	43,89	44,02	0	54,09
Qc min	0,23		Min	5,84	73	0	41,11	4,66	0	5,84
Qc max	11,41		Max	77,14	97	0	46,27	61,55	0	77,14
			5° perc	15,74	80	0	42,68	18,89	0	15,74
			% granulare	100						
		Unità B	Media	41,7	58,03	183,91	41,72	47,31	41,4	41,7
Qc min	0,74		Min	10,05	50	35,64	40,26	39,05	6,11	10,05
Qc max	9,5		Max	82,14	78	254,86	43,84	65,53	77,86	82,14
			5° perc	16,51	50	129,6	40,32	39,2	19,48	16,51
			% granulare	19,54						
		Unità C	Media	4,43	0	36,84	0	0	3,09	16,29
Qc min	0,29		Min	0,87	0	16,98	0	0	0,93	14,38
Qc max	0,88		Max	11,65	0	105,68	0	0	14,9	18,69
			5° perc	1,15	0	19,64	0	0	1,14	15,26
			% granulare	0						
		Unità D	Media	4,18	0	44,61	0	0	1,85	16,69
Qc min	0,38		Min	1,11	0	24,92	0	0	0,91	14,28
Qc max	1,4		Max	15,97	0	87,4	0	0	4,4	17,84
			5° perc	1,88	0	31,64	0	0	1,06	15,32
			% granulare	0						
		Unità E	Media	4,51	0	55,91	0	0	1,52	16,93
Qc min	0,68		Min	1,54	0	32,02	0	0	0,77	15,7
Qc max	2		Max	22,47	0	119,18	0	0	4,1	18,61
			5° perc	1,76	0	33,82	0	0	0,82	15,81
			% granulare	0						
		Unità F	Media	2,91	0	55,78	0	0	1,32	16,12
Qc min	0,67		Min	1,11	0	31,3	0	0	0,65	14,77
Qc max	1,63		Max	11,28	0	113,32	0	0	3,34	17
			5° perc	1,47	0	35,58	0	0	0,77	15,03
			% granulare	0						
		Unità G	Media	3,22	0	54,75	0	0	1,14	16,93
Qc min	0,81		Min	1,43	0	44,29	0	0	0,86	15,22
Qc max	1,22		Max	4,7	0	65,55	0	0	1,45	17,65
			5° perc	1,8	0	45,99	0	0	0,92	15,88
			% granulare	0						

Elaborazione CPTu11

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	31,75	58,98	0	39,45	25,55	0	17,42
Qc min	1,51		Min	3,81	45	0	36,65	8,49	0	13,73
Qc max	5,76		Max	65,9	82	0	42,7	52,58	0	19,32
			5° perc	19,1	46	0	37,03	15,49	0	16,44
			% granulare	94,69						
		Unità B	Media	49,21	63,67	212,57	42,72	55,72	48,14	19,65
Qc min	1,71		Min	23,63	63	102,02	42,15	52,48	14,63	18,74
Qc max	4,85		Max	68,66	64	307,2	43,22	59,03	91,75	20,01
			5° perc	30,04	63	128,28	42,17	52,53	19,56	19,11
			% granulare	6,67						
		Unità C	Media	9,69	0	55,02	0	0	5,09	16,62
Qc min	0,44		Min	2,12	0	29,66	0	0	1,87	14,74
Qc max	2,32		Max	22,41	0	96,84	0	0	13,71	18,65
			5° perc	2,39	0	32,92	0	0	2,21	14,94
			% granulare	0						
		Unità D	Media	5,8	0	52,11	0	0	2,34	16,93
Qc min	0,46		Min	0,62	0	17,35	0	0	0,46	15,38
Qc max	1,42		Max	17,25	0	110,82	0	0	7,1	17,89
			5° perc	2,18	0	34,75	0	0	0,99	15,91
			% granulare	0						
		Unità E	Media	5,1	0	64,5	0	0	1,82	16,85
Qc min	0,81		Min	2,26	0	37,95	0	0	0,95	14,99
Qc max	2,26		Max	23,4	0	189,45	0	0	6,74	17,72
			5° perc	2,42	0	40,95	0	0	1,02	15,35
			% granulare	0						
		Unità F	Media	3,98	0	64,12	0	0	1,56	16,48
Qc min	0,87		Min	2,29	0	49,62	0	0	1,18	15,67
Qc max	1,49		Max	8,13	0	93,3	0	0	2,47	17,19
			5° perc	2,59	0	51,28	0	0	1,22	15,76
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,39	0	65,47	0	0	1,42	17,04
Qc min	1,01		Min	2,88	0	52,07	0	0	1,12	16,2
Qc max	1,38		Max	6,16	0	80,97	0	0	1,75	17,73
			5° perc	3	0	54,9	0	0	1,2	16,25
			% granulare	0						

Elaborazione CPTu12

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	36,21	80,04	9,91	43,23	29,98	56,2	18,08
Qc min	0,02		Min	0,28	56	6,73	39,16	3,98	51,08	13,73
Qc max	9,42		Max	45,58	100	13,09	45,86	36,37	61,31	18,98
			5° perc	7,88	59,55	7,05	39,9	15,47	51,59	15,6
			% granulare	96,3						
		Unità B	Media	38,33	55,26	5,11	40,08	34,19	35,16	18,86
Qc min	1,31		Min	17,76	51	1,59	38,7	22,69	9,93	17,31
Qc max	4,19		Max	58,1	59	10,57	41,7	47,12	69,89	19,86
			5° perc	21,59	51,45	2,01	38,82	23,87	12,83	17,59
			% granulare	33,33						
		Unità C	Media	10,94	0	0,46	0	0	2,17	17,03
Qc min	0,53		Min	2,87	0	0,28	0	0	1,17	15,44
Qc max	1,28		Max	17,4	0	0,81	0	0	4,38	17,99
			5° perc	3,2	0	0,33	0	0	1,43	16,14
			% granulare	0						
		Unità D	Media	5,6	0	0,46	0	0	2,17	17,03
Qc min	0,53		Min	2,45	0	0,28	0	0	1,17	15,44
Qc max	1,53		Max	17,05	0	0,81	0	0	4,38	17,99
			5° perc	3,19	0	0,33	0	0	1,43	16,15
			% granulare	0						
		Unità E	Media	3,97	0	0,31	0	0	1,3	17,25
Qc min	0,74		Min	1,85	0	0,21	0	0	0,79	16,81
Qc max	1,51		Max	11,42	0	0,56	0	0	2,73	18,01
			5° perc	2,03	0	0,22	0	0	0,87	16,88
			% granulare	0						
		Unità F	Media	9,25	0	0,44	0	0	2,15	17,07
Qc min	0,79		Min	1,61	0	0,2	0	0	0,74	16,02
Qc max	3,82		Max	48,09	0	1,49	0	0	9,63	18,41
			5° perc	1,72	0	0,21	0	0	0,79	16,16
			% granulare	0						
		Unità G	Media	3,05	0	0,26	0	0	1,04	17,08
Qc min	0,86		Min	1,69	0	0,21	0	0	0,79	16,32
Qc max	1,22		Max	4,09	0	0,3	0	0	1,24	17,56
			5° perc	2,21	0	0,23	0	0	0,89	16,55
			% granulare	0						

Elaborazione CPTu13

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A								
		Unità B	Media	25,88	55,71	112,24	40,74	34,25	27,16	18,63
Qc min	1,55		Min	21,33	46	93,72	38,57	22,95	14,46	17,53
Qc max	3,28		Max	45,12	58	201,49	42,19	39,28	73,93	19,06
			5° perc	21,61	48,7	96,84	39,01	25,62	15,06	18,27
			% granulare	4,4						
		Unità C	Media	10,27	0	57,47	0	0	5,28	16,77
Qc min	0,61		Min	4,11	0	37,81	0	0	2,53	15,56
Qc max	1,55		Max	21,31	0	97,57	0	0	14,07	18,22
			5° perc	4,44	0	41,48	0	0	2,74	15,86
			% granulare	0						
		Unità D	Media	7,1	0	59,04	0	0	2,65	17,04
Qc min	0,59		Min	2,11	0	35,82	0	0	0,91	15,38
Qc max	1,61		Max	21,28	0	99,97	0	0	5,46	18,11
			5° perc	2,94	0	43,13	0	0	1,22	15,8
			% granulare	0						
		Unità E	Media	4,89	0	60,29	0	0	1,62	16,98
Qc min	0,78		Min	2,14	0	36,55	0	0	0,93	15,78
Qc max	1,93		Max	20,31	0	116,39	0	0	3,89	18,45
			5° perc	2,36	0	40,87	0	0	1,01	15,9
			% granulare	0						
		Unità F	Media	9,11	0	88,4	0	0	2,52	16,68
Qc min	0,62		Min	0,72	0	22,26	0	0	0,42	15,73
Qc max	3,87		Max	49,4	0	288,87	0	0	11,1	18,44
			5° perc	1,02	0	30,05	0	0	0,61	15,82
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,26	0	63,3	0	0	1,33	17,21
Qc min	1,02		Min	2,86	0	52,35	0	0	1,08	16,8
Qc max	1,32		Max	5,33	0	72,51	0	0	1,66	17,71
			5° perc	3,07	0	54,7	0	0	1,14	16,83
			% granulare	0						

Elaborazione CPTu14

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	90,13	91,11	503,29	46,22	70,71	219,83	19,54
Qc min	2,69		Min	14,74	63	450,16	39,16	11,76	193,09	16,22
Qc max	32,51		Max	163,4	100	570,96	50,35	130,37	253,77	21,02
			5° perc	21,89	71	454,88	41,32	17,3	195,44	17,24
			% granulare	85,53						
		Unità B	Media	45,25	67	191,07	43,48	59,59	47,38	19,38
Qc min	1,52		Min	20,91	66	93,7	43,21	57,9	11,9	18,32
Qc max	6,61		Max	93,58	69	422,96	44,01	62,41	181,32	20,56
			5° perc	26,21	66	118,34	43,22	57,95	16,02	18,61
			% granulare	8,89						
		Unità C	Media	11,85	0	64,32	0	0	5,49	17
Qc min	0,66		Min	4,44	0	40,87	0	0	2,58	16,1
Qc max	1,5		Max	20,01	0	89,66	0	0	11,27	18,26
			5° perc	4,69	0	43,3	0	0	2,66	16,25
			% granulare	0						
		Unità D	Media	7,35	0	62,33	0	0	2,63	17,12
Qc min	0,69		Min	2,64	0	43,2	0	0	1,12	16,13
Qc max	1,42		Max	16,08	0	88,21	0	0	4,79	17,9
			5° perc	3,33	0	46,4	0	0	1,34	16,5
			% granulare	0						
		Unità E	Media	5,36	0	64,17	0	0	1,7	16,92
Qc min	0,81		Min	2,16	0	42,7	0	0	1,02	15,84
Qc max	2,53		Max	32,4	0	164,85	0	0	5,75	18,37
			5° perc	2,23	0	43,33	0	0	1,04	16
			% granulare	0						
		Unità F	Media	3,75	0	62,43	0	0	1,42	16,53
Qc min	0,44		Min	0,75	0	11,14	0	0	0,17	15,69
Qc max	1,96		Max	1,96	5	5	10,86	0	107,27	0
			5° perc	0,65	3	3	0,99	0	26,88	0
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,18	0	67,18	0	0	1,38	16,91
Qc min	0,85		Min	1,6	0	37,33	0	0	0,69	16,19
Qc max	1,38		Max	5,44	0	77,62	0	0	1,58	17,44
			5° perc	2,94	0	55,99	0	0	1,13	16,49
			% granulare	0						

Elaborazione CPTu15

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	47,81	70,85	153,15	42,65	41	45,74	18,78
Qc min	0,44		Min	7,3	45	30,55	39,05	15,71	30,55	17,13
Qc max	10,62		Max	71,92	100	183,29	46,63	57,38	130,2	19,62
			5° perc	24,18	48,95	120,16	40,48	19,29	35,68	17,48
			% granulare	85,71						
		Unità B	Media	39,58	0	175,34	0	0	32,75	19,26
Qc min	1,52		Min	21,73	0	97,96	0	0	13,15	18,07
Qc max	4,35		Max	60,28	0	266,94	0	0	53,75	20,06
			5° perc	23,39	0	105,38	0	0	14,31	18,15
			% granulare	0						
		Unità C	Media	8,62	0	50,77	0	0	4,3	16,75
Qc min	0,41		Min	1,62	0	25,51	0	0	1,42	15,11
Qc max	1,67		Max	22,74	0	103,42	0	0	12,92	18,36
			5° perc	1,84	0	28,3	0	0	1,62	15,35
			% granulare	0						
		Unità D	Media	5,32	0	49,66	0	0	2,04	17,08
Qc min	0,58		Min	1,43	0	29,33	0	0	0,72	15,7
Qc max	1,49		Max	16,21	0	92,45	0	0	5,45	17,99
			5° perc	2,12	0	35,3	0	0	0,94	16,24
			% granulare	0						
		Unità E	Media	4,66	0	57,19	0	0	1,47	17,32
Qc min	0,77		Min	2,01	0	37,01	0	0	0,87	16,66
Qc max	1,43		Max	10,3	0	85,63	0	0	2,6	17,9
			5° perc	2,21	0	39	0	0	0,93	16,88
			% granulare	0						
		Unità F	Media	11,27	26,63	75,67	33,56	67,94	1,86	16,78
Qc min	0,77		Min	1,61	24	42,43	32,13	59,71	0,91	15,63
Qc max	5,04		Max	65,55	28	322,16	34,26	73,23	11,38	18,28
			5° perc	1,87	25	44,47	32,21	60,03	0,97	15,92
			% granulare	9,61						
		Unità G	Media	4,18	0	63,5	0	0	1,32	17,12
Qc min	1,04		Min	2,82	0	53,3	0	0	1,08	16,37
Qc max	2,59		Max	23,99	0	173,7	0	0	4,91	17,73
			5° perc	3,01	0	54,67	0	0	1,1	16,49
			% granulare	0						

Elaborazione CPTu16

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	57,22	81,34	326,47	43,51	44,76	150,46	18,49
Qc min	0,02		Min	0,3	52	1,03	39,66	2,69	29,36	13,73
Qc max	25,05		Max	151,95	100	470,55	49,51	121,24	213,02	20,98
			5° perc	16,09	63	107,69	40,55	14,62	66,71	15,97
			% granulare	90,24						
		Unità B	Media	33,91	0	150,34	0	0	36,25	19,07
Qc min	1,05		Min	14,49	0	52,82	0	0	12,76	18,18
Qc max	4,33		Max	59,84	0	278,82	0	0	109,94	20
			5° perc	23,63	0	110,27	0	0	14,08	18,22
			% granulare	0						
		Unità C	Media	9,92	0	56,75	0	0	4,55	16,98
Qc min	0,31		Min	0,96	0	15,89	0	0	0,74	15,85
Qc max	1,77		Max	23,38	0	117,51	0	0	12,27	18,16
			5° perc	1,93	0	25,63	0	0	1,35	16,17
			% granulare	0						
		Unità D	Media	5,17	0	49,14	0	0	1,91	16,95
Qc min	0,26		Min	0,49	0	3,81	0	0	0,07	15,41
Qc max	1,88		Max	22,96	0	126,62	0	0	5,13	18,24
			5° perc	0,51	0	12,95	0	0	0,34	15,81
			% granulare	0						
		Unità E	Media	4,12	0	56,38	0	0	1,41	17,02
Qc min	0,77		Min	1,87	0	37,14	0	0	0,85	16,4
Qc max	1,53		Max	11,57	0	94,66	0	0	2,84	17,82
			5° perc	2,02	0	38,89	0	0	0,91	16,47
			% granulare	0						
		Unità F	Media	2,85	0	51,99	0	0	1,11	16,64
Qc min	0,73		Min	1,11	0	34,61	0	0	0,67	15,61
Qc max	1,35		Max	5,85	0	78,74	0	0	1,85	17,34
			5° perc	1,28	0	37,49	0	0	0,74	15,74
			% granulare	0						
		Unità G	Media	3,3	0	55,83	0	0	1,08	17,13
Qc min	0,86		Min	1,68	0	40,4	0	0	0,76	16,48
Qc max	1,24		Max	4,14	0	64,14	0	0	1,23	17,54
			5° perc	1,99	0	44,21	0	0	0,84	16,59
			% granulare	0						

Elaborazione CPTu17

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	54,17	82,64	4,77	43,55	44,85	59,68	18,31
Qc min	0,06		Min	0,94	58	4,22	39,13	4,7	56,72	13,73
Qc max	19,9		Max	107,8	100	5,74	47,43	86,01	64,17	20,44
			5° perc	9,88	60	4,23	39,63	16,63	56,86	15,95
			% granulare	0						
		Unità B	Media	45,57	61,02	174,24	41,88	50,12	35,77	19,28
Qc min	1,34		Min	18,54	49	71	38,52	26,63	15,3	16,29
Qc max	6,37		Max	79,3	77	266,81	44,14	63,27	96,63	19,9
			5° perc	29,38	49,8	129,26	39,62	38,63	18,53	18,68
			% granulare	32,04						
		Unità C	Media	10,51	0	56,99	0	0	4,83	16,98
Qc min	0,43		Min	1,73	0	23,74	0	0	1,26	15,56
Qc max	1,83		Max	24,8	0	110,55	0	0	14,66	18,61
			5° perc	2,16	0	28,23	0	0	1,59	15,89
			% granulare	0						
		Unità D	Media	5,67	0	52,19	0	0	2,11	17,01
Qc min	0,54		Min	0,93	0	22,75	0	0	0,58	15,65
Qc max	1,51		Max	17,47	0	93,64	0	0	4,49	17,92
			5° perc	1,94	0	35,05	0	0	0,93	16,22
			% granulare	0						
		Unità E	Media	4,57	0	60,53	0	0	1,57	16,86
Qc min	0,78		Min	2,01	0	40,21	0	0	0,95	16,06
Qc max	2,01		Max	16,58	0	154,49	0	0	4,79	17,97
			5° perc	2,07	0	40,76	0	0	0,97	16,16
			% granulare	0						
		Unità F	Media	3,25	0	59,66	0	0	1,34	16,37
Qc min	0,85		Min	1,96	0	49,4	0	0	1,11	15,33
Qc max	1,53		Max	8,03	0	102,53	0	0	2,53	17,07
			5° perc	2,1	0	50,68	0	0	1,13	15,44
			% granulare	0						
		Unità G	Media	4,02	0	64,39	0	0	1,33	16,96
Qc min	0,99		Min	2,7	0	53,98	0	0	1,09	16,1
Qc max	1,45		Max	6,26	0	82,81	0	0	1,89	17,41
			5° perc	3	0	56,3	0	0	1,13	16,35
			% granulare	0						

Elaborazione CPTu18

			Constrained Mod. (MPa)		Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
		Unità A	Media	38,15	76,22	5,18	42,52	31,37	97,91	18,05
Qc min	0,08		Min	1,23	57	4,72	40,75	2,87	70,45	14,7
Qc max	6,57		Max	62,8	84	5,64	44,36	50,11	125,37	19,34
			5° perc	8,13	71	4,77	41,25	12,48	73,2	16
			% granulare	96,97						
		Unità B	Media	44,09	54,97	187,13	40,77	40,45	41,96	19,07
Qc min	2,01		Min	28,61	41	146,86	37,82	27,27	29,83	17,76
Qc max	266		Max	76,55	80	265,95	44,43	61,07	97,79	19,78
			5° perc	29,54	42	150,44	38,02	27,78	31,31	17,87
			% granulare	48,05						
		Unità C	Media	11,16	0	63,09	0	0	6,51	16,7
Qc min	0,41		Min	1,66	0	25,84	0	0	1,53	14,91
Qc max	2,85		Max	39,28	0	172,48	0	0	29,37	19,41
			5° perc	1,99	0	29,09	0	0	1,84	15,13
			% granulare	0						
		Unità D	Media	10,72	32,77	63,58	35,09	48,15	2,97	17,25
Qc min	0,46		Min	1,26	0	0	0	0	0	15,71
Qc max	5,48		Max	74,18	40	310,3	38,37	69,01	26,08	19,07
			5° perc	2,44	24,45	35,63	32	30,96	1,07	16,61
			% granulare	6,23						
		Unità E	Media	4,35	0	57,5	0	0	1,38	17,22
Qc min	0,87		Min	2,18	0	41,2	0	0	0,93	16,36
Qc max	2,15		Max	14,24	0	121,16	0	0	3,11	18,26
			5° perc	2,56	0	43,28	0	0	1	16,56
			% granulare	0						
		Unità F	Media	27,16	0	193,53	0	0	5,66	17,44
Qc min	2,15		Min	12,72	0	121,16	0	0	3,11	17,32
Qc max	3,08		Max	37,99	0	240,81	0	0	7,53	17,53
			5° perc	15,29	0	137,28	0	0	3,63	17,35
			% granulare	0						
		Unità G	Media	5,09	0	72,91	0	0	1,55	17,07
Qc min	1,06		Min	3,15	0	57,6	0	0	1,19	16,15
Qc max	2,25		Max	17,86	0	153,39	0	0	4,15	17,7
			5° perc	3,35	0	62,15	0	0	1,27	16,38
			% granulare	0						

Nella tabella seguente vengono riportati i parametri di sintesi ottenuti dall'elaborazione statistica di tutte le prove penetrometriche, per ogni Unità Stratigrafica individuata dal Modello Geologico.

Tabella riassuntiva dei parametri geomeccanici ricavati dalle prove penetrometriche statiche con piezocono, elaborati statisticamente e suddivisi per unità stratigrafiche

					Constrained Mod. (MPa)	Dr (%)	Su (kPa)	Friction angle (°)	Es (MPa)	OCR	γ (kN/m ³)
AES8			Unità A	Media	44,80	74,37	86,09	42,61	39,00	35,49	18,19
	Qc min	0,01		Min	10,05	45,00	13,09	35,84	2,69	14,50	13,73
	Qc max	25,05		Max	151,95	100,00	470,55	49,51	121,24	213,02	20,98
				5° perc	20,10	52,00	32,13	37,92	15,64	23,21	13,73
				% granulare	88,38						
			Unità B	Media	39,48	59,35	158,56	41,28	40,33	40,44	19,05
	Qc min	0,01		Min	10,05	34,00	10,01	34,14	14,47	5,79	13,73
	Qc max	7,58		Max	82,14	82,00	320,09	44,14	65,53	110,24	20,25
				5° perc	21,51	45,00	90,60	38,62	22,38	14,46	17,92
				% granulare	17,52						
			Unità C	Media	9,77	24,35	53,70	33,22	16,80	5,63	16,49
	Qc min	0,09		Min	0,25	16,00	10,03	32,00	11,06	10,01	13,73
	Qc max	2,21		Max	29,95	40,00	133,40	38,25	26,74	30,65	18,90
				5° perc	2,15	17,00	28,78	32,00	11,96	1,75	14,84
				% granulare	3,36						
			Unità D	Media	6,69	29,39	53,27	34,05	37,57	2,63	16,87
	Qc min	0,22		Min	0,37	16,00	10,04	32,00	13,36	0,07	13,73
	Qc max	5,48		Max	74,18	40,00	310,30	38,37	69,01	26,08	19,07
				5° perc	2,34	22,60	36,04	32,00	22,33	1,12	15,49
				% granulare	0,94						
AES7			Unità E	Media	5,17	0,00	57,44	0,00	0,00	1,70	17,11
	Qc min	0,67		Min	1,54	0,00	29,53	0,00	0,00	0,77	14,99
	Qc max	2,26		Max	24,03	0,00	189,45	0,00	0,00	6,74	18,68
				5° perc	2,35	0,00	40,95	0,00	0,00	0,99	16,20
				% granulare	0,00						
			Unità F	Media	6,70	28,39	68,35	33,35	63,87	1,92	16,44
	Qc min	0,62		Min	0,72	22,00	22,26	32,00	48,58	0,42	13,73
	Qc max	5,04		Max	89,43	39,00	322,16	34,26	73,23	11,38	18,44
				5° perc	1,99	24,00	44,47	32,15	52,08	0,94	14,81
				% granulare	2,25						
			Unità G	Media	4,18	0,00	60,90	0,00	0,00	1,40	17,02
	Qc min	0,81		Min	1,43	0,00	38,01	0,00	0,00	0,76	13,73
	Qc max	1,6		Max	8,82	0,00	133,97	0,00	0,00	4,17	17,90
				5° perc	2,72	0,00	49,34	0,00	0,00	0,99	16,22
				% granulare	0,00						

8.2. Modello geotecnico da prove SPT

Nel corso del sondaggio S1, sono state eseguite diverse prove SPT (Standard Penetration Cone) al fine di acquisire dati litologici e geomeccanici nell'intervallo di profondità compreso tra 25 metri e 35 metri. Questa serie di prove è stata progettata con l'obiettivo di integrare le informazioni ottenute dalle prove CPTu, le quali hanno raggiunto una profondità massima di 25 metri dal piano campagna. L'approccio combinato di SPT e CPTu mira a fornire una panoramica più completa delle caratteristiche del terreno in esame, consentendo una valutazione più approfondita delle sue proprietà litologiche e geomeccaniche nei vari strati riconosciuti. Nelle Tabelle seguenti sono riportati i parametri geomeccanici stimati dalle prove penetrometriche SPT. Lungo i profili di prova, i parametri geomeccanici sono forniti come dati nominali aggregati per unità litotecniche e non elaborati statisticamente. L'elaborazione delle prove è stata effettuata tramite il *Software Dynamic Probing della Geostru*, il quale ha identificato i terreni indagati da SPT1 e SPT2 come costituiti da materiale prevalentemente coesivo, da SPT3 e SPT5 da materiale a comportamento sia coesivo sia granulare e da SPT4 come materiale incoerente.

Densità relativa (Skempton 1986)

Sondaggio	SPT	Profondità (m da p.c.)	N _{SPT}	Densità relativa
S1	1	26,50-26,95	23	-
	2	28,00-28,45	42	-
	3	30,50-30,95	33	56.72
	4	32,00-32,45	14	41.17
	5	33,50-33,95	33	48.94

Angolo di resistenza al taglio (Wolff 1989)

Sondaggio	SPT	Profondità (m da p.c.)	N _{SPT}	Angolo di resistenza al taglio
S1	1	26,50-26,95	23	-
	2	28,00-28,45	42	-
	3	30,50-30,95	33	36.42
	4	32,00-32,45	14	31.2
	5	34,50-34,95	33	33.44

Modulo di Young (Bowles (1982) Sabbia Media – incoerenti; Apollonia-coerenti)

Sondaggio	SPT	Profondità (m da p.c.)	N _{SPT}	Modulo di Young (Mpa)
S1	1	26,50-26,95	23	22.56
	2	28,00-28,45	42	41.19
	3	30,50-30,95	33	32.36
	4	32,00-32,45	14	14.22
	5	33,50-33,95	33	21.57

Modulo Edometrico (Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia incoerenti; Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner-coesivi)

Sondaggio	SPT	Profondità (m da p.c.)	N _{SPT}	Modulo edometrico (Mpa)
S1	1	26,50-26,95	23	23.18
	2	28,00-28,45	42	42.18
	3	30,50-30,95	33	33.18
	4	32,00-32,45	14	5.51
	5	33,50-33,95	33	22.18

Peso unità di volume (Terzaghi-Peck 1948-incoerente; Meyerhof-coesivi)

Sondaggio	SPT	Profondità (m da p.c.)	N _{SPT}	Peso unità di volume (KN/m³)
S1	1	26,50-26,95	23	20.69
	2	28,00-28,45	42	24.52
	3	30,50-30,95	33	21.77
	4	32,00-32,45	14	14.97
	5	33,50-33,95	33	20.69

Coesione non drenata (Terzaghi-Peck)

Sondaggio	SPT	Profondità (m da p.c.)	N _{SPT}	Coesione non drenata - Cu (Kpa)
-----------	-----	------------------------	------------------	---------------------------------

S1	1	26,50-26,95	23	152.30
	2	28,00-28,45	42	278.02
	3	30,50-30,95	33	218.39
	4	32,00-32,45	14	-
	5	33,50-33,95	33	145.63

8.3. Sezioni interpretative

Di seguito vengono presentate le sezioni interpretative del modello geologico, ottenute dall'unione delle prove geomeccaniche effettuate nell'area di studio (per l'ubicazione Cfr. Figura 19).

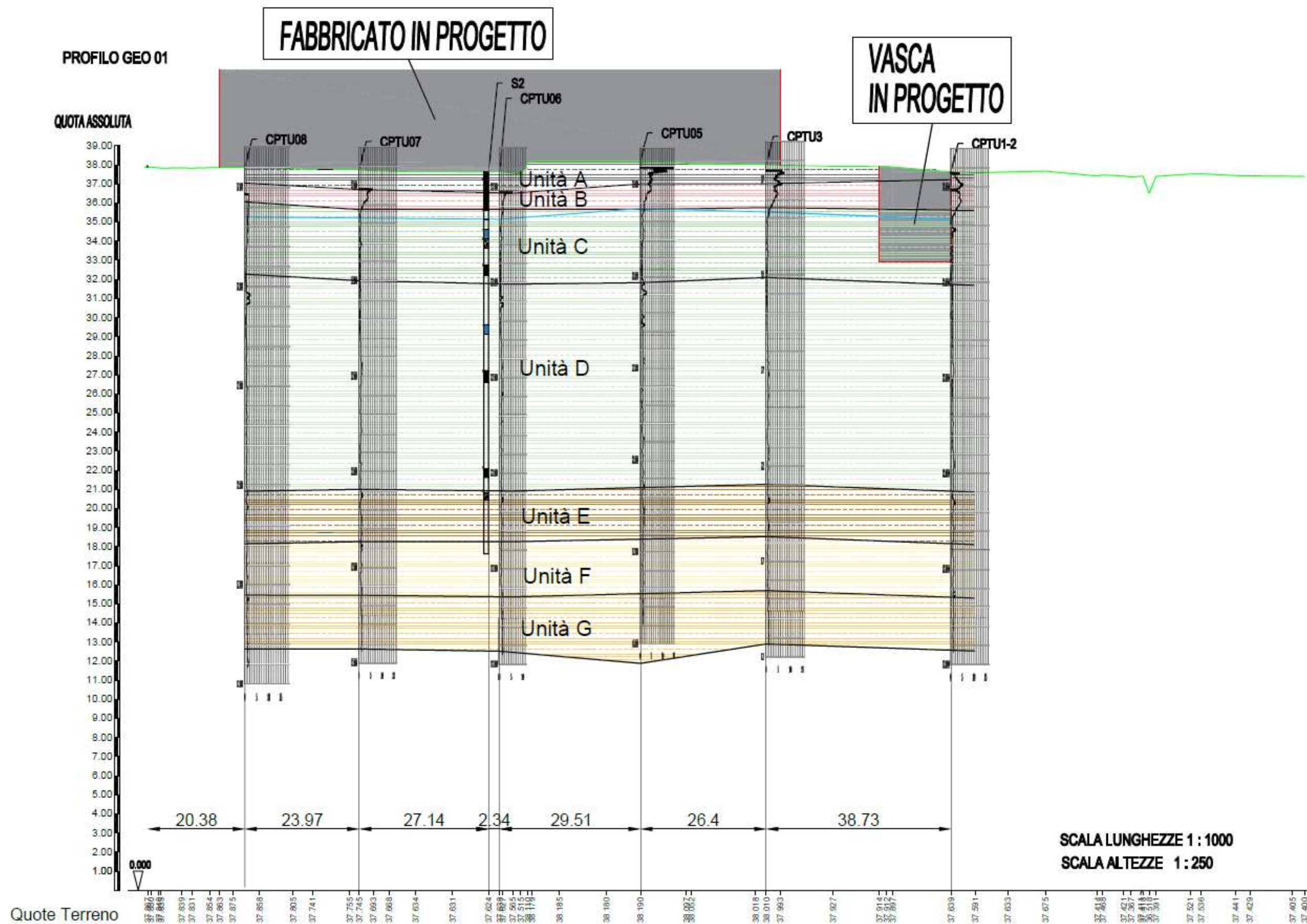


Figura 33 - Sezione interpretativa del modello geologico - Profilo GEO 01

PROFILO GEO 02

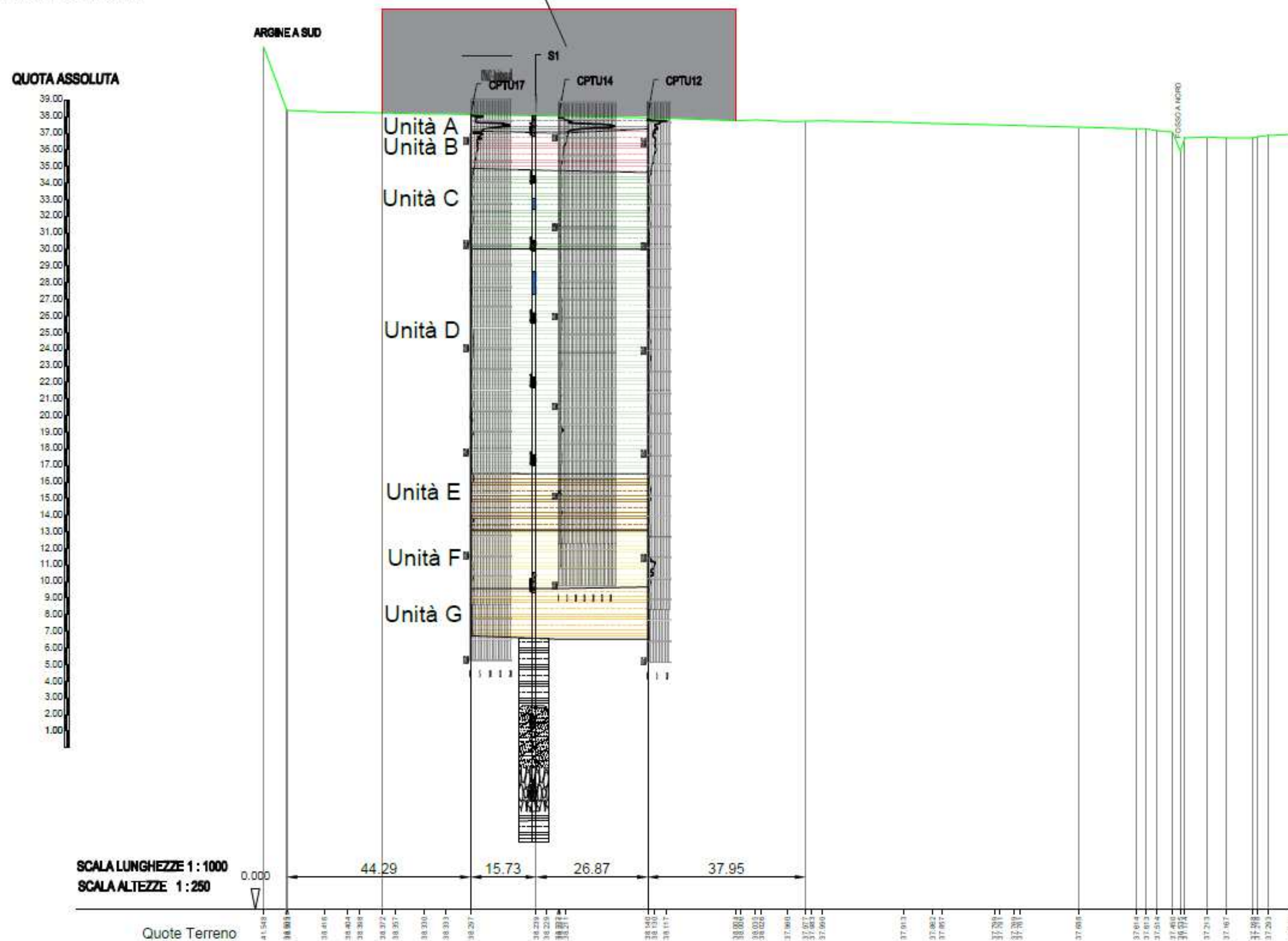


Figura 34 - Sezione interpretativa del modello geologico - Profilo GEO 02

PROFILO GEO 03

QUOTA ASSOLUTA

39.00
38.00
37.00
36.00
35.00
34.00
33.00
32.00
31.00
30.00
29.00
28.00
27.00
26.00
25.00
24.00
23.00
22.00
21.00
20.00
19.00
18.00
17.00
16.00
15.00
14.00
13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00

SCALA LUNGHEZZE 1 : 1000
SCALA ALTEZZE 1 : 250

Quote Terreno

STRADA DI SERVIZIO

0.000

45.32

46.6

23.93

51.18

27.85

CPTU5

CPTU10

CPTU11

FABBRICATI IN PROGETTO

ARGINE AD EST

Unità A

Unità B

Unità C

Unità D

Unità E

Unità F

Unità G

1

1

1

1

1

1

Figura 35 - Sezione interpretativa del modello geologico - Profilo GEO 03

9. Inquadramento sismico

9.1. Classificazione sismica

Per quanto riguarda la classificazione sismica, il Comune di Parma è inserito nella Zona 3 (sismicità medio-bassa con accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,15 g) ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003.

Relativamente alla normativa regionale, il Comune è stato classificato in zona 3 con a_{refg} pari a 0,157 g (Delibera A.L. 112 – 2 maggio 2007 e D.G.R. 1164 del 23/07/2018).

Da ricerche effettuate sul *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2019 (CPTI15¹)* e sul *Database Macrosismico italiano (DBMI)*, i sismi rilevati in un intorno circola di raggio = 50 km dell'area in esame sono quelli riportati in Tabella 10 e in Figura 33.

Year	EpicentralArea	LatDef	LonDef	MwDef	Year	EpicentralArea	LatDef	LonDef	MwDef
1249	Modena	44,65	10,93	4,86	1937	Parmense	44,76	10,34	4,77
1280	Pianura emiliana	44,81	10,68	4,4	1940	Appennino emiliano	44,8	10,3	
1344	Parma	44,8	10,33	4,16	1940	Parmense	44,8	10,18	5,06
1345	Pianura emiliana	44,81	10,56	4,4	1950	Reggiano	44,73	10,67	4,41
1346	Modena	44,65	10,93	4,16	1953	Reggiano	44,79	10,8	4,73
1383	Parma	44,8	10,33	3,93	1955	Parmense	44,8	10,17	4,15
1409	Parma	44,8	10,33	5,1	1961	Parmense	44,74	10,23	4,37
1438	Parmense	44,84	10,24	5,56	1961	Parmense	44,81	10,15	4,47
1465	Pianura emiliana	44,7	10,63	4,4	1963	Bassa modenese	44,68	10,87	4,16
1474	Modena	44,65	10,93	4,16	1967	Reggiano	44,73	10,6	4,44
1481	Pianura emiliana	44,72	10,63	4,16	1967	Appennino reggiano	44,44	10,4	4,07
1485	Reggio nell'Emilia	44,7	10,63	4,16	1968	Parmense	44,75	10,32	
1522	Pianura Padana	44,98	10,05	4,71	1969	Parmense	44,73	10,14	4,21
1547	Reggiano	44,7	10,63	5,1	1970	Parmense	44,71	10,3	4,08
1547	Reggiano	44,7	10,63	4,4	1971	Parmense	44,81	10,35	5,51
1572	Parmense	44,85	10,42	4,63	1971	Pianura emiliana	44,76	10,86	4,19
1586	Parmense	44,87	10,06	4,16	1972	Parmense	44,64	10,3	4,01
1591	Reggio nell'Emilia	44,7	10,63	4,63	1978	Bassa modenese	44,85	10,99	4,39
1600	Reggio nell'Emilia	44,7	10,63	5,33	1980	Piacentino	44,81	9,787	4,57
1607	Reggio nell'Emilia	44,7	10,63	4,16	1981	Reggiano	44,66	10,43	3,75
1608	Reggio nell'Emilia	44,7	10,63	4,4	1983	Parmense	44,76	10,27	5,04
1628	Parma	44,8	10,33	4,86	1987	Reggiano	44,81	10,69	4,64
1646	Mantovano	45,16	10,79	3,7	1987	Reggiano	44,81	10,69	4,71
1653	Reggiano	44,81	10,5	4,4	1988	Reggiano	44,84	10,72	4,57
1661	Modenese	44,73	10,86	4,86	1989	Appennino parmense	44,46	10,06	4,04
1671	Modenese-Reggiano	44,67	10,87	5,27	1991	Emilia occidentale	44,94	9,997	4,33
1732	Parma	44,87	10,47	4,65	1995	Appennino reggiano	44,42	10,57	4,51
1738	Emilia occidentale	44,91	10,03	5,1	1996	Pianura emiliana	44,8	10,68	5,38
1774	Parma	44,8	10,33	4,16	1996	Pianura emiliana	44,82	10,69	4,1
1775	Appennino emiliano	44,65	10,93	4,43	1996	Pianura emiliana	44,8	10,68	4,38
1799	Correggio	44,77	10,78	4,16	1996	Pianura emiliana	44,83	10,7	4,16
1806	Reggiano	44,86	10,67	5,21	1996	Pianura emiliana	44,85	10,7	3,94
1810	Pianura emiliana	44,9	10,72	5,06	1996	Pianura emiliana	44,78	10,88	3,63
1811	Modenese-Reggiano	44,57	10,73	5,13	1996	Pianura emiliana	44,79	10,72	4,29
1818	Parmense	44,7	10,3	5,24	1996	Pianura emiliana	44,81	10,69	4,06
1829	Cremona	45,14	10,02	4,4	1997	Appennino reggiano	44,5	10,72	4,06
1831	Reggiano	44,75	10,48	4,6	1997	Pianura emiliana	44,78	10,63	3,68
1831	Pianura emiliana	44,75	10,54	5,48	1998	Pianura emiliana	44,78	10,72	3,93
1832	Carpi	44,78	10,83	4,51	2000	Pianura emiliana	44,79	10,75	4,4
1832	Reggiano	44,77	10,49	5,51	2000	Pianura emiliana	44,69	10,63	4,88

¹ Rovida A., Locati M., Camassi R., Loli B., Gasperini P., Antonucci A., 2022. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>
Rovida A., Locati M., Camassi R., Loli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>

1834	Val di Taro-Lunigiana	44,53	9,948	5,08	2007	Pianura emiliana	44,8	10,48	4,21
1857	Parmense-Reggiano	44,75	10,48	5,11	2007	Pianura emiliana	44,9	10	4,45
1860	Reggiano	44,74	10,79	3,93	2007	Appennino parmense	44,51	10,13	4,18
1869	Sassuolo	44,63	10,78	4,57	2008	Parmense	44,54	10,35	5,36
1873	Reggiano	44,61	10,7	5,01	2008	Parmense	44,53	10,36	4,81
1885	Pianura Padana	45,21	10,17	5,01	2008	Parmense	44,58	10,26	4,08
1886	Collecchio	44,75	10,31	4,7	2008	Parmense	44,56	10,31	4,09
1895	Reggiano	44,75	10,61	3,98	2009	Piacentino	44,81	9,772	4,12
1898	Parmense	44,66	10,26	5,37	2012	Pianura emiliana	44,87	10,51	4,98
1904	Reggiano	44,49	10,64	4,81	2012	Appennino parmense	44,52	10,01	5,05
1906	Parmense	44,81	10,08	4,25	2012	Pianura emiliana	44,85	10,95	4,14
1912	Carpi	44,78	10,89	3,76	2012	Pianura emiliana	44,85	10,99	4,1
1913	Appennino parmense	44,55	10,2	4,65	2012	Pianura emiliana	44,86	10,95	4,65
1915	Reggiano	44,73	10,47	4,87	2012	Pianura emiliana	44,87	10,97	4,27
1918	Reggiano	44,69	10,63	4,41	2012	Pianura emiliana	44,88	10,95	4,21
1920	Mantovano	45,13	10,82	4,14	2012	Pianura emiliana	44,87	10,98	5,5
1923	Modenese	44,6	10,8	5,04	2012	Pianura emiliana	44,86	10,94	4,95
1926	Appennino reggiano	44,49	10,49	3,46	2012	Pianura emiliana	44,87	10,98	4,88
1928	Carpi	44,8	10,87	4,67	2012	Pianura emiliana	44,9	10,93	4,05
1928	Carpi	44,78	10,87	3,93	2012	Pianura emiliana	44,88	10,98	4,04
1930	Reggiano	44,6	10,6		2012	Pianura emiliana	44,89	10,95	4,9
1932	Modenese	44,59	10,85	3,63	2012	Modenese	44,89	10,92	4,16
1932	Reggiano	44,77	10,81	3,86	2017	Parmense	44,66	10,03	4,6

Tabella 10 - CPTI15 Terremoti rilevati in un intorno dell'area in esame di raggio = 50 km.

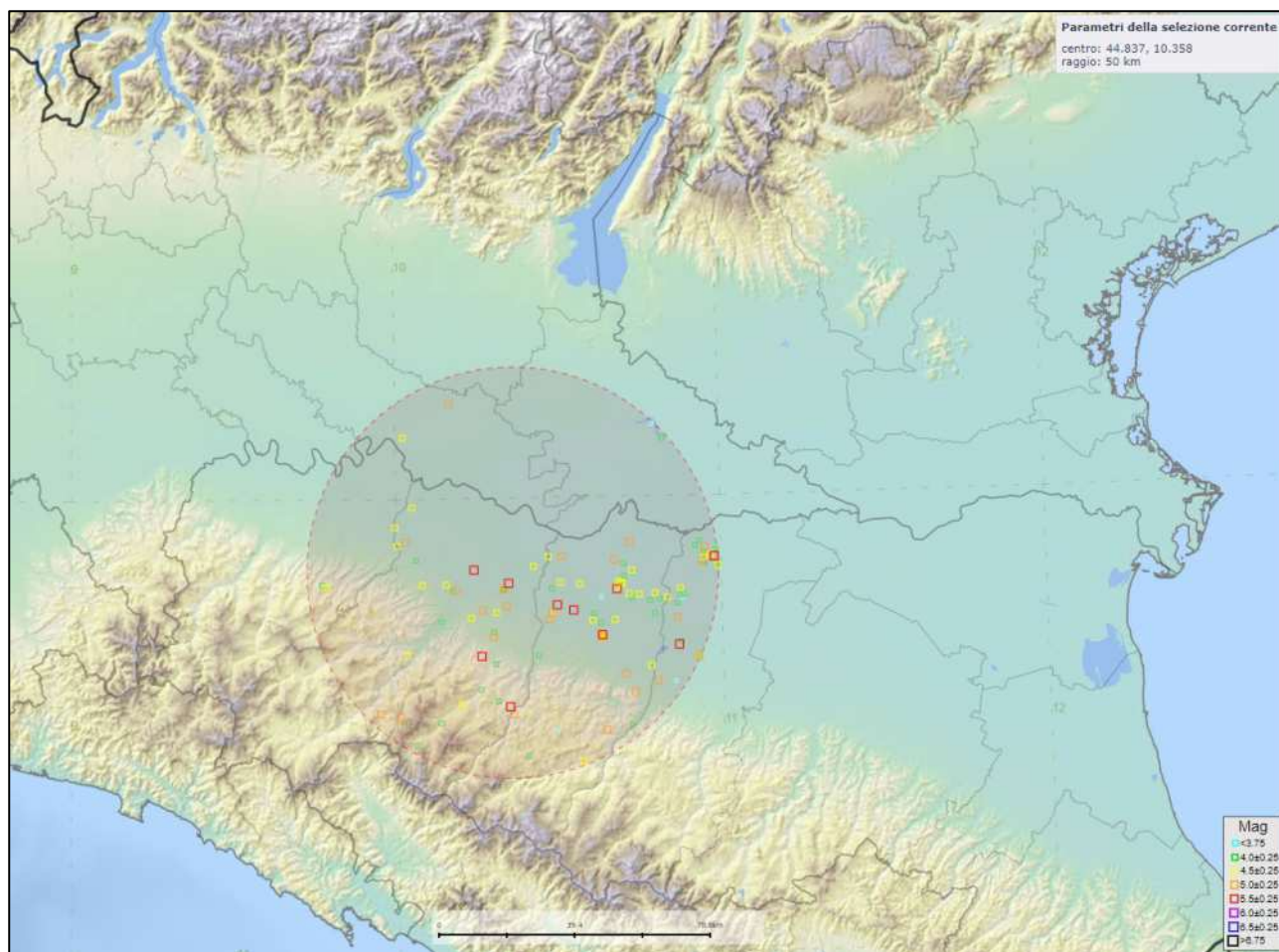


Figura 36- CPTI15 Terremoti rilevati in un intorno circolare di raggio = 50 km dell'area di studio.

9.2. Pericolosità sismica di base

Come elementi di riferimento per la determinazione delle azioni sismiche, sono riportati i dati di base che identificano la pericolosità sismica in condizioni ideali per un terreno di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, espressi in termini di valore di accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g), del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0) e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T_c^*), per periodi di ritorno T_R di riferimento, ottenuti tramite il programma Spettri NTC 1.0.3 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Tali valori derivano dagli studi condotti a livello nazionale in funzione dei valori definiti nei nodi del reticolo riferimento (Allegato B alle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008, come prescritto dalle NTC 2018 e dalla Circolare 2019):

Coordinate del sito in esame (ED50 EPSG 4230):

latitudine: 44,837887

longitudine: 10,359938

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 15162	Lat: 44,8428	Lon: 10,3188	Distanza: 3350,502
Sito 2	ID: 15163	Lat: 44,8446	Lon: 10,3893	Distanza: 2322,462
Sito 3	ID: 15385	Lat: 44,7947	Lon: 10,3918	Distanza: 5481,546
Sito 4	ID: 15384	Lat: 44,7928	Lon: 10,3215	Distanza: 5989,916

I parametri utilizzati sono:

Valore minimo della Vita nominale VN di progetto	50 anni (Tab. 2.4.I. NTC 2018)
Classe d'uso	II (§ 2.4.2. NTC 2018)
Coefficiente d'uso C_u	1.0 (Tab. 2.4.II. NTC 2018)
Periodo di riferimento VR	50 anni (§ 2.4.3. NTC 2018)
Categoria di sottosuolo	D
Categoria topografica	T1

Stato Limite	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,042	2,528	0,238
SLD	50	0,052	2,514	0,256
	72	0,060	2,530	0,268
	101	0,069	2,516	0,275
	140	0,078	2,522	0,280
	201	0,090	2,511	0,286
SLV	475	0,124	2,507	0,292
SLC	975	0,160	2,491	0,299
	2475	0,213	2,507	0,311

Tabella 11 - Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento.

In Figura 34 e in Figura 35 sono riportati rispettivamente i grafici della variabilità dei parametri e gli spettri di risposta elastici in funzione del periodo di ritorno T_R .

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R

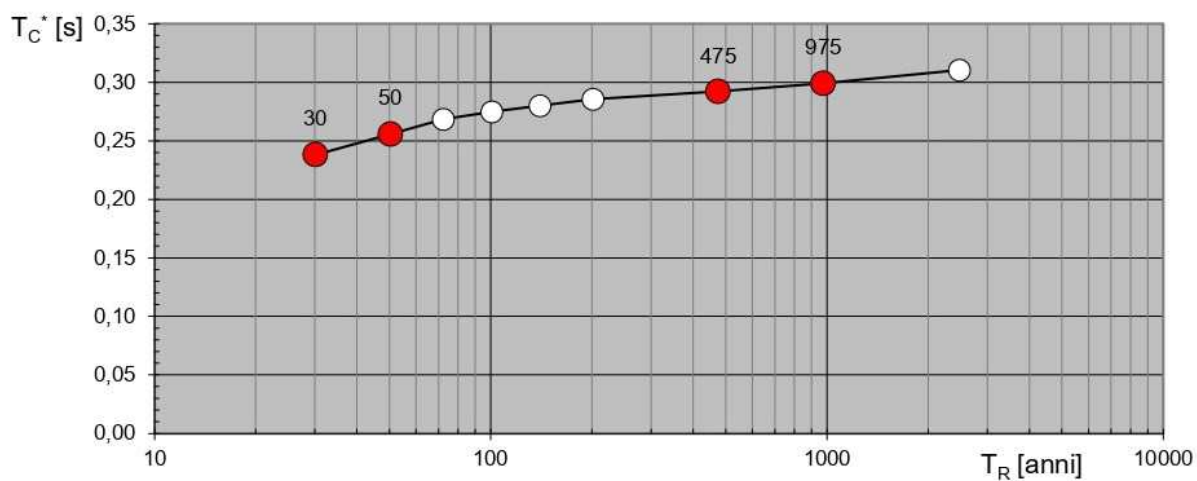
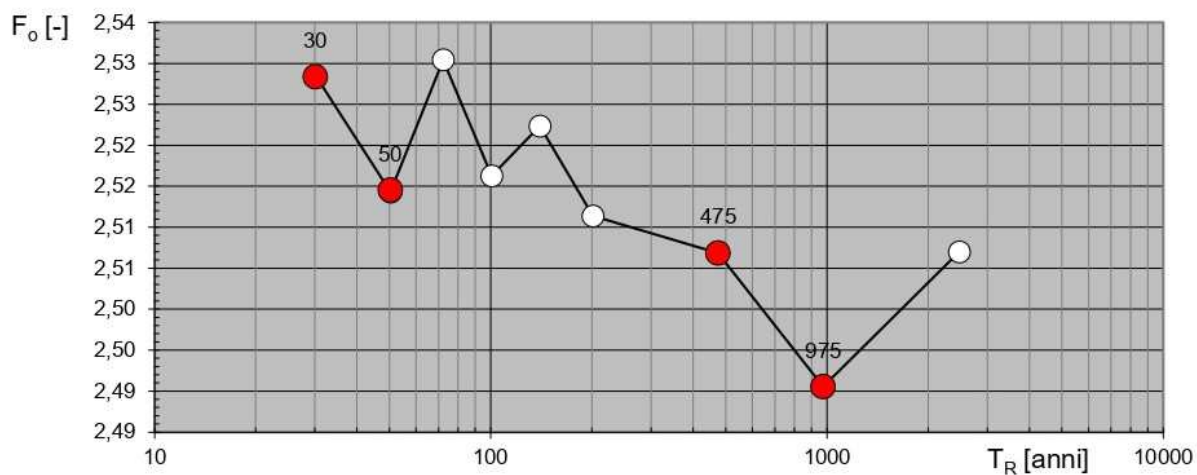
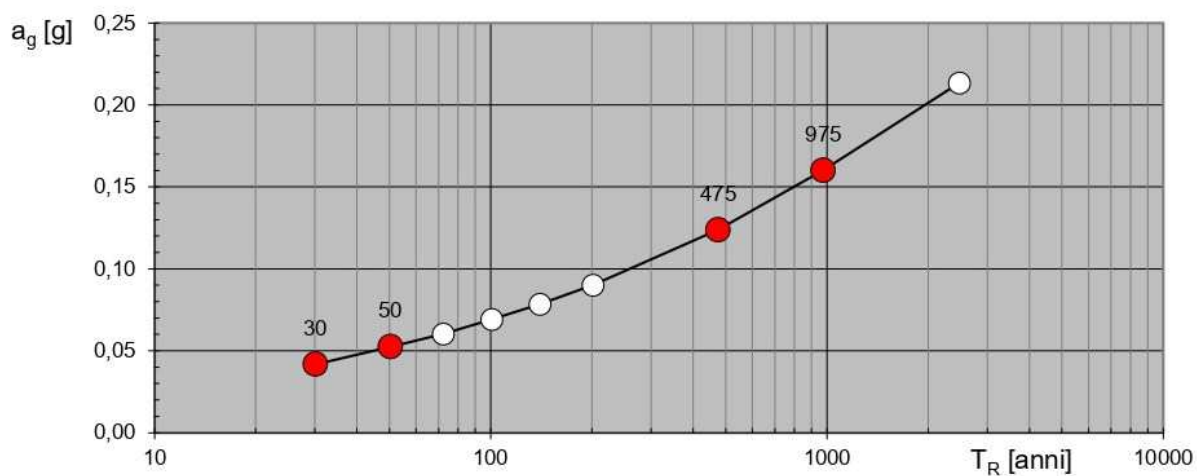
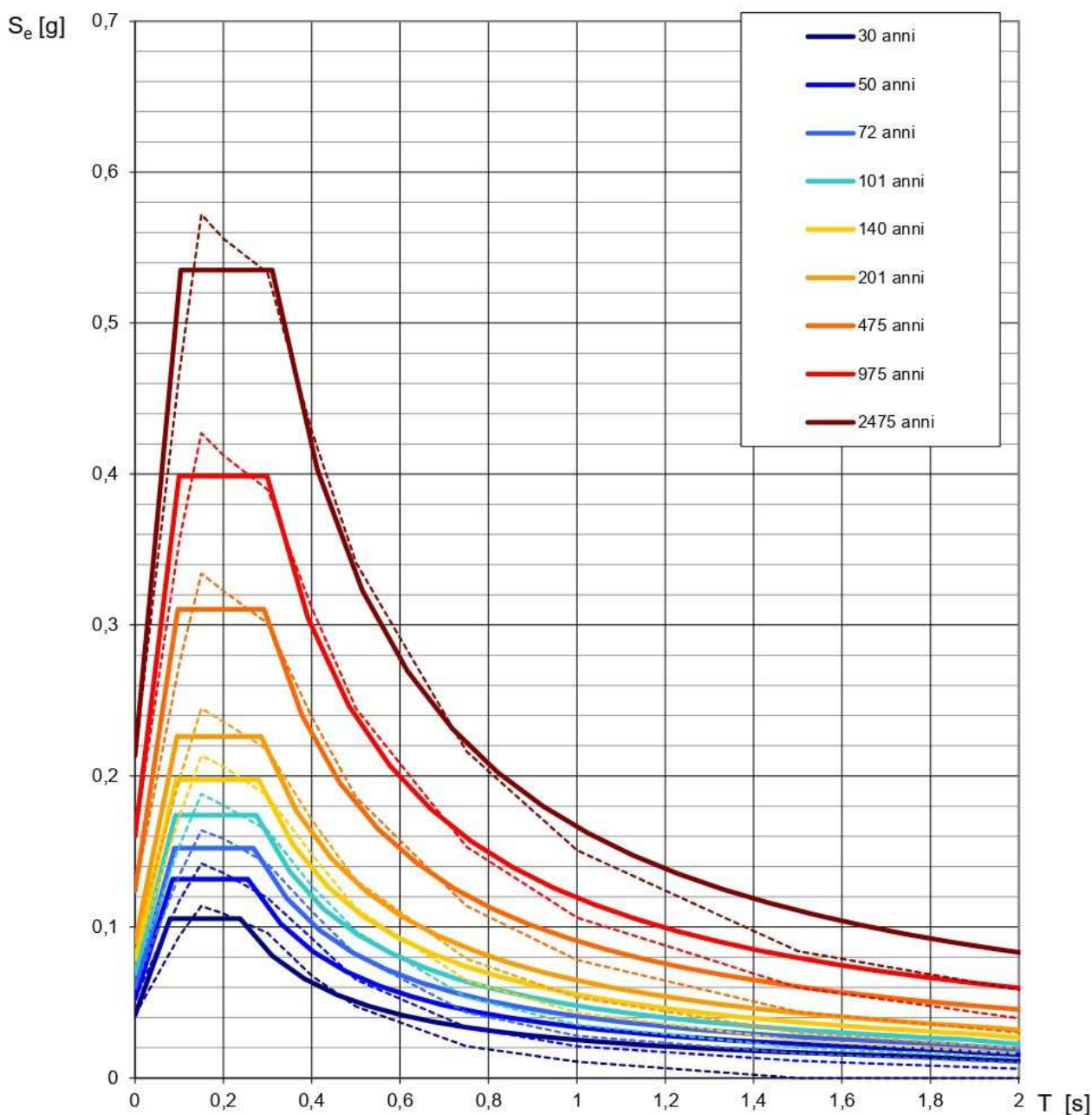


Figura 37 - Variabilità dei parametri in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, per periodi di ritorno T_R di riferimento e per i diversi stati limite.

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 38 - Spettri di risposta elastici in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, per periodi di ritorno T_R di riferimento.

9.3. Categoria di sottosuolo

La categoria di sottosuolo dell'area è stata determinata mediante la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio, ottenuta con due prove sismiche M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), confrontando i dati con quelli ottenuti dalla prova sismica Down-Hole eseguita in corrispondenza del sondaggio S1 (Cfr. § 6.4.). Le ubicazioni sono indicate in Figura 19, i dati e le loro interpretazioni sono riportati per esteso in Allegato.

La classificazione del sottosuolo viene effettuata in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Dove:

h spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N Numero di strati;

H profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo $H = 30$ m nell'equazione sopra riportata (Cfr. 3.2.1 delle NTC 2018). Di seguito sono riassunti i risultati.

Dataset: C4 Parma - MASW 1 - 2023-10-12 09-29.dat

Strato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s (m/s)	Densità (g/cm ³)	Modulo di taglio dinamico (MPa)	V_p (m/s) (approssimato)	Coefficiente di Poisson (approssimato)
1	0-2,3	2,3	135	1,78	32	315	0,39
2	2,3-4,5	2,2	165	1,93	52	588	0,46
3	4,5-6,4	1,9	155	1,88	45	495	0,45
4	6,4-9,1	2,7	133	1,82	32	386	0,43
5	9,1-11,9	2,8	153	1,95	46	650	0,47
6	11,9-13,9	2	123	1,73	26	258	0,35
7	13,9-16,5	2,6	149	1,79	40	330	0,37
8	16,5-19	2,5	149	1,74	39	269	0,28
9	19-21,7	2,7	134	1,74	31	272	0,34
10	21,7-30	8,3	236	1,83	102	393	0,22

Dataset: C4 Parma - MASW 2 - 2023-10-12 10-12.dat

Strato	Profondità (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Densità (g/cm3)	Modulo di taglio dinamico (MPa)	Vp (m/s) (approssimato)	Coefficiente di Poisson (approssimato)
1	0-2,3	2,3	140	2,12	42	1339	0,49
2	2,3-4,5	2,2	139	1,88	36	495	0,46
3	4,5-6,8	2,3	153	1,8	42	349	0,38
4	6,8-8,7	1,9	151	1,84	42	420	0,43
5	8,7-11,6	2,9	156	1,92	47	567	0,46
6	11,6-13,9	2,3	162	1,79	47	337	0,35
7	13,9-16	2,1	141	1,74	35	268	0,31
8	16-18,3	2,3	164	1,79	48	341	0,35
9	18,3-21,3	3	148	1,71	37	240	0,19
10	21,3-30	8,7	296	1,93	170	612	0,35

Il valore della $V_{s,30}$ calcolato per la MASW1 è:

$$V_{s,30} = 160 \text{ [m/s]}$$

Il valore della $V_{s,30}$ calcolato per la MASW2 è:

$$V_{s,30} = 175 \text{ [m/s]}$$

I terreni appartengono quindi alla Categoria di sottosuolo di tipo D:

Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s. (Tabella 3.2. II delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018).

9.4. Misura delle frequenze naturali del terreno e stima della profondità del substrato rigido

In concomitanza con le prove MASW sono state realizzate tre prove sismiche passive con metodo HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). Questo tipo di prova è stata eseguita allo scopo di individuare le frequenze naturali di vibrazione del terreno nel campo di interesse ingegneristico, da 0.5 a 20.0 Hz (Figure 36 37 e 38) e per stimare la profondità del substrato rigido avente velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s.

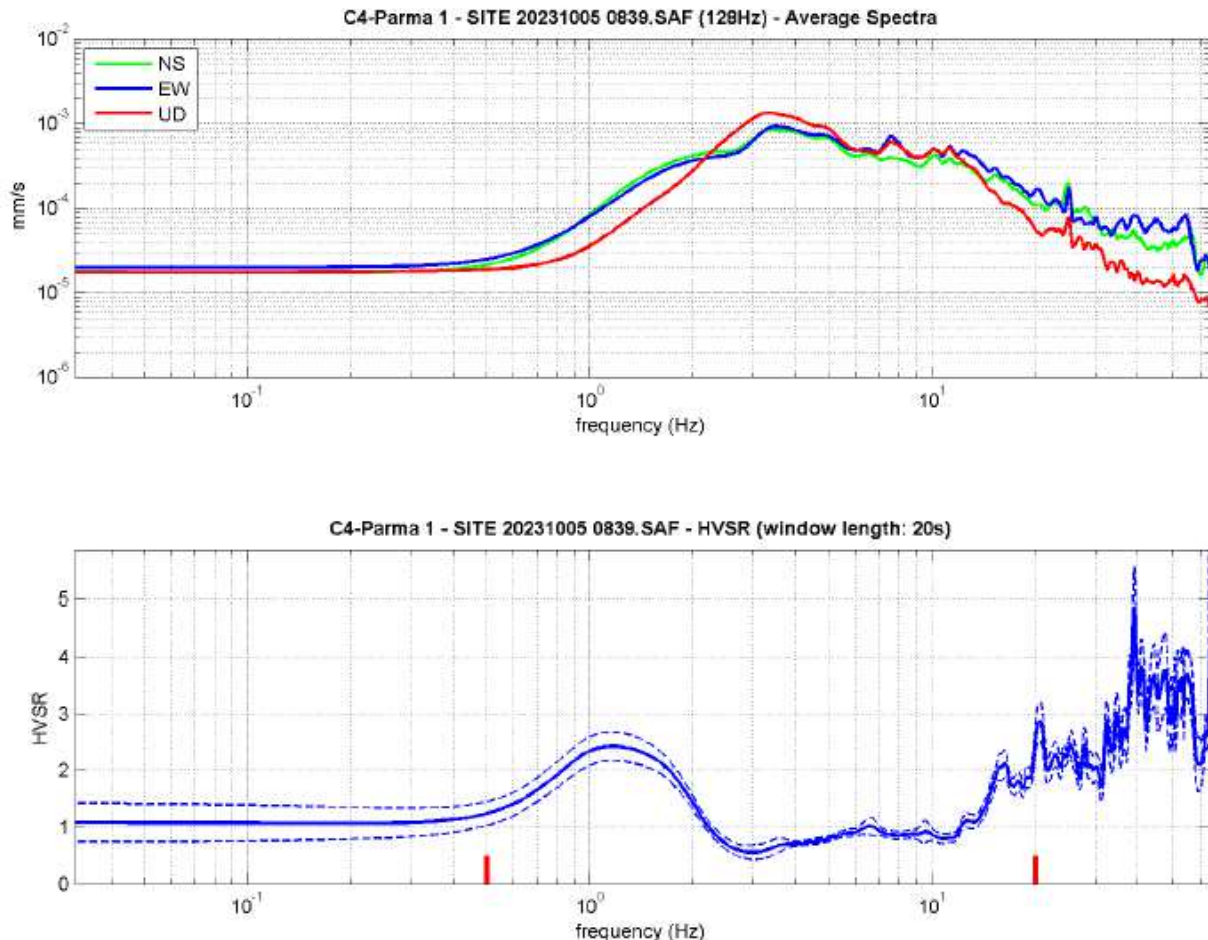


Figura 39 - grafici dei risultati della prova HVSr1 alle varie frequenze.

HVSr1

Dataset: C4-Parma 1 - SITE 20231005 0839.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Tapering (%): 10

=====

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.2 (± 0.3)

Peak HVSr value: 2.4 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. $[f_0 > 10/Lw]$: $1.2 > 0.5$ (OK)

#2. $[nc > 200]$: $2804 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]$: (NO)

#2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]$: yes, at frequency 2.2Hz (OK)

#3. $[A_0 > 2]$: $2.4 > 2$ (OK)

#4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)

#5. $[\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)]$: $7.903 > 0.119$ (NO)

#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.250 < 1.78$ (OK)

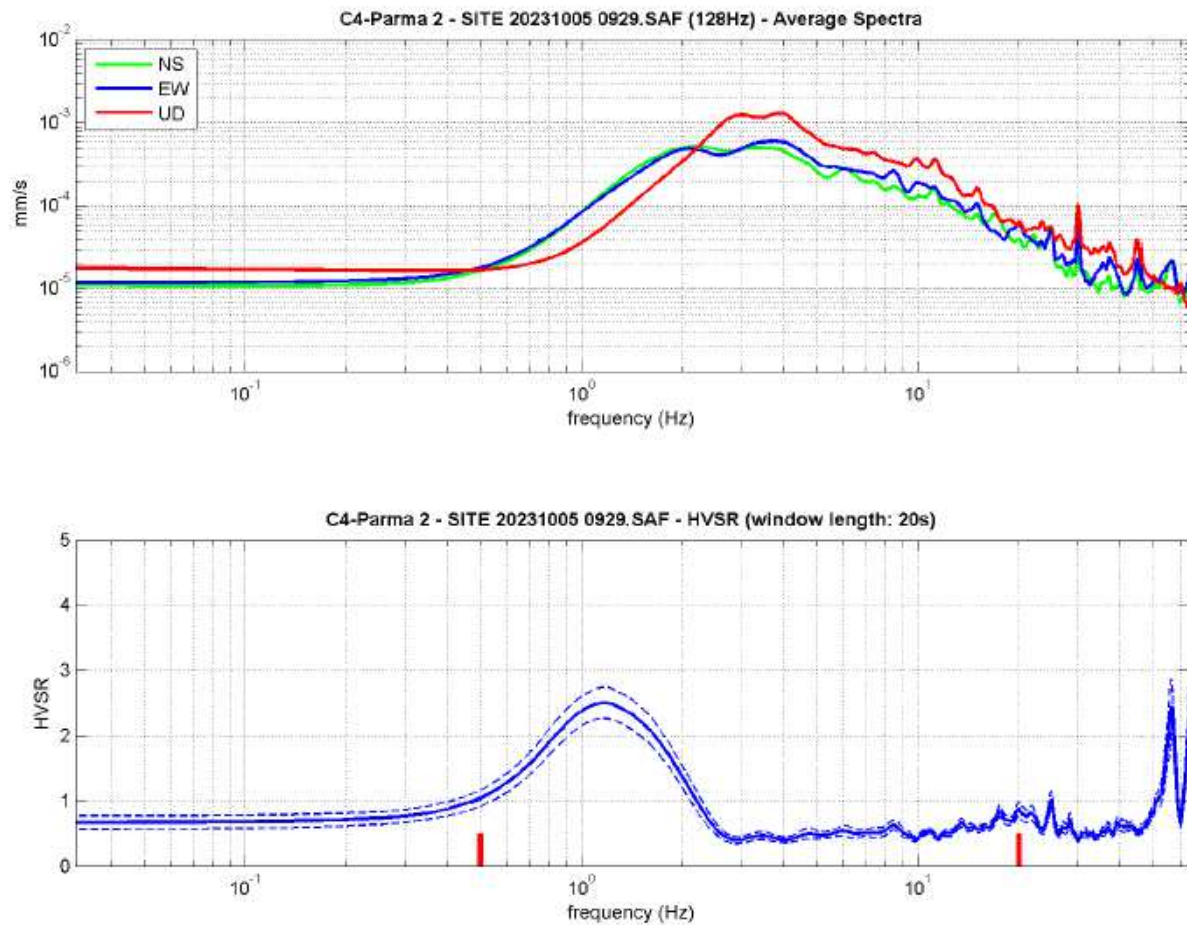


Figura 40 - grafici dei risultati della prova HVSR2 alle varie frequenze.

HVSR2

Dataset: C4-Parma 2 - SITE 20231005 0929.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Tapering (%): 10

=====
In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.2 (± 0.2)

Peak HVSr value: 2.5 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve ===

#1. $[f_0 > 10/Lw]$: $1.2 > 0.5$ (OK)

#2. $[nc > 200]$: $2780 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

#1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]$: yes, at frequency 0.6Hz (OK)

#2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]$: yes, at frequency 2.1Hz (OK)

#3. $[A_0 > 2]$: $2.5 > 2$ (OK)

#4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)

#5. $[\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)]$: $0.188 > 0.119$ (NO)

#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.236 < 1.78$ (OK)

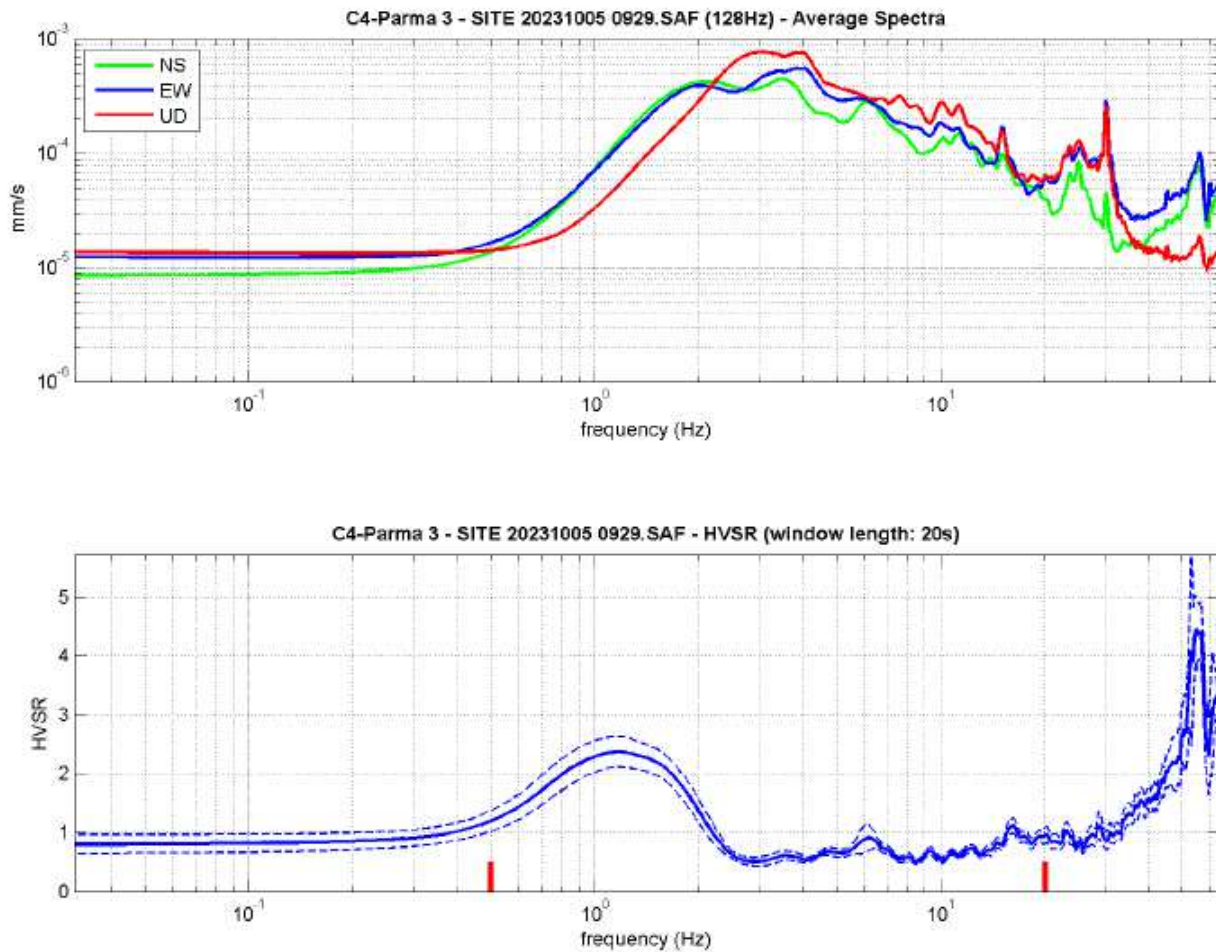


Figura 41 - grafici dei risultati della prova HVSr3 alle varie frequenze.

HVSr3

Dataset: C4-Parma 3 - SITE 20231005 0929.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Tapering (%): 10

=====

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.2 (± 0.5)

Peak HVSr value: 2.4 (± 0.3)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. $[f_0 > 10/Lw]$: $1.2 > 0.5$ (OK)

#2. $[nc > 200]$: $2804 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]$: (NO)

#2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]$: yes, at frequency 2.1Hz (OK)

#3. $[A_0 > 2]$: $2.4 > 2$ (OK)

#4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)

#5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$: $0.667 > 0.119$ (NO)

#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.261 < 1.78$ (OK)

9.5. Stima dei fattori di amplificazione per la microzonazione sismica di secondo livello

In questo paragrafo sono prese in considerazione le condizioni fisiche locali, intese come aspetti geologici e geomorfologici del territorio, che possono determinare effetti locali di amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità, fenomeni di liquefazione, ecc. (<<Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L. R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", Allegato A1 alla Delibera dell'Assemblea Legislativa Regionale progr. n. 112/2007, aggiornata con Delibera di Giunta Regionale n. 2193/2015, Delibera di Giunta Regionale n. 630/2019 e Delibera di Giunta Regionale n. 476/2021 e DGR n. 564/2021).

In riferimento al paragrafo A2.1.2 – PIANURA PADANA E COSTA ADRIATICA della D.G.R. n. 476/2021, le tabelle relative al settore PIANURA 1 sono il riferimento per la stima semplificata dell'amplificazione stratigrafica nelle aree di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza, tale da essere considerato coincidente con il tetto del substrato rigido, a profondità ≤ 100 m da p.c.

I Fattori di Amplificazione (FA) riportati nelle tabelle sono stati calcolati per un tempo di ritorno $T_R=475$ anni, con smorzamento $\zeta=5\%$, e sono relativi ai seguenti parametri rappresentativi dello scuotimento sismico:

- accelerazione di picco orizzontale (PGA)²;

V_{S30} (m/s)	→	150	200
PGA		1,7	1,7

- intensità spettrale dove $SA = \int_{T_1}^{T_2} A(T, \zeta) dT$ ³ dove A è lo spettro di risposta in accelerazione, T è il periodo proprio e ζ è lo smorzamento; sono stati considerati quattro intervalli di periodo proprio T ottenendo altrettanti valori di intensità spettrale:

V_{S30} (m/s)	→	150	200
SA1 (0,1s \leq T \leq 0,5s)		1,8	1,8
SA2 (0,4s \leq T \leq 0,8s)		2,7	2,7
SA3 (0,7s \leq T \leq 1,1s)		3,3	3,2
SA4 (0,5s \leq T \leq 1,5s)		3,3	3,1

- intensità spettrale $SI = \int_{T_1}^{T_2} V(T, \zeta) dT$ ⁴ dove V è lo spettro di risposta in velocità, T è il periodo proprio e ζ è lo smorzamento⁵; sono stati considerati tre intervalli di periodo proprio T ottenendo altrettanti valori di intensità spettrale:

V_{S30} (m/s)	→	150	200
SI1 (0,1s \leq T \leq 0,5s)		2	2
SI2 (0,5s \leq T \leq 1,0s)		3,1	3
SI3 (0,5s \leq T \leq 1,5s)		3,6	3,3

² PGA/PGA₀; PGA₀ è l'accelerazione massima orizzontale a periodo T=0 al suolo di riferimento, PGA è l'accelerazione massima orizzontale a periodo T=0 alla superficie del sito.

³ SA/SA₀; SA₀ è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione al suolo di riferimento, SA è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione alla superficie del sito.

⁴ SI/SI₀; SI₀ è l'integrale dello spettro di risposta in velocità (Intensità di Housner) al suolo di riferimento, SI l'integrale dello spettro di risposta in velocità (o corrispondente grandezza di Intensità di Housner) alla superficie del sito.

9.6. Sintesi degli studi di Microzonazione Sismica (MS3)

Nell'ambito delle risorse economiche stanziare con O.C.D.P.C. n. 171 del 19 giugno 2014 – Attuazione dell'art. 11 del d.l. 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77 – il Comune di Parma ha intrapreso lo studio di Microzonazione Sismica (MS) di III livello dell'intero territorio comunale. Di seguito si riporta una sintesi di quanto evidenziato dagli studi effettuati:

Sintesi degli studi di microzonazione sismica

- Tav. 2b – Carta delle frequenze naturali dei terreni

L'area ricade tra una zona a classe di frequenza $< 1 \text{ Hz}$ $f_0 \leq 2 \text{ Hz}$ ad ovest con ampiezza di picco compreso tra $1,5 \text{ Hz} \leq \text{HVSR} < 2 \text{ Hz}$, ed una classe di frequenza $f_0 \leq 0,6 \text{ Hz}$ caratterizzato da un contrasto di impedenza moderato.

- Tav. 3b - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

L'area ricade all'interno della Zona 6: Terreni coesivi limoso-argillosi con torbe entro i primi 20 -30 m su livelli ghiaiosi profondi.

- Tav. 4b - Carta delle velocità delle onde di taglio S(Vs)

L'area di studio ricade ad una distanza di circa 200 metri da una prova Down-Hole che individua alla profondità di 33 metri una consistente variazione di impedenza acustica (profondità alla quale si intercettano livelli ghiaiosi di AES7) ed attribuisce allo spessore dei terreni di copertura una velocità equivalente di 190 m/s.

- Tav. 5b - Carta di microzonazione sismica FA_{PGA} (Figura 39.a)

L'area di studio insiste su di un'area caratterizzata da amplificazioni locali nel range 1,3-1,4.

Di seguito vengono elencate le tavole che riportano il valore del fattore di amplificazione calcolato come intensità di Housner (FH) in pseudo-velocità nei 3 intervalli di integrazione:

- Tav. 6b - Carta di microzonazione sismica FA_{1s} 0,1 - 0,5 s (Figura 39.b)

L'area di studio insiste su di un'area caratterizzata da amplificazioni locali nel range 1,3-1,4.

- Tav. 7b - Carta di microzonazione sismica FA_{1s} 0,5 - 1,0 s (Figura 39.c)

L'area di studio insiste per la maggior parte su di un'area caratterizzata da amplificazioni locali nel range 1,7-1,8. Un lembo, nella parte orientale dell'area di progetto insiste su una zona suscettibile di un fattore di amplificazione compreso tra 1.9 e 2.0.

- Tav. 8b – Carta di microzonazione sismica FA_{1s} 0,5 -1,5 s (Figura 39.d)

L'area di studio insiste per la maggior parte su di un'area caratterizzata da amplificazioni locali nel range 1,5 1,6. Un lembo, nella parte orientale dell'area di progetto insiste su una zona suscettibile di un fattore di amplificazione compreso tra 1.9 e 2.0.



Figura 42 - Sintesi degli studi di microzonazione sismica di 3 livello del Comune di Parma

9.7. Risposta sismica locale di terzo livello di approfondimento

Di seguito vengono presentati i risultati dell'analisi di risposta sismica locale di terzo livello a corredo del progetto.

Sebbene gli strumenti di pianificazione regionali e comunali e in particolare le Norme per la riduzione del rischio sismico, non prescrivano che la progettazione esecutiva di nuove costruzioni ricadenti in classe d'uso II debba essere effettuata sulla base di analisi di risposta sismica locale, nella presente relazione si è preferito effettuare ugualmente tale verifica, al fine di valutare analiticamente la risposta sismica locale del terreno interessato.

9.7.1. Analisi della risposta sismica locale

Un aspetto fondamentale da affrontare nell'ambito della Microzonazione Sismica di terzo livello è rappresentato dall'analisi di risposta sismica locale, descrivibile come *“quell'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base, subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (coperture) fino alla superficie”*.

Considerando un'analisi della risposta sismica locale in modalità free-field, in cui viene considerato il sito privo di ogni tipo di struttura, i dati in ingresso e in uscita dal modello risultano i seguenti:

Dati di input:

- moto sismico atteso alla base del deposito o su roccia affiorante (roccia o terreno duro di riferimento) con assegnato tempo di ritorno;
- geometria del deposito (spessori ed estensione);
- stratigrafia (natura, alternanza e spessore degli strati);
- caratteristiche fisiche e geotecniche (densità, velocità delle onde di taglio S, Rapporto di smorzamento, leggi di variazione della deformazione, ecc.);

Dati di output:

- Andamento del moto sismico in superficie, espresso sotto forma di parametri sismici di ampiezza, frequenza e durata oppure interamente espressi in termini di tempo (time-history) o di contenuto in frequenza (spettri di risposta).

In sintesi, il percorso metodologico prevede la preventiva estrazione dei segnali sismici naturali compatibili con il sito d'interesse. Successivamente, sulla base della ricostruzione della sismostratigrafia caratteristica del sottosuolo si ottengono, utilizzando *software* specifici, spettri e accelerogrammi *“amplificati”* in superficie, per effetto del passaggio delle onde sismiche attraverso terreni con differenti caratteristiche geomeccaniche rispetto al *bedrock*.

9.7.2. Selezione dei segnali sismici di riferimento

Il primo passo per una corretta valutazione della Risposta Sismica Locale consiste nella selezione dei segnali accelerometrici di input che meglio approssimano le condizioni di sismicità dell'area.

In relazione della funzione progettuale assunta dal presente studio, si è ritenuto sufficiente utilizzare, quali segnali di input, i 7 accelerogrammi forniti dalla piattaforma realizzata da Eucentre (Centro Europeo di Formazione e Ricerca in ingegneria Sismica) per la Regione Emilia Romagna, ancorati al *bedrock* e opportunamente scalati all'accelerazione massima attesa ($ag = 0,129 g$).

Sono stati adottati gli accelerogrammi denominati *TR475 15163* riportati nella seguente Tabella 12:

Magnitude (Mw)	Epic.Distance (km)	Scaling_Factor	Source File_Name
6.20	29.90	1.55 %	TR475_1 - ESM EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC
6.93	94.31	1.51 %	TR475_2 - NGA RSN797_LOMAP_RIN000.AT2
5.60	18.00	0.74 %	TR475_3 - ESM IT.LRS..HNE.D.19980909.112800.C.ACC.ASC
6.60	31.00	0.47 %	TR475_4 - KiKnet SMNH100010061330.EW2
6.50	57.74	2.56 %	TR475_5 - NGA RSN8167_SANSIMEO_DC2247.AT2
6.60	90.00	1.54 %	TR475_6 - KiKnet FKO060503201053.NS2
5.40	26.40	2.20 %	TR475_7 - ESM 4A.MI05..HNE.D.20090409.005259.C.ACC.ASC
6.60	31.00	0.47 %	TR475_4 - KiKnet SMNH100010061330.EW2
6.50	57.74	2.56 %	TR475_5 - NGA RSN8167_SANSIMEO_DC2247.AT2
6.60	90.00	1.54 %	TR475_6 - KiKnet FKO060503201053.NS2
5.40	26.40	2.20 %	TR475_7 - ESM 4A.MI05..HNE.D.20090409.005259.C.ACC.ASC

Tabella 12: Accelerogrammi di input

9.7.3. Procedura di calcolo

Il programma informatico utilizzato in questo studio per il calcolo della risposta sismica è STRATA (Albert R. Kottke, Ellen M. Rathje, University of Texas, Austin).

La procedura di calcolo adoperata per la valutazione della funzione di trasferimento dal *bedrock* alla superficie del moto sismico richiede, come base di partenza, l'acquisizione di sette accelerogrammi spettrocompatibili e opportunamente scalati messi a disposizione dalla Regione Emilia-Romagna (TR475_ID15610 - Tempo di Ritorno di 475 anni) e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- modulo di taglio normalizzato in funzione della deformazione;
- coefficiente di smorzamento viscoso in funzione della deformazione;
- spessore.

Il programma STRATA esegue l'analisi della risposta equivalente-lineare del sito nel dominio della frequenza utilizzando i moti di ingresso nel dominio del tempo o i metodi della teoria delle vibrazioni casuali (RVT) e consente la randomizzazione delle proprietà del sito.

Il programma fornisce una analisi della propagazione delle onde elastiche lineari equivalenti, utilizzando sia il metodo delle serie temporali che quello della teoria delle vibrazioni casuali. Con il metodo delle serie temporali, un singolo moto viene propagato attraverso il sito per calcolare il moto del terreno compatibile con la deformazione alla superficie del sito o a qualsiasi profondità della colonna di terreno. Utilizzando la teoria delle vibrazioni casuali, la risposta massima attesa viene calcolata da uno spettro medio di ampiezza di Fourier (solo ampiezza) e dalla durata.

STRATA calcola la risposta dinamica del sito di una colonna di terreno monodimensionale utilizzando la propagazione lineare delle onde, con le proprietà dinamiche del terreno dipendenti dalla deformazione. Questo metodo è comunemente chiamato metodo di analisi lineare equivalente e calcola solo la risposta per le onde di taglio a propagazione verticale e polarizzate orizzontalmente, propagate attraverso un sito con strati orizzontali (metodo 1D).

Per la propagazione lineare elastica e monodimensionale delle onde, si ipotizza che il terreno si comporti come un solido di Kelvin-Voigt, in cui la risposta dinamica è descritta utilizzando una molla puramente elastica e uno smorzatore puramente viscoso (Kramer 1996).

9.7.4. Risultati della risposta sismica locale di terzo livello

Di seguito vengono riportati i dati di input inseriti nel programma informatico STRATA, i valori di accelerazione di picco alla superficie del terreno indotti dai sette accelerogrammi e la media di tali accelerazioni.

	Profondità (m)	Spessore	Tipo di suolo	Vs (m/s)
1	0,00	1,00	Argilla marrone	185
2	1,00	1,00	Argilla grigia	230
3	2,00	2,00	Argilla a	230
4	4,00	4,00	Torba	200
5	8,00	5,00	Argilla b	160
6	13,00	5,00	Argilla c	160
7	18,00	4,00	Argilla limosa	165
8	22,00	5,00	Sabbie fini	165
9	27,00	4,00	Ghiaia	250
10	31,00	4,00	Sabbie fini a	328
11	35,00	3,40	Ghiaia a	380
12	38,40	4,30	Argilla d	420
13	42,70	4,70	Sabbie	605
14	47,40	30,60	Ghiaie e sabbie	750
15	78,00		Bedrock	800

Tabella 13 – Dati di input

I valori di output di accelerazione alla superficie del terreno indotti dai sette accelerogrammi e la media di tali accelerazioni, in forma tabellare, vengono riportati nell'allegato 10.

Dalla regolarizzazione dei 7 accelerogrammi opportunamente scalati per l'area interessata dall'intervento e messi a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, si vede come il valore dello S_e nel tratto TB-TC dello spettro regolarizzato sia pari a 0,376 g (curva rossa nel grafico), inferiore rispetto al valore dello S_e nello stesso tratto dello spettro di risposta orizzontale per un terreno di tipo D – Classe d'uso II per lo Stato limite SLV delle NTC 2018 (con TR di 475 anni), pari a 0,557g (curva verde nel grafico) in Figura 40.

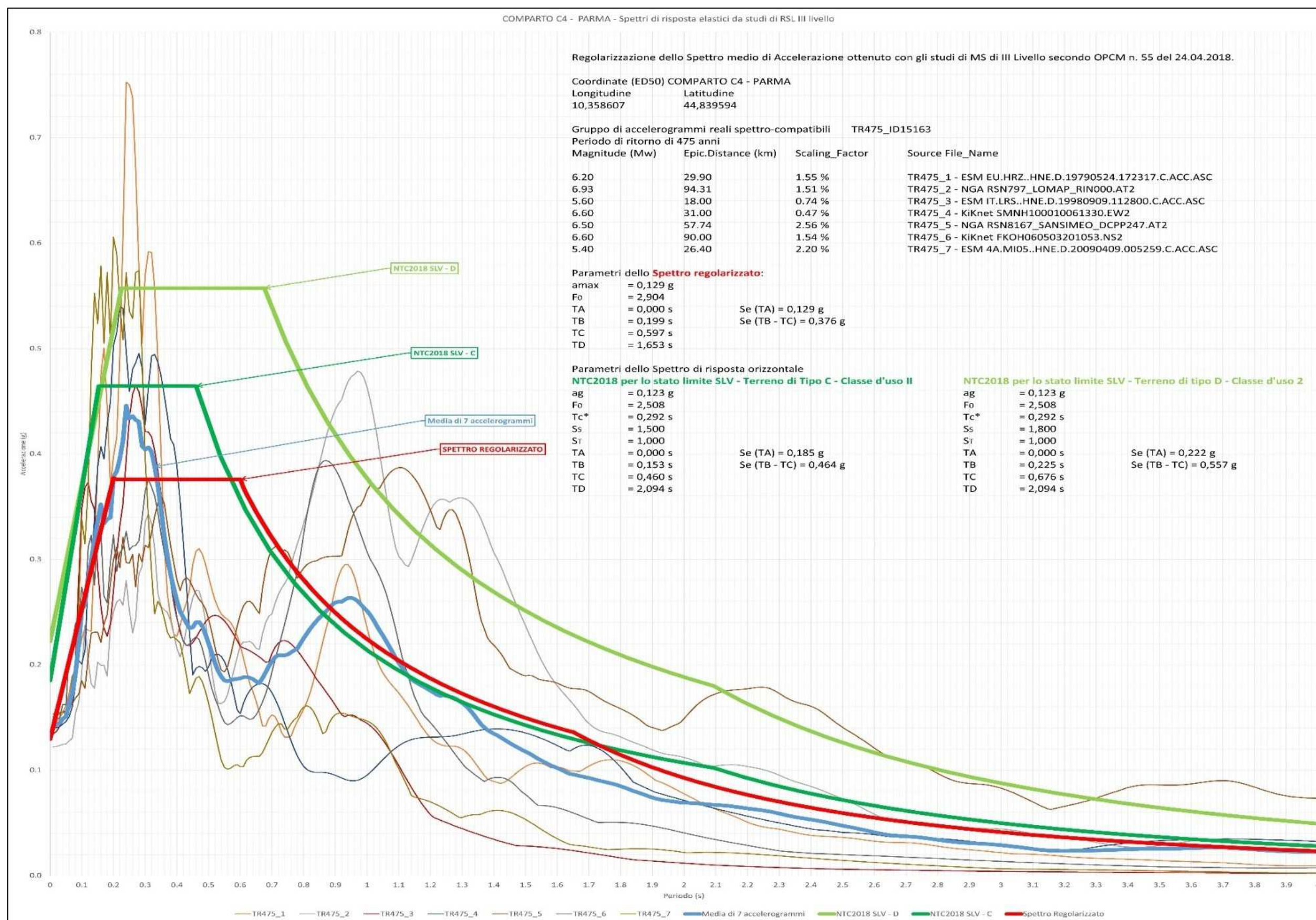


Figura 43 – Spettri di risposta elastici da studi di RSL di terzo livello.

10. Verifiche alla liquefazione dei terreni in condizioni sismiche

In questo capitolo viene affrontato il tema della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche. Vista la presenza di livelli sabbiosi e ghiaiosi posti sotto il livello di falda, si è proceduto alla verifica alla liquefazione dei terreni con il metodo semplificato di Robertson, 2009 (cfr. NTC 2018 7.11.3.4.) adatto alle prove penetrometriche statiche con piezocono CPTu eseguite nell'area. Le verifiche sono state eseguite sulla base dei dati ricavati dalle diciotto prove CPTu, rappresentative dell'intera area oggetto dello studio, tenendo conto che le prove penetrometriche hanno raggiunto la profondità massima di 25,11 m dal piano campagna e che il livello della falda acquifera si è attestato a 2,48 m dalla superficie, misurato all'interno del piezometro il 17 ottobre 2023.

Applicando la procedura descritta nelle linee guida degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS – Protezione Civile, 2008) modificata e integrata da Commissione tecnica per la microzonazione sismica, *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazioni (LQ)*, versione 1.0, Roma, 2018, la Magnitudo momento utilizzata per le verifiche alla liquefazione è stata assunta pari a $M_w = 6,8$ con una $PGA = 0.19$ g (DISS 3.3.0 – INGV 2021).

Di seguito vengono riportati i grafici relativi all'Indice del potenziale di liquefazione (LPI) e alla relativa probabilità di liquefazione in corrispondenza delle 18 prove penetrometriche CPTu effettuate (Figura 39 e Figura 40), mentre in allegato sono presenti i grafici e le tabelle contenenti i calcoli eseguiti per la verifica alla liquefazione. Ciò che se ne deduce è che per tutte le prove si rileva un basso indice del potenziale di liquefazione.

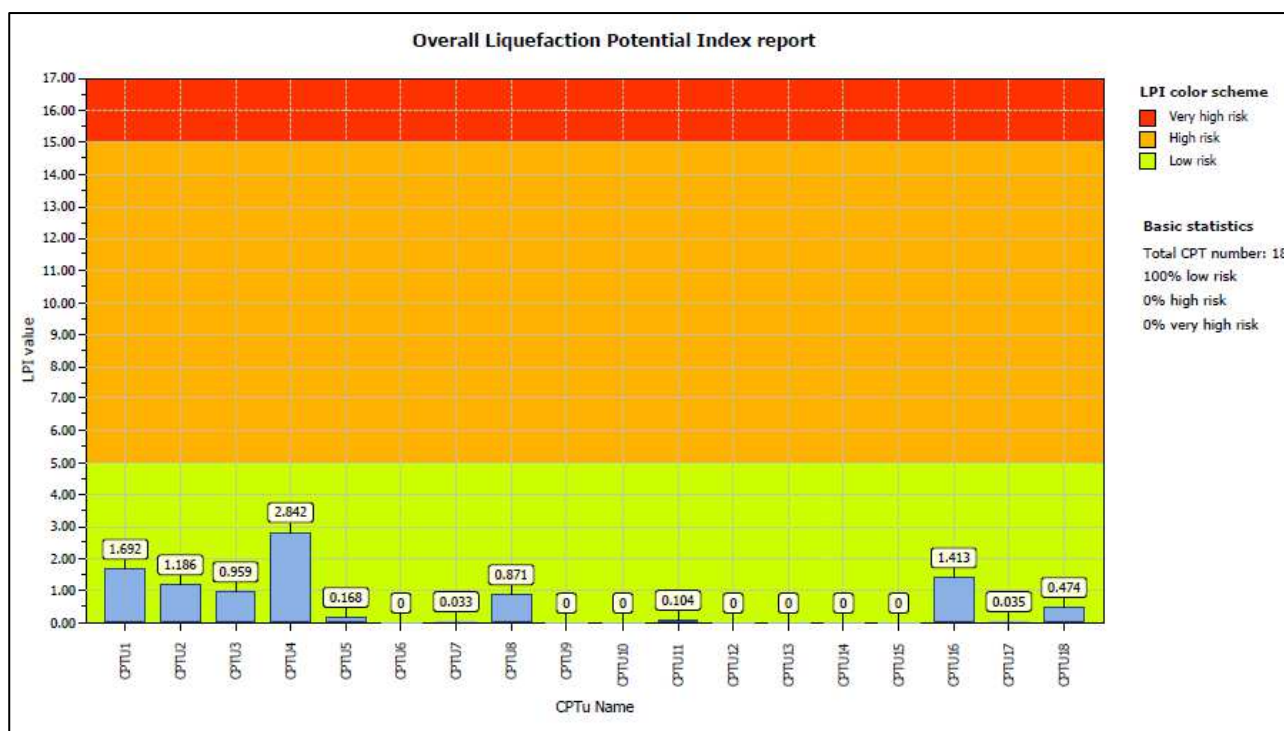


Figura 44 - Indice del potenziale di liquefazione da prove CPTu.

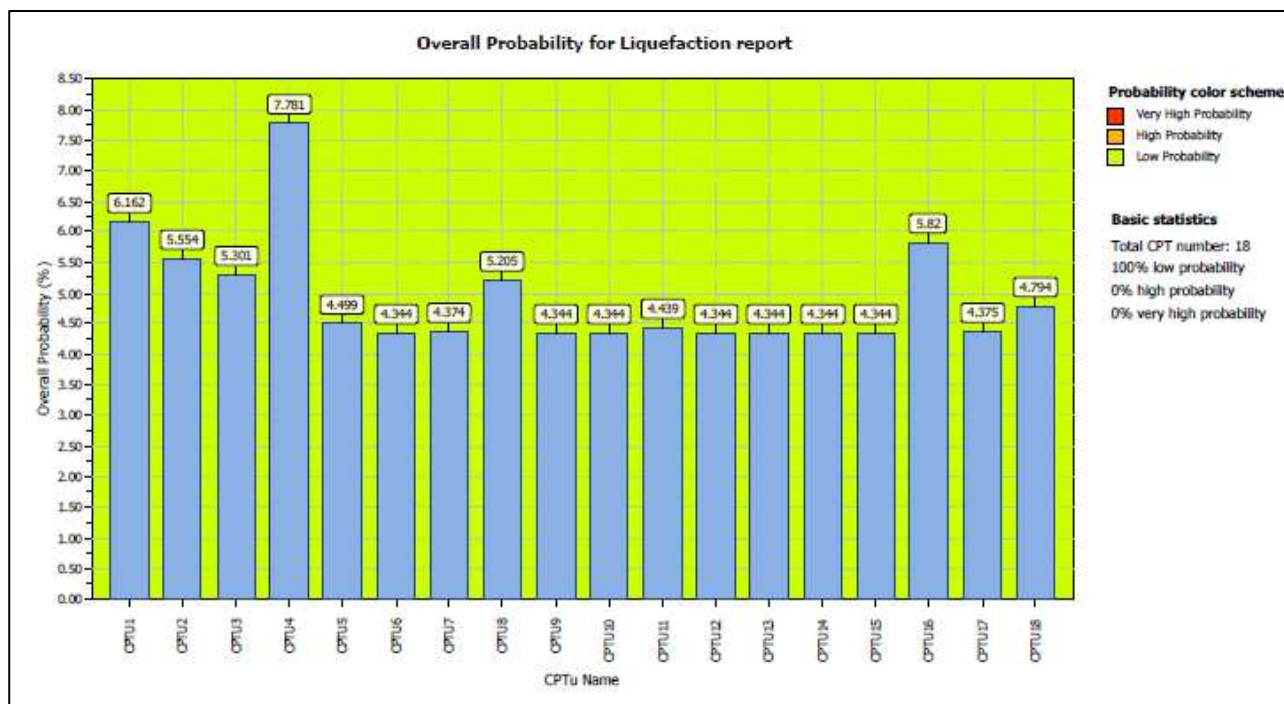


Figura 45 - Probabilità di liquefazione da prove CPTu.

11. Conclusioni

Il presente studio geologico ha permesso di delineare in generale le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area di studio.

Il Modello Geologico costruito sulla base dell'inquadramento geologico derivato dalla bibliografia, dai rilievi geologici di superficie, dai dati diretti del sottosuolo provenienti dalle prove CPTU, ha permesso di discriminare le litologie interessate dalle prospezioni e ricondurle ad Unità Stratigrafiche omogenee e distinte tra loro. Tutti i depositi sono riconducibili alle dinamiche fluviali del fiume Enza e del torrente Parma. Nel dettaglio a partire da piano campagna è stato possibile individuare:

- | | |
|---------|--|
| Unità A | <i>Riporto. È il terreno più superficiale, a giacitura caotica, costituito prevalentemente da limi sabbiosi con ghiaia, riportati e rimaneggiati da attività antropiche. La resistenza alla punta risulta infatti sensibilmente variabile nei diversi settori in cui sono state eseguite le prove; Le CPTU mostrano elevati valori di Q_c e bassi valori di F_s ad indicare la presenza di materiale granulare. Ha uno spessore variabile tra 0,13 m nella zona prossima a CPTu1 e CPTu2 e 1,45 m nella prova CPTu 15.</i> |
| Unità B | <i>Terreno agrario. Terreno limoso-argilloso che presenta una consistenza medio-alta, dovuta a fenomeni di consolidazione indotti dall'oscillazione della falda freatica superficiale e della frangia capillare. Ha uno spessore variabile tra 0,59 m e 2,64 m.</i> |
| Unità C | <i>Argilla di colore nocciola. Corrisponde alla parte sommitale del Subsistema di Ravenna AES8, formatasi in un ambiente deposizionale di piana alluvionale. Costituita da argilla-limosa talvolta intercalata a livelli più francamente argillosi, dotati di una bassissima resistenza al taglio, come nel caso delle CPTu1, CPTu2, CPTu3 e CPTu4. Presenta un comportamento nettamente coesivo ed ha uno spessore compreso tra 1,5 m e 4,55 m</i> |
| Unità D | <i>Argilla di colore grigio. Corrisponde alla parte basale del Subsistema di Ravenna AES8; è formata da depositi costituiti da argille-limose, contenenti talvolta un livello più francamente limoso; il comportamento è prevalentemente coesivo, con uno spessore di circa 11,0 m.</i> |
| Unità E | <i>Argilla di colore grigio contenente a volte materiale organico. È il paleosuolo al tetto del Subsistema di Villa Verucchio AES7; è formata da depositi argillosi contenenti un importante livello di materiale organico torboso. Ha uno spessore di circa 2,75 m.</i> |
| Unità F | <i>Limo-argilloso e argilla-limosa. Appartiene al Subsistema di Villa Verucchio AES7, presenta depositi costituiti da limo argilloso contenente talvolta sabbia molto fine. Ha uno spessore di circa 2,8 m.</i> |
| Unità G | <i>Argilla. Appartiene al Subsistema di Villa Verucchio AES7 ed è costituita da argilla, con uno spessore variabile tra 2,22 m e 3,15 m.</i> |

Il Modello Geotecnico deriva dall'interpretazione dei dati registrati in continuo nelle diciotto prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU fino alla profondità massima raggiunta da tali prove.

Il livello della falda superficiale è stato rilevato nel piezometro S2 ad una profondità di 2,48 metri dal piano campagna in data 17/10/2023, rimandando al testo per una valutazione dell'oscillazione della falda stessa nel tempo (Cfr. § 5.3.2.).

Per quanto riguarda la classificazione sismica, il Comune di Parma è inserito nella Zona 3 (sismicità medio-bassa con PGA variabile da 0,05 g a 0,15 g) ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003.

La categoria di sottosuolo è stata assunta come **terreno di tipo D** sulla base di quanto emerso dalle indagini sismiche MASW e Down-Hole effettuate a supporto del presente studio.

Attraverso l'analisi dettagliata della risposta sismica locale di III livello, si è ottenuta una caratterizzazione più precisa del comportamento dinamico dei terreni di studio. Ciò ha permesso una valutazione più accurata delle proprietà meccaniche e della capacità di trasmissione e attenuazione delle onde sismiche a diverse frequenze.

Sono state eseguite le verifiche alla liquefazione dei terreni in condizioni sismiche poiché a profondità variabili si sono rinvenuti depositi a comportamento parzialmente incoerente, posti sotto il livello di falda. Tali verifiche hanno evidenziato che il coefficiente di sicurezza risulta sempre ampiamente al di sopra del valore di 1,25; Ciò permette di escludere il rischio di liquefazione per il sito oggetto di studio.

In considerazione del modello geologico e geotecnico emerso dalle analisi illustrate nei capitoli precedenti, l'intervento in progetto, nel rispetto delle prescrizioni generali e particolari contenute nella presente relazione e della conduzione dei lavori a perfetta regola d'arte, è compatibile con le caratteristiche geologiche, idrologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio interessato.

Dal momento che il modello deriva dall'interpolazione di dati geognostici necessariamente puntuali, in sede esecutiva deve essere verificata l'effettiva rispondenza al Modello Geologico-Geotecnico al fine di prevenire situazioni di rischio ed apportare eventuali correttivi al progetto.

Reggio nell'Emilia, 21 novembre 2023.



Dott. Geol. STEFANO RIGHETTI

Sez. A Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna n.936



Dott. Geol. ANDREA PANZANI

Sez. A Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna n. 1409

Allegato 1 – Stratigrafie



**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA - Sondaggi Inceneritore
PIAZZAMENTO SONDAGGIO S1 - Parma**



**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA - Sondaggi Inceneritore
CASSETTE CATALOGATRICI 0.00-5.00 E 5.00-10.00 m**




**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA - Sondaggi Inceneritore
CASSETTE CATALOGATRICI 10.00-15.00 E 15.00-20.00 m**



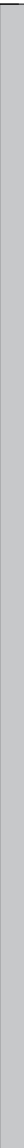

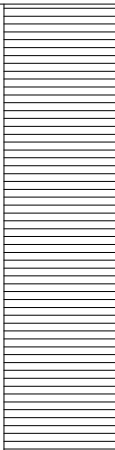
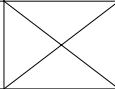
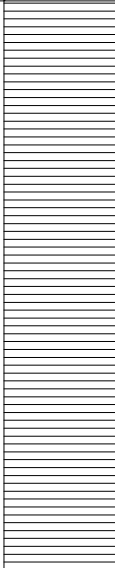

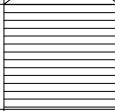
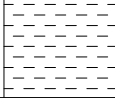
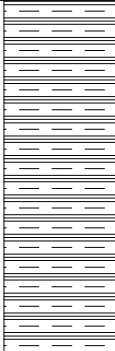


**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA -Sondaggi Inceneritore
CASSETTE CATALOGATRICI 20.00-25.00 E 25.00-30.00 m**



**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA -Sondaggi Inceneritore
CASSETTA CATALOGATRICE 30.00-35.00m**

					SONDAGGIO:	Sondaggio S1	Box 1-2							
					COMMITTENTE:	IREN AMBIENTE								
					UBICAZIONE:	Parma (PR)								
					CANTIERE:	Sondaggi Inceneritore								
DATA INIZIO/FINE		04/10 - 09/10/2023			REDATTO:	Dott. Geol. Marco Ugolotti								
PROFONDITA'		35.00 m			RIVESTIMENTO:	Provvisorio, diametro ϕ 127 mm								
PERFORAZIONE		Carotaggio continuo			TIPO CAROTIERE:	Carotiere semplice 101 mm								
BOX TOTALI		7			QUOTA (m s.l.m.):	N.D.		FALDA (m da p.c.):		N.D.				
p.c. (0 m)	P.P. kg/cm ²	Torv kg/cm ²	Falda	Strumentato:	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Menard/ Permeabilità	Prove SPT		Campioni Indisturbati	Campioni Disturbati			
								prof. [m]	n° colpi					
1.00	R	>>1			0.70	Ghiaietto (0.5< ϕ <4.0 cm) e rare ghiaie in matrice sabbiosa fine debolmente limosa di colore marroncino-grigio.					CD1			
					1.40	Argilla debolmente limosa di colore marrone, umida e molto compatta .								
2.00	0.80	0.30				Argilla talora debolmente limosa di colore nocciola, con presenza di rari calcinelli sparsi.	Menard 1							
	7.00	>1												
	2.70	0.70					Menard 1							
3.00	3.60	>1			2.90		Le Franc 1				SH1			
	3.10	>1			3.25									
	2.50	0.80												
4.00	2.60	>1				Argilla talora debolmente limosa e debolmente sabbiosa molto fine (4.40÷4.60) di colore nocciolae livelli di argilla di colore grigio, umida, con presenza di rari calcinelli millimetrici sparsi .								
					3.90									
5.00						Argilla debolmente limosa di colore grigio, umida.								
					5.40									
6.00					5.80	Sabbia limosa debolmente argillosa di colore grigio, bagnata.					SH2			
					6.00									
					6.50									
7.00					6.80	Limo sabbioso di colore grigio, con presenza di acqua								
8.00						Argilla talora debolmente limosa di colore grigio, umida.	Le Franc 2							
9.00														
10.00					9.50						SH3			
					10.00									

			SONDAGGIO:		Sondaggio S1		Box 3-4							
			COMMITTENTE:		IREN AMBIENTE									
			UBICAZIONE:		Parma (PR)									
			CANTIERE:		Sondaggi Inceneritore									
DATA INIZIO/FINE			04/10 - 09/10/2023			REDATTO:		Dott. Geol. Marco Ugolotti						
PROFONDITA'			35.00 m			RIVESTIMENTO:		Provvisorio, diametro φ 127 mm						
PERFORAZIONE			Carotaggio continuo			TIPO CAROTIERE:		Carotiere semplice 101 mm						
BOX TOTALI			7			QUOTA (m s.l.m.):		N.D.		FALDA (m da p.c.):		N.D.		
p.c. (0 m)	P.P. kg/cm ²	Torv kg/cm ²	Falda	Strumentato:	COLONNA STRATIGRAFICA		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA			Menard/ Permeabilità	Prove SPT prof. [m] n° colpi		Campioni Indisturbati	Campioni Disturbati
11.00	1.60	0.80					Argilla talora debolmente limosa di colore grigio, umida, con presenza di frustoli vegetali e legno (12.50+12.60).							
	1.50	0.65												
	1.60	0.50												
	1.80	0.80												
	2.00	0.70												
	1.70	0.80												
	1.90	0.85												
	1.80	0.55												
	1.00	0.40												
	1.10	0.45												
12.00	1.20	0.45												
	1.50	0.50												
	1.60	0.60												
	12.60													
13.00	13.10													
	1.70 0.60	0.70 0.10												
14.00	1.00	0.20					Argilla talora debolmente limosa di colore grigio, umida, con presenza di materiale organico e legno (16.20+16.35).							
	0.80	0.30												
	0.60	0.30												
	1.40	0.60												
	1.40	0.65												
	1.30	0.45												
	1.30	0.45												
	1.20	0.40												
	1.00	0.35												
	1.60	0.50												
15.00	0.80	0.35												
	0.80	0.15												
	1.00	0.15												
	1.00	0.25												
	1.40	0.35												
	1.20	0.30												
16.00	0.70	0.15												
	1.40	0.40												
	16.35													
	16.85													
17.00														
17.00	1.10 1.00	0.20 0.15		Argilla talora debolmente limosa di colore grigio, umida.										
	17.45													
	18.00	0.80 0.60			0.15 0.25		Limo, talora debolmente sabbioso molto fine e talora debolmente argilloso, di colore marrone scuro con presenza di abbondante materiale organico torboso.							
		1.60			0.50									
1.10		0.25												
1.30		0.35												
19.00	0.50	0.15		Argilla da limosa a debolmente limosa, a tratti torbosa, di colore grigio. (19.80+20.00 debolmente sabbiosa molto fine)										
	0.80 1.00	0.20 0.25												
	1.00	0.30												
	1.30	0.60												
	1.20	0.45												
	0.70	0.10												
	1.10	0.45												
	1.20	0.25												
20.00	1.20	0.50												
	0.70	0.15												
	1.10	0.40												

<div><div>ME.MO.</div><div>measures & monitoring</div></div>						SONDAGGIO:		Sondaggio S1		Box 5-6																
						COMMITTENTE:		IREN AMBIENTE																		
						UBICAZIONE:		Parma (PR)																		
						CANTIERE:		Sondaggi Inceneritore																		
DATA INIZIO/FINE			04/10 - 09/10/2023			REDATTO:		Dott. Geol. Marco Ugolotti																		
PROFONDITA'			35.00 m			RIVESTIMENTO:		Provvisorio, diametro ϕ 127 mm																		
PERFORAZIONE			Carotaggio continuo			TIPO CAROTIERE:		Carotiere semplice 101 mm																		
BOX TOTALI			7			QUOTA (m s.l.m.):		N.D.		FALDA (m da p.c.):		N.D.														
<table><tr><th rowspan="2">p.c. (0 m)</th><th rowspan="2">P.P. kg/cm²</th><th rowspan="2">Torv kg/cm²</th><th rowspan="2">Falda</th><th rowspan="2">Strumentato:</th><th rowspan="2">COLONNA STRATIGRAFICA</th><th rowspan="2">DESCRIZIONE STRATIGRAFICA</th><th rowspan="2">Menard/ Permeabilità</th><th colspan="2">Prove SPT</th><th rowspan="2">Campioni Indisturbati</th><th rowspan="2">Campioni Disturbati</th></tr><tr><th>prof. [m]</th><th>n° colpi</th></tr></table>													p.c. (0 m)	P.P. kg/cm ²	Torv kg/cm ²	Falda	Strumentato:	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Menard/ Permeabilità	Prove SPT		Campioni Indisturbati	Campioni Disturbati	prof. [m]	n° colpi
p.c. (0 m)	P.P. kg/cm ²	Torv kg/cm ²	Falda	Strumentato:	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Menard/ Permeabilità	Prove SPT		Campioni Indisturbati	Campioni Disturbati															
								prof. [m]	n° colpi																	
21.00	1.30	0.40				Argilla da limosa a debolmente limosa, a tratti torbosa, di colore grigio. (19.80÷20.00 debolmente sabbiosa molto fine)																				
	1.10	0.30			20.30																					
	1.30	0.25																								
	1.20	0.45																								
	1.30	0.25																								
	1.00	0.30																								
	0.80	0.20																								
	1.10	0.30																								
	0.60	0.15																								
	0.60	0.20																								
22.00	0.70	0.15				Argilla talora debolmente sabbiosa limosa di colore da grigio a grigio scuro.																				
	0.50	0.10																								
	1.20	0.30																								
	1.40	0.40																								
	1.30	0.20																								
23.00	0.90	0.35			23.30																					
	1.00	0.30				Argilla debolmente limosa di colore grigio, umida e plastica, con presenza di materiale organico sparso.																				
	1.20	0.40																								
	1.60	0.50			23.70																					
	1.30	0.50																								
24.00	0.30	0.10																								
	0.60	0.15																								
	0.50	0.15																								
	1.10	0.25																								
	0.90	0.25																								
25.00	0.80	0.25																								
	1.00	0.30																								
	1.00	0.35																								
	0.80	0.20																								
	0.90	0.15																								
26.00	0.60	0.05																								
	0.50	0.10																								
	1.20	0.35				Argilla talora da limosa a limosa sabbiosa molto fine (23.70÷24.20), talora debolmente argillosa di colore grigio.																				
	0.60	0.10																								
	1.90	0.60																								
27.00	1.90	0.50																								
	0.50	0.10																								
	0.90	0.15																								
	0.80	0.25																								
	1.10	0.30																								
28.00	0.40	0.10																								
	0.90	0.25																								
	1.10	0.30																								
	0.40	0.10																								
	0.90	0.25																								
29.00					28.40																					
	0.90	0.50				Sabbia da molto fine a fine e da debolmente limosa a limosa argillosa, bagnata, di colore grigio.																				
	0.50	0.50			28.90																					
					29.25	Sabbia da fine a media fine talora debolmente limosa di colore grigio, bagnata .																				
30.00					29.50	Ghiaietto sub-arrotondato e spigoloso (0.5< ϕ <4.0 cm) e rara ghiaia in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore da grigio a marroncino.																				
						Sabbia da fine a media fine talora debolmente limosa di colore grigio, bagnata.																				

<

[illegible]



**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA - Sondaggi Inceneritore
PIAZZAMENTO SONDAGGIO S2 - Parma**


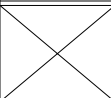
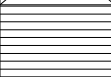
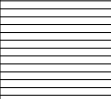
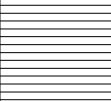
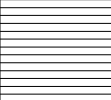
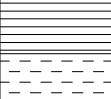
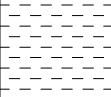
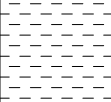
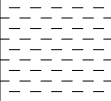
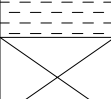
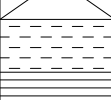

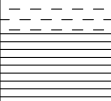


**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA - Sondaggi Inceneritore
CASSETTE CATALOGATRICI 0.00-5.00 E 5.00-10.00 m**



**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA - Sondaggi Inceneritore
CASSETTE CATALOGATRICI 10.00-15.00 E 15.00-20.00 m**

<div><div>ME.MO.</div><div>measures & monitoring</div></div>					SONDAGGIO:		Sondaggio S2		Box 1-2						
					COMMITTENTE:		IREN AMBIENTE								
					UBICAZIONE:		Parma (PR)								
					CANTIERE:		Sondaggi Inceneritore								
DATA INIZIO/FINE		10/10 - 12/10/2023			REDATTO:		Dott. Geol. Marco Ugolotti								
PROFONDITA'		20.00 m			RIVESTIMENTO:		Provvisorio, diametro ϕ 127 mm								
PERFORAZIONE		Carotaggio continuo			TIPO CAROTIERE:		Carotiere semplice 101 mm								
BOX TOTALI		4			QUOTA (m s.l.m.):		N.D.		FALDA (m da p.c.):		N.D.				
p.c. (0 m)	P.P. kg/cm ²	Torv kg/cm ²	Falda	Strumentato:	COLONNA STRATIGRAFICA		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA			Menard/ Permeabilità	Prove SPT		Campioni Indisturbati	Campioni Disturbati	
											prof. [m]	n° colpi			
1.00					0.45		Ghiaietto (0.5< ϕ <4.0 cm) e rare ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa, asciutto.								
							Argilla debolmente limosa di colore marrone, asciutta e molto compatta .							1.00	CD1
2.00					2.00										
					2.50										
3.00							Argilla da debolmente limosa a limosa.								
					3.60										
4.00	0.10 0.60 1.20 1.80	0.20 0.10 0.35 0.60			4.00		Argilla di colore grigio-nocciola compatta.								
	1.00 1.40	0.15 0.30			4.10		Argilla debolmente sabbioso limosa di colore grigio.								
5.00	0.40 1.20 1.00	0.05 0.40 0.20					Argilla talora debolmente sabbioso limosa di colore grigio.								
					4.90										
6.00	1.00 0.30 0.40	0.30 0.10 0.05			5.40										
							Limo sabbiosofine debolmente argilloso di colore grigio.								
7.00	0.40 0.50	0.05 0.05													
	0.30 0.90 0.40 1.00 1.10 1.40	0.05 0.20 0.10 0.10 0.25 0.30			7.20										
8.00	0.30 0.60	0.15 0.15					Argilla talora debolmente limosa sabbiosa fine di colore grigio.								
	1.20 1.10 0.80	0.30 0.40 0.20			7.80		Limo sabbiosofine debolmente argilloso di colore grigio.								
9.00	1.70 1.70 2.50	0.40 0.55 0.70			8.40		Argilla talora debolmente limosa sabbiosa fine di colore grigio.								
	0.50	0.10													
10.00															

<div><div>ME.MO.</div><div>measures & monitoring</div></div>					SONDAGGIO:		Sondaggio S2		Box 3-4									
					COMMITTENTE:		IREN AMBIENTE											
					UBICAZIONE:		Parma (PR)											
					CANTIERE:		Sondaggi Inceneritore											
DATA INIZIO/FINE			10/10 - 12/10/2023			REDATTO:		Dott. Geol. Marco Ugolotti										
PROFONDITA'			20.00 m			RIVESTIMENTO:		Provvisorio, diametro φ 127 mm										
PERFORAZIONE			Carotaggio continuo			TIPO CAROTIERE:		Carotiere semplice 101 mm										
BOX TOTALI			4			QUOTA (m s.l.m.):		N.D.		FALDA (m da p.c.):		N.D.						
p.c. (0 m)	P.P. kg/cm ²	Torv kg/cm ²	Falda	Strumentato:	COLONNA STRATIGRAFICA		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA			Menard/ Permeabilità	Prove SPT prof. [m]n° colpi		Campioni Indisturbati	Campioni Disturbati				
11.00	1.50	0.70			10.45		Argilla talora debolmente limosa sabbiosa fine di colore grigio.											
	1.80	0.60																
	1.30	0.35																
12.00	1.50	0.50			11.00													
	2.10	0.70																
	1.80	0.35																
	2.30	0.35																
	2.40	0.55																
13.00	2.10	0.40			13.40		Argilla talora debolmente limosa di colore grigio con presenza di materiale organico											
	1.10	0.30																
	0.60	0.10																
14.00	0.90	0.25												16.00				
	1.00	0.25																
	1.30	0.55																
15.00	1.40	0.35												15.55		Limo debolmente argilloso, di colore grigio e talora cementato , con materiale organico sparso.		
	1.50	0.40																
	0.80	0.25																
	1.00	0.40																
	1.10	0.45																
16.00	0.90	0.25												16.30		Limo sciolto di colore grigio con materiale organico sparso		
	1.10	0.40																
	0.70	0.35																
	1.30	0.30																
	0.50	0.10																
17.00	0.90	0.35			16.70		Argilla debolmente limosa con materiale organico											
	1.20	0.20																
	1.40	0.50																
	1.40	0.70																
	0.90	0.20																
18.00	1.10	0.25			17.20		Limo debolmente argilloso di colore marrone scuro con molto materiale organico (torba)											
	1.40	0.25																
	1.80	0.65																
	1.40	0.30																
	1.40	0.40																
19.00	0.90	0.40	17.60		Argilla debolmente limosa di colore grigio													
	0.70	0.15																
	0.70	0.15																
	0.70	0.30																
	0.90	0.35																
20.00	1.00	0.45	18.00		Limo debolmete argilloso da marrone scuro a grigio con molto materiale organico.													
	1.90	0.65																
	2.30	0.75																
	1.90	0.55																
	1.20	0.45																
20.00	1.40	0.40	19.10		Argilla talora debolmente limosa compatta, di colore grigio, con raro materiale organico													
	0.50	0.15																
	1.10	0.20																
20.00	1.30	0.30	19.70		Limo da debolmente sabbioso a sabbioso molto fine, sciolto, di colore grigio.													
	1.80	0.20																
	1.30	0.30																
20.00	1.80	0.20	20.00		Argilla debolmente limosa di colore grigio (fine sondaggio)													

16.80

17.20

CD3

SH3

SH4



CD3

SONDAGGIO:	Sondaggio S2.1		
COMMITTENTE:	IREN AMBIENTE		
UBICAZIONE:	Parma (PR)		
CANTIERE:	Sondaggi Inceneritore		
REDATTO:	Dott. Geol. Marco Ugolotti		
RIVESTIMENTO:	Provvisorio, diametro ϕ 127 mm		
TIPO CAROTIERE:	Carotiere semplice 101 mm		
QUOTA (m s.l.m.):	N.D.	FALDA (m da p.c.):	-2.48 (al 17/10/2023)

[illegible]

Allegato 2 – Analisi di laboratorio



Committente: **Me.Mo. Measures & Monitoring**

Riferimento: **Sondaggi Inceneritore Parma (PR)**

Verball n.: **304-309** - Certificati n.: **05886-05952** - Emissione: **17/11/2023**



Firmato digitalmente da
Andrea Carbone
CN = Carbone Andrea
C = IT

Il Direttore del Laboratorio
con **Carbone Raffaele**
Ministero Infrastrutture
e Trasporti
0000135 04/2023
LABORATORIO UFFICIALE
GEOTEST S.r.l.s. di Carbone Andrea & C.
MELFI (PZ)

QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente: **Me.Mo. Measures & Monitoring**

Cantiere: **Sondaggi Inceneritore Parma (PR)**

Verbalì n.: **304** del **13/10/2023** Data emissione certificati: **17/11/2023**
309 del **18/10/2023**

N° d'ordine	Rif. interno	Sondaggio	Campione	Classe campione (A/G)	Profondità		γ _s	LL	LP	I.P.	I.C.	Granulometria				Prova Edometrica						Taglio Diretto		Triassiale UU
		(n.)	(n.)		da metri	a metri		(%)	(%)	(%)		G	S	L	A	P _c	O.C.R.	Moduli Edometrici (kPa)				c	φ	C _u
												(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)		49,0 - 98,1	98,1 - 196,1	196,1 - 392,3	392,3 - 784,5	(kPa)	(°)	(kPa)
1	1002-23	S1	SH1	Q5	2,90	3,33	2,75	49,1	28,1	21,0	1,0	0,0	1,6	39,9	58,5	177	3,0	2249	3632	6044	9463	11,3	19,3	72
2	1003-23	S1	SH2	Q5	6,00	6,40	2,71	33,5	23,2	10,3	0,5	0,0	9,6	64,5	25,9	191	1,7	2882	4432	7298	12691	5,8	21,7	66
3	1004-23	S1	SH3	Q4	9,50	9,95	2,76	68,6	31,0	37,6	0,8	0,0	0,3	25,8	73,9	47	0,3	1817	2399	4175	7533	6,2	18,3	69
4	1005-23	S1	SH4	Q5	12,60	12,90	2,77	77,2	36,2	41,0	0,9	0,0	0,4	18,7	80,9	85	0,4	1376	2314	3968	7322	7,6	16,6	86
5	1006-23	S1	SH5	Q5	16,35	16,75	2,76	66,5	34,4	32,1	0,7	0,0	0,4	26,7	72,9	51	0,2	1408	2192	3972	7888	11,9	16,7	50
6	1022-23	S2	SH1	Q5	2,00	2,25	2,73	44,2	23,0	21,2	1,3	0,0	9,4	49,9	40,7	278	6,5	11121	7223	8797	12195	5,1	22,5	•
7	1023-23	S2	SH2	Q5	4,90	5,20	2,72	34,1	21,5	12,6	0,6	0,0	10,8	56,1	33,1	20	0,2	1367	2457	4888	11255	5,9	27,9	36
8	1024-23	S2	SH3	Q5	10,45	10,85	2,76	68,4	33,4	35,0	1,1	0,0	3,4	18,1	78,5	171	0,9	3167	4452	6853	10360	7,2	19,7	81
9	1025-23	S2	SH4	Q5	15,55	16,05	2,76	66,2	31,3	34,9	0,5	0,0	1,5	21,7	76,8	47	0,2	986	1693	3159	5485	5,9	19,3	71
10	1026-23	S1	CD1	Q2	0,00	1,00	2,70	•	•	•	•	35,6	12,2	26,0	26,2	•	•	•	•	•	•	•	•	•
11	1027-23	S1	CD2	Q2	22,00	23,00	2,72	•	•	•	•	0,0	1,1	62,1	36,8	•	•	•	•	•	•	•	•	•
12	1028-23	S1	CD3	Q2	28,90	29,50	2,69	•	•	•	•	22,8	42,4	24,8	10,0	•	•	•	•	•	•	•	•	•
13	1029-23	S1	CD4	Q2	32,00	33,00	2,71	•	•	•	•	56,8	7,8	11,0	24,4	•	•	•	•	•	•	•	•	•
14	1030-23	S2	CD1	Q2	0,00	1,00	2,70	•	•	•	•	38,0	8,7	28,3	25,0	•	•	•	•	•	•	•	•	•
15	1031-23	S2	CD2	Q2	3,50	4,00	2,73	•	•	•	•	0,0	10,2	48,4	41,4	•	•	•	•	•	•	•	•	•
16	1032-23	S2	CD3	Q2	16,80	17,20	2,67	•	•	•	•	0,0	14,8	39,4	45,8	•	•	•	•	•	•	•	•	•

γ_n = Densità naturale - w_n = Umidità naturale - γ_s = Peso specifico - LL = Limite Liquido - LP = Limite Plastico - IP = Indice di Plasticità - I.C. = Indice di Consistenza - Sr = Grado di saturazione - G = Ghiaia - S = Sabbia - L = Limo - A = Argilla - Pc = Pressione di Preconsolidazione - O.C.R. = Over Consolidation Ratio - c' , ϕ' = Coesione e angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci da Taglio Diretto) - Cu = Coesione non drenata (da Triassiale Non consolidata Non drenata)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 dott. Carbone Raffaele

Raffaele Carbone

DEFINIZIONI ADOTTATE PER LA DESCRIZIONE DEI CAMPIONI

CONSERVAZIONE ED APERTURA DEI CAMPIONI

Dopo il controllo dei dati identificativi, i campioni ricevuti sono stati ricoverati in camera climatica in cui temperatura e umidità relativa vengono mantenute costanti rispettivamente a 20°C e oltre 85 %.

Per ogni campione aperto sono stati rilevati i dati identificativi (sondaggio e numero d'ordine progressivo). Il modulo di prova è stato quindi compilato con data di consegna, data di apertura e con ogni altra informazione disponibile riguardo le modalità di campionamento. Per tutti i campioni in fustella esaminati è stata adottata l'estrusione orizzontale: con un estrusore pneumatico, provvisto di variatore di pressione e di teste intercambiabili in funzione del diametro interno del carotiere, il campione è stato estratto in una singola corsa e depositato su un banco posto allo stesso livello del bordo della fustella; dopo una cauta scorticazione del terreno per liberarlo dal velo costituito dal fango di perforazione è stata ottenuta una ripresa fotografica.

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La descrizione del campione, riportata sul "*Modulo Riassuntivo*", raccoglie tutte le indicazioni desunte dall'osservazione delle caratteristiche del campione immediatamente dopo la sua estrusione e scorticazione. Sono state in primo luogo descritte le caratteristiche generali del campione, evidenziando ad esempio la eventuale presenza di discontinuità, fratture o rammollimenti di alcune parti del campione stesso. Il campione è stato quindi descritto evidenziando le parti aventi caratteristiche omogenee, nel seguito chiamate "**settori**". Ogni singolo settore è stato analizzato a partire dalla testa del campione, secondo il seguente ordine: delimitazione del settore, natura del materiale, colore, struttura (se riconoscibile), consistenza (se misurabile) e nell'eventualità, presenza di materiale organico vegetale, reattività con acido cloridrico, strutture subordinate, discontinuità, torba e/o fossili. Per i campioni rimaneggiati la descrizione è stata di norma adeguata alle caratteristiche del campione e limitata alle informazioni relative a natura del terreno, colore, reattività con acido cloridrico ed eventuali presenze di strutture subordinate e/o torba o fossili.

I **limiti spaziali** del settore sono stati espressi in metri, attribuendo alla testa del campione la profondità reale di campionamento.

La **natura del terreno** è stata descritta con riferimento alle dimensioni dei grani ed alle percentuali dei diversi tipi di materiali presenti, così come determinati visivamente dall'Operatore e successivamente tramite verifica con le analisi granulometriche secondo lo schema e le definizioni delle Raccomandazioni AGI (AGI, 1977). Al materiale è stato attribuito il nome della percentuale più rilevante seguita da specificazioni per indicare le frazioni minoritarie. **Per la ghiaia è stato descritto l'assortimento, il grado di arrotondamento, la forma e la dimensione maggiore (Lmax) espressa in millimetri; mentre per la sabbia è stato descritto l'assortimento e, per la frazione avente grani ben osservabili ad occhio nudo, è stato anche riportato il grado di arrotondamento.**

Per descrivere l'**assortimento** sono stati utilizzati i termini fine (f), media (m), grossolana (g), medio fine (m/f), medio grossolana (m/g) ed eterogenea.

Per il **grado di arrotondamento** sono stati usati i termini arrotondata, subarrotondata, subangolare, angolare con riferimento alle fig. 1 (Rittenhouse, 1943) per la sabbia e alla fig. 1 per la ghiaia e i ciottoli (Pettijohn, 1949).

Per la **forma** sono stati usati i termini discoidale, sferoidale, lamellare, allungata con riferimento allo schema di fig. 1 (Gnaccolini, 1978), in cui la dimensione dell'elemento di dimensione maggiore (Lmax) è espressa in centimetri.

Il **colore fondamentale** o i colori fondamentali (se più di uno, ma distribuiti senza una struttura particolare)

sono stati descritti con l'ausilio della Tavola dei colori Munsell (Munsell, 1975) fornendo il nome e la sigla.

La **struttura** del settore, cioè l'organizzazione macroscopica delle particelle costituenti il materiale, è stata individuata, quando evidente, con riferimento ai seguenti tipi:

Struttura omogenea: consiste in materiale con organizzazione indifferenziata delle particelle.

Struttura a livelli: consiste nella presenza di livelli (spessore di materiale maggiore di 6 mm) che si alternano nel settore. I livelli possono essere descritti come da schema di fig. 1.

Struttura laminata: consiste nella presenza di laminazioni e livelli (rispettivamente con spessore di materiale inferiore o superiore a 6 mm) che si alternano nel settore. Queste possono essere descritte come da schema di fig. 1 con il termine "*in alternanza*".

Struttura caotica: è individuata da segni evidenti di rimescolamento legato a fenomeni naturali.

Struttura scagliosa: è individuata dall'attitudine del materiale a sfaldarsi secondo "scaglie".

L'assenza di indicazioni segnala una struttura omogenea del materiale.

La **consistenza** è stata descritta per i soli terreni fini sulla base dei risultati del Penetrometro Tascabile condotti sulle teste del campione o sui fianchi previamente scorticati.

Il **materiale organico** è stato descritto mediante i termini resti vegetali e torba cioè materiale vegetale in variabile stato di decomposizione. Di quest'ultimo sono stati indicati: tessitura: fibrosa o amorfa a seconda che sia stato riconosciuto o meno il tessuto vegetale originario; consistenza: compatta o spugnosa a seconda che possa essere stata o meno manipolata; colore: ricavato dal confronto con le tavole "*Munsell Soil Color Chart*".

Per qualificare un terreno contenente percentuali variabili di torba è stato utilizzato il termine "*torboso*". Si è, infine, fatto uso del termine "*frustolo*" per indicare l'eventuale struttura irregolare della torba.

I **fossili** sono stati descritti con riferimento al colore ed alla loro integrità o fratturazione.

La **reazione all'acido cloridrico** è stata descritta con i termini "*debolmente reagente con HCl*", "*reagente con HCl*", "*fortemente reagente con HCl*". Le classi corrispondono rispettivamente ad una debole reazione, ad una reazione evidente e ad una reazione molto intensa. L'assenza di indicazioni segnala la mancata reazione del materiale con HCl.

Le **strutture subordinate** sono state classificate come livelli, laminazioni, lenti, noduli, granuli, identificabili all'interno del settore per diversa granulometria, reazione con HCl o colore. I termini "*livelli*" e "*laminazioni*" sono stati utilizzati per indicare rispettivamente spessori di materiale superiori e inferiori a 6 mm relativi all'intera sezione del campione. La geometria della loro disposizione è stata descritta con riferimento allo schema di fig. 1. Il termine "*lenti*" è stato utilizzato per descrivere materiali con geometria lentiforme; il termine "*noduli*" per materiali subsferoidali di diametro superiore a 2 mm; il termine "*granuli*" per materiali subsferoidali di diametro inferiore a 2 mm. La descrizione dei materiali subordinati, quando significativa, è stata eseguita con le stesse modalità previste per il settore.

Le **discontinuità** sono state segnalate con il termine "*frattura*", con indicazione dell'eventuale assenza di scabrezza.

Di ogni materiale subordinato è stato indicato l'intervallo di profondità all'interno del quale è stato osservato. Nel caso fosse presente in tutto lo strato considerato, è stato utilizzato il termine "*sparso*". Del materiale subordinato è stata indicata anche la frequenza con gli aggettivi "*raro*", "*qualche*" e "*frequente*". Di ogni campione è stata ottenuta documentazione fotografica per meglio evidenziare i tipi di materiali esaminati e le eventuali anomalie strutturali. Le fotografie sono completate con i dati identificativi, una scala cromatica e un riferimento dimensionale.



Geotest S.a.s. - Melfi (PZ) - Italy has been resulted in compliance with the standard
UNI EN ISO 9001:2008 for the following field of activities: Provision of geotechnical tests -
 Classification EA (European co-operation for Accreditation): 35

.97	ooooo	SABBIA ARROTONDATA	.63	ooooo	SABBIA ANGOLARE
.95	ooooo		.61	ooooo	
.93	ooooo		.59	ooooo	
.91	ooooo		.57	ooooo	
.89	ooooo		.55	ooooo	
.87	ooooo	SABBIA SUBARROTONDATA	.53	ooooo	
.85	ooooo		.51	ooooo	
.83	ooooo		.49	ooooo	
.81	ooooo	SABBIA SUBANGOLARE	.47	ooooo	
.79	ooooo		.45	ooooo	
.77	ooooo				
.75	ooooo	SABBIA ANGOLARE			
.73	ooooo				
.71	ooooo				
.69	ooooo				
.67	ooooo				
.65	ooooo				

Fig. 1/1 - Classificazione delle sabbie in relazione al grado di arrotondamento (Rittenhouse, 1943)

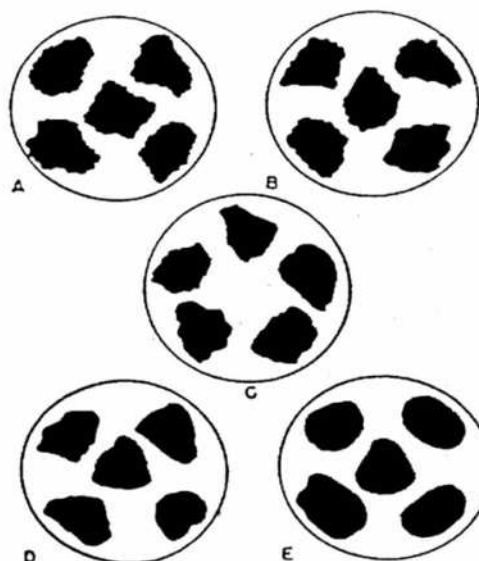


Fig. 1/2 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in relazione al grado di arrotondamento:

A = Angolare B = Subangolare,
 C = Subarrotondata D E = Arrotondata

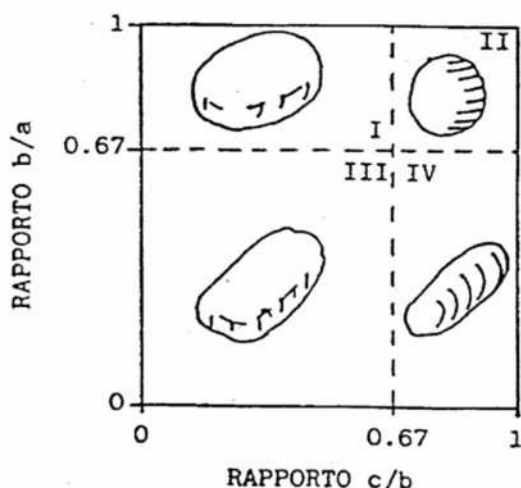


Fig. 1/3 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in funzione della forma (Gnaccolini, 1978): a, b, c d sono le dimensioni caratteristiche dei grani.

I = discoidali II = sferoidali
 III = lamellari IV = allungati

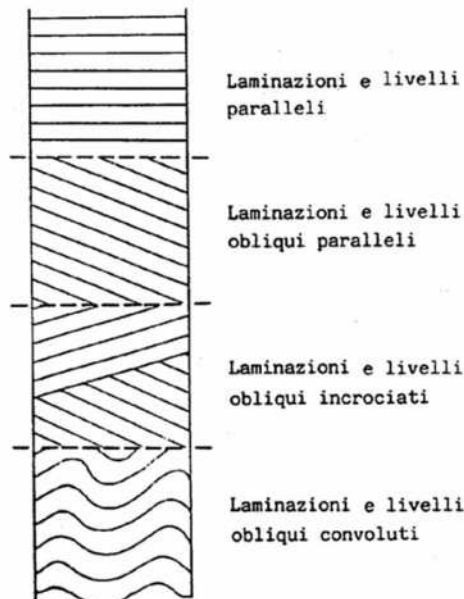


Fig. 1/4

- Schema per la descrizione dei livelli e delle laminazioni.

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: SH1 PROFONDITA': m 2,90-3,25

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,75

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 49,1 %
Limite di plasticità 28,1 %
Indice di plasticità 21,0 %
Indice di consistenza 1,00
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 1,6 %
Limo 39,9 %
Argilla 58,5 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A7-6 I.G. = 14

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 11,3 kPa
Angolo di attrito interno: 19,3 °

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 72,4 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5 ÷ 49,0	2427	---	---
49,0 ÷ 98,1	2249	0,000988	4,31E-08
98,1 ÷ 196,1	3632	0,000813	2,19E-08
196,1 ÷ 392,3	6044	0,000755	1,23E-08
392,3 ÷ 784,5	9463	---	---
784,5 ÷ 1569,0	16962	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	31730	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

CF GR ED TD TX

cm

Rp
kPa

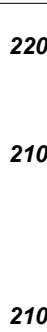
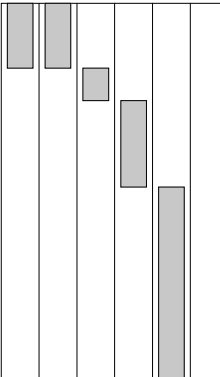
VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Argilla con limo, di colore verdastro, molto compatta.
Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q5



1002-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

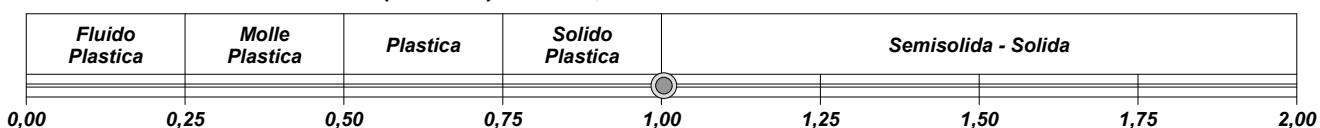
Argilla con limo

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

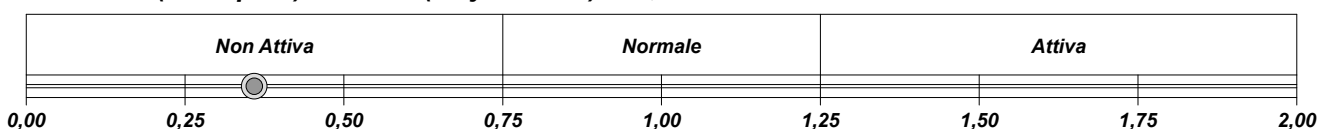
Abaco di plasticità di Casagrande

MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,00$

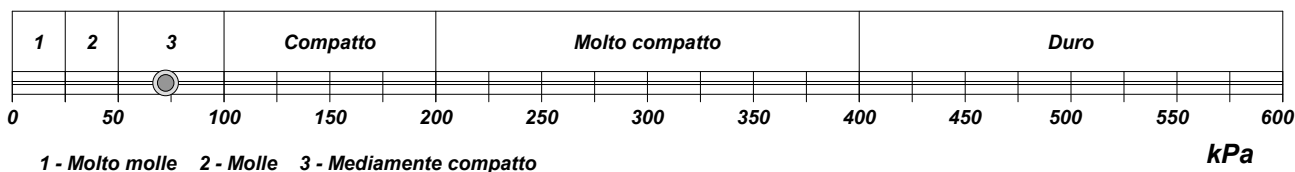


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,36



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 72 kPa

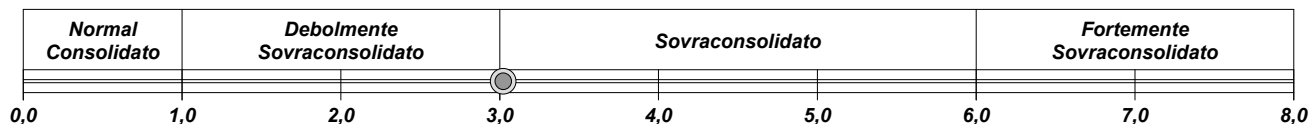


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 58,4kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 176,5kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 3,02



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05923 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,75

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,75

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05924 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 49,1 %

Limite di plasticità 28,1 %

Indice di plasticità 21,0 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	12	21	34			Umidità (%)	28,1	28,1
Umidità (%)	53,7	50,2	47,2			Umidità media	28,1	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05924 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 15/11/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

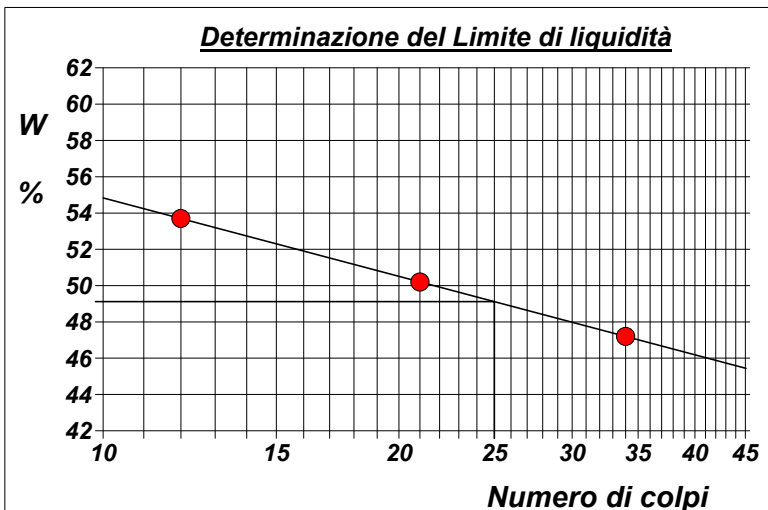
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: SH1 PROFONDITA': m 2,90-3,25

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

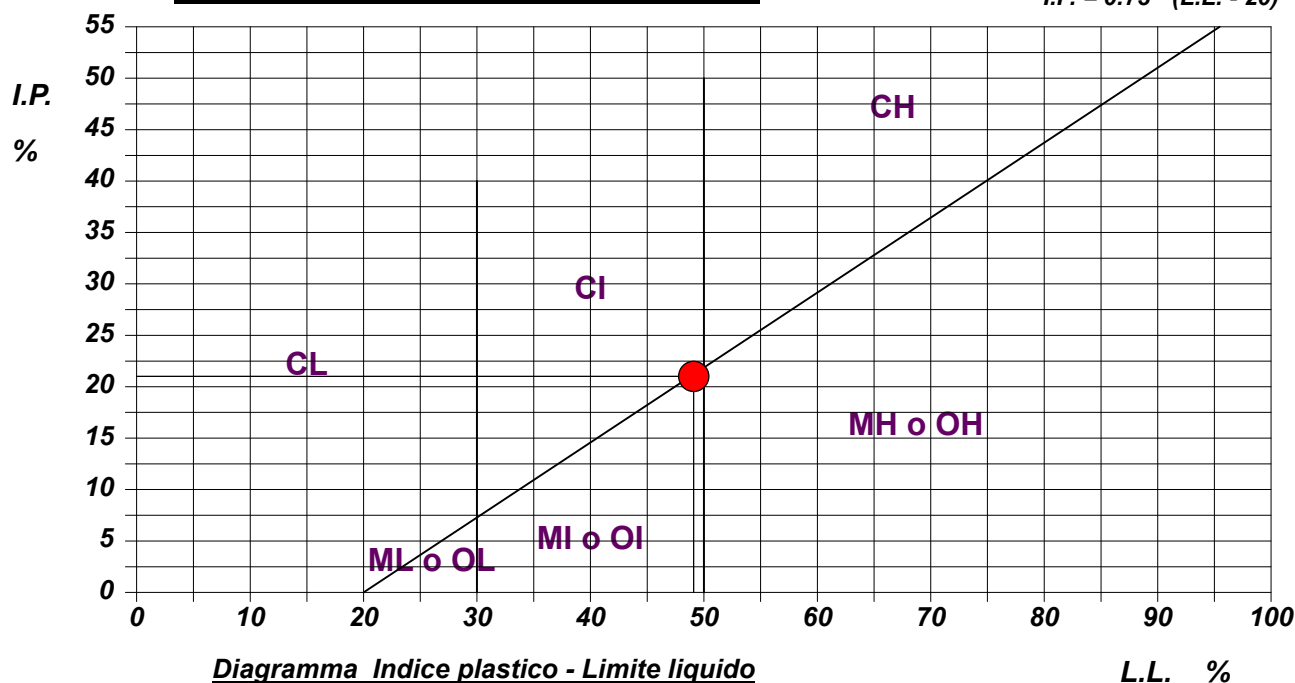
Limite di liquidità 49,1 %
Limite di plasticità 28,1 %
Indice di plasticità 21,0 %
Indice di consistenza 1,00
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05925 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

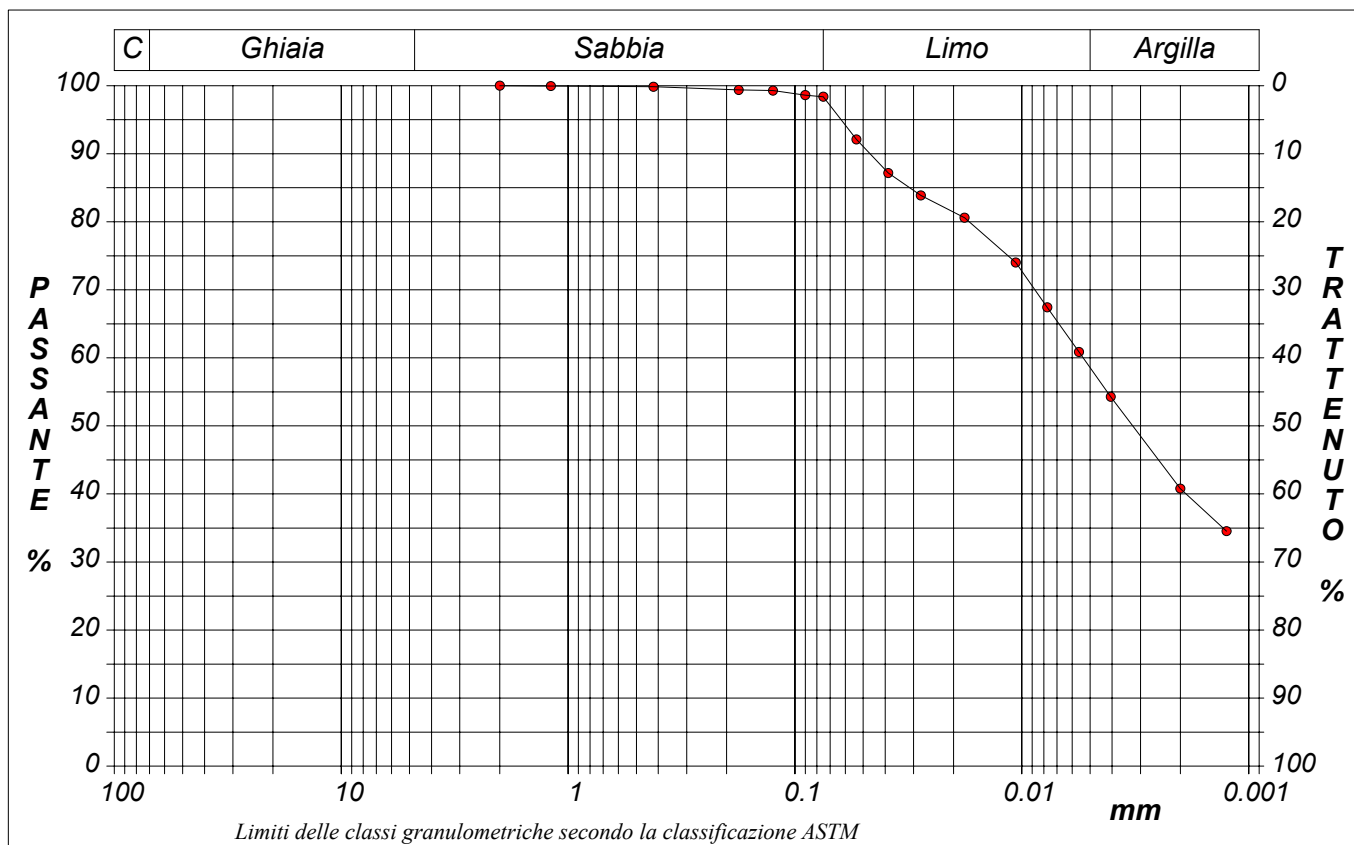
CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	1,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,9 %	D30	---	mm
Limo	39,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98,4 %	D50	0,00324	mm
Argilla	58,5 %			D60	0,00537	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,04669 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0900	98,62	0,0179	80,59	0,0020	40,79		
1,1900	99,94	0,0750	98,37	0,0106	74,01	0,0013	34,54		
0,4200	99,85	0,0536	92,10	0,0077	67,43				
0,1770	99,37	0,0388	87,17	0,0056	60,85				
0,1250	99,27	0,0279	83,88	0,0041	54,28				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05925 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 16/10/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

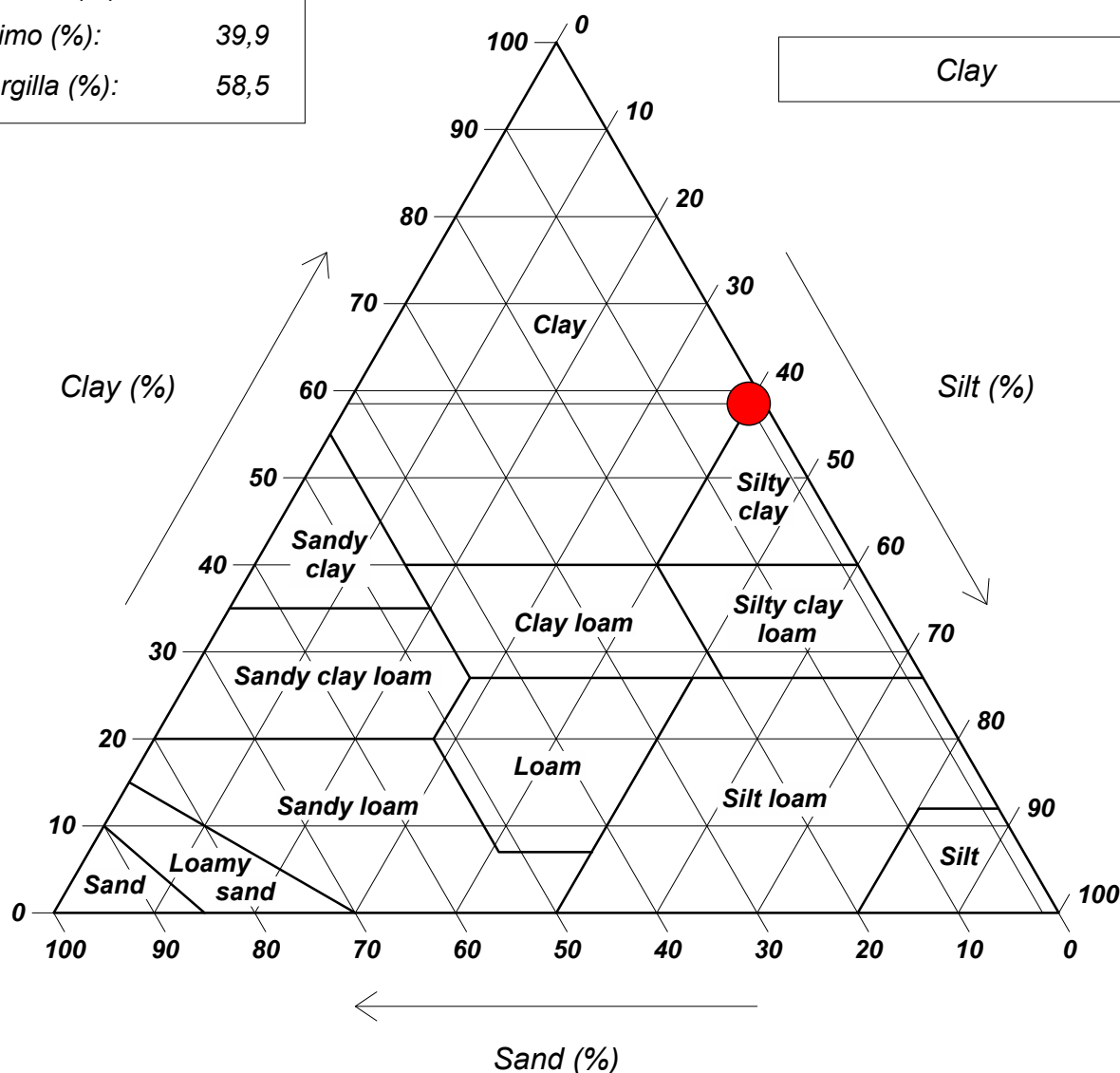
Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 1,6

Limo (%): 39,9

Argilla (%): 58,5

Diagramma U.S.D.A.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05926 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

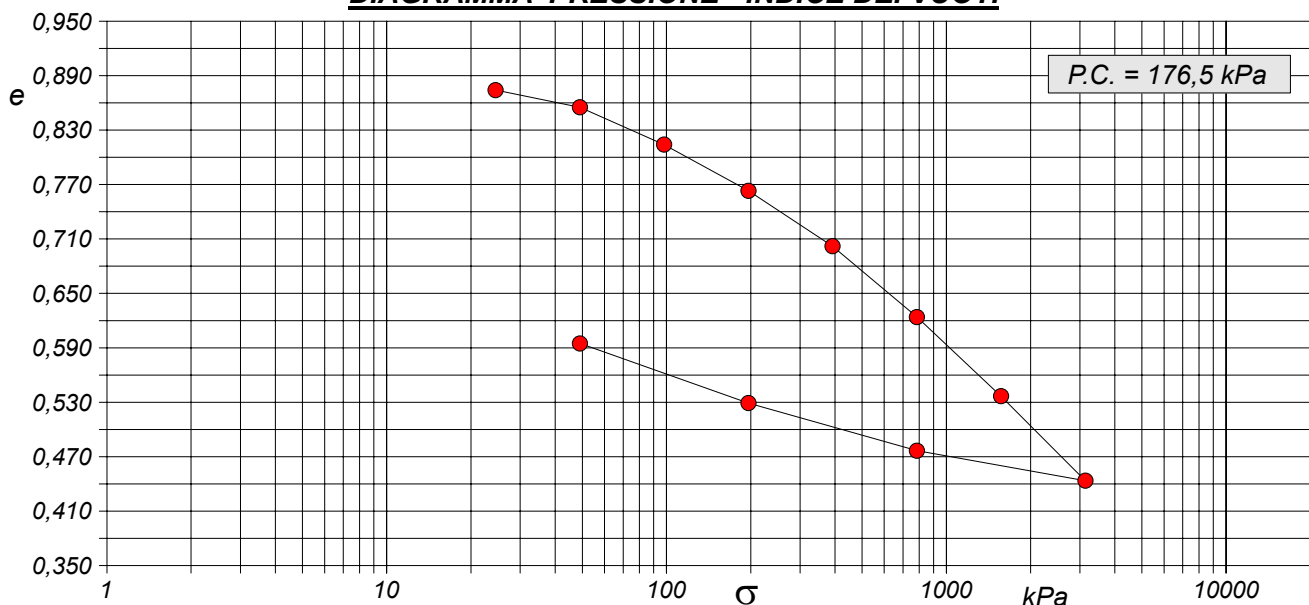
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

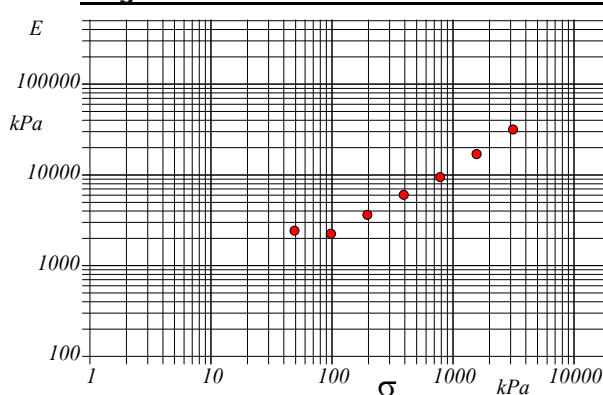
Peso di volume (kN/m ³)	18,32	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,88
Umidità (%)	28,0	Volume provino (cm ³)	39,95	Porosità (%)	46,94
Peso specifico	2,75	Volume dei vuoti (cm ³)	18,75	Saturazione (%)	87,1

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5	11,1	0,874				
49,0	31,3	0,855	0,063	2427		
98,1	74,9	0,814	0,136	2249	0,000988	4,31E-08
196,1	128,9	0,763	0,169	3632	0,000813	2,19E-08
392,3	193,8	0,702	0,203	6044	0,000755	1,23E-08
784,5	276,7	0,624	0,260	9463		
1569,0	369,2	0,537	0,290	16962		
3138,0	468,1	0,444	0,310	31730		
784,5	433,0	0,477				
196,1	377,3	0,529				
49,0	307,5	0,595				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05926 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

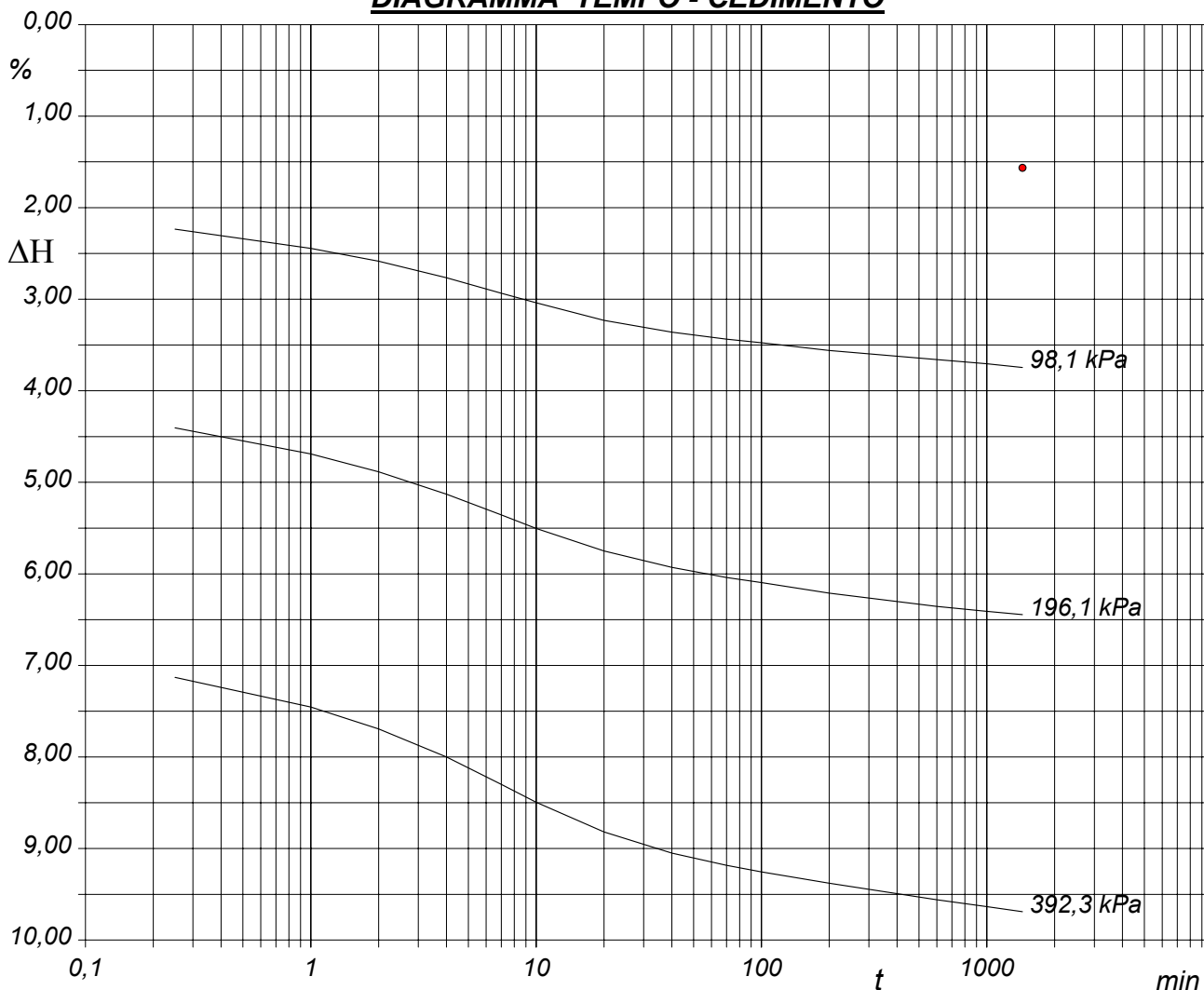
CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05926	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: SH1	PROFONDITA': m	2,90-3,25	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	31,3	0,00	74,9	0,00	128,9		
0,25	44,7	0,25	88,1	0,25	142,6		
1,00	48,9	1,00	93,8	1,00	149,1		
2,00	51,7	2,00	97,7	2,00	153,9		
4,00	55,3	4,00	102,6	4,00	160,0		
7,00	58,7	7,00	107,1	7,00	166,0		
10,00	60,8	10,00	110,1	10,00	169,9		
20,00	64,6	20,00	115,0	20,00	176,4		
40,00	67,2	40,00	118,6	40,00	181,0		
70,00	68,7	70,00	120,8	70,00	183,7		
100,00	69,5	100,00	121,9	100,00	185,1		
200,00	71,2	200,00	124,2	200,00	187,6		
600,00	73,2	600,00	127,1	600,00	191,2		
1000,00	74,1	1000,00	128,2	1000,00	192,7		
1440,00	74,9	1440,00	128,9	1440,00	193,8		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05927 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50,0	100,0	200,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	28,2 31,9	28,0 30,1	27,8 29,4
Peso di volume (kN/m³):	18,3	18,3	18,3
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

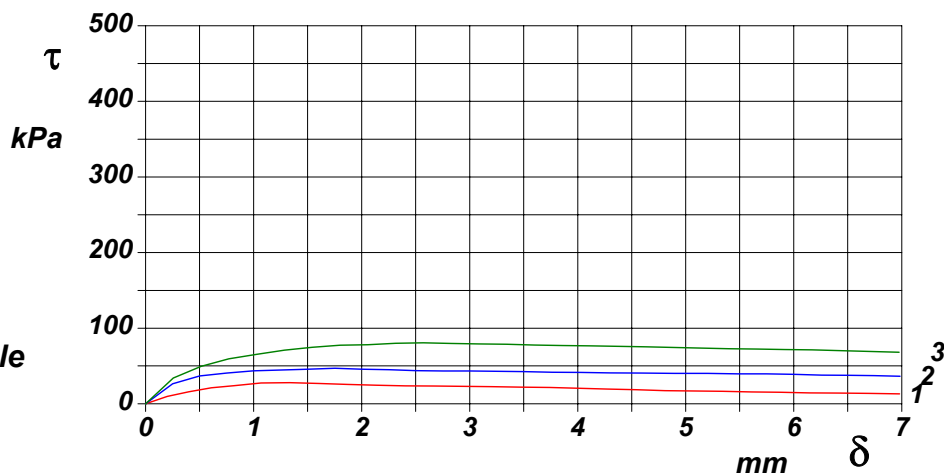
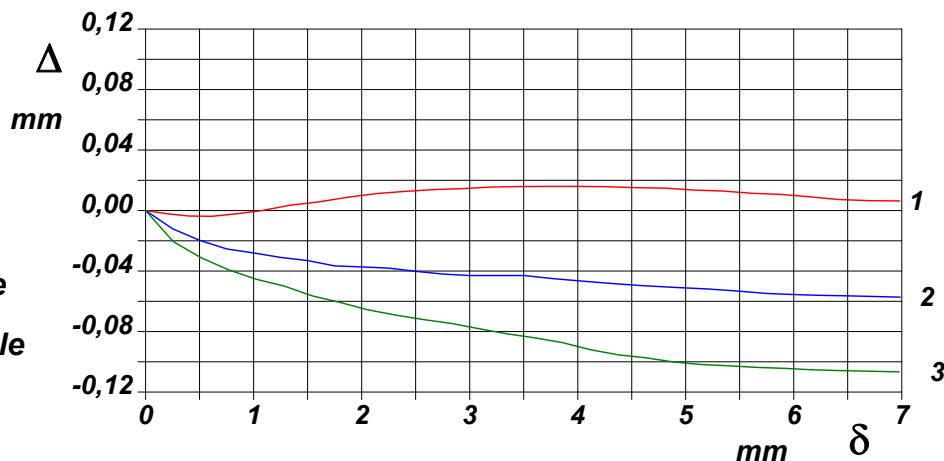


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05927	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: *Me.Mo. Measures & Monitoring*

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2.90-3.25

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05927 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	50
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,987
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	14,7
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,014

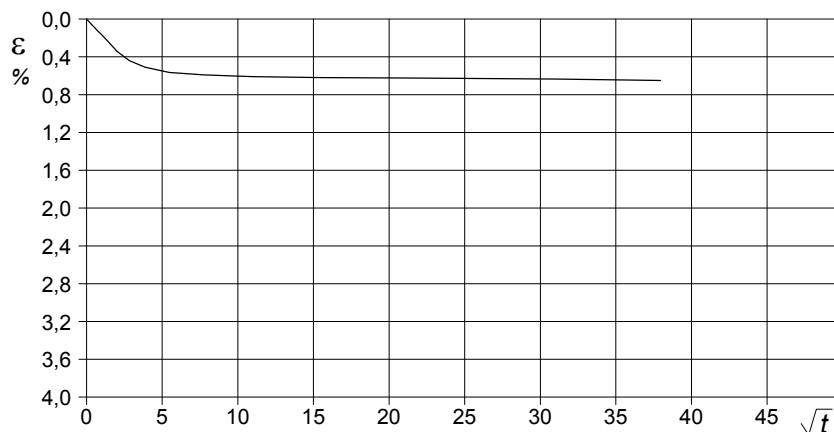


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,943
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	15,4
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,013

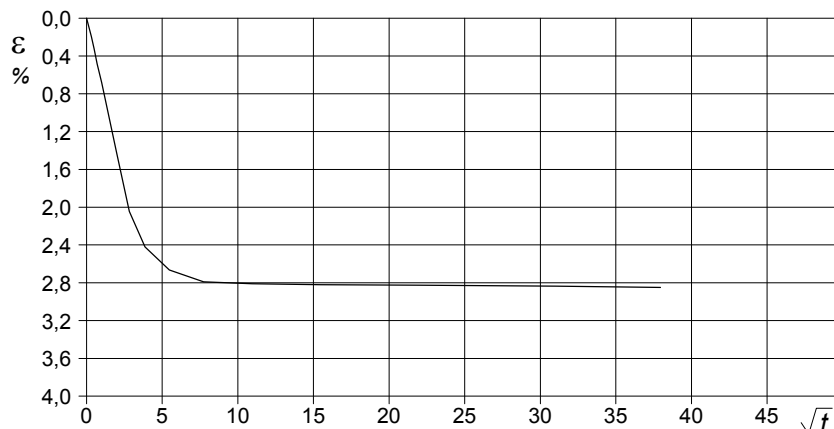
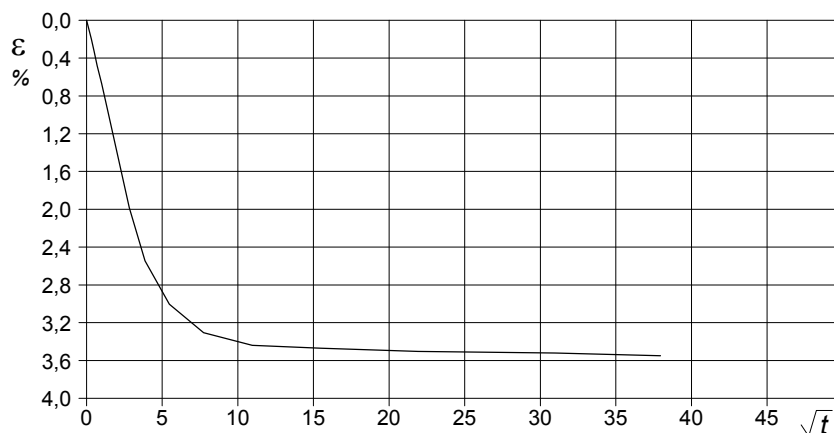


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,929
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	25,3
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,012



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

1002-23

SGEO - Laboratorio 7.0 - 2022

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. GRAZIANO Giuseppe Mario

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05927	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: SH1	PROFONDITA': m	2,90-3,25	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05928 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,90-3,25

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	350	400	500
Massa (g)	166,72	166,01	166,55	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	50	100	200
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	13,9	10,7	20,4
Volume (cm³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	140	144	151
Peso di volume (kN/m³)	18,8	18,7	18,8	Pressione interstiziale (kPa)	335	392	460
Umidità (%)	28,1	28,0	27,9	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	120	172	276
Peso specifico	2,75	2,75	2,75	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	70	72	76
Peso di volume secco (kN/m³)	14,7	14,5	14,5				
Grado di saturazione (%)	92,5	100,0	99,8				

Provini 1 e 2 realizzati con doppio fustellatore

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05928 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 14/11/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: SH1 PROFONDITA': m 2,90-3,25

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

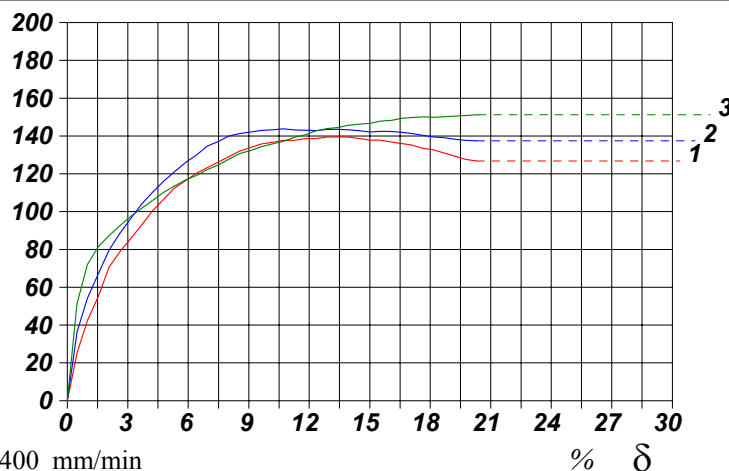
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	18,8	2,75	28,1	92,5	350	300	50	13,9	140	120	70
2	7,62	3,81	18,7	2,75	28,0	100,0	400	300	100	10,7	144	172	72
3	7,62	3,81	18,8	2,75	27,9	99,8	500	300	200	20,4	151	276	76

H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale
σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

σ₁-σ₃
kPa

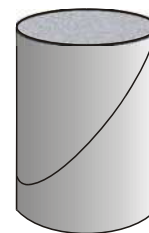
Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione

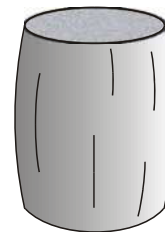


Velocità di deformazione: 0,400 mm/min

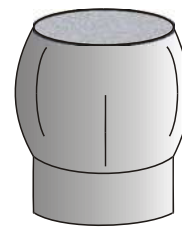
Tipo di rottura



Provino 1



Provino 2

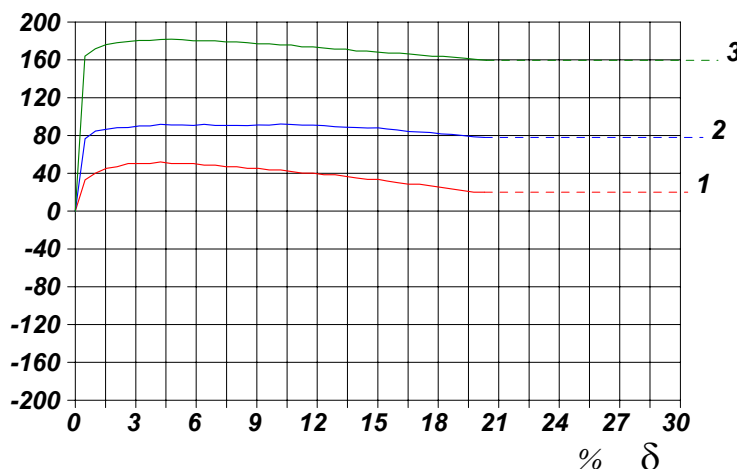


Provino 3

ΔV
%

Diagramma

Pressione interstiziale -
- Deformazione



Provini 1 e 2 realizzati con doppio fustellatore

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05928 Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: SH1 PROFONDITA': m 2,90-3,25

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,37	0,49	25,3	33,0	0,37	0,49	36,5	76,5	0,36	0,47	51,0	164,1
0,77	1,01	42,4	40,3	0,77	1,01	54,3	84,7	0,76	0,99	71,9	171,7
1,18	1,54	55,3	45,3	1,18	1,54	67,2	86,5	1,16	1,53	81,3	176,1
1,58	2,07	70,7	47,0	1,58	2,07	79,6	88,3	1,58	2,08	87,3	178,3
2,00	2,62	78,9	50,3	2,00	2,62	88,8	88,4	1,99	2,61	92,5	179,4
2,42	3,17	86,1	50,3	2,42	3,17	96,9	90,1	2,41	3,16	97,6	180,5
2,83	3,71	93,3	50,3	2,83	3,71	104,2	90,1	2,81	3,69	101,8	180,5
3,22	4,23	100,3	52,0	3,22	4,23	110,2	91,9	3,23	4,23	106,0	181,6
3,64	4,77	106,4	50,3	3,64	4,77	116,0	91,2	3,63	4,76	110,1	182,0
4,04	5,30	112,3	50,3	4,04	5,30	121,0	91,2	4,04	5,30	113,4	181,4
4,47	5,86	116,3	50,3	4,47	5,86	126,0	90,7	4,45	5,85	116,6	180,3
4,87	6,39	120,3	48,7	4,87	6,39	129,9	91,8	4,87	6,39	119,0	180,3
5,29	6,94	123,2	48,7	5,29	6,94	134,7	90,6	5,28	6,93	122,2	180,3
5,70	7,48	126,2	47,0	5,70	7,48	137,0	90,6	5,69	7,46	124,6	179,2
6,10	8,01	129,1	47,0	6,10	8,01	140,1	90,6	6,09	7,99	127,6	179,2
6,50	8,53	132,0	45,3	6,50	8,53	141,3	90,6	6,50	8,53	130,7	178,1
6,92	9,08	133,9	45,3	6,92	9,08	142,1	91,1	6,90	9,05	132,2	177,0
7,33	9,62	135,8	43,6	7,33	9,62	143,0	91,1	7,33	9,62	134,3	177,0
7,76	10,18	136,7	43,6	7,76	10,18	143,3	92,2	7,73	10,14	135,8	175,9
8,17	10,72	137,7	41,9	8,17	10,72	143,8	91,6	8,15	10,70	137,2	175,9
8,58	11,26	137,7	40,3	8,58	11,26	143,2	91,0	8,57	11,24	139,3	173,7
8,98	11,79	138,6	40,3	8,98	11,79	143,0	91,0	8,98	11,78	140,6	173,7
9,40	12,33	138,6	38,6	9,40	12,33	142,8	90,5	9,38	12,31	142,7	172,6
9,82	12,88	139,5	38,6	9,82	12,88	143,5	89,4	9,80	12,85	143,9	171,5
10,21	13,40	139,5	36,9	10,21	13,40	143,5	88,8	10,21	13,40	144,5	171,5
10,61	13,93	139,5	35,2	10,61	13,93	143,3	88,3	10,62	13,94	145,7	169,3
11,05	14,50	138,6	33,6	11,05	14,50	142,8	87,9	11,02	14,46	146,2	169,3
11,45	15,03	137,7	33,6	11,45	15,03	142,1	88,0	11,43	15,00	146,7	168,2
11,77	15,45	137,9	31,9	11,77	15,45	142,5	87,0	11,84	15,53	147,9	167,1
12,16	15,96	137,0	30,2	12,16	15,96	142,5	85,8	12,26	16,08	148,3	167,1
12,59	16,52	136,1	28,5	12,59	16,52	142,0	84,3	12,65	16,61	149,4	166,1
13,00	17,06	135,3	28,5	13,00	17,06	141,3	83,8	13,07	17,15	149,8	165,0
13,41	17,60	133,6	26,8	13,41	17,60	140,5	83,1	13,49	17,70	150,2	163,9
13,83	18,15	132,7	25,2	13,83	18,15	139,6	81,6	13,90	18,23	149,9	163,9
14,23	18,68	131,0	23,5	14,23	18,68	139,2	81,2	14,31	18,78	150,2	162,8
14,65	19,22	129,3	21,8	14,65	19,22	138,3	80,1	14,72	19,31	150,6	161,7
15,06	19,76	127,7	20,1	15,06	19,76	137,7	78,6	15,11	19,83	150,9	160,6
15,47	20,30	126,8	20,1	15,47	20,30	137,5	77,9	15,53	20,38	151,2	159,5

1002-23

SGEO - Laboratorio 7.0 - 2022

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. GRAZIANO Giuseppe Mario

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,71

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 33,5 %
Limite di plasticità 23,2 %
Indice di plasticità 10,3 %
Indice di consistenza 0,45
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 9,6 %
Limo 64,5 %
Argilla 25,9 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A6 I.G. = 8

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 5,8 kPa
Angolo di attrito interno: 21,7 °

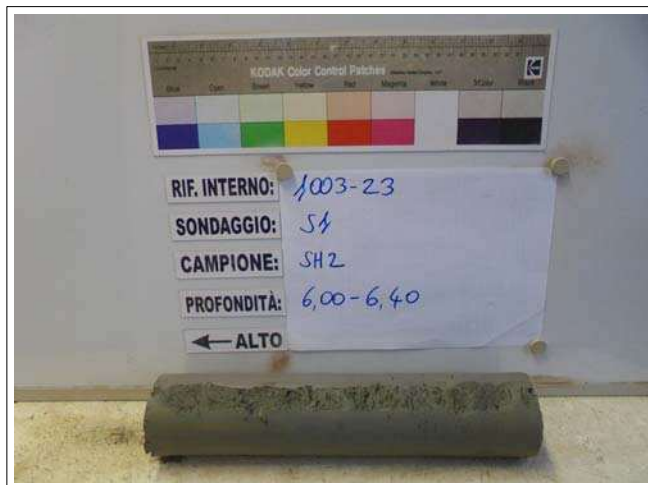
COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 66,3 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
6,1 ÷ 12,3	693	---	---
12,3 ÷ 24,5	1051	---	---
24,5 ÷ 49,0	1642	---	---
49,0 ÷ 98,1	2882	0,002600	8,85E-08
98,1 ÷ 196,1	4432	0,001900	4,20E-08
196,1 ÷ 392,3	7298	0,001129	1,52E-08
392,3 ÷ 784,5	12691	---	---
784,5 ÷ 1569,1	22242	---	---

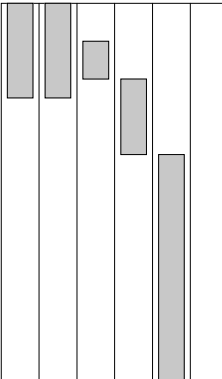
FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

CF GR ED TD TX

cm



Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo con argilla debolmente sabbioso (f), di colore grigio, poco consistente. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q5

1003-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

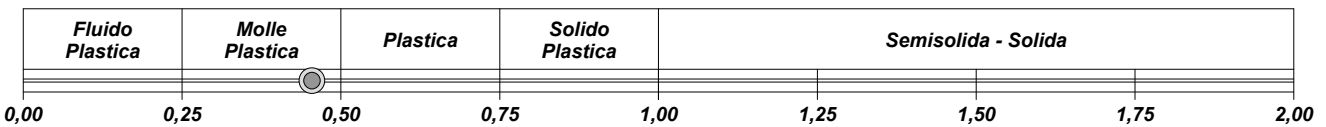
Limo con argilla debolmente sabbioso

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

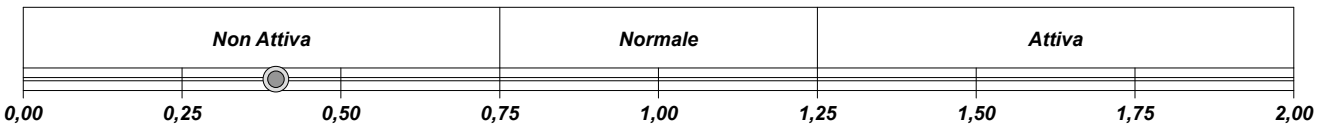
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,45$

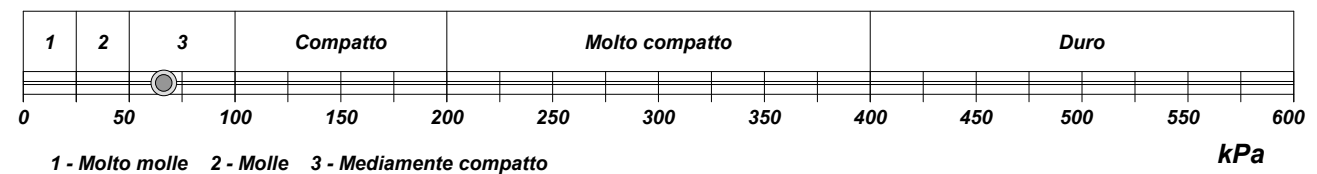


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,40



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 66 kPa

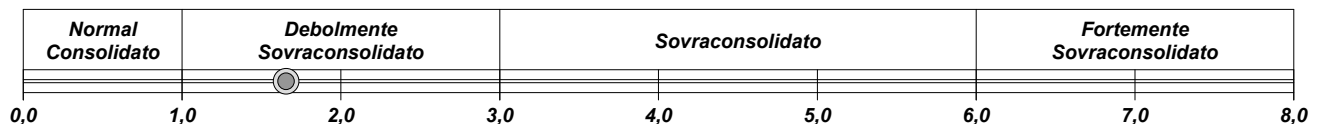


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 115,3kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 190,8kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1,65



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05929	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 08/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 09/11/23

COMMITTENTE: <i>Me.Mo. Measures & Monitoring</i>					
RIFERIMENTO: <i>Sondaggi Inceneritore Parma (PR)</i>					
SONDAGGIO:	<i>S1</i>	CAMPIONE:	<i>SH2</i>	PROFONDITA':	<i>m 6,00-6,40</i>

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,71

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,71

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 1,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05930 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 09/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 33,5 %

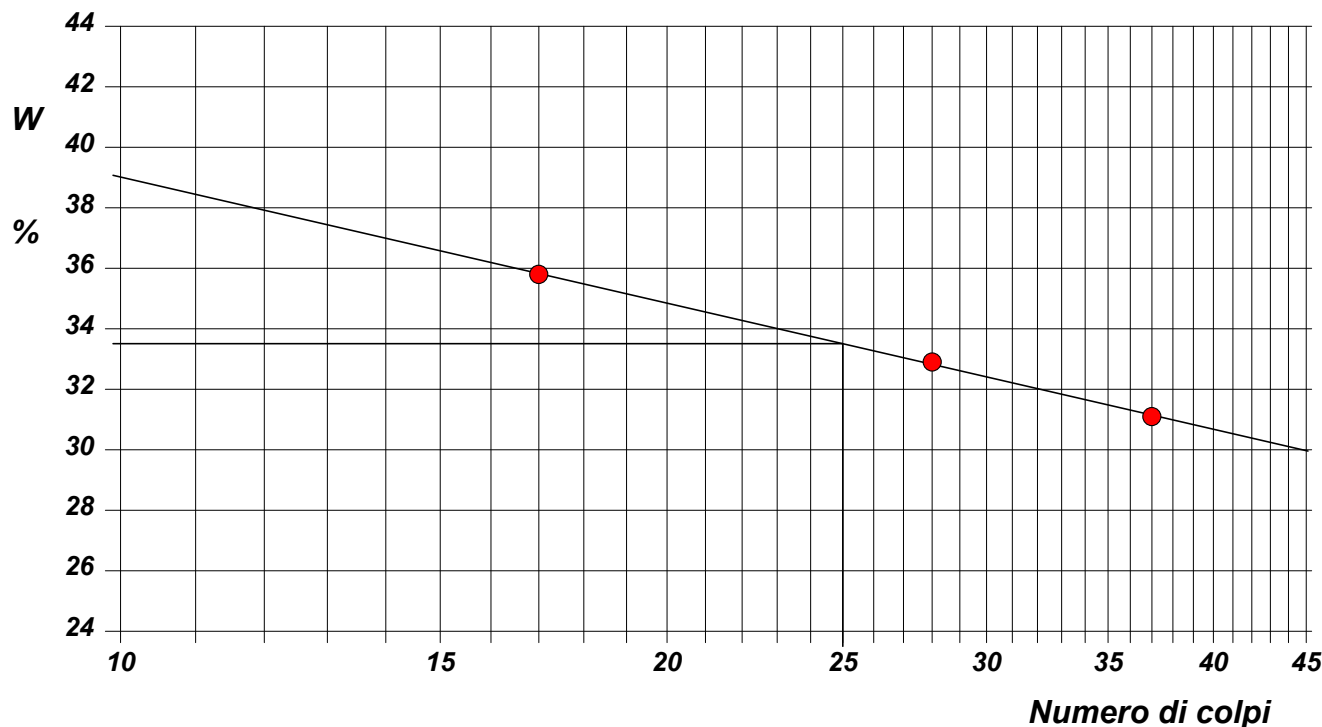
Limite di plasticità 23,2 %

Indice di plasticità 10,3 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	17	28	37			Umidità (%)	23,2	23,2
Umidità (%)	35,8	32,9	31,1			Umidità media	23,2	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05930 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 09/11/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

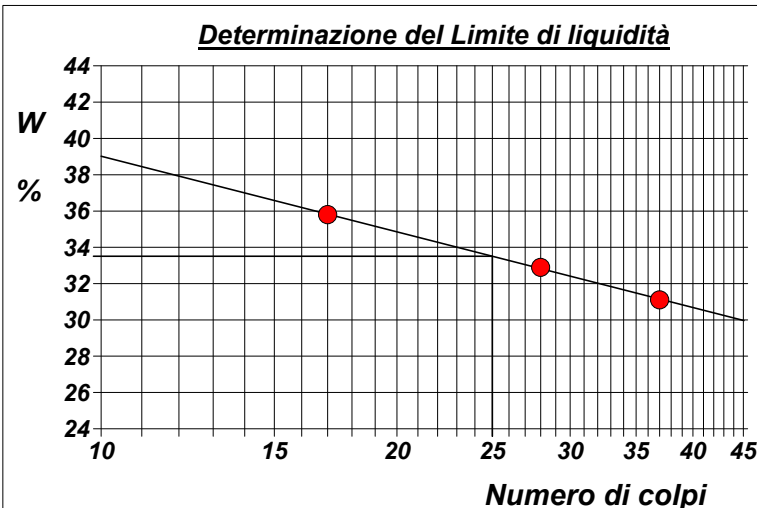
CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 33,5 %
Limite di plasticità 23,2 %
Indice di plasticità 10,3 %
Indice di consistenza 0,45
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

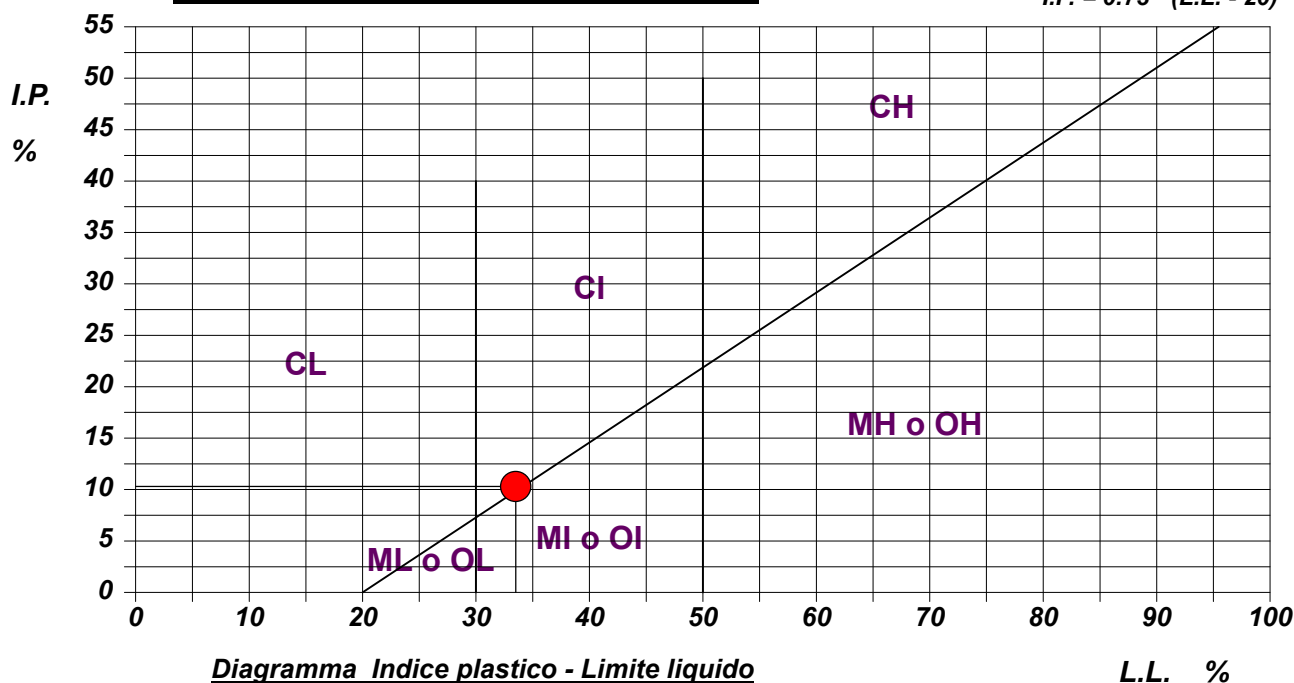
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05931 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

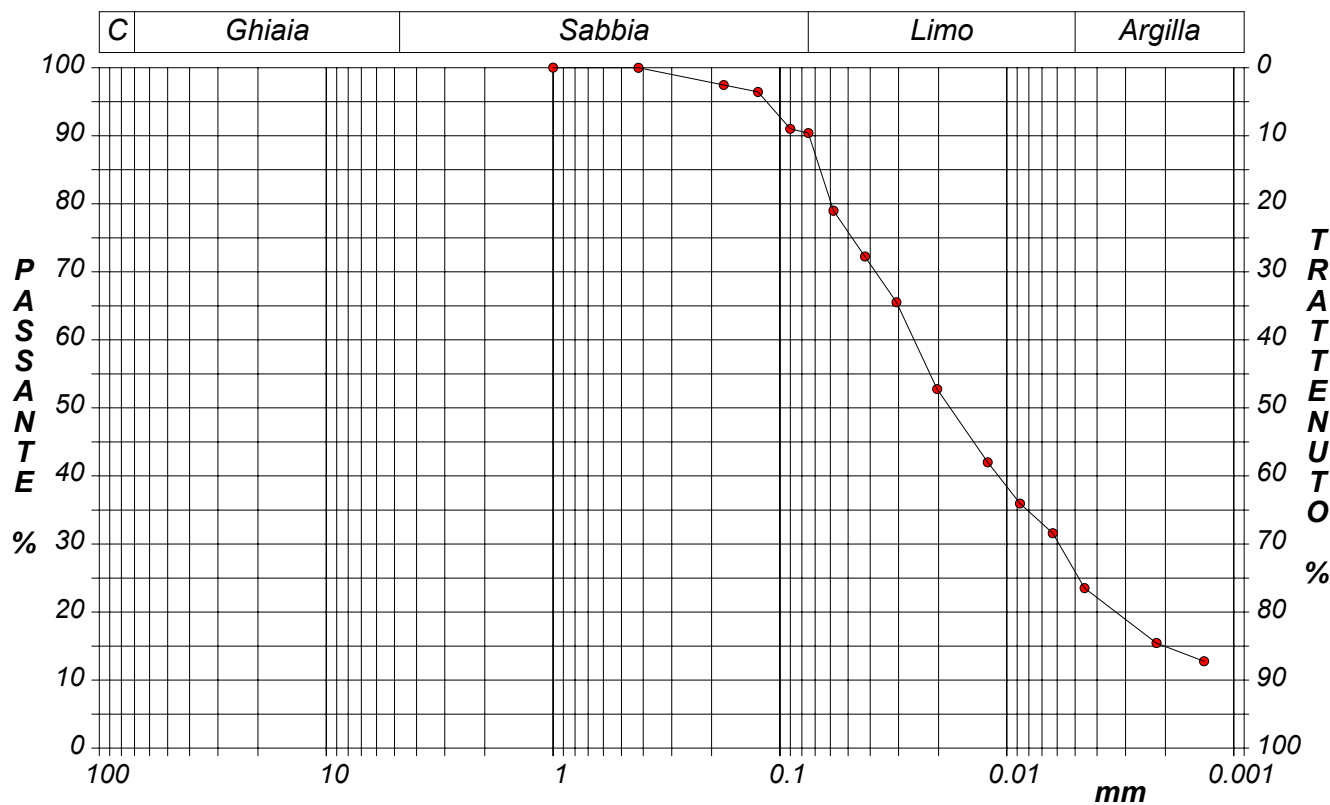
CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	9,6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D30	0,00589	mm
Limo	64,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	90,4 %	D50	0,01779	mm
Argilla	25,9 %			D60	0,02563	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	0,07434	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1,0000	100,00	0,0750	90,39	0,0121	42,01	0,0014	12,77		
0,4200	99,98	0,0580	78,97	0,0088	35,96				
0,1770	97,45	0,0422	72,25	0,0063	31,59				
0,1250	96,44	0,0306	65,53	0,0045	23,52				
0,0900	91,01	0,0203	52,76	0,0022	15,46				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05931 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 16/10/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

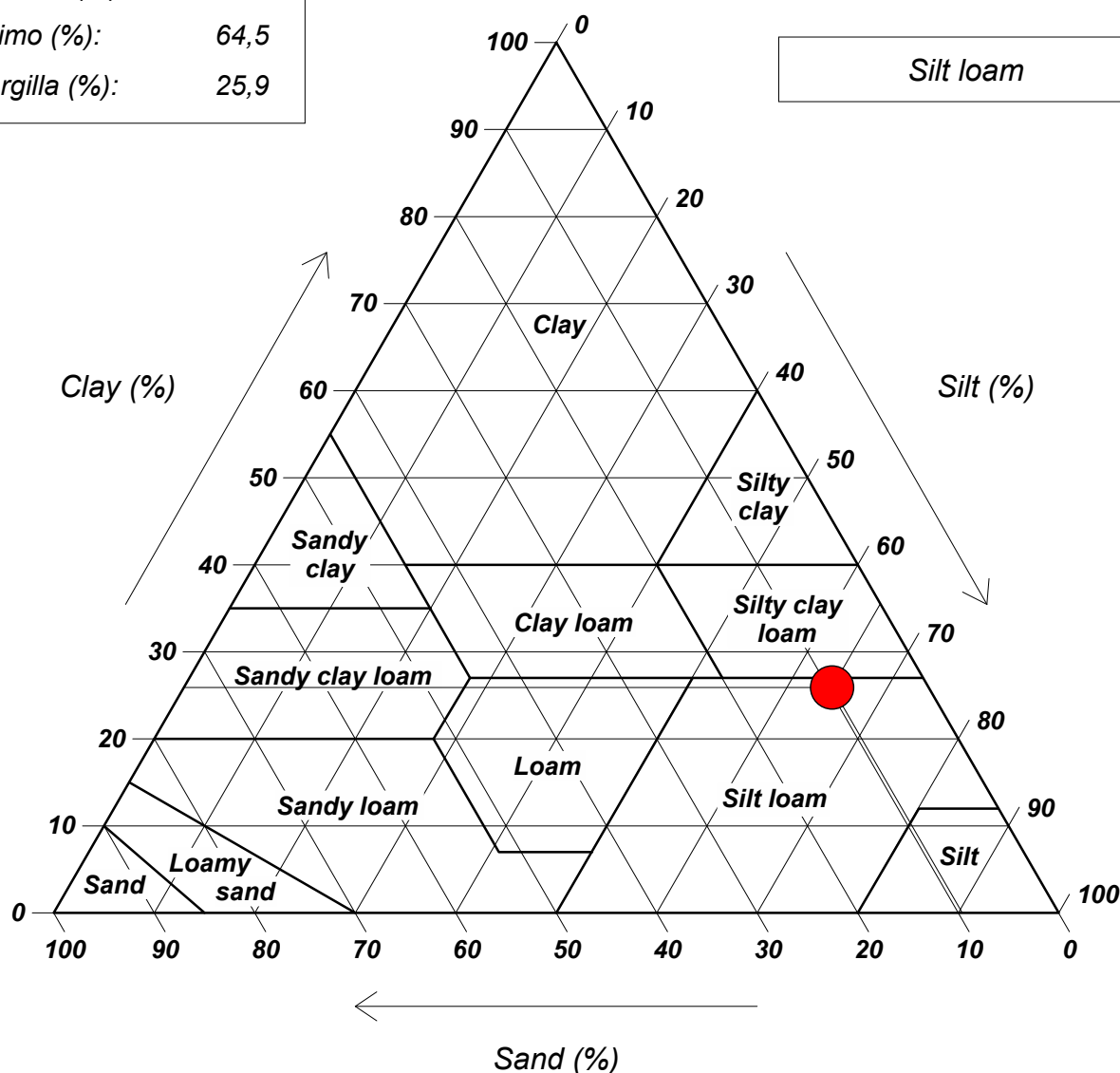
ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 9,6
Limo (%): 64,5
Argilla (%): 25,9

Diagramma U.S.D.A.

Silt loam



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05932 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

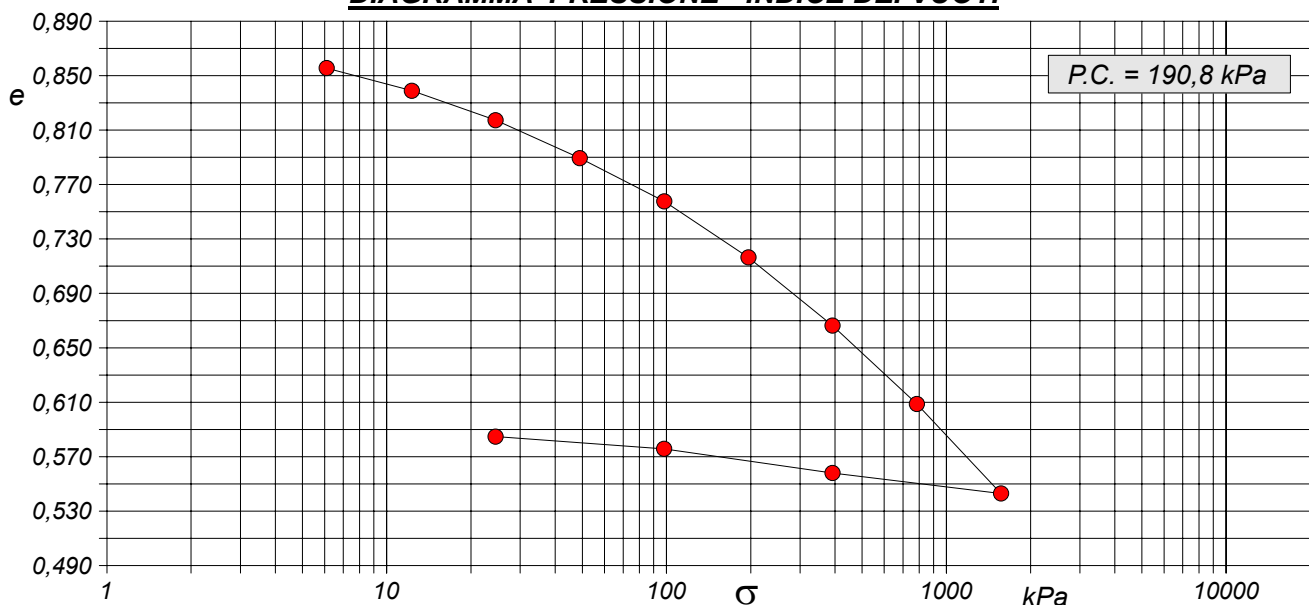
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

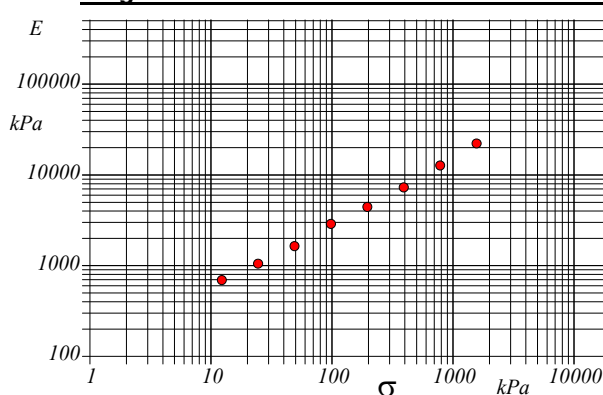
Peso di volume (kN/m ³)	18,37	Altezza provino (cm)	1,99	Indice dei vuoti	0,86
Umidità (%)	28,8	Volume provino (cm ³)	39,76	Porosità (%)	46,36
Peso specifico	2,71	Volume dei vuoti (cm ³)	18,43	Saturazione (%)	90,4

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
6,1	9,3	0,856				
12,3	27,1	0,839	0,055	693		
24,5	50,2	0,817	0,072	1051		
49,0	79,9	0,789	0,092	1642		
98,1	113,8	0,758	0,105	2882	0,002600	8,85E-08
196,1	157,8	0,716	0,137	4432	0,001900	4,20E-08
392,3	211,3	0,666	0,166	7298	0,001129	1,52E-08
784,5	272,8	0,609	0,191	12691		
1569,1	343,0	0,543	0,218	22242		
392,3	326,9	0,558				
98,1	308,0	0,576				
24,5	298,3	0,585				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05932 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

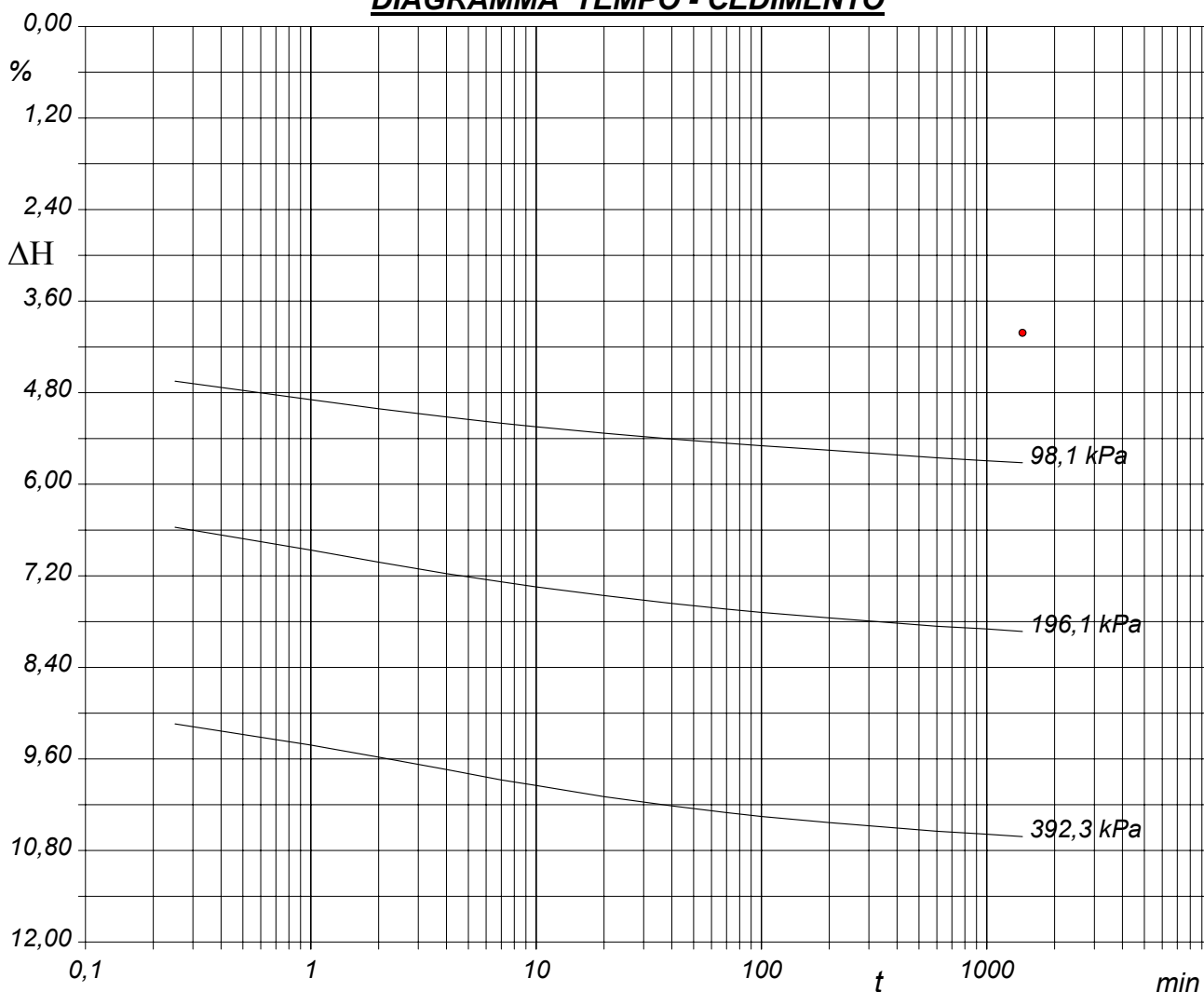
CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05932	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	SH2	PROFONDITA': m 6,00-6,40

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	79,9	0,00	113,8	0,00	157,8		
0,25	92,5	0,25	130,6	0,25	181,9		
1,00	97,3	1,00	136,6	1,00	187,5		
2,00	99,7	2,00	139,7	2,00	190,6		
4,00	101,8	4,00	142,7	4,00	193,8		
7,00	103,5	7,00	144,8	7,00	196,5		
10,00	104,4	10,00	146,1	10,00	198,0		
20,00	106,1	20,00	148,4	20,00	200,9		
40,00	107,6	40,00	150,5	40,00	203,3		
70,00	108,7	70,00	152,0	70,00	205,0		
100,00	109,3	100,00	152,8	100,00	206,0		
200,00	110,5	200,00	154,3	200,00	207,6		
600,00	112,5	600,00	156,4	600,00	209,9		
1000,00	113,3	1000,00	157,2	1000,00	210,7		
1440,00	113,8	1440,00	157,8	1440,00	211,3		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05933 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50,0	100,0	200,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	29,0 29,3	28,7 27,8	28,6 25,2
Peso di volume (kN/m³):	18,4	18,4	18,4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

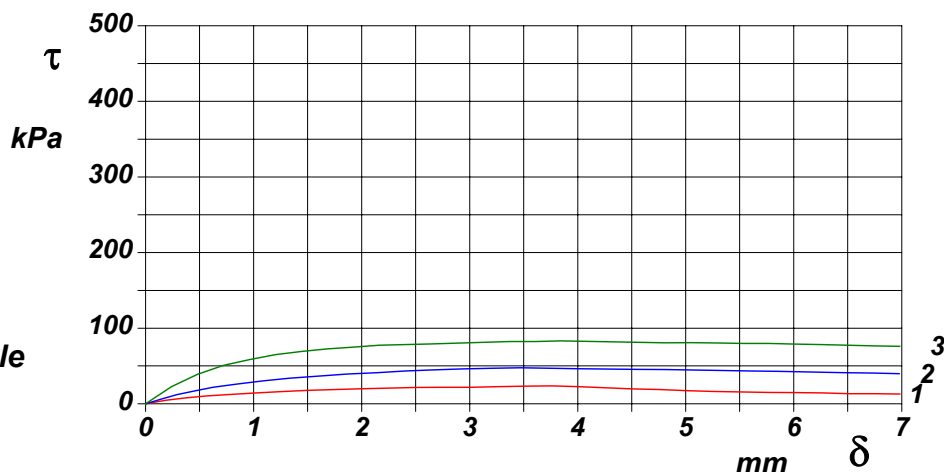
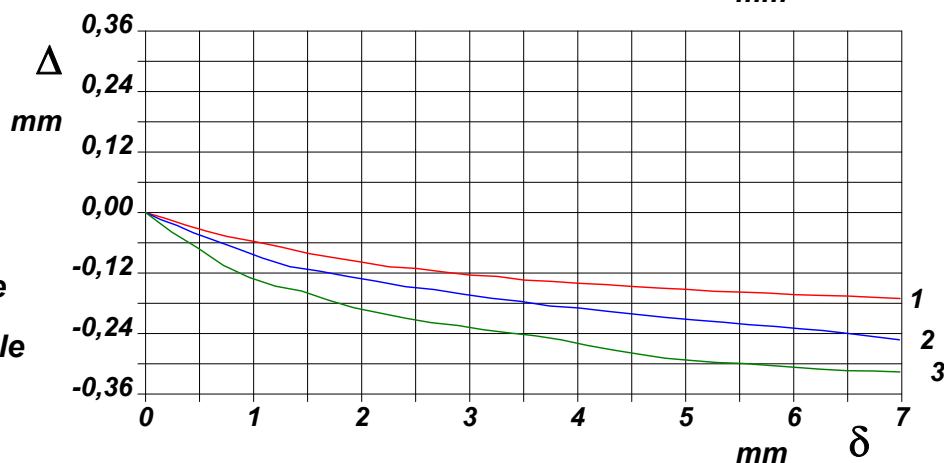


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05933 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	50
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,930
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	23,6
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,017

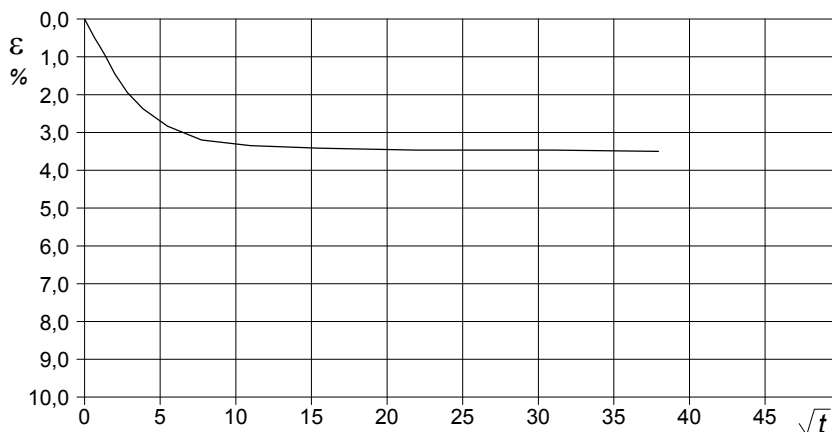


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,888
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	31,0
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,013

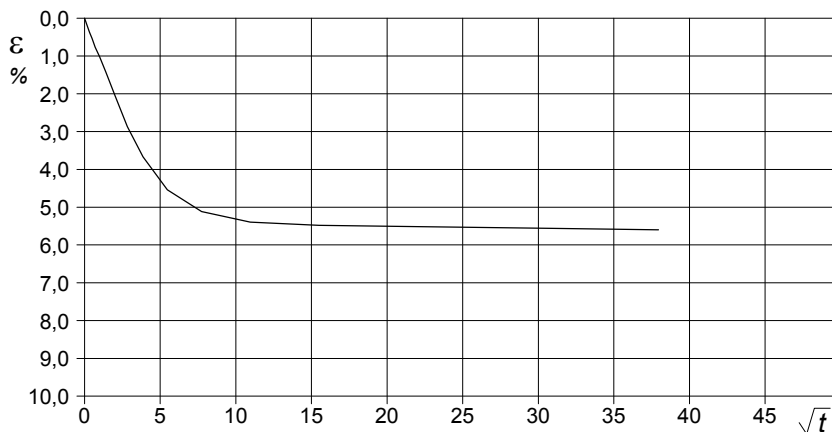
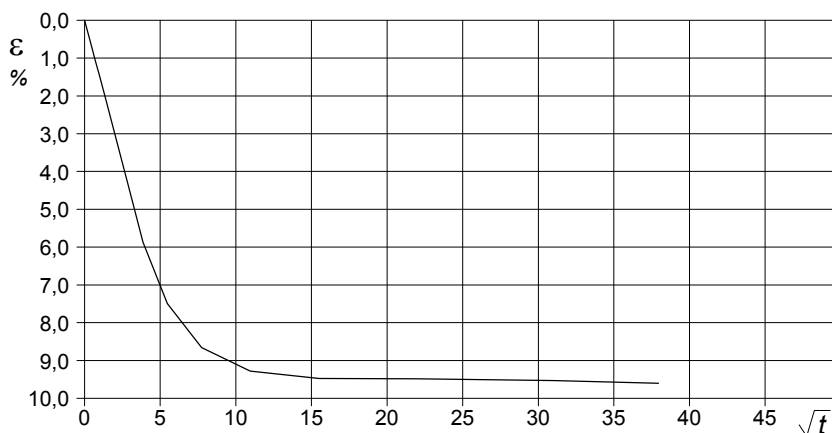


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,808
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	40,1
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,010



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

1003-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05933 Pagina 4/4		DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 23/10/23
COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring			
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: SH2	PROFONDITA': m 6,00-6,40	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05934 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	350	400	500
Massa (g)	166,46	165,84	165,66	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	50	100	200
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	9,1	16,5	6,9
Volume (cm³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	124	136	138
Peso di volume (kN/m³)	18,8	18,7	18,7	Pressione interstiziale (kPa)	333	388	482
Umidità (%)	28,9	28,8	28,7	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	112	168	269
Peso specifico	2,71	2,71	2,71	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	62	68	69
Peso di volume secco (kN/m³)	14,6	14,5	14,5				
Grado di saturazione (%)	95,1	94,1	93,8				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05934 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 6,00-6,40

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	18,8	2,71	28,9	95,1	350	300	50	9,1	124	112	62
2	7,62	3,81	18,7	2,71	28,8	94,1	400	300	100	16,5	136	168	68
3	7,62	3,81	18,7	2,71	28,7	93,8	500	300	200	6,9	138	269	69

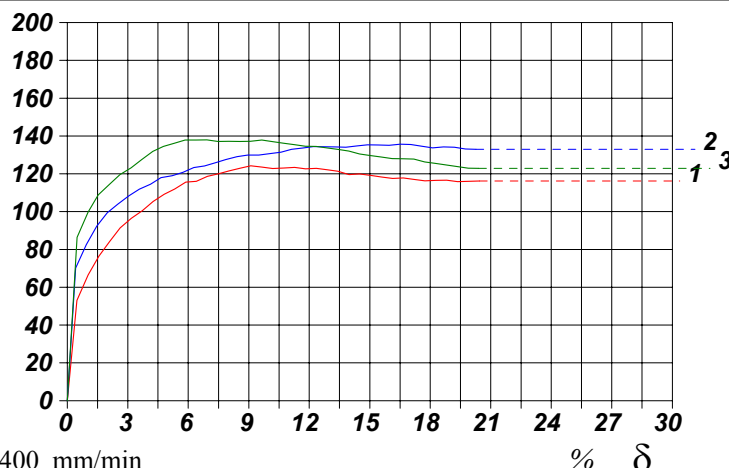
H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale
σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

σ₁-σ₃
kPa

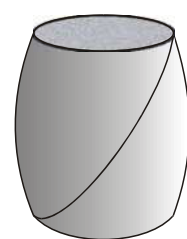
Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione

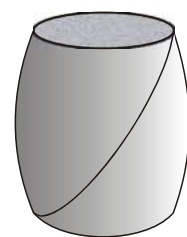
Velocità di deformazione: 0,400 mm/min



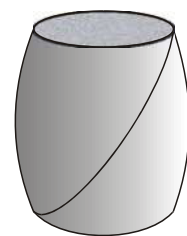
Tipo di rottura



Provino 1



Provino 2

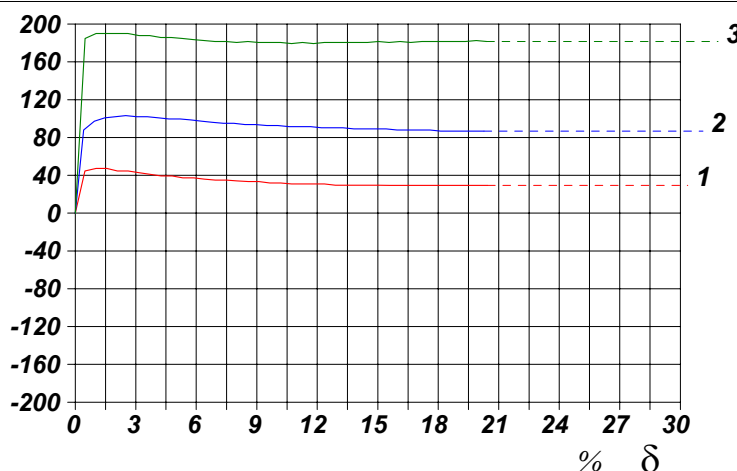


Provino 3

ΔV
%

Diagramma

Pressione interstiziale -
- Deformazione



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05934 Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: SH2 PROFONDITA': m 6,00-6,40

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,37	0,48	53,1	44,6	0,32	0,42	70,2	87,9	0,37	0,49	86,4	184,7
0,79	1,03	66,5	47,3	0,72	0,95	82,6	97,3	0,79	1,04	99,8	190,0
1,19	1,56	76,4	47,3	1,12	1,46	92,3	100,8	1,17	1,54	108,8	190,0
1,59	2,09	84,0	44,6	1,51	1,98	99,4	102,0	1,58	2,08	114,2	190,0
2,00	2,62	91,4	44,6	1,91	2,50	103,9	103,2	1,99	2,61	119,6	190,0
2,42	3,17	96,5	42,8	2,32	3,05	108,3	102,0	2,41	3,16	123,2	187,9
2,83	3,72	100,4	41,0	2,73	3,58	111,9	102,0	2,82	3,70	127,6	187,9
3,25	4,26	105,4	39,4	3,15	4,13	114,6	100,8	3,23	4,24	131,9	185,8
3,66	4,81	109,2	39,4	3,54	4,65	118,0	99,7	3,63	4,76	134,5	185,8
4,06	5,33	111,9	37,3	3,96	5,20	119,0	99,7	4,05	5,31	136,2	184,7
4,48	5,87	115,6	37,3	4,37	5,73	120,7	98,5	4,45	5,84	137,9	183,6
4,88	6,40	116,1	35,9	4,78	6,27	123,3	97,3	4,87	6,39	137,9	182,6
5,29	6,94	118,6	34,9	5,19	6,80	124,2	96,2	5,28	6,93	138,0	181,5
5,71	7,49	120,1	34,9	5,60	7,35	125,8	95,0	5,70	7,48	137,2	181,5
6,11	8,02	121,5	34,0	5,99	7,86	127,5	95,0	6,10	8,00	137,2	180,5
6,53	8,57	122,9	33,5	6,42	8,42	129,1	93,8	6,52	8,56	137,2	181,5
6,94	9,10	124,3	33,5	6,82	8,95	129,9	93,8	6,91	9,07	137,2	180,5
7,35	9,65	123,6	31,9	7,24	9,50	129,9	92,6	7,35	9,65	137,9	180,5
7,76	10,18	122,8	31,9	7,65	10,04	130,7	92,6	7,76	10,18	137,1	180,5
8,17	10,73	123,1	30,8	8,07	10,59	131,4	91,5	8,18	10,73	136,2	179,4
8,59	11,27	123,4	30,8	8,48	11,12	132,9	91,5	8,58	11,27	135,4	180,5
9,00	11,81	122,6	30,8	8,89	11,67	133,6	91,5	9,00	11,81	134,6	179,4
9,42	12,36	122,9	30,8	9,30	12,20	134,3	90,3	9,41	12,34	134,5	180,5
9,83	12,91	122,1	29,5	9,70	12,73	134,3	90,3	9,80	12,86	133,8	180,5
10,22	13,41	121,4	29,5	10,11	13,27	134,2	90,3	10,21	13,39	132,9	180,5
10,65	13,97	119,6	29,5	10,53	13,82	134,1	89,1	10,64	13,96	132,1	180,5
11,04	14,48	119,9	29,5	10,94	14,35	134,7	89,1	11,04	14,48	130,5	180,5
11,46	15,04	119,1	29,5	11,35	14,89	135,4	89,1	11,45	15,03	129,7	181,5
11,87	15,57	118,4	29,4	11,75	15,41	135,3	89,1	11,86	15,56	128,9	180,5
12,29	16,13	117,6	29,4	12,16	15,96	135,1	87,9	12,27	16,10	128,0	181,5
12,70	16,66	117,8	29,4	12,58	16,51	135,6	87,9	12,68	16,64	128,0	180,5
13,10	17,19	117,1	29,4	12,98	17,04	135,5	87,9	13,10	17,19	127,8	181,5
13,51	17,73	116,3	29,4	13,41	17,59	134,6	87,9	13,51	17,72	126,3	181,5
13,93	18,27	116,5	29,4	13,81	18,12	133,7	86,8	13,91	18,26	125,5	181,5
14,34	18,82	116,7	29,4	14,21	18,65	134,3	86,8	14,33	18,80	124,6	181,5
14,75	19,35	115,9	29,4	14,62	19,19	134,1	86,8	14,74	19,35	123,8	181,5
15,16	19,89	116,0	29,4	15,05	19,74	133,2	86,8	15,15	19,89	123,0	182,6
15,57	20,44	116,2	29,4	15,44	20,27	133,0	86,8	15,55	20,41	122,9	181,5

1003-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,76

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 68,6 %
Limite di plasticità 31,0 %
Indice di plasticità 37,6 %
Indice di consistenza 0,76
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 0,3 %
Limo 25,8 %
Argilla 73,9 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A7-5 I.G. = 20

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 6,2 kPa
Angolo di attrito interno: 18,3 °

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 68,8 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,3 ÷ 24,5	1790	---	---
24,5 ÷ 49,0	1165	---	---
49,0 ÷ 98,1	1817	0,000648	3,49E-08
98,1 ÷ 196,1	2399	0,000571	2,33E-08
196,1 ÷ 392,3	4175	0,000419	9,84E-09
392,3 ÷ 784,5	7533	---	---
784,5 ÷ 1569,0	17423	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

CF GR ED TD TX

cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Argilla con limo, di colore grigio, moderatamente consistente. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Da 25cm a 35 cm presenza di un livello completamente rammollito, privo di consistenza. [INUTILIZZATO]

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q4

1004-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

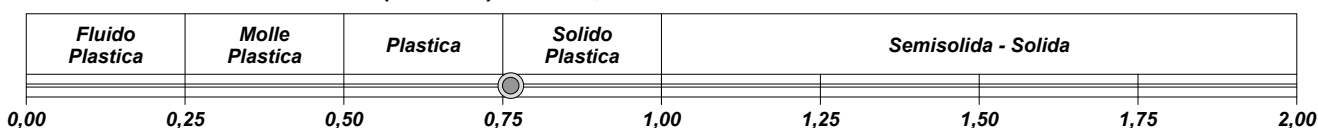
Argilla con limo

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

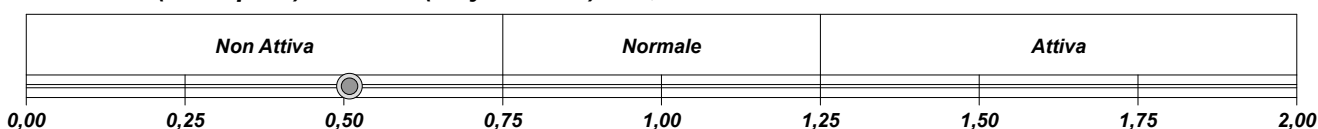
Abaco di plasticità di Casagrande

CH - Argille inorganiche ad alta compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,76$

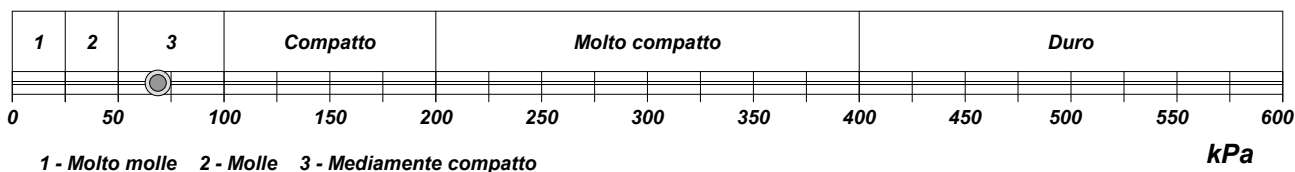


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,51



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 69 kPa

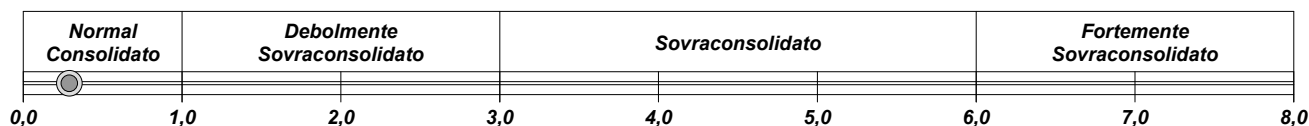


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 162,9kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 47,2kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,29



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05935 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 09/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,76

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,76

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05936 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 68,6 %

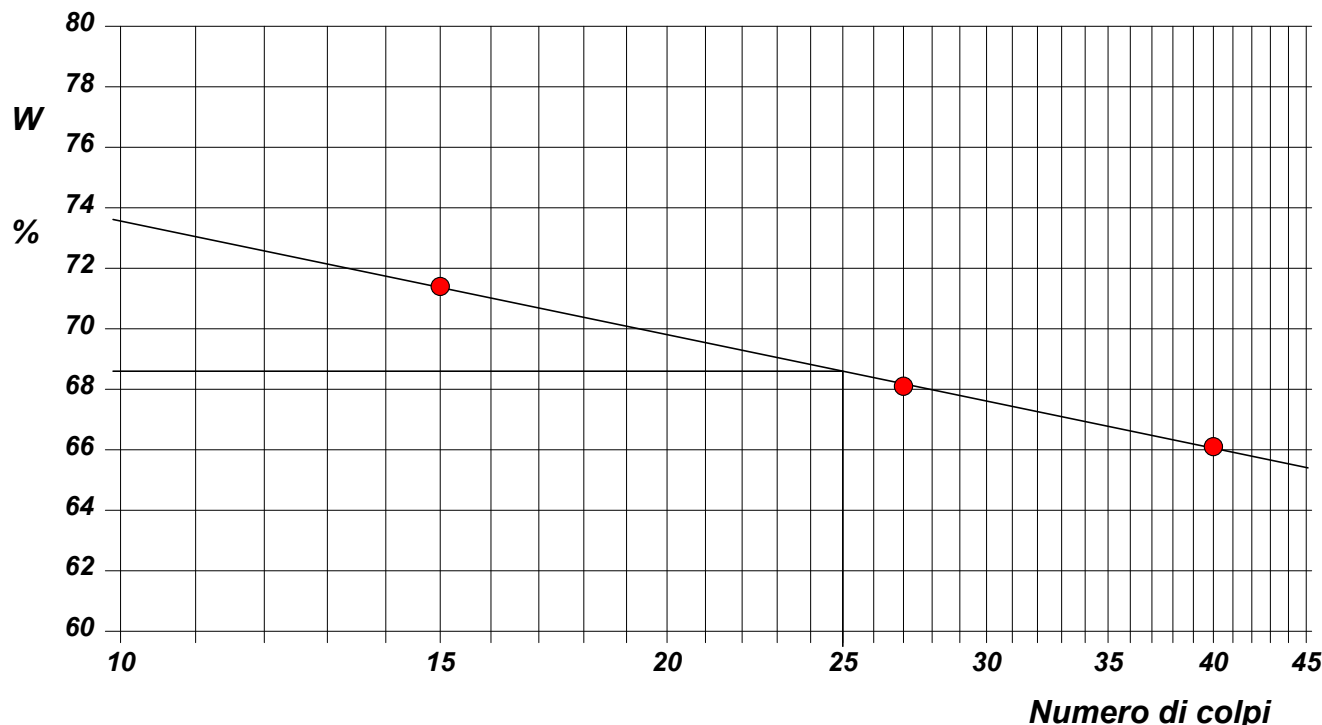
Limite di plasticità 31,0 %

Indice di plasticità 37,6 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	27	40			Umidità (%)	31,0	31,0
Umidità (%)	71,4	68,1	66,1			Umidità media	31,0	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05936 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

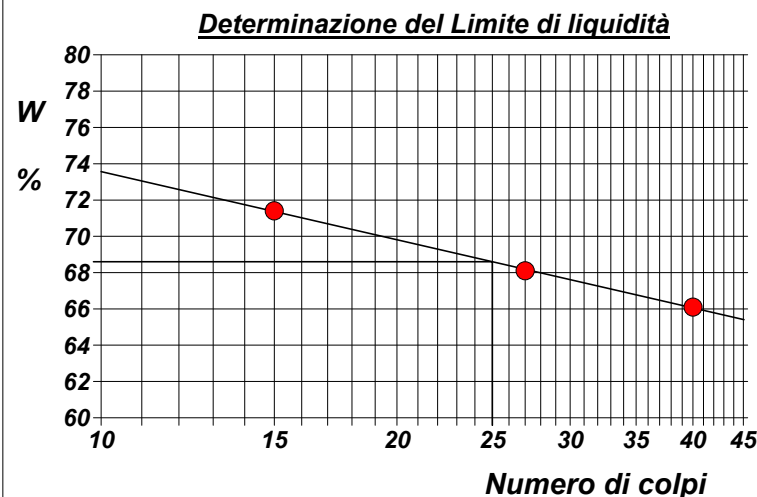
CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 68,6 %
Limite di plasticità 31,0 %
Indice di plasticità 37,6 %
Indice di consistenza 0,76
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

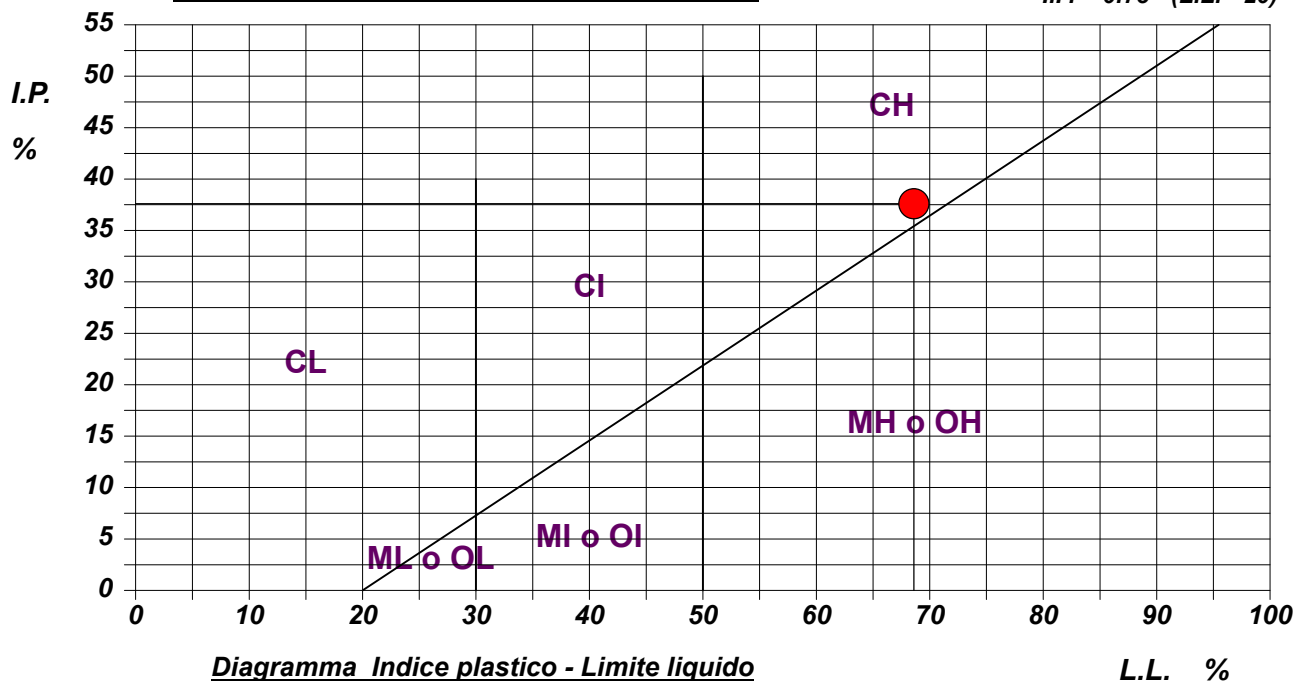
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05937 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

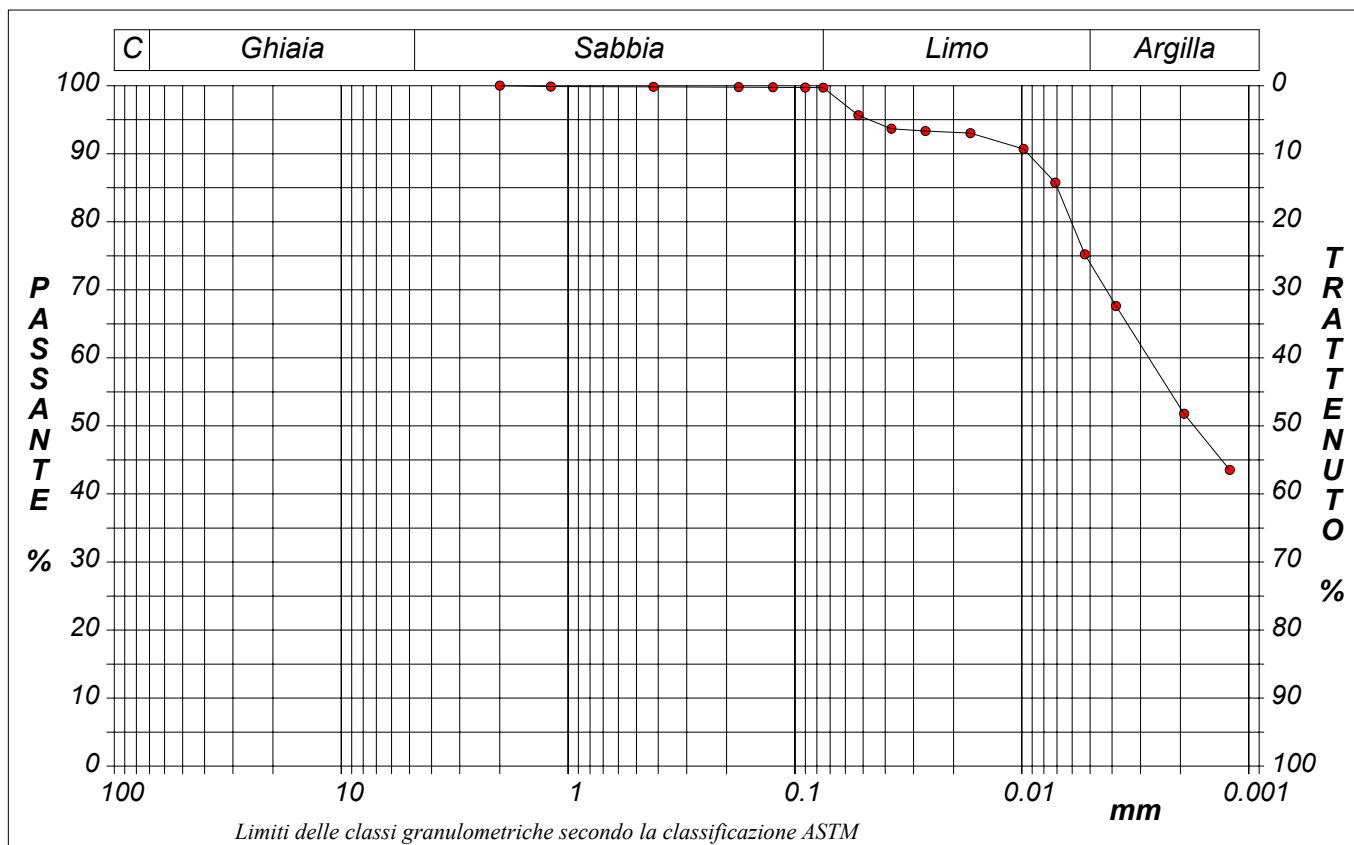
CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	0,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,8 %	D30	---	mm
Limo	25,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	99,7 %	D50	0,00174	mm
Argilla	73,9 %			D60	0,00276	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,00939 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0900	99,73	0,0168	93,02	0,0019	51,78		
1,1900	99,87	0,0750	99,71	0,0098	90,71	0,0012	43,54		
0,4200	99,83	0,0525	95,65	0,0071	85,76				
0,1770	99,79	0,0375	93,67	0,0053	75,20				
0,1250	99,77	0,0266	93,34	0,0038	67,62				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05937 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 16/10/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

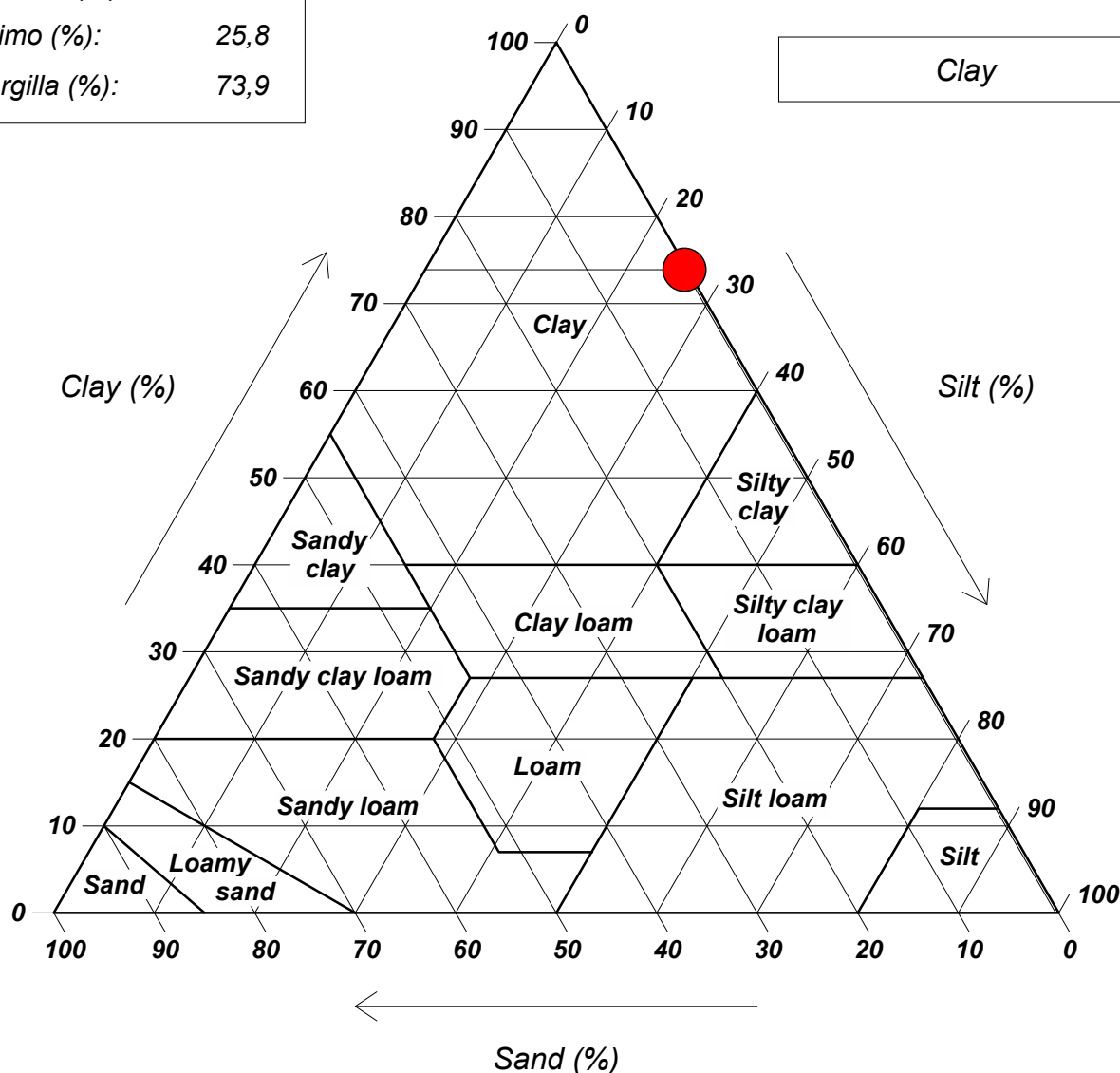
Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 0,3

Limo (%): 25,8

Argilla (%): 73,9

Diagramma U.S.D.A.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05938 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

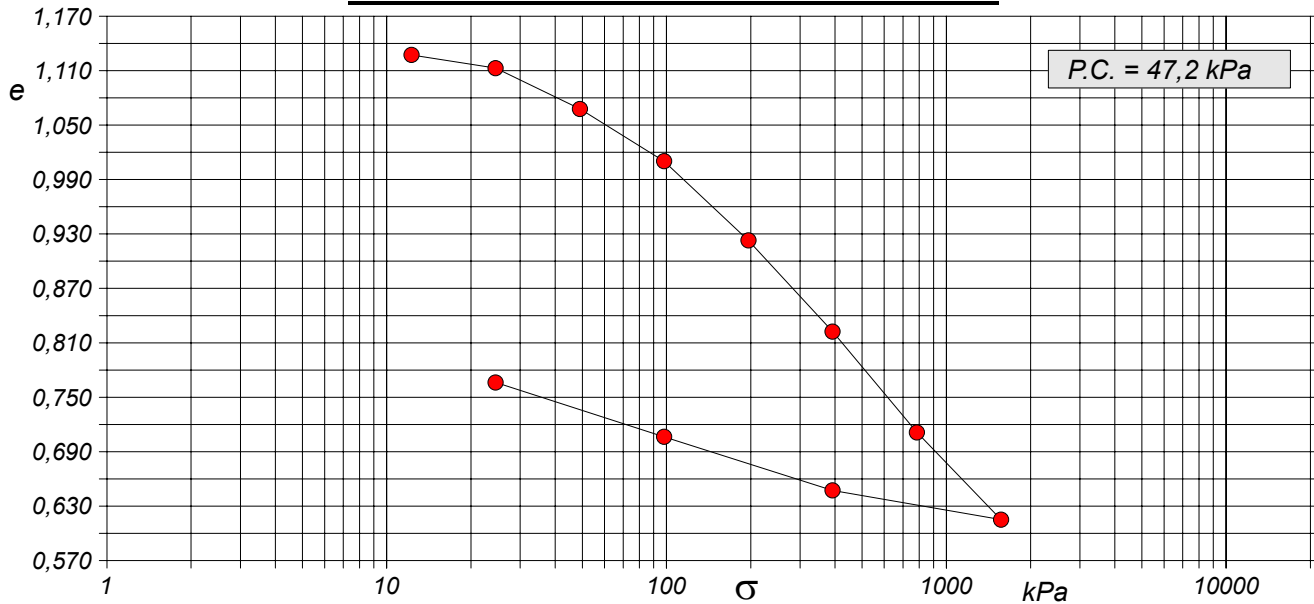
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

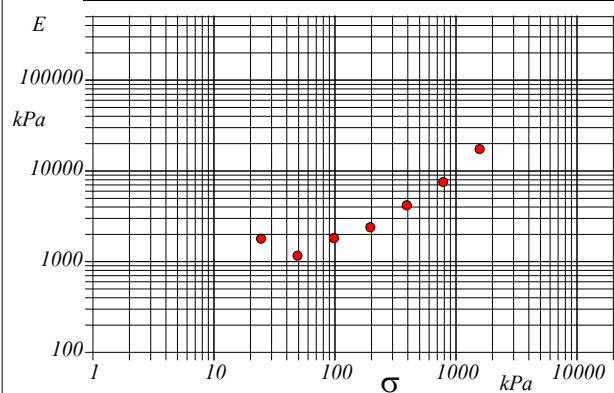
Peso di volume (kN/m ³)	17,74	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	1,14
Umidità (%)	39,9	Volume provino (cm ³)	40,00	Porosità (%)	53,18
Peso specifico	2,76	Volume dei vuoti (cm ³)	21,27	Saturazione (%)	97,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12,3	7,8	1,127				
24,5	21,5	1,113	0,049	1790		
49,0	63,6	1,068	0,149	1165		
98,1	117,6	1,010	0,191	1817	0,000648	3,49E-08
196,1	199,4	0,923	0,290	2399	0,000571	2,33E-08
392,3	293,4	0,822	0,333	4175	0,000419	9,84E-09
784,5	397,6	0,711	0,369	7533		
1569,0	487,7	0,615	0,319	17423		
392,3	457,5	0,647				
98,1	402,1	0,706				
24,5	346,1	0,766				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05938 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

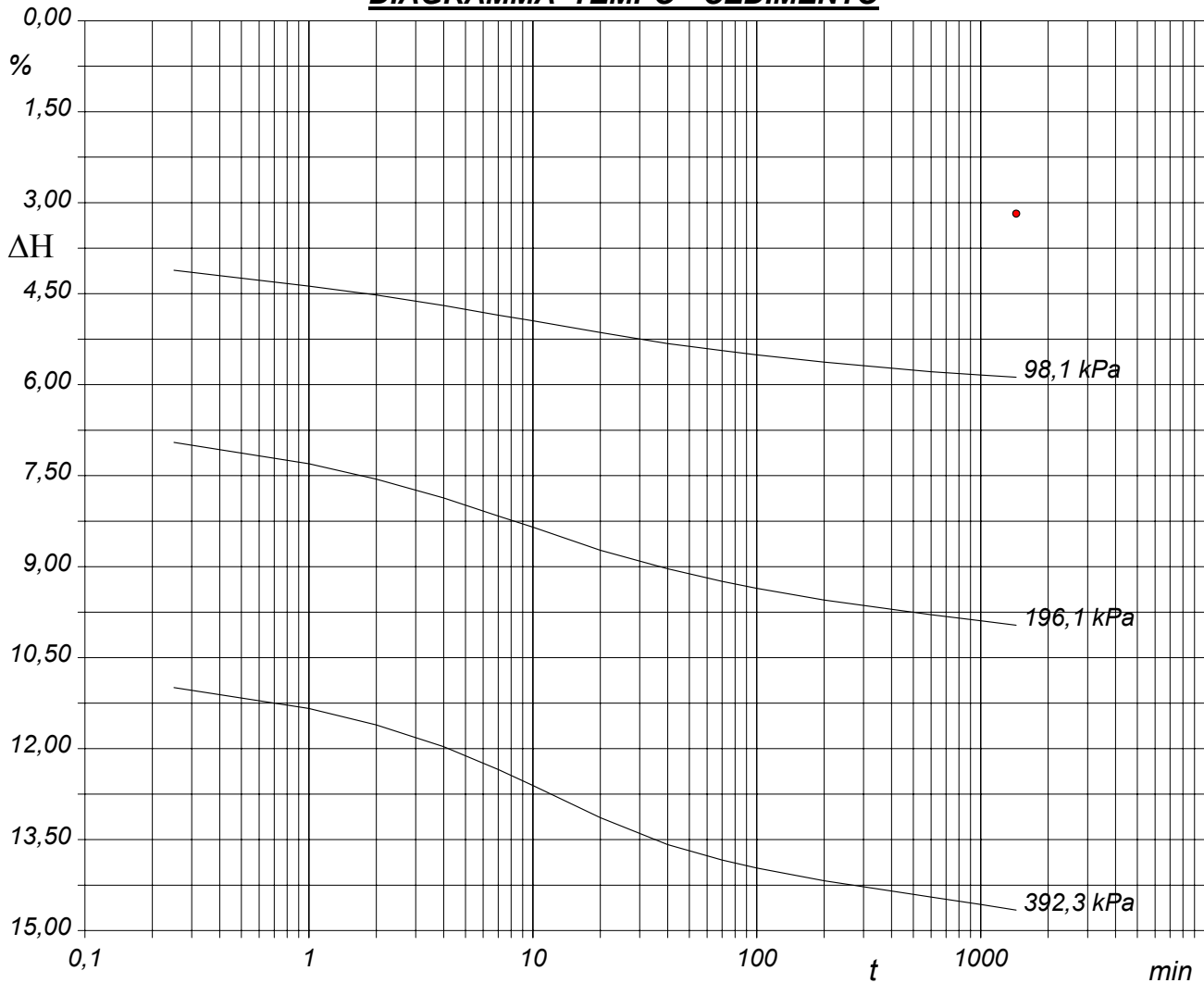
CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05938	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	SH3	PROFONDITA': m 9,50-9,95

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	63,6	0,00	117,6	0,00	199,4		
0,25	82,3	0,25	139,1	0,25	220,0		
1,00	87,6	1,00	146,2	1,00	226,9		
2,00	90,5	2,00	151,2	2,00	232,3		
4,00	93,9	4,00	157,5	4,00	239,5		
7,00	97,1	7,00	163,4	7,00	247,0		
10,00	99,0	10,00	167,1	10,00	252,3		
20,00	102,8	20,00	174,7	20,00	262,9		
40,00	106,5	40,00	180,8	40,00	271,8		
70,00	108,8	70,00	184,9	70,00	276,9		
100,00	110,3	100,00	187,2	100,00	279,5		
200,00	112,6	200,00	191,1	200,00	283,7		
600,00	115,8	600,00	195,9	600,00	289,1		
1000,00	116,9	1000,00	197,9	1000,00	291,5		
1440,00	117,6	1440,00	199,4	1440,00	293,4		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05939 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	40,1 41,6	39,9 40,0	39,7 37,2
Peso di volume (kN/m³):	16,7	16,7	16,7
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

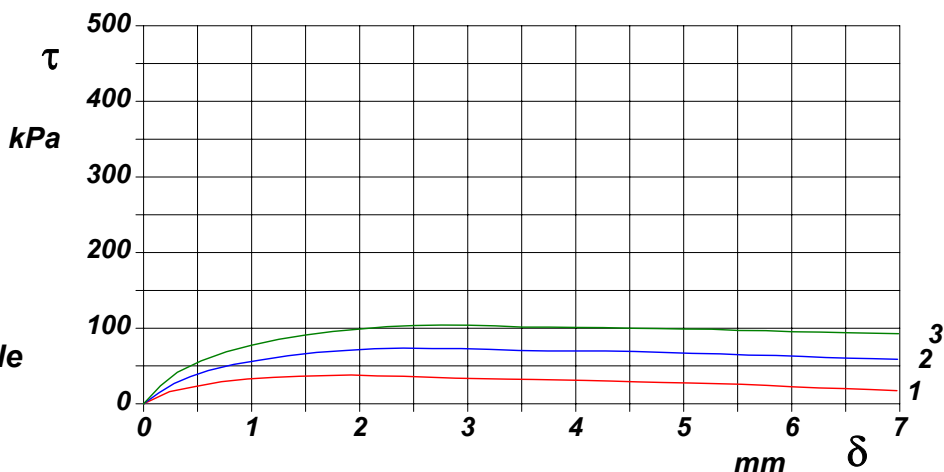
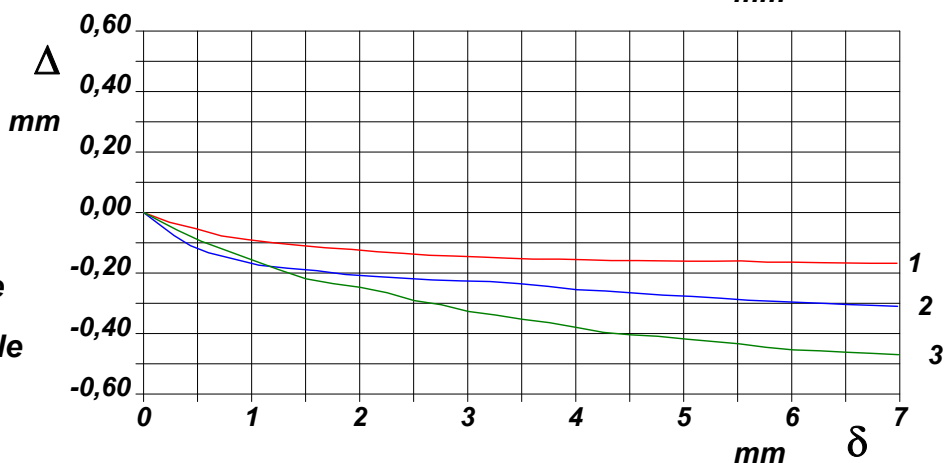


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring			
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: SH3	PROFONDITA': m	9,50-9,95

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05939 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,898
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,6
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,017

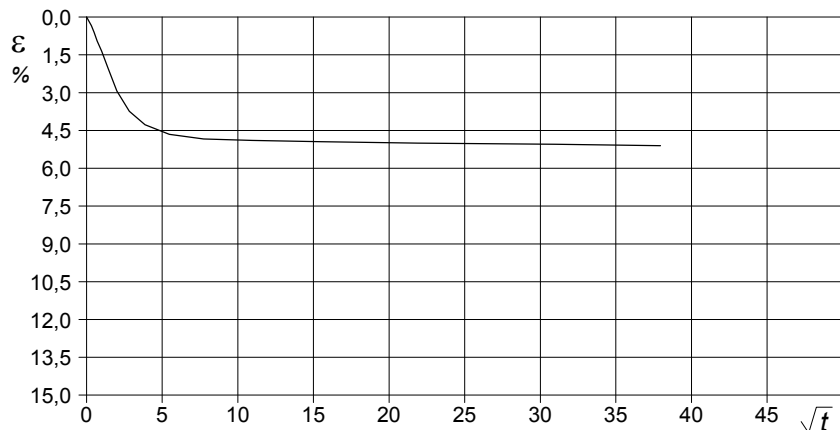


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,851
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	20,2
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,015

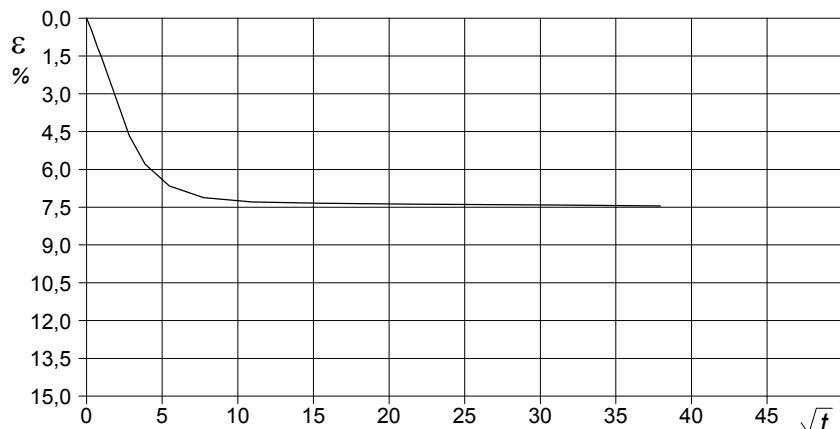
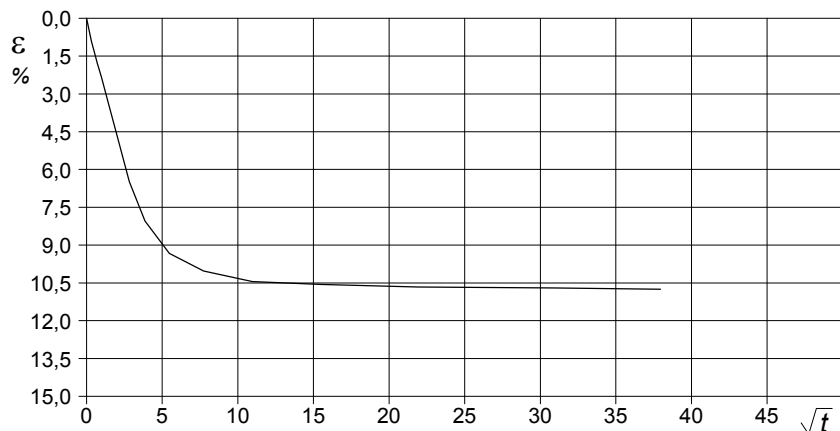


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,785
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	22,6
Df (mm)	3
Vs (mm/min)	0,013



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

1004-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05939	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring			
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: SH3	PROFONDITA': m	9,50-9,95

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05940 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	154,14	153,79	154,41	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	17,6	12,2	13,4
Volume (cm³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	133	135	144
Peso di volume (kN/m³)	17,4	17,4	17,4	Pressione interstiziale (kPa)	394	487	590
Umidità (%)	40,0	39,9	39,8	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	167	268	372
Peso specifico	2,76	2,76	2,76	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	67	68	72
Peso di volume secco (kN/m³)	12,6	12,6	12,6				
Grado di saturazione (%)	97,2	97,4	97,6				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05940 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

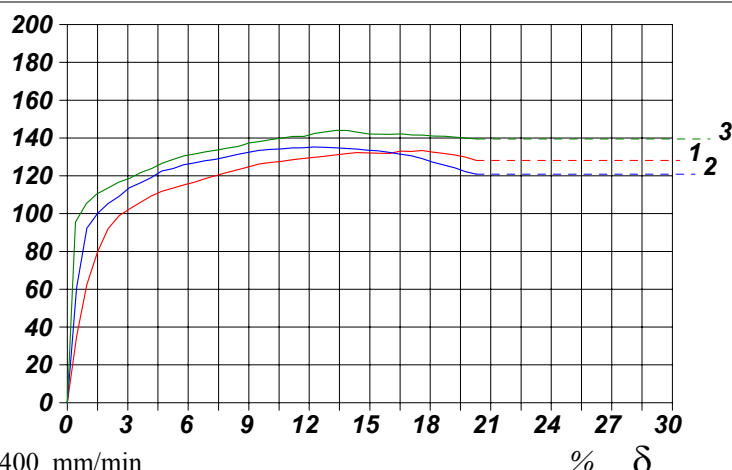
P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	17,4	2,76	40,0	97,2	400	300	100	17,6	133	167	67
2	7,62	3,81	17,4	2,76	39,9	97,4	500	300	200	12,2	135	268	68
3	7,62	3,81	17,4	2,76	39,8	97,6	600	300	300	13,4	144	372	72

H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale
σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

σ₁-σ₃
kPa

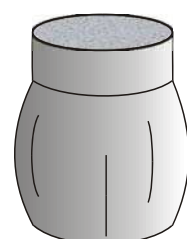
Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione



Velocità di deformazione: 0,400 mm/min

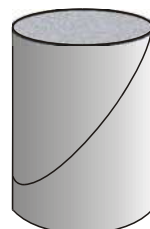
Tipo di rottura



Provino 1



Provino 2

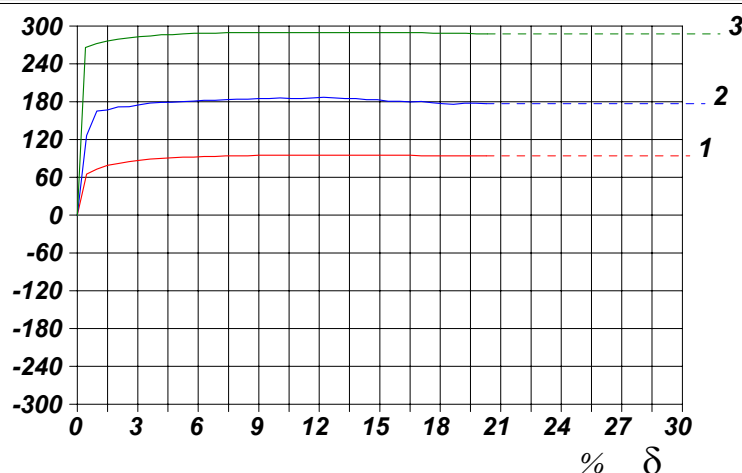


Provino 3

ΔV
%

Diagramma

Pressione interstiziale -
- Deformazione



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05940 Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 9,50-9,95

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,35	0,46	35,1	65,0	0,35	0,46	60,8	126,2	0,31	0,41	95,5	265,8
0,74	0,97	62,4	73,0	0,74	0,97	92,2	165,2	0,72	0,94	105,4	272,0
1,14	1,50	79,8	79,0	1,14	1,50	100,2	166,8	1,12	1,46	110,4	276,1
1,55	2,03	92,0	82,0	1,55	2,03	105,4	171,7	1,54	2,02	113,5	279,2
1,96	2,57	99,0	85,0	1,96	2,57	109,2	172,1	1,95	2,55	116,6	281,3
2,34	3,08	102,5	87,0	2,34	3,08	113,7	175,0	2,37	3,10	118,7	283,3
2,75	3,61	105,9	89,0	2,75	3,61	116,1	178,0	2,77	3,64	121,7	284,4
3,16	4,15	109,2	90,0	3,16	4,15	119,0	179,0	3,18	4,18	123,8	286,4
3,57	4,68	111,8	91,0	3,57	4,68	122,5	179,1	3,59	4,71	126,7	286,4
3,99	5,24	113,5	92,0	3,99	5,24	123,8	180,1	4,00	5,25	128,7	287,5
4,40	5,77	115,2	92,0	4,40	5,77	125,8	181,0	4,42	5,79	130,6	288,5
4,79	6,28	116,5	93,0	4,79	6,28	126,9	182,0	4,83	6,34	131,7	288,5
5,20	6,83	118,5	93,0	5,20	6,83	128,0	182,0	5,24	6,87	132,7	288,5
5,61	7,36	120,1	94,0	5,61	7,36	128,8	183,1	5,66	7,42	133,7	289,5
6,02	7,90	121,7	94,0	6,02	7,90	130,0	184,0	6,06	7,95	134,6	289,5
6,45	8,46	123,2	94,0	6,45	8,46	131,3	184,0	6,47	8,49	135,6	289,5
6,86	9,00	124,7	95,0	6,86	9,00	132,5	185,0	6,87	9,01	137,4	289,5
7,25	9,52	126,3	95,0	7,25	9,52	133,4	185,0	7,29	9,57	138,3	289,5
7,66	10,06	127,0	95,0	7,66	10,06	134,0	185,9	7,69	10,09	139,2	289,5
8,09	10,61	127,7	95,0	8,09	10,61	134,3	185,0	8,12	10,65	140,0	289,5
8,49	11,14	128,4	95,0	8,49	11,14	134,7	185,0	8,54	11,20	140,9	289,5
8,91	11,69	129,2	95,0	8,91	11,69	134,9	185,9	8,95	11,74	140,8	289,5
9,31	12,22	129,8	95,0	9,31	12,22	135,3	186,9	9,35	12,27	142,5	289,5
9,73	12,76	130,4	95,0	9,73	12,76	135,1	186,0	9,77	12,82	143,3	289,5
10,12	13,28	131,1	95,0	10,12	13,28	134,9	185,1	10,18	13,35	144,0	289,5
10,53	13,82	131,7	95,0	10,53	13,82	134,5	185,1	10,58	13,89	143,9	289,5
10,94	14,35	132,3	95,0	10,94	14,35	134,2	183,2	10,98	14,41	143,1	289,5
11,34	14,89	132,1	95,0	11,34	14,89	133,6	183,2	11,40	14,96	142,2	289,5
11,75	15,42	132,0	95,0	11,75	15,42	133,3	180,5	11,81	15,50	142,1	289,5
12,18	15,99	131,8	95,0	12,18	15,99	132,4	180,5	12,22	16,04	141,9	289,5
12,59	16,52	133,0	95,0	12,59	16,52	131,4	179,6	12,62	16,57	142,2	289,5
13,00	17,06	132,9	94,0	13,00	17,06	130,6	180,4	13,03	17,09	141,6	289,5
13,40	17,58	133,4	94,0	13,40	17,58	129,1	178,6	13,45	17,65	141,5	288,5
13,81	18,13	132,5	94,0	13,81	18,13	127,2	176,7	13,86	18,19	141,0	288,5
14,22	18,66	131,9	94,0	14,22	18,66	125,8	175,8	14,27	18,73	140,9	288,5
14,64	19,21	131,0	94,0	14,64	19,21	124,3	177,6	14,69	19,27	140,4	288,5
15,05	19,75	129,9	94,0	15,05	19,75	122,2	177,6	15,08	19,80	140,0	287,5
15,46	20,28	128,1	94,0	15,46	20,28	120,8	176,7	15,50	20,34	139,6	287,5

1004-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,77

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 77,2 %
Limite di plasticità 36,2 %
Indice di plasticità 41,0 %
Indice di consistenza 0,85
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 0,4 %
Limo 18,7 %
Argilla 80,9 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A7-5 I.G. = 20

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 7,6 kPa
Angolo di attrito interno: 16,6 °

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 86,1 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12,3 ÷ 24,5	2190	---	---
24,5 ÷ 49,0	1491	---	---
49,0 ÷ 98,1	1376	0,000414	2,95E-08
98,1 ÷ 196,1	2314	0,000343	1,45E-08
196,1 ÷ 392,3	3968	0,000288	7,12E-09
392,3 ÷ 784,5	7322	---	---
784,5 ÷ 1569,0	14549	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

CF GR ED TD TX

cm

Rp
kPa

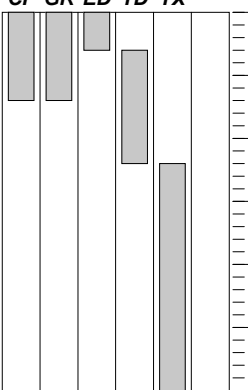
VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Argilla limosa, di colore grigio, consistente. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q5



120

120

130

30

1005-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

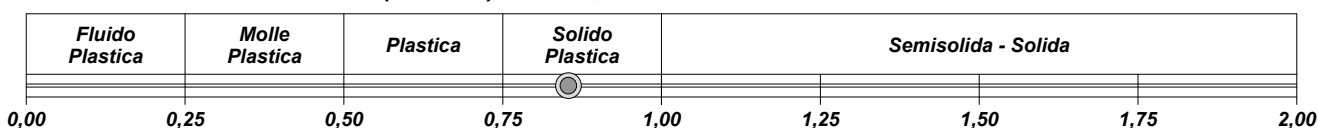
Argilla limosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

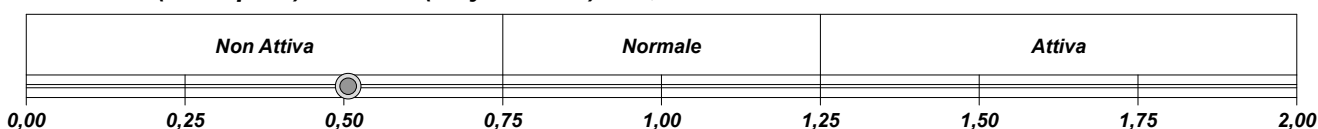
Abaco di plasticità di Casagrande

MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,85$

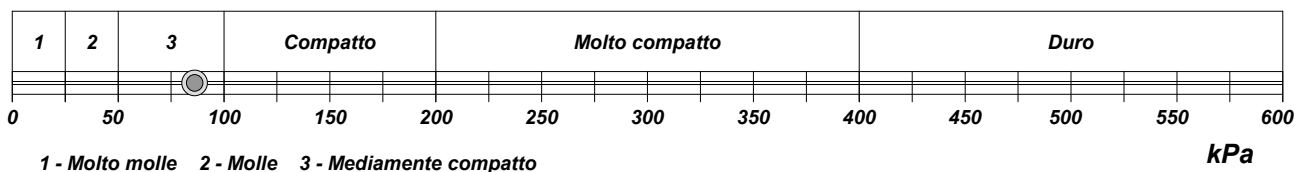


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,51



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 86 kPa

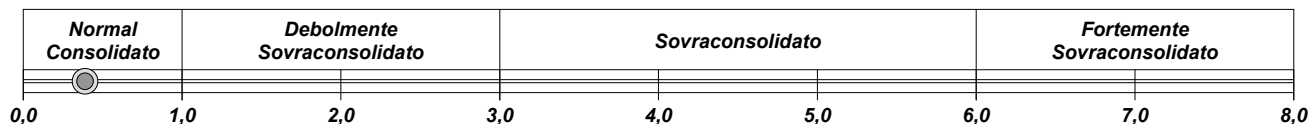


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 217,3kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 84,5kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,39



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05941 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,77

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,77

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05942 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 77,2 %

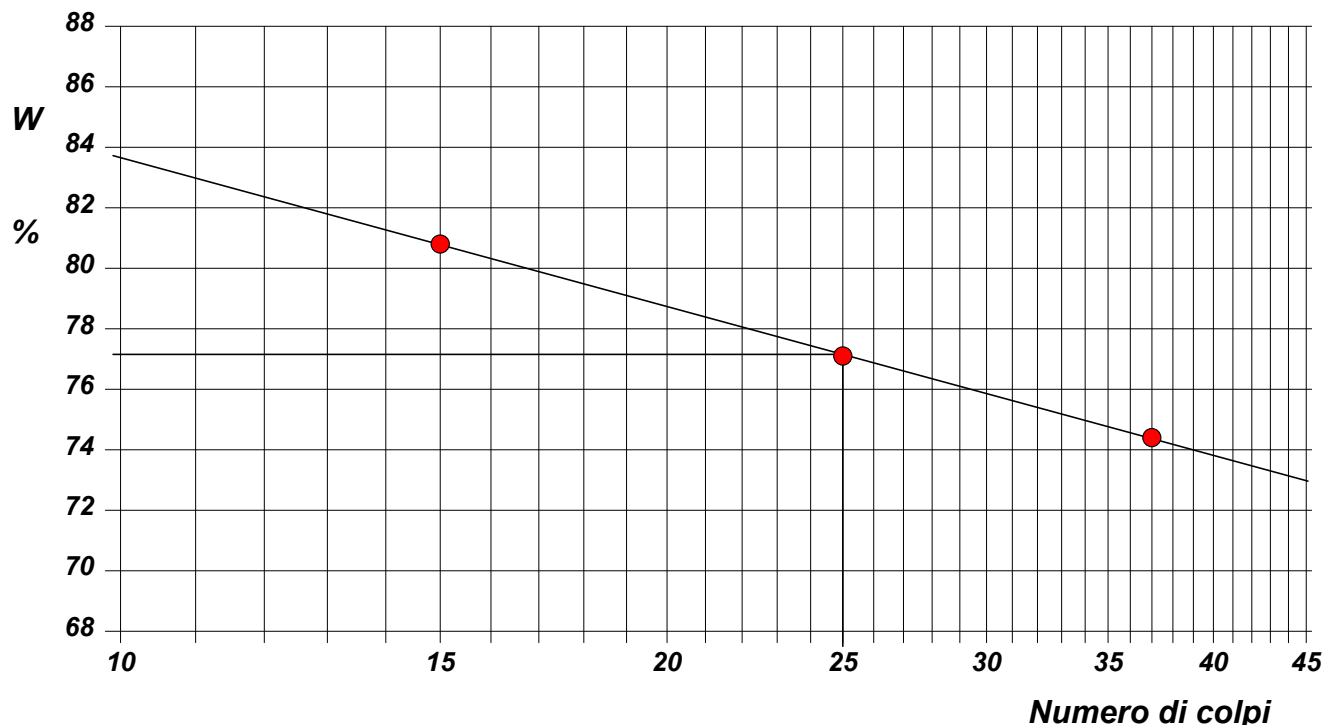
Limite di plasticità 36,2 %

Indice di plasticità 41,0 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	25	37			Umidità (%)	36,2	36,2
Umidità (%)	80,8	77,1	74,4			Umidità media	36,2	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05942 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

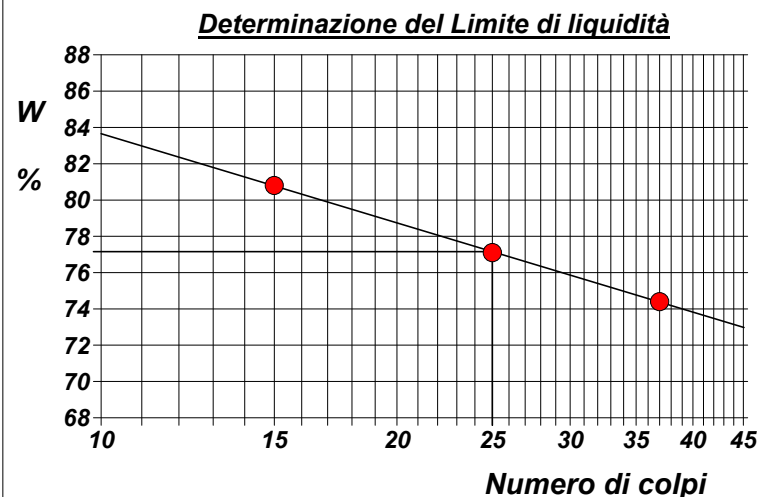
CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 77,2 %
Limite di plasticità 36,2 %
Indice di plasticità 41,0 %
Indice di consistenza 0,85
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

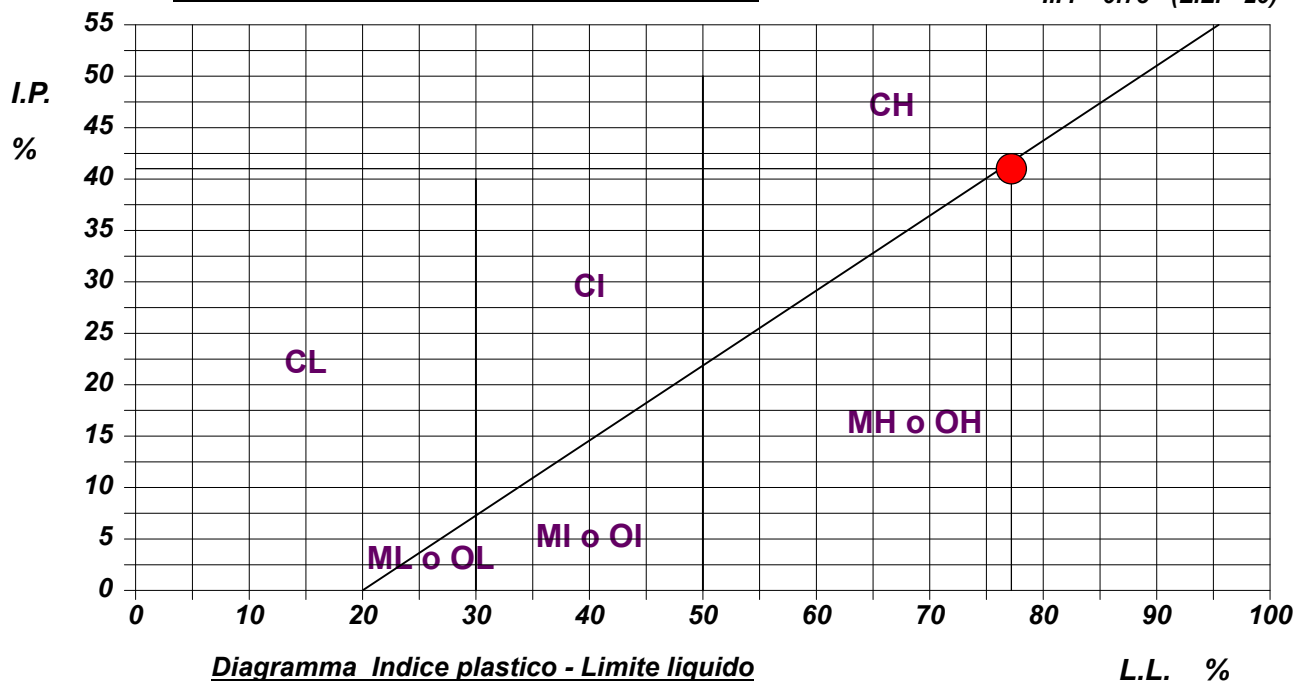
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05943 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

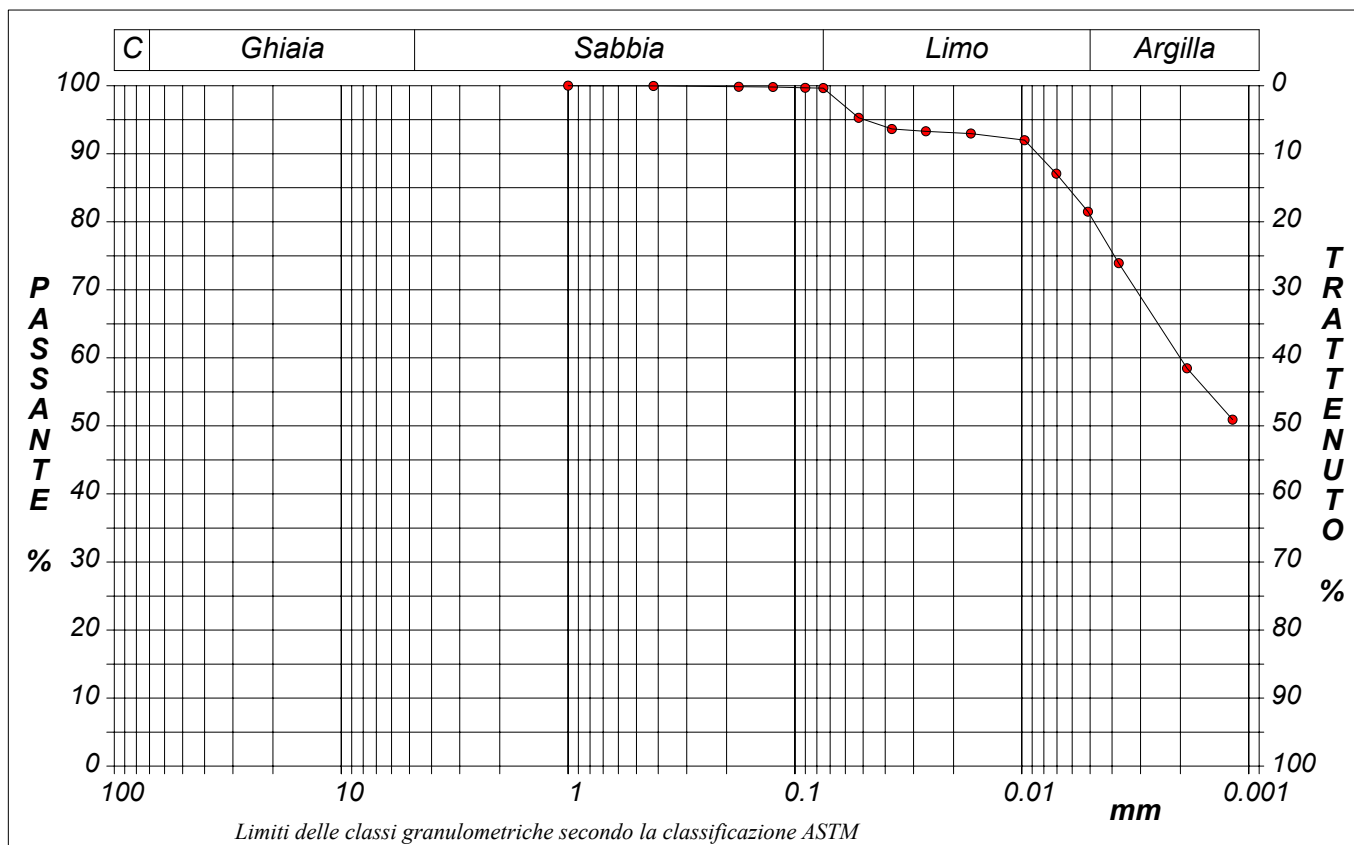
CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	0,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D30	---	mm
Limo	18,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	99,6 %	D50	---	mm
Argilla	80,9 %			D60	0,00200	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,00854 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1,0000	100,00	0,0750	99,64	0,0097	91,99	0,0012	50,92		
0,4200	99,96	0,0524	95,27	0,0070	87,06				
0,1770	99,85	0,0374	93,63	0,0051	81,48				
0,1250	99,81	0,0265	93,30	0,0037	73,92				
0,0900	99,69	0,0168	92,97	0,0019	58,48				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05943 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

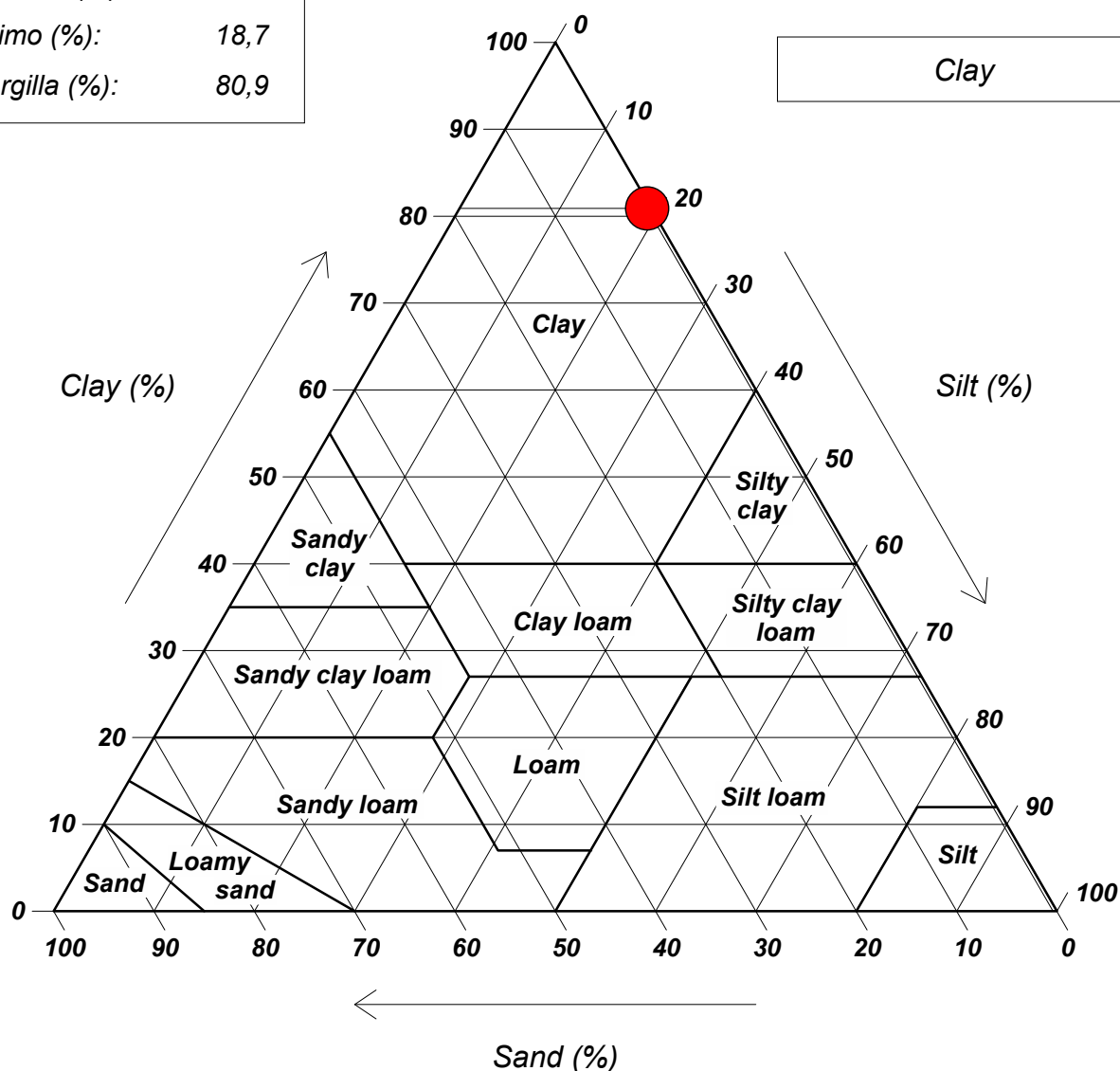
Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 0,4

Limo (%): 18,7

Argilla (%): 80,9

Diagramma U.S.D.A.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05944 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

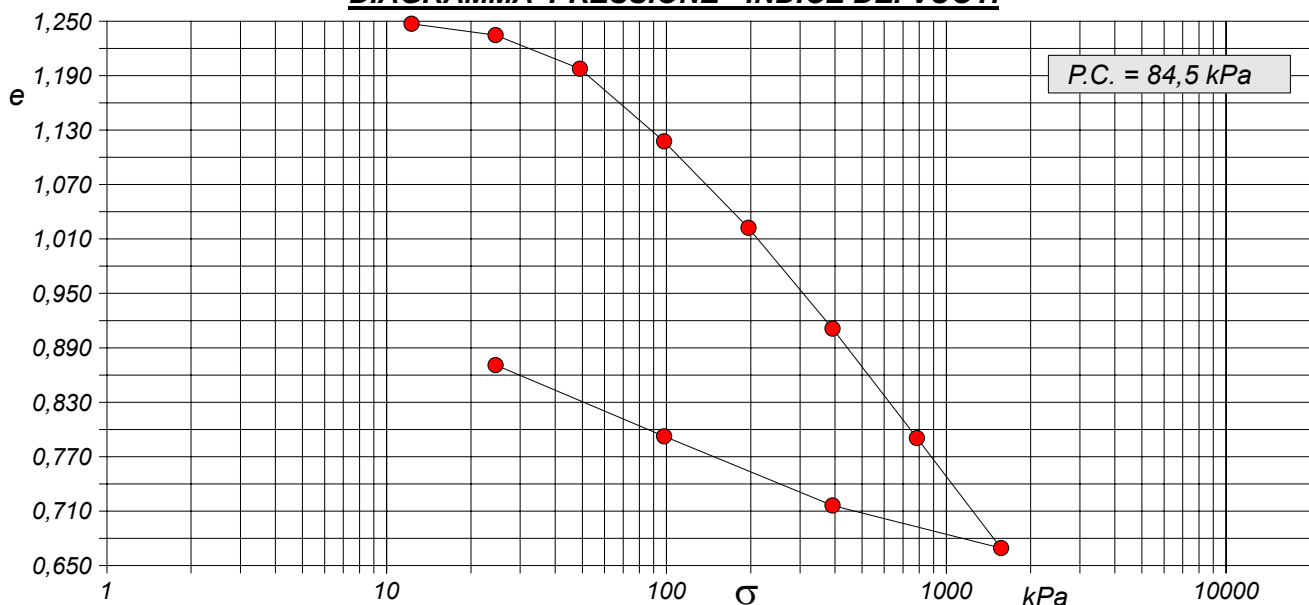
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

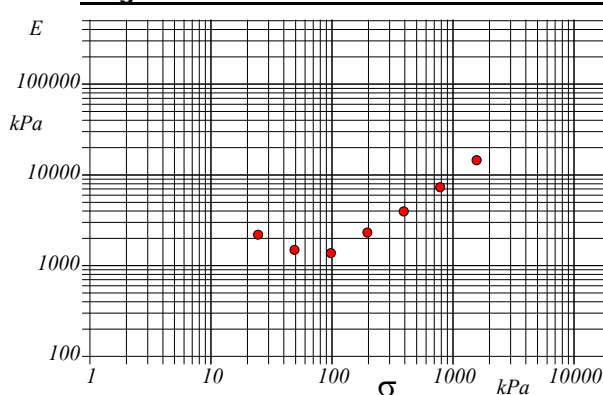
Peso di volume (kN/m ³)	17,18	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	1,25
Umidità (%)	42,2	Volume provino (cm ³)	39,94	Porosità (%)	55,52
Peso specifico	2,77	Volume dei vuoti (cm ³)	22,17	Saturazione (%)	93,6

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12,3	1,1	1,247				
24,5	12,3	1,235	0,042	2190		
49,0	45,2	1,198	0,123	1491		
98,1	116,5	1,117	0,266	1376	0,000414	2,95E-08
196,1	201,3	1,022	0,317	2314	0,000343	1,45E-08
392,3	300,2	0,911	0,369	3968	0,000288	7,12E-09
784,5	407,4	0,791	0,400	7322		
1569,0	515,3	0,669	0,403	14549		
392,3	473,6	0,716				
98,1	405,8	0,792				
24,5	335,9	0,871				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05944 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

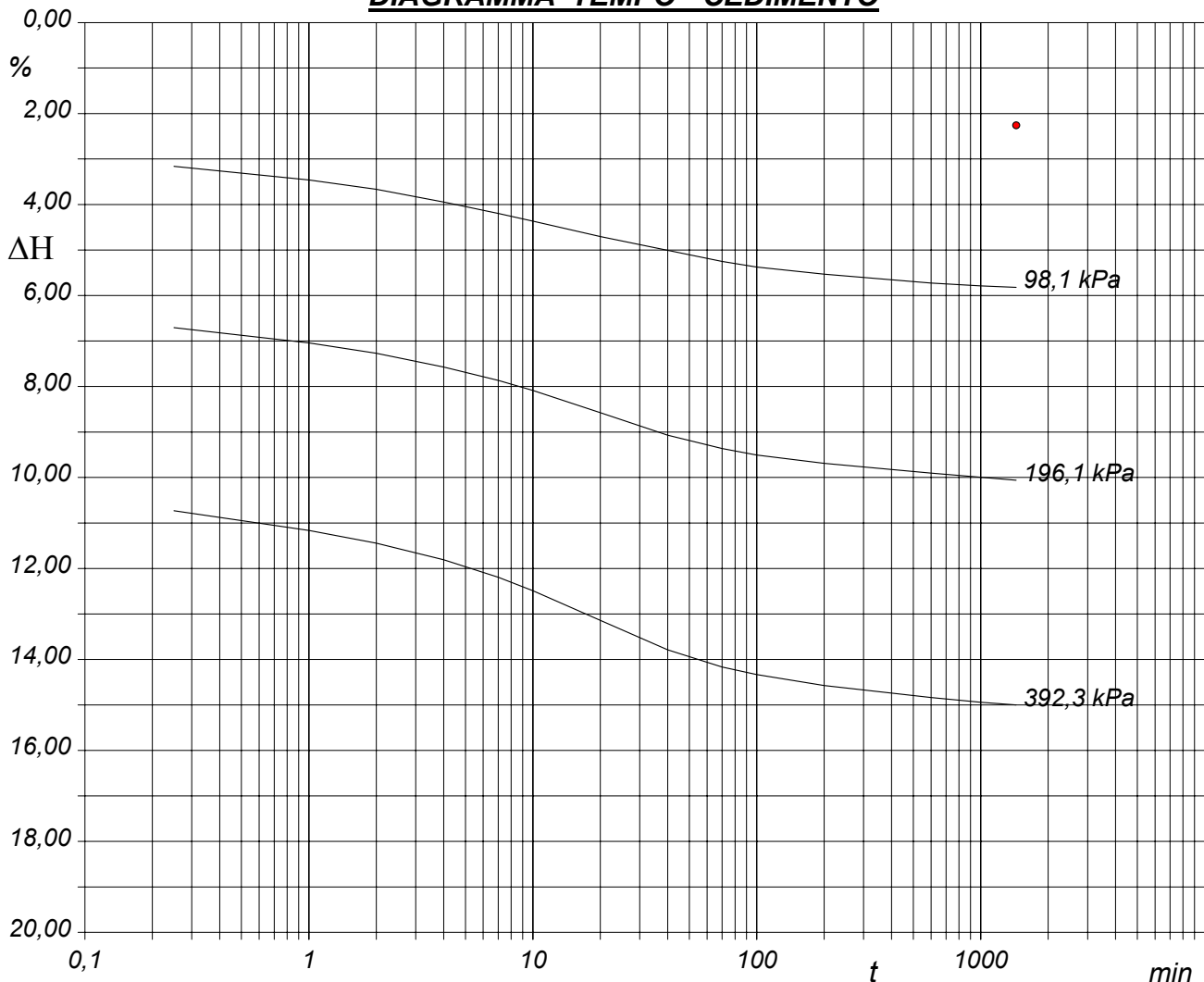
CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05944	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	SH4	PROFONDITA': m 12,60-12,90

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	45,2	0,00	116,5	0,00	201,3		
0,25	63,2	0,25	134,2	0,25	214,7		
1,00	69,2	1,00	140,9	1,00	223,4		
2,00	73,3	2,00	145,5	2,00	229,0		
4,00	78,9	4,00	151,5	4,00	236,3		
7,00	83,9	7,00	157,4	7,00	244,0		
10,00	87,3	10,00	161,8	10,00	249,9		
20,00	94,1	20,00	171,6	20,00	263,0		
40,00	100,2	40,00	181,5	40,00	275,9		
70,00	105,1	70,00	187,4	70,00	283,5		
100,00	107,5	100,00	190,2	100,00	286,8		
200,00	110,7	200,00	193,9	200,00	291,6		
600,00	114,6	600,00	198,2	600,00	296,9		
1000,00	115,8	1000,00	200,0	1000,00	299,0		
1440,00	116,5	1440,00	201,3	1440,00	300,2		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05945 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	42,1 42,2	42,2 40,0	42,4 37,8
Peso di volume (kN/m³):	17,2	17,2	17,2
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

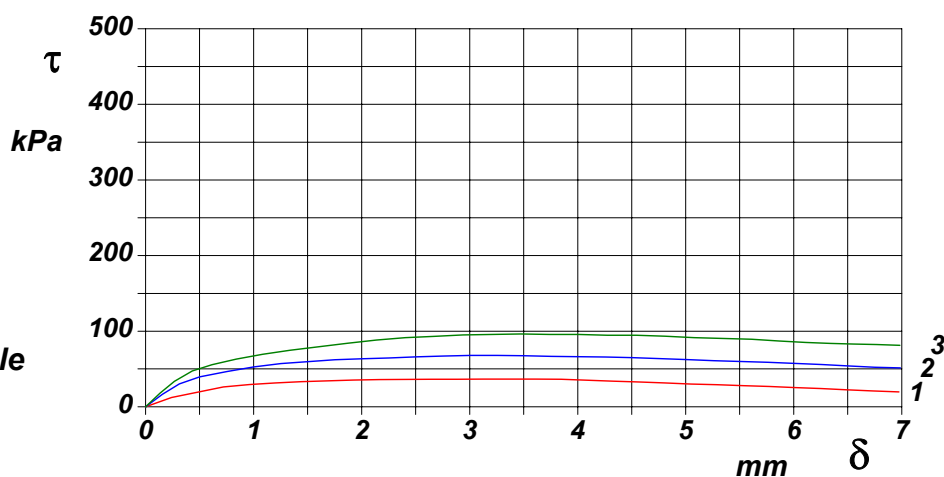
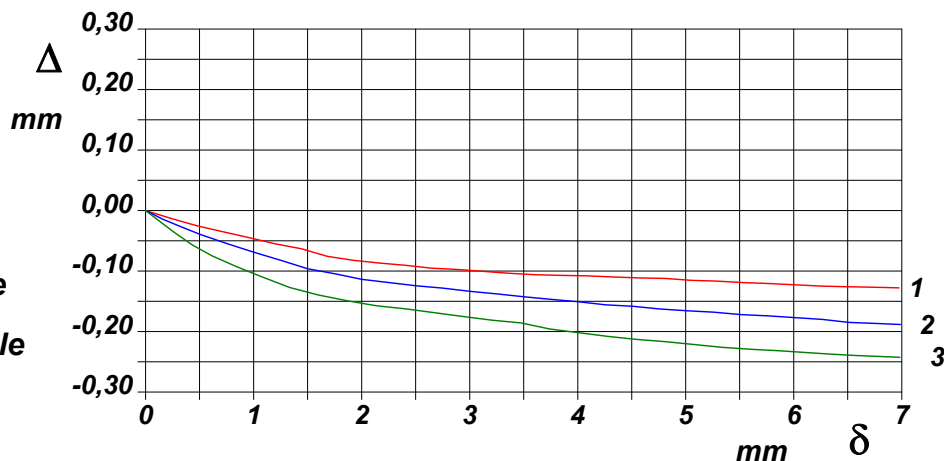


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring			
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: SH4	PROFONDITA': m	12,60-12,90

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

1005-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05945 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,929
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	25,2
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,016

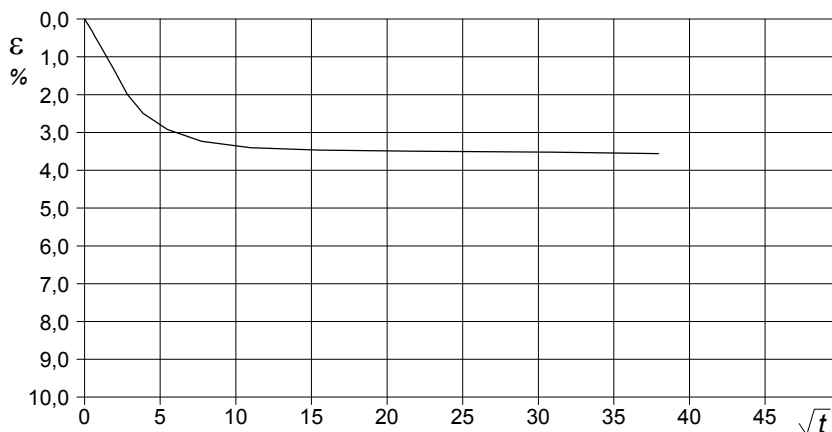


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,873
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	31,0
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,013

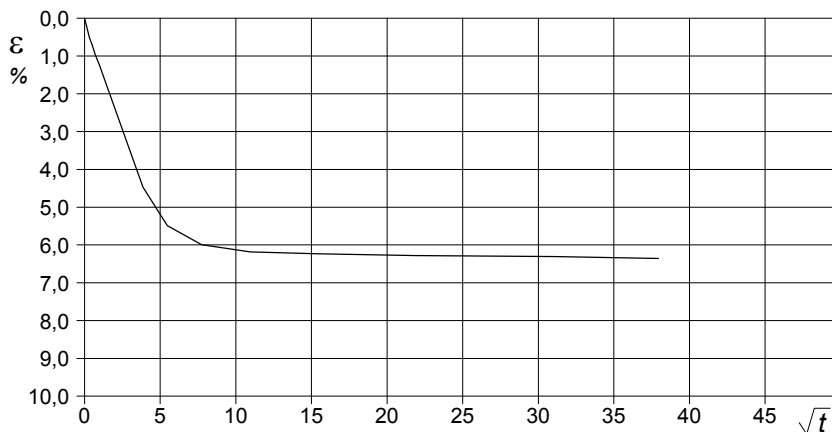
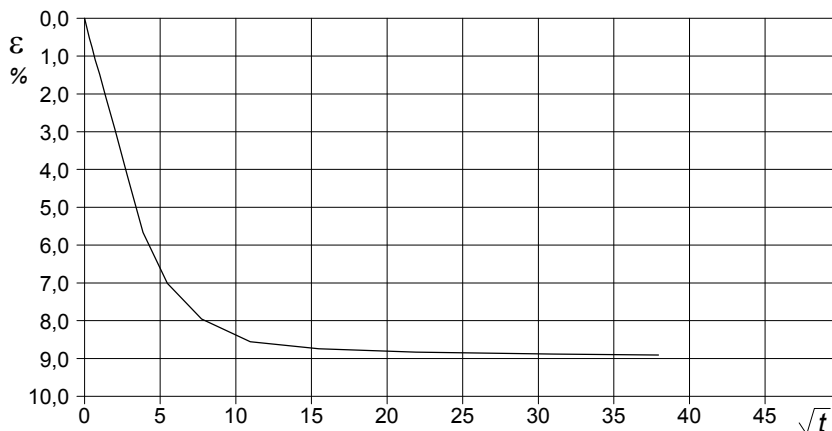


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,822
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	37,4
Df (mm)	4
Vs (mm/min)	0,011



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

1005-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05945	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	SH4	PROFONDITA': m 12,60-12,90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05946 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 12,60-12,90

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	152,11	151,49	152,33	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	12,3	19,3	11,8
Volume (cm³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	163	172	182
Peso di volume (kN/m³)	17,2	17,1	17,2	Pressione interstiziale (kPa)	375	461	559
Umidità (%)	42,2	42,3	42,1	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	181	286	391
Peso specifico	2,77	2,77	2,77	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	81	86	91
Peso di volume secco (kN/m³)	12,1	12,0	12,1				
Grado di saturazione (%)	93,6	93,0	93,7				

Provini 1 e 2 realizzati con doppio fustellatore

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05946 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH4

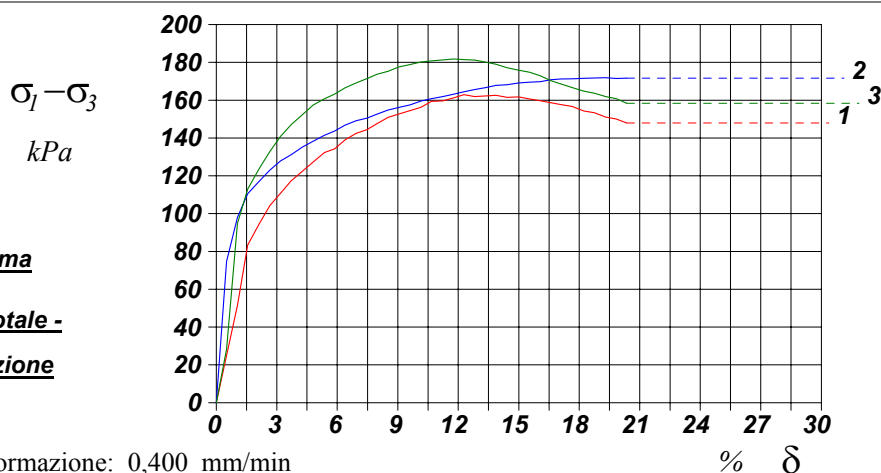
PROFONDITA': m 12,60-12,90

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

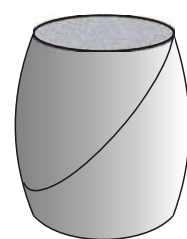
Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o	φ	γ	γ _s	w	S _o	σ ₃	u _o	σ' ₃	δ _f	σ ₁ -σ ₃	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$
	cm	cm	kN/m ³		%	%	kPa	kPa	kPa	%	kPa	kPa	kPa
1	7,62	3,81	17,2	2,77	42,2	93,6	400	300	100	12,3	163	181	81
2	7,62	3,81	17,1	2,77	42,3	93,0	500	300	200	19,3	172	286	86
3	7,62	3,81	17,2	2,77	42,1	93,7	600	300	300	11,8	182	391	91

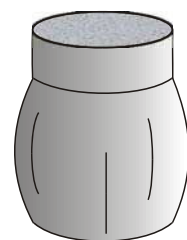
H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale
σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



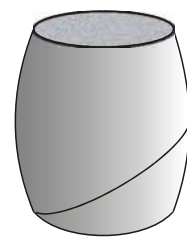
Tipo di rottura



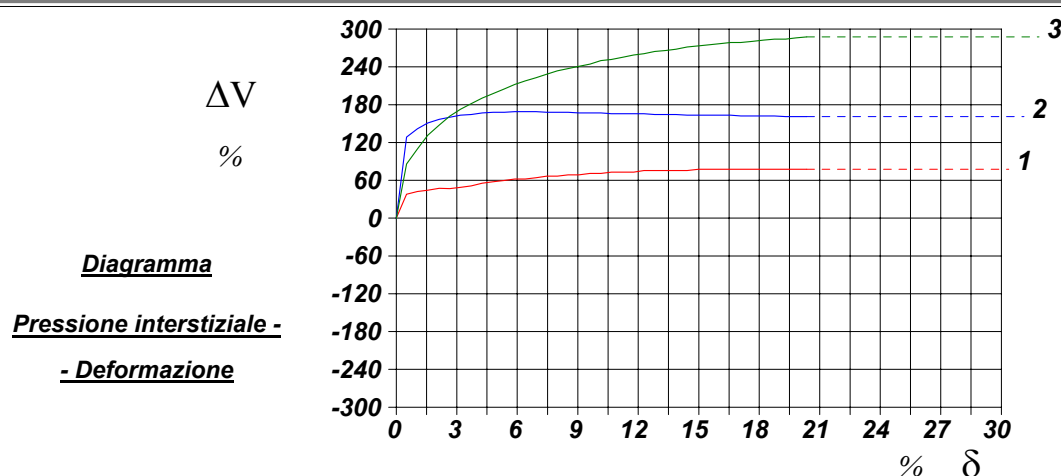
Provino 1



Provino 2



Provino 3



Provini 1 e 2 realizzati con doppio fustellatore

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05946 Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: SH4 PROFONDITA': m 12,60-12,90

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,39	0,51	24,9	38,0	0,39	0,51	74,8	128,5	0,39	0,51	28,3	86,0
0,80	1,05	51,4	42,1	0,80	1,05	98,1	142,0	0,80	1,05	94,8	109,7
1,19	1,56	83,4	44,2	1,19	1,56	110,6	151,0	1,19	1,56	113,0	131,3
1,62	2,13	94,6	47,2	1,62	2,13	117,2	156,6	1,62	2,13	123,8	147,5
2,02	2,65	104,2	46,8	2,02	2,65	123,0	160,0	2,02	2,65	132,8	161,9
2,43	3,19	110,8	48,8	2,43	3,19	127,9	163,4	2,43	3,19	140,9	172,7
2,83	3,71	117,3	51,0	2,83	3,71	131,2	164,5	2,83	3,71	147,1	181,7
3,25	4,27	122,4	55,4	3,25	4,27	135,2	166,8	3,25	4,27	152,3	190,7
3,66	4,80	127,3	57,6	3,66	4,80	138,4	167,9	3,66	4,80	157,4	197,9
4,08	5,35	132,2	59,9	4,08	5,35	141,5	167,9	4,08	5,35	160,8	205,1
4,48	5,88	134,3	62,1	4,48	5,88	143,8	169,0	4,48	5,88	163,3	212,2
4,87	6,39	139,1	62,1	4,87	6,39	146,9	169,0	4,87	6,39	166,7	217,6
5,28	6,93	142,5	64,3	5,28	6,93	149,1	169,0	5,28	6,93	169,1	223,0
5,69	7,47	144,4	66,5	5,69	7,47	150,5	167,9	5,69	7,47	171,4	228,4
6,09	7,99	147,7	66,5	6,09	7,99	152,7	167,9	6,09	7,99	173,8	233,8
6,49	8,52	150,9	68,7	6,49	8,52	154,9	167,9	6,49	8,52	175,3	237,4
6,90	9,06	152,7	68,7	6,90	9,06	156,2	166,8	6,90	9,06	177,5	241,0
7,32	9,61	154,5	70,9	7,32	9,61	157,5	166,8	7,32	9,61	178,9	244,6
7,73	10,14	156,3	70,9	7,73	10,14	159,5	166,8	7,73	10,14	180,3	250,0
8,13	10,67	159,3	73,2	8,13	10,67	160,8	165,6	8,13	10,67	180,8	251,8
8,56	11,23	159,6	73,2	8,56	11,23	162,0	165,6	8,56	11,23	181,3	255,4
8,97	11,77	161,3	73,2	8,97	11,77	163,2	165,6	8,97	11,77	181,8	259,0
9,36	12,28	163,0	75,4	9,36	12,28	164,4	165,6	9,36	12,28	181,5	260,8
9,76	12,81	162,0	75,4	9,76	12,81	165,6	164,5	9,76	12,81	181,2	264,4
10,18	13,36	162,2	75,4	10,18	13,36	166,7	164,5	10,18	13,36	180,1	266,2
10,57	13,87	162,6	75,4	10,57	13,87	167,9	164,5	10,57	13,87	179,0	268,0
10,99	14,42	161,5	75,4	10,99	14,42	168,2	163,4	10,99	14,42	177,1	271,6
11,42	14,99	161,7	77,6	11,42	14,99	169,2	163,4	11,42	14,99	175,9	273,4
11,84	15,54	160,7	77,6	11,84	15,54	169,5	163,4	11,84	15,54	174,8	275,2
12,24	16,06	159,7	77,6	12,24	16,06	169,8	163,4	12,24	16,06	172,9	277,0
12,63	16,57	158,7	77,6	12,63	16,57	170,9	163,4	12,63	16,57	170,4	278,8
13,02	17,09	157,7	77,6	13,02	17,09	171,2	162,3	13,02	17,09	168,6	278,8
13,45	17,65	156,7	77,6	13,45	17,65	171,4	162,3	13,45	17,65	166,7	280,6
13,88	18,22	154,4	77,6	13,88	18,22	171,5	162,3	13,88	18,22	164,8	282,4
14,29	18,75	153,4	77,6	14,29	18,75	171,8	162,3	14,29	18,75	163,7	284,2
14,71	19,30	151,1	77,6	14,71	19,30	171,9	161,1	14,71	19,30	161,9	284,2
15,11	19,83	150,1	77,6	15,11	19,83	171,5	161,1	15,11	19,83	160,8	286,0
15,51	20,35	148,0	77,6	15,51	20,35	171,7	161,1	15,51	20,35	158,3	287,8

1005-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,76

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 66,5 %
Limite di plasticità 34,4 %
Indice di plasticità 32,1 %
Indice di consistenza 0,74
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 0,4 %
Limo 26,7 %
Argilla 72,9 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A7-5 I.G. = 20

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 11,9 kPa
Angolo di attrito interno: 16,7 °

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 49,5 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
12,3 ÷ 24,5	1394	---	---
24,5 ÷ 49,0	1182	---	---
49,0 ÷ 98,1	1408	0,000511	3,56E-08
98,1 ÷ 196,1	2192	0,000427	1,91E-08
196,1 ÷ 392,3	3972	0,000385	9,51E-09
392,3 ÷ 784,5	7888	---	---
784,5 ÷ 1569,0	16035	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

CF GR ED TD TX

cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Argilla con limo, di colore grigio, poco consistente. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Da 35 cm a 40 cm presenza di un livello nerastro carbonioso [INUTILIZZATO]

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q5

1006-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

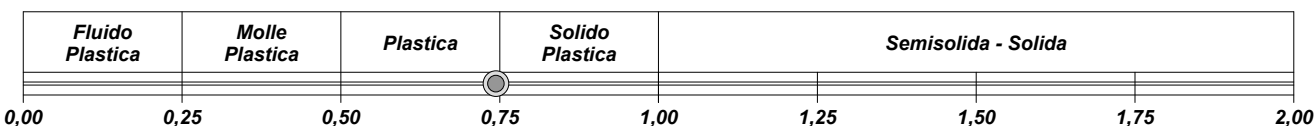
Argilla con limo

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

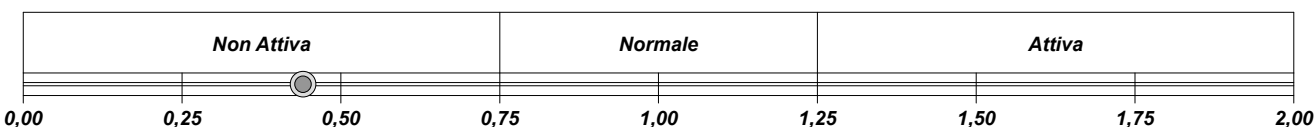
Abaco di plasticità di Casagrande

MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,74$

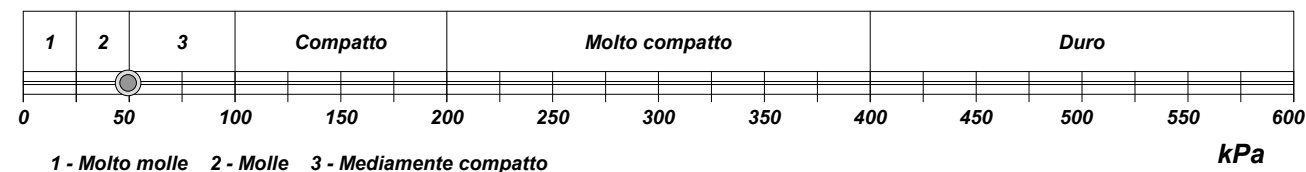


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,44



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 49 kPa

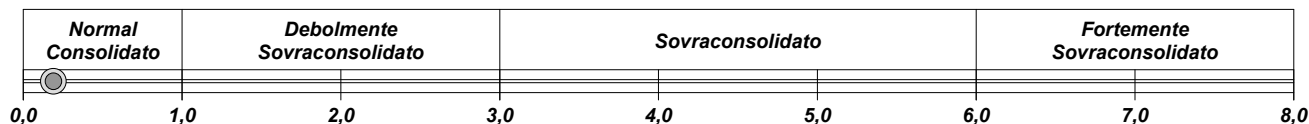


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 270,0kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 51,2kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,19



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05947	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 13/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: <i>Me.Mo. Measures & Monitoring</i>			
RIFERIMENTO: <i>Sondaggi Inceneritore Parma (PR)</i>			
SONDAGGIO: <i>S1</i>	CAMPIONE: <i>SH5</i>	PROFONDITA': m	<i>16,35-16,75</i>

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,76

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,76

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05948 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 66,5 %

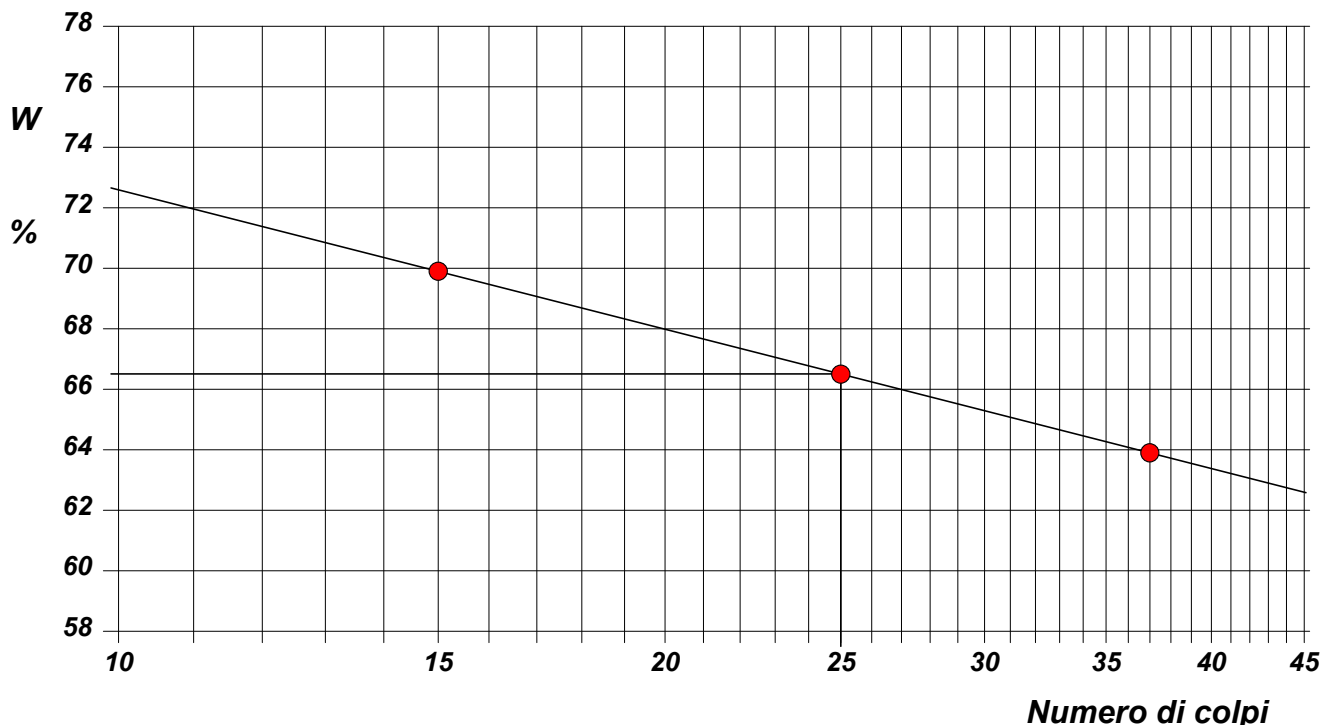
Limite di plasticità 34,4 %

Indice di plasticità 32,1 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	25	37			Umidità (%)	34,5	34,3
Umidità (%)	69,9	66,5	63,9			Umidità media	34,4	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05948 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 14/11/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

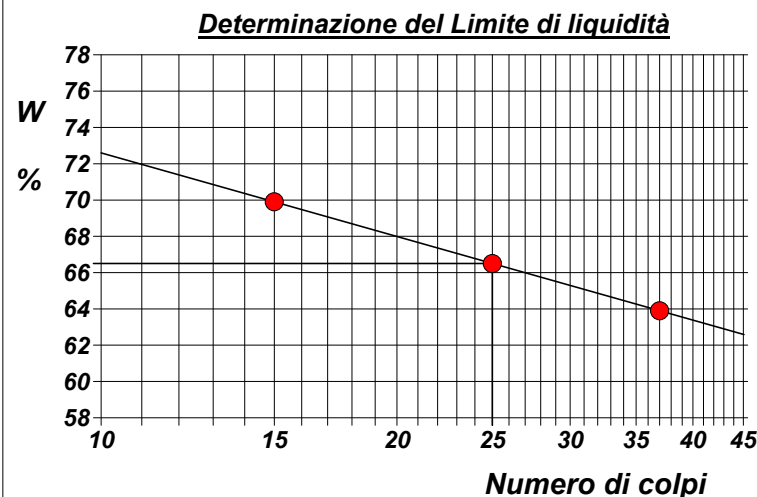
CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 66,5 %
Limite di plasticità 34,4 %
Indice di plasticità 32,1 %
Indice di consistenza 0,74
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

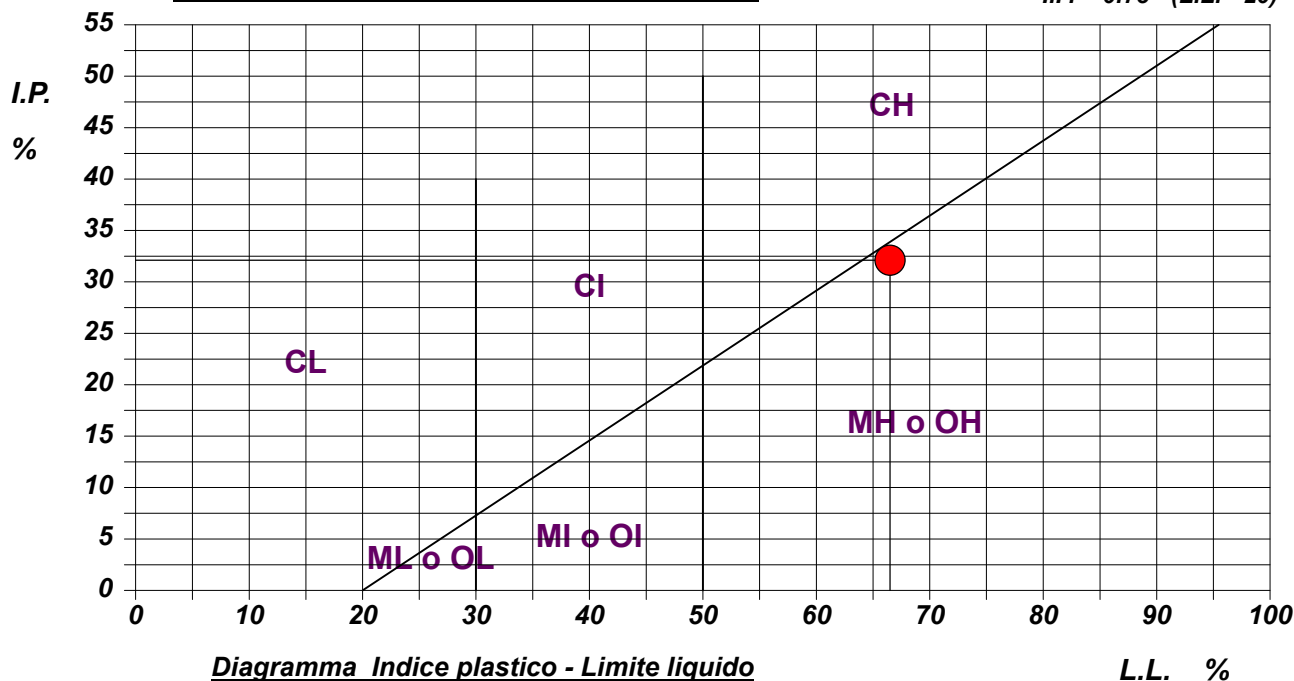
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05949 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

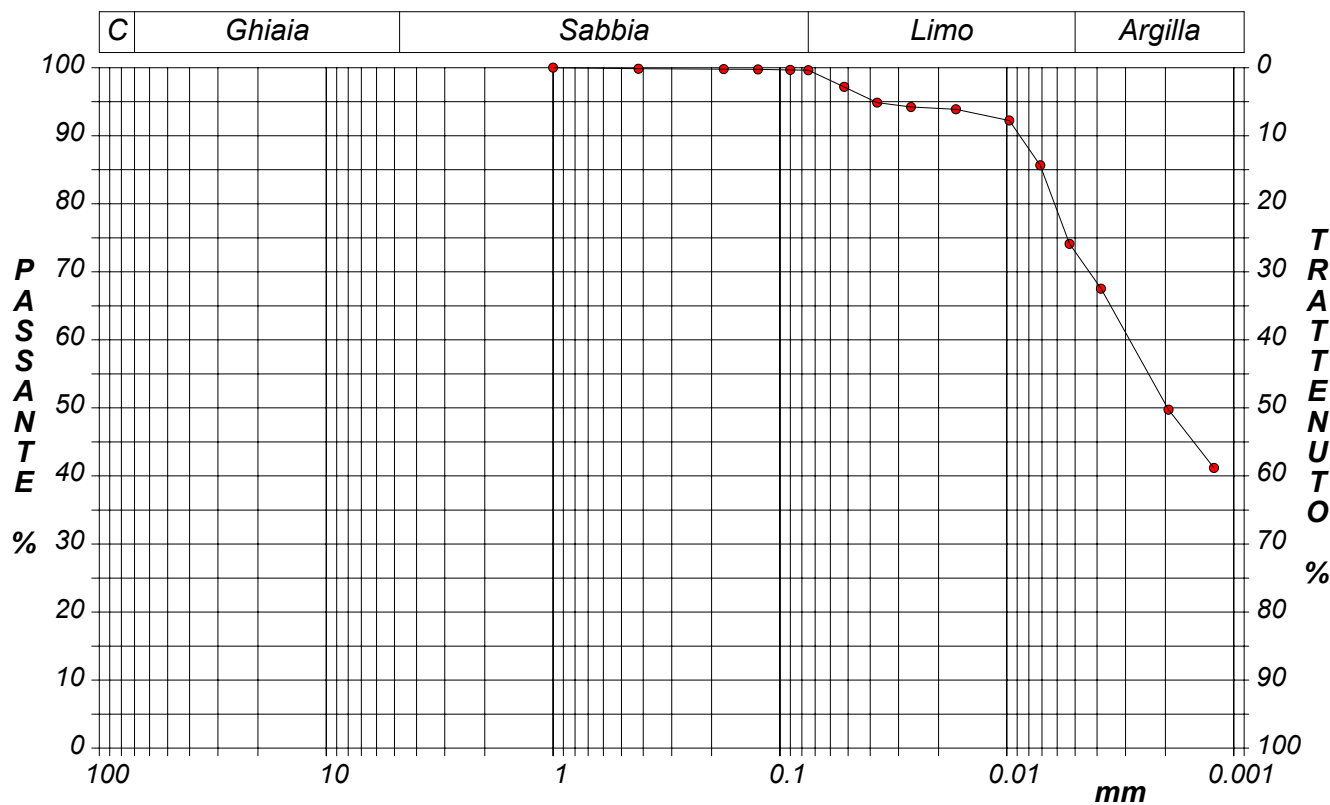
CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	0,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,9 %	D30	---	mm
Limo	26,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	99,6 %	D50	0,00196	mm
Argilla	72,9 %			D60	0,00288	mm
				D90	0,00876	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1,0000	100,00	0,0750	99,62	0,0098	92,24	0,0012	41,18		
0,4200	99,85	0,0521	97,18	0,0071	85,65				
0,1770	99,79	0,0373	94,87	0,0053	74,12				
0,1250	99,75	0,0264	94,22	0,0038	67,53				
0,0900	99,66	0,0168	93,89	0,0019	49,74				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05949 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 16/10/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

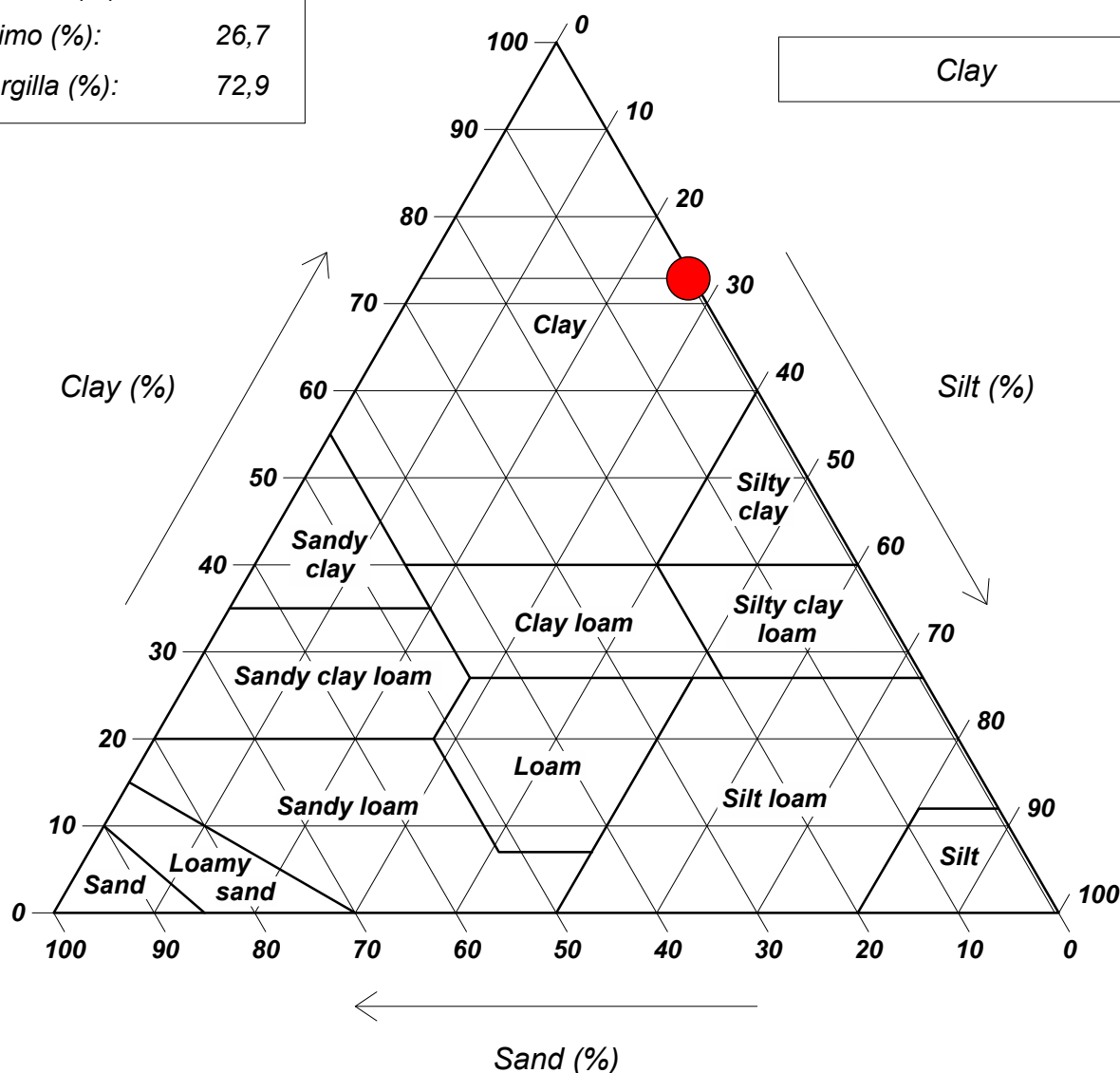
Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 0,4

Limo (%): 26,7

Argilla (%): 72,9

Diagramma U.S.D.A.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05950 Pagina 1/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 16/10/23
Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 25/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: SH5 PROFONDITA': m 16,35-16,75

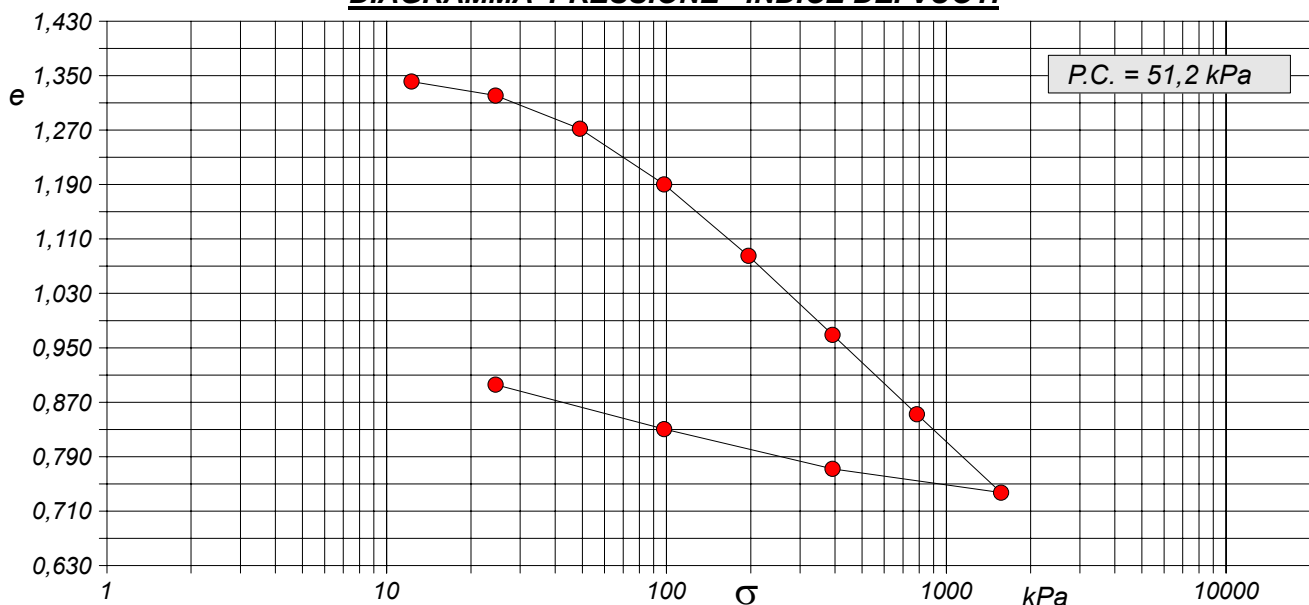
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

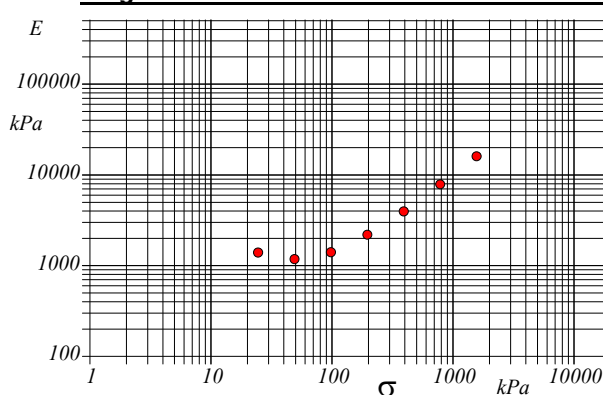
Peso di volume (kN/m ³)	16,44	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	1,35
Umidità (%)	42,6	Volume provino (cm ³)	40,03	Porosità (%)	57,43
Peso specifico	2,76	Volume dei vuoti (cm ³)	22,99	Saturazione (%)	87,2

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12,3	6,7	1,341				
24,5	24,3	1,321	0,069	1394		
49,0	65,8	1,272	0,162	1182		
98,1	135,5	1,190	0,272	1408	0,000511	3,56E-08
196,1	225,0	1,085	0,349	2192	0,000427	1,91E-08
392,3	323,8	0,969	0,385	3972	0,000385	9,51E-09
784,5	423,3	0,852	0,388	7888		
1569,0	521,2	0,737	0,382	16035		
392,3	491,5	0,772				
98,1	441,7	0,831				
24,5	386,2	0,896				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05950 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 25/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

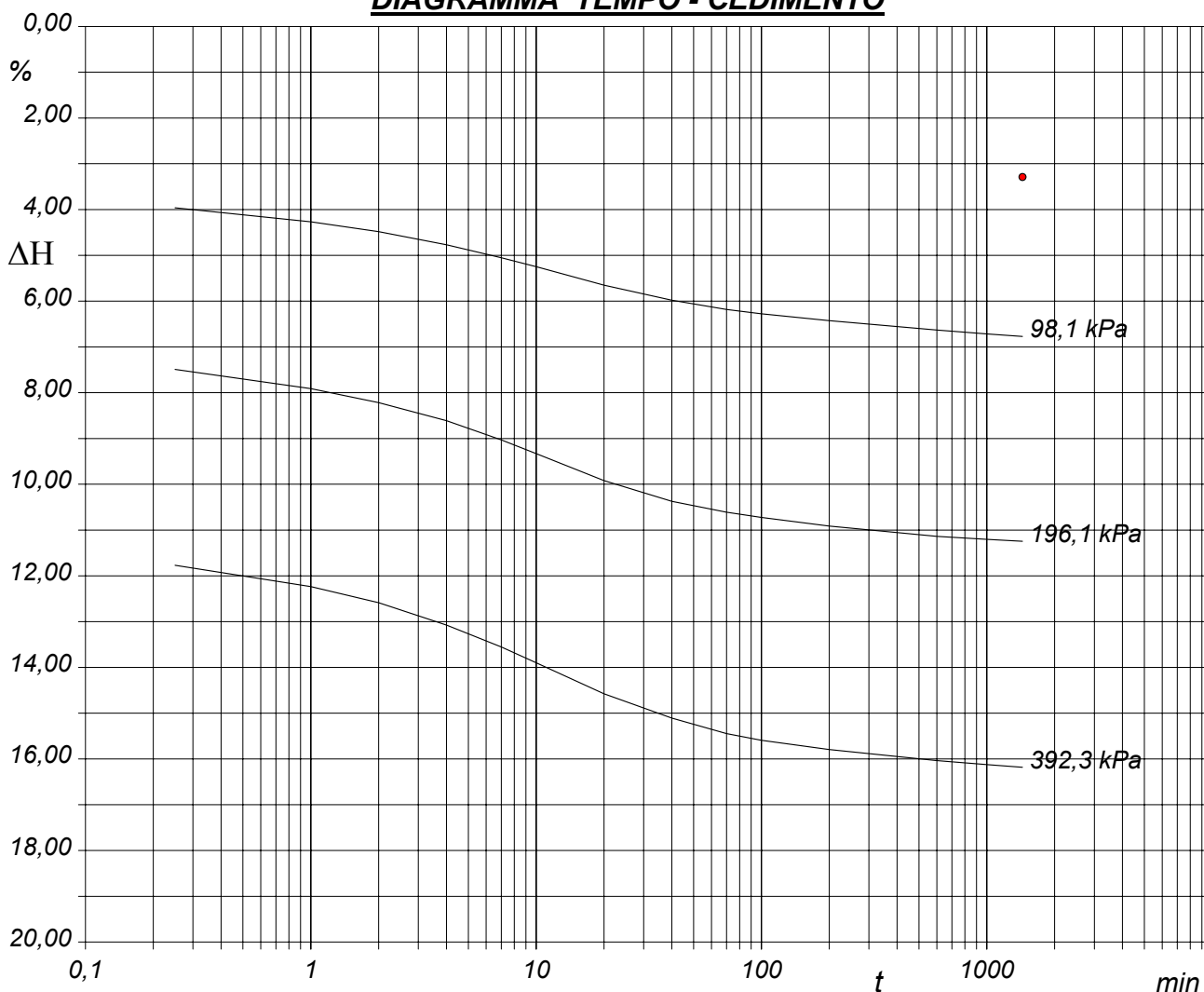
CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05950	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 25/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	SH5	PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	65,8	0,00	135,5	0,00	225,0		
0,25	79,3	0,25	149,9	0,25	235,5		
1,00	85,4	1,00	158,3	1,00	244,8		
2,00	89,7	2,00	164,4	2,00	251,9		
4,00	95,4	4,00	172,3	4,00	261,7		
7,00	101,1	7,00	180,7	7,00	271,3		
10,00	105,0	10,00	186,7	10,00	278,1		
20,00	113,1	20,00	198,5	20,00	291,7		
40,00	119,7	40,00	207,6	40,00	302,3		
70,00	123,7	70,00	212,3	70,00	309,1		
100,00	125,6	100,00	214,6	100,00	312,0		
200,00	128,6	200,00	218,4	200,00	316,1		
600,00	132,7	600,00	222,8	600,00	320,9		
1000,00	134,4	1000,00	224,2	1000,00	322,7		
1440,00	135,5	1440,00	225,0	1440,00	323,8		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05951 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	200,0	300,0	400,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	42,8 45,1	42,6 42,8	42,4 38,7
Peso di volume (kN/m³):	16,4	16,4	16,4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

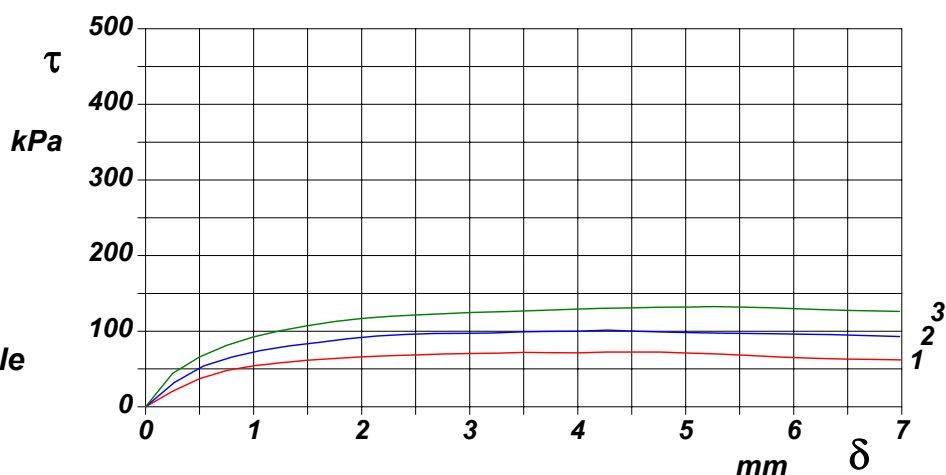
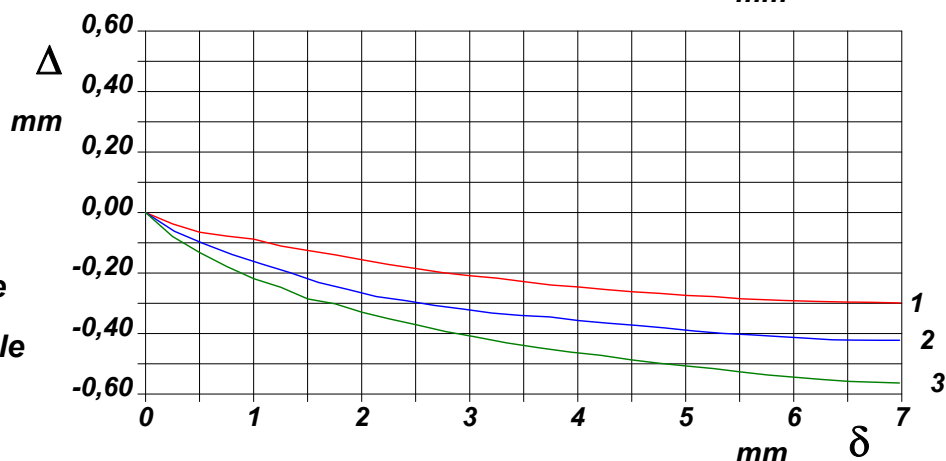


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05951	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	SH5	PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05951 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 16/10/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,910
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	21,8
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,023

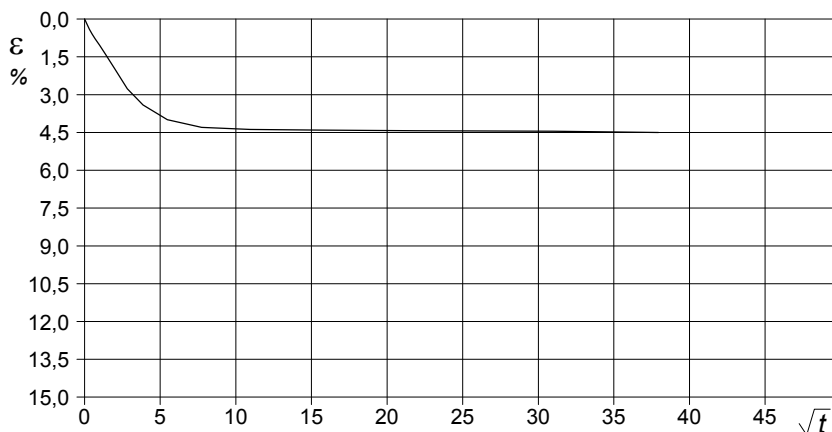


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,860
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	25,3
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,020

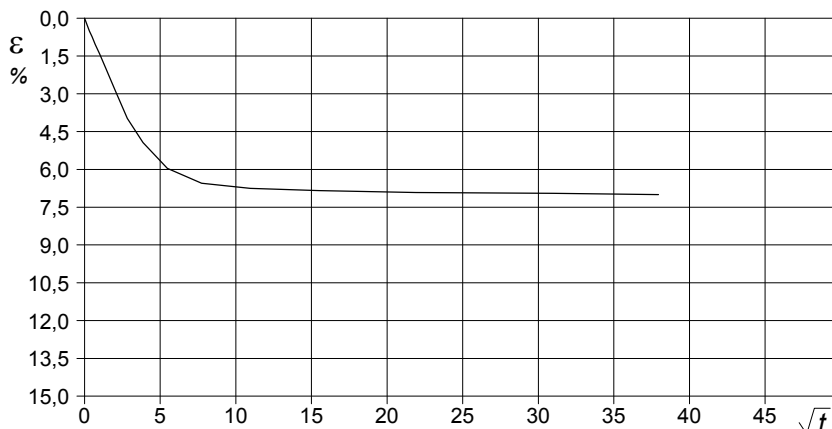
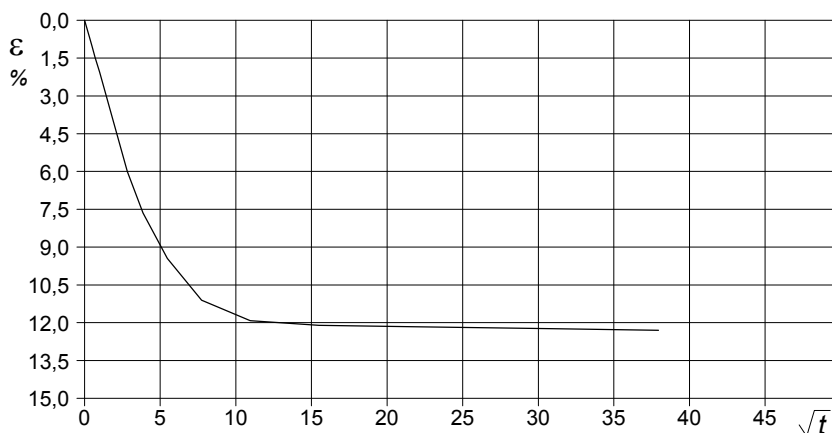


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	400
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,754
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	33,5
Df (mm)	6
Vs (mm/min)	0,018



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

1006-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05951	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23		Apertura campione: 16/10/23	Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	SH5	PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05952 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	500	600	700
Massa (g)	147,68	148,03	148,62	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	200	300	400
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	12,9	9,6	6,4
Volume (cm³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	93	96	108
Peso di volume (kN/m³)	16,7	16,7	16,8	Pressione interstiziale (kPa)	479	583	688
Umidità (%)	42,6	42,7	42,5	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	246	348	454
Peso specifico	2,76	2,76	2,76	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	46	48	54
Peso di volume secco (kN/m³)	11,7	11,7	11,8				
Grado di saturazione (%)	89,4	89,9	90,3				

Provini 1 e 2 realizzati con doppio fustellatore

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05952 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: SH5

PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	16,7	2,76	42,6	89,4	500	300	200	12,9	93	246	46
2	7,62	3,81	16,7	2,76	42,7	89,9	600	300	300	9,6	96	348	48
3	7,62	3,81	16,8	2,76	42,5	90,3	700	300	400	6,4	108	454	54

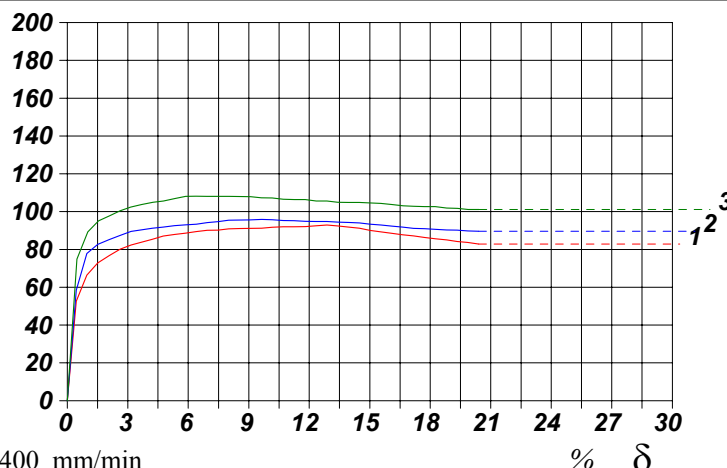
H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale
σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

σ₁-σ₃
kPa

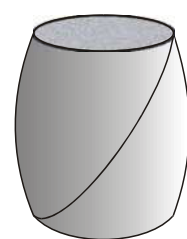
Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione

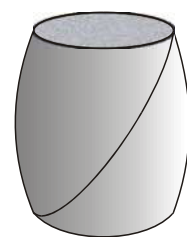
Velocità di deformazione: 0,400 mm/min



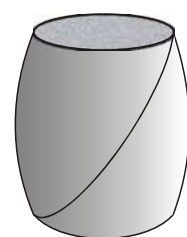
Tipo di rottura



Provino 1



Provino 2

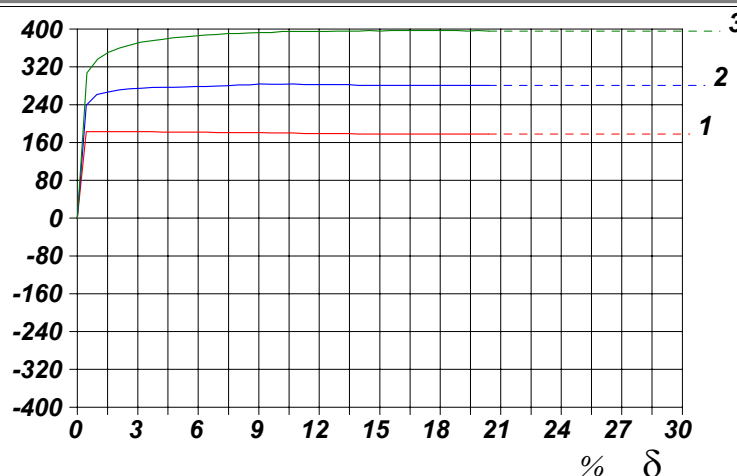


Provino 3

ΔV
%

Diagramma

Pressione interstiziale -
- Deformazione



Provini 1 e 2 realizzati con doppio fustellatore

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05952 Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 13/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 16/10/23 Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: SH5 PROFONDITA': m 16,35-16,75

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,34	0,45	52,6	183,0	0,34	0,45	58,5	238,7	0,37	0,48	74,9	307,1
0,74	0,97	66,4	183,0	0,74	0,97	77,9	261,6	0,77	1,02	89,3	336,6
1,16	1,52	72,9	183,0	1,16	1,52	82,7	266,8	1,18	1,55	95,2	350,9
1,59	2,08	76,7	183,0	1,59	2,08	85,2	271,2	1,60	2,10	97,8	360,1
1,99	2,62	80,1	183,0	1,99	2,62	87,5	273,9	2,00	2,62	100,4	366,2
2,41	3,16	82,3	183,0	2,41	3,16	89,5	274,8	2,40	3,15	102,4	372,3
2,81	3,69	83,9	183,0	2,81	3,69	90,4	276,5	2,81	3,69	103,7	375,4
3,22	4,23	85,4	182,0	3,22	4,23	91,2	276,7	3,24	4,25	105,0	378,5
3,63	4,76	87,1	182,0	3,63	4,76	91,8	276,7	3,64	4,77	105,6	381,5
4,05	5,32	87,9	182,0	4,05	5,32	92,6	277,6	4,05	5,32	106,9	383,6
4,46	5,86	88,6	182,0	4,46	5,86	93,0	278,4	4,47	5,86	108,1	385,6
4,88	6,40	89,5	182,0	4,88	6,40	93,4	278,4	4,86	6,38	108,1	387,6
5,29	6,94	90,2	181,0	5,29	6,94	94,1	279,5	5,28	6,93	108,1	388,7
5,70	7,47	90,2	181,0	5,70	7,47	94,7	280,4	5,69	7,47	108,1	390,7
6,10	8,00	90,9	181,0	6,10	8,00	95,4	282,1	6,09	8,00	108,0	390,7
6,51	8,54	91,1	181,0	6,51	8,54	95,6	282,1	6,52	8,55	108,0	391,7
6,91	9,07	91,1	181,0	6,91	9,07	95,6	283,9	6,93	9,09	107,9	392,7
7,34	9,64	91,2	180,0	7,34	9,64	95,9	283,2	7,33	9,62	107,3	392,7
7,74	10,16	91,7	180,0	7,74	10,16	95,7	283,2	7,75	10,17	107,2	394,8
8,16	10,70	92,0	180,0	8,16	10,70	95,3	284,1	8,16	10,71	106,6	394,8
8,57	11,25	92,0	179,0	8,57	11,25	95,2	282,5	8,58	11,27	106,4	394,8
8,99	11,80	92,1	179,0	8,99	11,80	94,9	282,5	8,99	11,80	106,3	394,8
9,39	12,32	92,6	179,0	9,39	12,32	94,8	282,5	9,41	12,35	105,7	394,8
9,82	12,88	93,0	179,0	9,82	12,88	94,8	282,5	9,82	12,88	105,6	395,8
10,23	13,43	92,4	179,0	10,23	13,43	94,4	282,5	10,22	13,41	105,0	395,8
10,63	13,95	91,8	178,0	10,63	13,95	94,3	280,9	10,63	13,94	104,9	395,8
11,04	14,49	91,3	178,0	11,04	14,49	94,0	280,9	11,04	14,49	104,9	396,8
11,45	15,02	90,1	178,0	11,45	15,02	93,3	280,9	11,43	15,01	104,6	395,8
11,86	15,56	89,3	178,0	11,86	15,56	92,9	280,9	11,85	15,55	104,4	396,8
12,27	16,10	88,5	178,0	12,27	16,10	92,3	280,9	12,27	16,10	103,7	396,8
12,67	16,62	87,7	178,0	12,67	16,62	91,8	280,9	12,69	16,66	103,1	396,8
13,08	17,17	87,2	178,0	13,08	17,17	91,1	280,9	13,10	17,19	102,8	396,8
13,51	17,72	86,4	178,0	13,51	17,72	91,0	280,9	13,50	17,71	102,7	396,8
13,91	18,25	85,6	178,0	13,91	18,25	90,7	280,9	13,90	18,24	102,7	396,8
14,33	18,81	85,0	178,0	14,33	18,81	90,3	280,9	14,33	18,81	101,9	396,8
14,73	19,33	84,2	178,0	14,73	19,33	90,2	280,9	14,74	19,35	101,7	395,8
15,14	19,86	83,7	178,0	15,14	19,86	89,8	280,9	15,15	19,88	101,2	396,8
15,55	20,41	82,9	178,0	15,55	20,41	89,6	280,9	15,56	20,42	101,2	395,8

1006-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,73

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 44,2 %
Limite di plasticità 23,0 %
Indice di plasticità 21,2 %
Indice di consistenza 1,33
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 9,4 %
Limo 49,9 %
Argilla 40,7 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A7-6 I.G. = 13

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 5,1 kPa
Angolo di attrito interno: 22,5 °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0 ÷ 98,1	11121	0,001167	1,03E-08
98,1 ÷ 196,1	7223	0,001043	1,42E-08
196,1 ÷ 392,3	8797	0,000973	1,09E-08
392,3 ÷ 784,5	12195	---	---
784,5 ÷ 1569,0	21104	---	---
1569,0 ÷ 3138,0	39443	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove
CF GR ED TD

cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo con argilla debolmente sabbioso (f), di colore verdastro, estremamente compatto. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q5

13

Ghiaia (e) subarrotondata-discoideale (Lmax = 3 cm) sabbiosa (m/f), **[ESAME VISIVO]**, di colore verdastro. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q2

25

1022-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

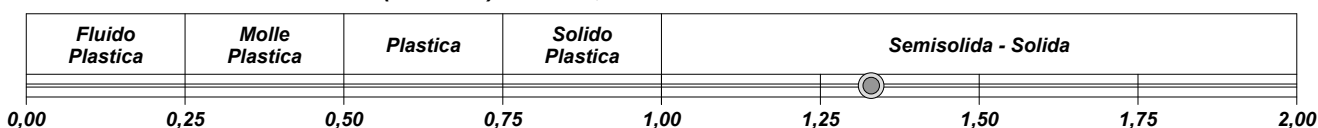
Limo con argilla debolmente sabbioso

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

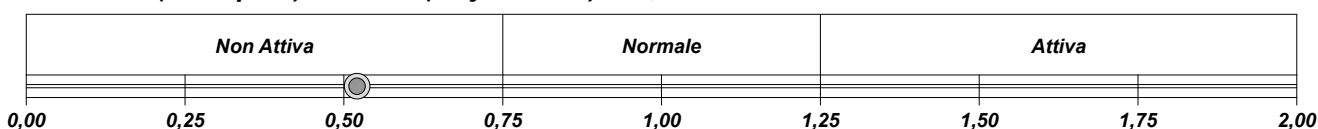
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,33$

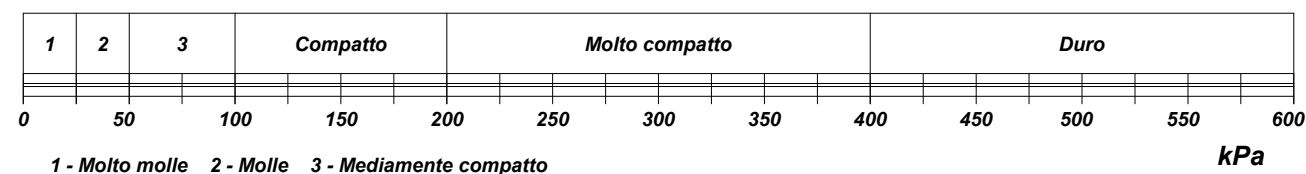


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,52



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa

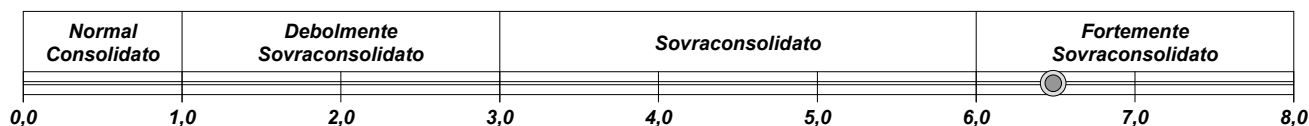


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 42,8 kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 277,6 kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 6,49



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05886 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,73

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,73

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05887 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 44,2 %

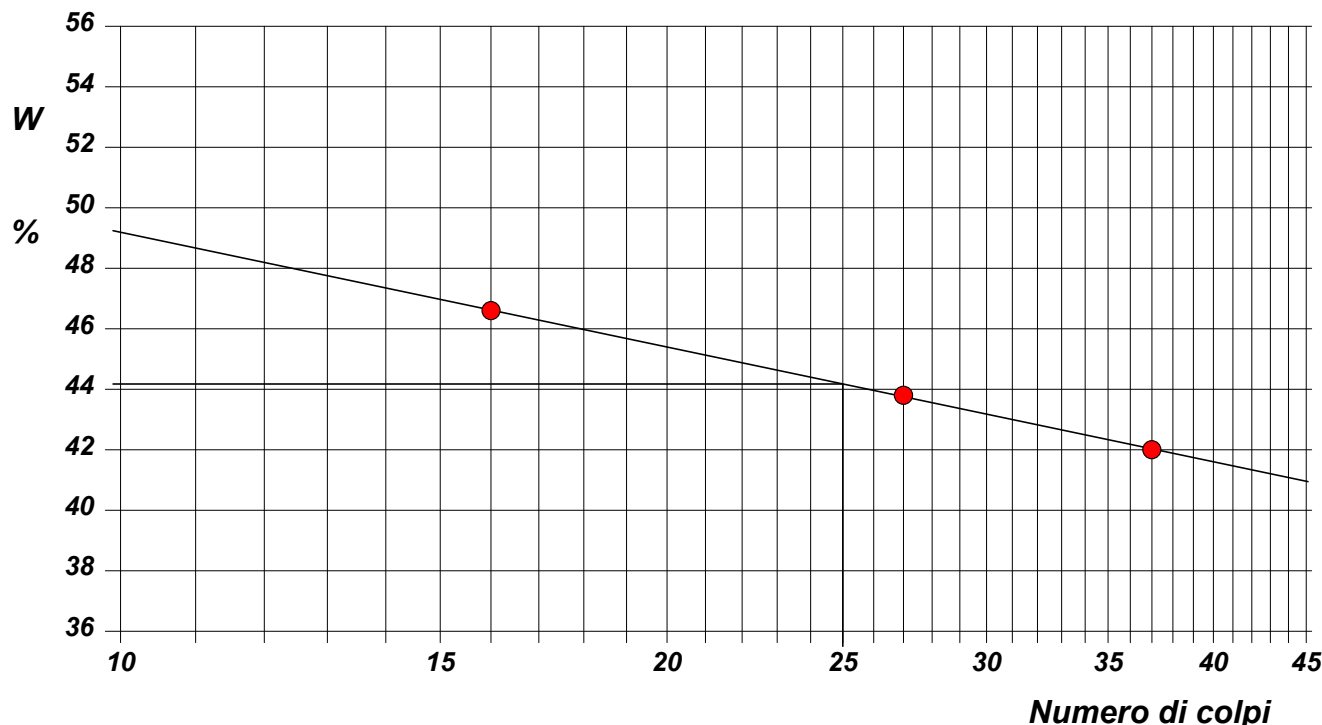
Limite di plasticità 23,0 %

Indice di plasticità 21,2 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	16	27	37			Umidità (%)	23,0	23,0
Umidità (%)	46,6	43,8	42,0			Umidità media	23,0	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05887 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

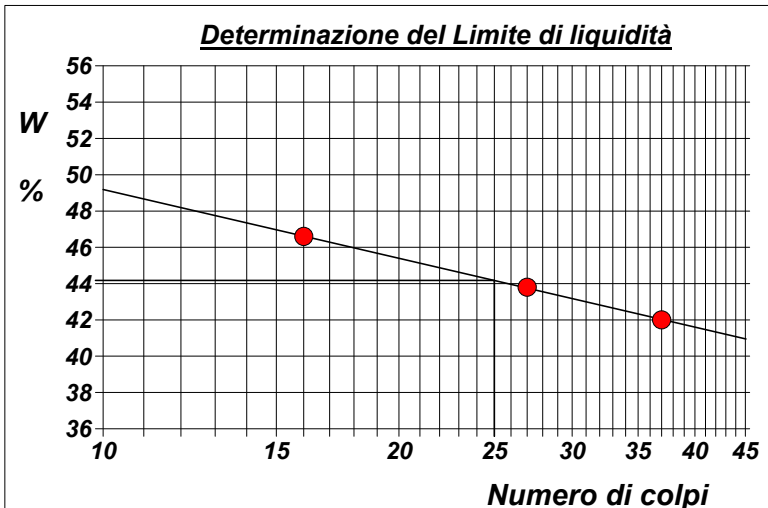
CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 44,2 %
Limite di plasticità 23,0 %
Indice di plasticità 21,2 %
Indice di consistenza 1,33
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

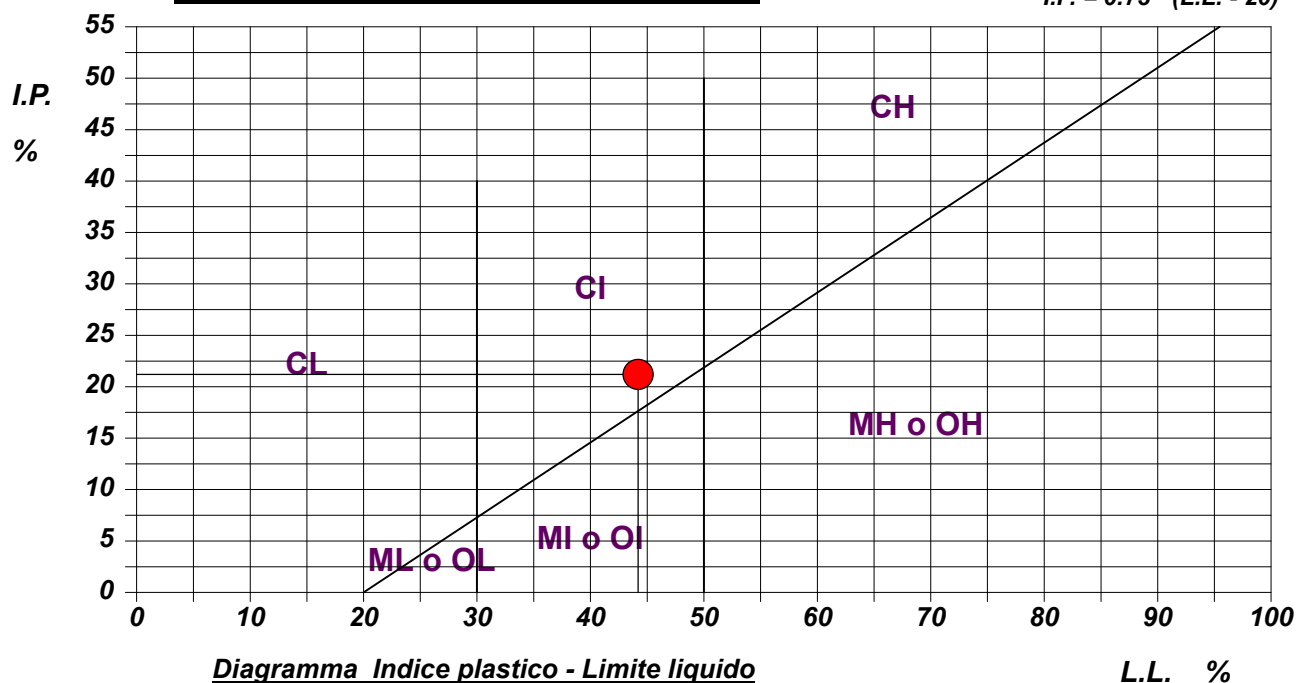
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05888 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

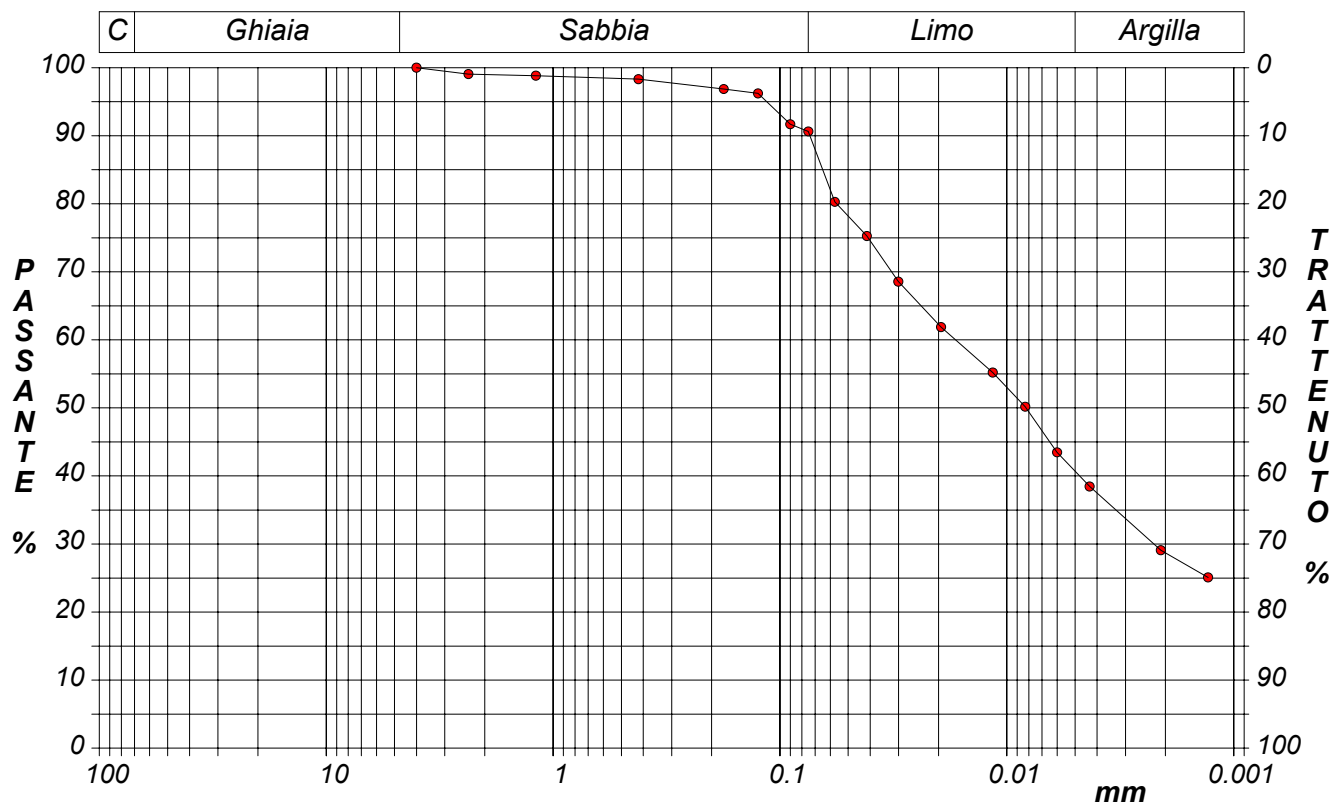
CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,0 %	D10	---	mm
Sabbia	9,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,3 %	D30	0,00224	mm
Limo	49,9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	90,6 %	D50	0,00823	mm
Argilla	40,7 %			D60	0,01683	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	0,07378	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,0000	100,00	0,1250	96,23	0,0301	68,57	0,0043	38,47		
2,3600	99,07	0,0900	91,69	0,0195	61,88	0,0021	29,10		
1,1900	98,83	0,0750	90,63	0,0115	55,19	0,0013	25,09		
0,4200	98,33	0,0573	80,28	0,0083	50,17				
0,1770	96,86	0,0414	75,26	0,0060	43,48				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05888 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

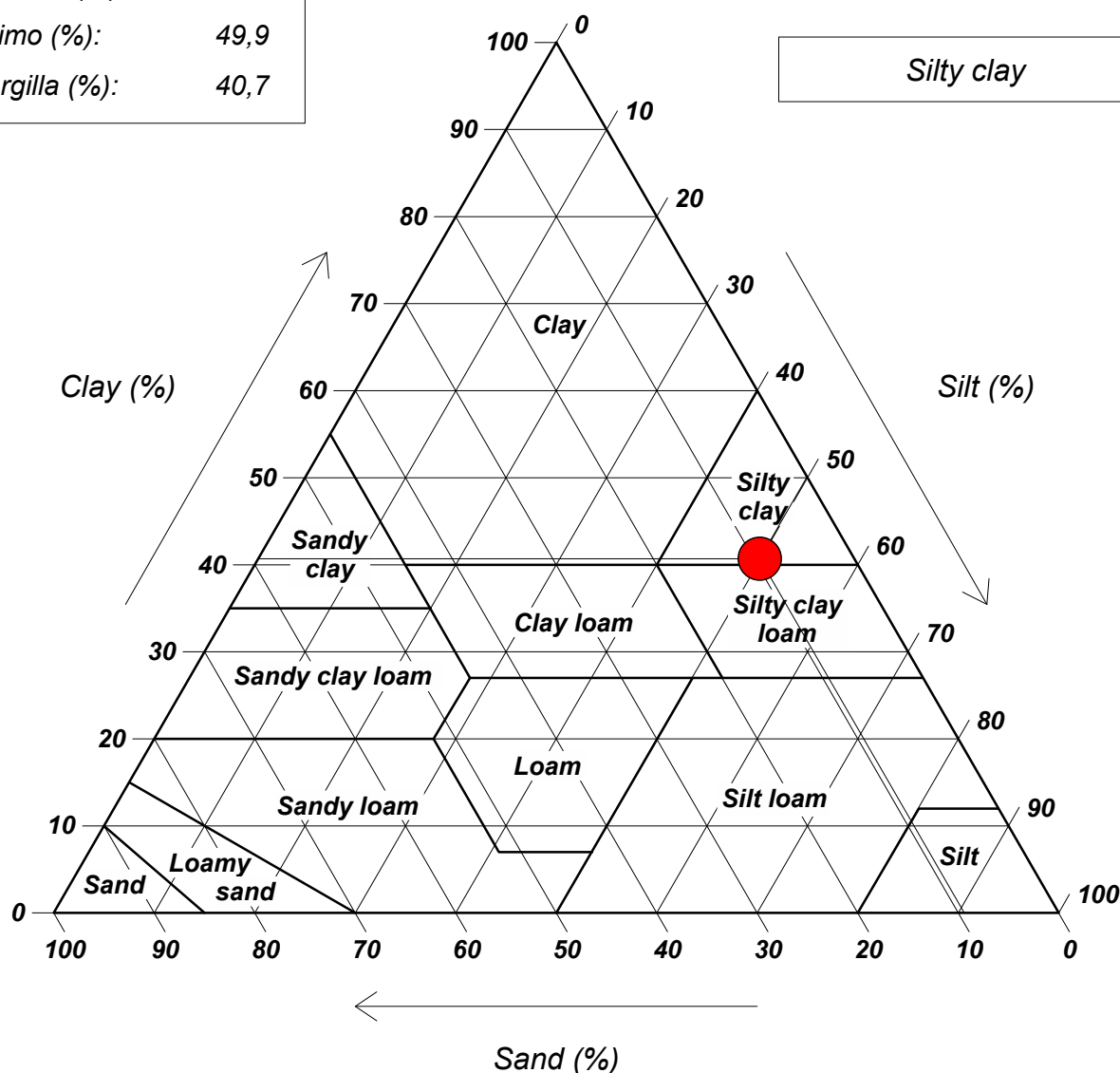
ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 9,4
Limo (%): 49,9
Argilla (%): 40,7

Diagramma U.S.D.A.

Silty clay



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05889 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 04/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

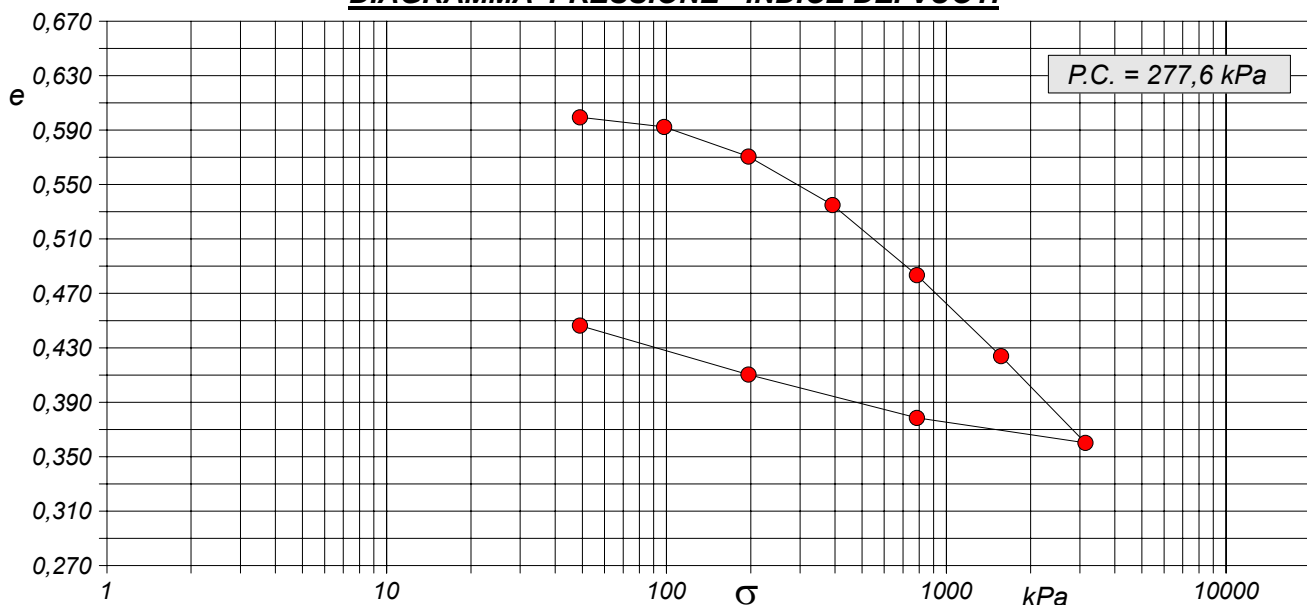
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

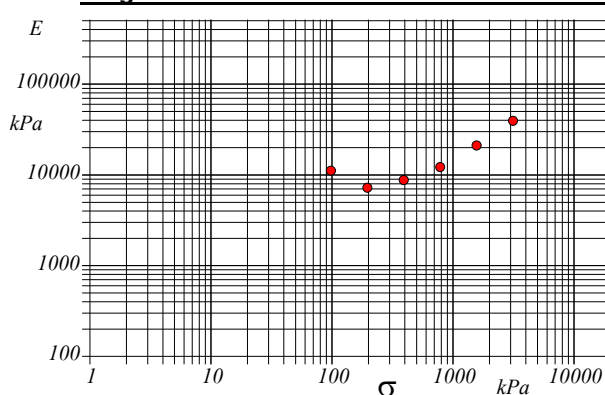
Peso di volume (kN/m ³)	19,40	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,60
Umidità (%)	16,0	Volume provino (cm ³)	39,88	Porosità (%)	37,53
Peso specifico	2,73	Volume dei vuoti (cm ³)	14,97	Saturazione (%)	72,7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
49,0	1,9	0,599				
98,1	10,7	0,592	0,023	11121	0,001167	1,03E-08
196,1	37,8	0,571	0,072	7223	0,001043	1,42E-08
392,3	82,3	0,535	0,119	8797	0,000973	1,09E-08
784,5	146,5	0,483	0,171	12195		
1569,0	220,7	0,424	0,198	21104		
3138,0	300,1	0,360	0,212	39443		
784,5	277,2	0,379				
196,1	237,5	0,410				
49,0	192,7	0,446				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05889 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 04/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

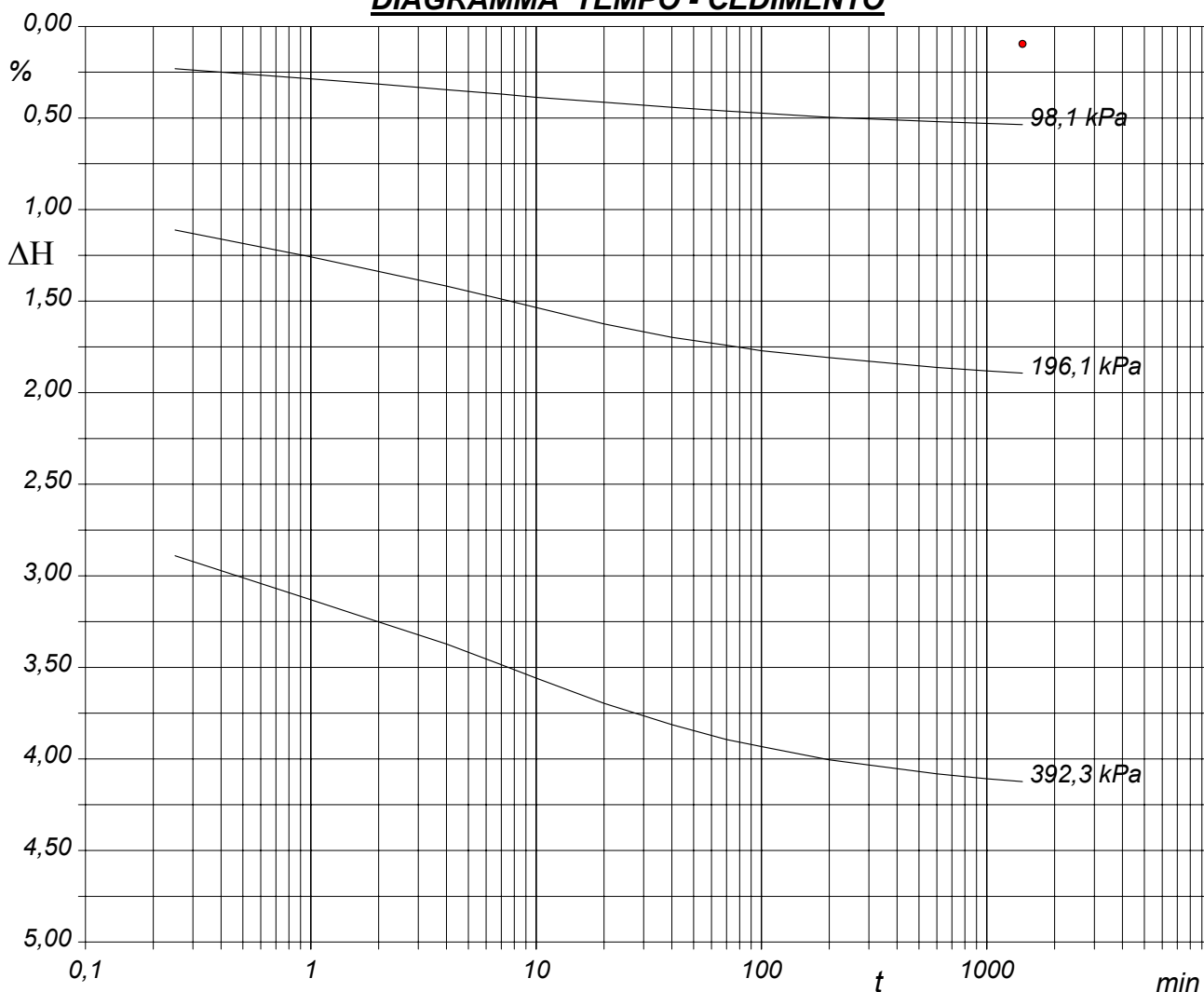
CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05889 <i>Pagina 3/3</i>		DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 04/11/23
COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring			
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: SH1	PROFONDITA': m 2,00-2,25	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	1,9	0,00	10,7	0,00	37,8		
0,25	4,6	0,25	22,2	0,25	57,7		
1,00	5,7	1,00	25,1	1,00	62,5		
2,00	6,3	2,00	26,7	2,00	64,9		
4,00	6,9	4,00	28,3	4,00	67,3		
7,00	7,4	7,00	29,7	7,00	69,6		
10,00	7,7	10,00	30,6	10,00	71,0		
20,00	8,3	20,00	32,4	20,00	73,8		
40,00	8,8	40,00	33,9	40,00	76,1		
70,00	9,2	70,00	34,8	70,00	77,7		
100,00	9,5	100,00	35,3	100,00	78,5		
200,00	9,9	200,00	36,1	200,00	79,9		
600,00	10,4	600,00	37,2	600,00	81,5		
1000,00	10,6	1000,00	37,5	1000,00	82,0		
1440,00	10,7	1440,00	37,8	1440,00	82,3		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05890 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50,0	100,0	200,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	16,2 21,7	16,0 21,0	15,8 19,8
Peso di volume (kN/m³):	19,4	19,4	19,4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

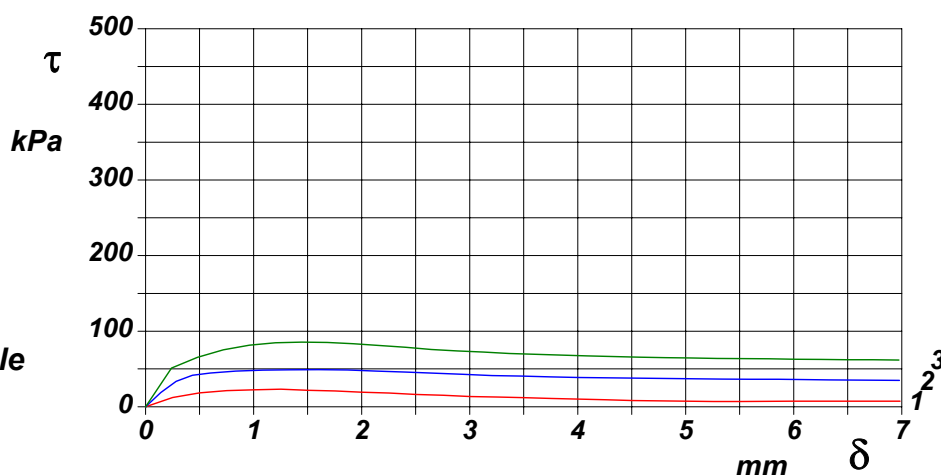
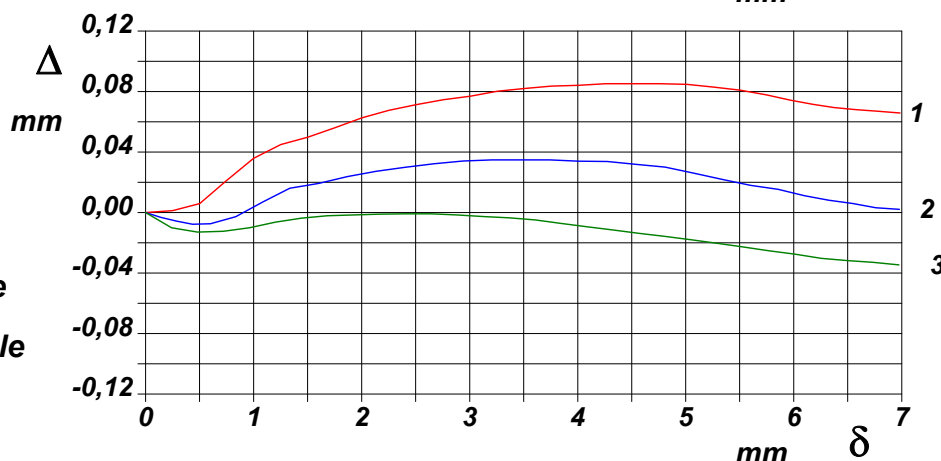


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05890 Pagina 2/4		DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 30/10/23
COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring			
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: SH1	PROFONDITA': m 2,00-2,25	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05890 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH1

PROFONDITA': m 2,00-2,25

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	50
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,989
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	16,3
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,012

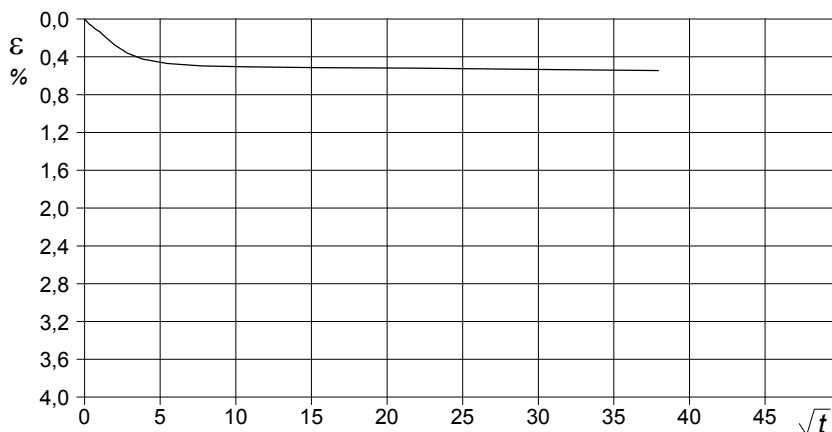


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,965
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	20,9
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,010

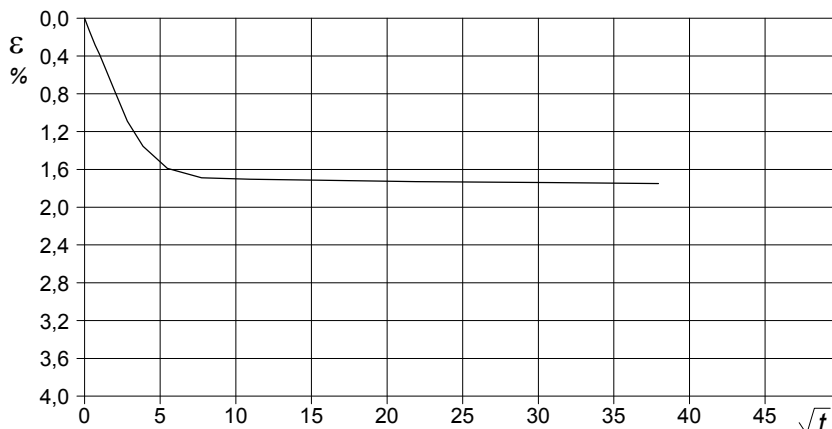
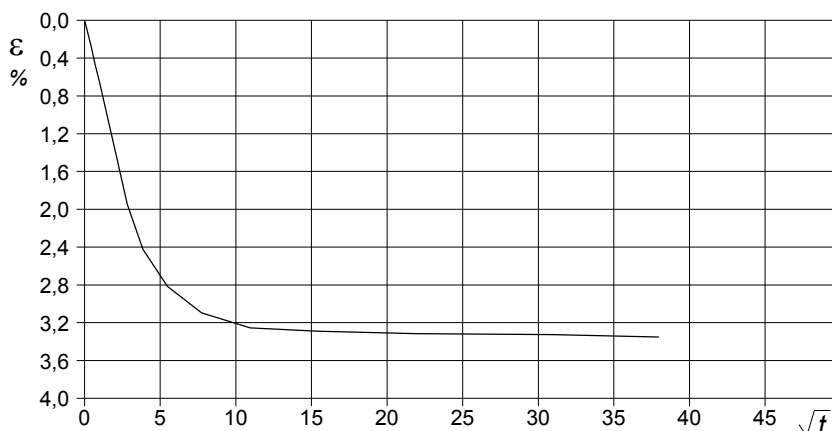


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,933
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	23,3
Df (mm)	2
Vs (mm/min)	0,009



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

1022-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,72

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 34,1 %
Limite di plasticità 21,5 %
Indice di plasticità 12,6 %
Indice di consistenza 0,61
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 10,8 %
Limo 56,1 %
Argilla 33,1 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A6 I.G. = 9

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 5,9 kPa
Angolo di attrito interno: 27,9 °

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 36,1 kPa

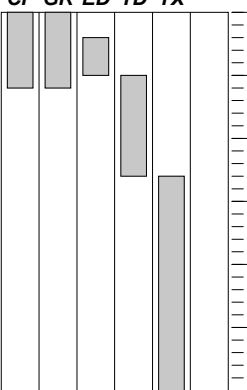
PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
6,1 ÷ 12,3	1983	---	---
12,3 ÷ 24,5	1359	---	---
24,5 ÷ 49,0	1188	---	---
49,0 ÷ 98,1	1367	0,000998	7,16E-08
98,1 ÷ 196,1	2457	0,000922	3,68E-08
196,1 ÷ 392,3	4888	0,000749	1,50E-08
392,3 ÷ 784,5	11255	---	---
784,5 ÷ 1569,1	23826	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove
CF GR ED TD TX



cm
0
5
10
15
20
25
30

Rp
kPa

20

15

20

VT
kPa

cm

30

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo con argilla sabbioso (F), di colore grigio-verdastro, privo di consistenza. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Tipo di campione: Cilindrico - Qualità Campione: Q5

1023-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

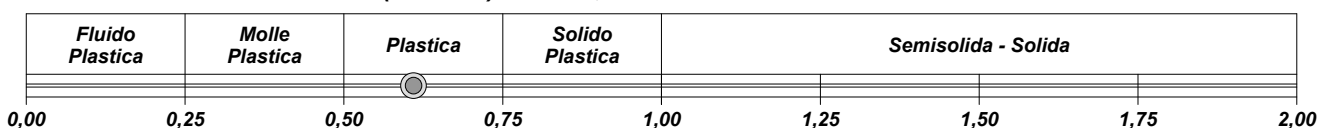
Limo con argilla sabbioso

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

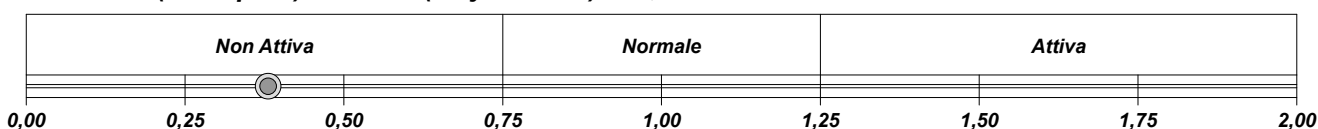
Abaco di plasticità di Casagrande

CI - Argille inorganiche a media compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,61$

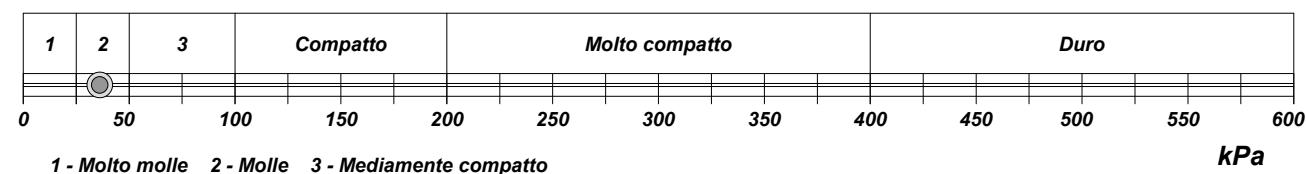


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,38



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 36 kPa

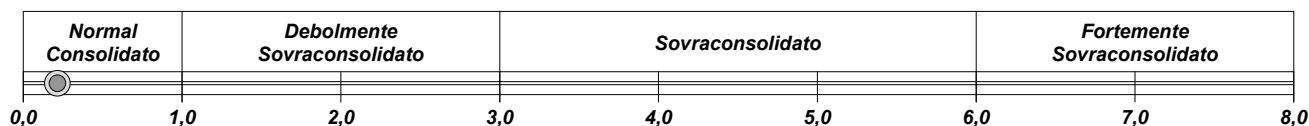


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 93,8 kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 20,2 kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,22



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05891 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,72

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,72

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05892 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 34,1 %

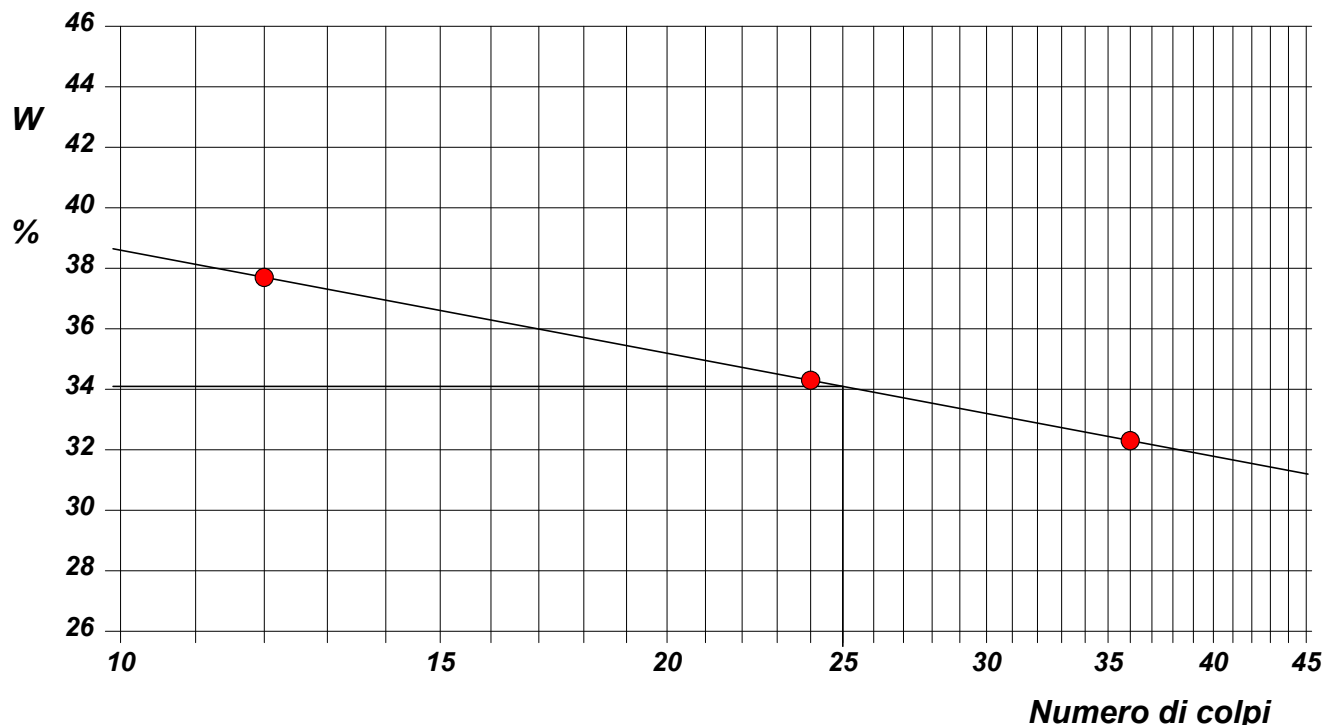
Limite di plasticità 21,5 %

Indice di plasticità 12,6 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	12	24	36			Umidità (%)	21,5	21,4
Umidità (%)	37,7	34,3	32,3			Umidità media	21,5	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05892 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 13/11/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

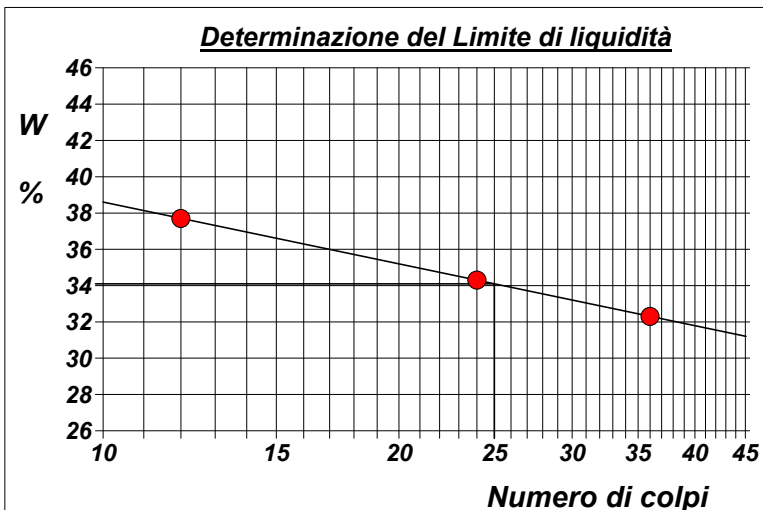
CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 34,1 %
Limite di plasticità 21,5 %
Indice di plasticità 12,6 %
Indice di consistenza 0,61
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

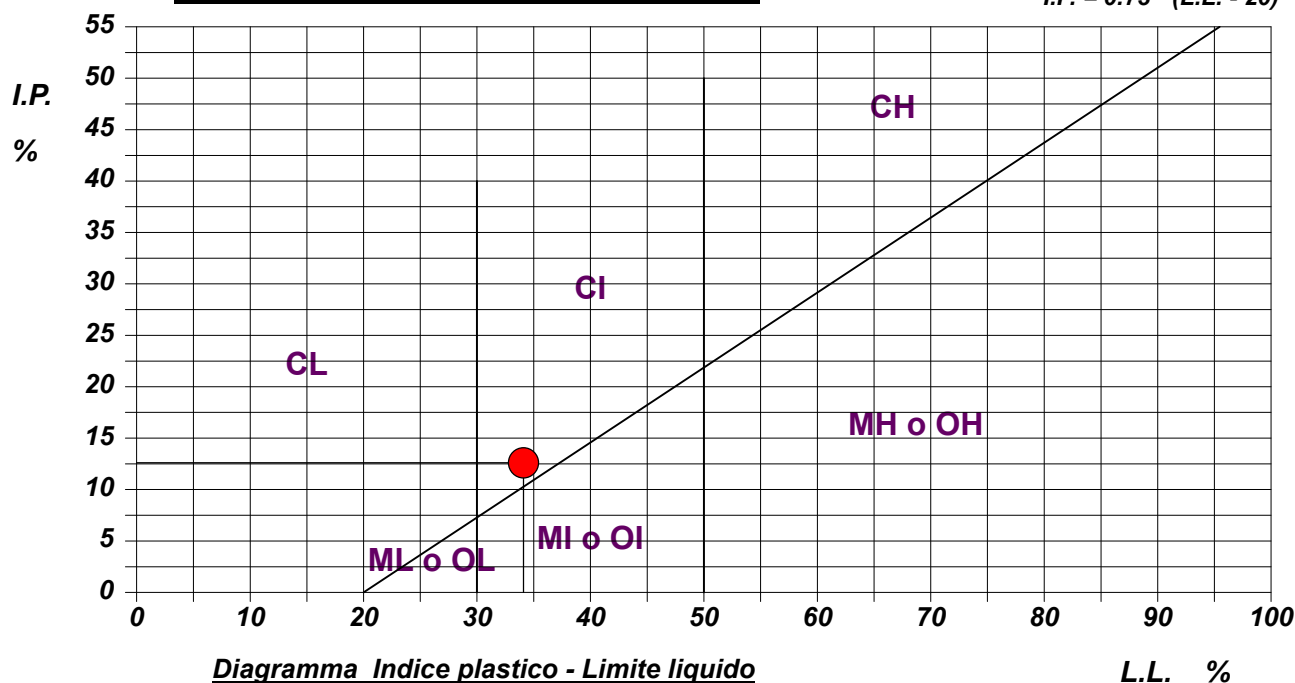
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05893 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

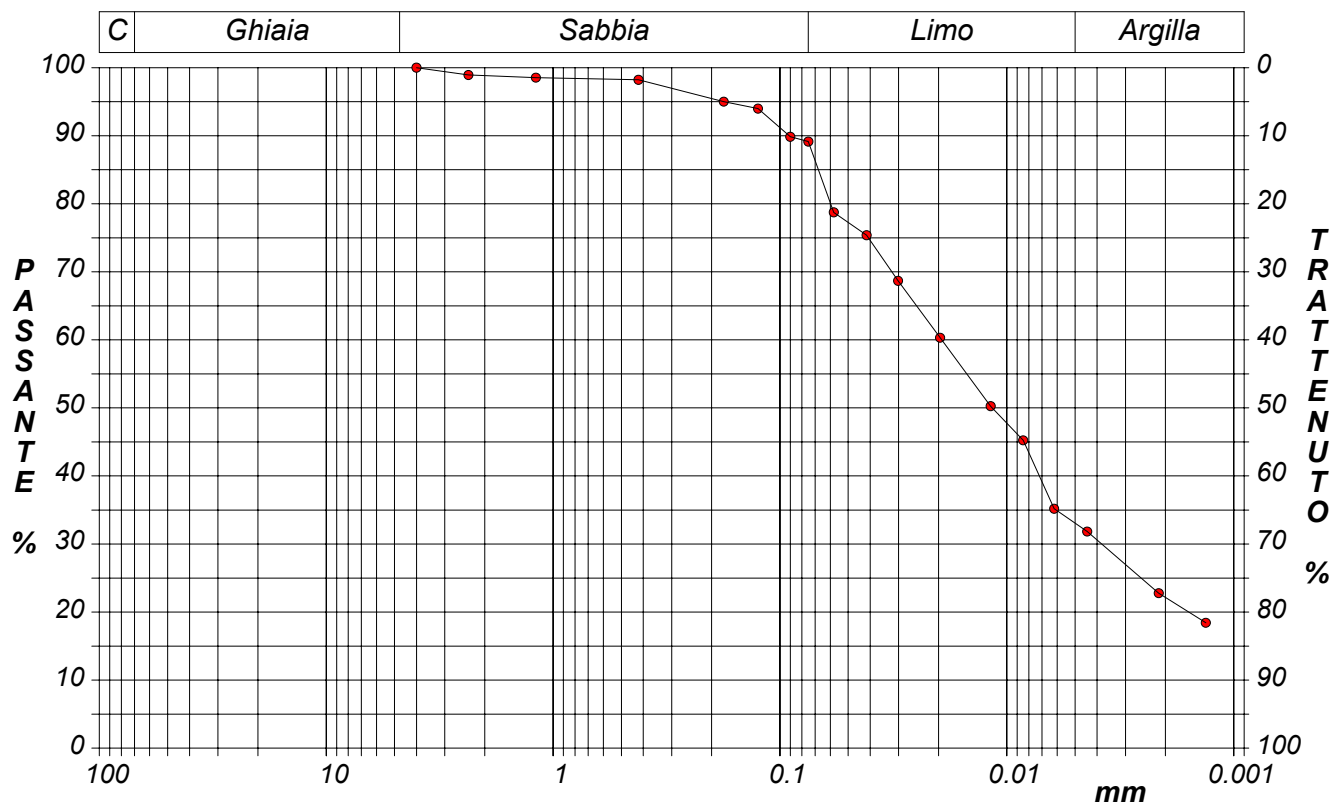
CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,8 %	D10	---	mm
Sabbia	10,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,2 %	D30	0,00382	mm
Limo	56,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	89,2 %	D50	0,01158	mm
Argilla	33,1 %			D60	0,01937	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	0,09108	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,0000	100,00	0,1250	93,98	0,0302	68,69	0,0044	31,83		
2,3600	98,92	0,0900	89,85	0,0197	60,31	0,0021	22,78		
1,1900	98,54	0,0750	89,15	0,0118	50,26	0,0013	18,43		
0,4200	98,22	0,0579	78,74	0,0085	45,23				
0,1770	95,00	0,0415	75,39	0,0062	35,18				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05893 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

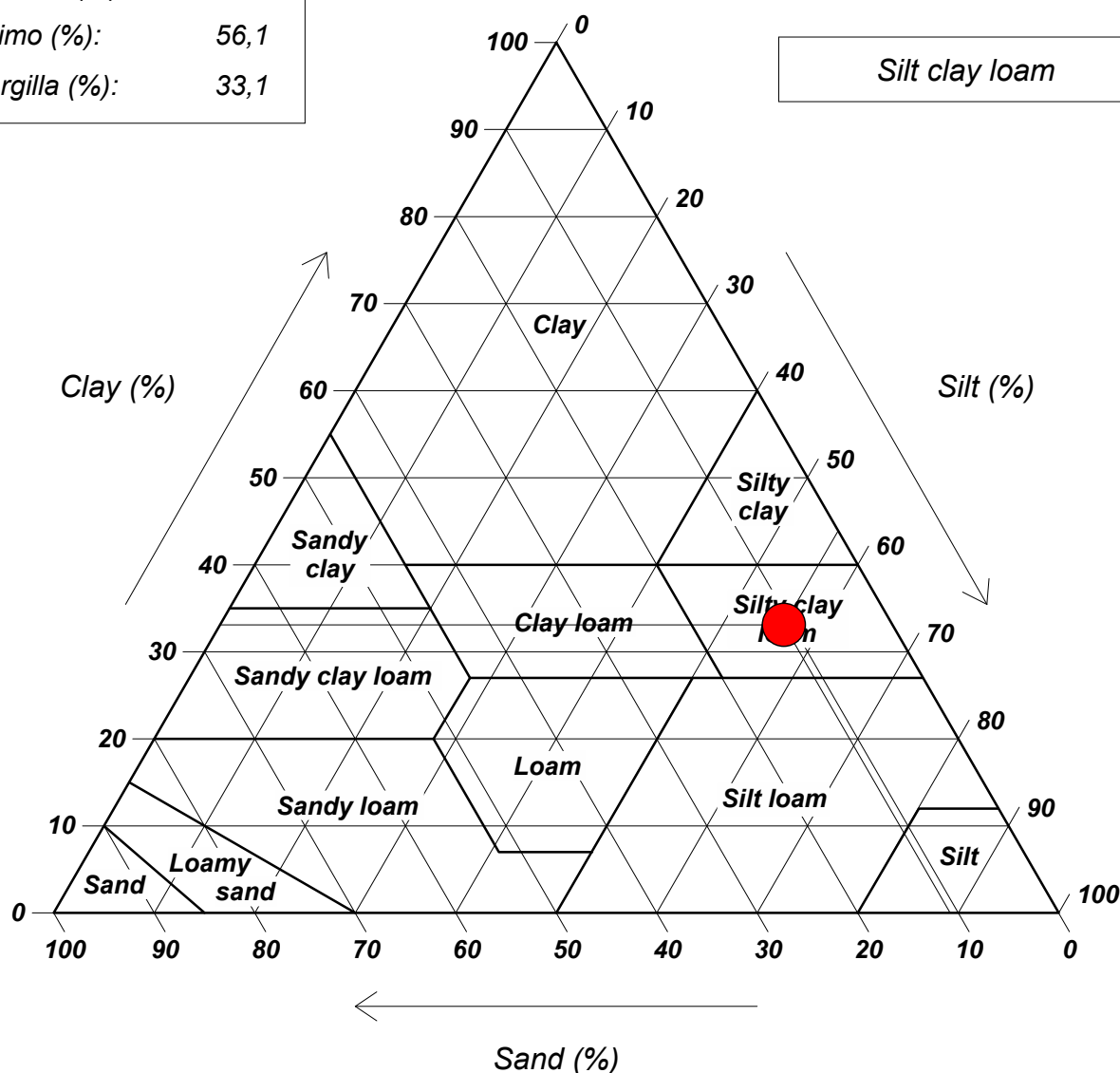
Sabbia (%): 10,8

Limo (%): 56,1

Argilla (%): 33,1

Diagramma U.S.D.A.

Silt clay loam



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05894 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 04/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

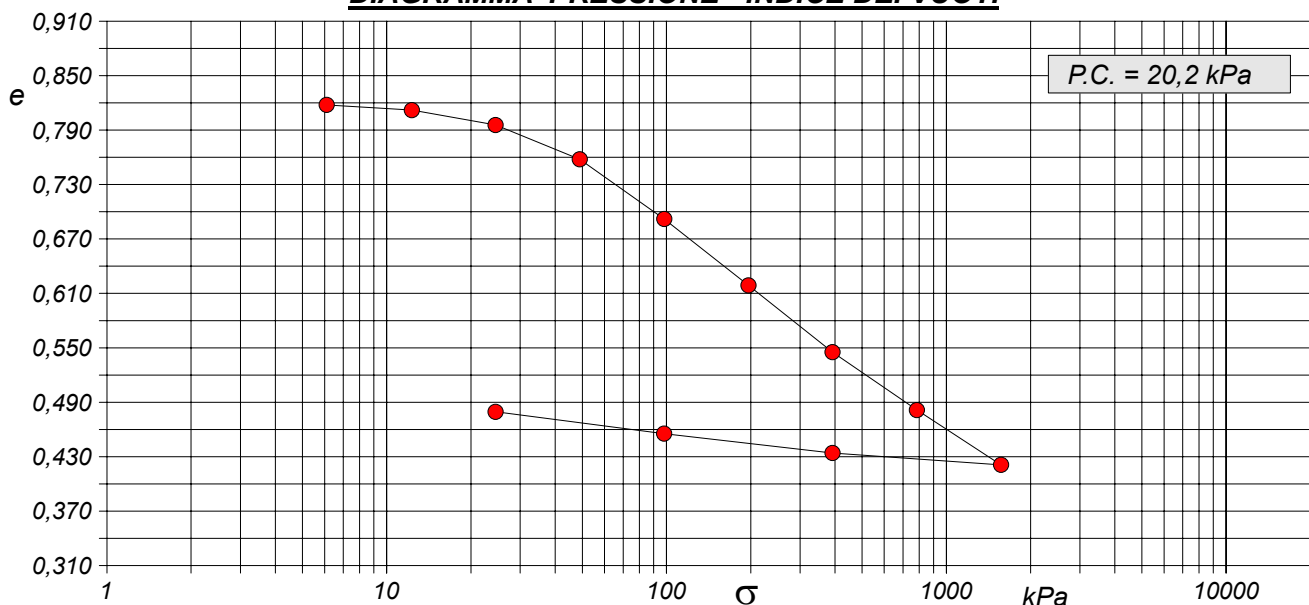
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

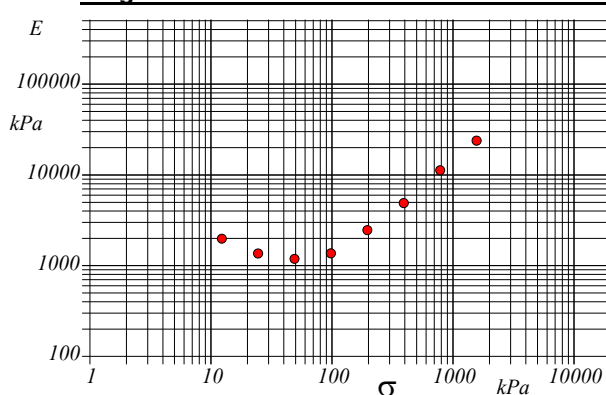
Peso di volume (kN/m ³)	18,40	Altezza provino (cm)	1,98	Indice dei vuoti	0,83
Umidità (%)	26,4	Volume provino (cm ³)	39,45	Porosità (%)	45,44
Peso specifico	2,72	Volume dei vuoti (cm ³)	17,93	Saturazione (%)	86,3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
6,1	16,4	0,818				
12,3	22,6	0,812	0,019	1983		
24,5	40,4	0,796	0,055	1359		
49,0	81,3	0,758	0,126	1188		
98,1	152,5	0,692	0,218	1367	0,000998	7,16E-08
196,1	231,6	0,619	0,243	2457	0,000922	3,68E-08
392,3	311,2	0,545	0,244	4888	0,000749	1,50E-08
784,5	380,3	0,481	0,212	11255		
1569,1	445,6	0,421	0,200	23826		
392,3	431,4	0,434				
98,1	408,4	0,455				
24,5	382,3	0,480				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05894 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 04/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

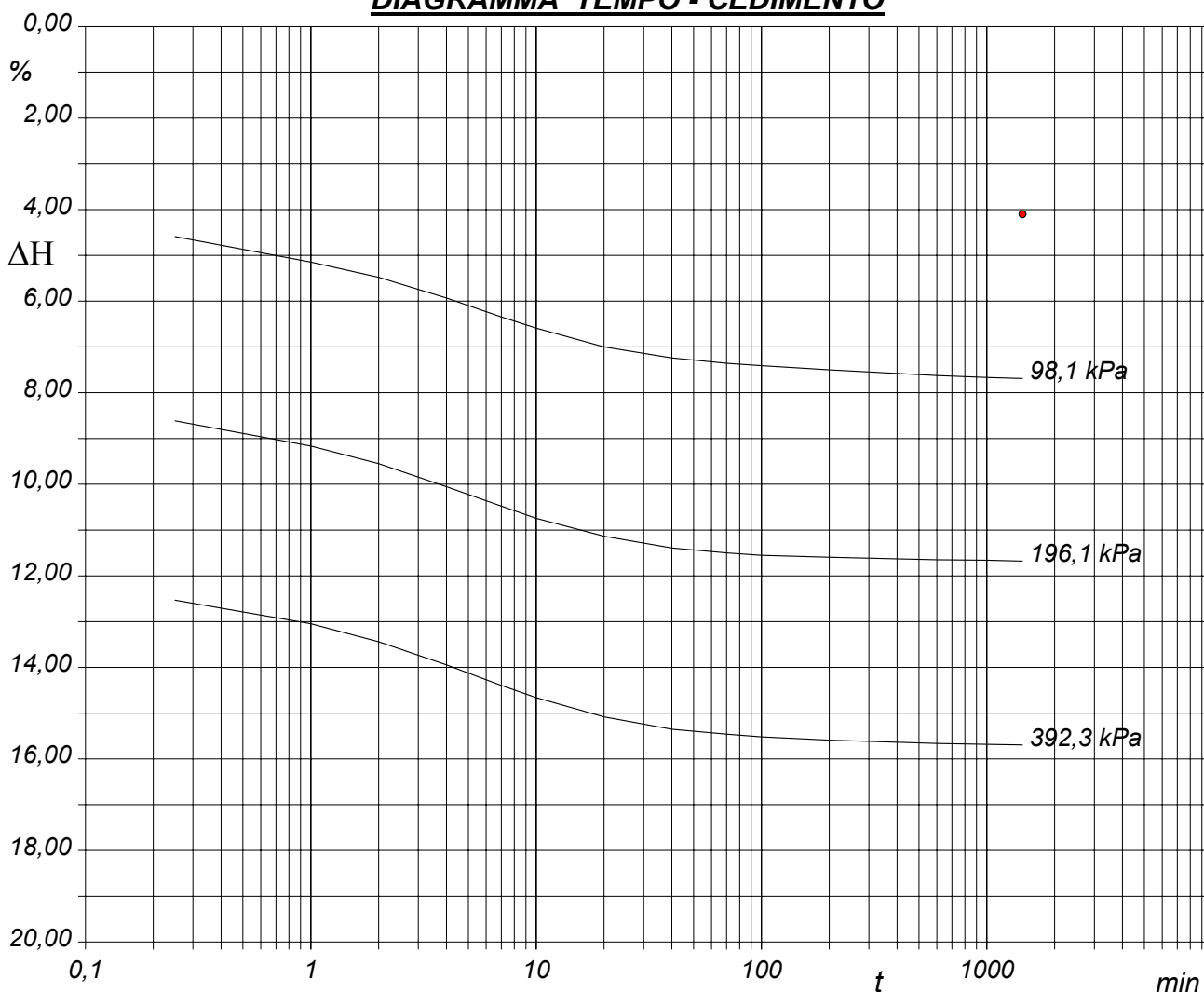
CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05894	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 04/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	SH2	PROFONDITA': m 4,90-5,20

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	81,3	0,00	152,5	0,00	231,6		
0,25	91,0	0,25	170,8	0,25	248,5		
1,00	102,1	1,00	181,7	1,00	258,7		
2,00	108,7	2,00	189,3	2,00	266,5		
4,00	117,6	4,00	199,4	4,00	276,6		
7,00	125,8	7,00	207,8	7,00	285,5		
10,00	130,7	10,00	213,1	10,00	290,8		
20,00	138,8	20,00	220,8	20,00	299,1		
40,00	143,6	40,00	225,9	40,00	304,4		
70,00	145,9	70,00	228,1	70,00	306,5		
100,00	147,0	100,00	229,1	100,00	307,8		
200,00	148,8	200,00	229,9	200,00	309,1		
600,00	151,2	600,00	231,0	600,00	310,6		
1000,00	152,0	1000,00	231,2	1000,00	310,9		
1440,00	152,5	1440,00	231,6	1440,00	311,2		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05895 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50,0	100,0	200,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26,6 27,3	26,3 24,3	26,2 21,5
Peso di volume (kN/m³):	18,4	18,4	18,4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

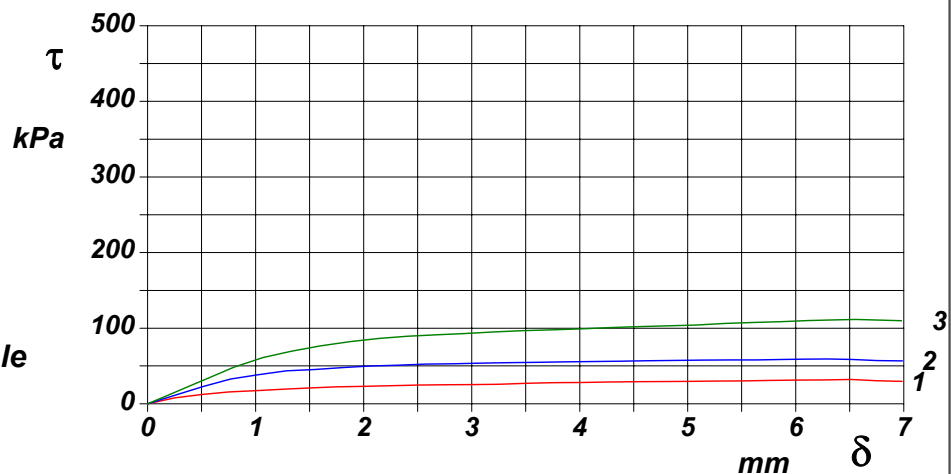
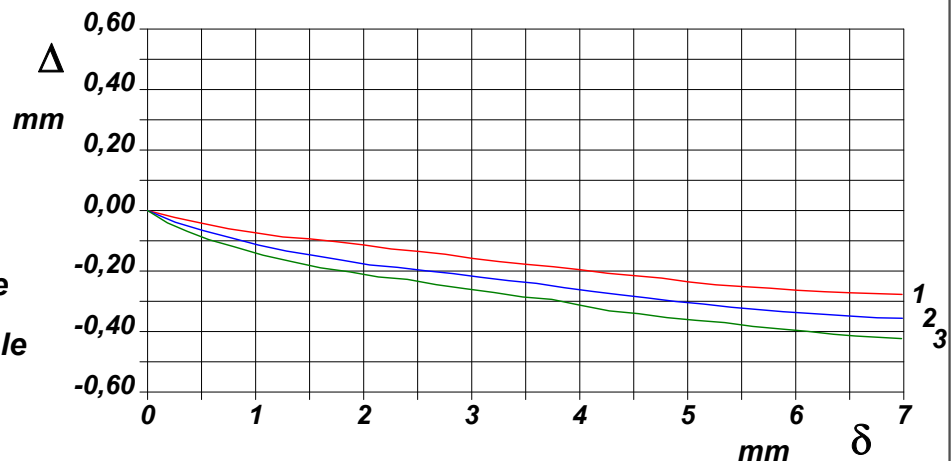


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05895	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: SH2	PROFONDITA': m	4,90-5,20	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05895 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	50
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,906
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	24,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,028

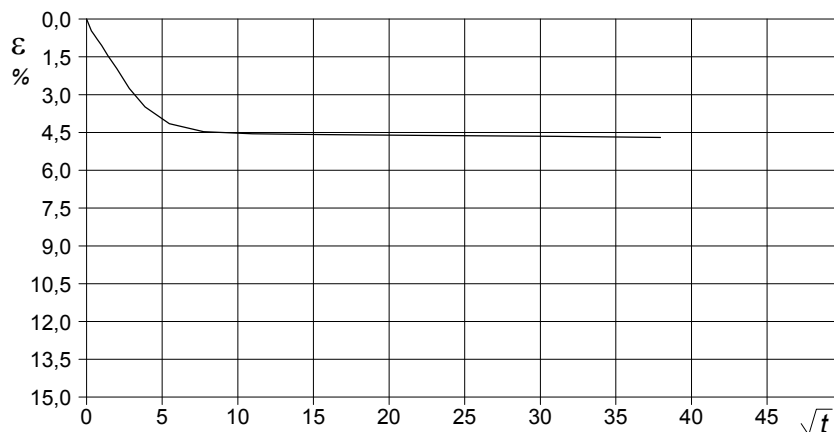


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,811
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	35,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,020

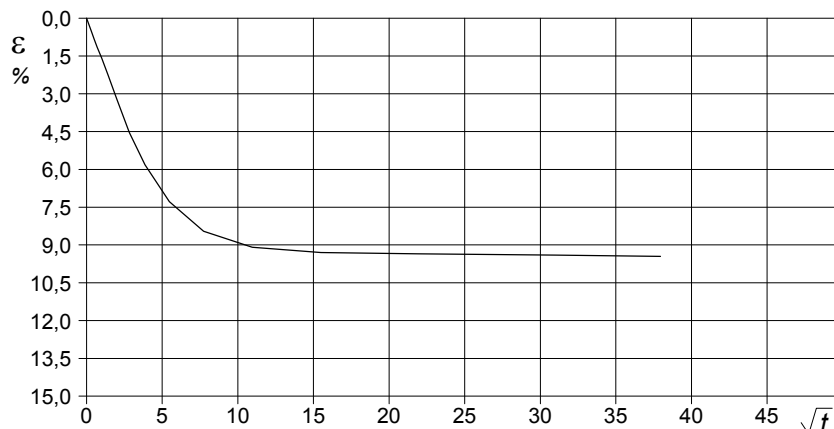
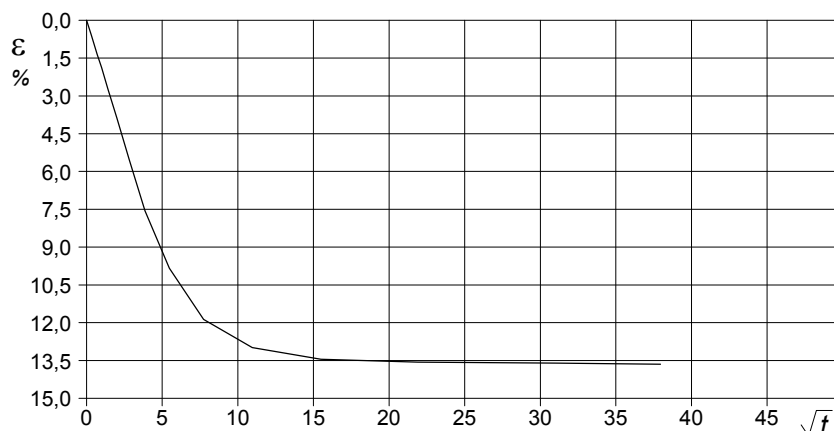


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,727
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	48,7
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,014



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

1023-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05895	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: SH2	PROFONDITA': m	4,90-5,20	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05896 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 10/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 12/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

PROFONDITA': m 4,90-5,20

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	350	400	500
Massa (g)	165,66	164,95	165,39	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	50	100	200
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	15,6	8,6	5,3
Volume (cm³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	67	72	78
Peso di volume (kN/m³)	18,7	18,6	18,7	Pressione interstiziale (kPa)	336	395	493
Umidità (%)	26,4	26,3	26,5	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	84	136	239
Peso specifico	2,72	2,72	2,72	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	34	36	39
Peso di volume secco (kN/m³)	14,8	14,7	14,8				
Grado di saturazione (%)	89,4	88,4	89,3				

Provini 1 e 2 realizzati con doppio fustellatore

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05896 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 10/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 12/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH2

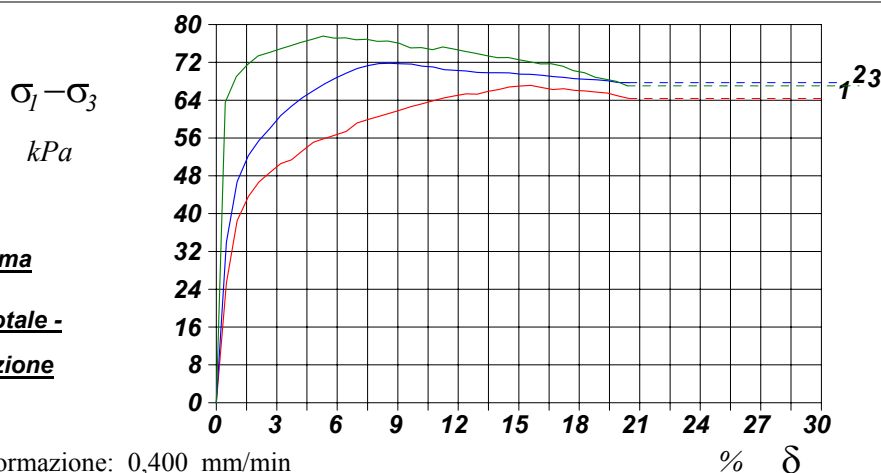
PROFONDITA': m 4,90-5,20

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

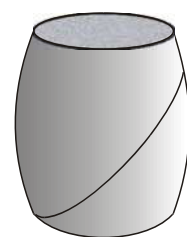
Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	18,7	2,72	26,4	89,4	350	300	50	15,6	67	84	34
2	7,62	3,81	18,6	2,72	26,3	88,4	400	300	100	8,6	72	136	36
3	7,62	3,81	18,7	2,72	26,5	89,3	500	300	200	5,3	78	239	39

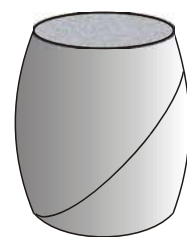
H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale
σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali



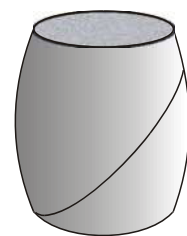
Tipo di rottura



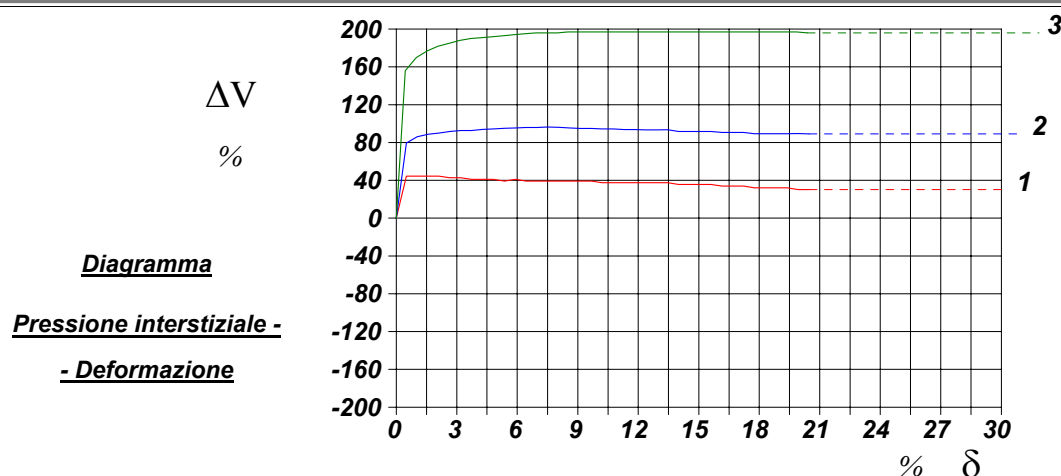
Provino 1



Provino 2



Provino 3



Provini 1 e 2 realizzati con doppio fustellatore

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05896 Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 10/11/23

Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 12/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: SH2 PROFONDITA': m 4,90-5,20

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,38	0,50	25,3	44,5	0,38	0,50	33,9	79,5	0,34	0,45	63,6	156,0
0,79	1,03	38,5	44,5	0,79	1,03	46,8	86,1	0,76	0,99	69,0	170,0
1,21	1,59	43,6	44,5	1,21	1,59	52,3	88,8	1,17	1,54	71,5	177,0
1,61	2,12	46,7	44,5	1,61	2,12	55,4	89,9	1,58	2,08	73,4	182,0
2,02	2,65	48,7	42,7	2,02	2,65	58,0	91,6	2,00	2,63	74,1	185,0
2,43	3,19	50,6	42,7	2,43	3,19	60,7	92,7	2,40	3,15	74,8	188,0
2,84	3,73	51,4	41,0	2,84	3,73	62,8	92,7	2,81	3,69	75,5	190,0
3,26	4,27	53,3	41,0	3,26	4,27	64,5	93,8	3,21	4,21	76,2	191,0
3,68	4,82	55,1	41,0	3,68	4,82	66,0	94,4	3,63	4,77	76,9	192,0
4,09	5,37	55,9	39,2	4,09	5,37	67,4	95,0	4,04	5,30	77,6	193,0
4,50	5,91	56,7	41,0	4,50	5,91	68,7	95,5	4,46	5,85	77,1	194,0
4,91	6,44	57,4	39,2	4,91	6,44	69,7	95,8	4,88	6,40	77,2	195,0
5,32	6,98	59,2	39,2	5,32	6,98	70,7	95,8	5,28	6,93	76,8	196,0
5,72	7,51	59,9	39,2	5,72	7,51	71,3	96,4	5,68	7,45	76,9	196,0
6,14	8,06	60,6	39,2	6,14	8,06	71,8	95,9	6,09	7,99	76,4	196,0
6,55	8,60	61,3	39,2	6,55	8,60	71,8	95,4	6,49	8,51	76,5	197,0
6,96	9,13	61,9	39,2	6,96	9,13	71,7	94,8	6,92	9,08	76,1	197,0
7,37	9,67	62,7	39,2	7,37	9,67	71,6	94,8	7,34	9,63	75,1	197,0
7,78	10,21	63,2	37,4	7,78	10,21	71,2	94,3	7,75	10,17	75,1	197,0
8,20	10,76	63,9	37,4	8,20	10,76	71,0	94,3	8,16	10,71	74,7	197,0
8,62	11,31	64,5	37,4	8,62	11,31	70,5	93,8	8,56	11,23	75,3	197,0
9,03	11,85	64,9	37,4	9,03	11,85	70,3	93,8	8,98	11,78	74,8	197,0
9,43	12,38	65,3	37,4	9,43	12,38	70,2	93,2	9,38	12,31	74,4	197,0
9,86	12,94	65,3	37,4	9,86	12,94	69,9	93,2	9,81	12,87	73,9	197,0
10,26	13,46	65,9	37,4	10,26	13,46	69,8	93,6	10,21	13,40	73,4	197,0
10,67	14,01	66,3	35,6	10,67	14,01	69,8	91,7	10,63	13,94	73,0	197,0
11,08	14,53	66,8	35,6	11,08	14,53	69,8	91,7	11,04	14,48	73,0	197,0
11,49	15,08	67,0	35,6	11,49	15,08	69,5	91,7	11,44	15,01	72,6	197,0
11,89	15,60	67,1	35,6	11,89	15,60	69,5	91,7	11,83	15,52	72,1	197,0
12,31	16,15	66,7	33,8	12,31	16,15	69,3	90,6	12,25	16,07	71,7	197,0
12,72	16,70	66,2	33,8	12,72	16,70	69,0	90,6	12,66	16,62	71,7	197,0
13,13	17,23	66,4	33,8	13,13	17,23	68,8	90,6	13,09	17,17	71,2	197,0
13,53	17,76	66,1	32,1	13,53	17,76	68,6	89,3	13,49	17,71	70,3	197,0
13,96	18,32	65,9	32,1	13,96	18,32	68,4	89,3	13,91	18,26	69,8	197,0
14,36	18,85	65,7	32,1	14,36	18,85	68,3	89,3	14,31	18,78	68,9	197,0
14,78	19,39	65,5	32,1	14,78	19,39	68,1	89,3	14,72	19,31	68,4	197,0
15,18	19,93	64,9	30,3	15,18	19,93	67,8	89,6	15,13	19,85	68,0	197,0
15,60	20,47	64,4	30,3	15,60	20,47	67,7	89,1	15,54	20,39	67,1	196,0

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITÀ: m 10,45-10,85

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,76

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 68,4 %
Limite di plasticità 33,4 %
Indice di plasticità 35,0 %
Indice di consistenza 1,06
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 3,4 %
Limo 18,1 %
Argilla 78,5 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A7-5 I.G. = 20

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 7,2 kPa
Angolo di attrito interno: 19,7 °

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 80,6 kPa

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
24,5 ÷ 49,0	2757	---	---
49,0 ÷ 98,1	3167	0,000943	2,92E-08
98,1 ÷ 196,1	4452	0,000737	1,62E-08
196,1 ÷ 392,3	6853	0,000713	1,02E-08
392,3 ÷ 784,5	10360	---	---
784,5 ÷ 1569,0	18263	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

CF GR ED TD TX

cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Argilla limosa, di colore grigio, consistente. Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q5

1024-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

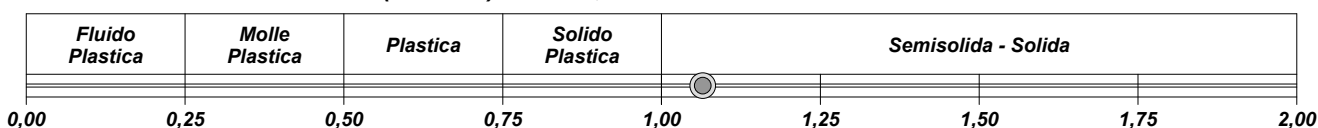
Argilla limosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

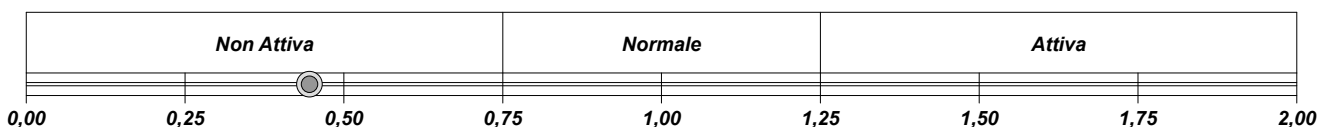
Abaco di plasticità di Casagrande

MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 1,06$

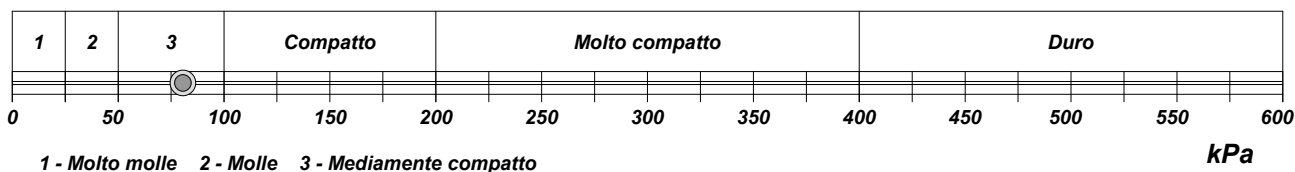


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,45



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 81 kPa

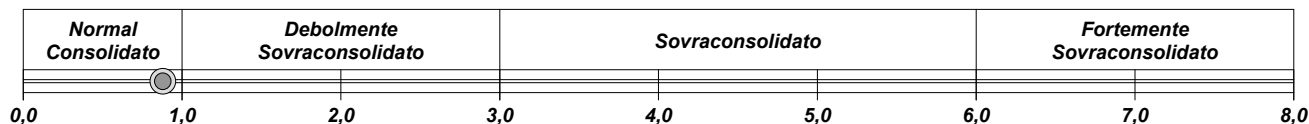


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 194,8 kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 171,1 kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,88



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05897 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,76

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,76

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 4,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05898 Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 14/11/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: SH3 PROFONDITA': m 10,45-10,85

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

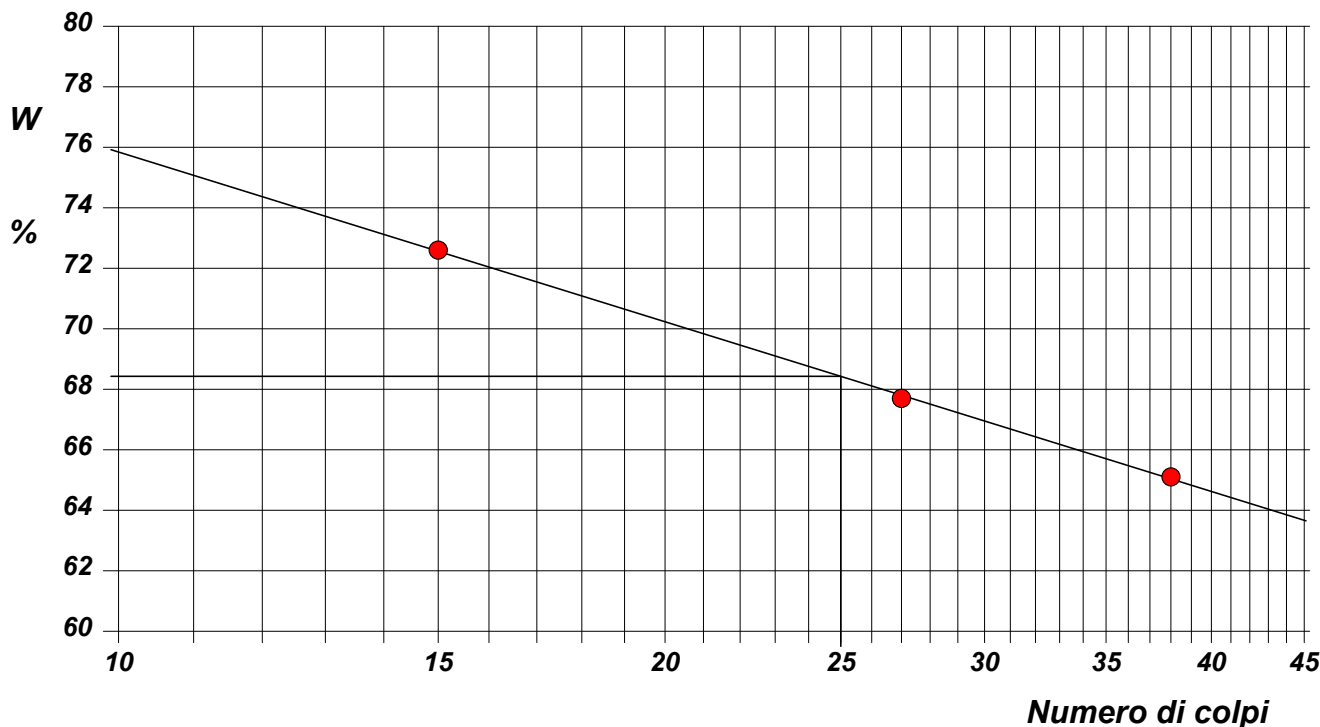
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	68,4 %
Limite di plasticità	33,4 %
Indice di plasticità	35,0 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	27	38			Umidità (%)	33,3	33,4
Umidità (%)	72,6	67,7	65,1			Umidità media	33,4	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05898 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 14/11/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

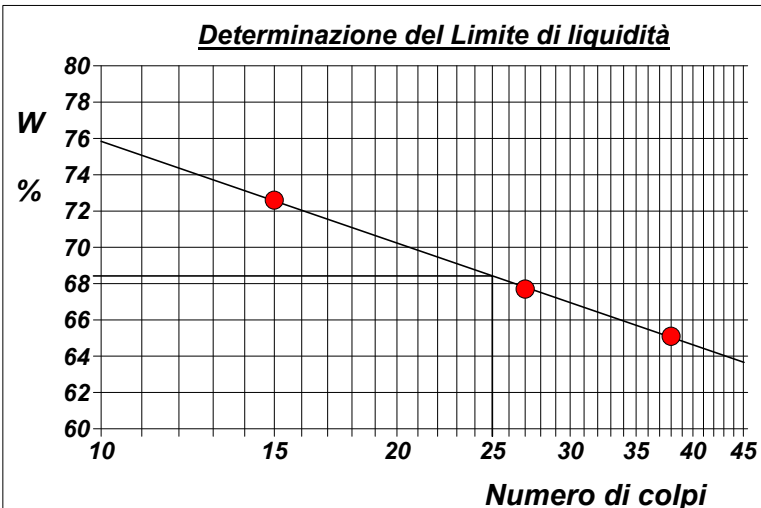
CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 68,4 %
Limite di plasticità 33,4 %
Indice di plasticità 35,0 %
Indice di consistenza 1,06
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

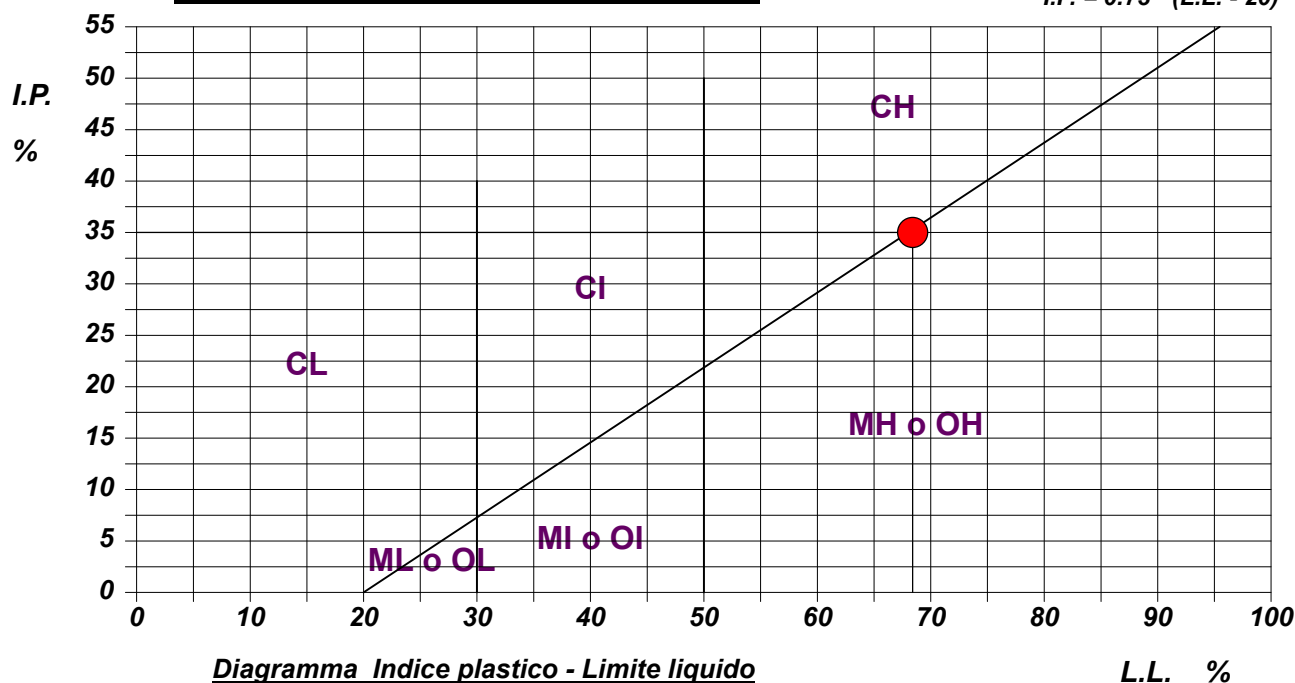
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05899 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

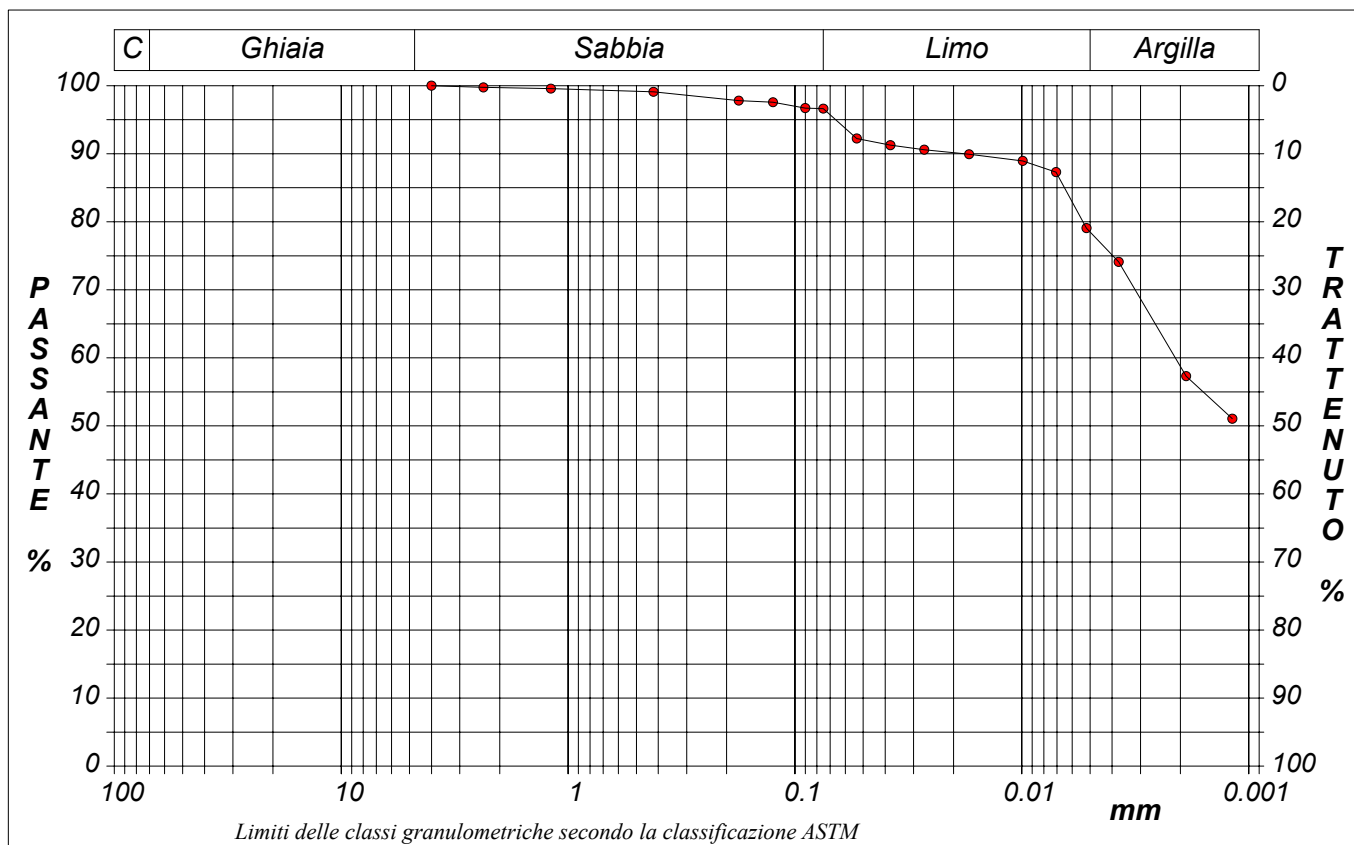
CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	D10	---	mm
Sabbia	3,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,1 %	D30	---	mm
Limo	18,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96,6 %	D50	---	mm
Argilla	78,5 %			D60	0,00210	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,01789 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,0000	100,00	0,1250	97,56	0,0269	90,59	0,0037	74,12		
2,3600	99,75	0,0900	96,70	0,0171	89,93	0,0019	57,32		
1,1900	99,58	0,0750	96,64	0,0099	88,94	0,0012	51,06		
0,4200	99,10	0,0534	92,24	0,0071	87,30				
0,1770	97,81	0,0380	91,25	0,0052	79,06				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05899 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

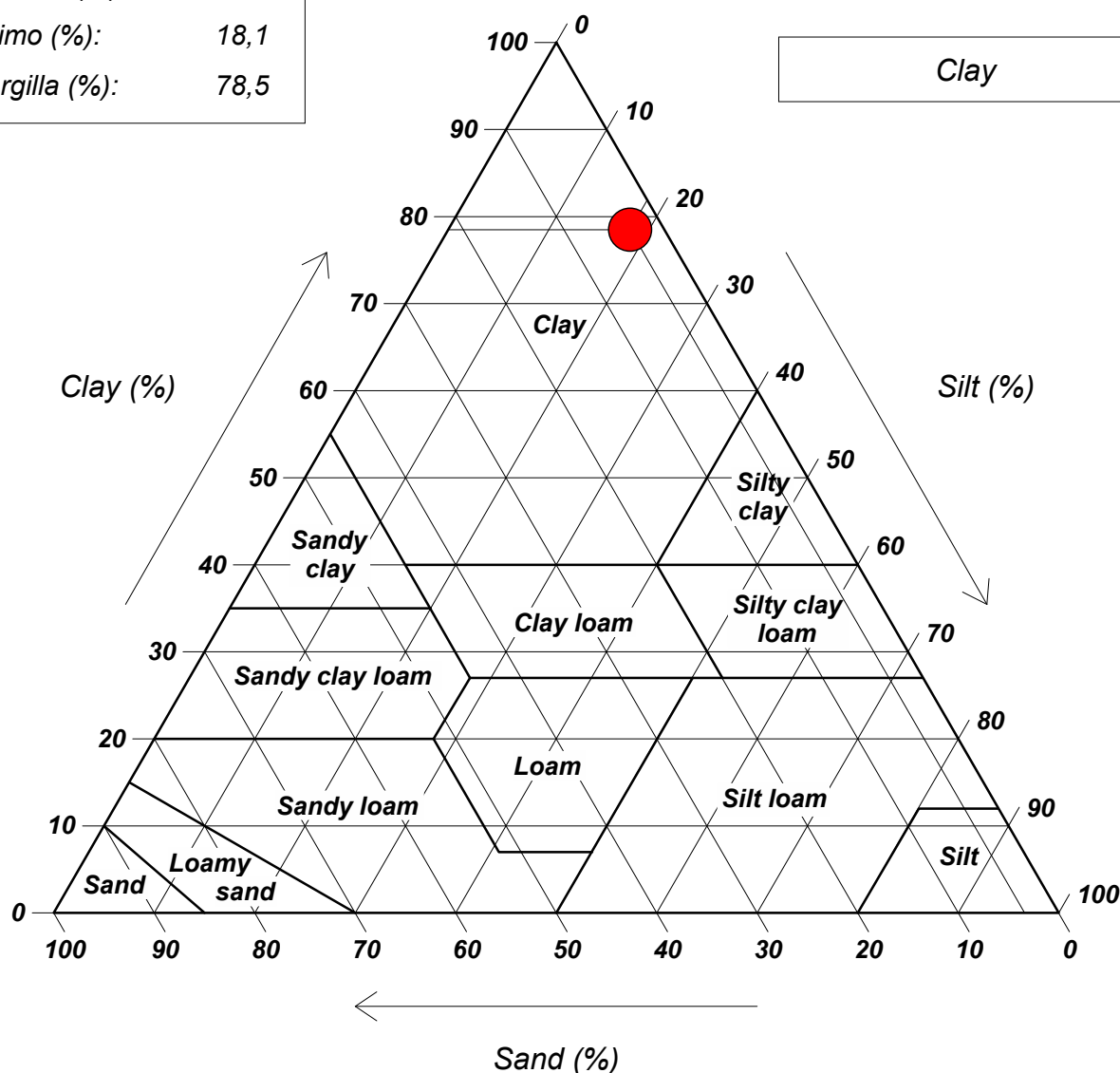
Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 3,4

Limo (%): 18,1

Argilla (%): 78,5

Diagramma U.S.D.A.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05900 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 04/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

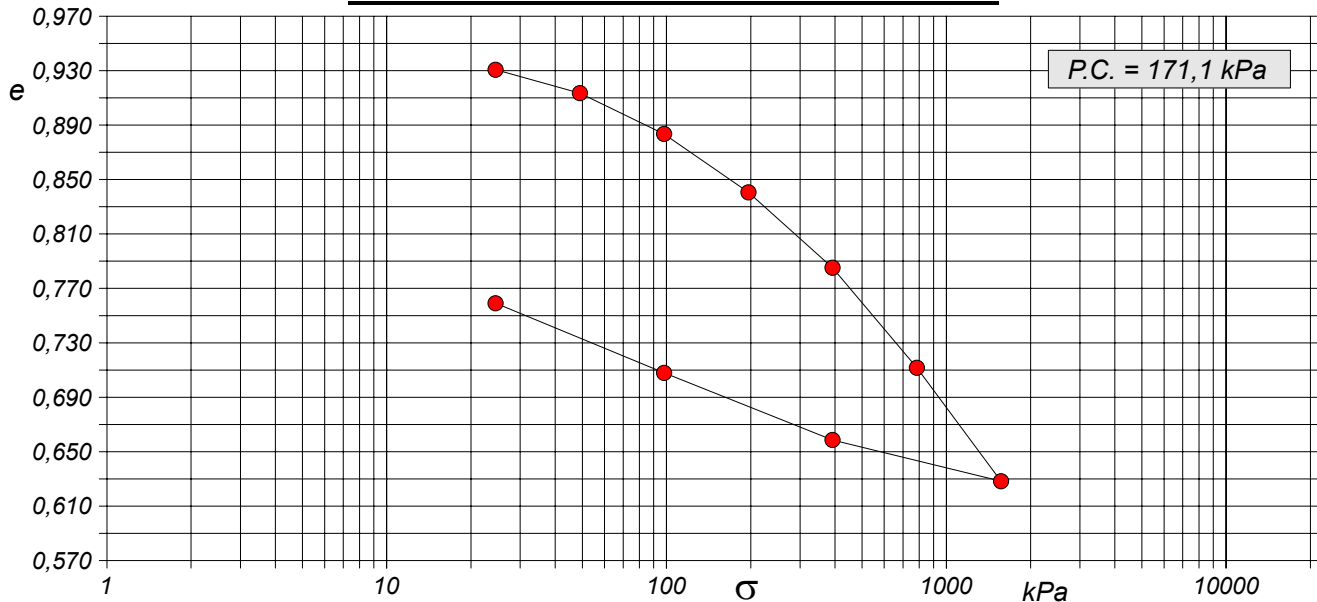
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

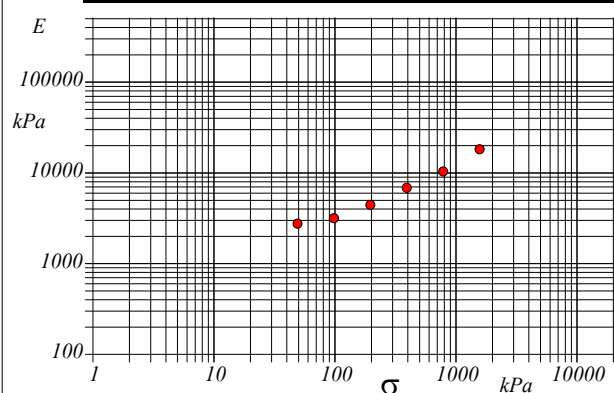
Peso di volume (kN/m ³)	18,31	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,94
Umidità (%)	31,1	Volume provino (cm ³)	39,99	Porosità (%)	48,45
Peso specifico	2,76	Volume dei vuoti (cm ³)	19,37	Saturazione (%)	91,5

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
24,5	9,5	0,931				
49,0	27,3	0,913	0,057	2757		
98,1	58,3	0,883	0,100	3167	0,000943	2,92E-08
196,1	102,4	0,841	0,142	4452	0,000737	1,62E-08
392,3	159,7	0,785	0,184	6853	0,000713	1,02E-08
784,5	235,5	0,712	0,244	10360		
1569,0	321,5	0,628	0,277	18263		
392,3	290,3	0,659				
98,1	239,4	0,708				
24,5	186,6	0,759				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05900 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 04/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

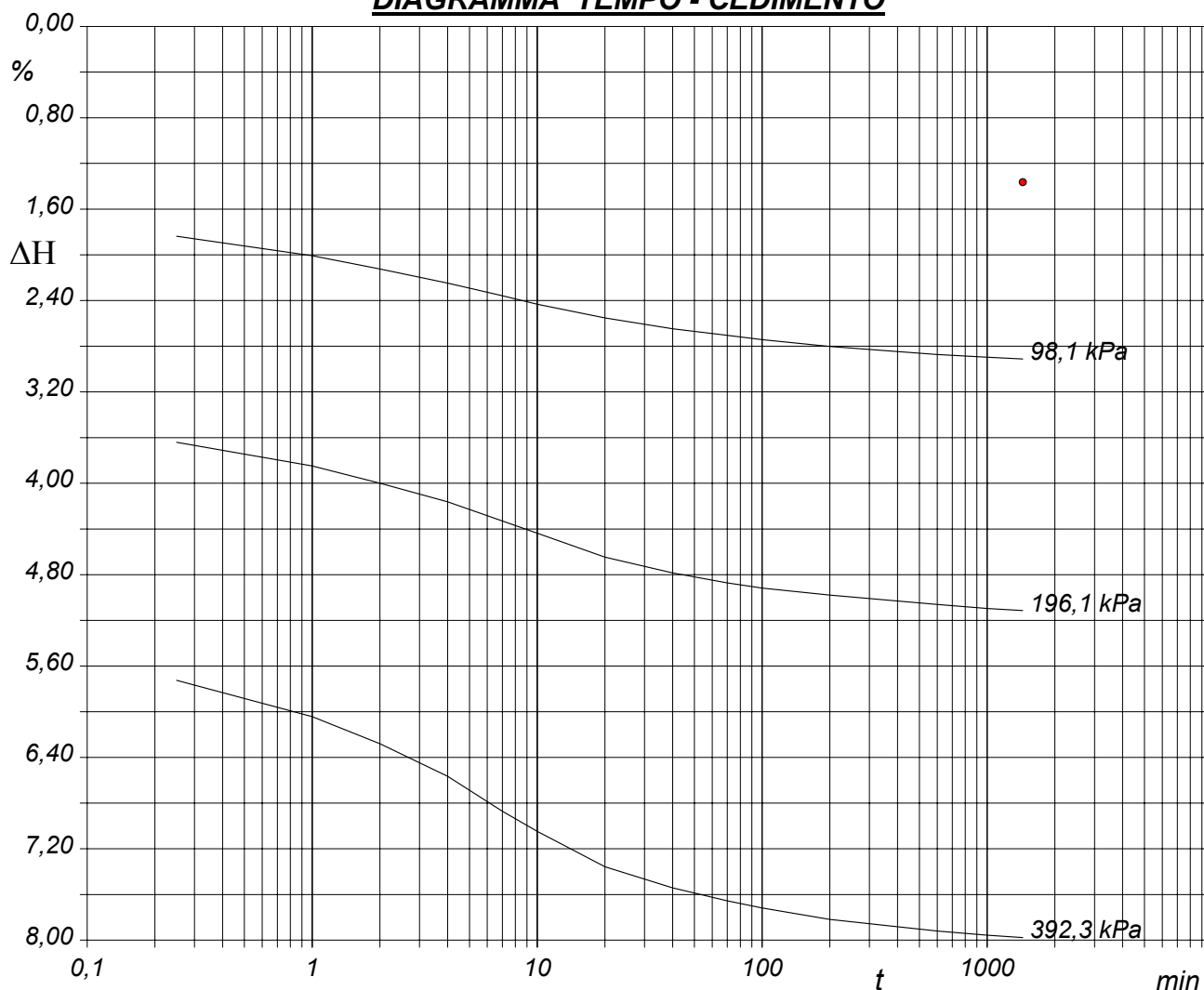
CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05900 <i>Pagina 3/3</i>		DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 04/11/23
COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring			
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: SH3	PROFONDITA': m 10,45-10,85	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	27,3	0,00	58,3	0,00	102,4		
0,25	36,8	0,25	72,9	0,25	114,6		
1,00	40,2	1,00	77,0	1,00	121,0		
2,00	42,5	2,00	80,1	2,00	125,7		
4,00	45,0	4,00	83,3	4,00	131,4		
7,00	47,2	7,00	86,7	7,00	137,6		
10,00	48,7	10,00	88,8	10,00	141,1		
20,00	51,1	20,00	93,0	20,00	147,3		
40,00	53,0	40,00	95,8	40,00	151,0		
70,00	54,2	70,00	97,5	70,00	153,3		
100,00	54,9	100,00	98,5	100,00	154,5		
200,00	56,1	200,00	99,7	200,00	156,5		
600,00	57,5	600,00	101,3	600,00	158,6		
1000,00	58,0	1000,00	102,0	1000,00	159,3		
1440,00	58,3	1440,00	102,4	1440,00	159,7		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05901 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	31,3 33,1	31,0 30,7	31,1 28,9
Peso di volume (kN/m³):	18,3	18,3	18,3
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

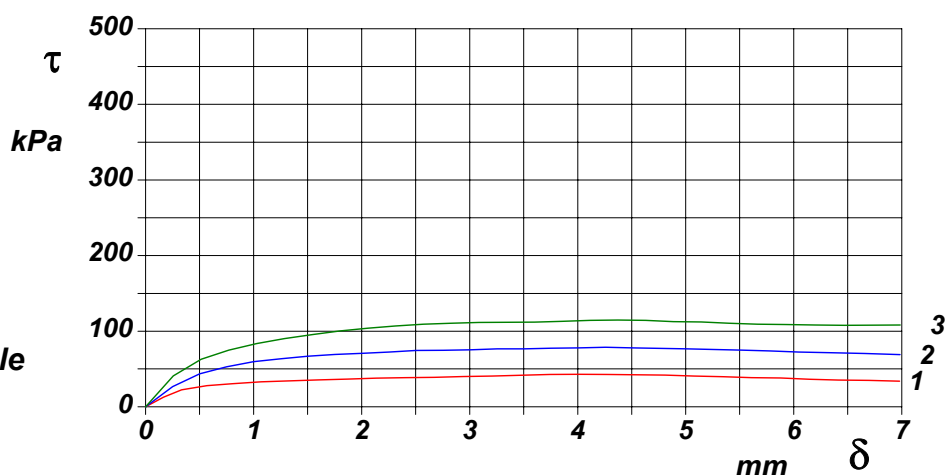
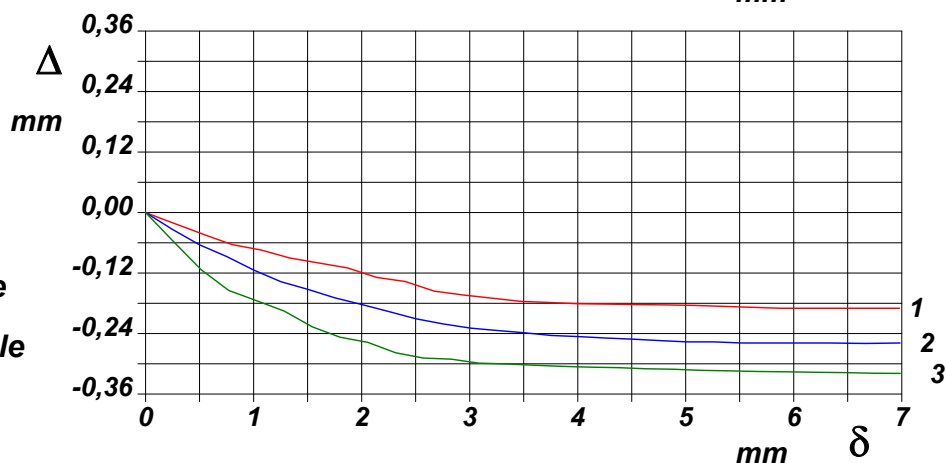


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	SH3	PROFONDITA': m 10,45-10,85

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05901 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,968
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	24,3
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,021

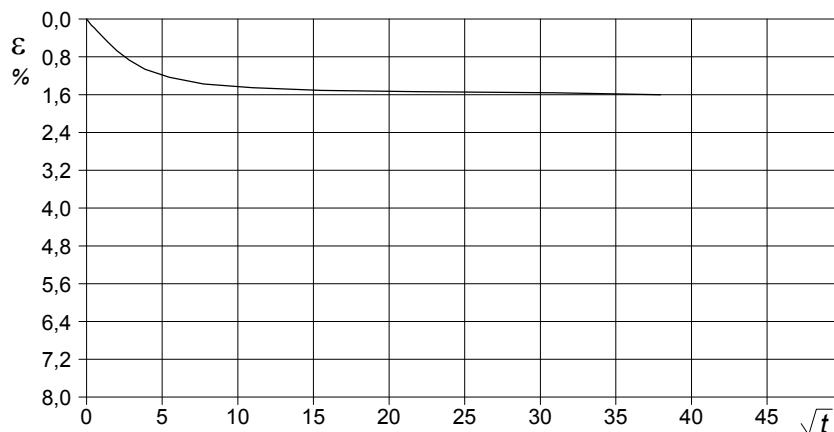


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,902
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	32,0
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,016

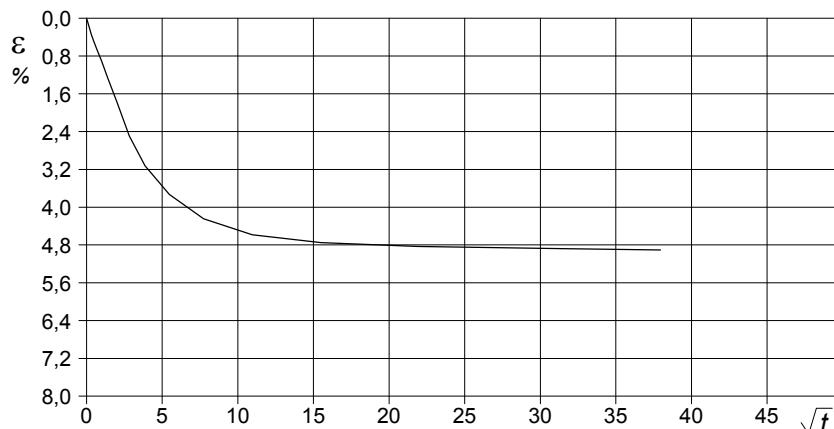
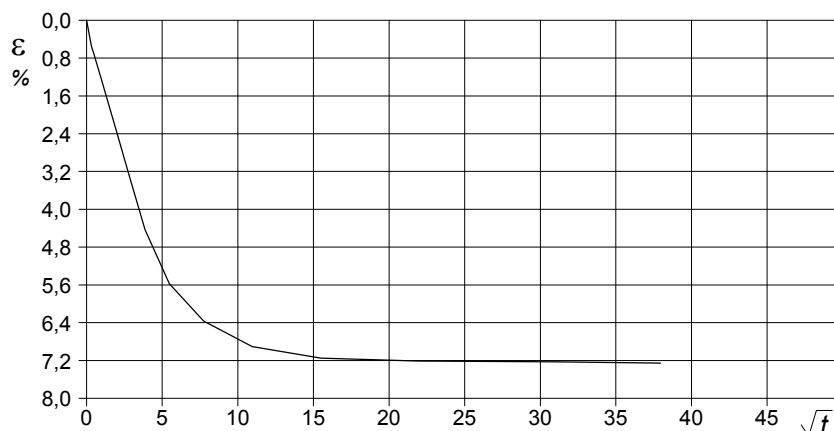


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,855
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	41,7
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,012



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

1024-23

SGEO - Laboratorio 7.0 - 2022

LO SPERIMENTATORE
dott. Geol. GRAZIANO Giuseppe Mario

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
dott. Geol. CARBONE Raffaele

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05901	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: SH3	PROFONDITA': m	10,45-10,85	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05902 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 11/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 12/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	164,47	164,08	164,54	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	9,6	11,8	12,9
Volume (cm³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	155	161	167
Peso di volume (kN/m³)	18,6	18,5	18,6	Pressione interstiziale (kPa)	375	482	586
Umidità (%)	31,2	31,1	31,0	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	178	281	384
Peso specifico	2,76	2,76	2,76	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	78	81	84
Peso di volume secco (kN/m³)	14,1	14,1	14,2				
Grado di saturazione (%)	94,3	93,7	94,1				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05902 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 11/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 12/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH3

PROFONDITA': m 10,45-10,85

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o	φ	γ	γ _s	w	S _o	σ ₃	u _o	σ' ₃	δ _f	σ ₁ -σ ₃	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$
	cm	cm	kN/m ³		%	%	kPa	kPa	kPa	%	kPa	kPa	kPa
1	7,62	3,81	18,6	2,76	31,2	94,3	400	300	100	9,6	155	178	78
2	7,62	3,81	18,5	2,76	31,1	93,7	500	300	200	11,8	161	281	81
3	7,62	3,81	18,6	2,76	31,0	94,1	600	300	300	12,9	167	384	84

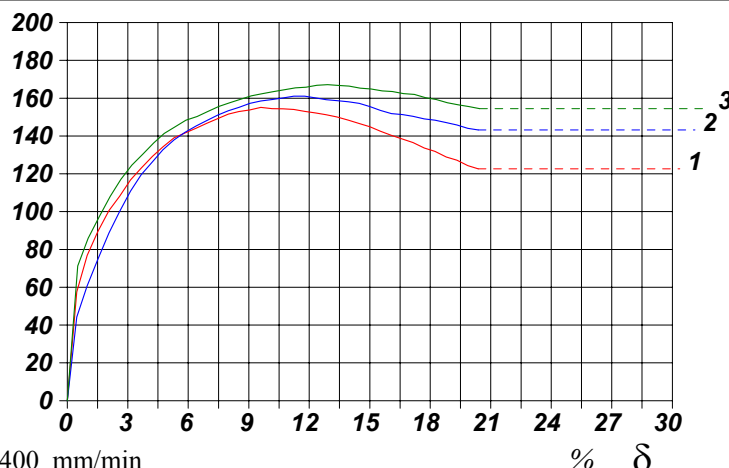
H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale
σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

σ₁-σ₃
kPa

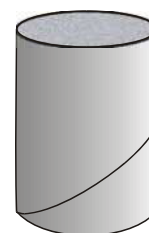
Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione

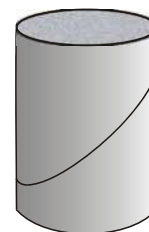
Velocità di deformazione: 0,400 mm/min



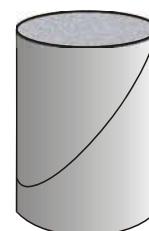
Tipo di rottura



Provino 1



Provino 2

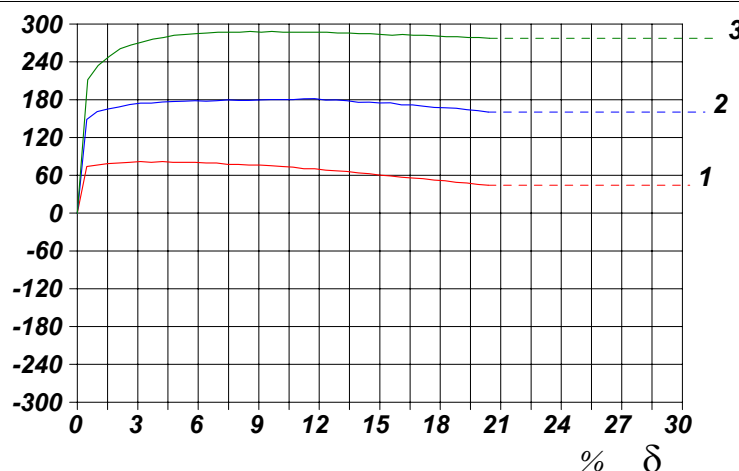


Provino 3

ΔV
%

Diagramma

Pressione interstiziale -
- Deformazione



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05902	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 11/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 12/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring			
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: SH3	PROFONDITA': m	10,45-10,85

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,36	0,47	57,5	74,0	0,36	0,47	44,2	148,6	0,39	0,51	71,2	211,7
0,75	0,99	76,8	76,3	0,75	0,99	60,8	161,2	0,79	1,04	85,9	234,4
1,15	1,51	89,4	78,5	1,15	1,51	74,6	165,2	1,21	1,59	97,4	248,8
1,57	2,06	100,6	79,7	1,57	2,06	88,7	168,5	1,62	2,13	108,1	260,7
1,98	2,60	108,2	80,8	1,98	2,60	100,1	172,4	2,03	2,66	117,1	266,7
2,39	3,14	116,8	81,9	2,39	3,14	110,9	174,4	2,44	3,20	124,6	271,5
2,80	3,67	123,1	80,8	2,80	3,67	119,7	174,4	2,86	3,75	130,5	276,3
3,22	4,23	129,2	81,9	3,22	4,23	126,4	176,4	3,27	4,28	136,3	278,7
3,61	4,74	134,2	80,8	3,61	4,74	132,8	177,0	3,66	4,80	141,4	282,3
4,04	5,30	139,1	80,8	4,04	5,30	138,0	177,7	4,08	5,35	144,9	283,5
4,45	5,83	141,7	80,8	4,45	5,83	141,9	178,4	4,48	5,88	148,4	284,7
4,87	6,39	144,2	79,7	4,87	6,39	145,3	177,7	4,91	6,44	150,4	285,9
5,27	6,91	146,7	79,7	5,27	6,91	148,1	178,4	5,32	6,98	153,0	287,0
5,68	7,46	149,2	77,4	5,68	7,46	151,1	179,6	5,73	7,52	155,7	287,0
6,09	7,99	151,6	77,4	6,09	7,99	153,4	179,0	6,14	8,06	157,6	287,0
6,49	8,51	152,9	76,3	6,49	8,51	155,1	179,0	6,53	8,57	159,5	288,2
6,90	9,06	153,7	76,3	6,90	9,06	157,3	179,6	6,95	9,12	161,3	287,0
7,32	9,60	155,2	75,1	7,32	9,60	158,5	180,3	7,35	9,65	162,4	288,2
7,74	10,15	154,5	74,0	7,74	10,15	159,3	180,3	7,77	10,20	163,5	287,0
8,15	10,70	154,4	72,8	8,15	10,70	160,1	180,2	8,20	10,76	164,5	287,0
8,56	11,23	154,1	70,6	8,56	11,23	161,0	181,5	8,62	11,31	165,5	287,0
8,97	11,78	153,1	70,6	8,97	11,78	161,1	181,6	9,02	11,84	165,8	287,0
9,39	12,32	152,1	68,3	9,39	12,32	160,1	179,3	9,43	12,38	166,8	287,0
9,78	12,84	151,2	67,1	9,78	12,84	159,2	179,8	9,84	12,91	167,2	285,9
10,20	13,38	150,1	66,0	10,20	13,38	158,7	178,5	10,25	13,45	166,8	285,9
10,62	13,94	148,3	63,7	10,62	13,94	158,2	175,9	10,64	13,97	166,4	284,7
11,03	14,48	146,6	62,6	11,03	14,48	157,2	176,2	11,07	14,52	165,4	284,7
11,43	15,00	144,9	60,3	11,43	15,00	155,6	174,9	11,48	15,06	165,0	283,5
11,84	15,53	142,6	59,2	11,84	15,53	153,5	175,1	11,90	15,61	163,9	282,3
12,25	16,08	140,3	56,9	12,25	16,08	151,9	171,7	12,29	16,13	163,5	283,5
12,67	16,62	138,4	55,8	12,67	16,62	151,3	171,7	12,70	16,67	162,5	282,3
13,07	17,15	136,5	54,6	13,07	17,15	150,4	169,8	13,11	17,21	162,1	282,3
13,49	17,70	133,6	52,4	13,49	17,70	149,1	167,7	13,53	17,75	160,4	281,1
13,90	18,23	131,8	51,2	13,90	18,23	148,3	167,4	13,94	18,30	159,3	279,9
14,32	18,79	129,0	48,9	14,32	18,79	147,0	166,4	14,36	18,84	157,6	279,9
14,72	19,32	127,2	47,8	14,72	19,32	145,9	164,2	14,78	19,39	156,6	278,7
15,14	19,87	124,4	45,5	15,14	19,87	144,1	162,7	15,18	19,92	155,5	278,7
15,53	20,38	122,6	44,4	15,53	20,38	143,2	160,2	15,58	20,45	154,5	277,5

1024-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,76

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità 66,2 %
Limite di plasticità 31,3 %
Indice di plasticità 34,9 %
Indice di consistenza 0,45
Passante al set. n° 40 SI

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia %
Sabbia 1,5 %
Limo 21,7 %
Argilla 76,8 %

CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A7-5 I.G. = 20

TAGLIO DIRETTO

Coesione: 5,9 kPa
Angolo di attrito interno: 19,3 °

COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Coesione: (c_u) 70,9 kPa

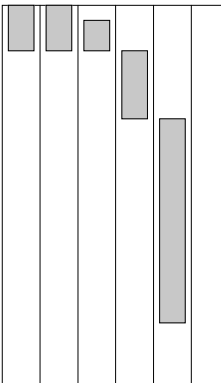
PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
6,1 ÷ 12,3	734	---	---
12,3 ÷ 24,5	451	---	---
24,5 ÷ 49,0	660	---	---
49,0 ÷ 98,1	986	0,000209	2,08E-08
98,1 ÷ 196,1	1693	0,000152	8,81E-09
196,1 ÷ 392,3	3159	0,000124	3,86E-09
392,3 ÷ 784,5	5485	---	---

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove
CF GR ED TD TX



cm
0
10
20
30
40
50

Rp
kPa
40
35
40

VT
kPa

cm
50

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Argilla limosa, di colore grigio, poco consistente.
Struttura omogenea. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Cilindrico - Qualità Campione: Q5

1025-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

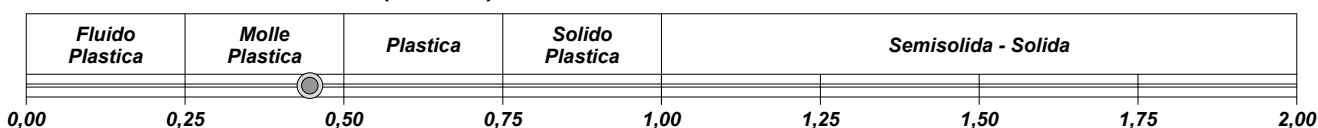
Argilla limosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

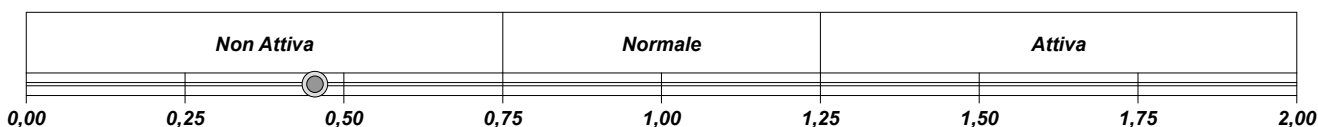
Abaco di plasticità di Casagrande

CH - Argille inorganiche ad alta compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0,45$

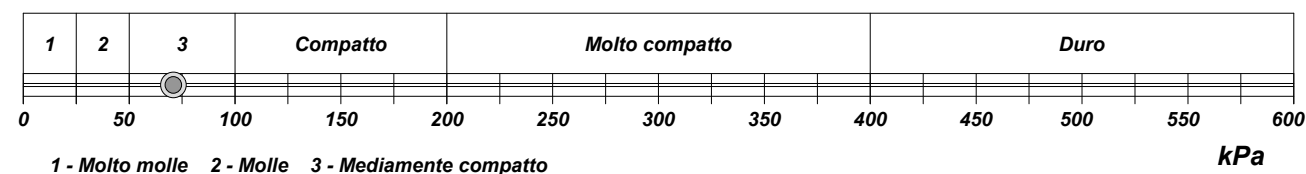


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0,45



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova Triassiale U.U.] = 71 kPa

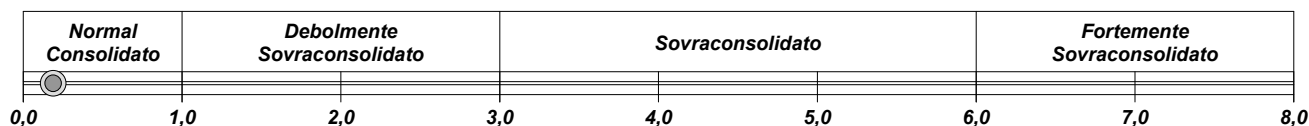


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 248,7 kPa

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 46,9 kPa

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0,19



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05903 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 09/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,76

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,76

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05904 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 66,2 %

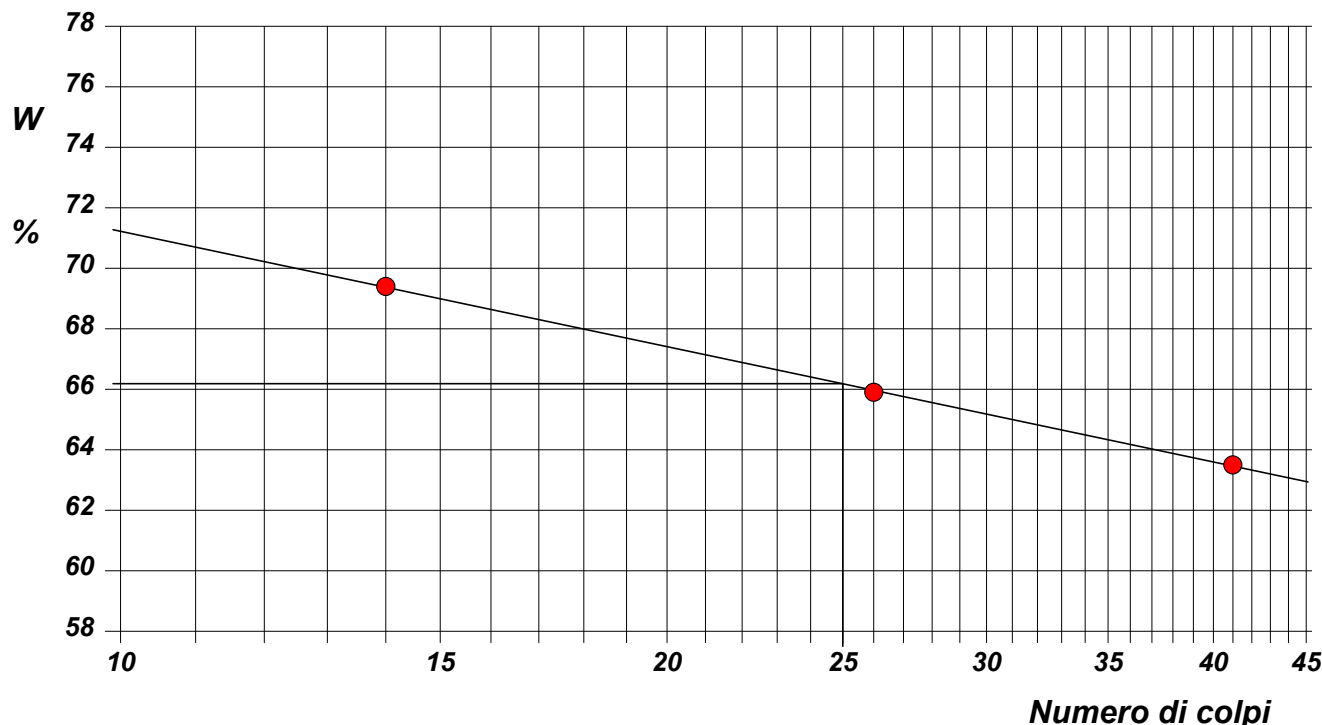
Limite di plasticità 31,3 %

Indice di plasticità 34,9 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	14	26	41			Umidità (%)	31,3	31,3
Umidità (%)	69,4	65,9	63,5			Umidità media	31,3	

Determinazione del Limite di liquidità



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05904 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 14/11/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

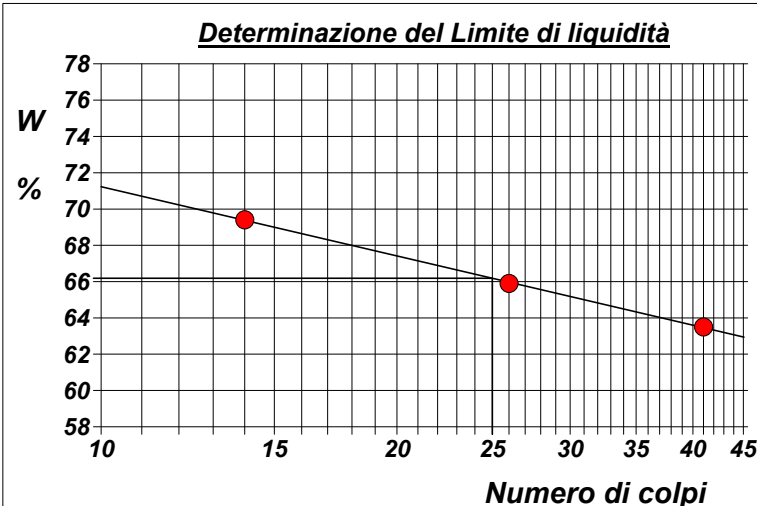
CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 66,2 %
Limite di plasticità 31,3 %
Indice di plasticità 34,9 %
Indice di consistenza 0,45
Passante al set. n° 40 SI



C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

M - Limi inorganici

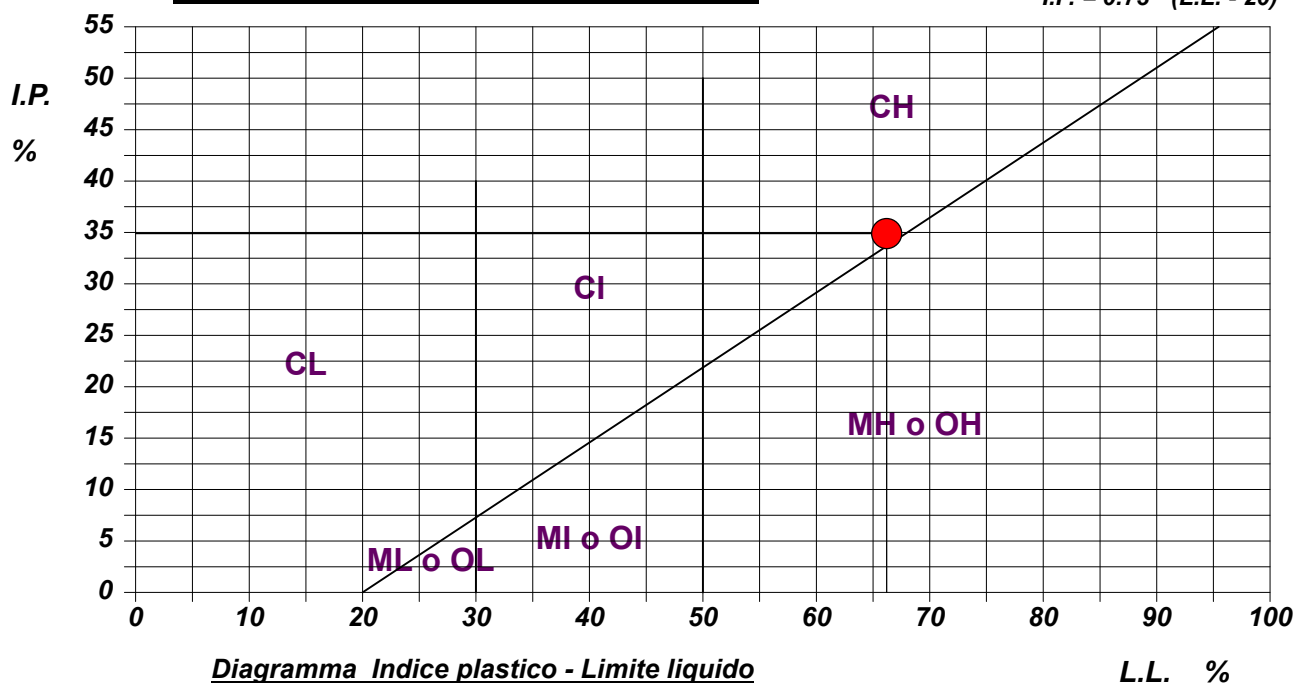
I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05905 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

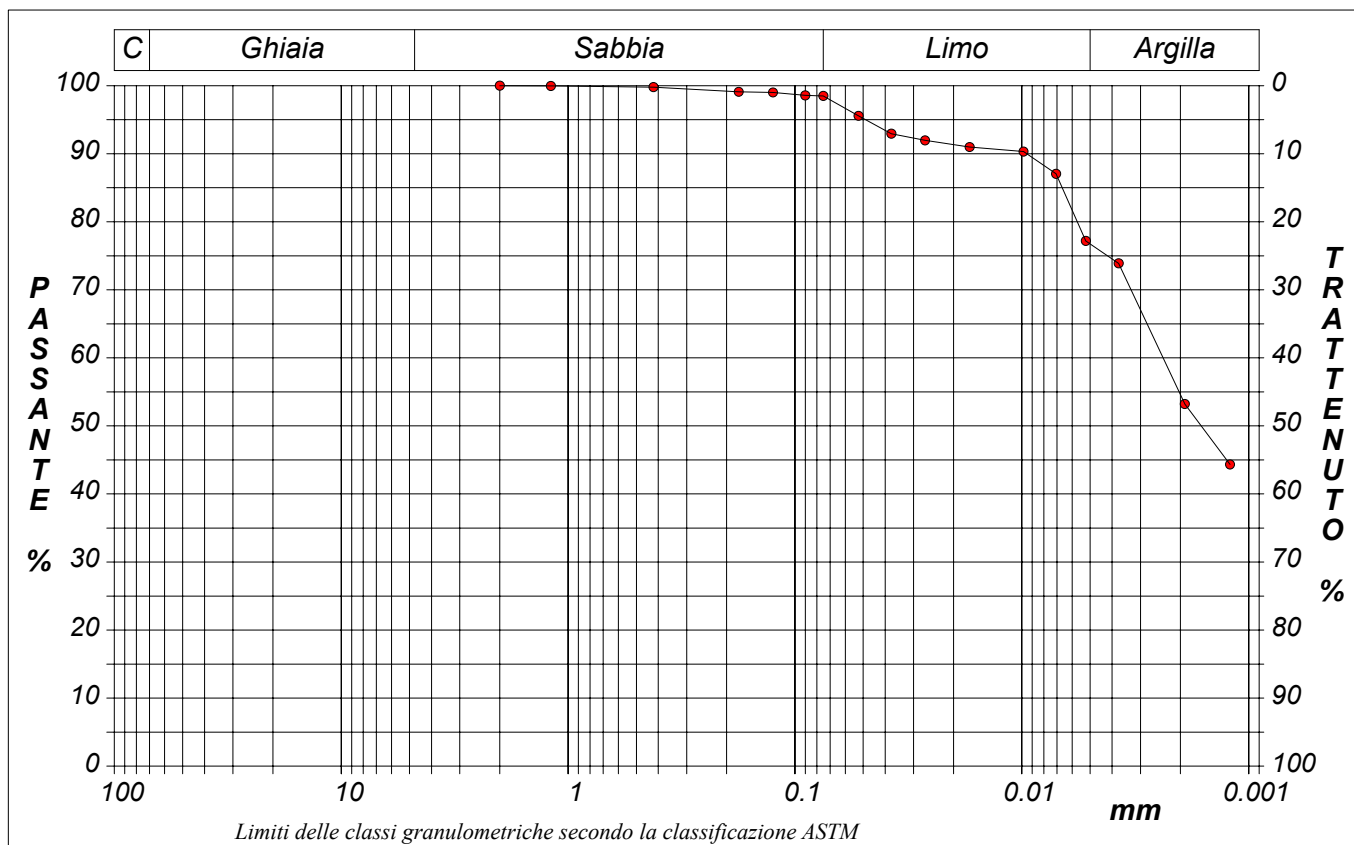
CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	1,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,8 %	D30	---	mm
Limo	21,7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98,5 %	D50	0,00162	mm
Argilla	76,8 %			D60	0,00238	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,00951 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0900	98,58	0,0170	90,98	0,0019	53,21		
1,1900	99,96	0,0750	98,49	0,0098	90,33	0,0012	44,34		
0,4200	99,79	0,0524	95,58	0,0071	87,04				
0,1770	99,10	0,0376	92,95	0,0052	77,19				
0,1250	98,99	0,0267	91,97	0,0037	73,90				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05905 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

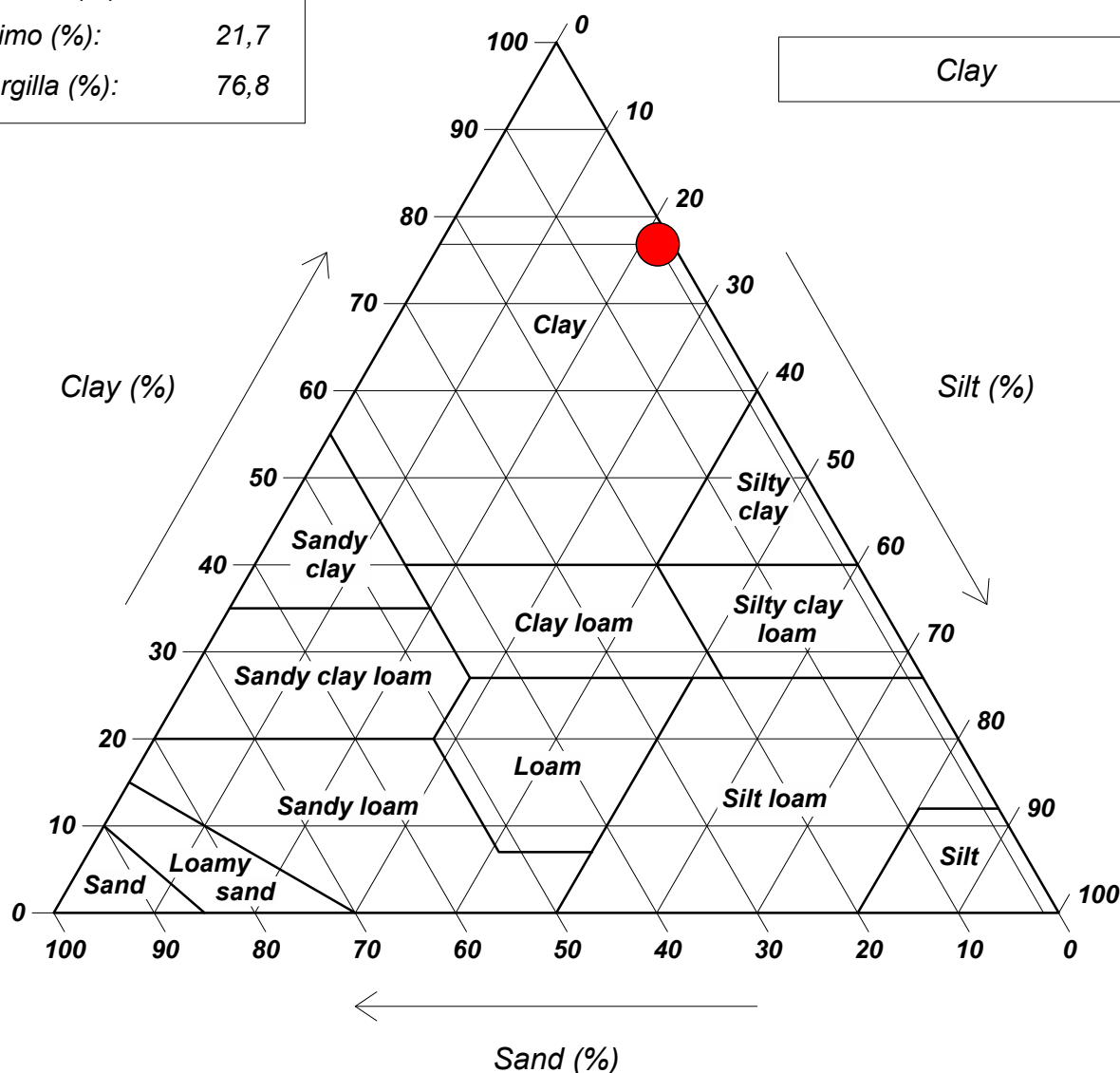
Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 1,5

Limo (%): 21,7

Argilla (%): 76,8

Diagramma U.S.D.A.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05906 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

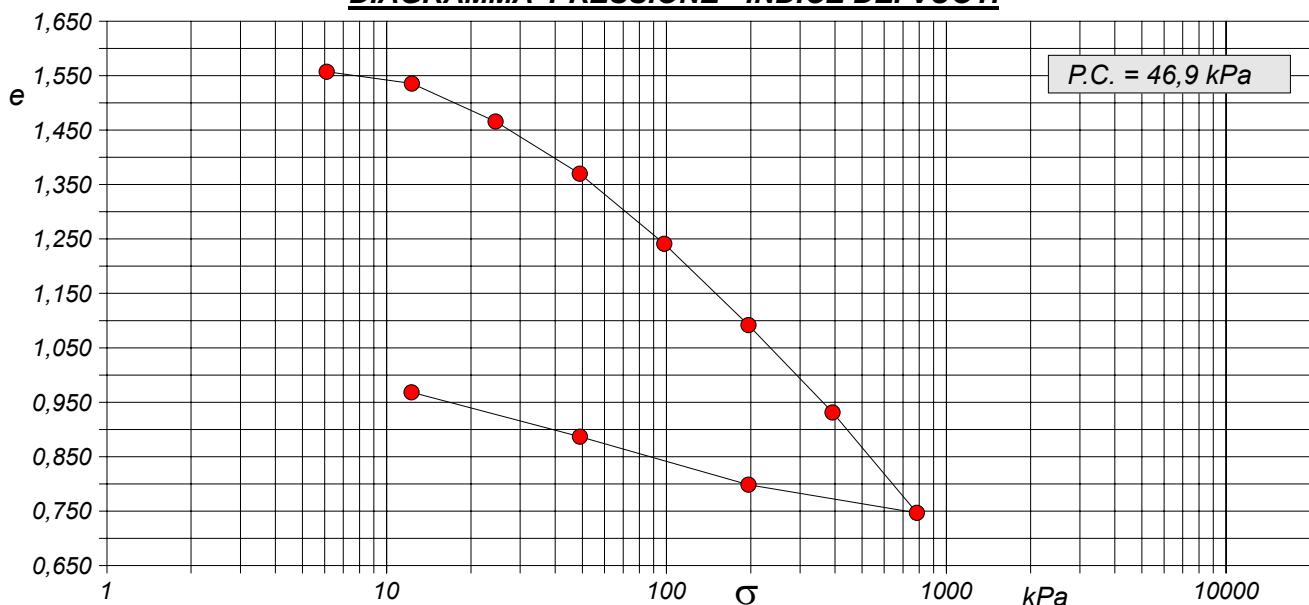
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

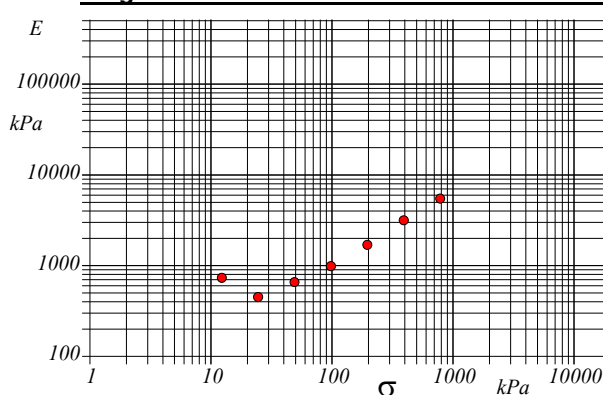
Peso di volume (kN/m ³)	15,80	Altezza provino (cm)	1,99	Indice dei vuoti	1,58
Umidità (%)	50,6	Volume provino (cm ³)	39,72	Porosità (%)	61,26
Peso specifico	2,76	Volume dei vuoti (cm ³)	24,33	Saturazione (%)	88,4

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
6,1	18,7	1,557				
12,3	35,5	1,535	0,072	734		
24,5	89,3	1,466	0,233	451		
49,0	163,2	1,370	0,318	660		
98,1	262,3	1,241	0,426	986	0,000209	2,08E-08
196,1	377,5	1,092	0,497	1693	0,000152	8,81E-09
392,3	501,1	0,931	0,532	3159	0,000124	3,86E-09
784,5	643,4	0,747	0,613	5485		
196,1	603,5	0,799				
49,0	535,6	0,887				
12,3	472,6	0,968				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05906 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

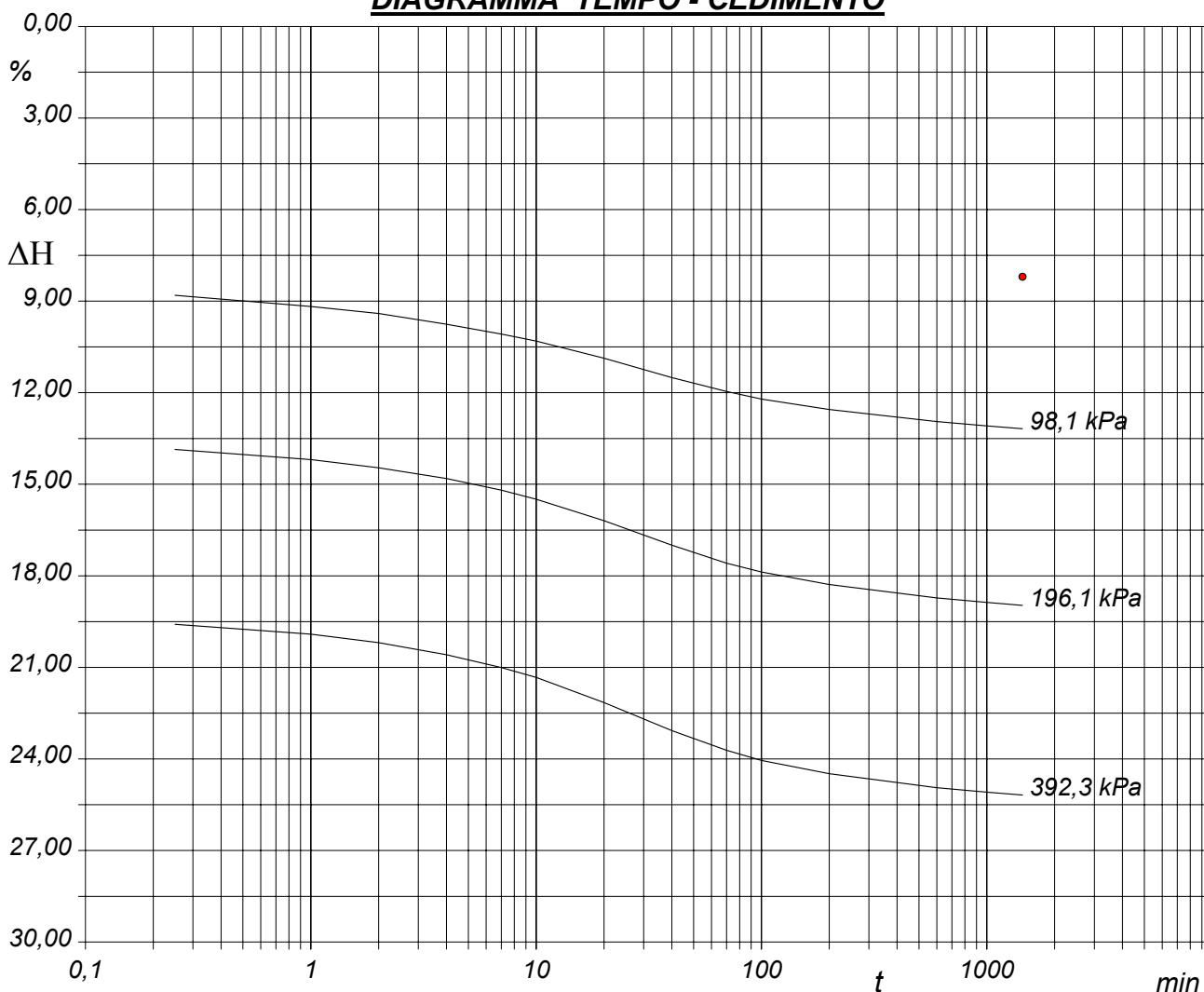
CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05906	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring	
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)	
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: SH4 PROFONDITA': m 15,55-16,05

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa		Pressione 196,1 kPa		Pressione 392,3 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	163,2	0,00	262,3	0,00	377,5		
0,25	175,3	0,25	275,8	0,25	389,8		
1,00	182,6	1,00	282,5	1,00	396,3		
2,00	187,2	2,00	287,7	2,00	401,8		
4,00	194,2	4,00	294,8	4,00	409,6		
7,00	200,6	7,00	302,3	7,00	418,0		
10,00	205,2	10,00	308,3	10,00	424,5		
20,00	216,3	20,00	322,3	20,00	440,8		
40,00	228,9	40,00	338,2	40,00	459,1		
70,00	238,0	70,00	350,0	70,00	472,0		
100,00	242,9	100,00	355,7	100,00	478,6		
200,00	249,7	200,00	363,9	200,00	487,2		
600,00	257,7	600,00	372,6	600,00	496,4		
1000,00	260,4	1000,00	375,5	1000,00	499,3		
1440,00	262,3	1440,00	377,5	1440,00	501,1		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05907 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	200,0	300,0	400,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	50,8 50,3	50,6 40,2	50,4 33,6
Peso di volume (kN/m³):	15,8	15,8	15,9
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,004 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

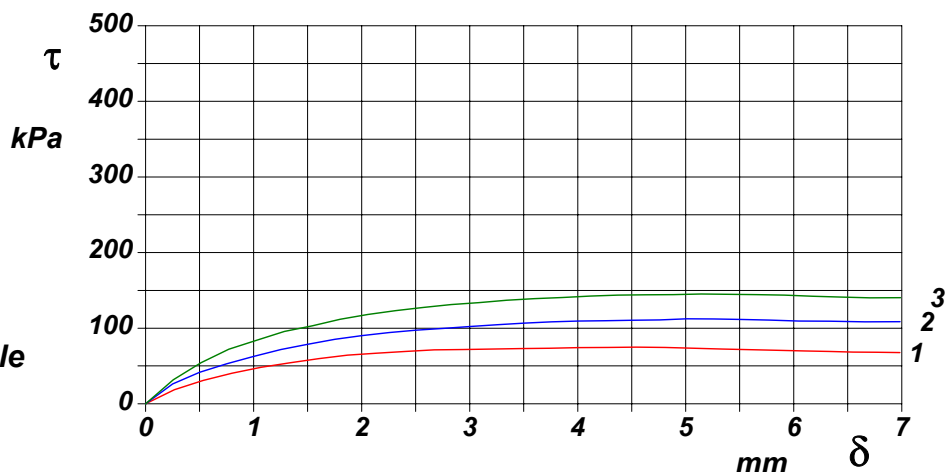
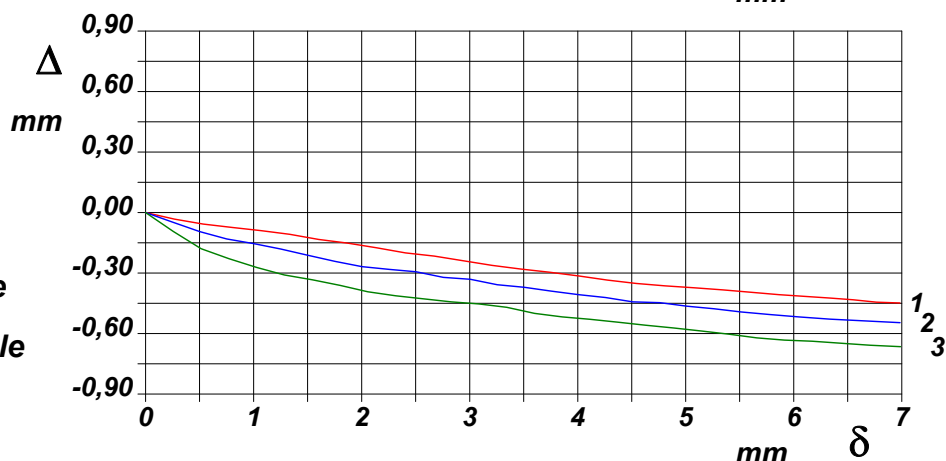


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05907 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,841
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	23,1
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,022

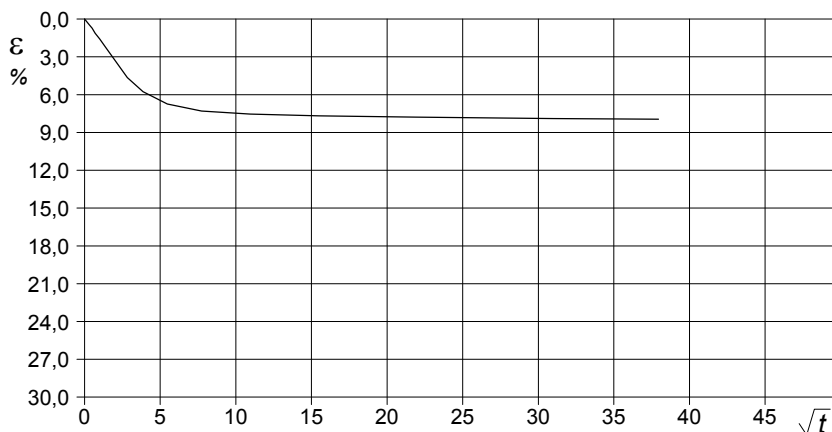


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,633
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	33,9
Df (mm)	6
Vs (mm/min)	0,018

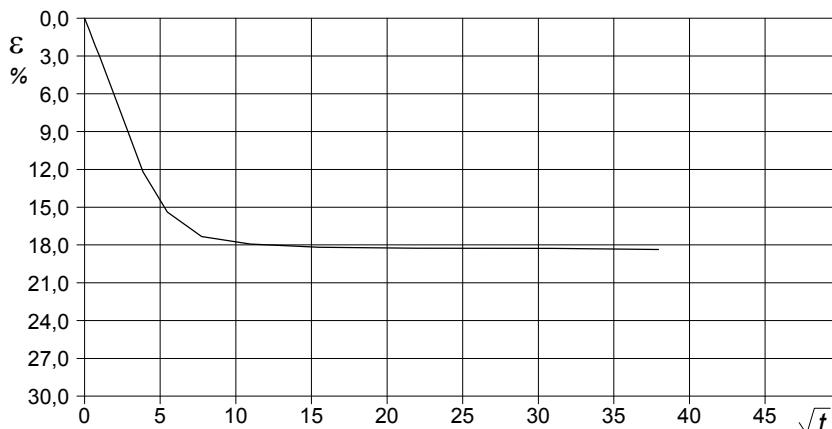
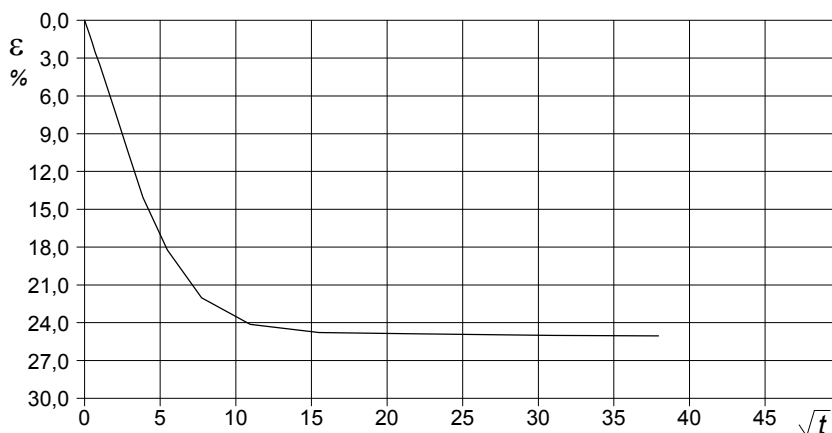


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	400
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,499
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	47,3
Df (mm)	6
Vs (mm/min)	0,013



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀ Vs = Df / tf

1025-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05907	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: *Me.Mo. Measures & Monitoring*

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15.55-16.05

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05908 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	500	600	700
Massa (g)	147,59	148,47	148,03	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7,62	7,62	7,62	Pressione efficace (kPa)	200	300	400
Diametro (cm)	3,81	3,81	3,81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11,40	11,40	11,40	Deformazione verticale (%)	11,3	10,2	12,3
Volume (cm³)	86,87	86,87	86,87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	134	141	151
Peso di volume (kN/m³)	16,7	16,8	16,7	Pressione interstiziale (kPa)	469	582	693
Umidità (%)	50,6	50,5	50,7	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	267	370	475
Peso specifico	2,76	2,76	2,76	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	67	70	75
Peso di volume secco (kN/m³)	11,1	11,3	11,4				
Grado di saturazione (%)	96,5	99,4	100,0				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05908 Pagina 2/3
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 13/11/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

P	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Pressione			Valori finali o a rottura			
n	H _o cm	φ cm	γ kN/m ³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$ kPa
1	7,62	3,81	16,7	2,76	50,6	96,5	500	300	200	11,3	134	267	67
2	7,62	3,81	16,8	2,76	50,5	99,4	600	300	300	10,2	141	370	70
3	7,62	3,81	16,7	2,76	50,7	100,0	700	300	400	12,3	151	475	75

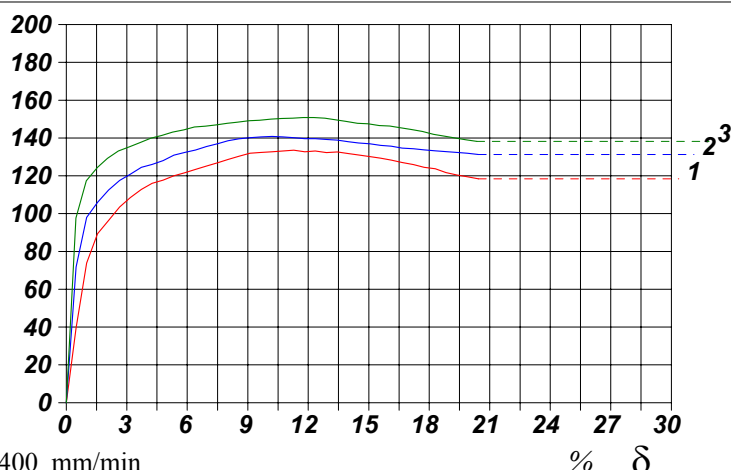
H_o φ - Altezza e diametro provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S_o - Grado di saturazione iniziale
σ₃ - Pressione di cella
u_o - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

σ₁-σ₃
kPa

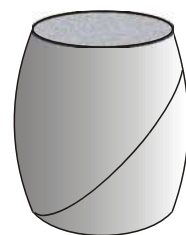
Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione

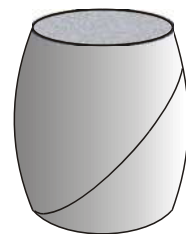
Velocità di deformazione: 0,400 mm/min



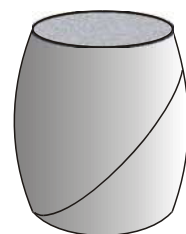
Tipo di rottura



Provino 1



Provino 2

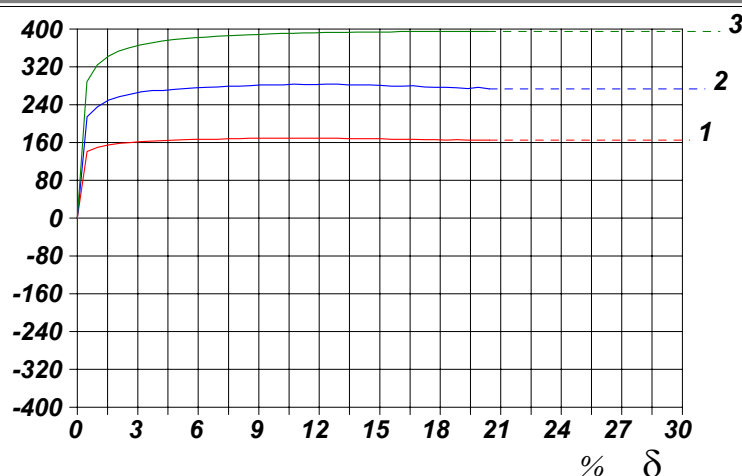


Provino 3

ΔV
%

Diagramma

Pressione interstiziale -
- Deformazione



CERTIFICATO DI PROVA N°: 05908 Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: SH4

PROFONDITA': m 15,55-16,05

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D 2850

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,37	0,49	39,5	141,0	0,37	0,49	71,8	214,6	0,37	0,48	97,7	288,8
0,77	1,01	73,8	150,0	0,77	1,01	98,0	235,8	0,76	0,99	117,4	324,2
1,19	1,56	89,3	155,0	1,19	1,56	105,9	249,5	1,17	1,54	124,5	342,4
1,60	2,10	96,4	158,0	1,60	2,10	112,5	257,2	1,56	2,04	129,2	353,5
2,01	2,64	103,5	160,0	2,01	2,64	117,6	262,3	1,97	2,58	133,1	360,5
2,42	3,18	108,5	162,0	2,42	3,18	120,8	267,4	2,38	3,12	135,4	366,6
2,84	3,72	112,8	163,0	2,84	3,72	124,5	269,9	2,80	3,67	137,6	370,6
3,25	4,26	116,1	164,0	3,25	4,26	126,1	269,9	3,20	4,20	139,9	374,7
3,66	4,80	117,7	165,0	3,66	4,80	128,1	272,4	3,61	4,73	141,4	377,7
4,07	5,34	120,0	166,0	4,07	5,34	130,9	274,1	4,02	5,27	143,1	379,7
4,48	5,88	121,6	167,0	4,48	5,88	132,4	275,8	4,44	5,83	144,3	381,7
4,89	6,41	123,4	167,0	4,89	6,41	133,7	276,7	4,84	6,35	145,8	382,8
5,30	6,96	125,2	167,0	5,30	6,96	135,5	277,5	5,25	6,89	146,3	384,8
5,71	7,50	126,9	168,0	5,71	7,50	136,9	279,2	5,67	7,44	146,9	385,8
6,11	8,02	128,7	168,0	6,11	8,02	138,5	279,2	6,08	7,98	147,8	386,8
6,52	8,56	130,3	169,0	6,52	8,56	139,6	280,0	6,47	8,49	148,4	387,8
6,94	9,11	132,0	169,0	6,94	9,11	140,2	281,8	6,90	9,05	149,1	388,8
7,36	9,66	132,4	169,0	7,36	9,66	140,6	281,8	7,30	9,58	149,4	389,8
7,78	10,21	132,8	169,0	7,78	10,21	140,8	281,8	7,73	10,14	150,0	390,8
8,19	10,74	133,2	169,0	8,19	10,74	140,6	283,5	8,12	10,66	150,4	390,8
8,60	11,28	133,6	169,0	8,60	11,28	140,1	282,7	8,55	11,22	150,5	391,8
9,01	11,83	132,7	169,0	9,01	11,83	139,7	282,7	8,95	11,74	150,8	391,8
9,41	12,35	133,1	169,0	9,41	12,35	139,7	283,5	9,36	12,28	150,8	392,9
9,83	12,90	132,3	169,0	9,83	12,90	139,2	283,5	9,77	12,82	150,6	392,9
10,24	13,44	132,6	168,0	10,24	13,44	138,9	281,9	10,17	13,35	149,7	392,9
10,66	13,98	131,8	168,0	10,66	13,98	138,0	281,9	10,57	13,87	148,8	393,9
11,05	14,50	131,0	168,0	11,05	14,50	137,4	281,9	11,00	14,44	147,8	393,9
11,47	15,05	130,1	168,0	11,47	15,05	136,9	281,0	11,41	14,97	147,5	393,9
11,88	15,59	129,3	167,0	11,88	15,59	136,1	279,3	11,82	15,51	146,6	393,9
12,28	16,12	128,3	167,0	12,28	16,12	135,7	279,3	12,22	16,03	146,3	394,9
12,69	16,65	127,0	167,0	12,69	16,65	134,6	280,2	12,63	16,57	145,4	394,9
13,12	17,22	125,9	166,0	13,12	17,22	134,3	277,6	13,05	17,13	144,4	394,9
13,53	17,75	124,5	166,0	13,53	17,75	133,7	276,7	13,46	17,66	143,5	394,9
13,94	18,30	123,7	165,0	13,94	18,30	133,3	276,8	13,88	18,21	141,9	394,9
14,35	18,83	121,7	166,0	14,35	18,83	132,8	275,9	14,28	18,74	141,0	394,9
14,76	19,37	120,5	165,0	14,76	19,37	132,4	274,2	14,70	19,29	140,0	394,9
15,16	19,89	119,5	165,0	15,16	19,89	132,0	276,8	15,10	19,82	139,1	394,9
15,58	20,44	118,4	165,0	15,58	20,44	131,3	273,3	15,51	20,36	138,2	394,9

1025-23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD1

PROFONDITA': m 0,00-1,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,70

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	35,6	%
Sabbia	12,2	%
Limo	26,0	%
Argilla	26,2	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

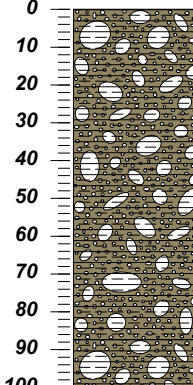
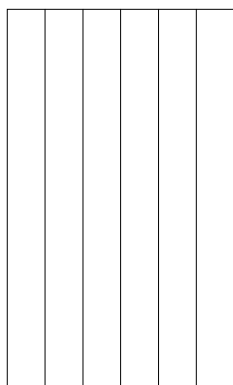
cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE



Ghiaia (e) subarrotondata-discoideale (Lmax = 4,5 cm) con argilla e limo e sabbiosa (f), di colore grigio. Reagente all'HCL

Tipo di campione : Sciolto - Qualità Campione: Q2

100

1026-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05909 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 09/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD1

PROFONDITA': m 0,00-1,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,70

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,70

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05910 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

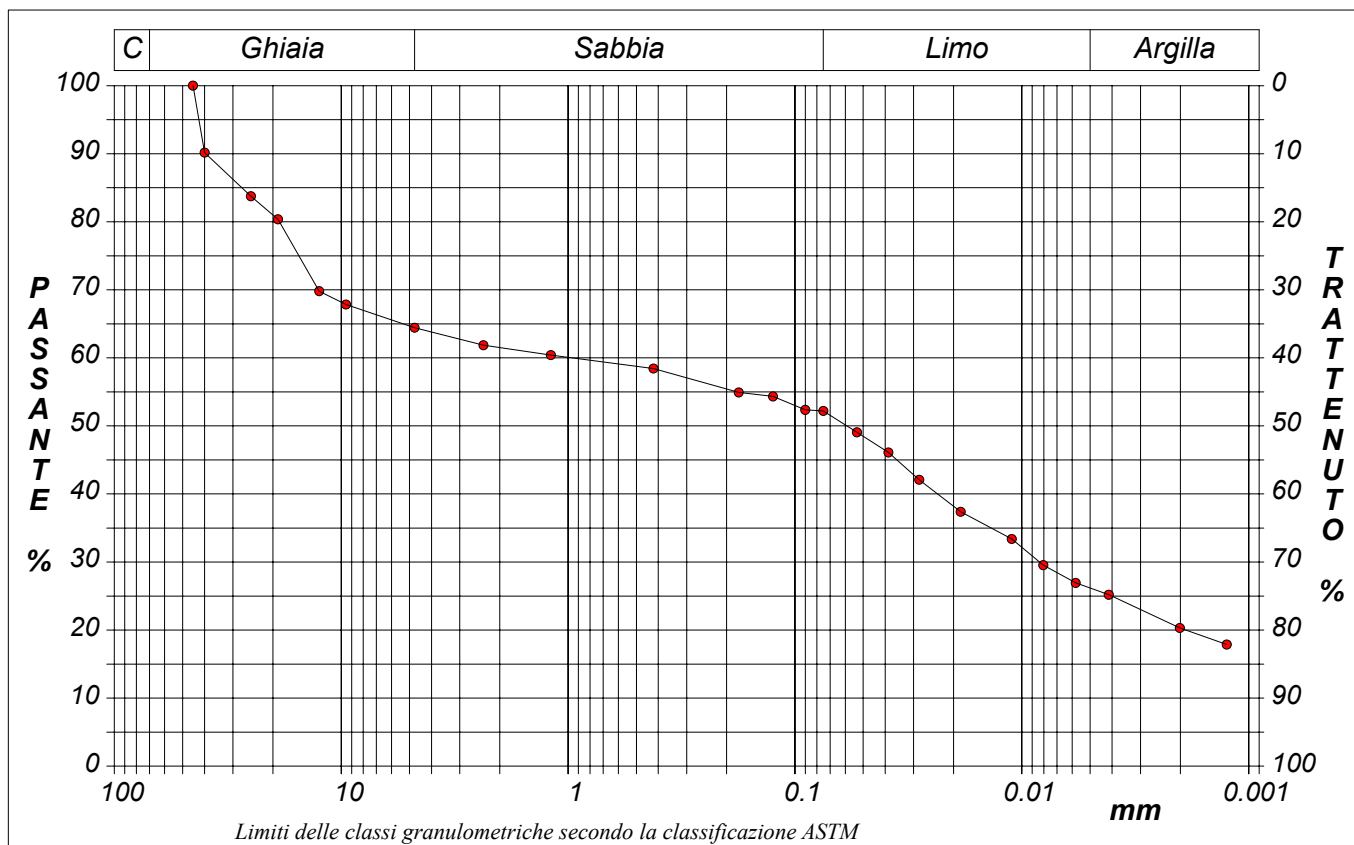
CAMPIONE: CD1

PROFONDITA': m 0,00-1,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	35,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	61,5 %	D10	---	mm
Sabbia	12,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	58,4 %	D30	0,00835	mm
Limo	26,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	52,2 %	D50	0,05907	mm
Argilla	26,2 %			D60	0,96221	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	39,53896	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
45,0000	100,00	9,5200	67,83	0,1770	54,93	0,0387	46,10	0,0058	26,93
40,0000	90,16	4,7500	64,43	0,1250	54,33	0,0283	42,09	0,0041	25,19
25,0000	83,76	2,3600	61,87	0,0900	52,36	0,0186	37,39	0,0020	20,31
19,0000	80,36	1,1900	60,40	0,0750	52,20	0,0111	33,38	0,0012	17,87
12,5000	69,81	0,4200	58,42	0,0533	49,06	0,0080	29,55		

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05910 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD1

PROFONDITA': m 0,00-1,00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

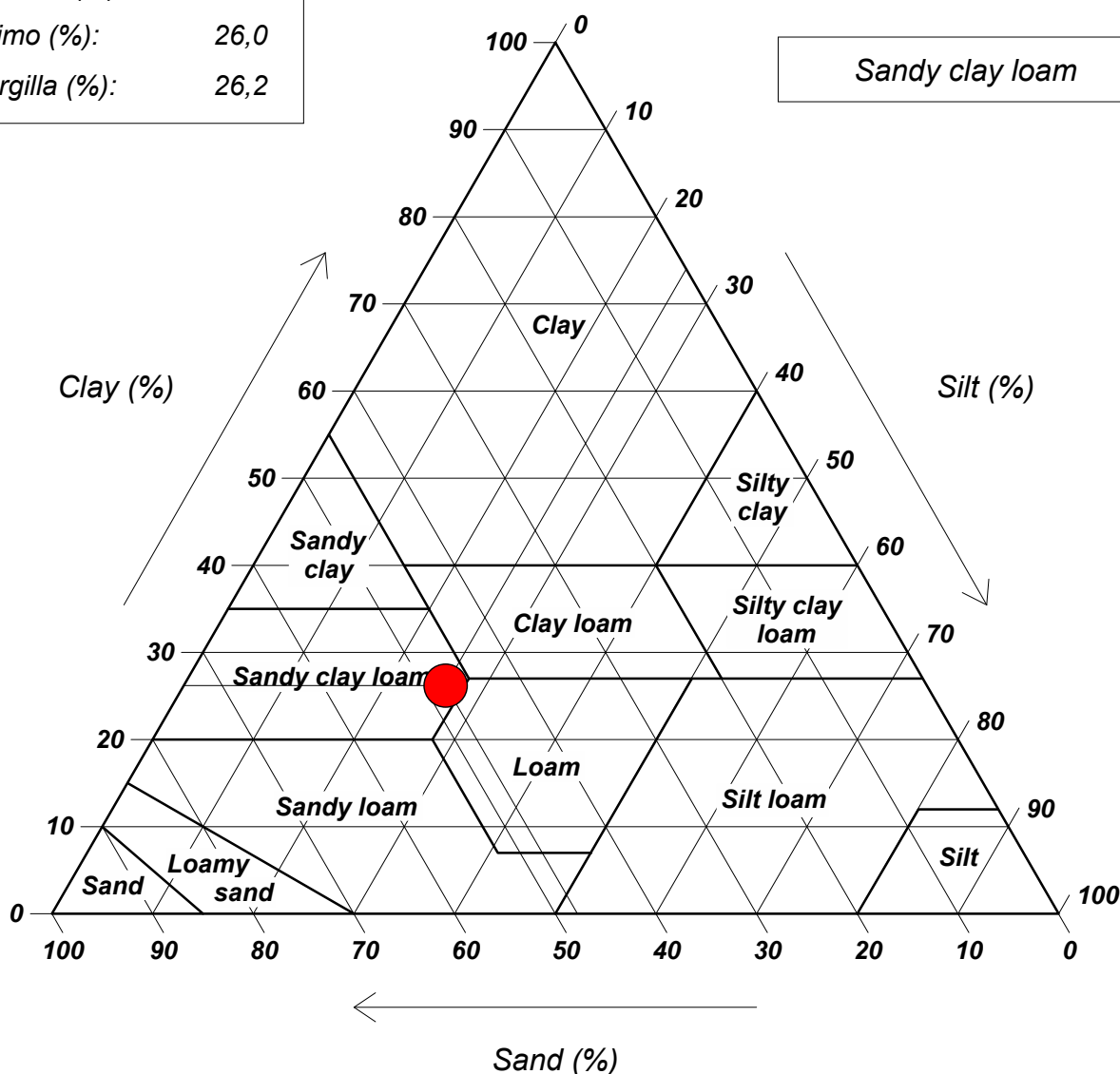
Sabbia (%): 47,8

Limo (%): 26,0

Argilla (%): 26,2

Diagramma U.S.D.A.

Sandy clay loam



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD2

PROFONDITA': m 22,00-23,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,72

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	1,1	%
Limo	62,1	%
Argilla	36,8	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo con argilla, di colore grigio. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Massivo - Qualità Campione: Q2

100

1027-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05911 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 09/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD2

PROFONDITA': m 22,00-23,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,72

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,72

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05912 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

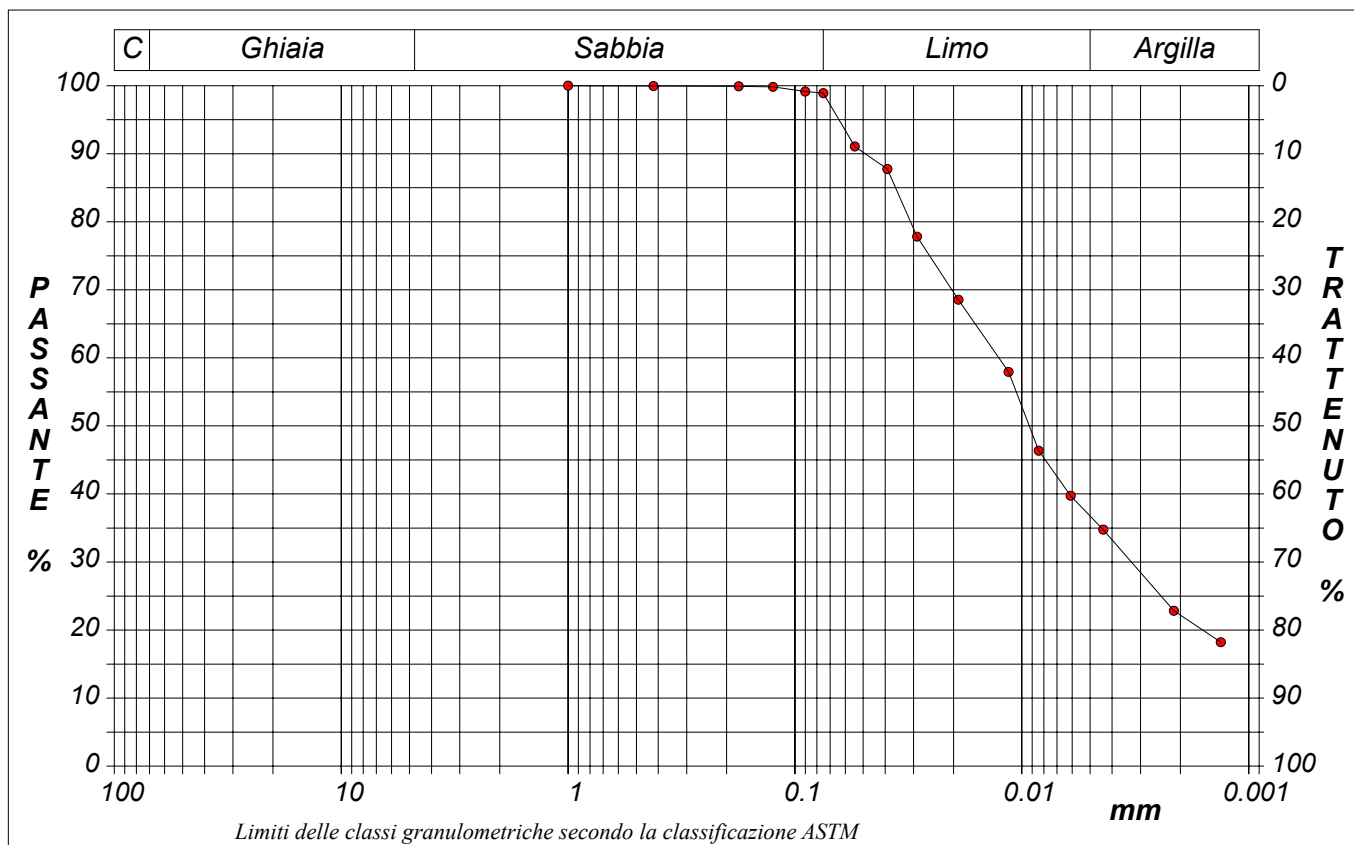
CAMPIONE: CD2

PROFONDITA': m 22,00-23,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	1,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,9 %	D30	0,00329	mm
Limo	62,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98,9 %	D50	0,00928	mm
Argilla	36,8 %			D60	0,01263	mm
				D90	0,04905	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1,0000	100,00	0,0750	98,91	0,0114	57,94	0,0013	18,21		
0,4200	99,94	0,0545	91,06	0,0084	46,36				
0,1770	99,90	0,0392	87,74	0,0061	39,73				
0,1250	99,83	0,0290	77,81	0,0044	34,77				
0,0900	99,14	0,0190	68,54	0,0021	22,85				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05912 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD2

PROFONDITA': m 22,00-23,00

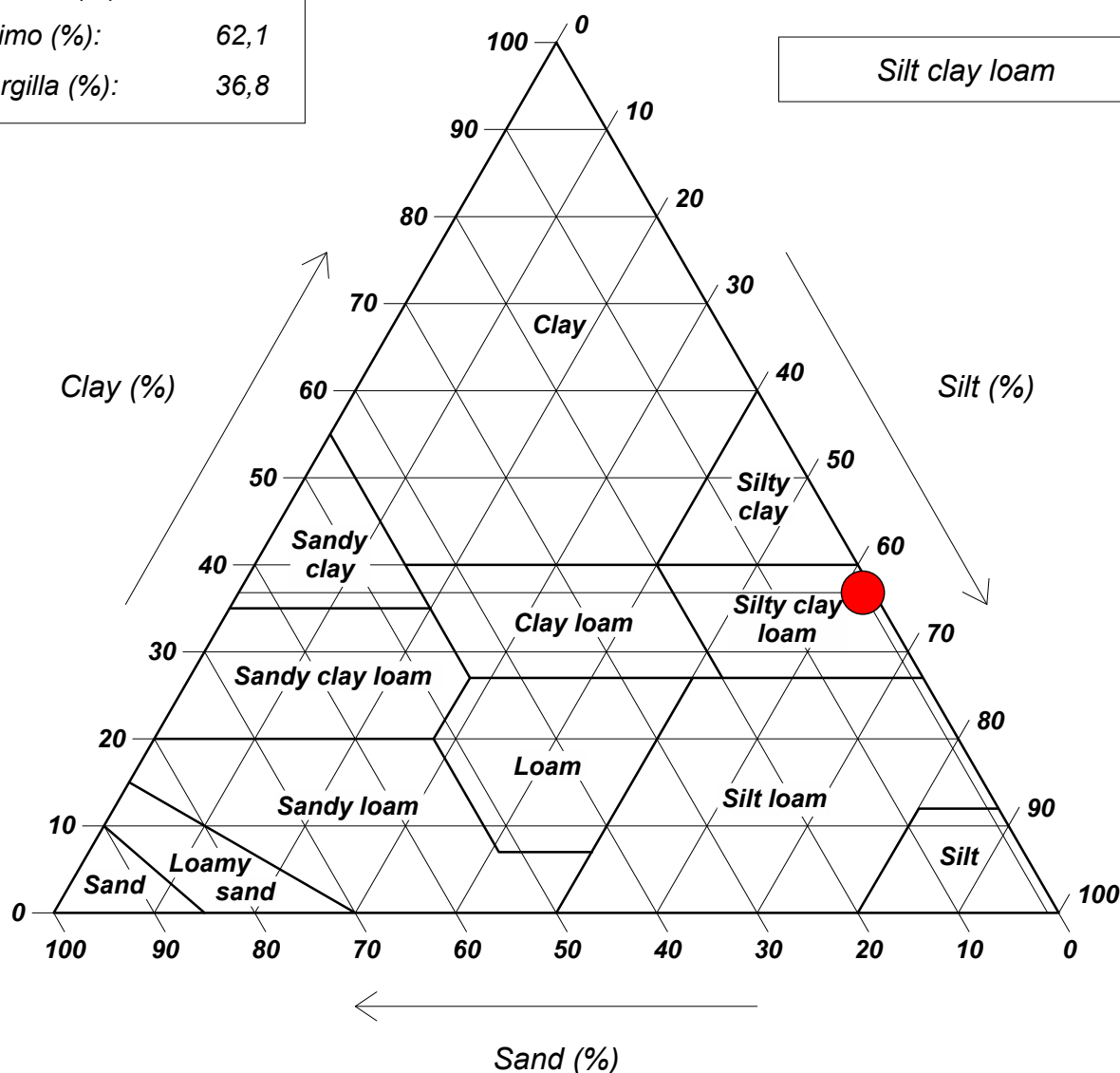
ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 1,1
Limo (%): 62,1
Argilla (%): 36,8

Diagramma U.S.D.A.

Silt clay loam



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD3

PROFONDITÀ': m 28,90-29,50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,69

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	22,8	%
Sabbia	42,4	%
Limo	24,8	%
Argilla	10,0	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

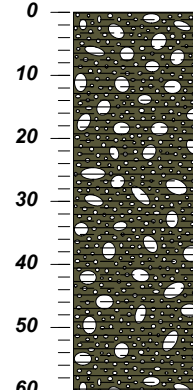
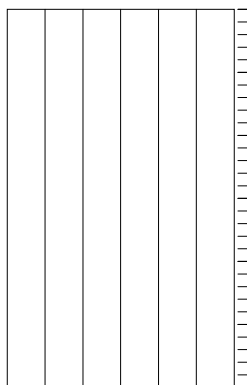
cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE



Sabbia (m/f) limosa e ghiaiosa (e) subarrotondata-discoidale (Lmax = 2,5 cm) e argillosa, di colore grigio scuro. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Sciolto - Qualità Campione: Q2

1028-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05913	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 10/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 11/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring				
RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: CD3		PROFONDITA': m 28,90-29,50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,69

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,69

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05914 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

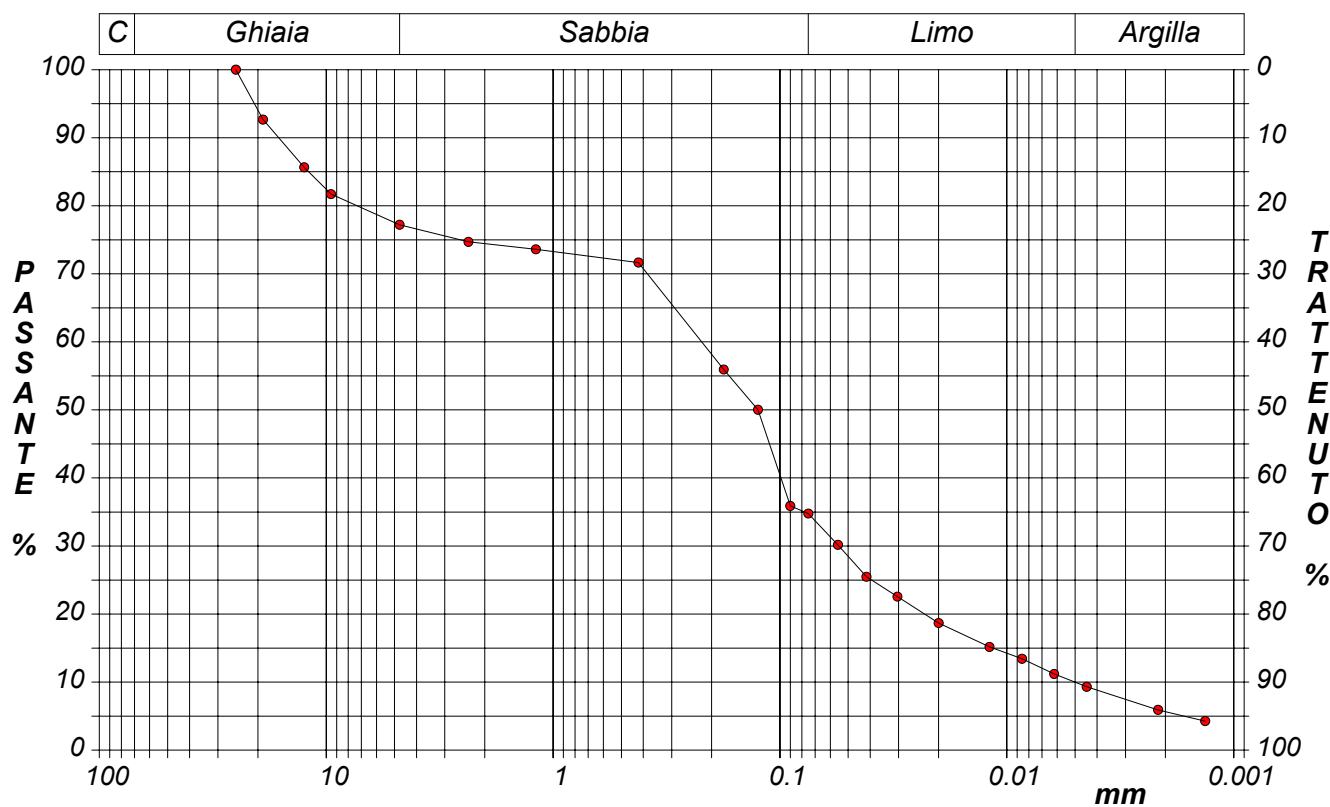
CAMPIONE: CD3

PROFONDITA': m 28,90-29,50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	22,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	74,4 %	D10	0,00501 mm	
Sabbia	42,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	71,7 %	D30	0,05494 mm	
Limo	24,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	34,8 %	D50	0,12492 mm	
Argilla	10,0 %			D60	0,22128 mm	
Coefficiente di uniformità		44,20	Coefficiente di curvatura	2,73	D90	16,20825 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
25,0000	100,00	2,3600	74,71	0,0900	35,90	0,0200	18,70	0,0022	5,93
19,0000	92,66	1,1900	73,60	0,0750	34,77	0,0119	15,18	0,0013	4,29
12,5000	85,65	0,4200	71,67	0,0555	30,17	0,0086	13,42		
9,5200	81,72	0,1770	55,94	0,0416	25,49	0,0062	11,20		
4,7500	77,21	0,1250	50,03	0,0304	22,56	0,0044	9,32		

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05914 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD3

PROFONDITA': m 28,90-29,50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

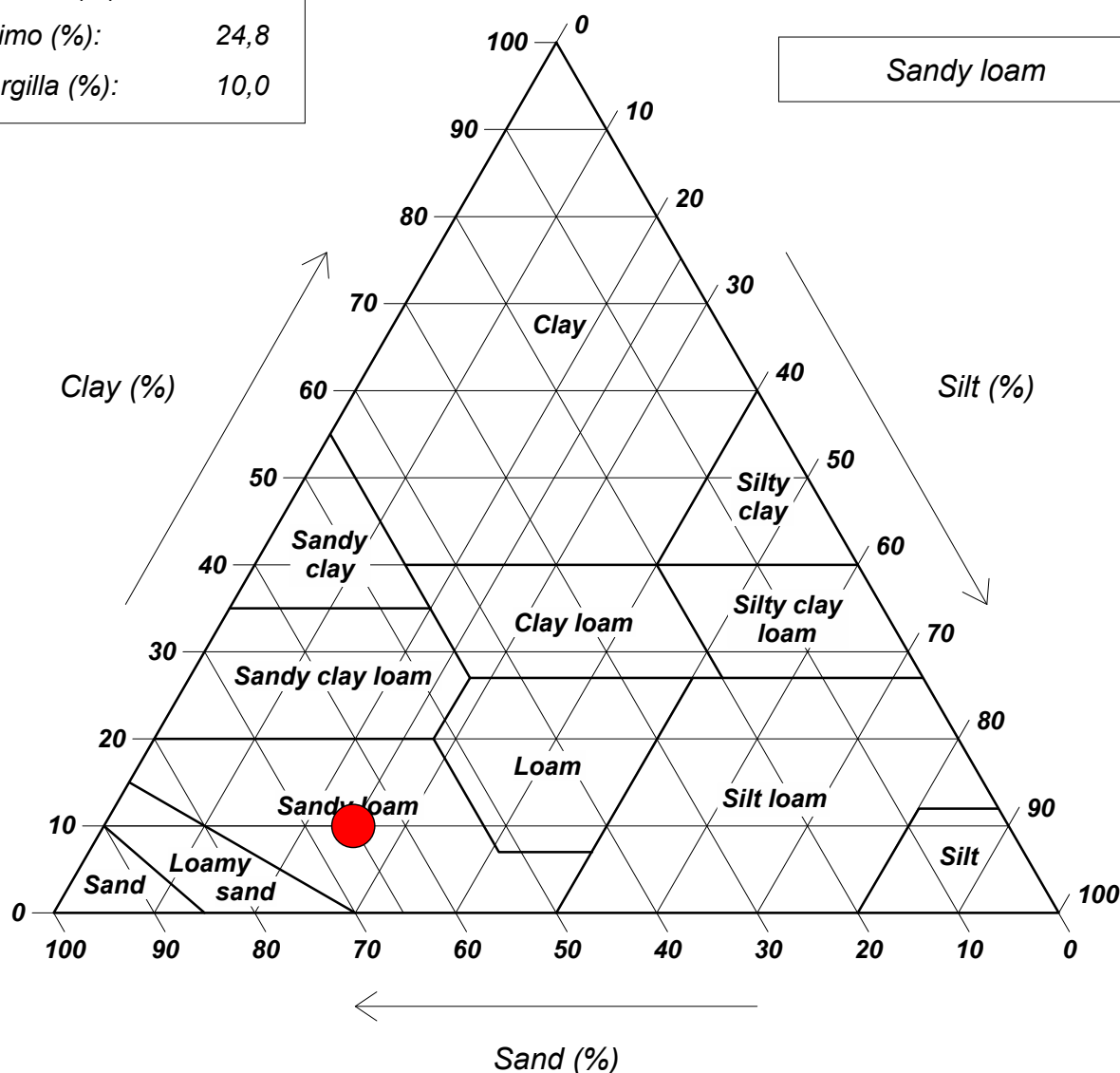
Sabbia (%): 65,2

Limo (%): 24,8

Argilla (%): 10,0

Diagramma U.S.D.A.

Sandy loam



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD4

PROFONDITA': m 32,00-33,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,71

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	56,8	%
Sabbia	7,8	%
Limo	11,0	%
Argilla	24,4	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

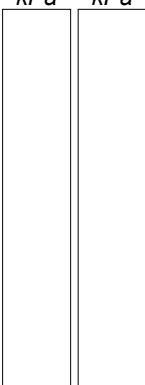
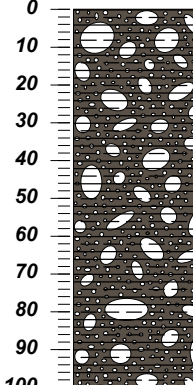
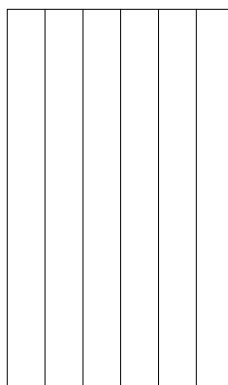
cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE



Ghiaia (e) subarrotondata-discoidale (Lmax = 5,5 cm) argillosa e limosa debolmente sabbiosa (m/f), di colore grigio scuro. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Massivo - Qualità Campione: Q2

1029-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05915	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 10/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 11/11/23

COMMITTENTE: <i>Me.Mo. Measures & Monitoring</i>				
RIFERIMENTO: <i>Sondaggi Inceneritore Parma (PR)</i>				
SONDAGGIO:	<i>S1</i>	CAMPIONE:	<i>CD4</i>	PROFONDITA': m <i>32,00-33,00</i>

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,71

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,71

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05916 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

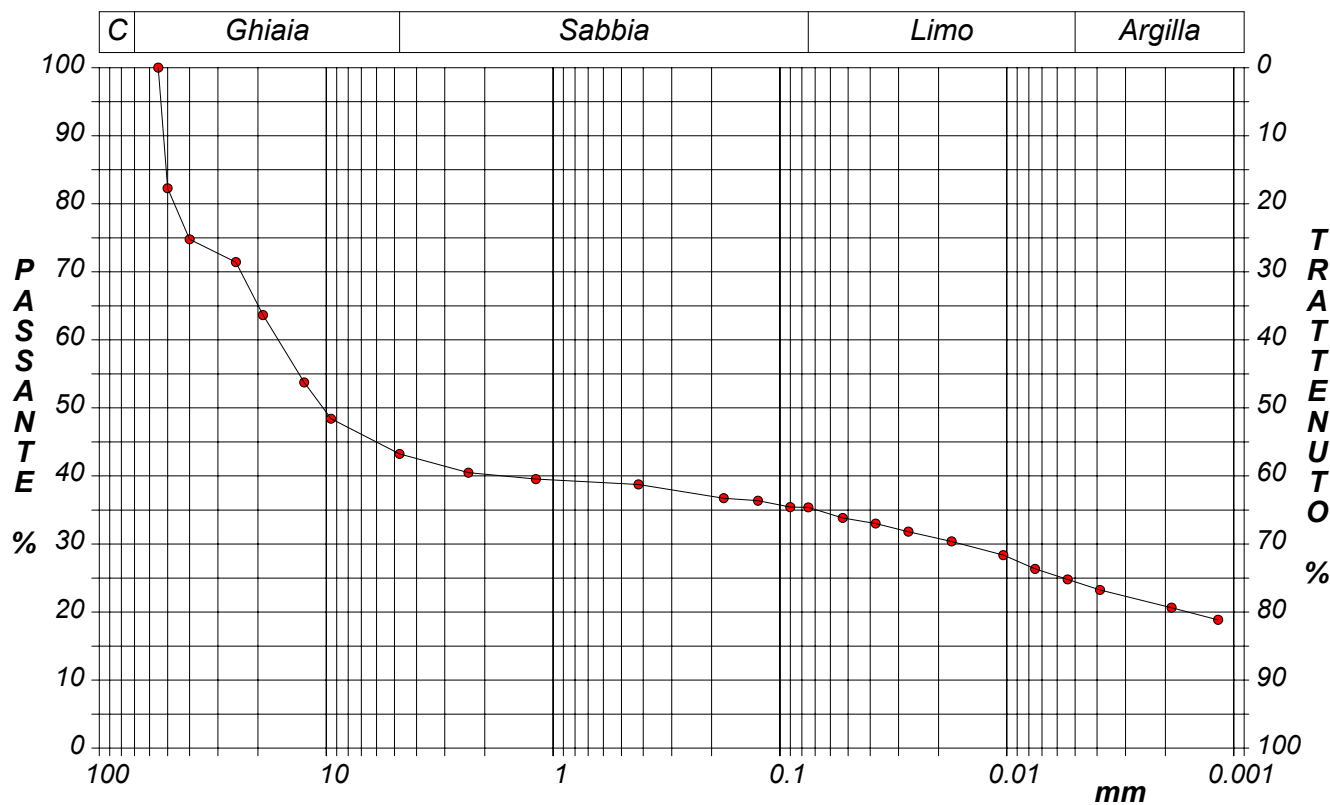
CAMPIONE: CD4

PROFONDITA': m 32,00-33,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	56,8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	40,3 %	D10	---	mm
Sabbia	7,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	38,8 %	D30	0,01582	mm
Limo	11,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	35,4 %	D50	10,31936	mm
Argilla	24,4 %			D60	16,28492	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	52,11776	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
55,0000	100,00	12,5000	53,74	0,4200	38,75	0,0529	33,84	0,0075	26,35
50,0000	82,29	9,5200	48,43	0,1770	36,74	0,0378	33,01	0,0054	24,80
40,0000	74,79	4,7500	43,24	0,1250	36,36	0,0272	31,82	0,0039	23,26
25,0000	71,42	2,3600	40,49	0,0900	35,42	0,0175	30,39	0,0019	20,64
19,0000	63,65	1,1900	39,53	0,0750	35,38	0,0104	28,37	0,0012	18,86

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05916 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CD4

PROFONDITA': m 32,00-33,00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

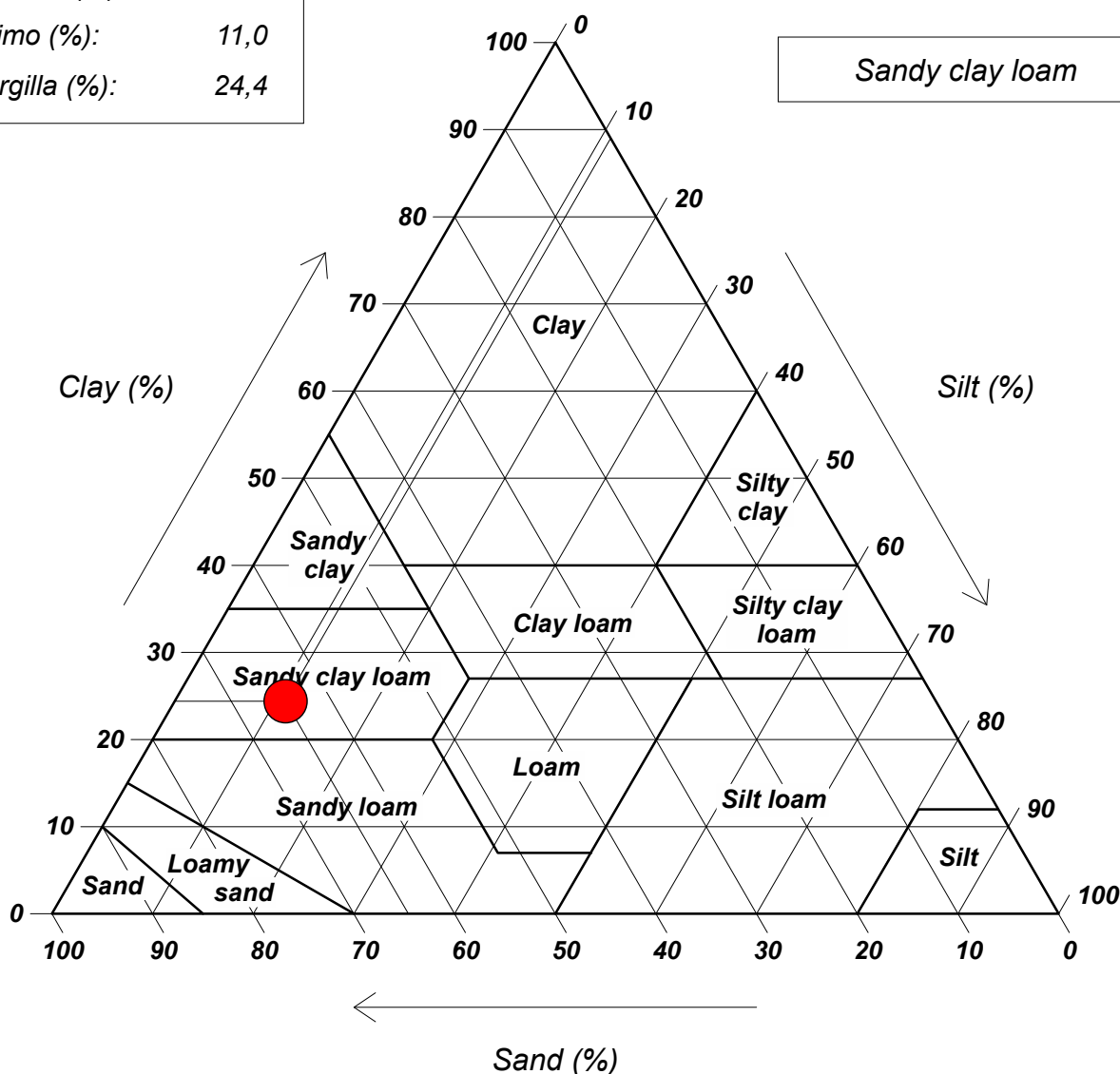
Sabbia (%): 64,6

Limo (%): 11,0

Argilla (%): 24,4

Diagramma U.S.D.A.

Sandy clay loam



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CD1

PROFONDITA': m 0,00-1,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,70

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	38,0	%
Sabbia	8,7	%
Limo	28,3	%
Argilla	25,0	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

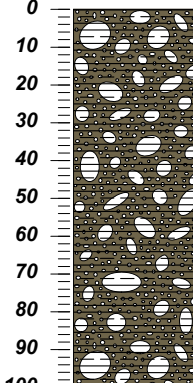
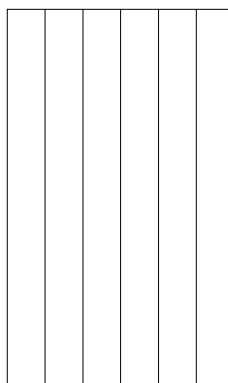
cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE



Ghiaia (e) subarrotondata-discoideale (Lmax = 4,5 cm) con limo e argilla e sabbiosa (m/f), di colore grigio chiaro. Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Sciolto - Qualità Campione: Q2

1030-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05917	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/23	Inizio analisi: 13/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23		Apertura campione: 23/10/23	Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: <i>Me.Mo. Measures & Monitoring</i>					
RIFERIMENTO: <i>Sondaggi Inceneritore Parma (PR)</i>					
SONDAGGIO:	<i>S2</i>	CAMPIONE:	<i>CD1</i>	PROFONDITA':	<i>m 0,00-1,00</i>

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,70

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,70

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05918 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

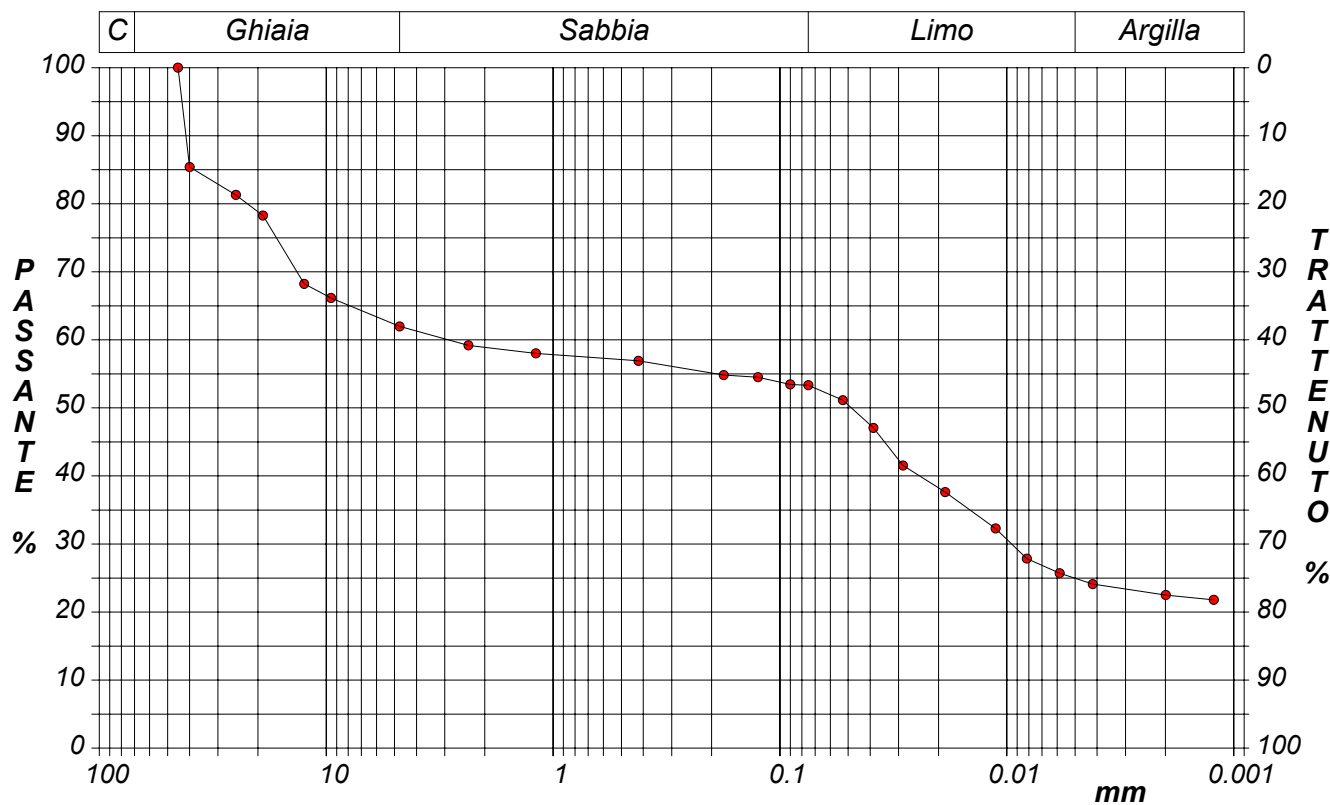
CAMPIONE: CD1

PROFONDITA': m 0,00-1,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	38,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	58,9 %	D10	---	mm
Sabbia	8,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	56,9 %	D30	0,00952	mm
Limo	28,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	53,3 %	D50	0,04843	mm
Argilla	25,0 %			D60	2,88646	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	41,51414	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
45,0000	100,00	9,5200	66,15	0,1770	54,83	0,0388	47,06	0,0059	25,72
40,0000	85,39	4,7500	61,98	0,1250	54,51	0,0287	41,54	0,0042	24,12
25,0000	81,29	2,3600	59,20	0,0900	53,45	0,0187	37,63	0,0020	22,52
19,0000	78,26	1,1900	58,03	0,0750	53,34	0,0112	32,30	0,0012	21,80
12,5000	68,24	0,4200	56,93	0,0528	51,15	0,0082	27,85		

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05918 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CD1

PROFONDITA': m 0,00-1,00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

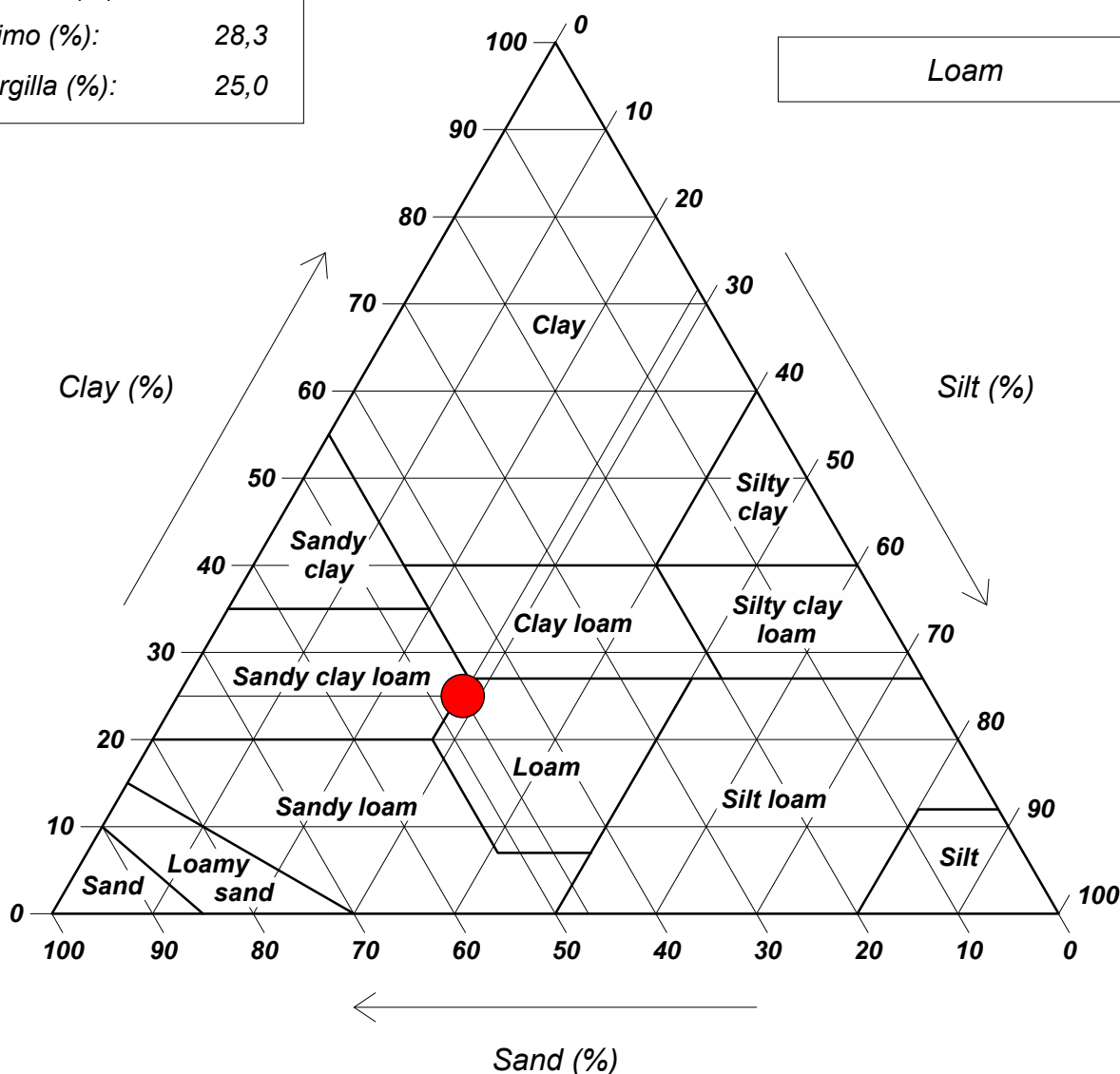
Sabbia (%): 46,7

Limo (%): 28,3

Argilla (%): 25,0

Diagramma U.S.D.A.

Loam



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CD2

PROFONDITA': m 3,50-4,00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,73

ANALISI GRANULOMETRICA

		%
Ghiaia		
Sabbia	10,2	%
Limo	48,4	%
Argilla	41,4	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Limo con argilla sabbioso (f), di colore grigio-verdastro.
Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Massivo - Qualità Campione: Q2

50

1031-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05919 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CD2

PROFONDITA': m 3,50-4,00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,73

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,73

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05920 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

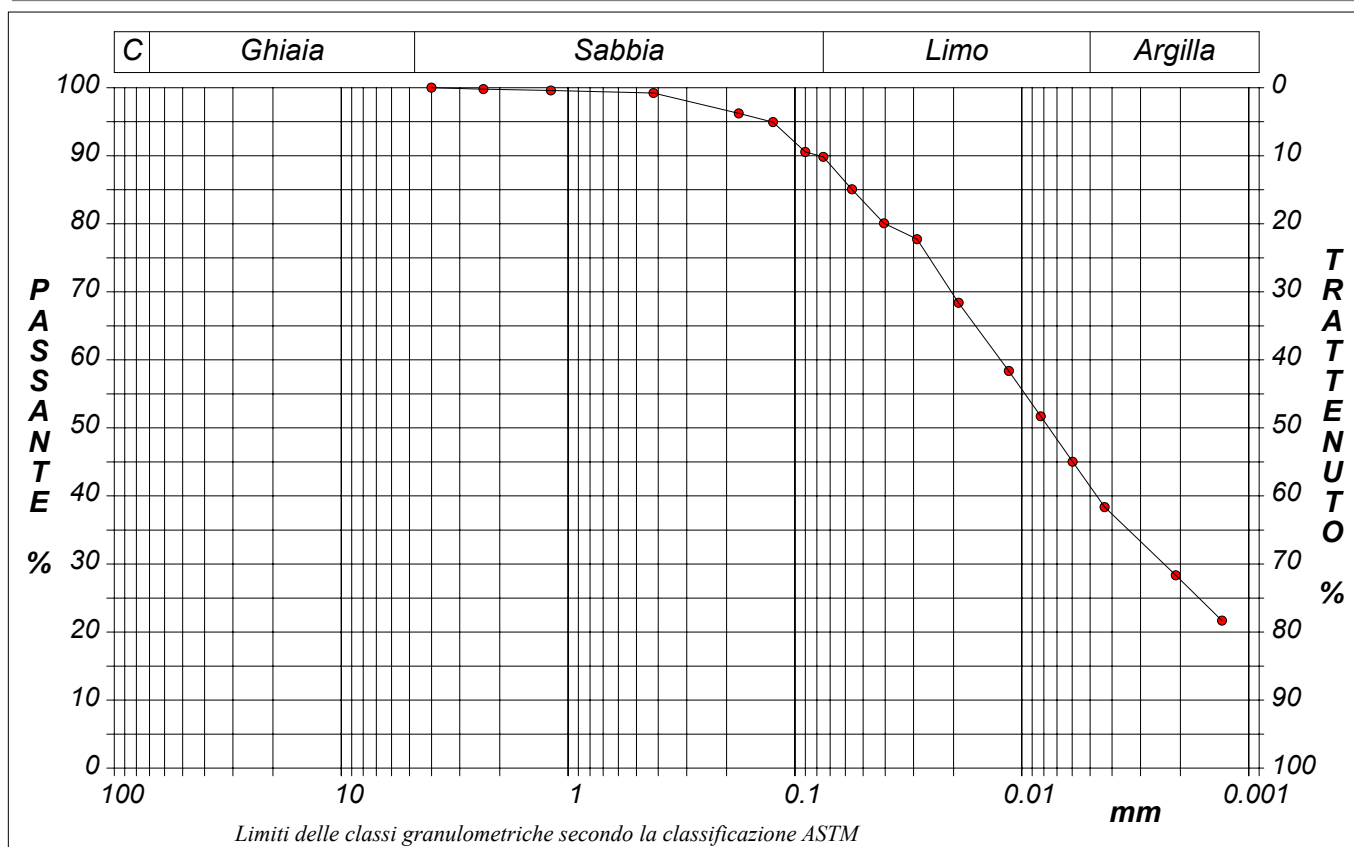
CAMPIONE: CD2

PROFONDITA': m 3,50-4,00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	D10	---	mm
Sabbia	10,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,2 %	D30	0,00236	mm
Limo	48,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	89,8 %	D50	0,00760	mm
Argilla	41,4 %			D60	0,01239	mm
				D90	0,07829	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,0000	100,00	0,1250	94,95	0,0289	77,73	0,0043	38,36		
2,3600	99,79	0,0900	90,55	0,0190	68,39	0,0021	28,36		
1,1900	99,60	0,0750	89,83	0,0114	58,38	0,0013	21,68		
0,4200	99,22	0,0560	85,07	0,0083	51,71				
0,1770	96,22	0,0405	80,06	0,0060	45,04				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05920 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CD2

PROFONDITA': m 3,50-4,00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

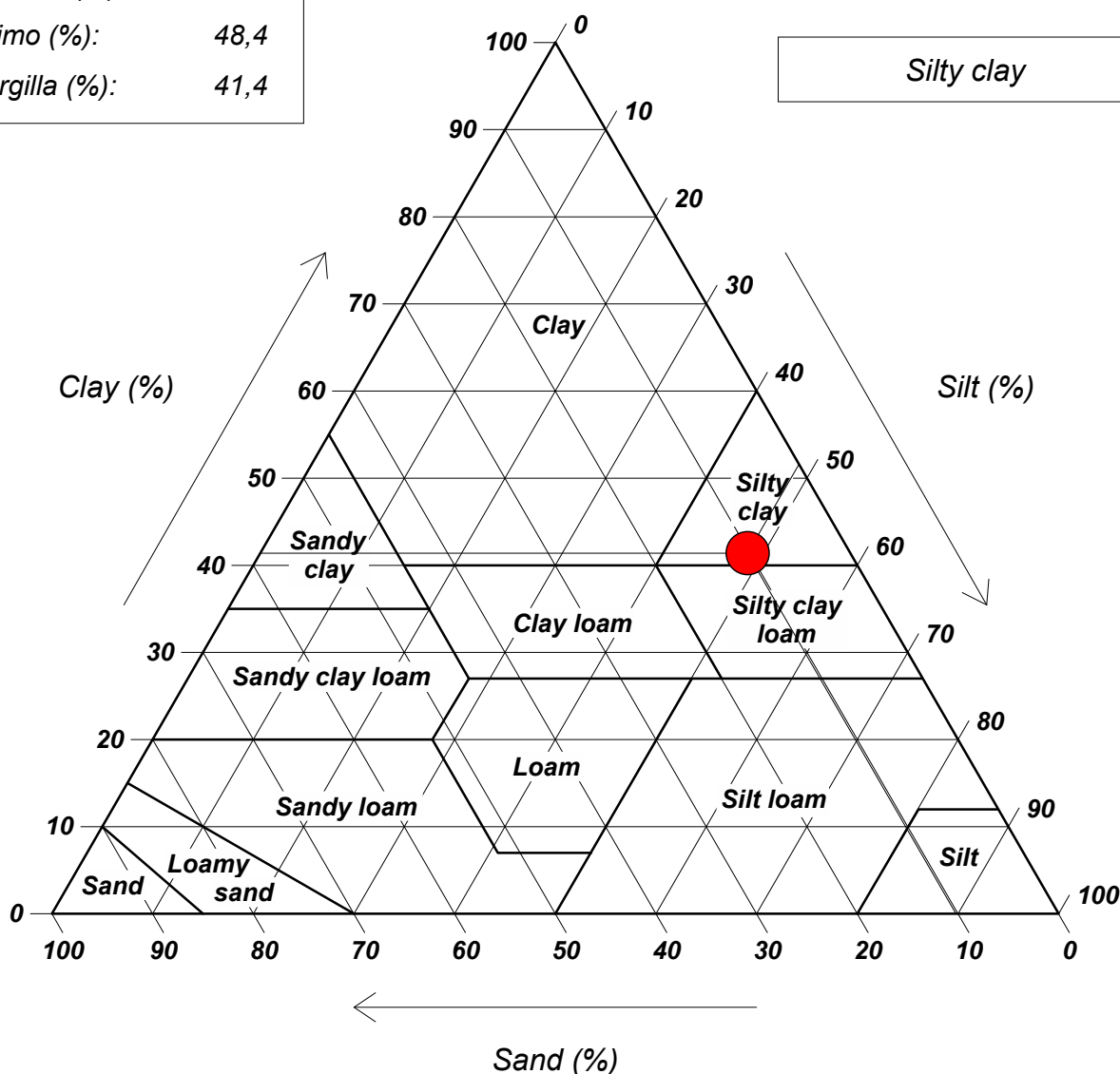
Sabbia (%): 10,2

Limo (%): 48,4

Argilla (%): 41,4

Diagramma U.S.D.A.

Silty clay



COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CD3

PROFONDITA': m 16,80-17,20

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico 2,67

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	14,8	%
Limo	39,4	%
Argilla	45,8	%

FOTOGRAFIA



Posizione delle prove

cm

Rp
kPa

VT
kPa

cm

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Argilla con limo sabbiosa (f), di colore nerastro.
Reagente all'HCl.

Tipo di campione : Sciolto - Qualità Campione: Q2

1032-23

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05921 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CD3

PROFONDITA': m 16,80-17,20

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,67

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,67

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05922 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 23/10/23

Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

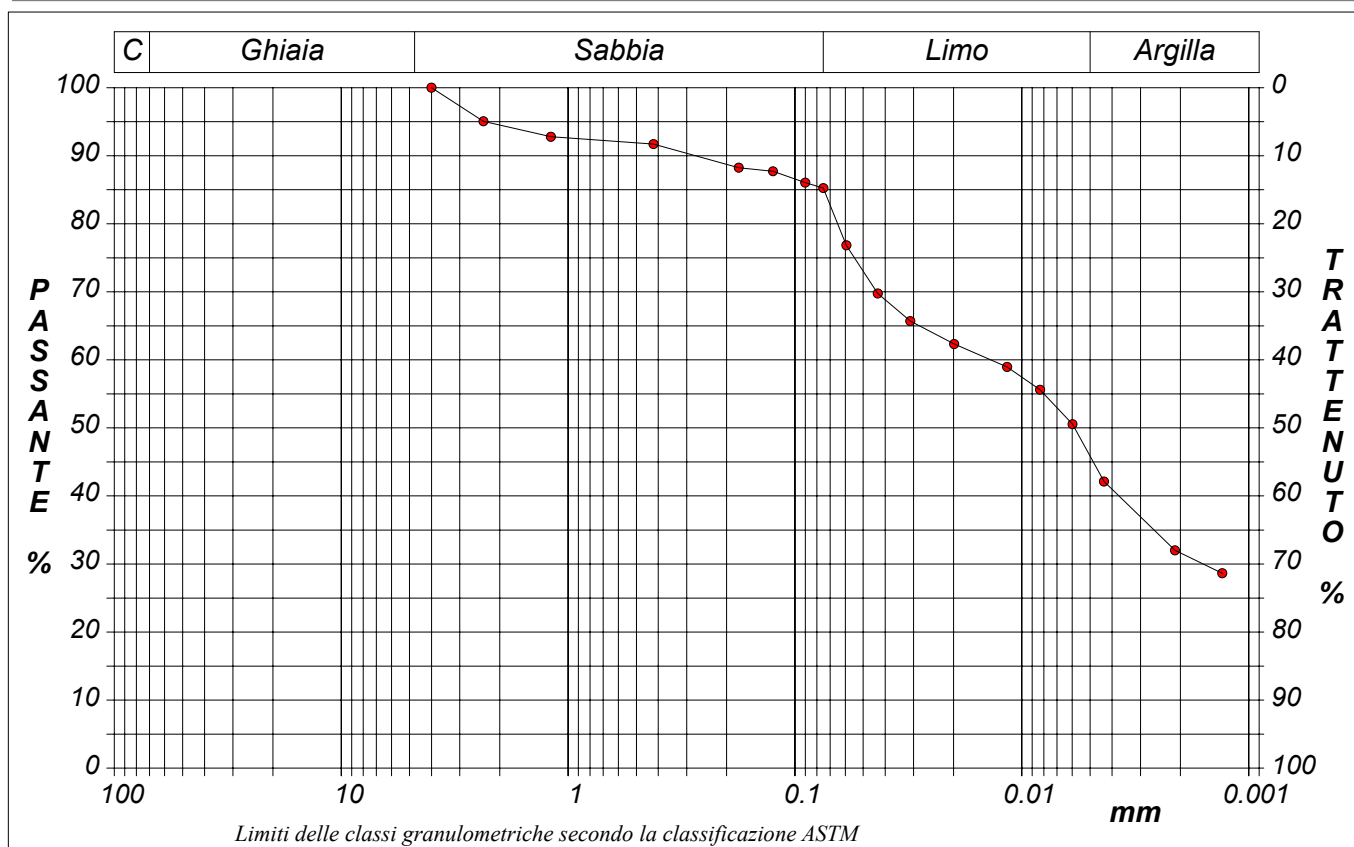
CAMPIONE: CD3

PROFONDITA': m 16,80-17,20

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	94,5 %	D10	---	mm
Sabbia	14,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	91,7 %	D30	0,00159	mm
Limo	39,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	85,2 %	D50	0,00586	mm
Argilla	45,8 %			D60	0,01368	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	0,27409	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,0000	100,00	0,1250	87,71	0,0310	65,71	0,0043	42,12		
2,3600	95,07	0,0900	86,05	0,0199	62,34	0,0021	32,01		
1,1900	92,79	0,0750	85,25	0,0116	58,97	0,0013	28,64		
0,4200	91,72	0,0593	76,83	0,0083	55,60				
0,1770	88,24	0,0432	69,75	0,0060	50,55				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05922 Allegato 1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 309 del 18/10/23

DATA DI EMISSIONE: 17/11/23 Inizio analisi: 23/10/23
Apertura campione: 23/10/23 Fine analisi: 30/10/23

COMMITTENTE: Me.Mo. Measures & Monitoring

RIFERIMENTO: Sondaggi Inceneritore Parma (PR)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: CD3

PROFONDITA': m 16,80-17,20

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

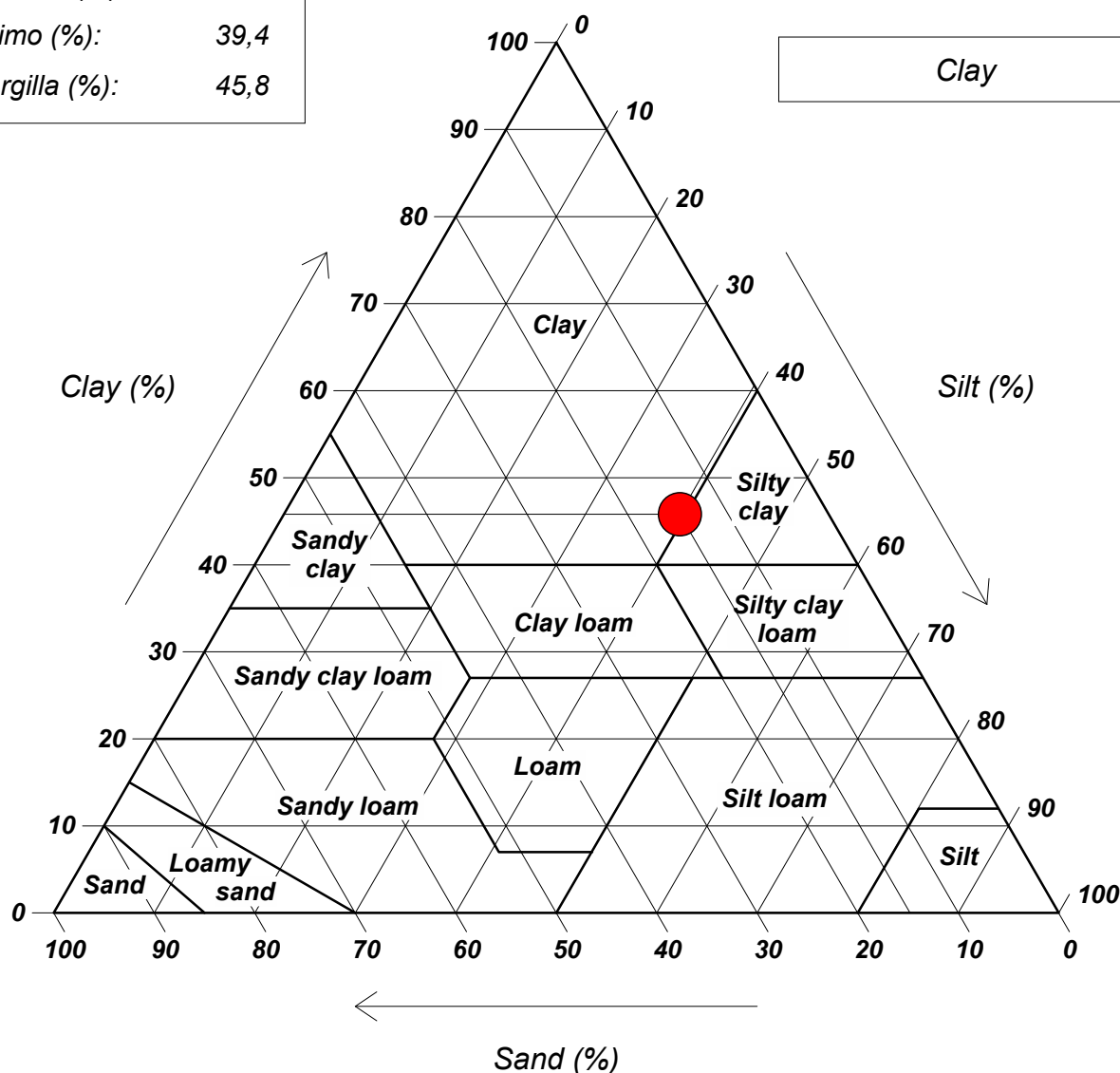
Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 14,8

Limo (%): 39,4

Argilla (%): 45,8

Diagramma U.S.D.A.



Allegato 3 – Prove di permeabilità

COMMITTENTE:

IREN Ambiente

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO A CARICO VARIABILE

PROVA LEFRANC SONDAGGIO S1 prova 1

Profondità: 4.00 - 4.50 m da p.c.

DATA: 04/10/2023

Dati della prova

Diametro del foro non rivestito:	D	12.70	cm
Lunghezza della parete filtrante:	L	50.00	cm
Profondità del fondo foro da piano campagna:		450.00	cm
Spessore del filtro di ghiaia:		50.00	cm
Livello statico della falda (dal piano campagna):	h_s	assente	cm
Livello dell'acqua dal p.c.dopo l'emungimento (prova di risalita):	H_i	---	cm
Livello dell'acqua dal p.c. dopo l'immissione (prova di abbassamento):	H_i	50.00	cm
Carico idraulico iniziale:	h_0	500.00	cm
Ora di inizio prova:		09:30:00	

Tabella misure

N	Tempo t			Livello dell'acqua				
	ora	Dt	Dt'	H	h	Dh	h _m	Dh/Dt'
		[sec]	[sec]	[cm]				[cm/sec]
0	09:30:00	0	0	500.00	0.00	0.00	\\	\\
1		60	60	476.00	24.00	-24.00	12.00	-4.00E-01
2		120	60	455.00	45.00	-21.00	34.50	-3.50E-01
3		180	60	435.00	65.00	-41.00	44.50	-6.83E-01
4		240	60	419.00	81.00	-16.00	73.00	-2.67E-01
5		300	60	403.00	97.00	-16.00	89.00	-2.67E-01
6		360	60	390.00	110.00	-13.00	103.50	-2.17E-01
7		420	60	377.00	123.00	-13.00	116.50	-2.17E-01
8		480	60	368.00	132.00	-9.00	127.50	-1.50E-01
9		540	60	355.00	145.00	-13.00	138.50	-2.17E-01
10		600	60	345.00	155.00	-10.00	150.00	-1.67E-01
11		900	300	305.00	195.00	-40.00	175.00	-1.33E-01
12		1200	300	276.00	224.00	-29.00	209.50	-9.67E-02
13		1800	600	256.00	244.00	-20.00	234.00	-3.33E-02
14		2400	600	225.00	275.00	-31.00	259.50	-5.17E-02
15		3000	600	199.00	301.00	-26.00	288.00	-4.33E-02
16		3600	600	182.00	318.00	-17.00	309.50	-2.83E-02
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								

h: carico idraulico relativo al tempo t

Dh: variazione di carico nell'intervallo di tempo Dt'

h_m : carico medio nell'intervallo di tempo Dt'

Dt: intervallo di tempo rispetto all'istante t_0

Dt': intervallo di tempo tra due letture successive

H: livello dell'acqua da testa tubo misurato al tempo t

COMMITTENTE:

IREN Ambiente

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO A CARICO VARIABILE

PROVA LEFRANC SONDAGGIO S1 prova 1

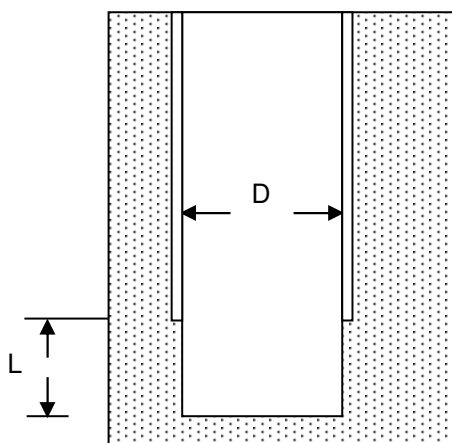
Profondità: 4.00 - 4.50 m da p.c.

DATA: 04/10/2023

Calcolo del coefficiente di permeabilità $k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$

Diametro del foro non rivestito:	D	12.70	cm
Lunghezza della parete filtrante:	L	50.00	cm
Area della sezione trasversale della parete filtrante:	A	126.61	cm ²
t ₁ :		1200.00	sec
t ₂ :		3600.00	sec
h ₁ :		276.00	cm
h ₂ :		182.00	cm
Coefficiente di forma:	F	190.22	

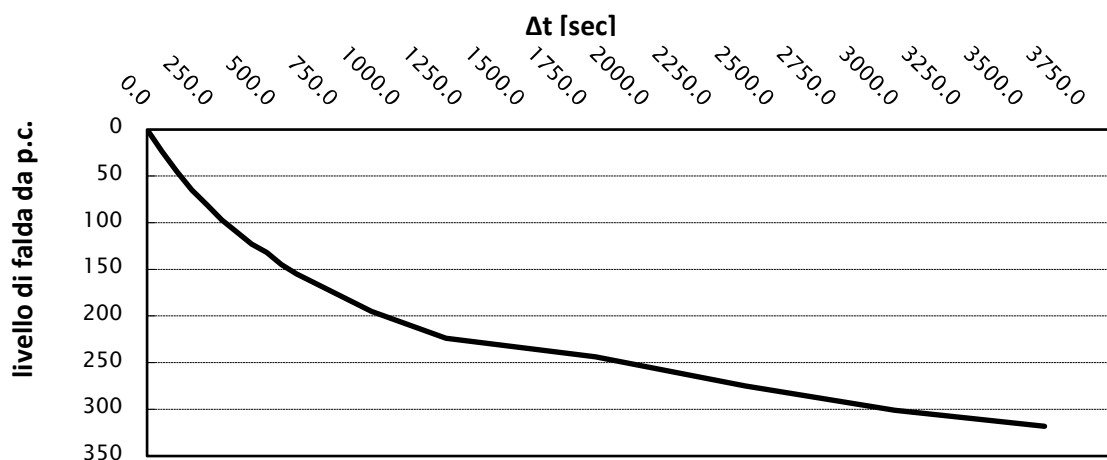
Calcolo del coefficiente di forma F:



Fondo cilindrico in terreno uniforme

$$F = \frac{3 \cdot \pi \cdot L}{\ln\left(\frac{1.5L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{1.5 \cdot L}{D}\right)^2}\right)} = 190.217$$

Verifica della validità della legge di Darcy



k = 1.15E-04 cm/sec

COMMITTENTE:

IREN Ambiente

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO A CARICO VARIABILE

PROVA LEFRANC SONDAGGIO S1 prova 2

Profondità: 7.50 - 8.60 m da p.c.

DATA: 05/10/2023

Dati della prova

Diametro del foro non rivestito:	D	10.10	cm
Lunghezza della parete filtrante:	L	110.00	cm
Profondità del fondo foro da piano campagna:		860.00	cm
Spessore del filtro di ghiaia:		110.00	cm
Livello statico della falda (dal piano campagna):	h_s	260.00	cm
Livello dell'acqua dal p.c.dopo l'emungimento (prova di risalita):	H_i	---	cm
Livello dell'acqua dal p.c. dopo l'immissione (prova di abbassamento):	H_i	30.00	cm
Carico idraulico iniziale:	h_0	890.00	cm
Ora di inizio prova:		09:30:00	

Tabella misure

N	Tempo t			Livello dell'acqua				
	ora	Dt	Dt'	H	h	Dh	h _m	Dh/Dt'
		[sec]	[sec]	[cm]				[cm/sec]
0	09:30:00	0	0	890.00	0.00	0.00	\\	\\
1		5	5	876.00	14.00	-14.00	7.00	-2.80E+00
2		10	5	875.00	15.00	-1.00	14.50	-1.00E-01
3		20	10	874.50	15.50	-1.50	14.75	-1.50E-01
4		30	10	874.50	15.50	0.00	15.50	0.00E+00
5		45	15	874.00	16.00	-0.50	15.75	-3.33E-02
6		60	15	874.00	16.00	0.00	16.00	0.00E+00
7		90	30	874.00	16.00	0.00	16.00	0.00E+00
8		120	30	874.00	16.00	0.00	16.00	0.00E+00
9		150	30	873.50	16.50	-0.50	16.25	-1.67E-02
10		180	30	873.50	16.50	0.00	16.50	0.00E+00
11		210	30	873.50	16.50	0.00	16.50	0.00E+00
12		240	30	873.50	16.50	0.00	16.50	0.00E+00
13		270	30	873.50	16.50	0.00	16.50	0.00E+00
14		300	30	873.50	16.50	0.00	16.50	0.00E+00
15		360	60	873.50	16.50	0.00	16.50	0.00E+00
16		420	60	873.50	16.50	0.00	16.50	0.00E+00
17		600	180	873.00	17.00	-0.50	16.75	-2.78E-03
18		900	300	872.00	18.00	-1.00	17.50	-3.33E-03
19		1200	300	872.00	18.00	0.00	18.00	0.00E+00
20		1800	600	871.50	18.50	-0.50	18.25	-8.33E-04
21								
22								
23								

h: carico idraulico relativo al tempo t

Dh: variazione di carico nell'intervallo di tempo Dt'

h_m : carico medio nell'intervallo di tempo Dt'

Dt: intervallo di tempo rispetto all'istante t_0

Dt': intervallo di tempo tra due letture successive

H: livello dell'acqua da testa tubo misurato al tempo t

COMMITTENTE:

IREN Ambiente

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO A CARICO VARIABILE

PROVA LEFRANC SONDAGGIO S1 prova 2

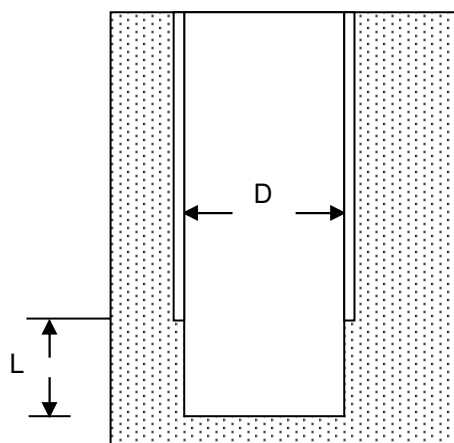
Profondità: 7.50 - 8.60 m da p.c.

DATA: 05/10/2023

Calcolo del coefficiente di permeabilità $k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$

Diametro del foro non rivestito:	D	10.10	cm
Lunghezza della parete filtrante:	L	110.00	cm
Area della sezione trasversale della parete filtrante:	A	80.08	cm ²
t ₁ :		60.00	sec
t ₂ :		1800.00	sec
h ₁ :		874.00	cm
h ₂ :		871.50	cm
Coefficiente di forma:	F	297.12	

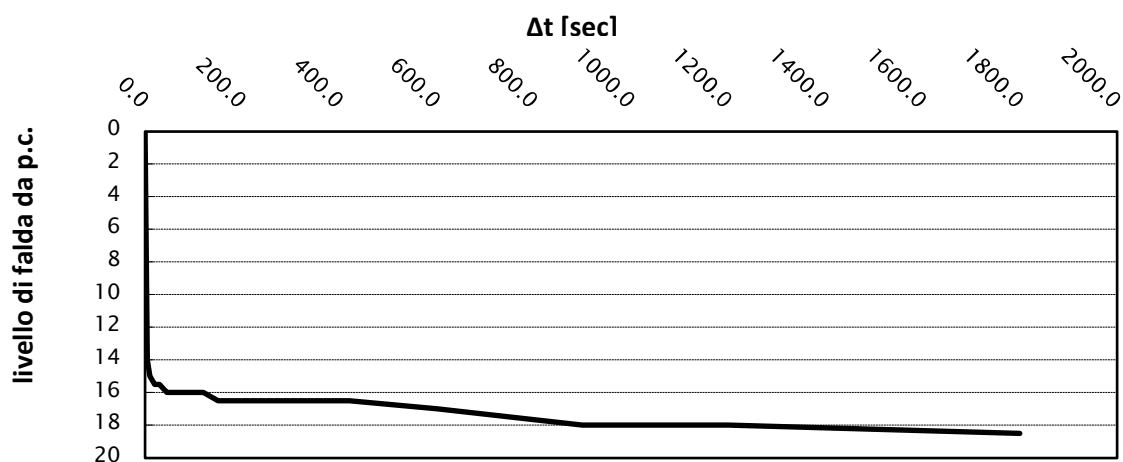
Calcolo del coefficiente di forma F:



Fondo cilindrico in terreno uniforme

$$F = \frac{3 \cdot \pi \cdot L}{\ln\left(\frac{1.5L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{1.5 \cdot L}{D}\right)^2}\right)} = 297.119$$

Verifica della validità della legge di Darcy



k = 4.44E-07 cm/sec

COMMITTENTE:

IREN Ambiente

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO A CARICO VARIABILE

PROVA LEFRANC SONDAGGIO S2 prova 1

Profondità: 3.00 - 3.50 m da p.c.

DATA: 10/10/2023

Dati della prova

Diametro del foro non rivestito:	D	12.70	cm
Lunghezza della parete filtrante:	L	50.00	cm
Profondità del fondo foro da piano campagna:		350.00	cm
Spessore del filtro di ghiaia:		50.00	cm
Livello statico della falda (dal piano campagna):	h_s	assente	cm
Livello dell'acqua dal p.c.dopo l'emungimento (prova di risalita):	H_i	---	cm
Livello dell'acqua dal p.c. dopo l'immissione (prova di abbassamento):	H_i	50.00	cm
Carico idraulico iniziale:	h_0	400.00	cm
Ora di inizio prova:		14:50:00	

Tabella misure

N	Tempo t			Livello dell'acqua				Dh/Dt'
	ora	Dt	Dt'	H	h	Dh	h_m	
		[sec]	[sec]	[cm]				[cm/sec]
0	14:50:00	0	0	400.00	0.00	0.00	\\	\\
1		5	5	395.00	5.00	-5.00	2.50	-1.00E+00
2		10	5	391.00	9.00	-4.00	7.00	-8.00E-01
3		20	10	389.00	11.00	-2.00	10.00	-2.00E-01
4		30	10	380.00	20.00	-9.00	15.50	-9.00E-01
5		45	15	373.00	27.00	-7.00	23.50	-4.67E-01
6		60	15	366.00	34.00	-7.00	30.50	-4.67E-01
7		90	30	354.00	46.00	-12.00	40.00	-4.00E-01
8		120	30	342.50	57.50	-11.50	51.75	-3.83E-01
9		150	30	331.00	69.00	-11.50	63.25	-3.83E-01
10		180	30	322.00	78.00	-9.00	73.50	-3.00E-01
11		210	30	312.00	88.00	-10.00	83.00	-3.33E-01
12		240	30	304.00	96.00	-8.00	92.00	-2.67E-01
13		270	30	295.00	105.00	-9.00	100.50	-3.00E-01
14		300	30	290.00	110.00	-5.00	107.50	-1.67E-01
15		360	60	275.00	125.00	-15.00	117.50	-2.50E-01
16		420	60	267.00	133.00	-8.00	129.00	-1.33E-01
17		600	180	240.00	160.00	-27.00	146.50	-1.50E-01
18		900	300	207.00	193.00	-33.00	176.50	-1.10E-01
19		1200	300	180.00	220.00	-27.00	206.50	-9.00E-02
20		1800	600	151.00	249.00	-29.00	234.50	-4.83E-02
21		2400	600	145.00	255.00	-6.00	252.00	-1.00E-02
22								
23								

h: carico idraulico relativo al tempo t

Dh: variazione di carico nell'intervallo di tempo Dt'

h_m : carico medio nell'intervallo di tempo Dt'

Dt: intervallo di tempo rispetto all'istante t_0

Dt': intervallo di tempo tra due letture successive

H: livello dell'acqua da testa tubo misurato al tempo t

COMMITTENTE:

IREN Ambiente

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO A CARICO VARIABILE

PROVA LEFRANC SONDAGGIO S2 prova 1

Profondità: 3.00 - 3.50 m da p.c.

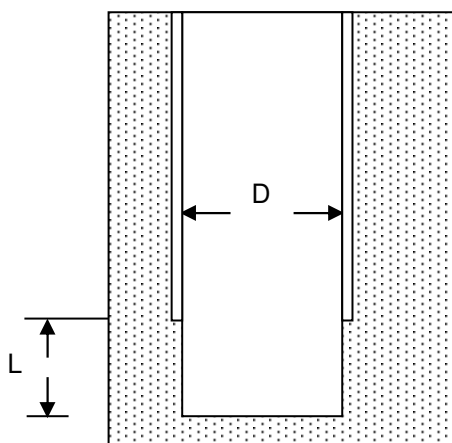
DATA: 10/10/2023

Calcolo del coefficiente di permeabilità $k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$

Diametro del foro non rivestito:	D	12.70	cm
Lunghezza della parete filtrante:	L	50.00	cm
Area della sezione trasversale della parete filtrante:	A	126.61	cm ²
t ₁ :		900.00	sec
t ₂ :		2400.00	sec
h ₁ :		207.00	cm
h ₂ :		145.00	cm
Coefficiente di forma:	F	190.22	

738

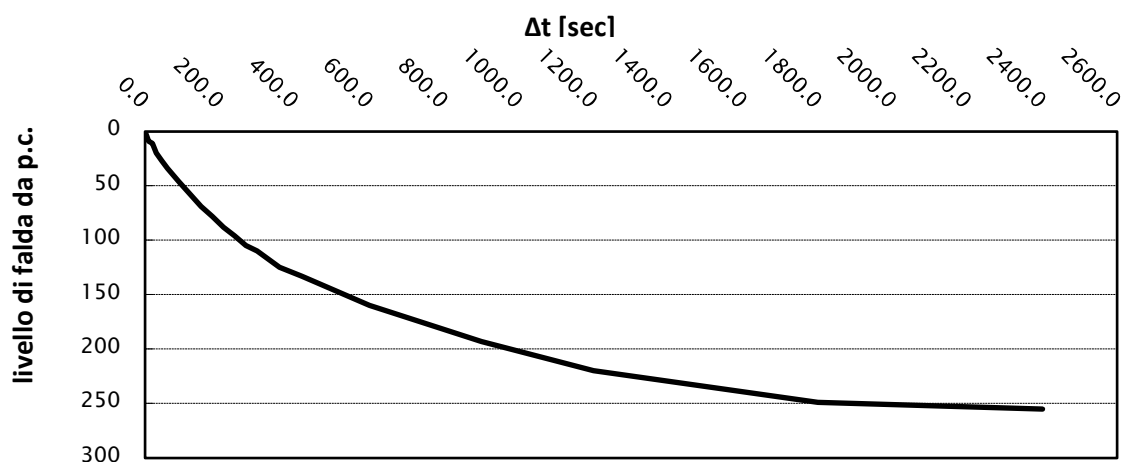
Calcolo del coefficiente di forma F:



Fondo cilindrico in terreno uniforme

$$F = \frac{3 \cdot \pi \cdot L}{\ln\left(\frac{1.5L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{1.5 \cdot L}{D}\right)^2}\right)} = 190.217$$

Verifica della validità della legge di Darcy



k = 1.58E-04 cm/sec

COMMITTENTE:

IREN Ambiente

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO A CARICO VARIABILE

PROVA LEFRANC SONDAGGIO S2 prova 2

Profondità: 8.00 - 8.50 m da p.c.

DATA: 10/10/2023

Dati della prova

Diametro del foro non rivestito:	D	12.70	cm
Lunghezza della parete filtrante:	L	50.00	cm
Profondità del fondo foro da piano campagna:		850.00	cm
Spessore del filtro di ghiaia:		50.00	cm
Livello statico della falda (dal piano campagna):	h_s	assente	cm
Livello dell'acqua dal p.c.dopo l'emungimento (prova di risalita):	H_i	---	cm
Livello dell'acqua dal p.c. dopo l'immissione (prova di abbassamento):	H_i	50.00	cm
Carico idraulico iniziale:	h_0	900.00	cm
Ora di inizio prova:		14:50:00	

Tabella misure

N	Tempo t			Livello dell'acqua				Dh/Dt'
	ora	Dt	Dt'	H	h	Dh	h_m	
		[sec]	[sec]	[cm]				[cm/sec]
0	14:50:00	0	0	900.00	0.00	0.00	\\	\\
1		5	5	899.00	1.00	-1.00	0.50	-2.00E-01
2		10	5	899.00	1.00	0.00	1.00	0.00E+00
3		20	10	898.00	2.00	-1.00	1.50	-1.00E-01
4		30	10	898.00	2.00	0.00	2.00	0.00E+00
5		45	15	898.00	2.00	0.00	2.00	0.00E+00
6		60	15	898.00	2.00	0.00	2.00	0.00E+00
7		90	30	898.00	2.00	0.00	2.00	0.00E+00
8		120	30	898.00	2.00	0.00	2.00	0.00E+00
9		150	30	897.50	2.50	-0.50	2.25	-1.67E-02
10		180	30	897.50	2.50	0.00	2.50	0.00E+00
11		210	30	897.50	2.50	0.00	2.50	0.00E+00
12		240	30	897.50	2.50	0.00	2.50	0.00E+00
13		270	30	897.50	2.50	0.00	2.50	0.00E+00
14		300	30	897.50	2.50	0.00	2.50	0.00E+00
15		360	60	897.00	3.00	-0.50	2.75	-8.33E-03
16		420	60	896.50	3.50	-0.50	3.25	-8.33E-03
17		600	180	895.50	4.50	-1.00	4.00	-5.56E-03
18		900	300	894.50	5.50	-1.00	5.00	-3.33E-03
19		1200	300	893.00	7.00	-1.50	6.25	-5.00E-03
20		1800	600	892.00	8.00	-1.00	7.50	-1.67E-03
21		2400	600	892.00	8.00	0.00	8.00	0.00E+00
22								
23								

h: carico idraulico relativo al tempo t

Dh: variazione di carico nell'intervallo di tempo Dt'

h_m : carico medio nell'intervallo di tempo Dt'

Dt: intervallo di tempo rispetto all'istante t_0

Dt': intervallo di tempo tra due letture successive

H: livello dell'acqua da testa tubo misurato al tempo t

COMMITTENTE:

IREN Ambiente

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO A CARICO VARIABILE

PROVA LEFRANC SONDAGGIO S2 prova 2

Profondità: 8.00 - 8.50 m da p.c.

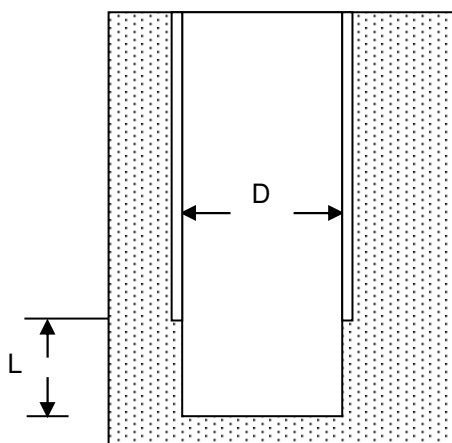
DATA: 10/10/2023

Calcolo del coefficiente di permeabilità $k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$

Diametro del foro non rivestito:	D	12.70	cm
Lunghezza della parete filtrante:	L	50.00	cm
Area della sezione trasversale della parete filtrante:	A	126.61	cm ²
t ₁ :		600.00	sec
t ₂ :		2400.00	sec
h ₁ :		895.00	cm
h ₂ :		892.00	cm
Coefficiente di forma:	F	190.22	

738

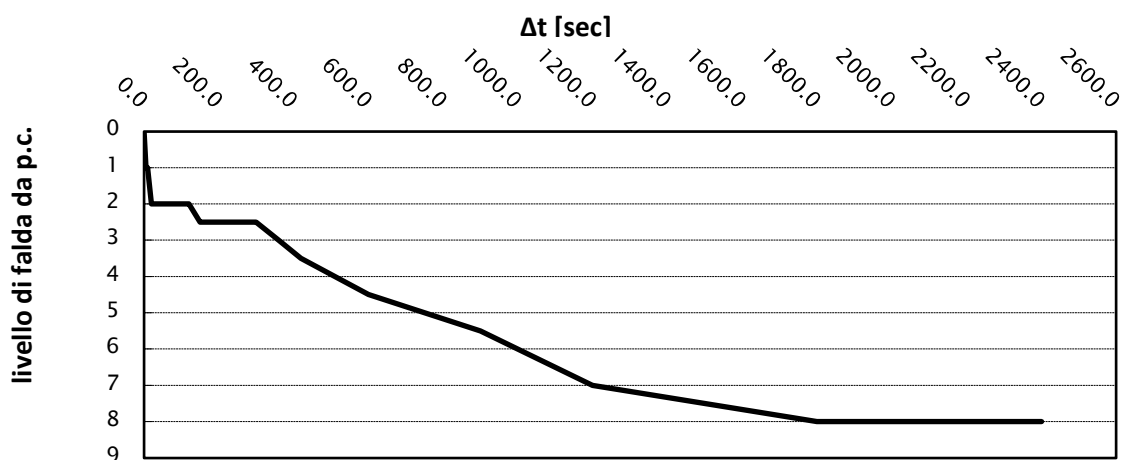
Calcolo del coefficiente di forma F:



Fondo cilindrico in terreno uniforme

$$F = \frac{3 \cdot \pi \cdot L}{\ln\left(\frac{1.5L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{1.5L}{D}\right)^2}\right)} = 190.217$$

Verifica della validità della legge di Darcy



k = 1.24E-06 cm/sec

Allegato 4 – Prove Ménard

[illegible]



MENARD PRESSUREMETER TEST DATA

- DATA -

SITE	File	Sondaggi Inceneritore Ott
	Country	Italia
	Job site identification	Inceneritore di Parma
	Location plan ref.	Inceneritore Parma
	Borehole number	S1

PROBE	PROBE PARAMETERS			TUBING AND FLUID					PRESSURE LOSS PARAMETERS		
	Code	60-gct		Type	Coaxial	X	Liquid	Nature		Correction sheet reference	ET-09.10.2023
	Length	Cover			Twin		Unit weight	gi/gw		Ultimate pressure loss pel (MPa)	0.179
	210 mm	X	Rubber	Total length (m)		Gas	Nature	VOLUME LOSS PARAMETERS			
	370 mm		Reinforced mesh				X	25.00	Compressibility lg (m-1)	Correction sheet reference	CA-09.10.2023
	Type	Metallic mesh		MEMBRANE PARAMETERS					Calibration cylinder diameter di (mm)	60.0	
	E	Metallic strips		Supplier type and cote					Calibration coefficient a (cm3/MPa)	2.400	
	G	X	Slotted tube	Pressure loss pm (MPa)					0.050	Probe volume Vs (cm3)	449.1

Test number (or depth)	ES-09102023.01
Test date and time	09/10/2023 14:30
Control unit number	
Data logger number	
Operator's name	APAGEO
Differential pressure (MPa)	-0.900
Observations (weather, etc.)	

Palier	ORIGINAL DATA								DATA CORRECTED from P&V losses				
	PRESSURE pr (MPa)				VOLUME V(t) (cm³)				PRESSURE	VOLUME	SLOPE	CREEP	MODULE
	1 s	15 s	30 s	60 s	1 s	15 s	30 s	60 s	p (MPa)	V60 (cm³)	$A_{\Delta p 60/30} / A_{\Delta p 15/10}$ (cm³/MPa)	$A_{\Delta p 60/30}$ (cm³)	EM (MPa)
0													
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.015	0.0		0.0	0.433
2	0.025	0.025	0.025	0.025	20.0	20.0	20.0	20.0	0.029	20.3	1505	0.0	0.366
3	0.050	0.050	0.050	0.050	46.0	46.0	46.0	46.0	0.039	46.6	2491	0.0	0.325
4	0.075	0.075	0.075	0.075	90.0	90.0	90.0	100.0	0.038	100.9	#####	10.0	0.705
5	0.100	0.100	0.100	0.100	142.0	142.0	142.0	145.0	0.044	146.1	6959	3.0	2.446
6	0.125	0.125	0.125	0.125	156.0	156.0	156.0	158.0	0.064	159.4	654	2.0	
7	0.150	0.150	0.150	0.150	165.0	165.0	165.0	165.0	0.087	166.6	321	0.0	5.067
8	0.175	0.175	0.175	0.175	169.0	169.0	169.0	170.0	0.110	171.9	225	1.0	6.006
9	0.200	0.200	0.200	0.200	173.0	173.0	173.0	173.0	0.134	175.1	134	0.0	7.290
10	0.225	0.225	0.225	0.225	175.0	175.0	175.0	175.0	0.159	177.3	91	0.0	8.630
11	0.250	0.250	0.250	0.250	180.0	180.0	180.0	180.0	0.182	182.5	223	0.0	8.381
12	0.275	0.275	0.275	0.275	183.0	183.0	183.0	185.0	0.205	187.7	222	2.0	8.240
13	0.300	0.300	0.300	0.300	189.0	189.0	189.0	189.0	0.229	191.9	176	0.0	8.416
14	0.325	0.325	0.325	0.325	192.0	192.0	192.0	192.0	0.253	195.1	132	0.0	8.809
15	0.350	0.350	0.350	0.350	198.0	198.0	198.0	200.0	0.276	203.2	362	2.0	8.077
16	0.375	0.375	0.375	0.375	202.0	202.0	202.0	205.0	0.299	208.4	220	3.0	8.064
17	0.400	0.400	0.400	0.400	210.0	210.0	210.0	212.0	0.322	215.5	312	2.0	7.769
18	0.425	0.425	0.425	0.425	216.0	216.0	216.0	217.0	0.346	220.7	218	1.0	7.799
19	0.450	0.450	0.450	0.450	225.0	225.0	225.0	227.0	0.368	230.8	456	2.0	7.279
20	0.475	0.475	0.475	0.475	233.0	233.0	233.0	233.0	0.391	236.9	262	0.0	7.255
21	0.500	0.500	0.500	0.500	238.0	238.0	238.0	238.0	0.415	242.1	216	0.0	7.328
22	0.550	0.550	0.550	0.550	255.0	255.0	255.0	257.0	0.460	261.3	425	2.0	6.811
23	0.600	0.600	0.600	0.600	279.0	279.0	279.0	283.0	0.504	287.5	597	4.0	6.139
24	0.650	0.650	0.650	0.650	305.0	305.0	305.0	310.0	0.548	314.6	615	5.0	5.687
25	0.700	0.700	0.700	0.700	350.0	350.0	350.0	360.0	0.588	364.7	1243	10.0	4.827

LEVELS	NGF	Levels	Relative levels
	ZC		+ 1.00
	ZN		0 (borehole top)
	ZW		10.00
	ZS		1.50

BOREHOLE	Localization system	X =	Y =
	Drilling rig		
	Drilling method (table C abbreviations)	Continous flight Auger	
	Drilling tool	type	diameter (mm)
			66
	Casing foot at (m depth)		
UNITS	Drilling fluid	from level (m)	1
	Drilling length before testing	to level (m)	2
	time completed		

Elevations	metre	m
Time	second	s
Volumes	cubic centimetre	cm3
Pressures	Megapascal	MPa



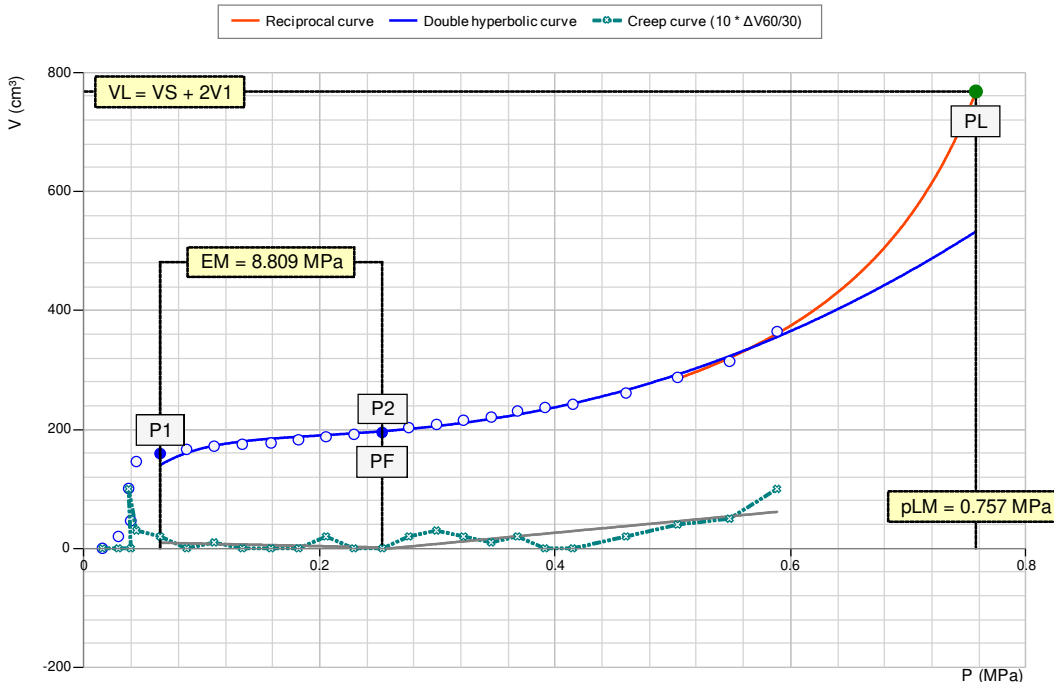
MENARD PRESSUREMETER REPORT AND INTERPRETATION

- RESULTS -

File	Sondaggi Incene
Test reference	ES-09102023.01
Job site identification	Inceneritore di P
Borehole	S1
Test depth	1.50

(Apageo - GeoVision 5)

Sondaggi Inceneritore Ottobre 2023_S1_1.5m



CALCULATED NORMATIVE RESULTS

p1	(MPa)	0.013
p2	(MPa)	0.06
pf	(MPa)	0.25
p1m	(MPa)	0.76
p*lm	(MPa)	0.74
EM	(MPa)	8.8
EM / p1m		11.6
EM / p*lm		11.8

EXTRAPOLATION METHODS PARAMETERS

inverse volumes	A	-8.70E-03
	B	7.89E-03
Average error(cm3)		3.94E+00
double hyperbolic	A1	-1.06E+07
	A2	-1.15E+05
	A3	1.44E+01
	A4	9.86E+08
	A5	-2.67E-02
	A6	9.29E+01
Average error(cm3)		1.03E+01

COMMENTS

PLMR = 0.757 MPa
PLMDH = 0.919 MPa

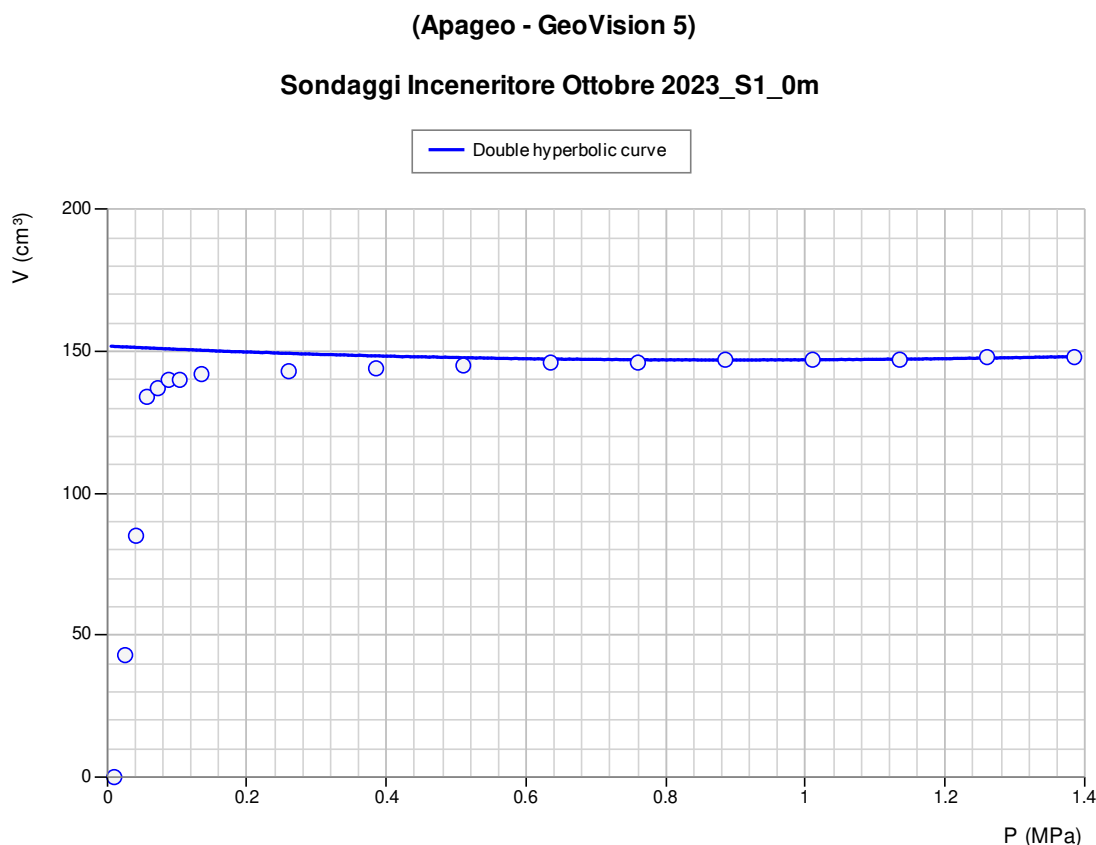


Apageo - GeoVision® 5.6.4.0

PROBE	PROBE PARAMETERS			TUBING & FLUIDS PARAMETERS			
	Cote	60-gct		Type	Coaxial		Liquid
	Length	Cover			Twin	X	Nature
	210 mm	X	Rubber	Total length (m)			Density gi/gw
	370 mm		Reinforced mesh			Gas	Nature
							Compressibility lg (m-1)
TEST	Type	Metallic mesh		MEMBRANE PARAMETERS			
	E	Metallic strips		Supplier type and cote			
	G	X	Slotted tube	Pressure loss pm (MPa)			
				0.050			

Test number	CA-09.10.2023.01
Test date and time	09/10/2023 11:37
Control unit number	
Data logger number	
Operator's name	APAGEO
Differential pressure	#NUM!
CU to probe elevation	1.00
Observations	

Step	Pressures	Volumes
0	0.000	0.0
1	0.025	43.0
2	0.050	85.0
3	0.075	134.0
4	0.100	137.0
5	0.125	140.0
6	0.150	140.0
7	0.200	142.0
8	0.400	143.0
9	0.600	144.0
10	0.800	145.0
11	1.000	146.0
12	1.200	146.0
13	1.400	147.0
14	1.600	147.0
15	1.800	147.0
16	2.000	148.0
17	2.200	148.0
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		



LINEAR EXTRAPOLATION
$V = V_c + a \cdot p$
$V_c = 144.7$ $a = 2.400$

HYPERBOLIC EXTRAPOLATION
$V = U1 + U2 \cdot p + \frac{U3}{U5 - p}$
$U1 = -6.38E+01$ $U2 = 3.11E+01$ $U3 = -1.08E+03$ $U5 = -5.00E+00$

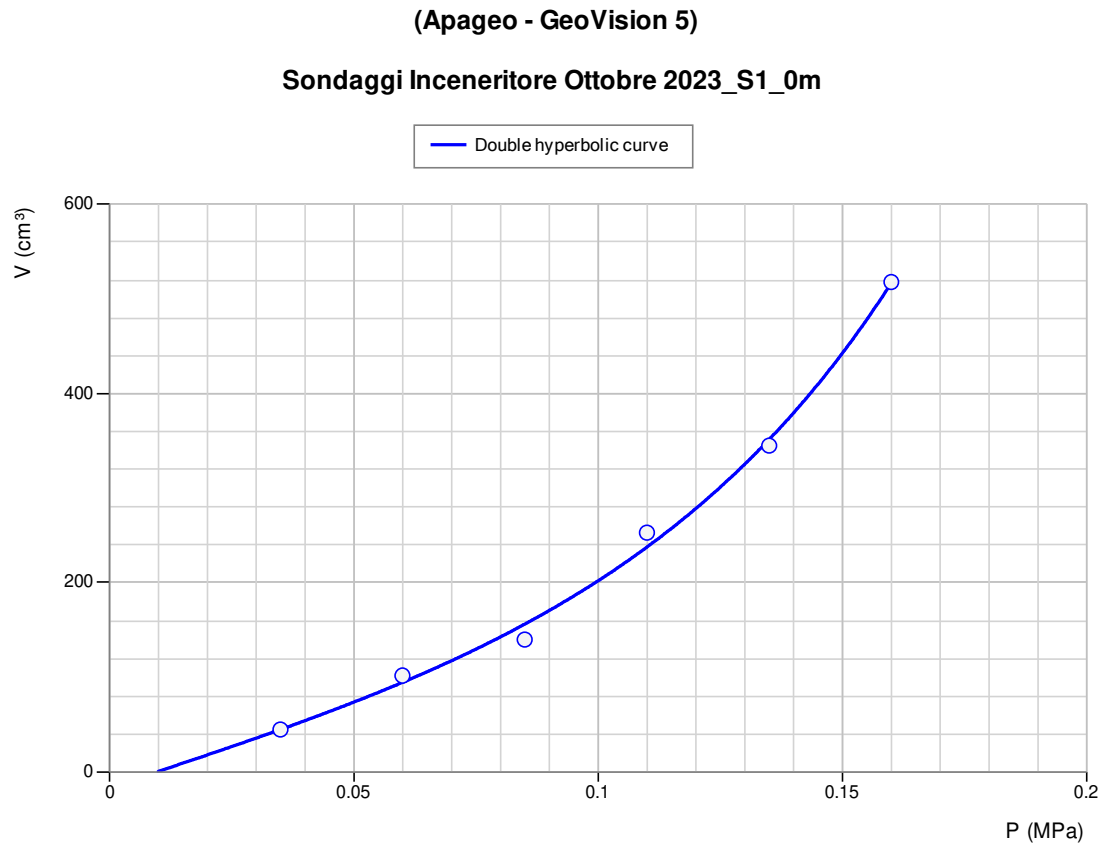
COMMENTS

PROBE VOLUME
Calibration tube diameter di (mm) = 60.0
Probe volume Vs (cm3) = 449.1

PROBE	CELL PARAMETERS			TUBING & FLUIDS PARAMETERS				
	Cote	60-gct		Type	Coaxial		Liquid	Nature
	Length	Cover			Twin	X		Eau
	210 mm	X	Rubber	Total length (m)			Gas	Density g/gw
	370 mm		Reinforced mesh					1.00
			X				Nature	Azote
	Type	Metallic mesh		MEMBRANE PARAMETERS				
	E	Metallic strips		Supplier type and cote				
	G	X	Slotted tube	Pressure loss pm (MPa)				
				0.050				

TEST	Test number	ET-09.10.2023.02
	Test date and time	09/10/2023 11:41
	Control unit number	
	Data logger number	
	Operator's name	APAGEO
	Differential pressure	#NUM!
	CU to probe elevation	1.00
	Observations	

Palier	Pressions	Volumes
0	0.000	0.0
1	0.025	45.0
2	0.050	102.0
3	0.075	140.0
4	0.100	253.0
5	0.125	345.0
6	0.150	518.0
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		


DOUBLE HYPERBOLIC EXTRAPOLATION

$$V = U1 + U2.p + \frac{U3}{U5 - p} + \frac{U4}{U6 - p}$$

U1 = 2.43E+03 U4 = 2.66E+02
 U2 = -6.44E+03 U5 = -6.00E-01
 U3 = 1.98E+03 U6 = 3.15E-01

COMMENTS
ULTIMATE PRESSURE LOSS

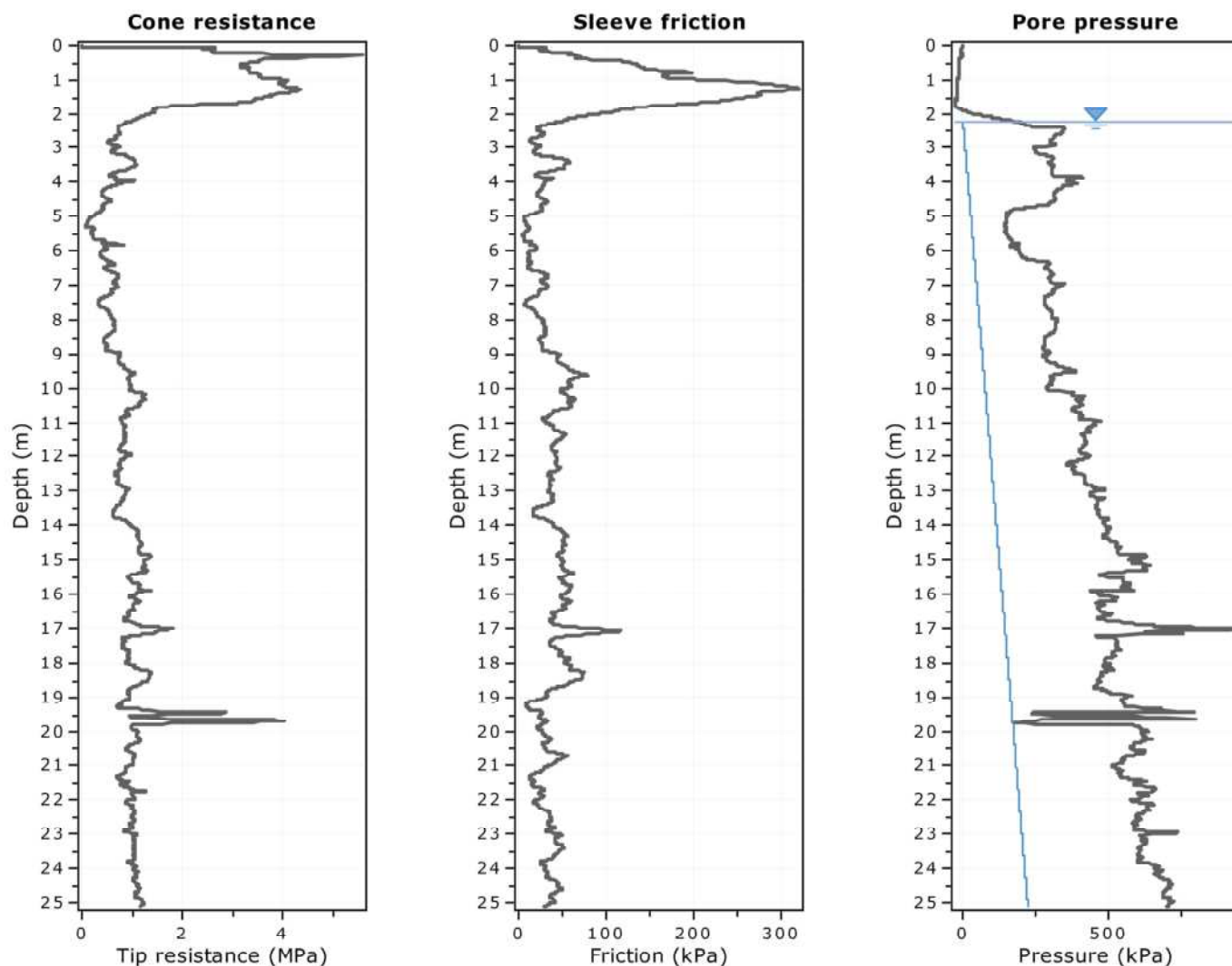
Volume for Pel calculation (cm3) = 700.0

Ultimate pressure loss Pel (MPa) = 0.179

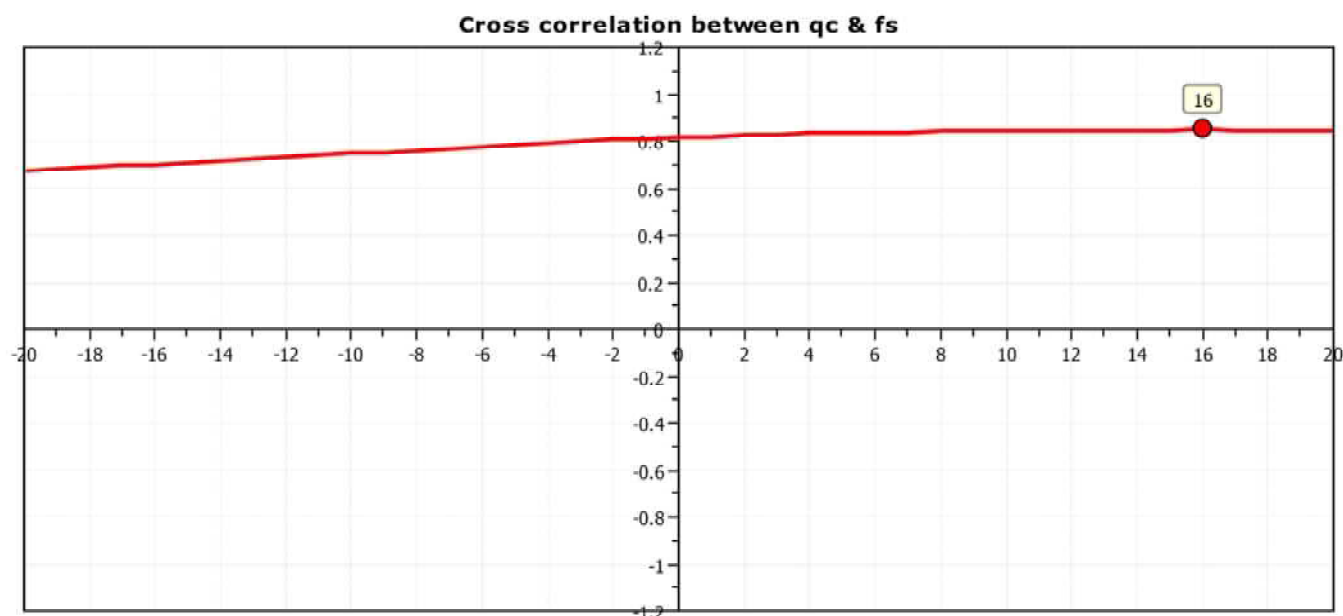
Allegato 5 – Prove CPTu

Project: Progetto C4 - PAI Parma

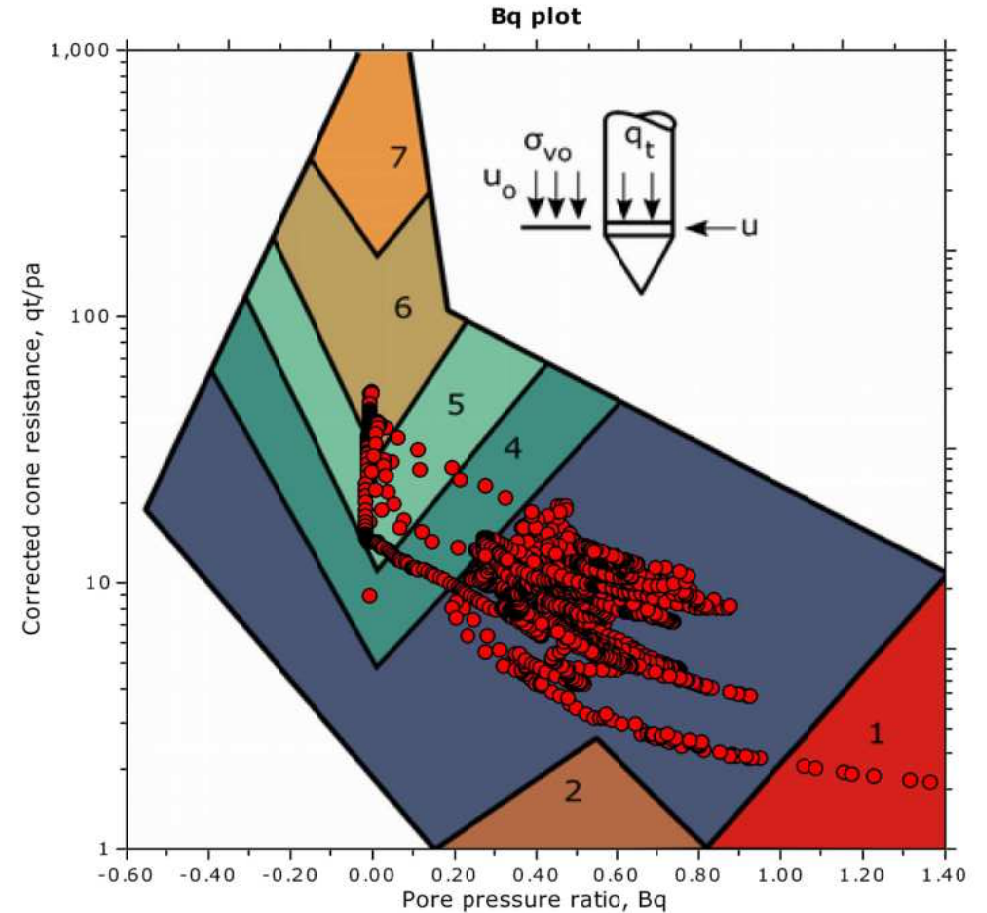
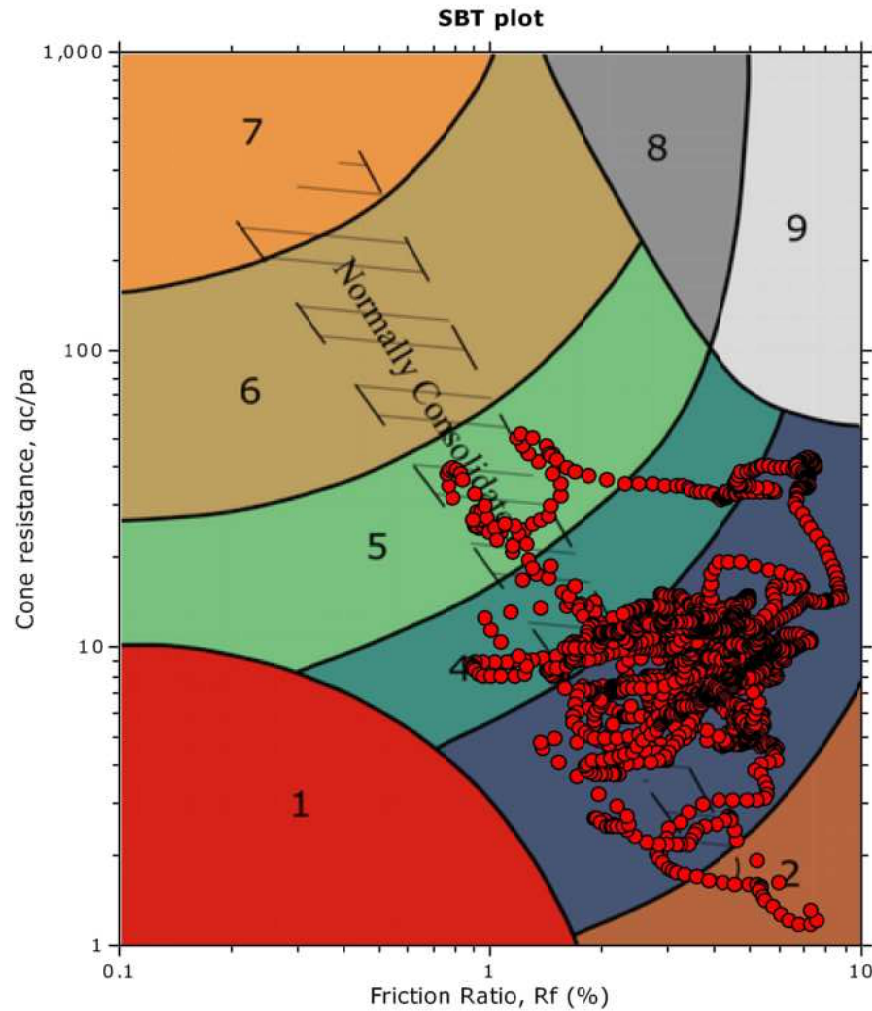
Location: Parma via Ugozzolo



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



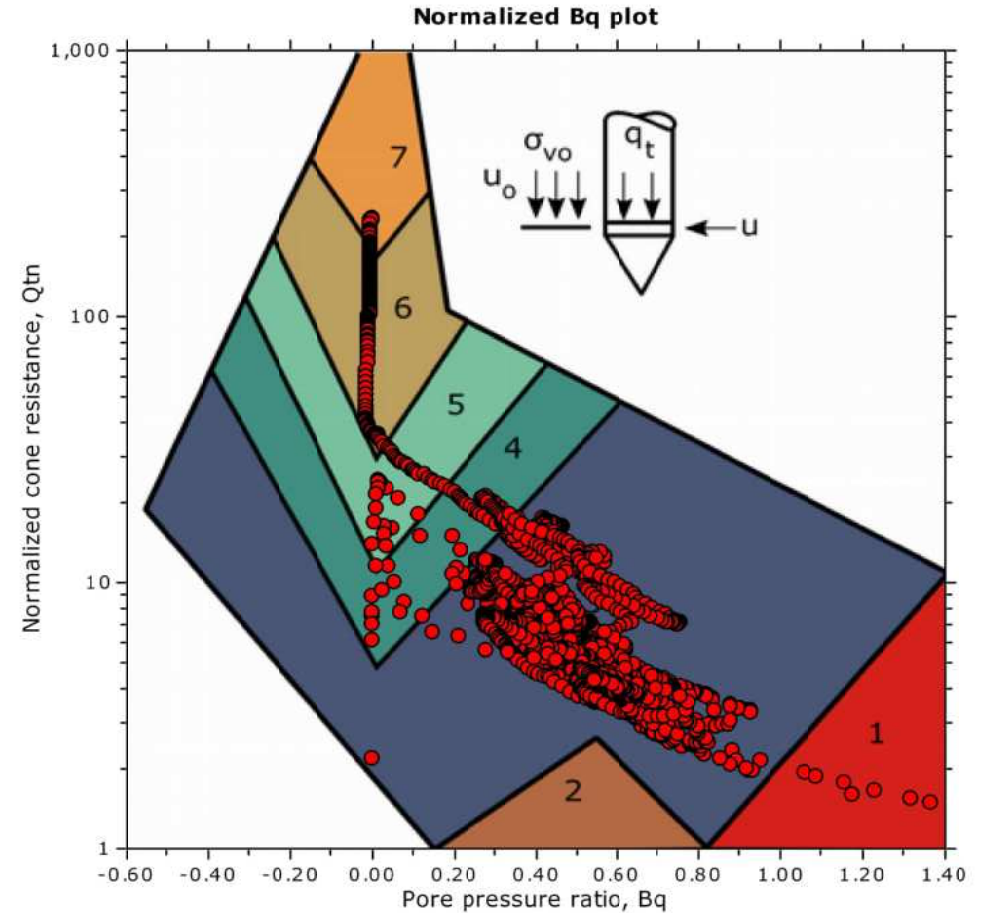
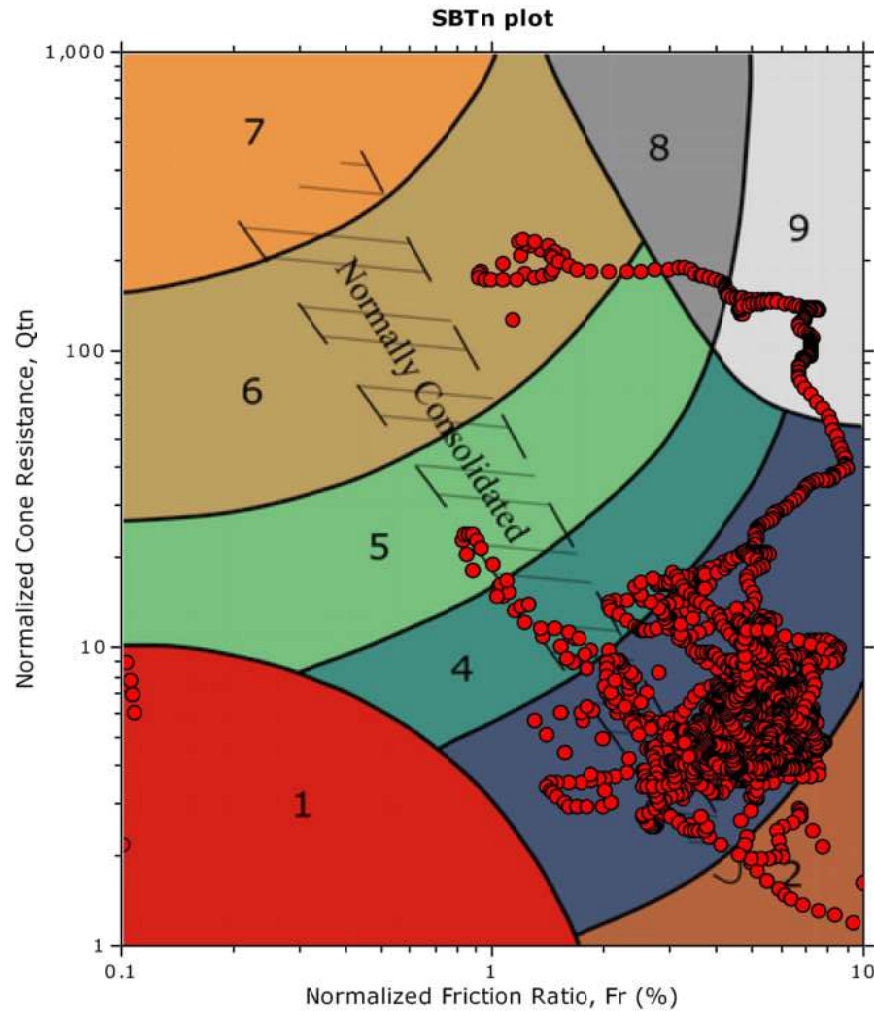
SBT - Bq plots



SBT legend

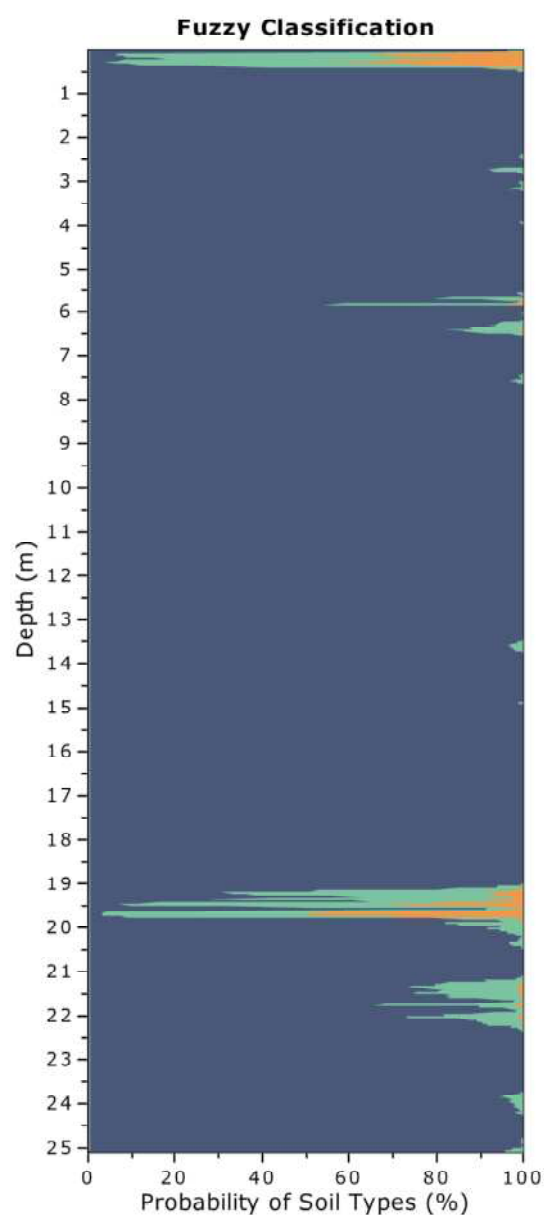
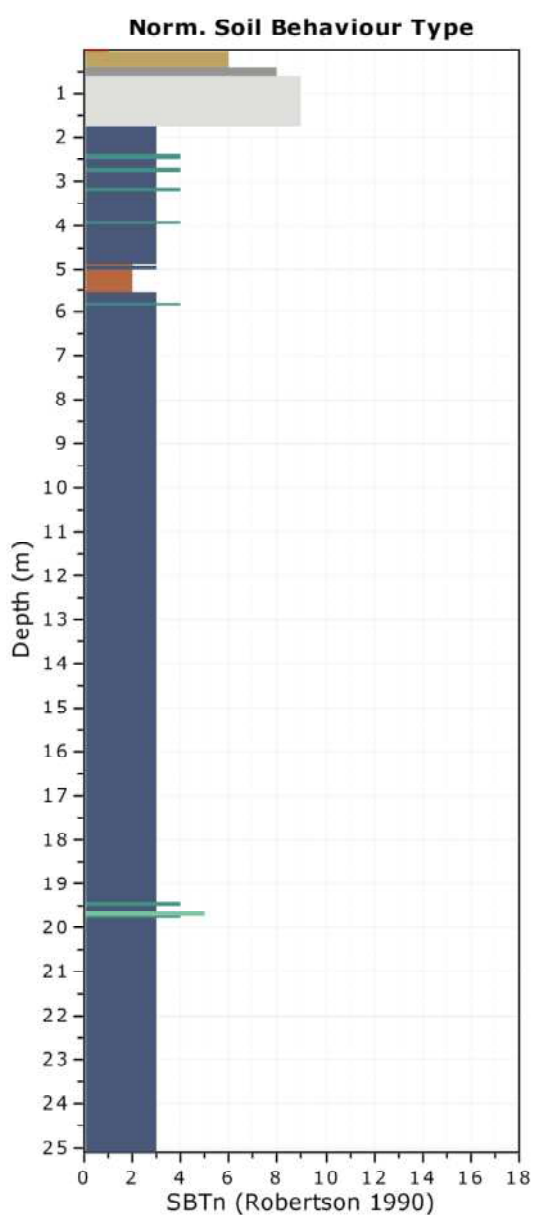
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

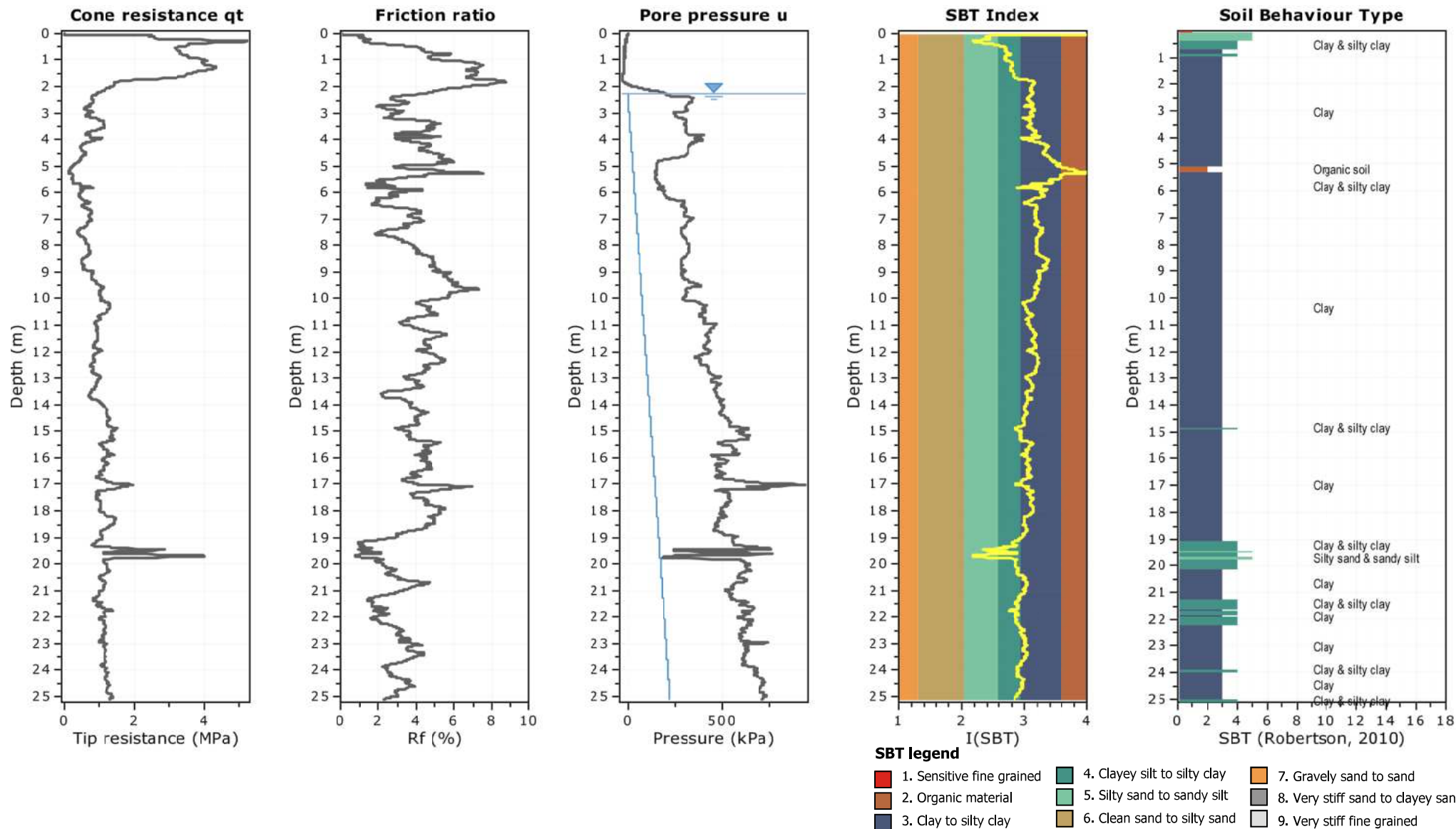
SBT - Bq plots (normalized)

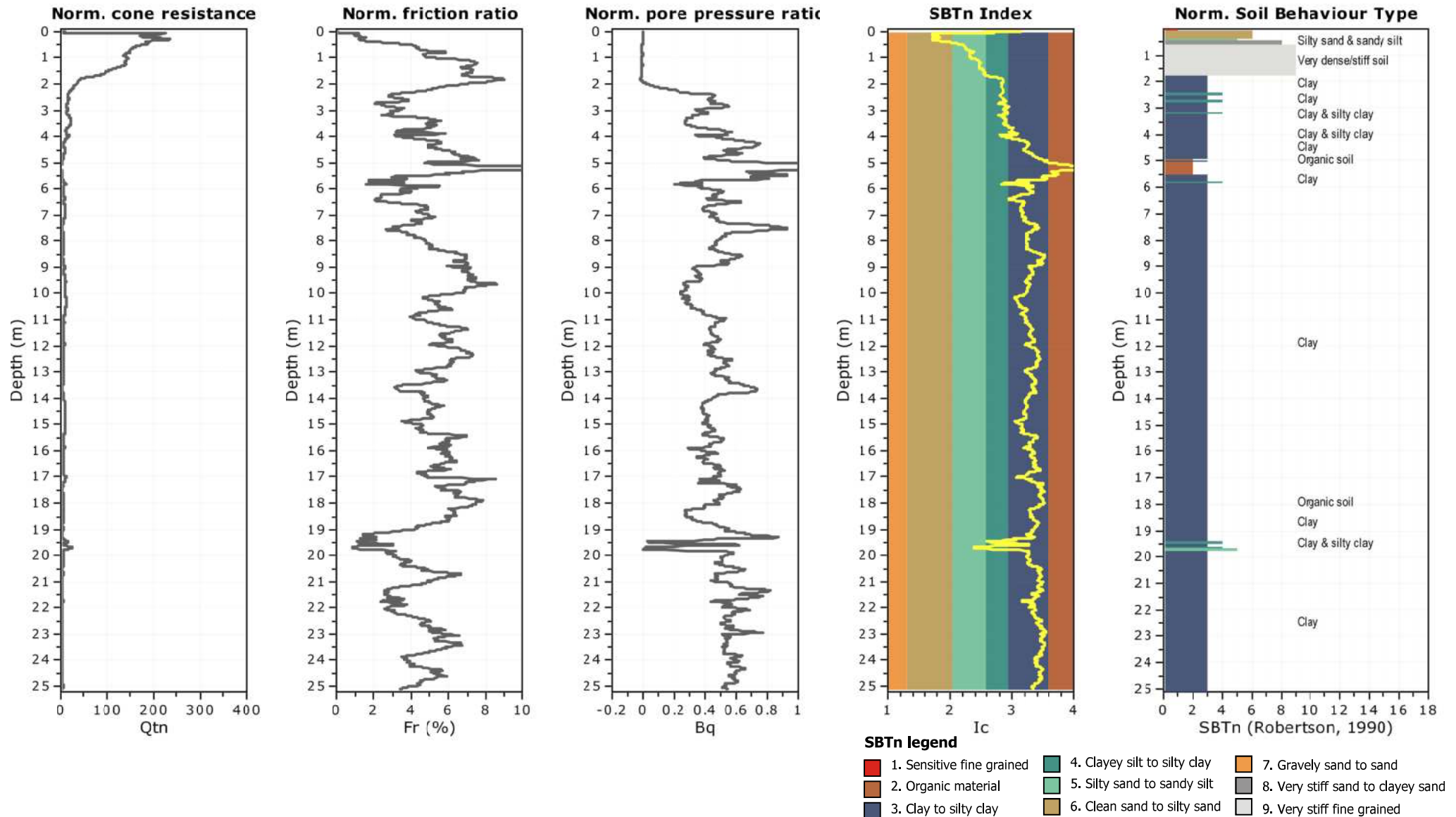


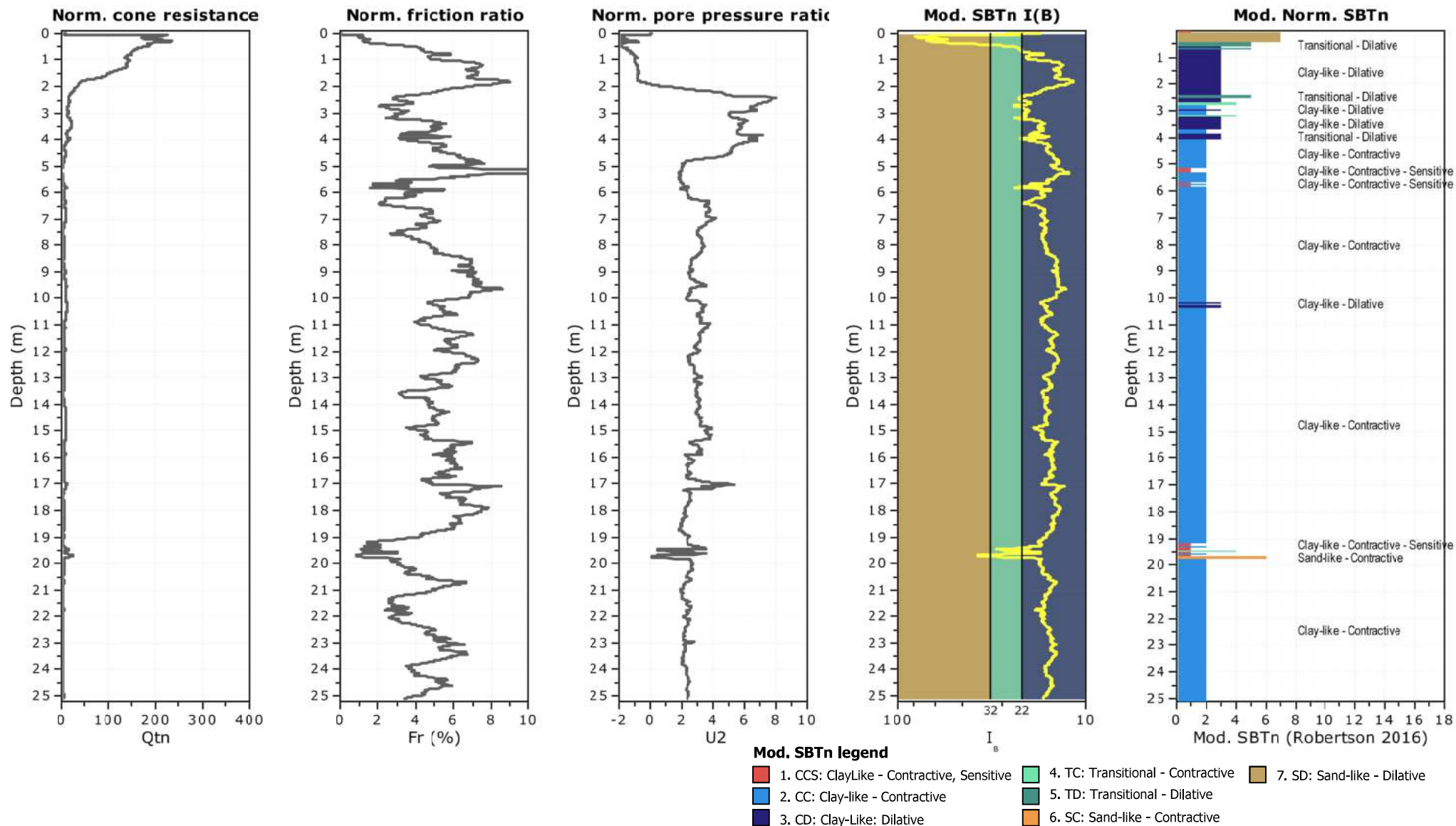
SBTn legend

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

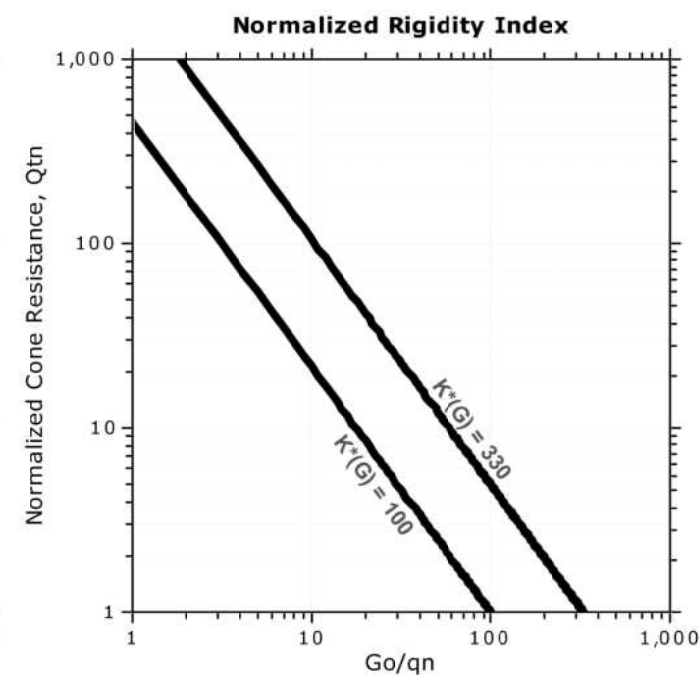
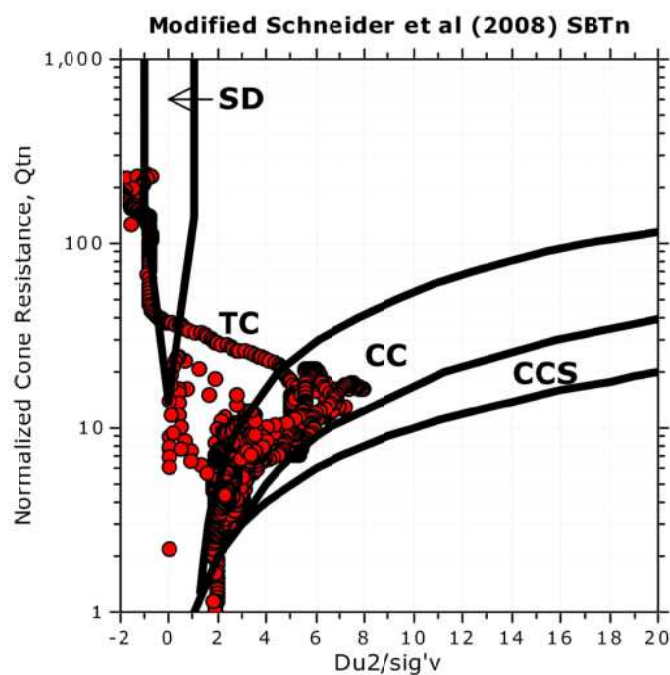
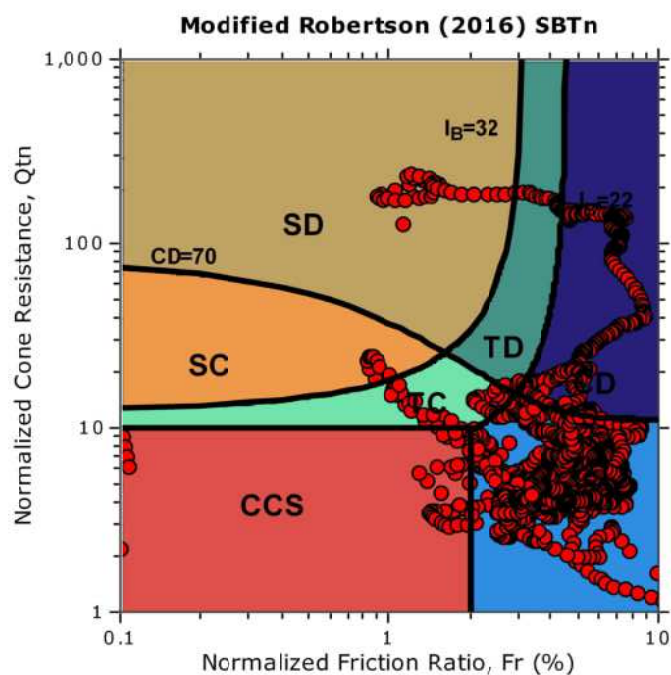








Updated SBTn plots

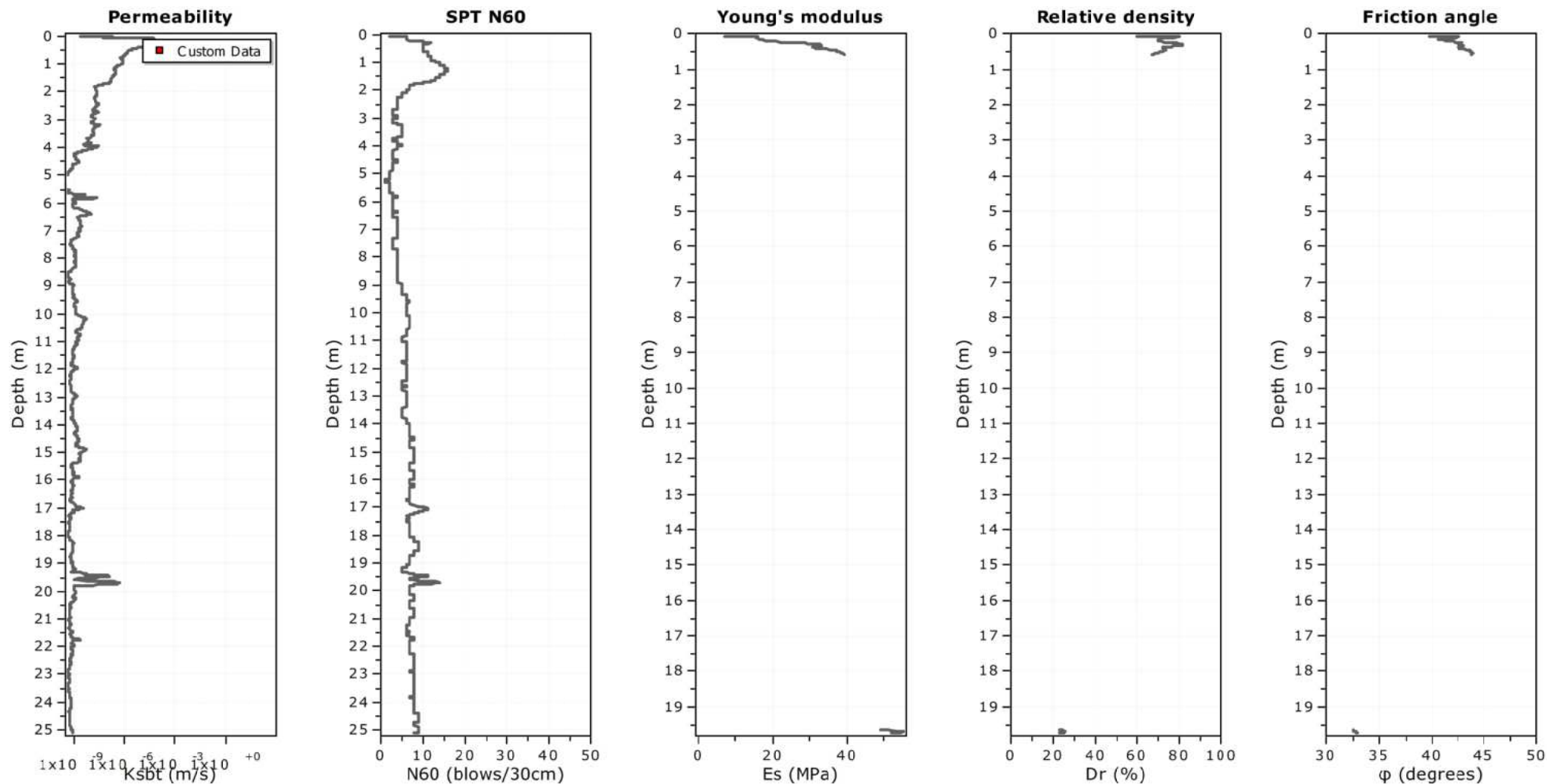


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

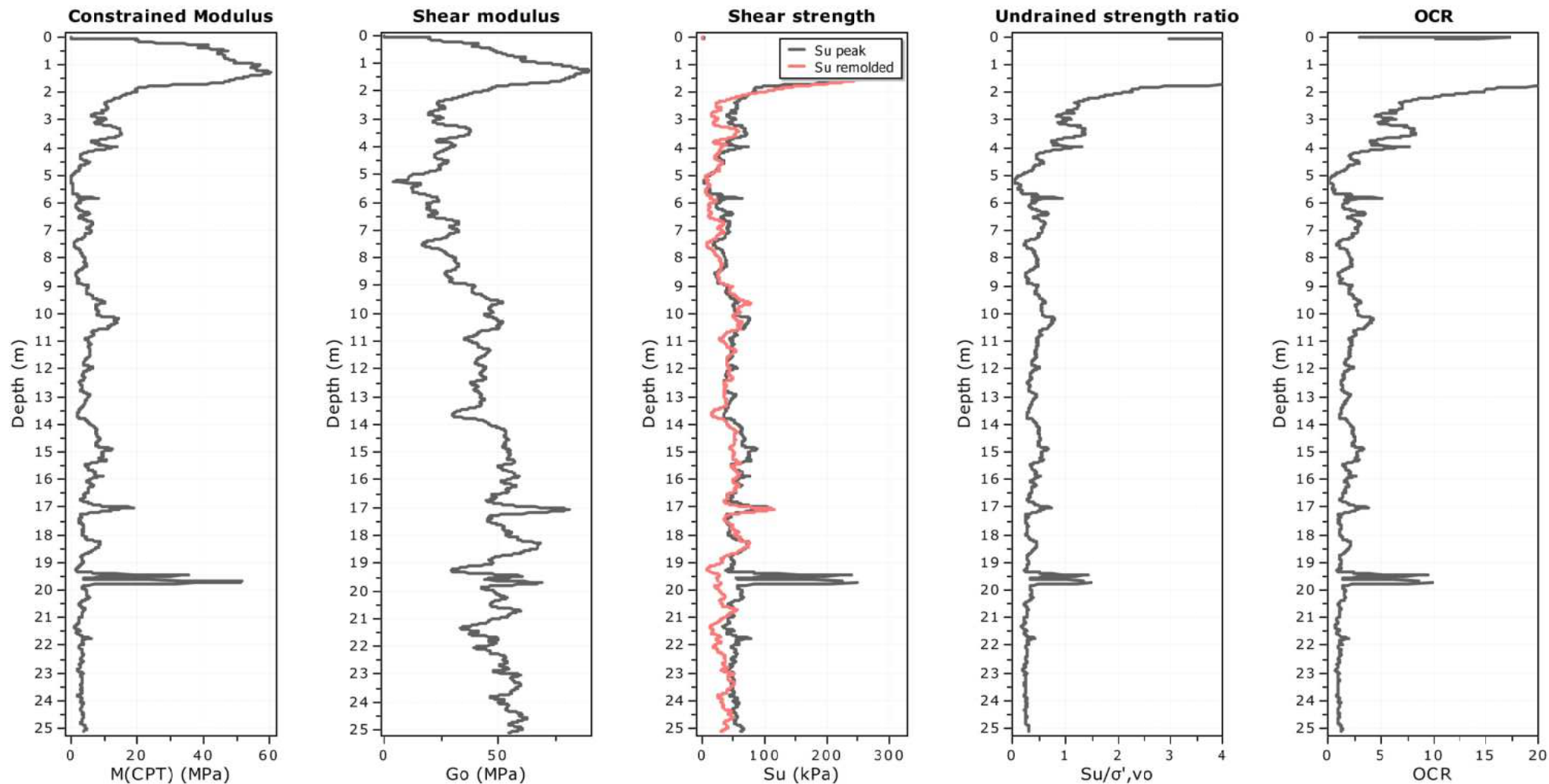
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

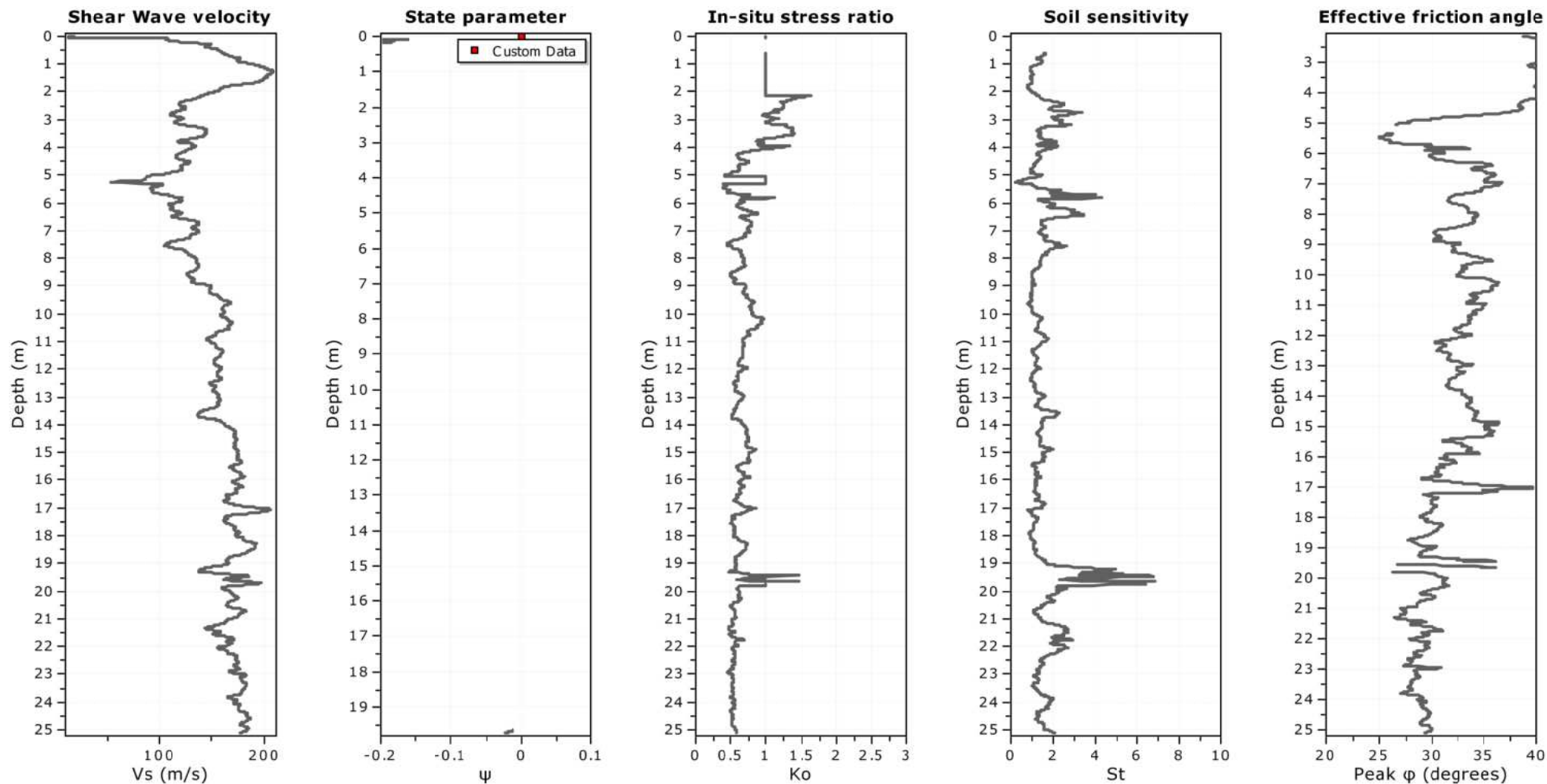
G_o : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

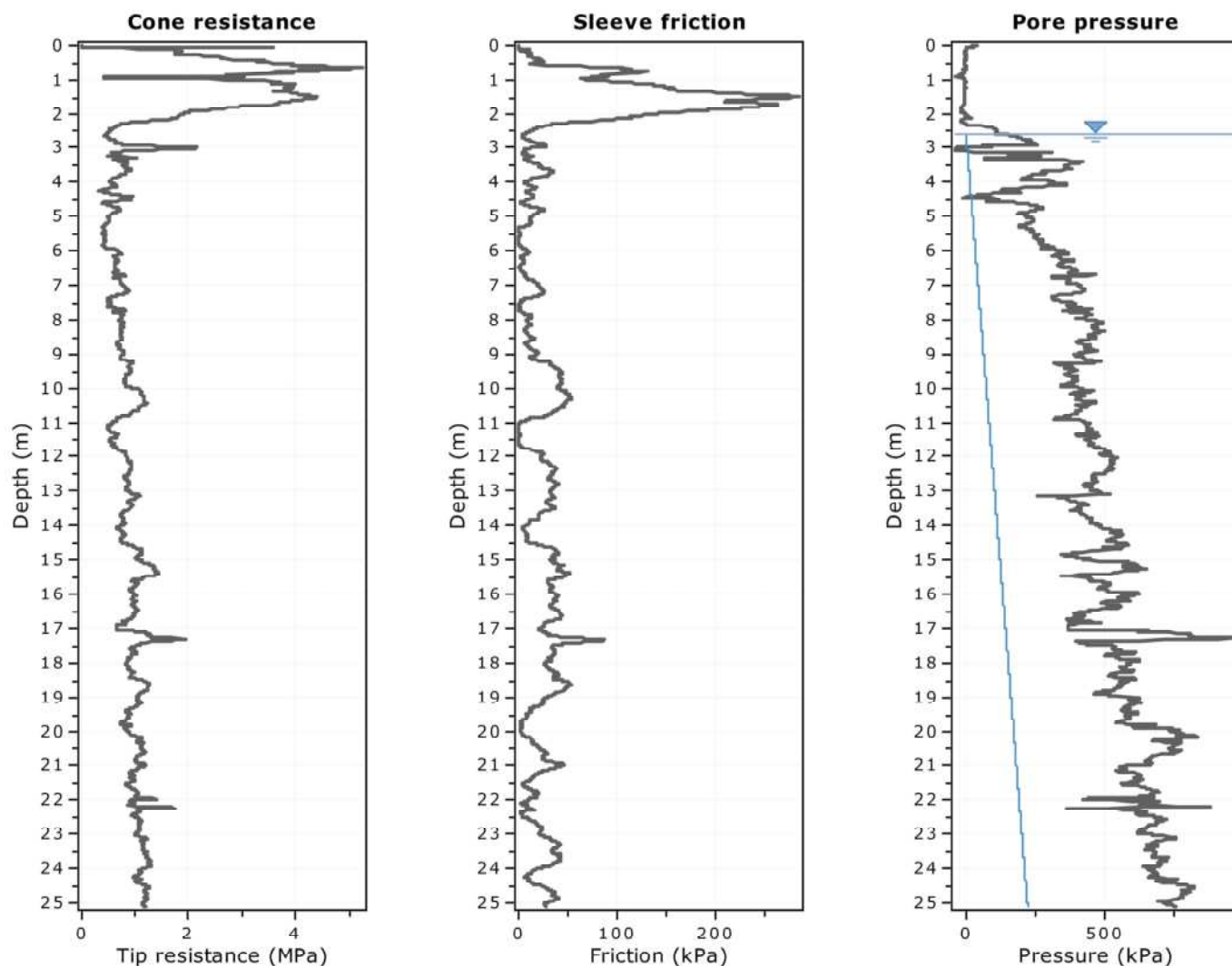
● Flat Dilatometer Test data



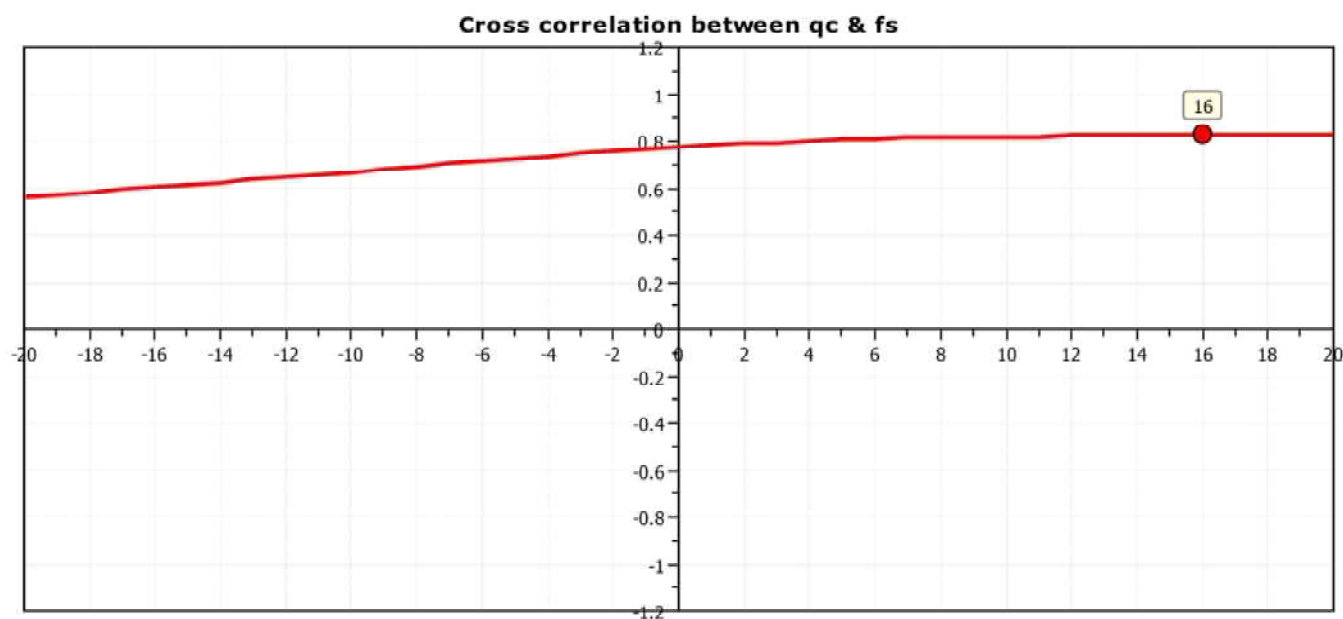
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

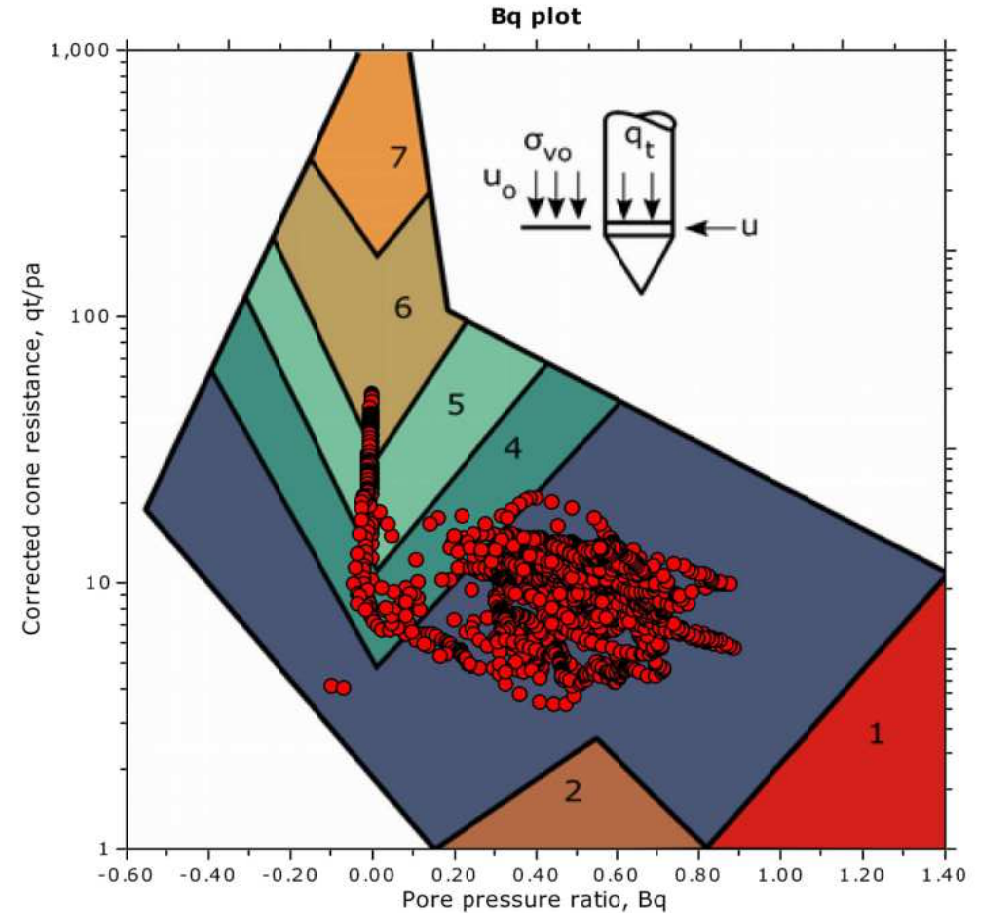
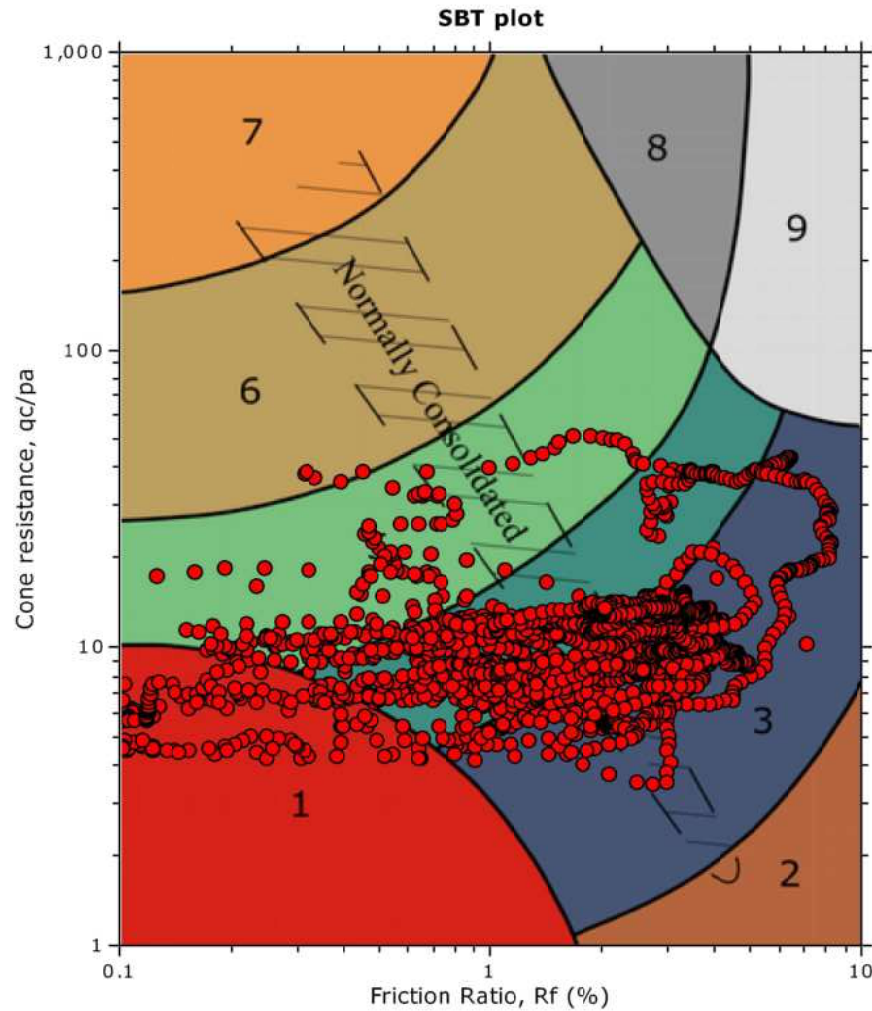
—●— User defined estimation data



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



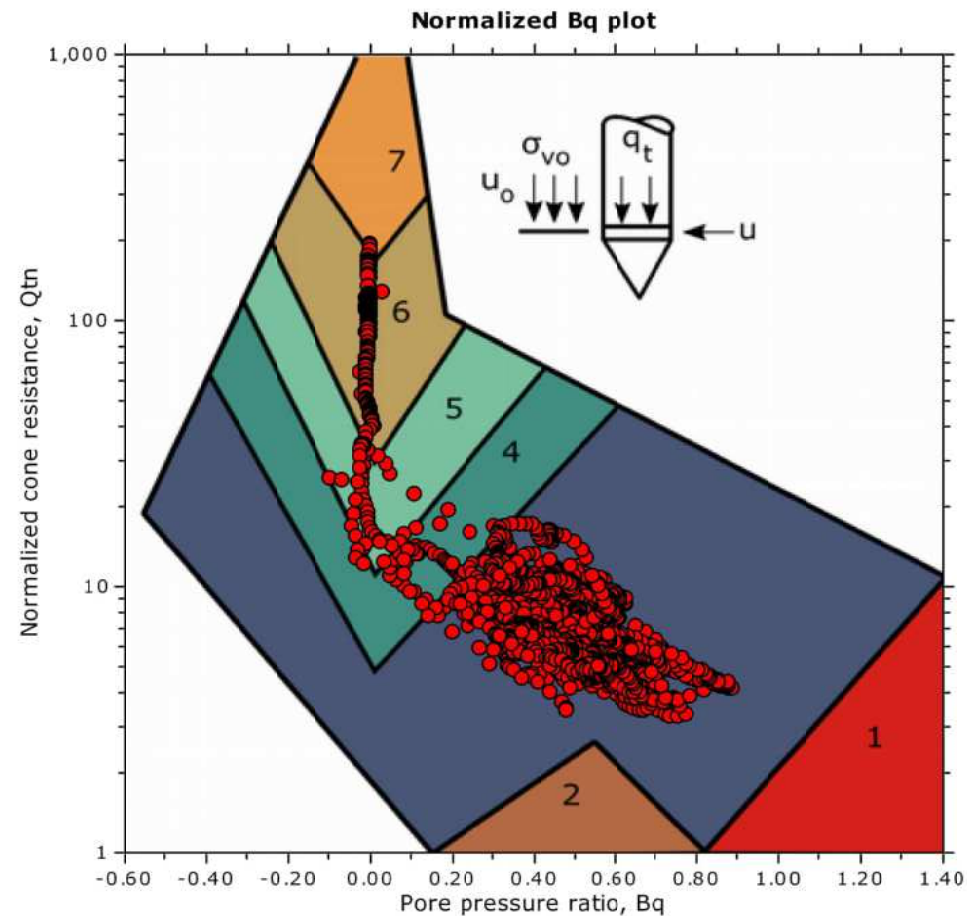
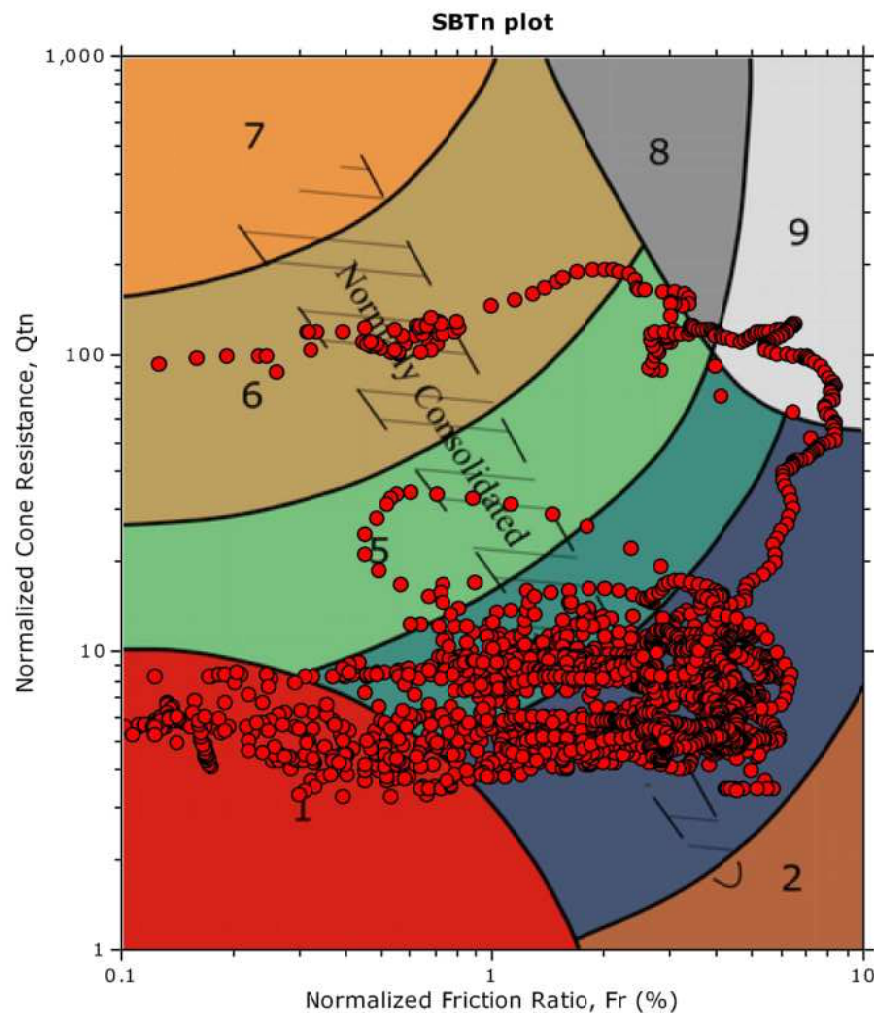
SBT - Bq plots



SBT legend

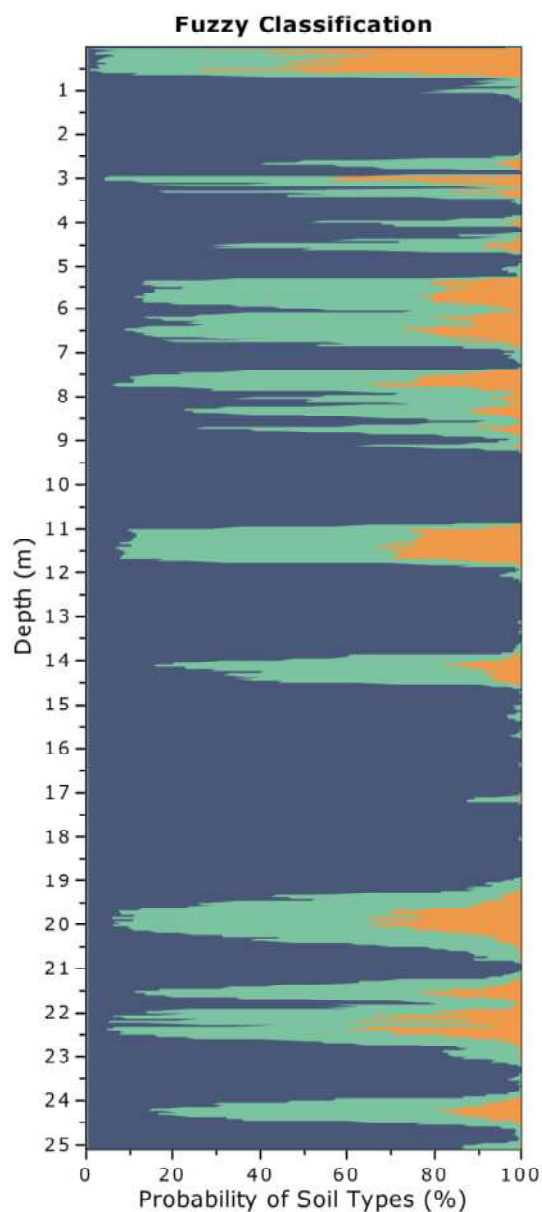
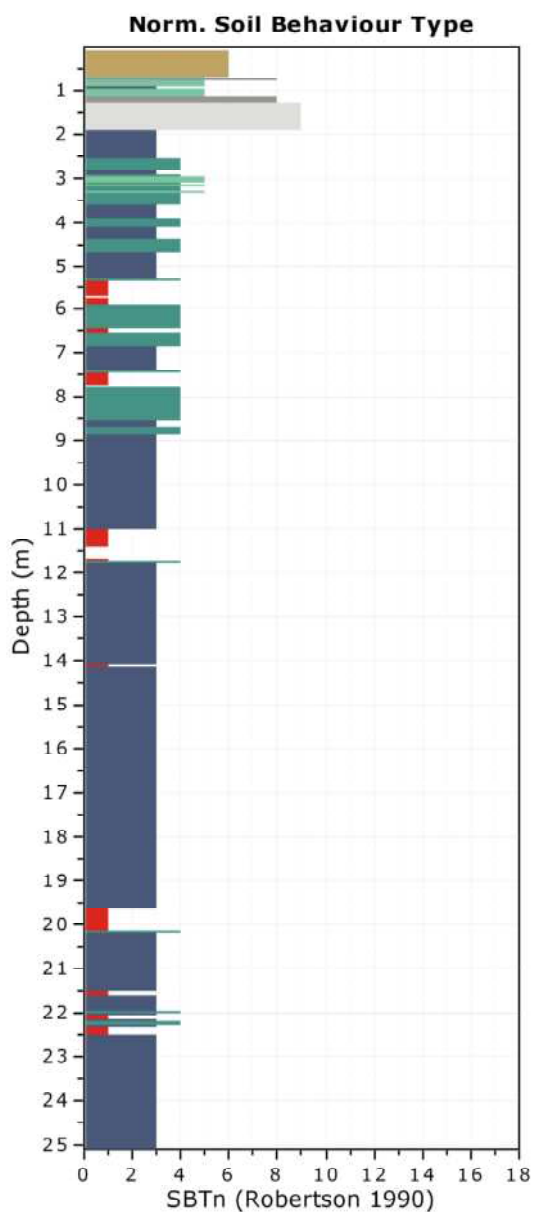
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

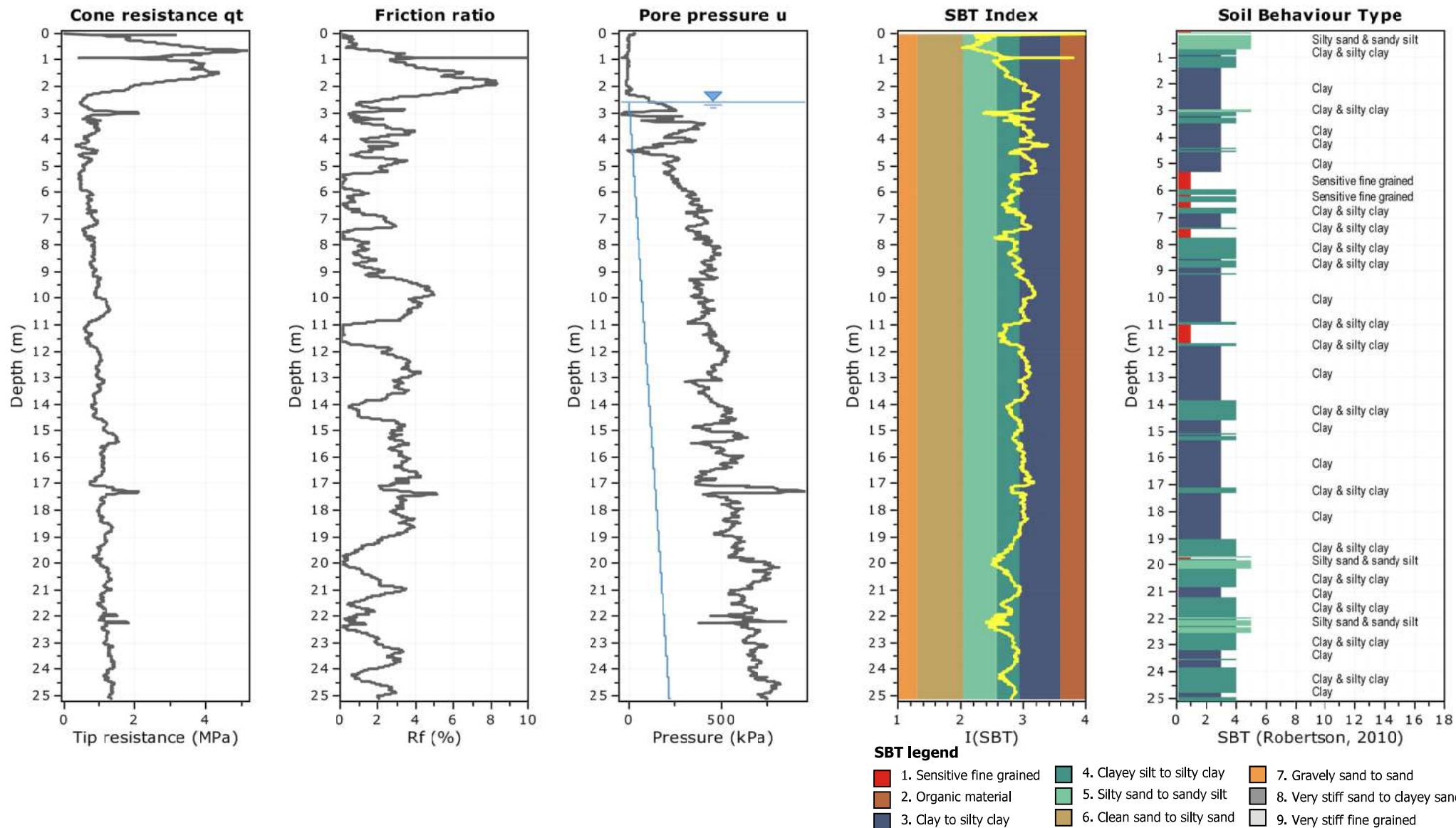
SBT - Bq plots (normalized)

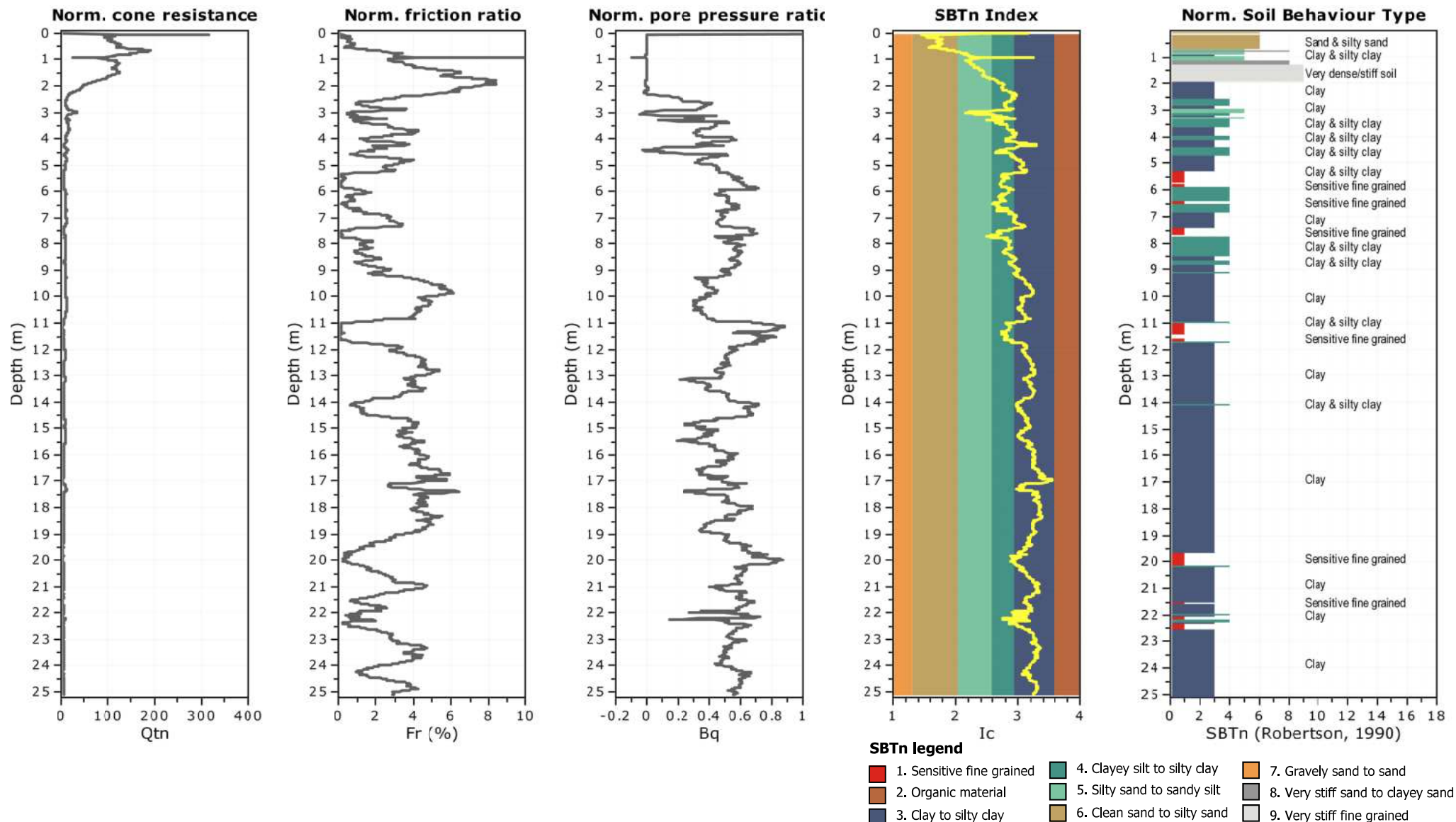


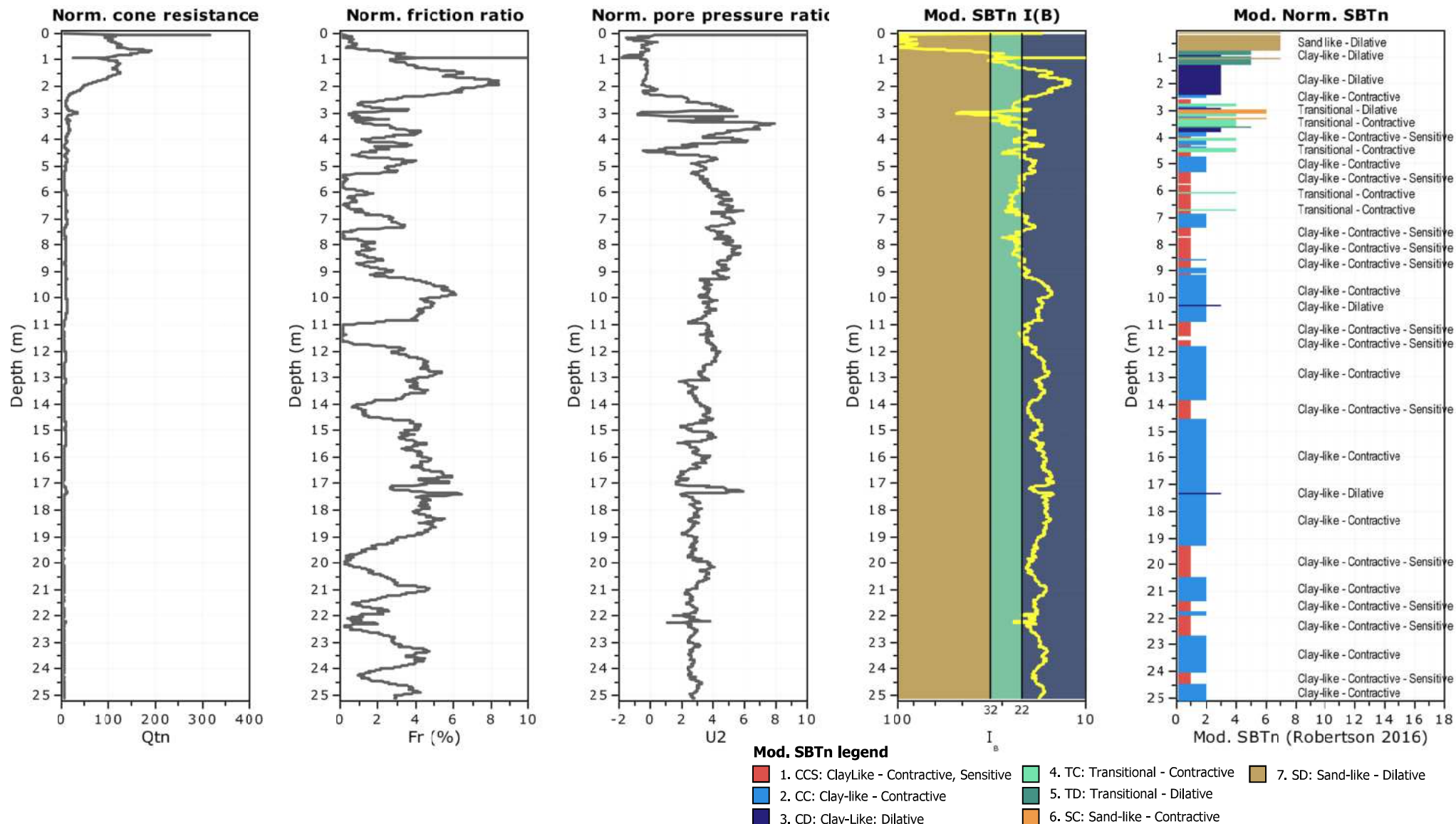
SBTn legend

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

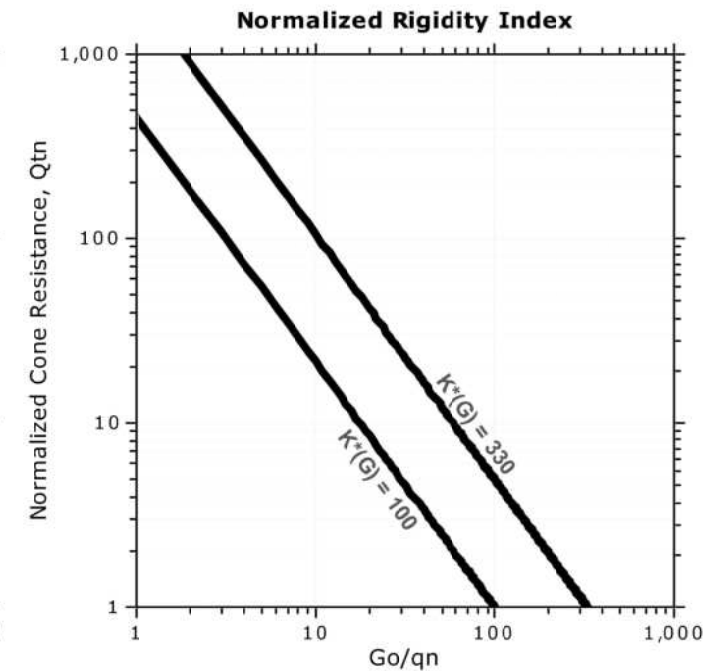
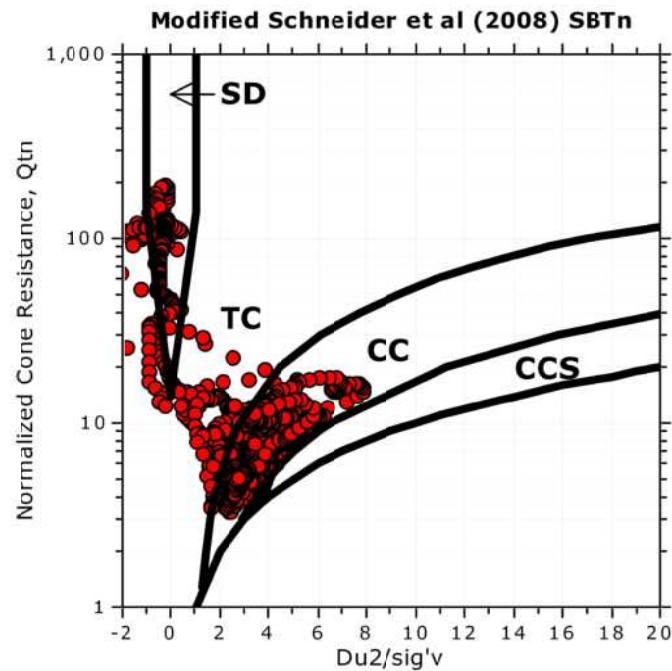
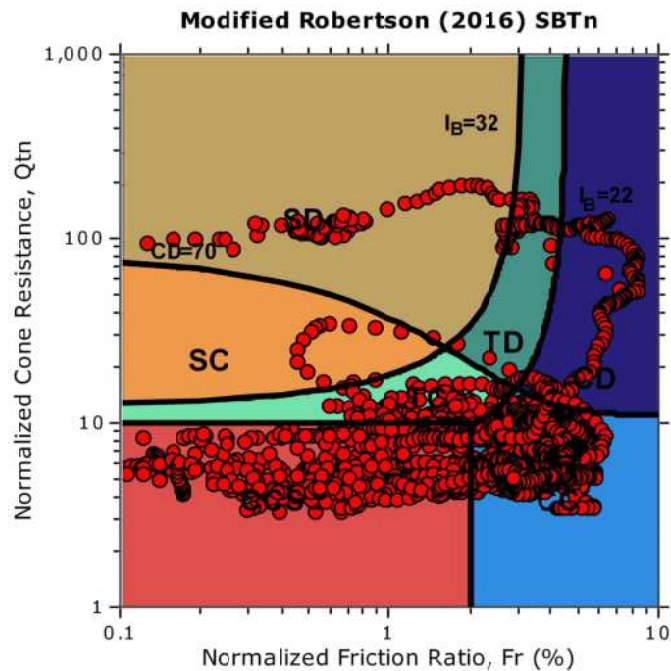








Updated SBTn plots

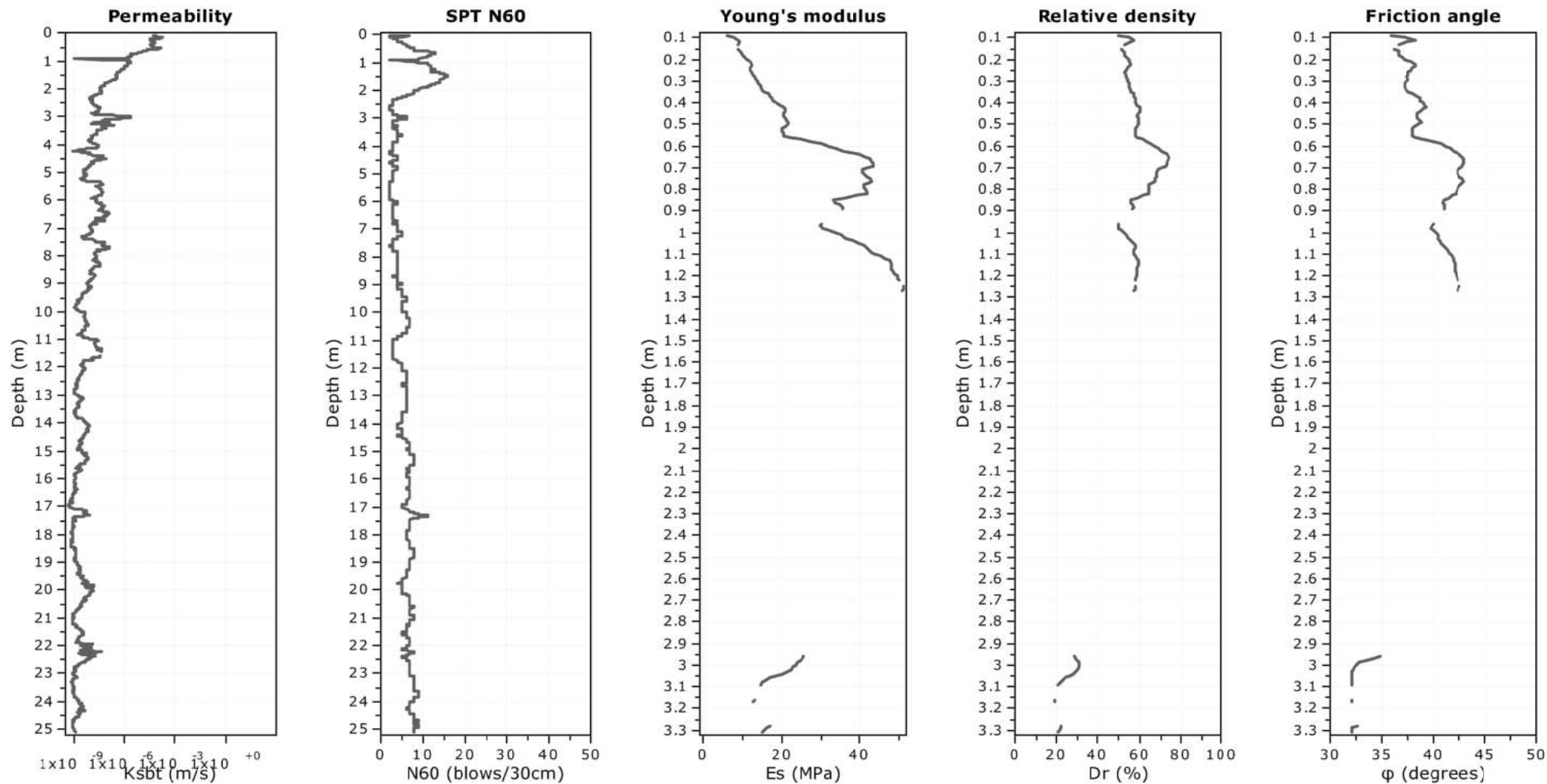


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

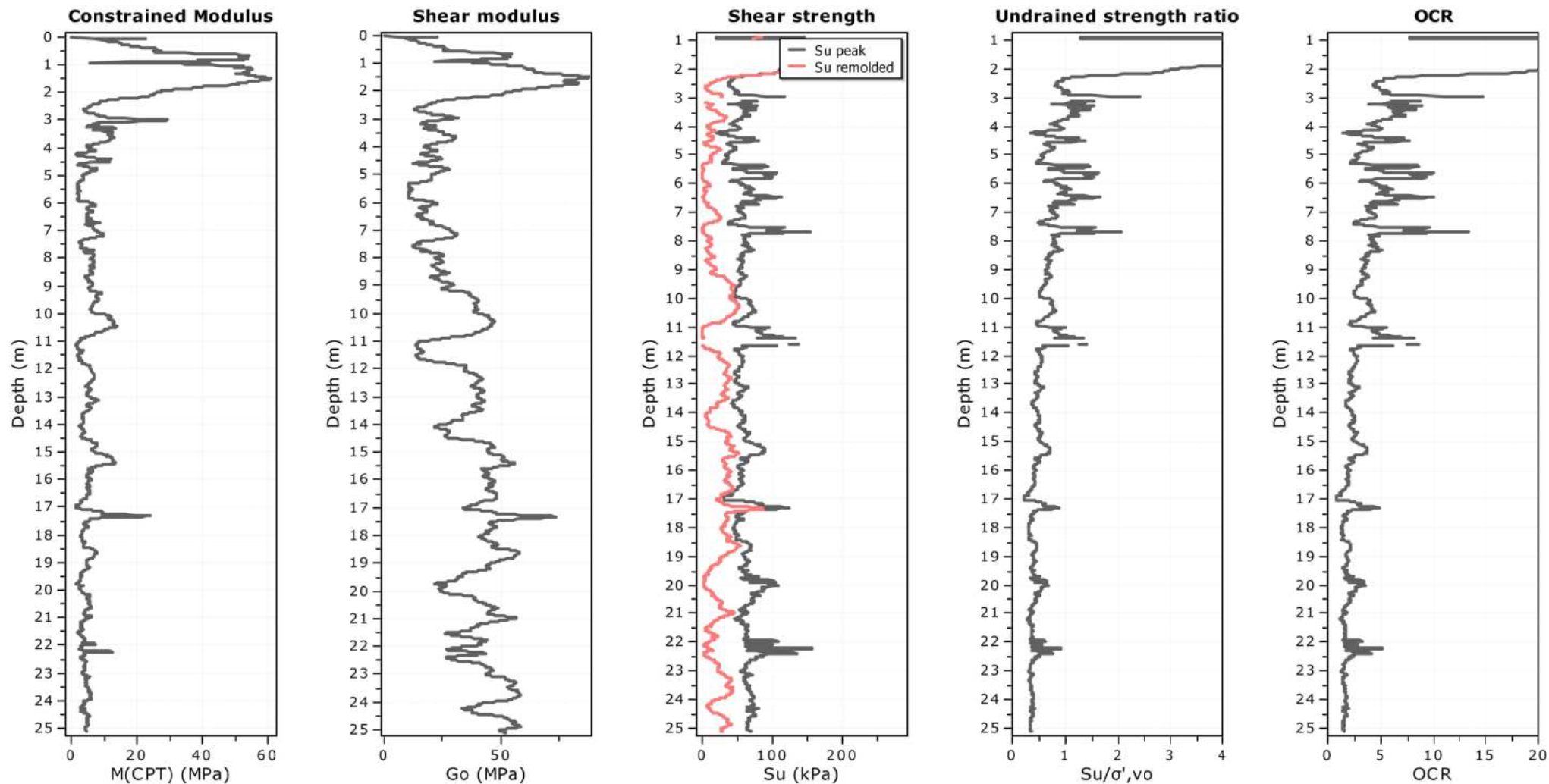
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

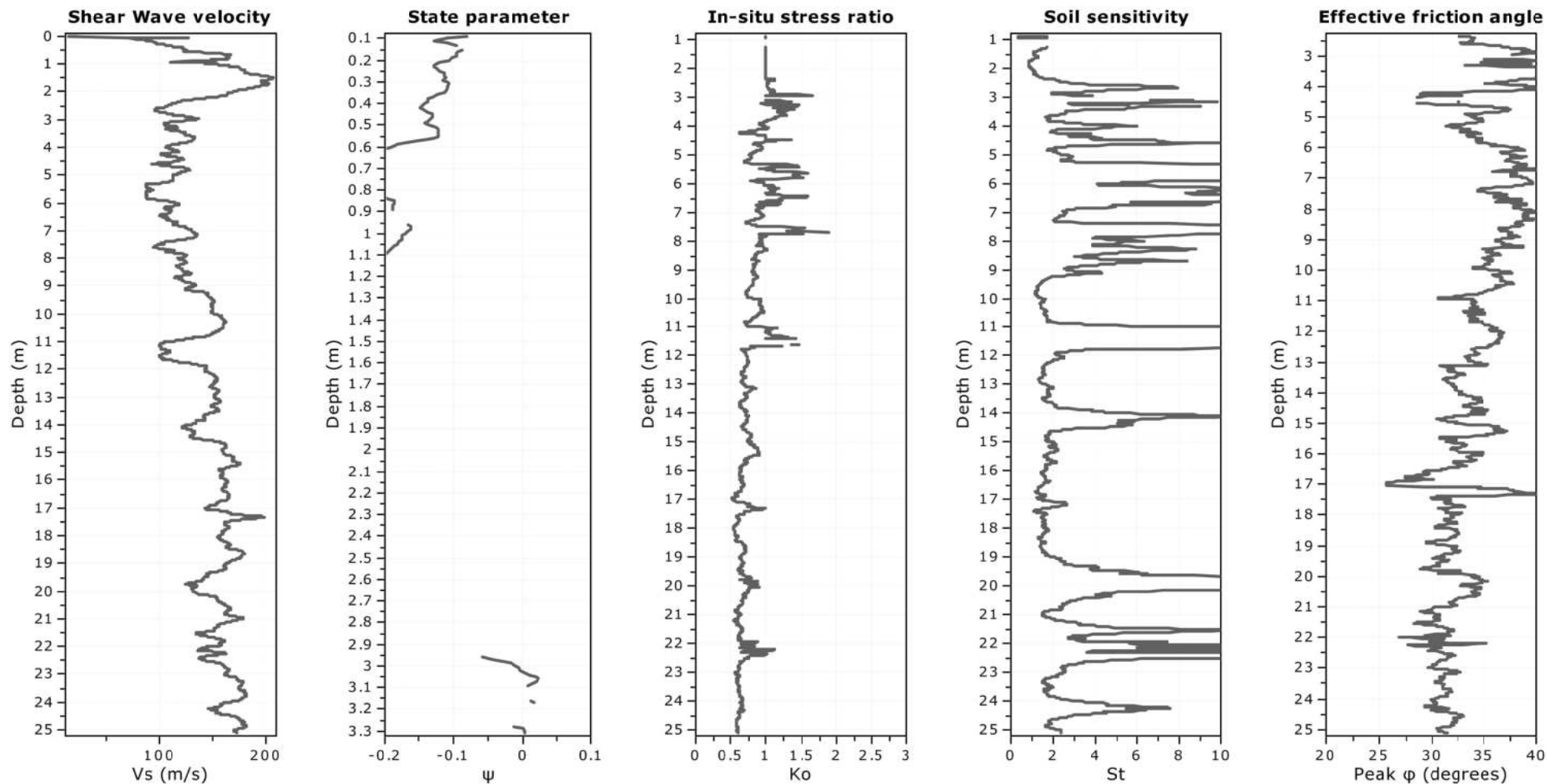
G_0 : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

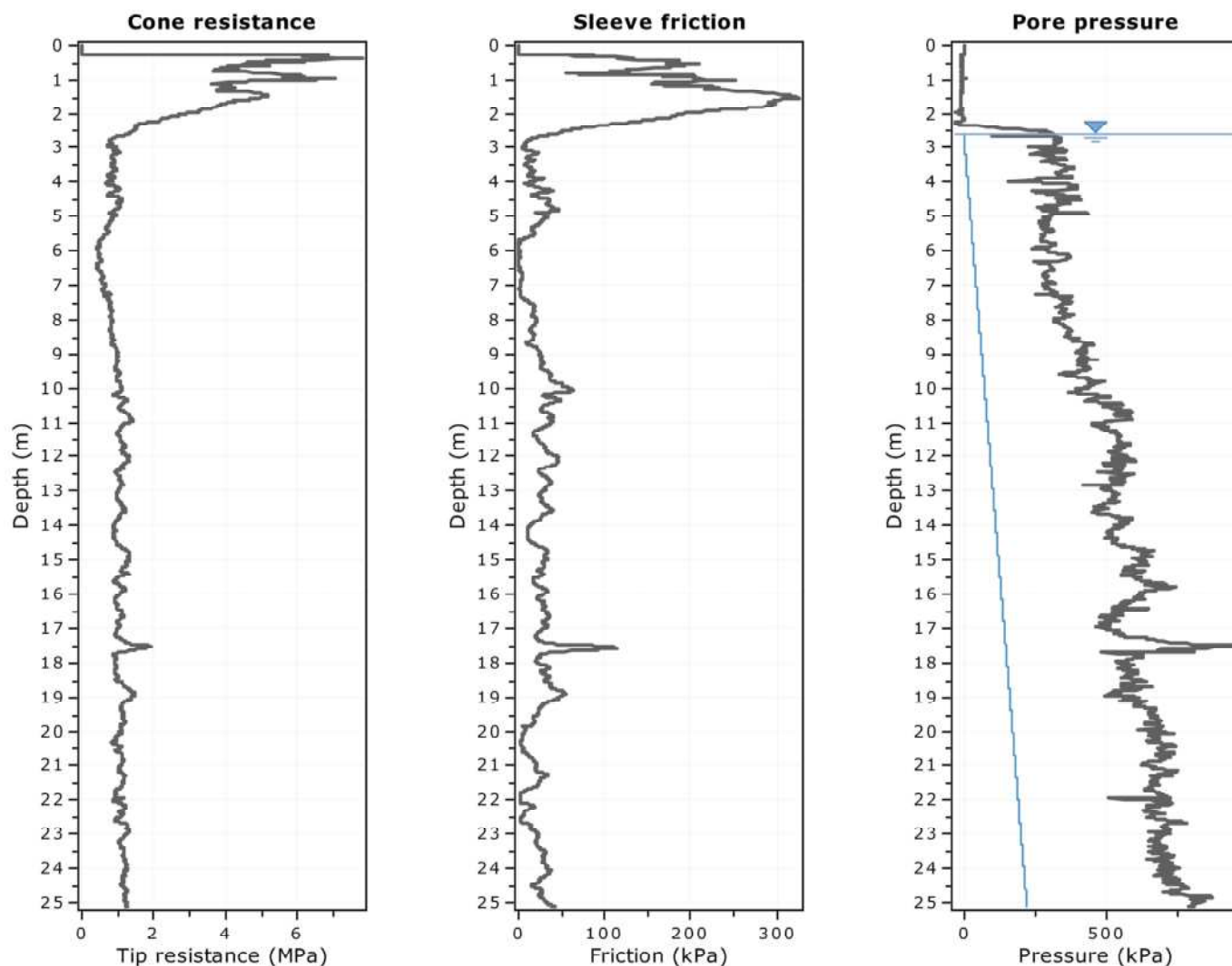
● Flat Dilatometer Test data



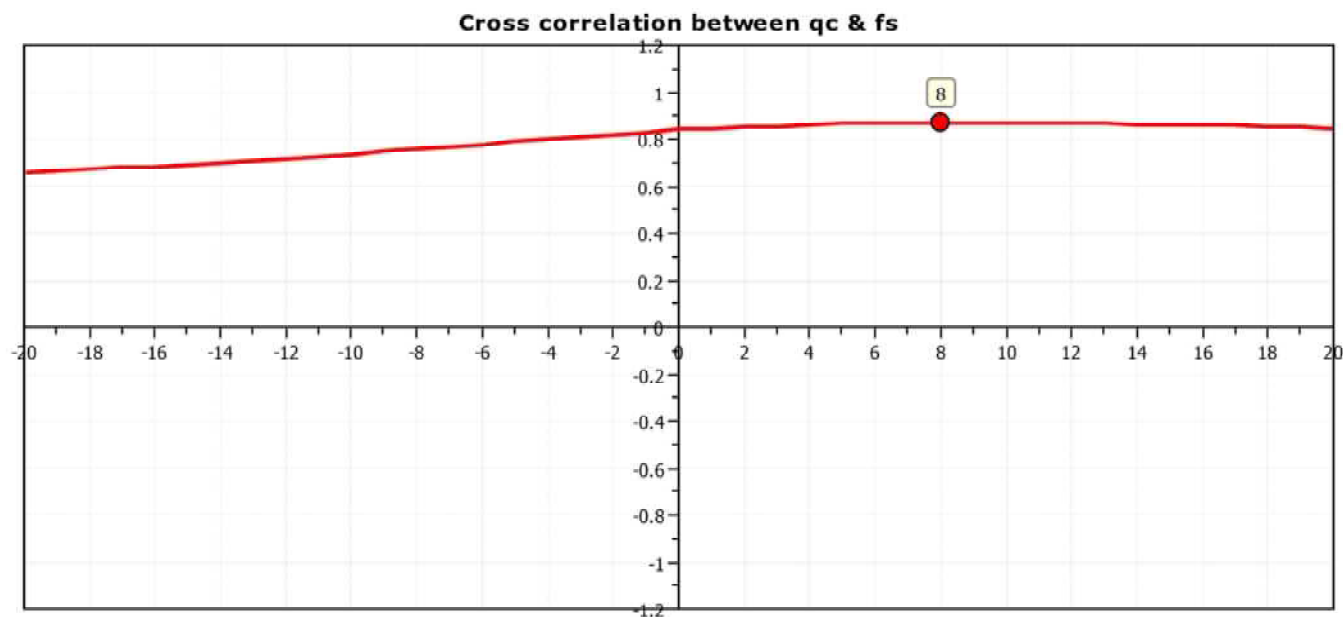
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

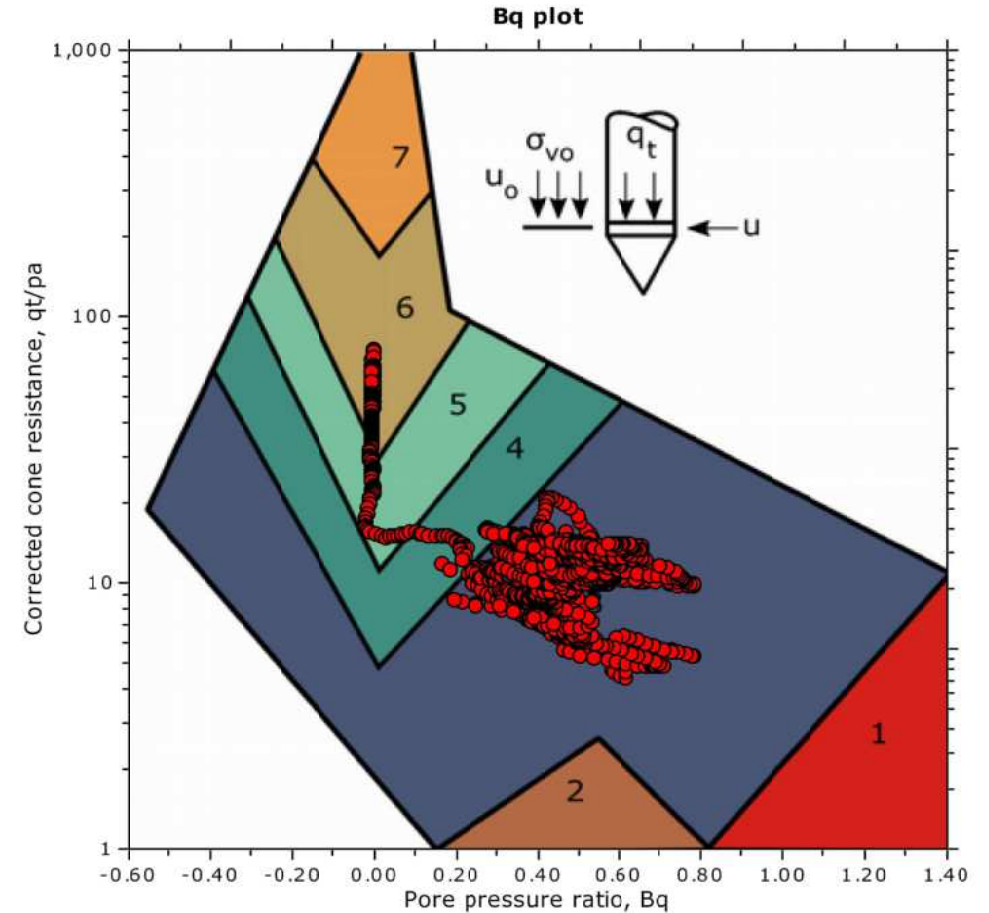
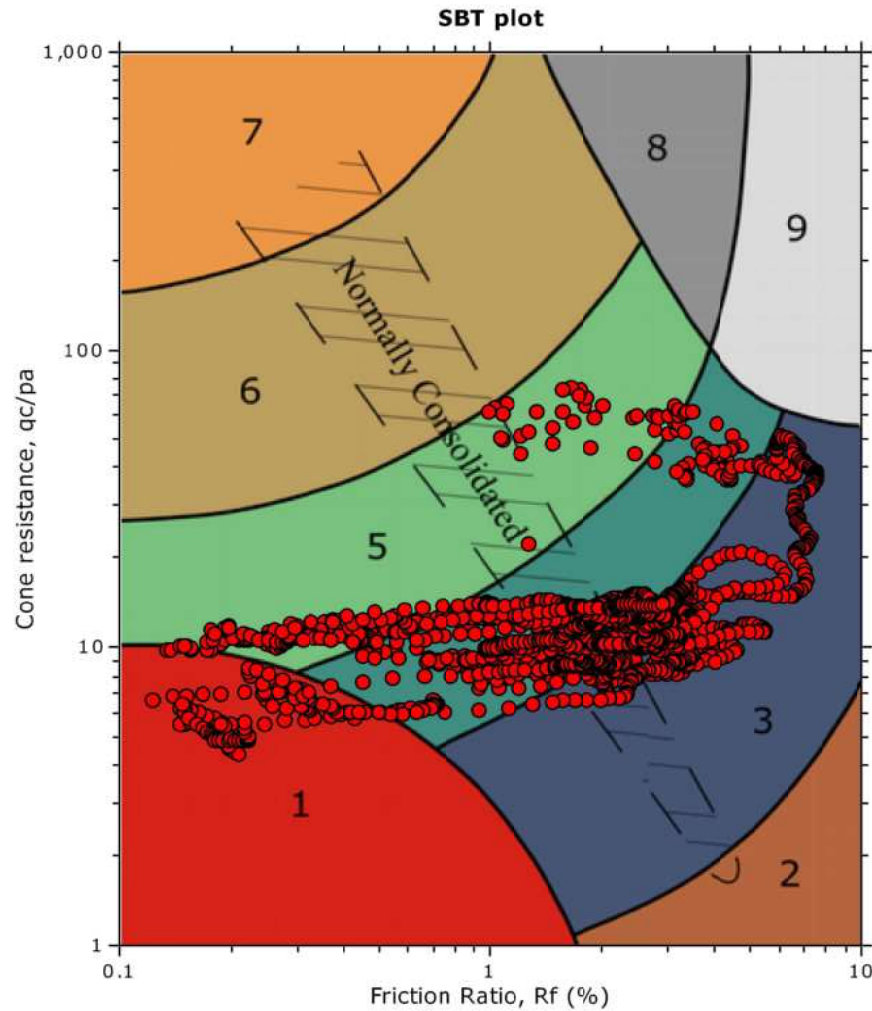
—●— User defined estimation data



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



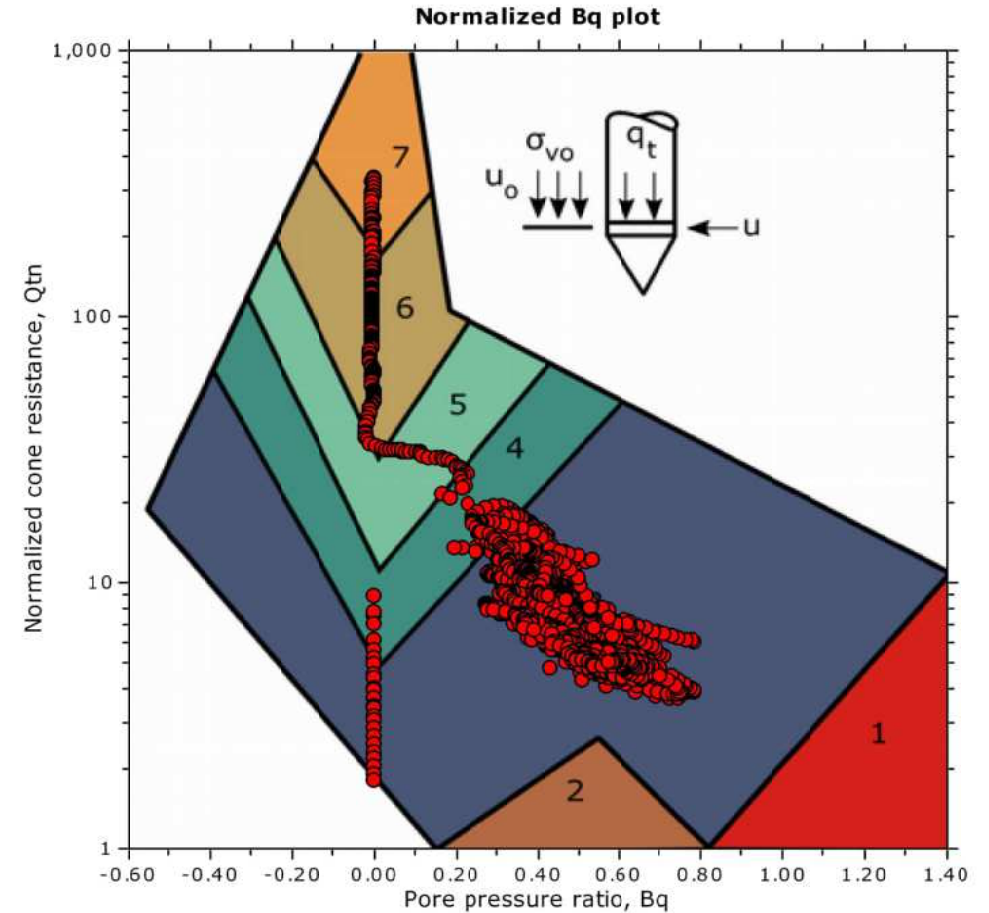
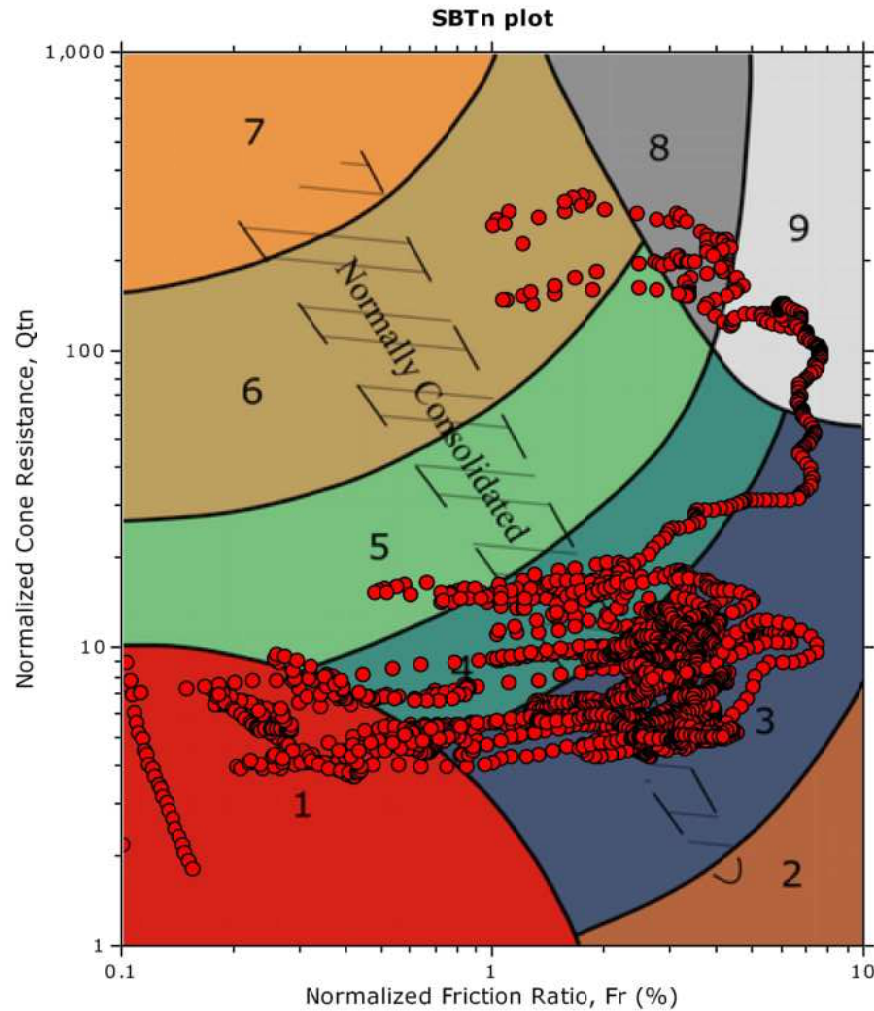
SBT - Bq plots



SBT legend

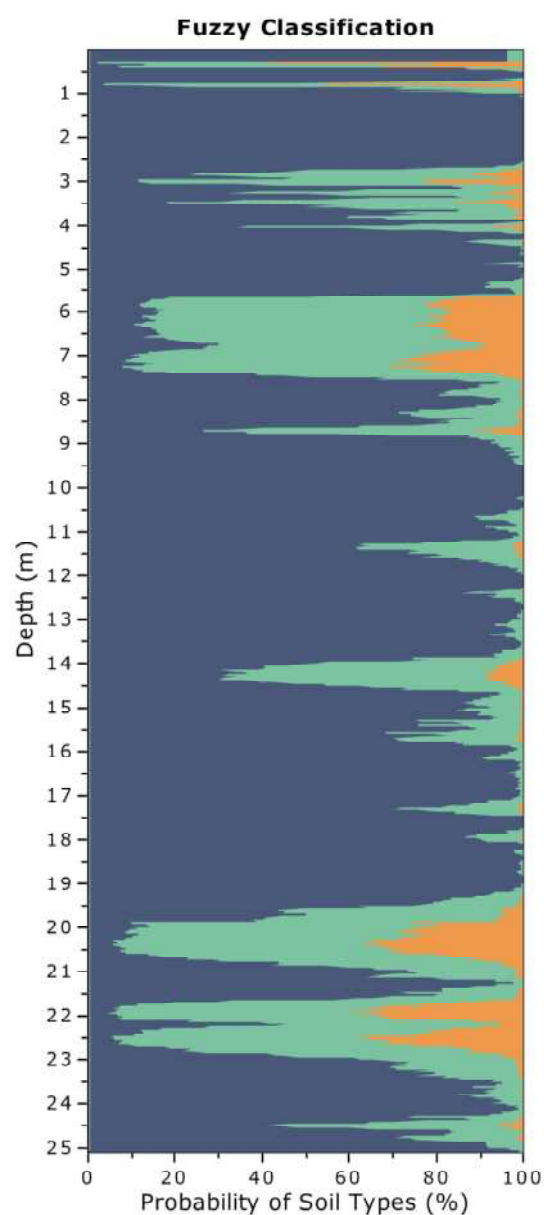
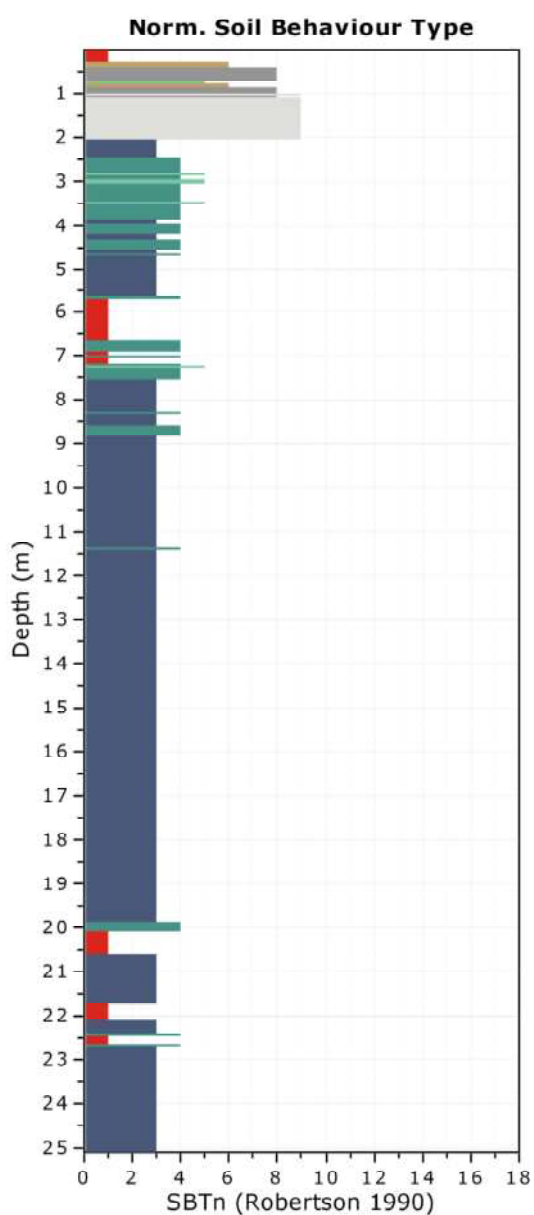
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

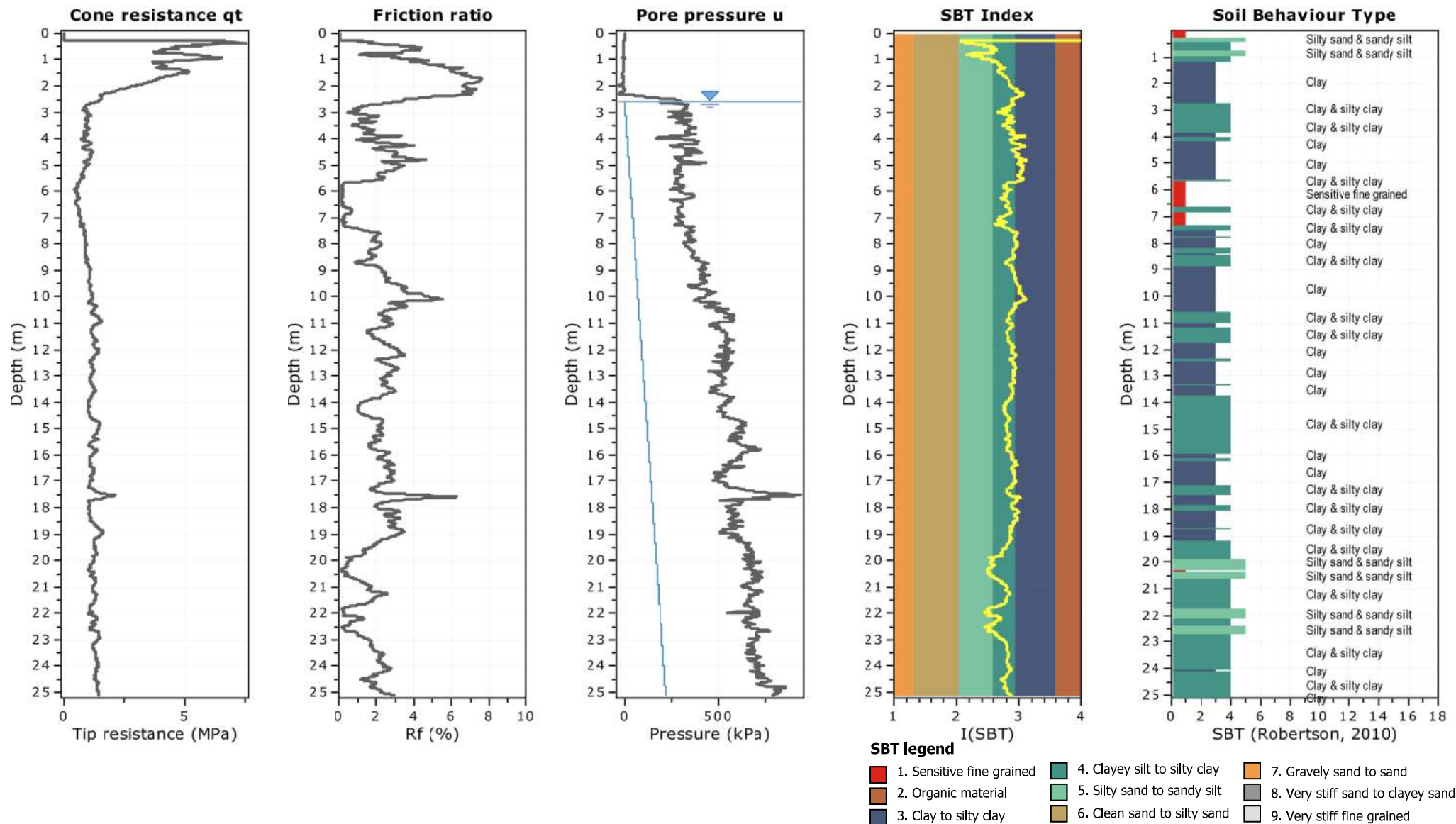
SBT - Bq plots (normalized)

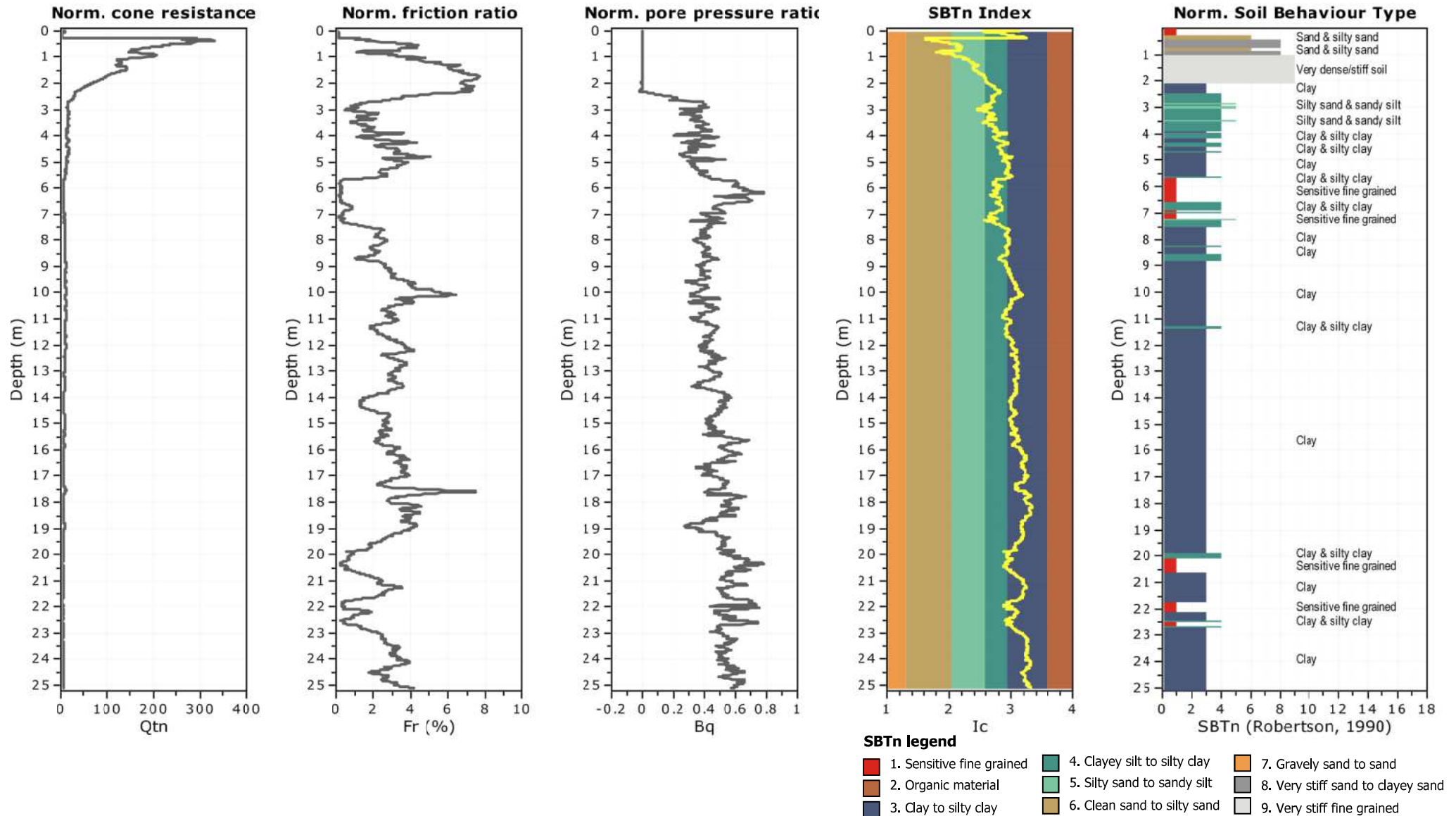


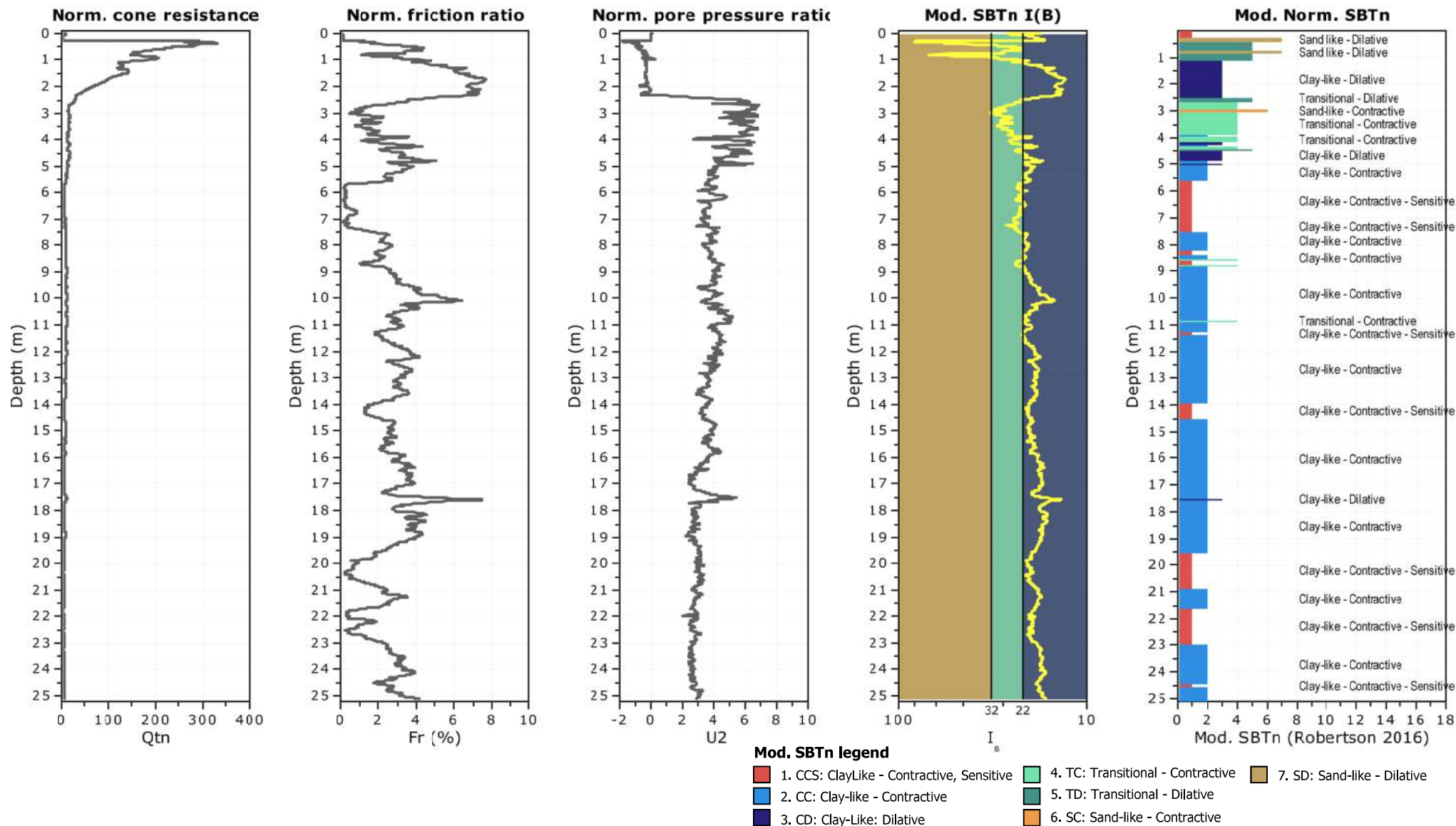
SBTn legend

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

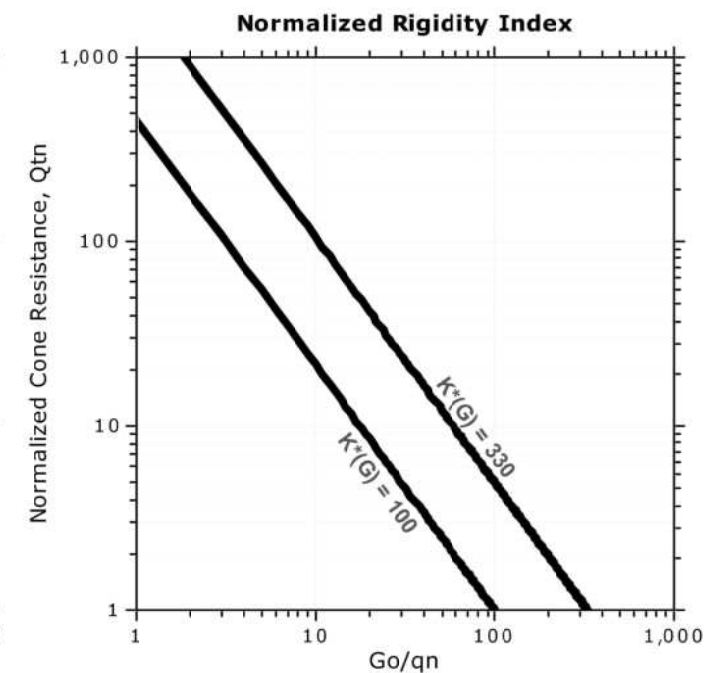
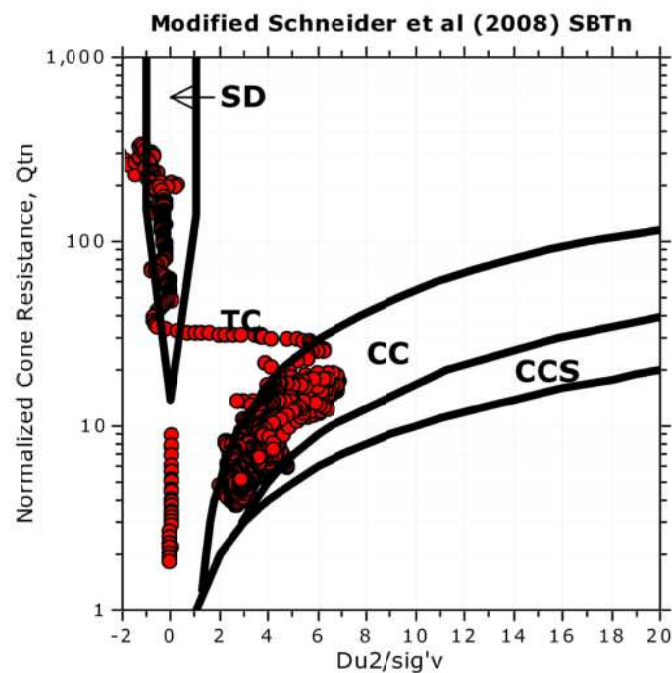
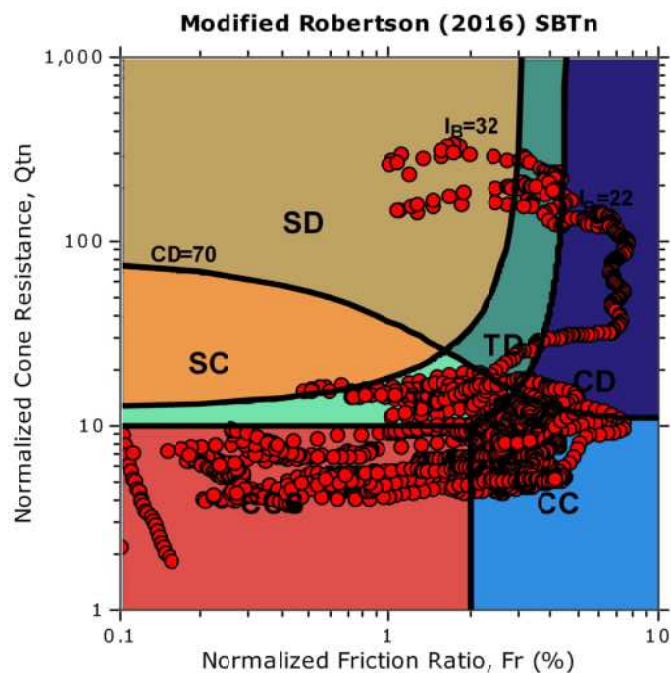






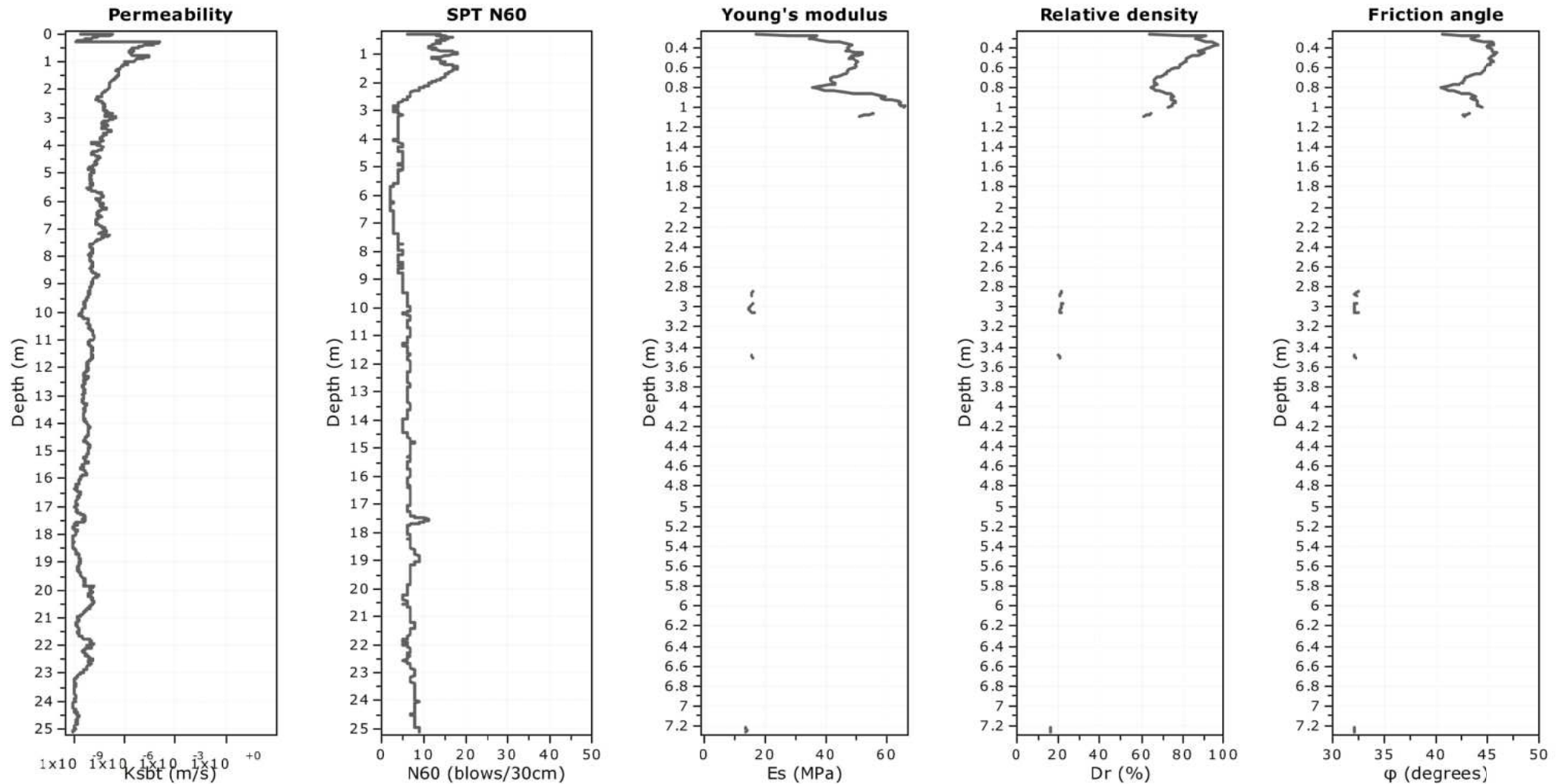


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

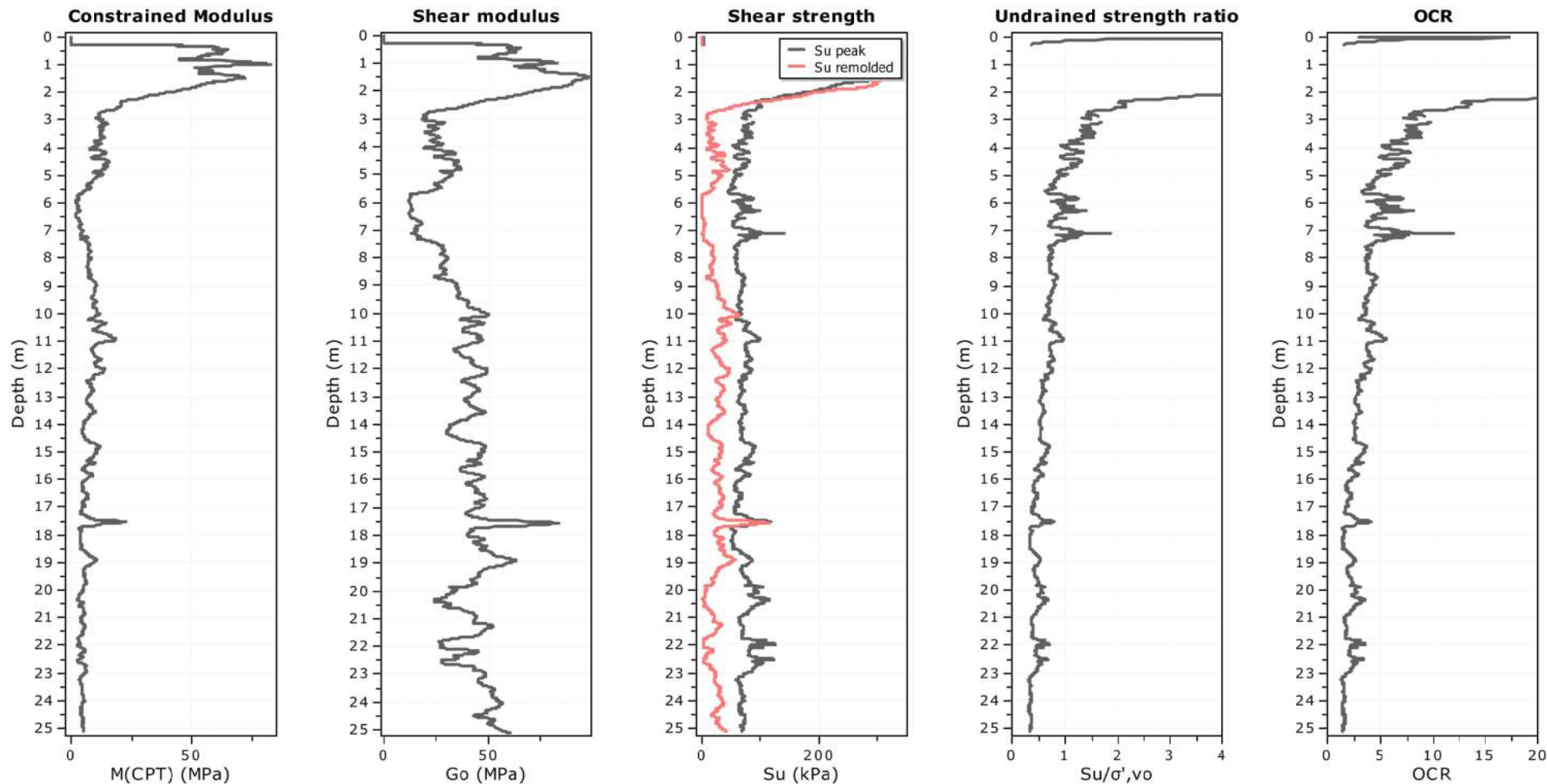
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

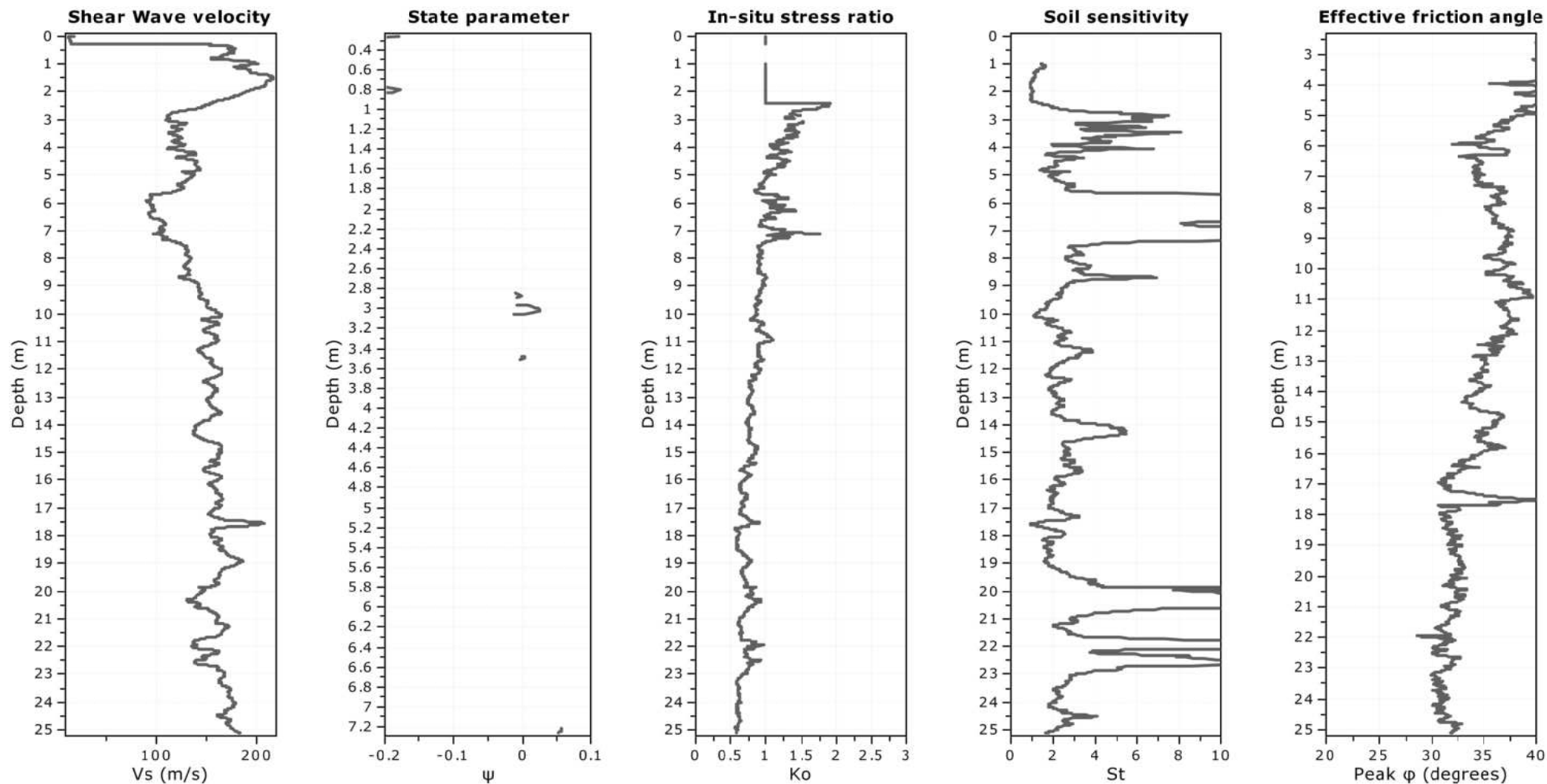
OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



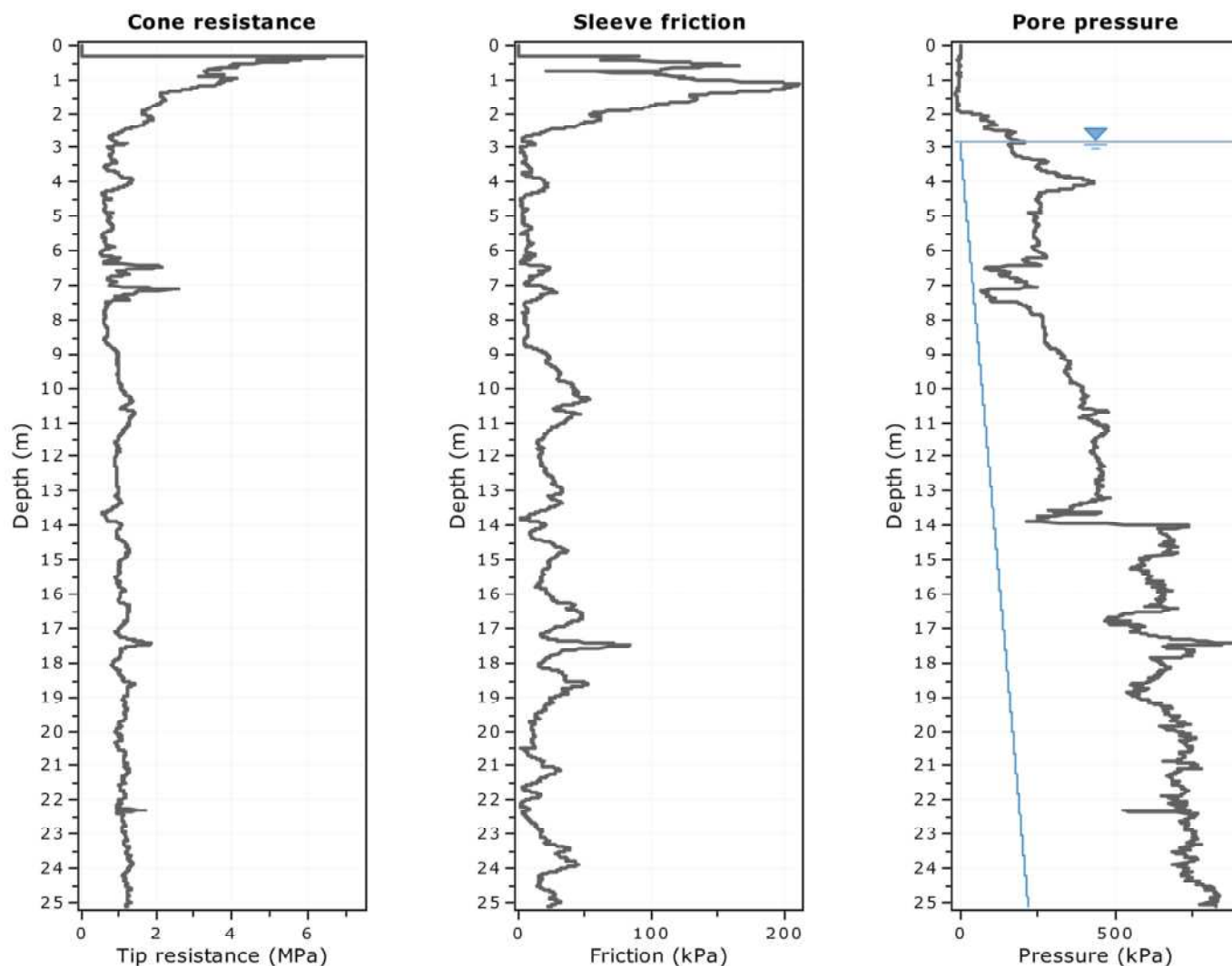
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

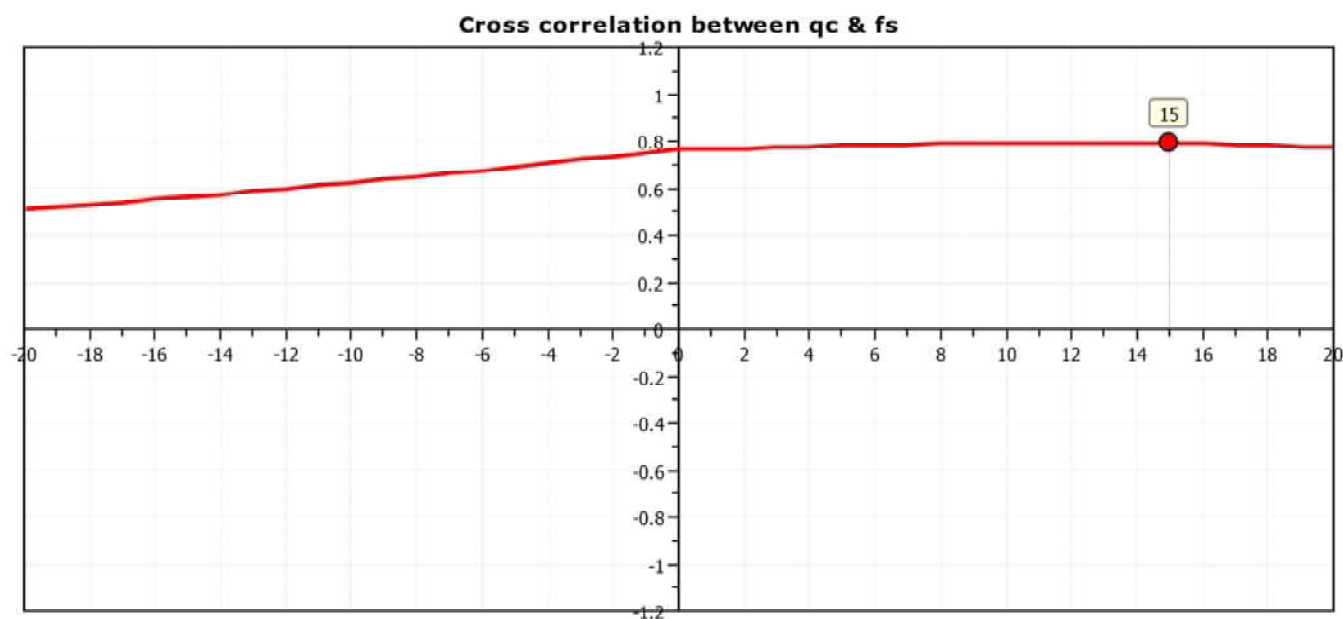
—●— User defined estimation data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

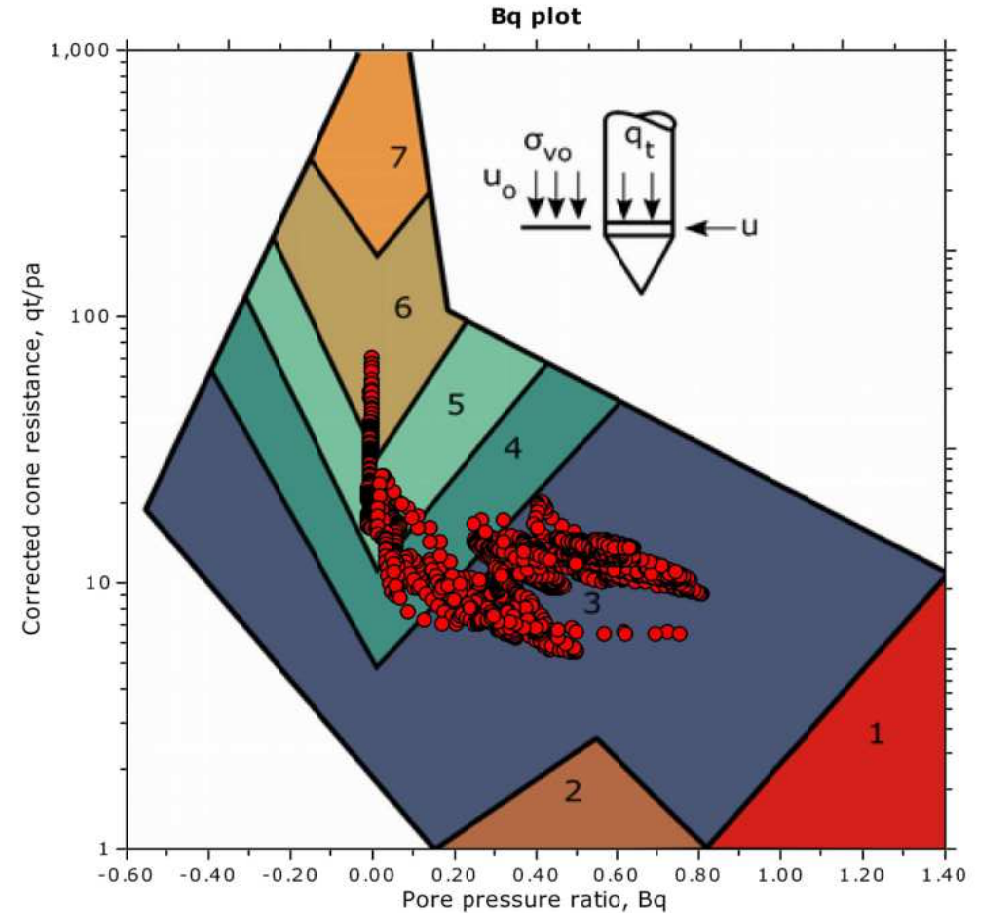
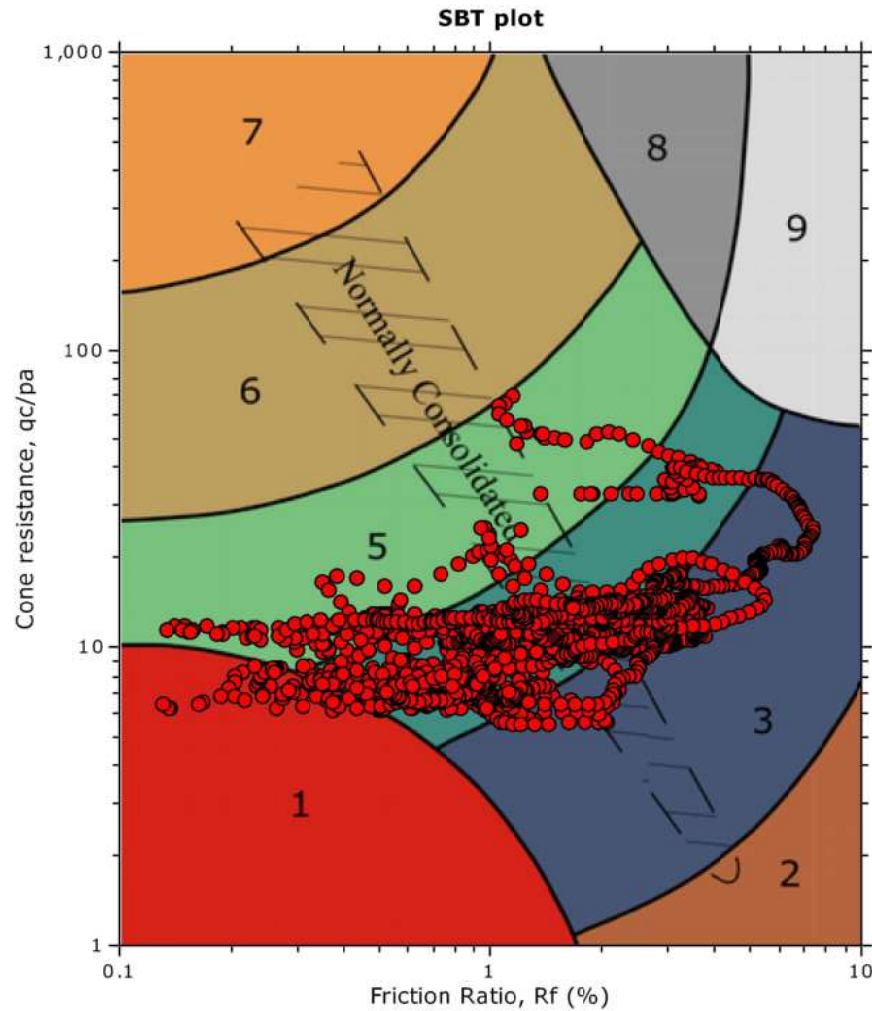
Location: Parma via Ugozzolo



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).



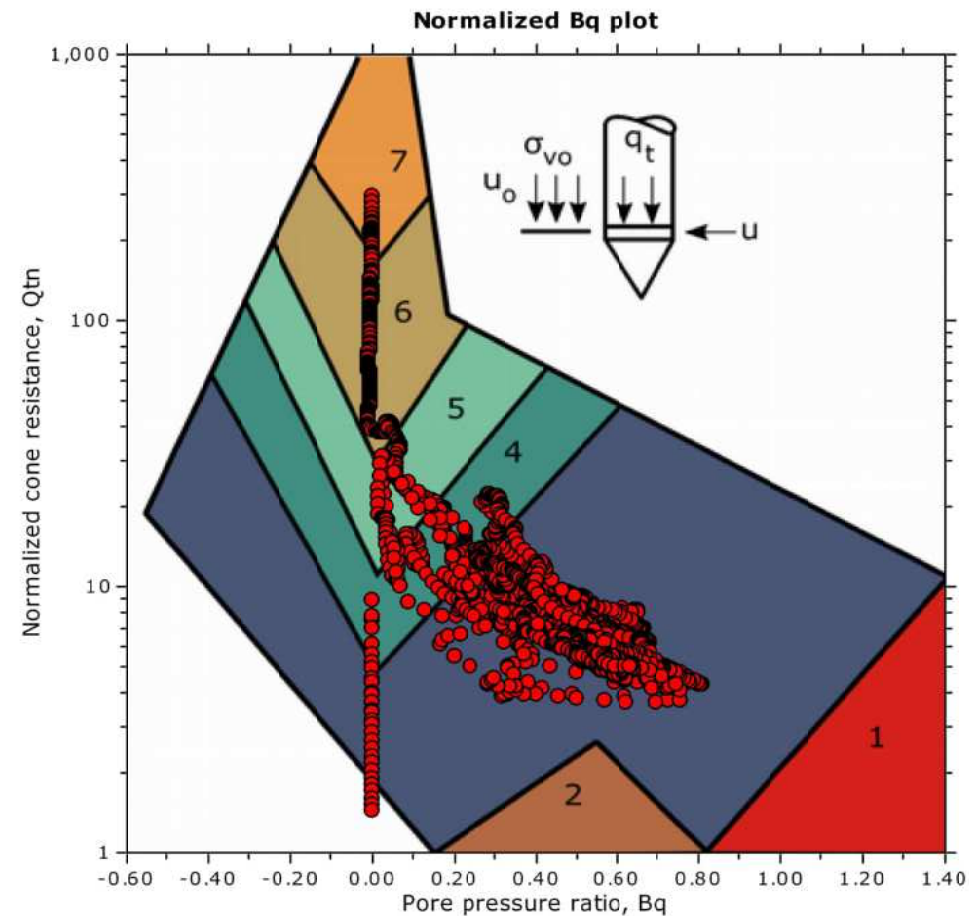
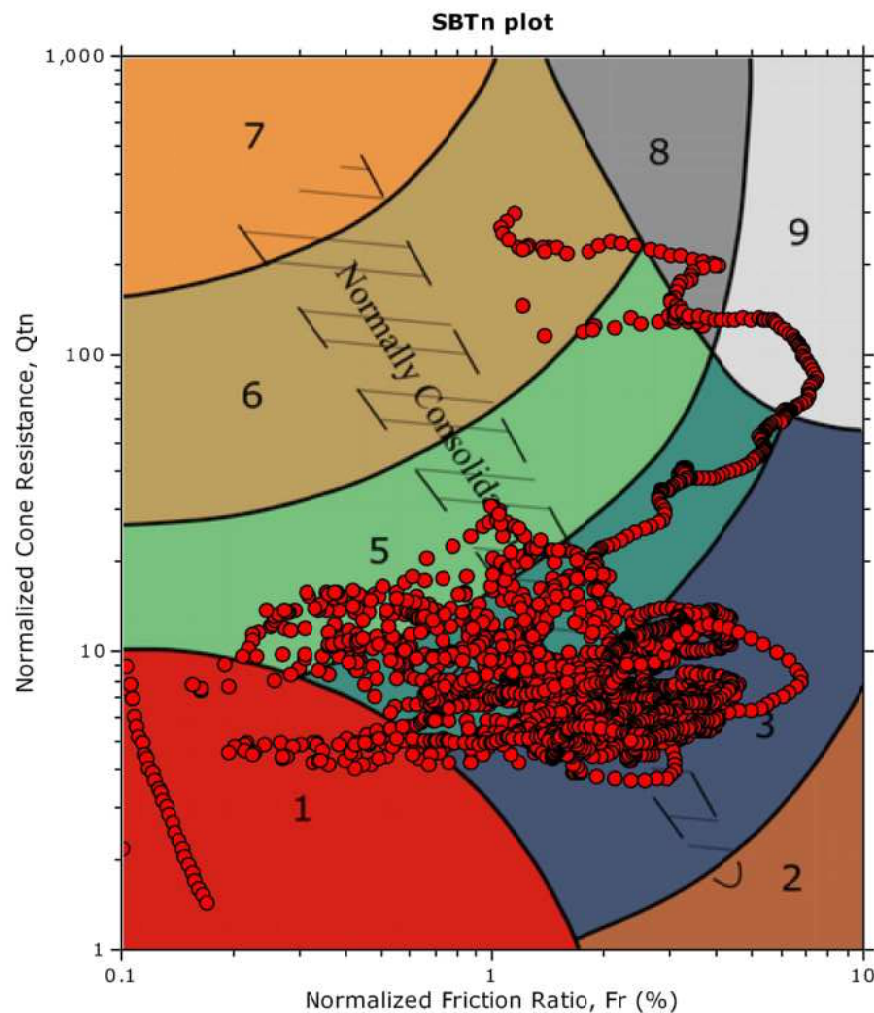
SBT - Bq plots



SBT legend

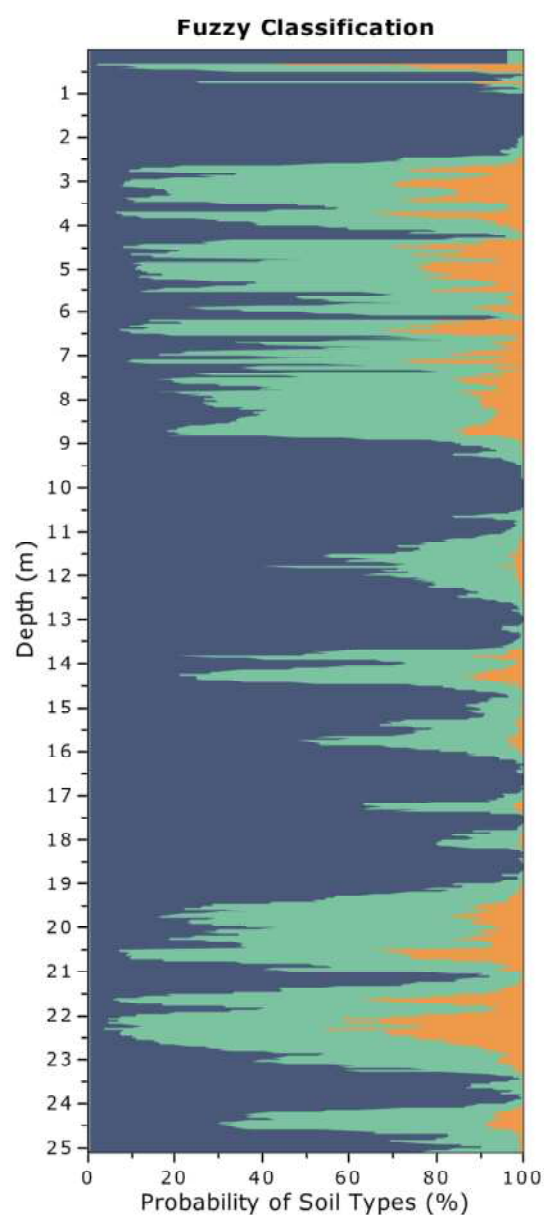
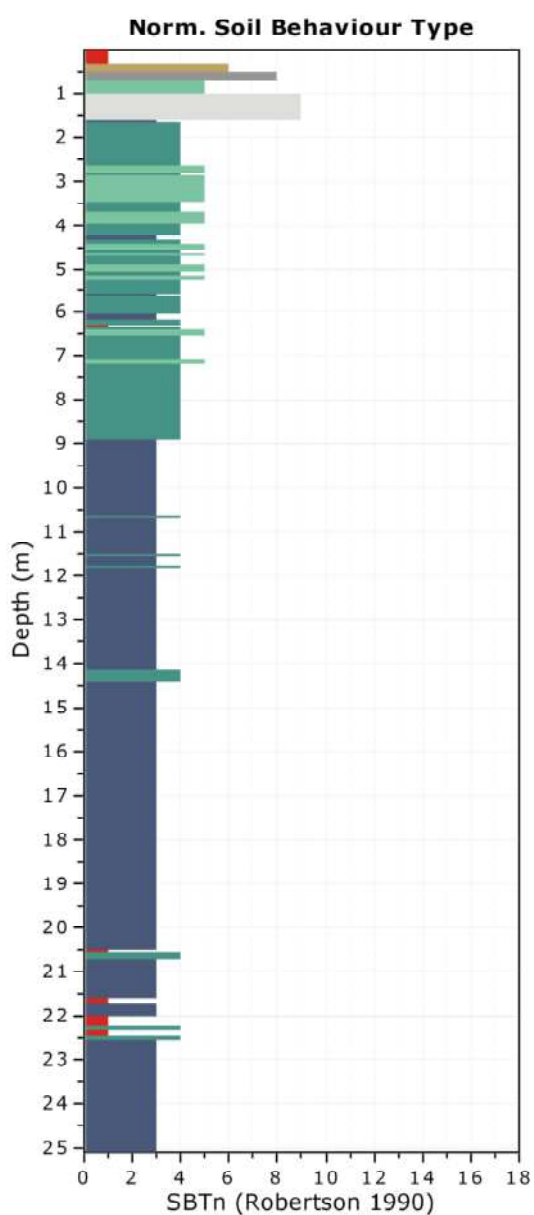
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

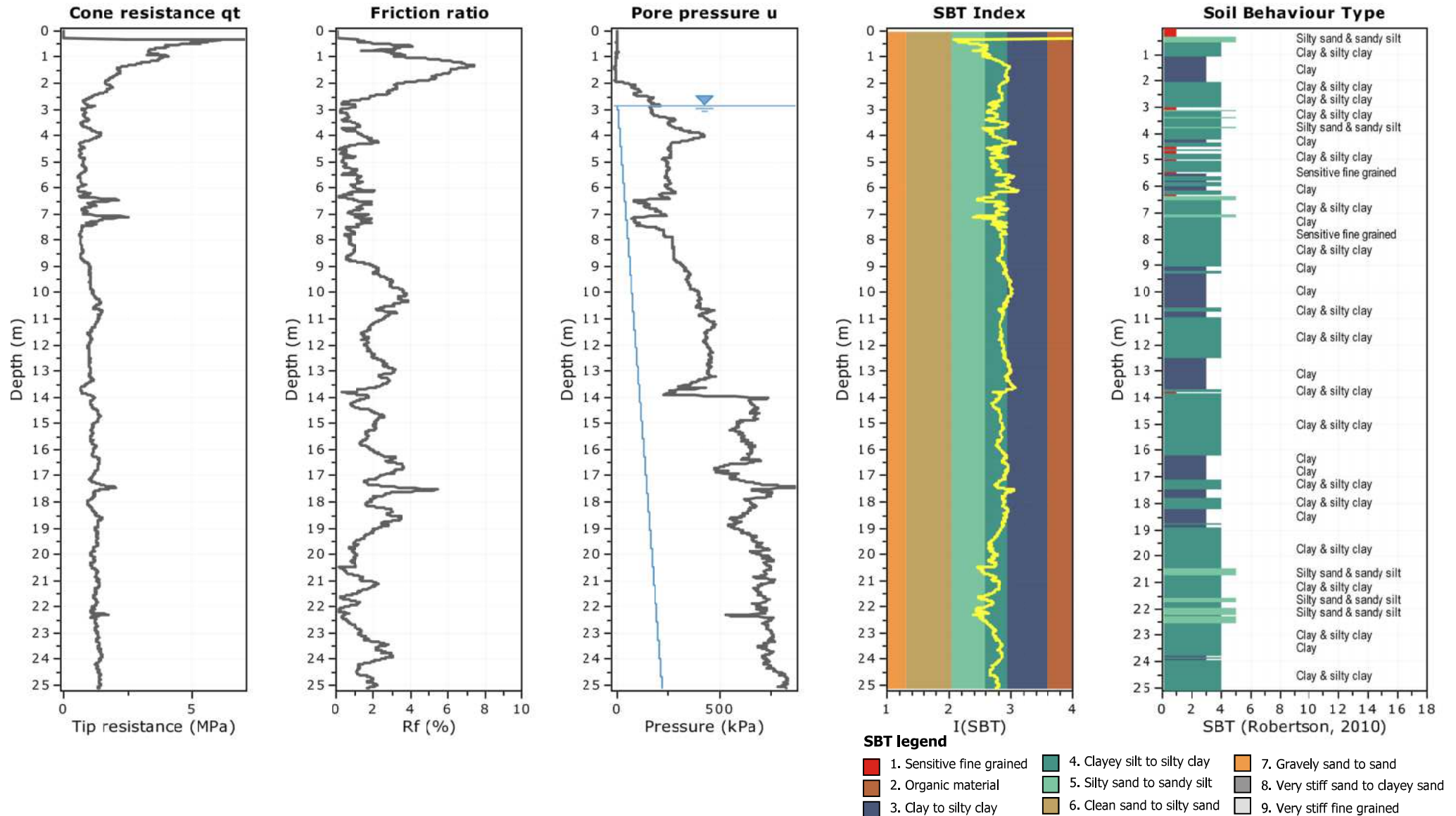
SBT - Bq plots (normalized)

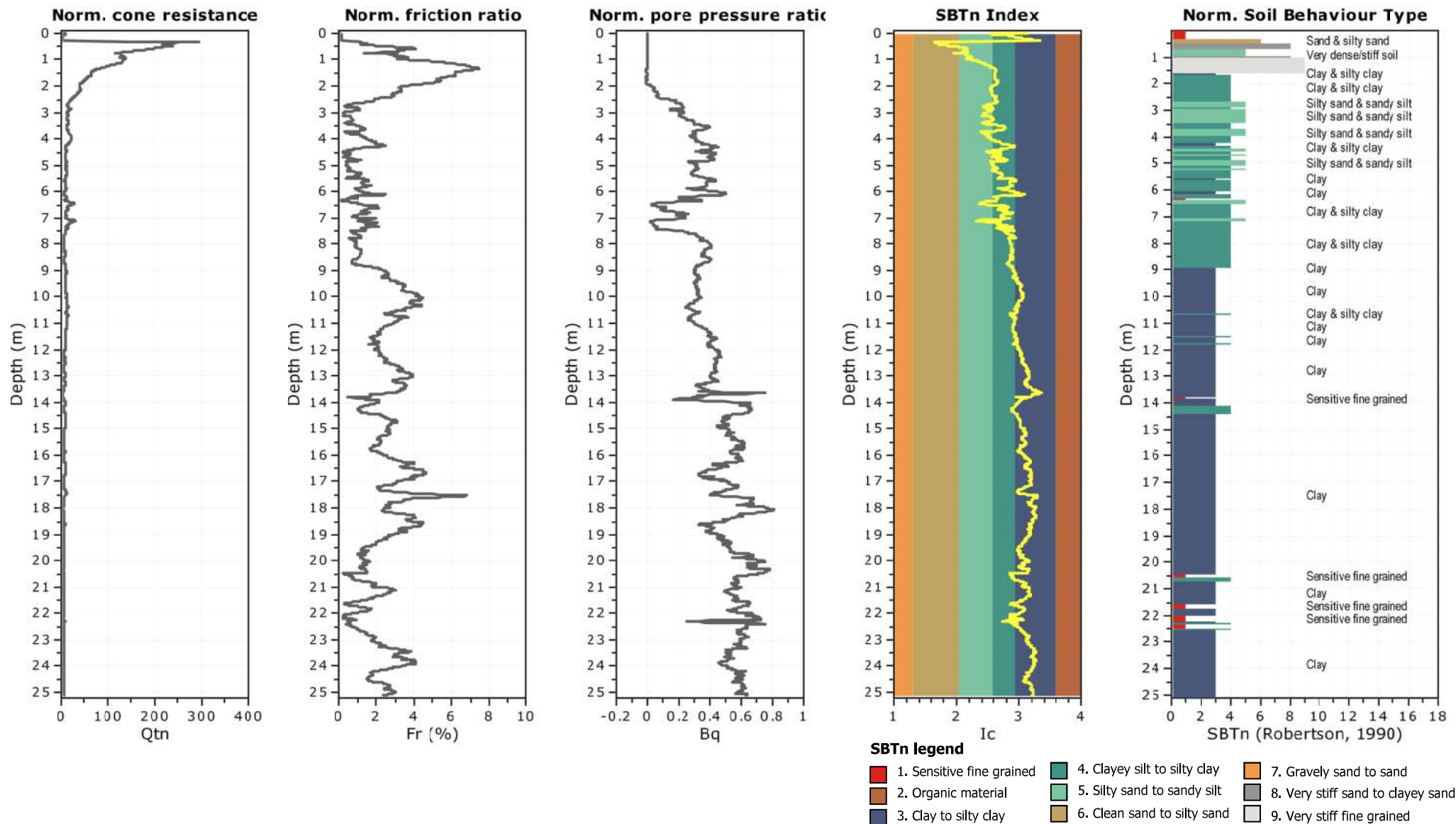


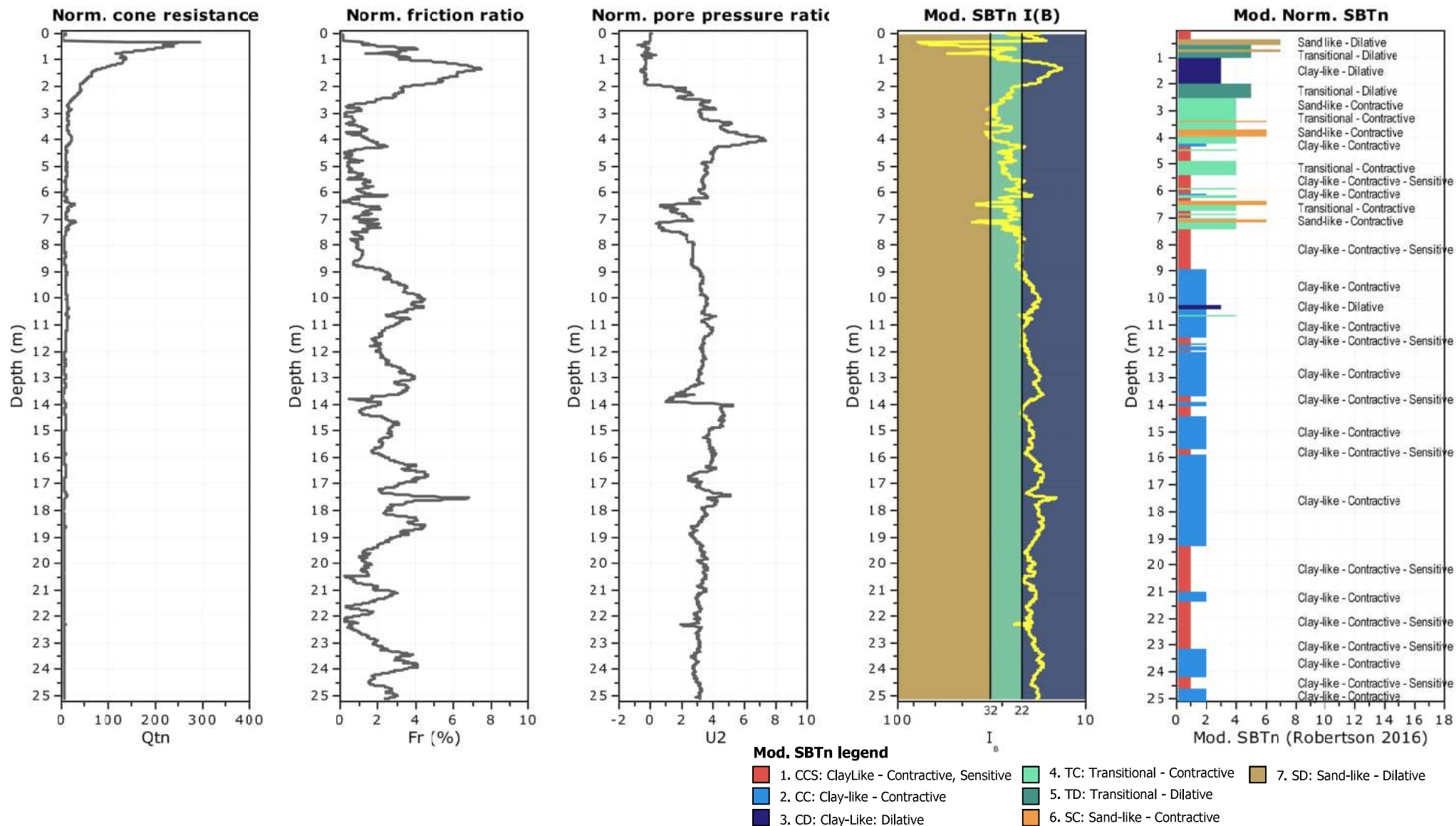
SBTn legend

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

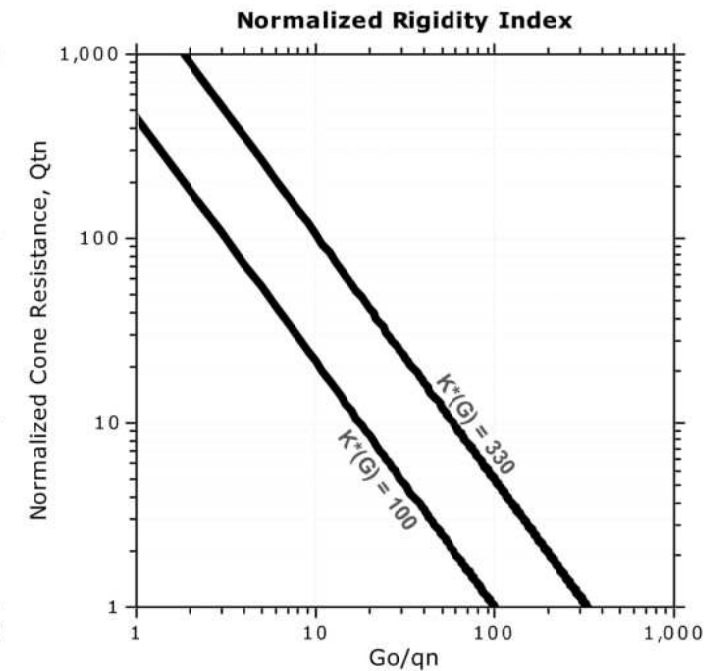
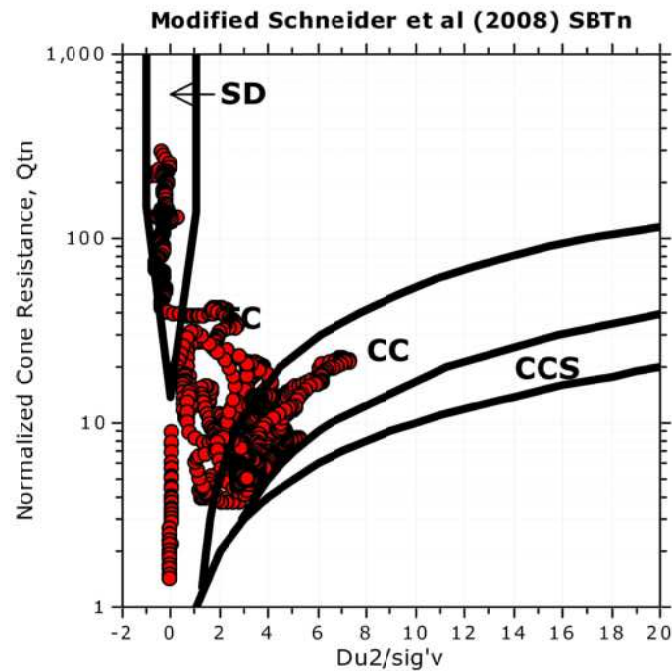
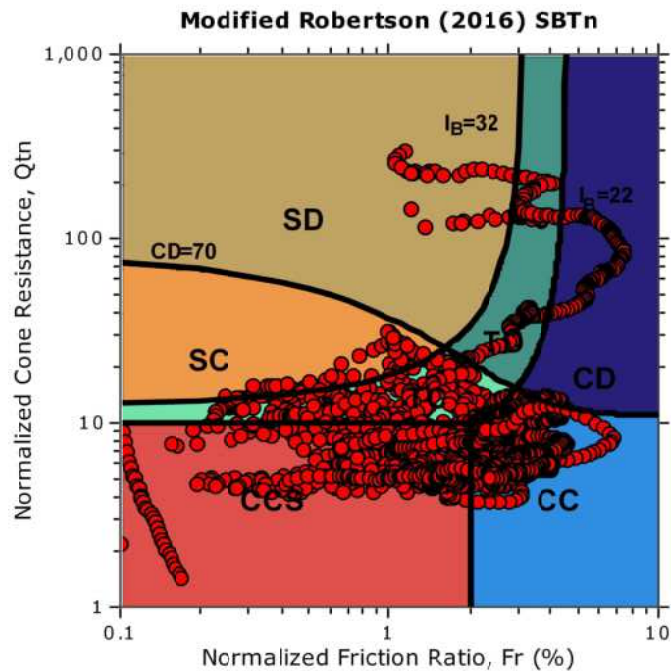






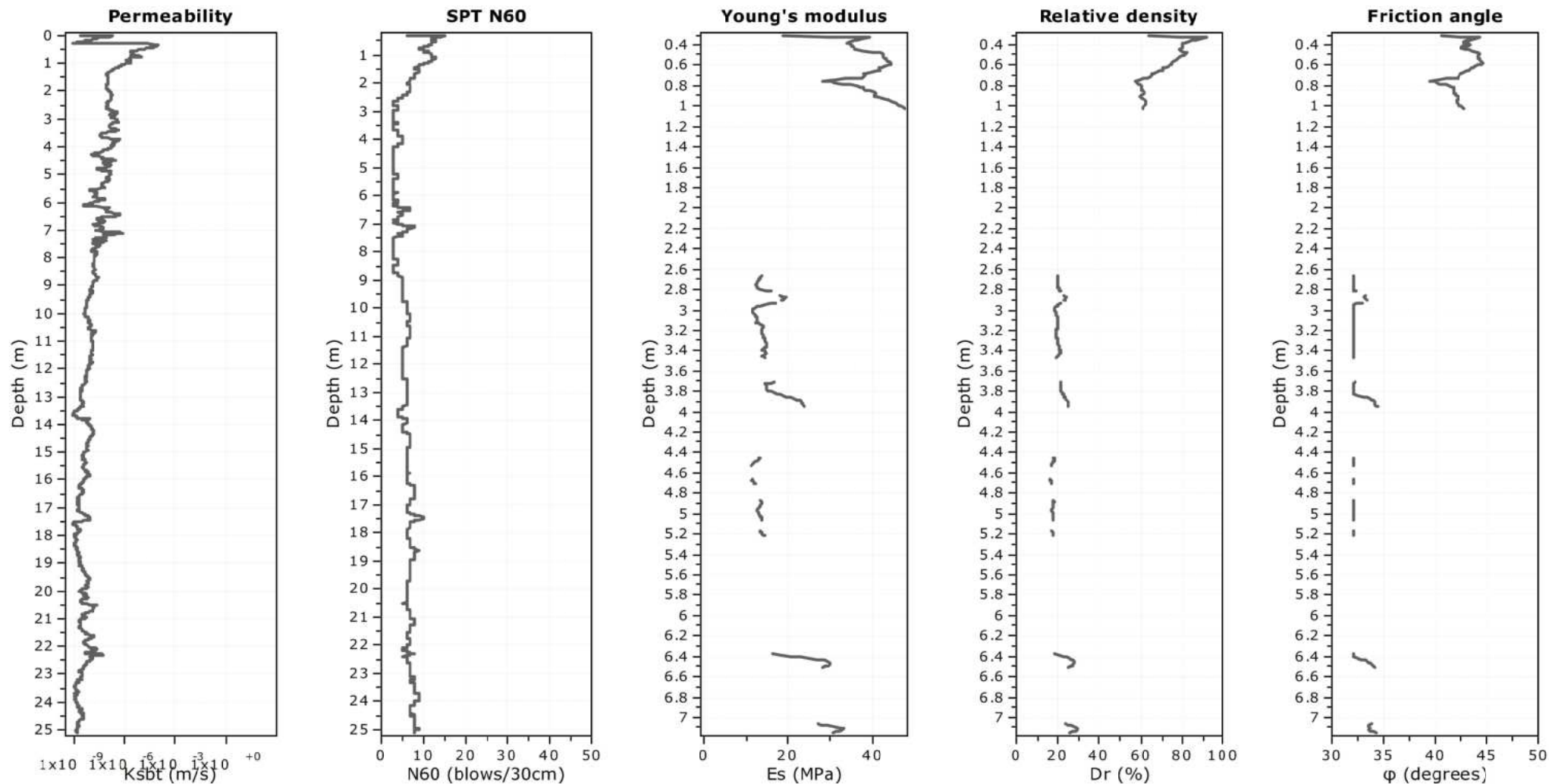


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

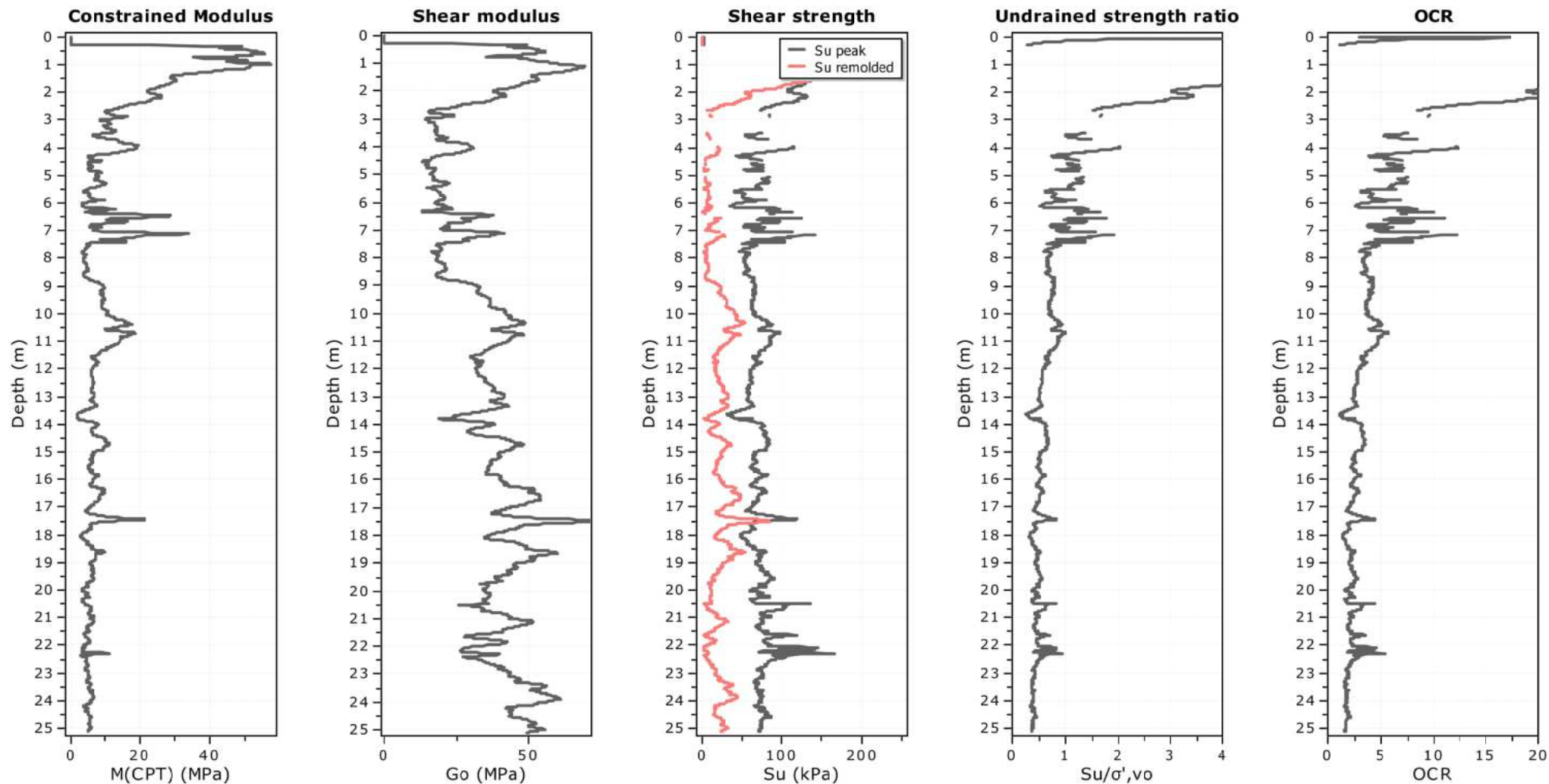
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

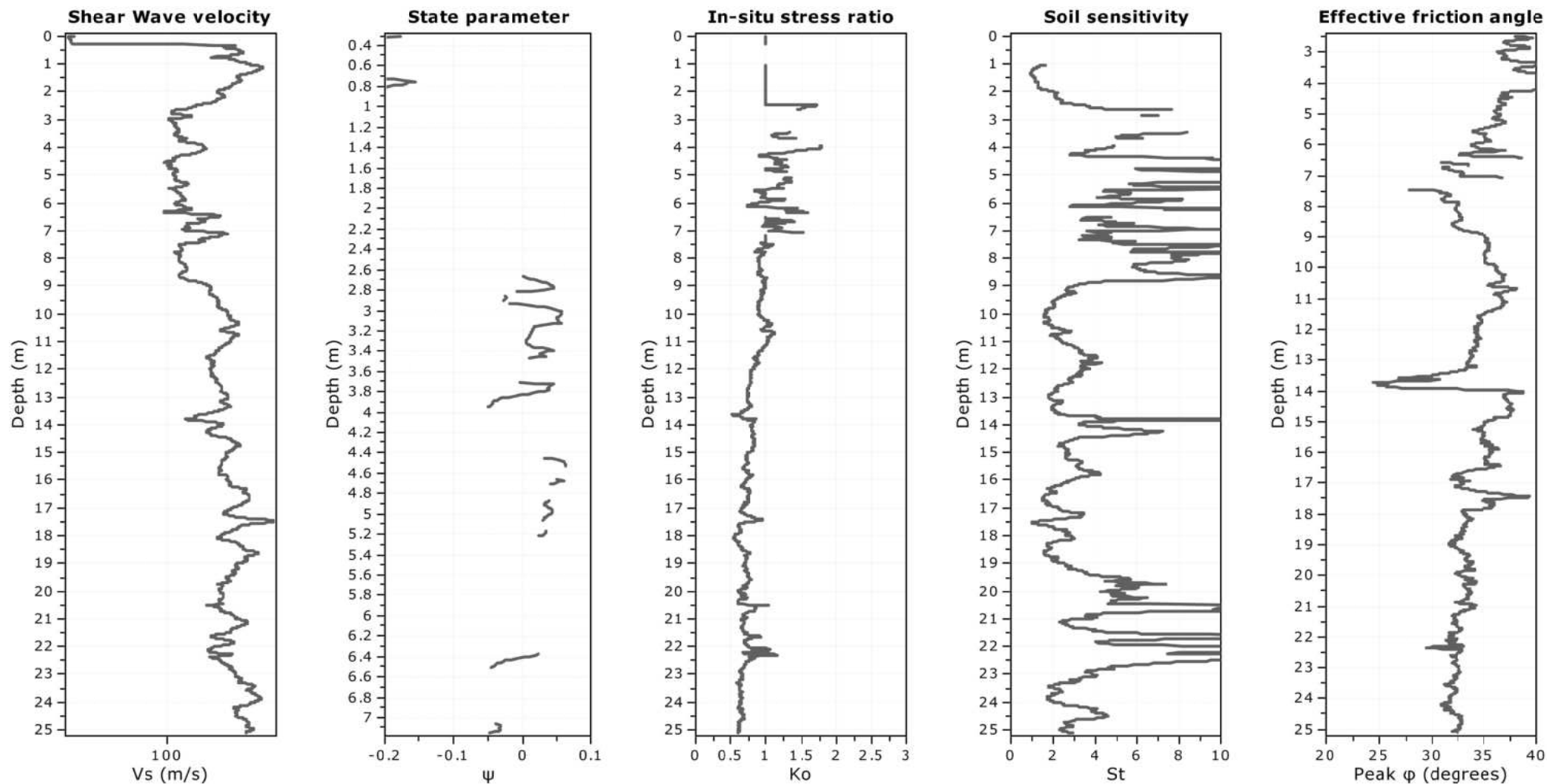
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

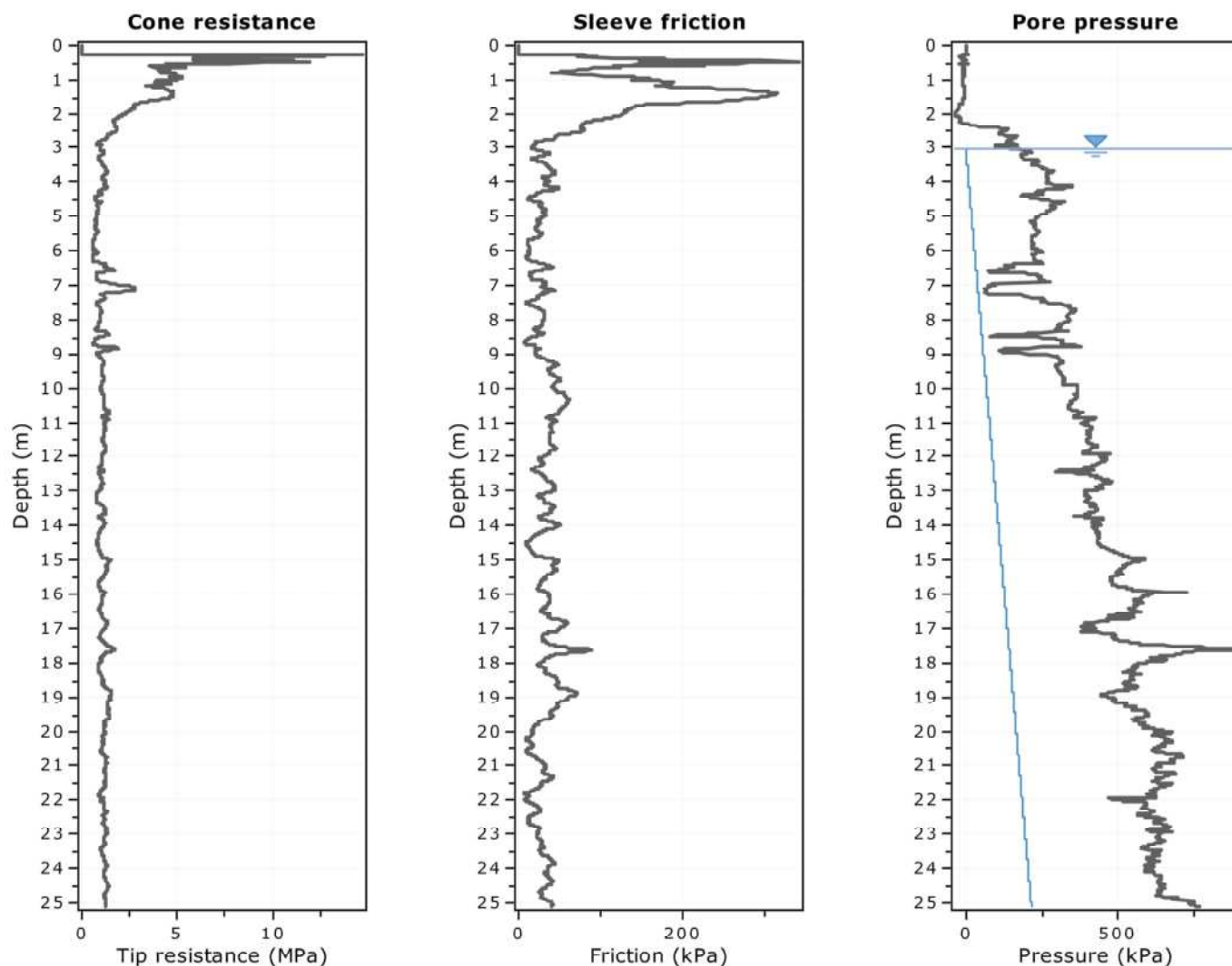
● Flat Dilatometer Test data



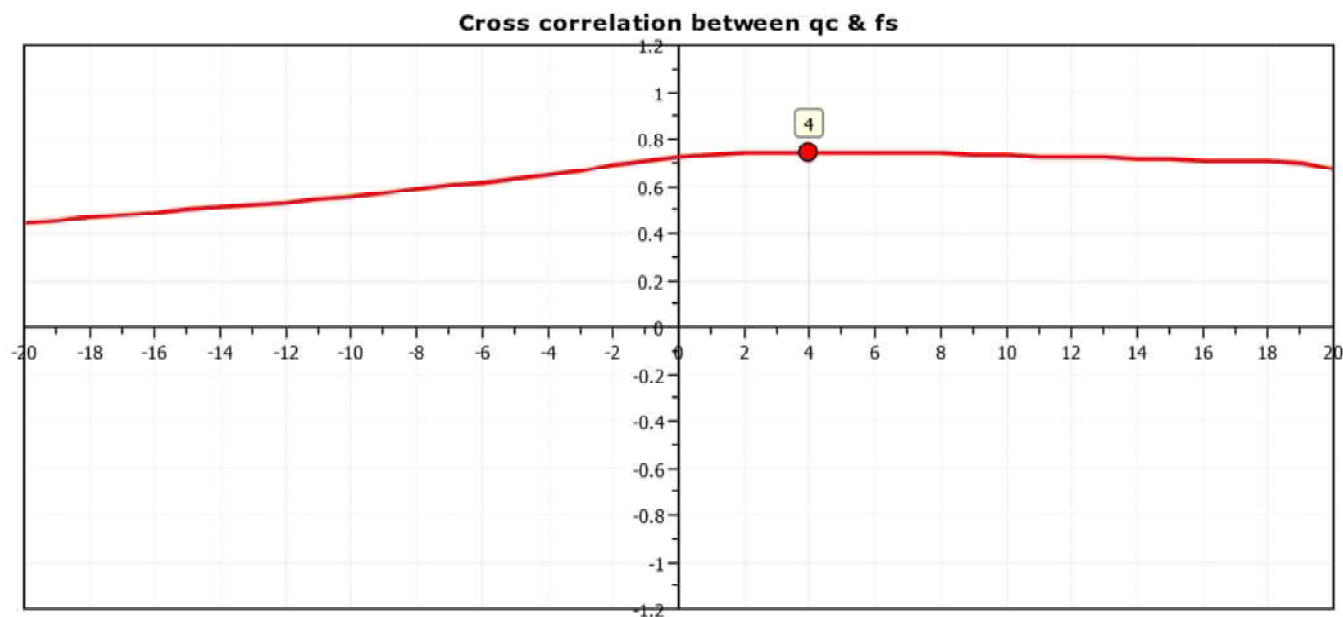
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

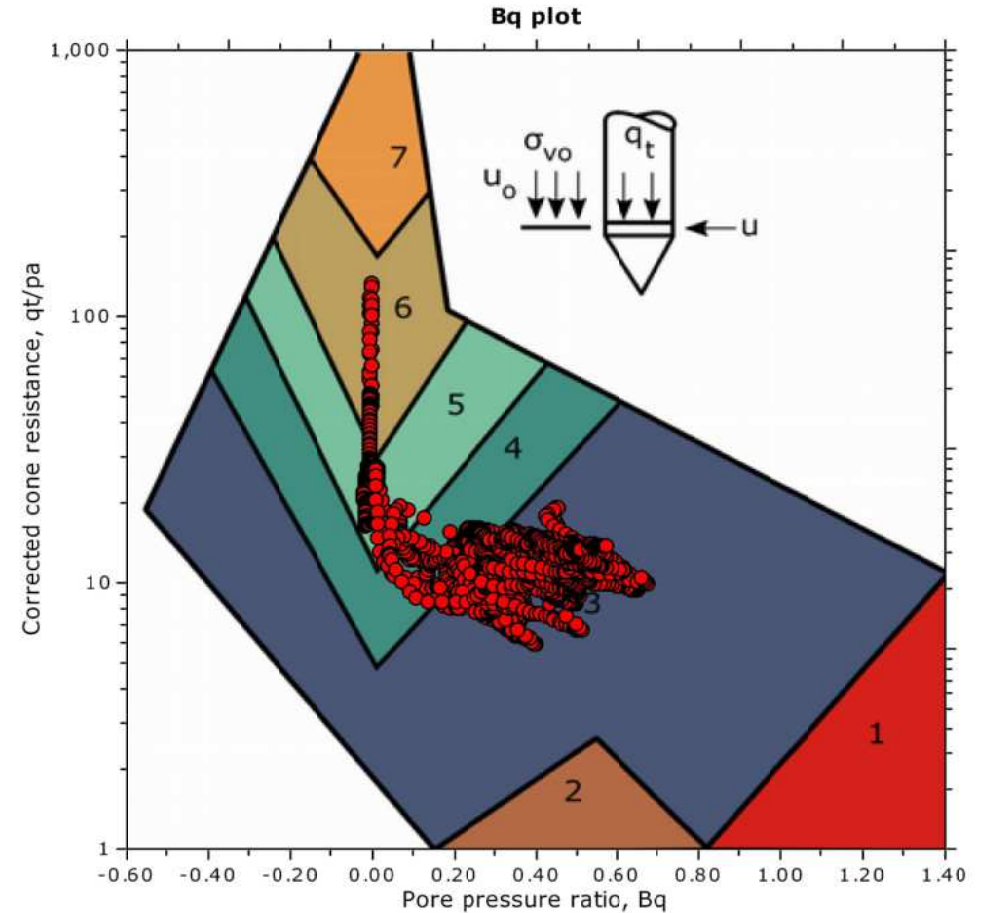
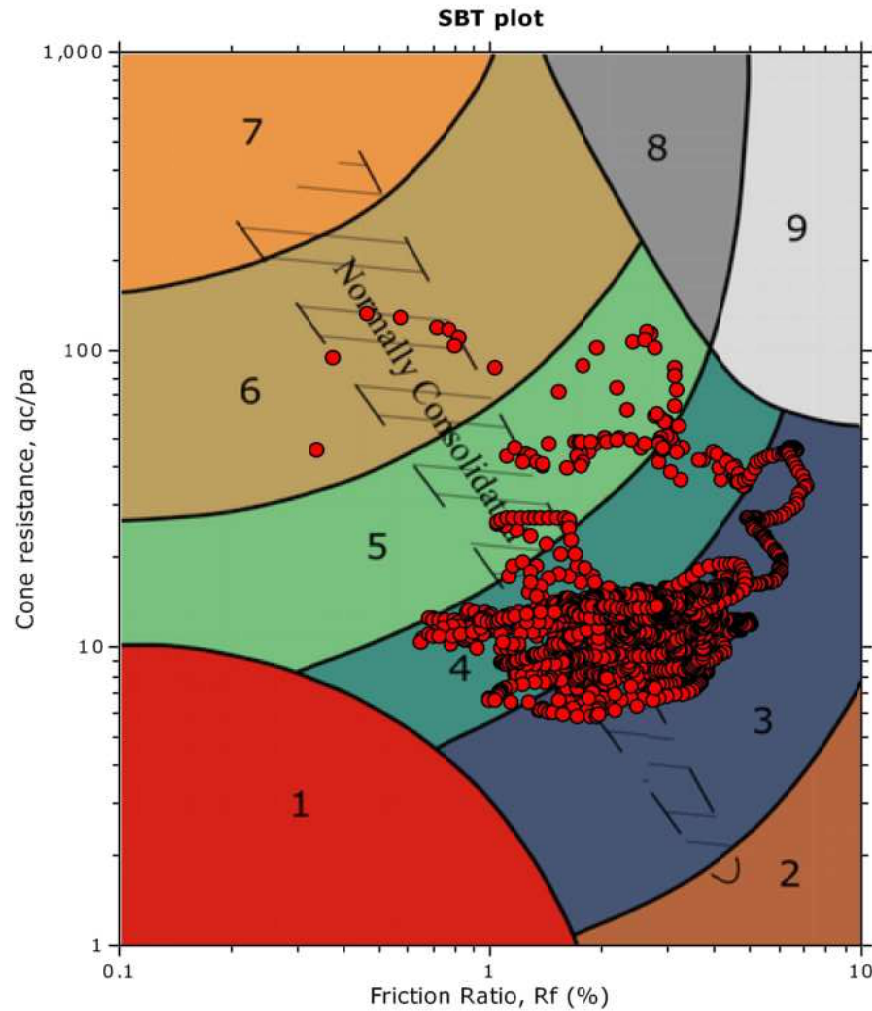
—●— User defined estimation data



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).



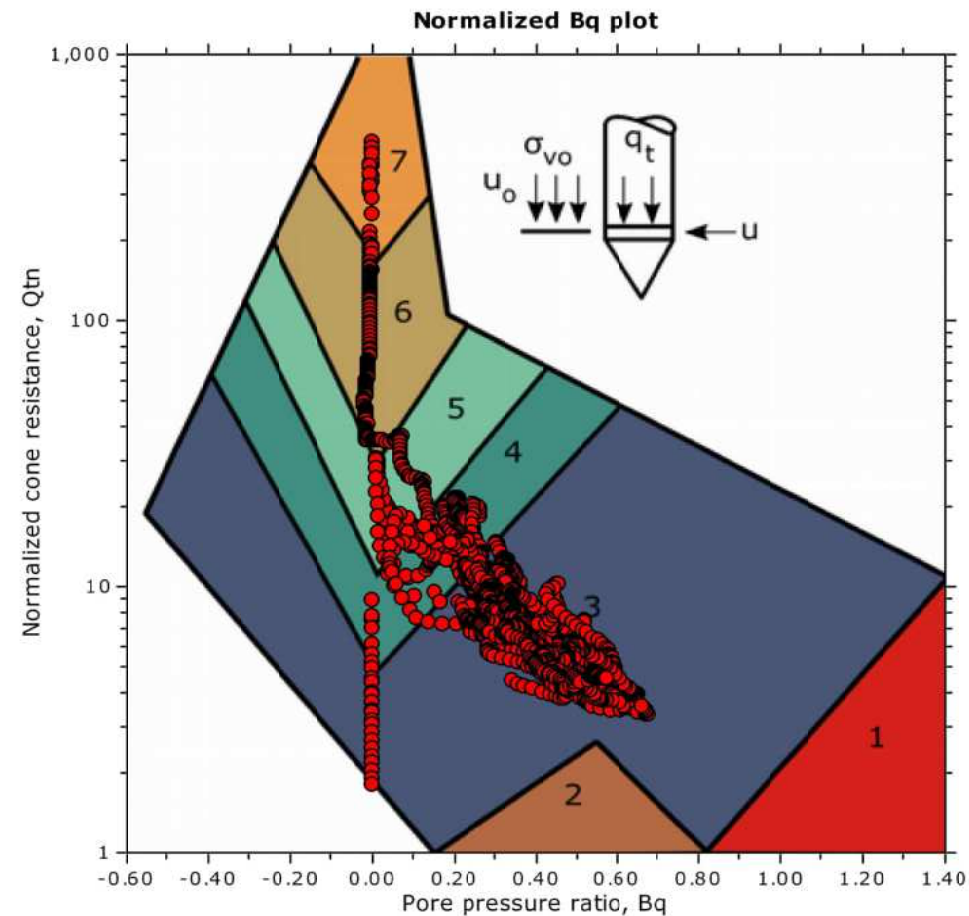
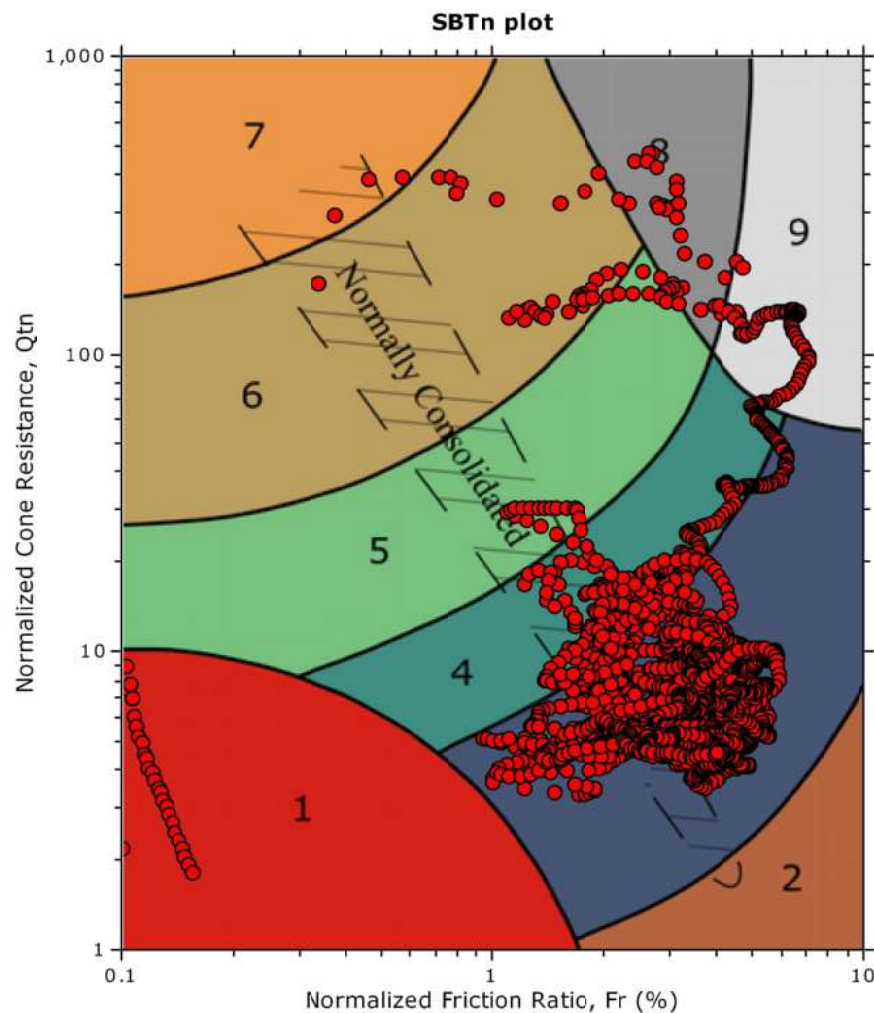
SBT - Bq plots



SBT legend

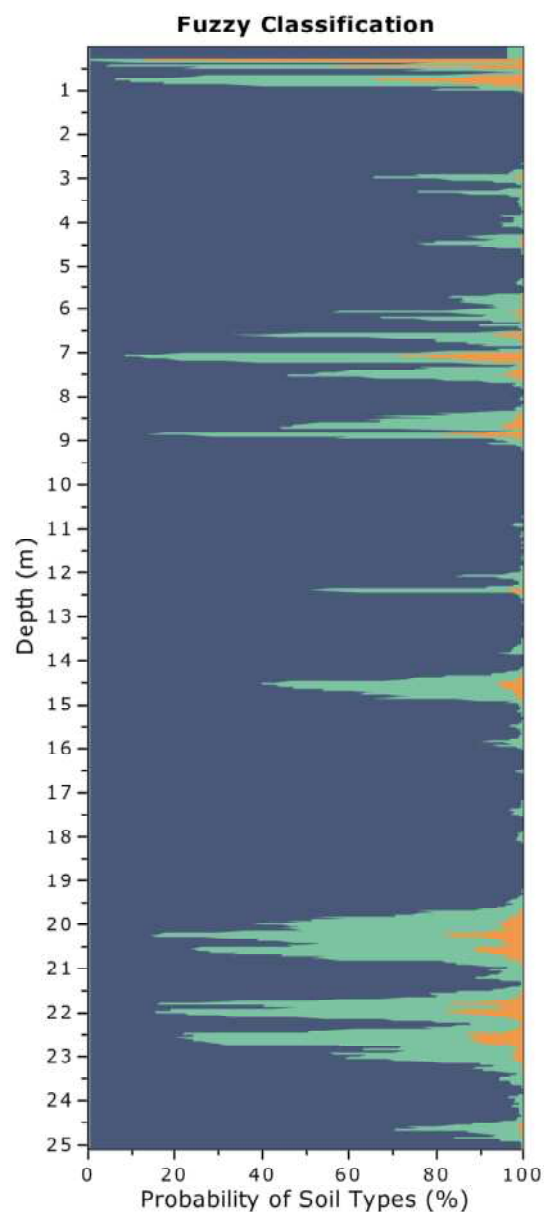
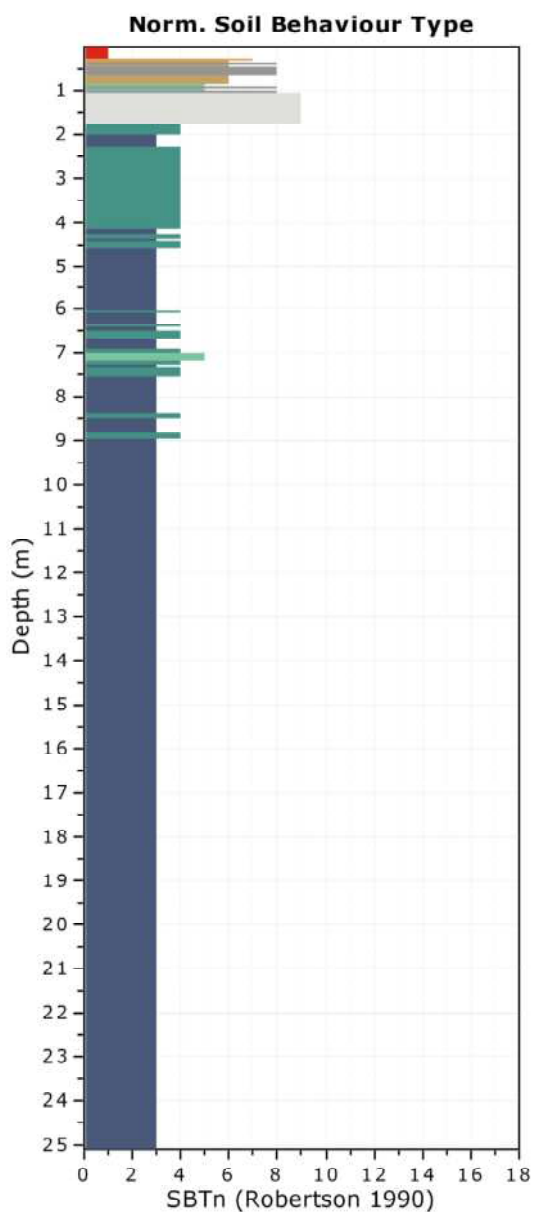
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

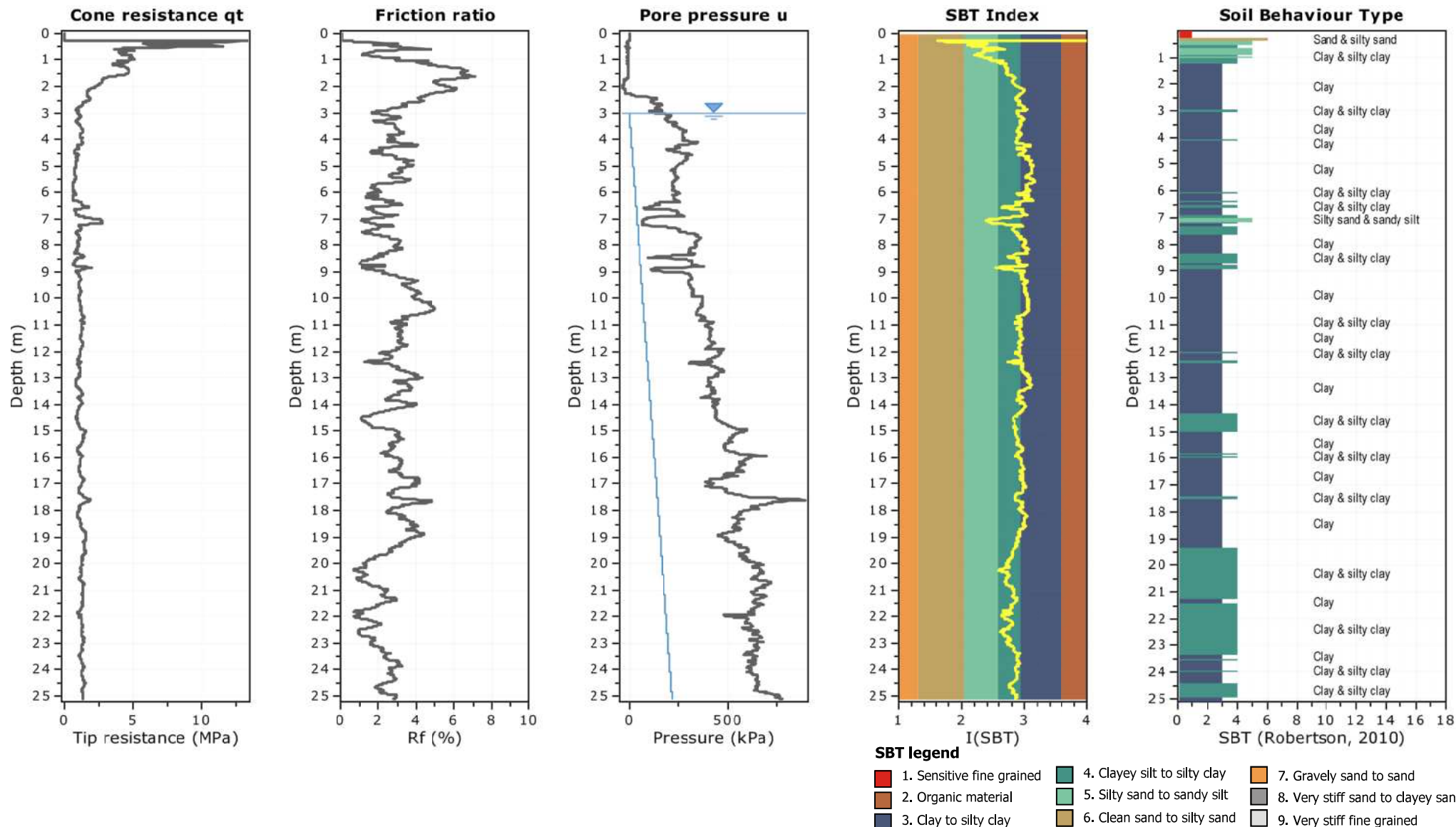
SBT - Bq plots (normalized)

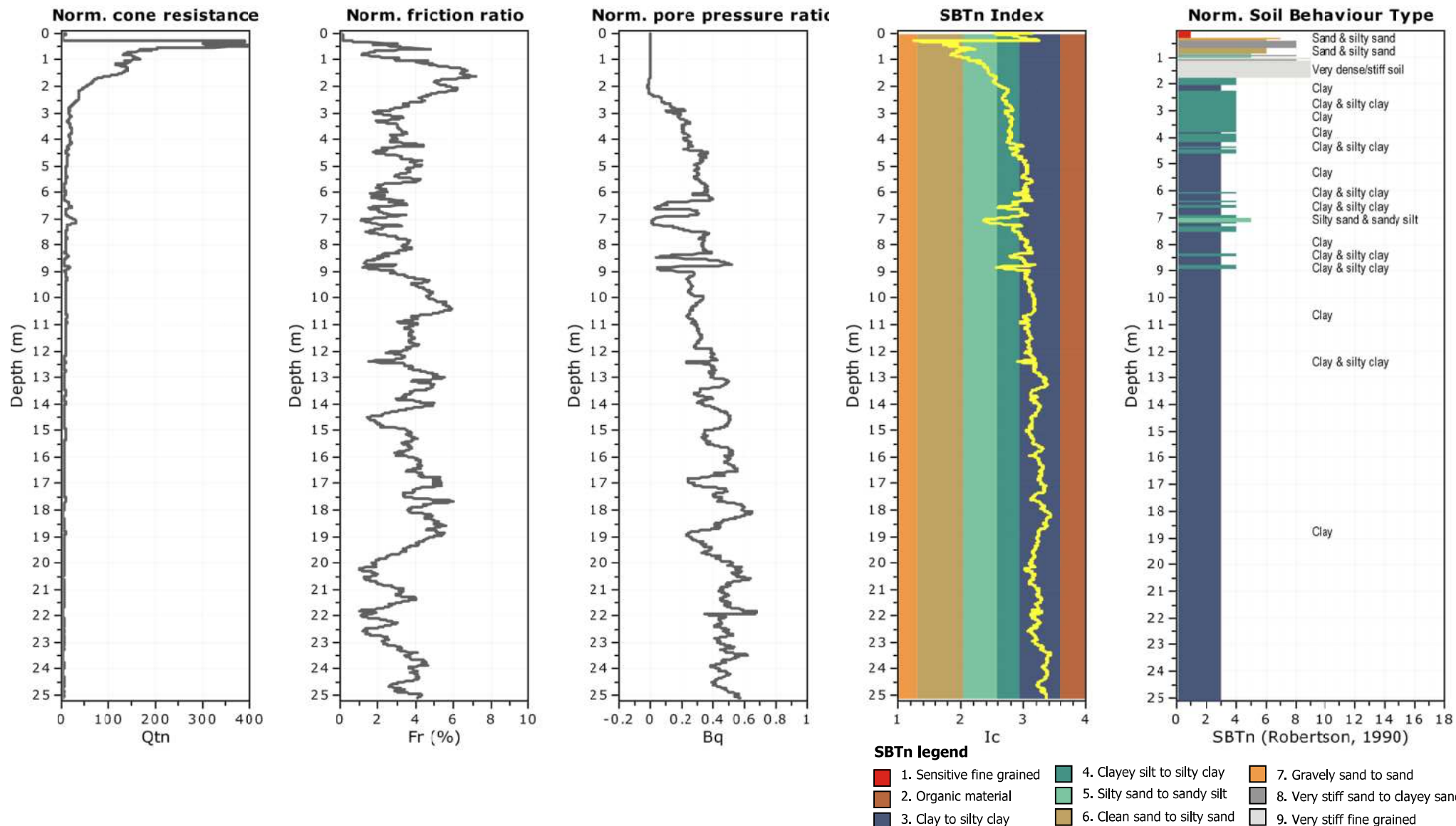


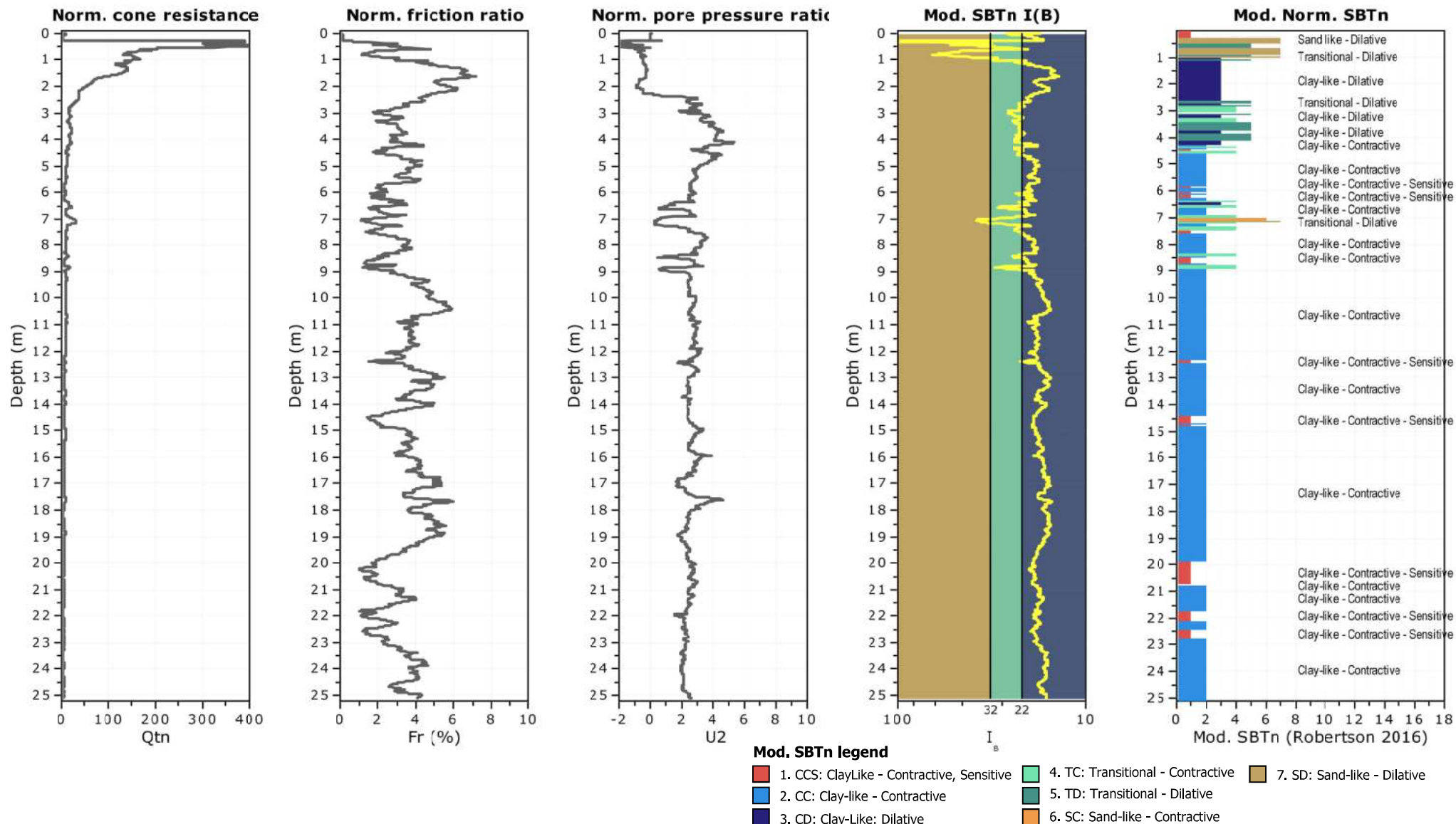
SBTn legend

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

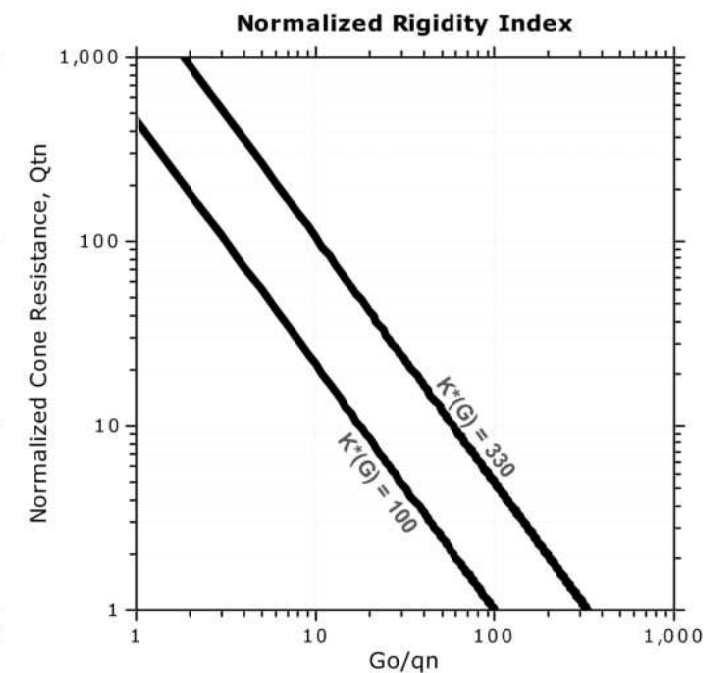
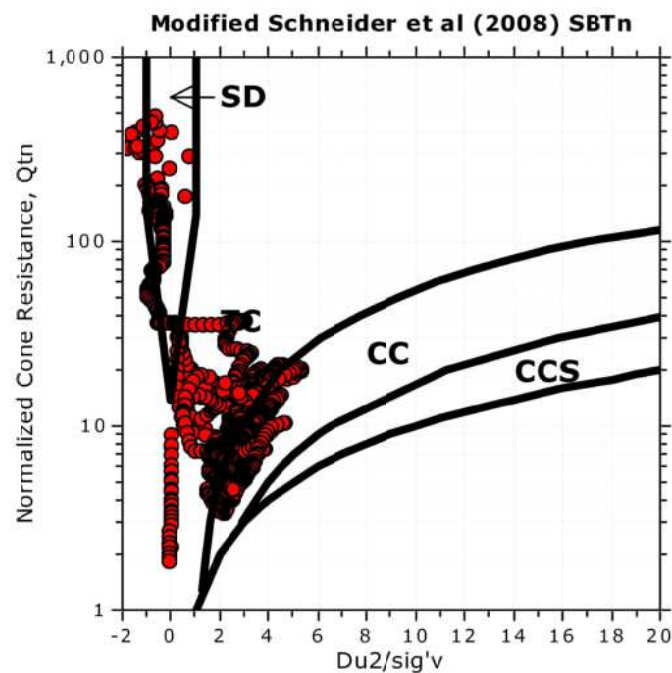
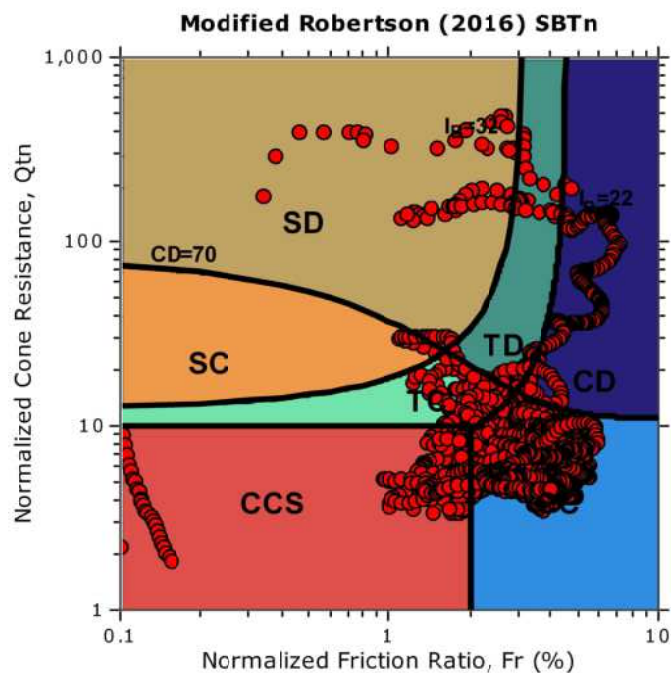








Updated SBTn plots

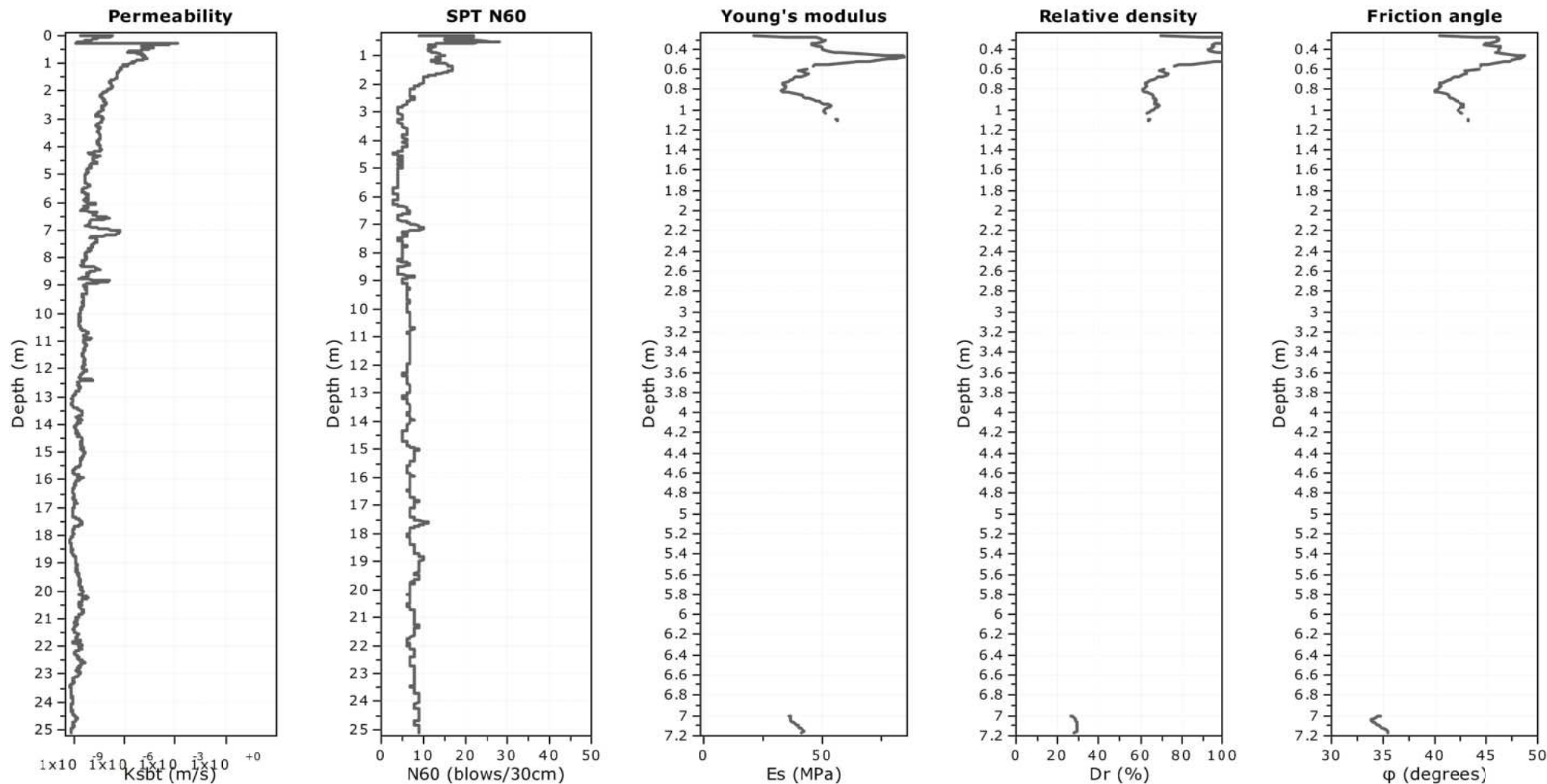


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

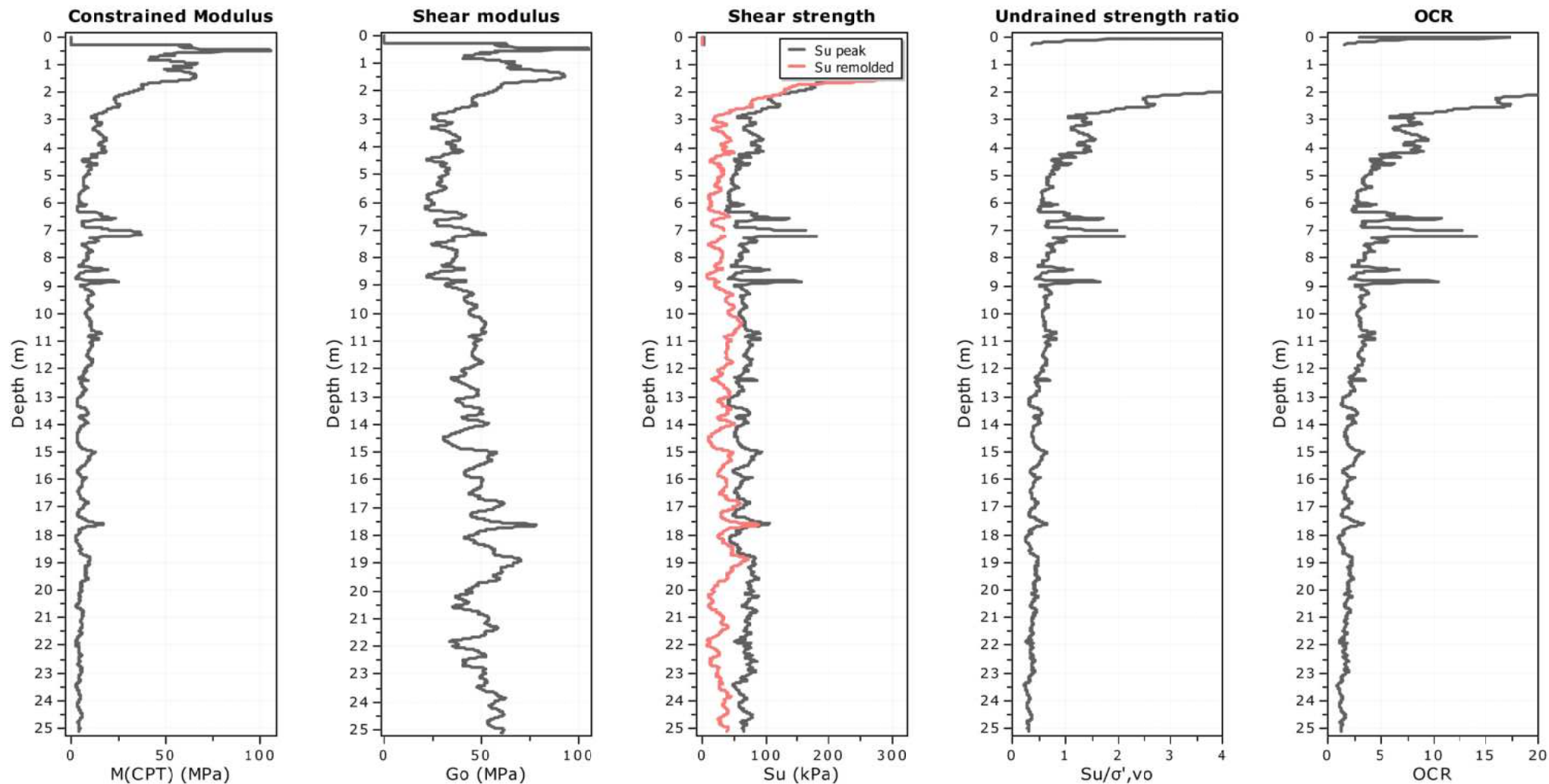
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

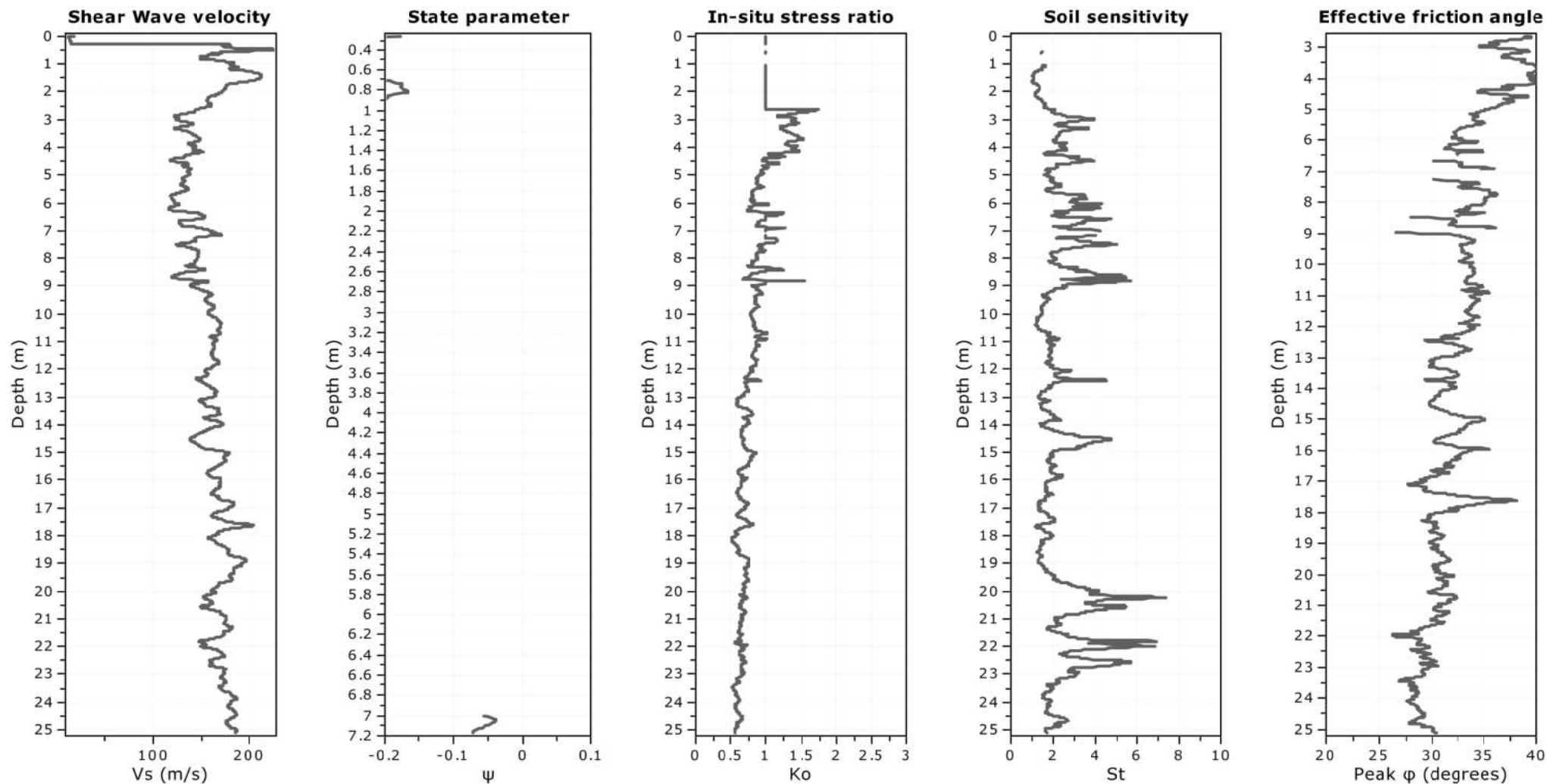
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

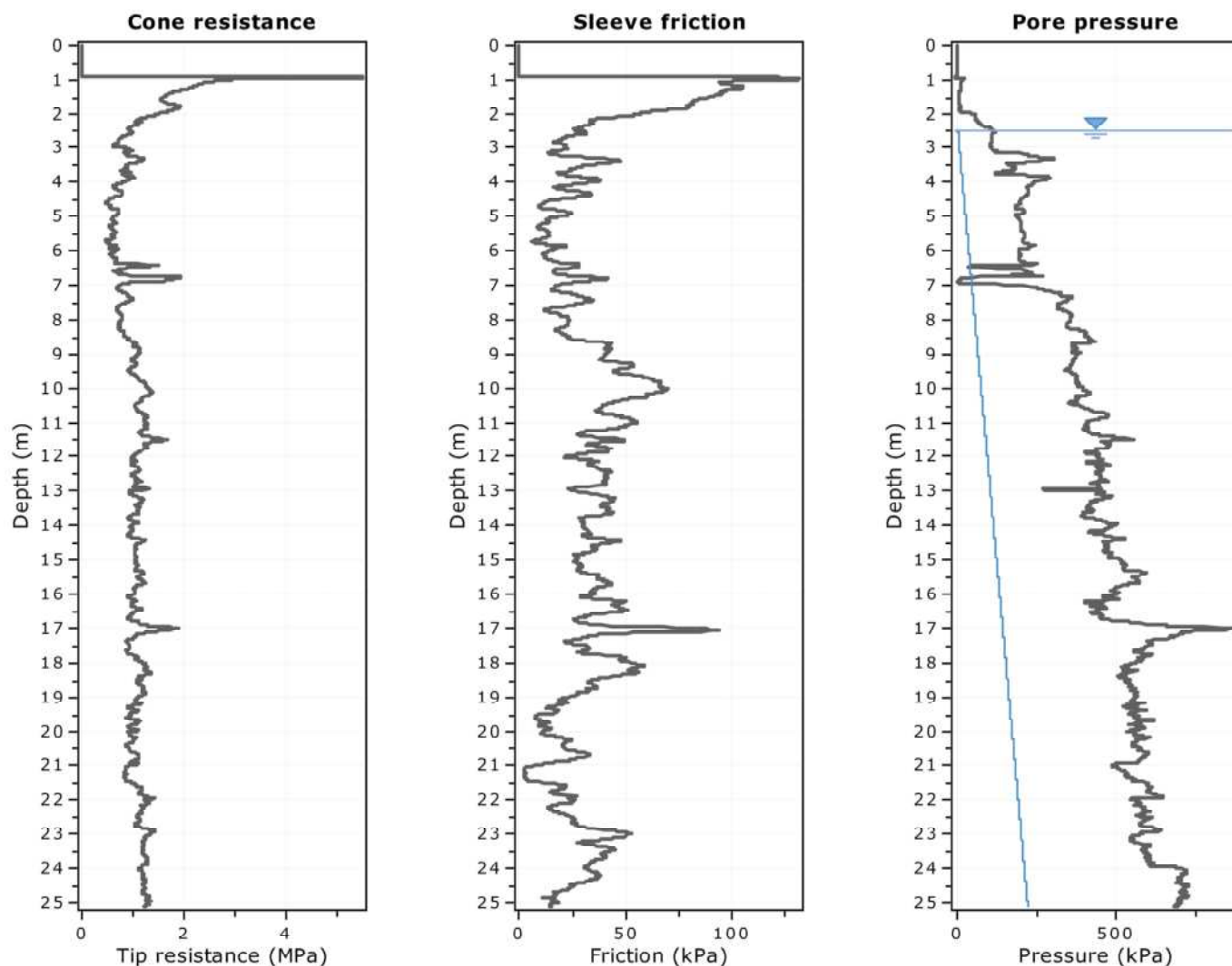
● Flat Dilatometer Test data



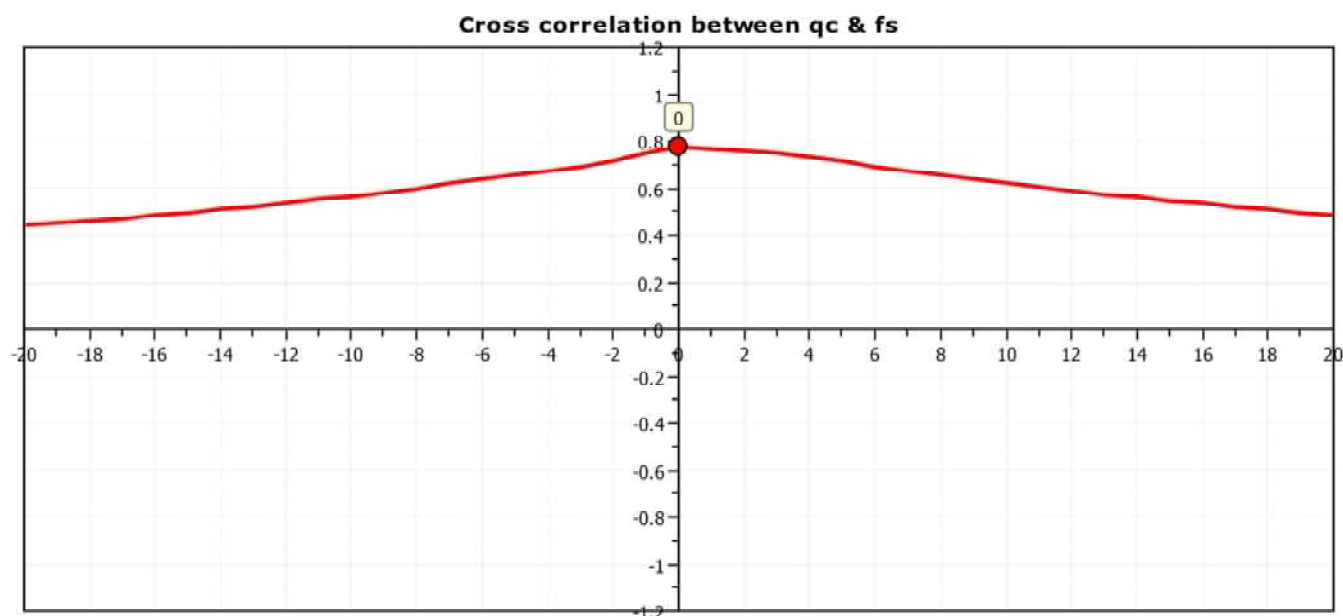
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

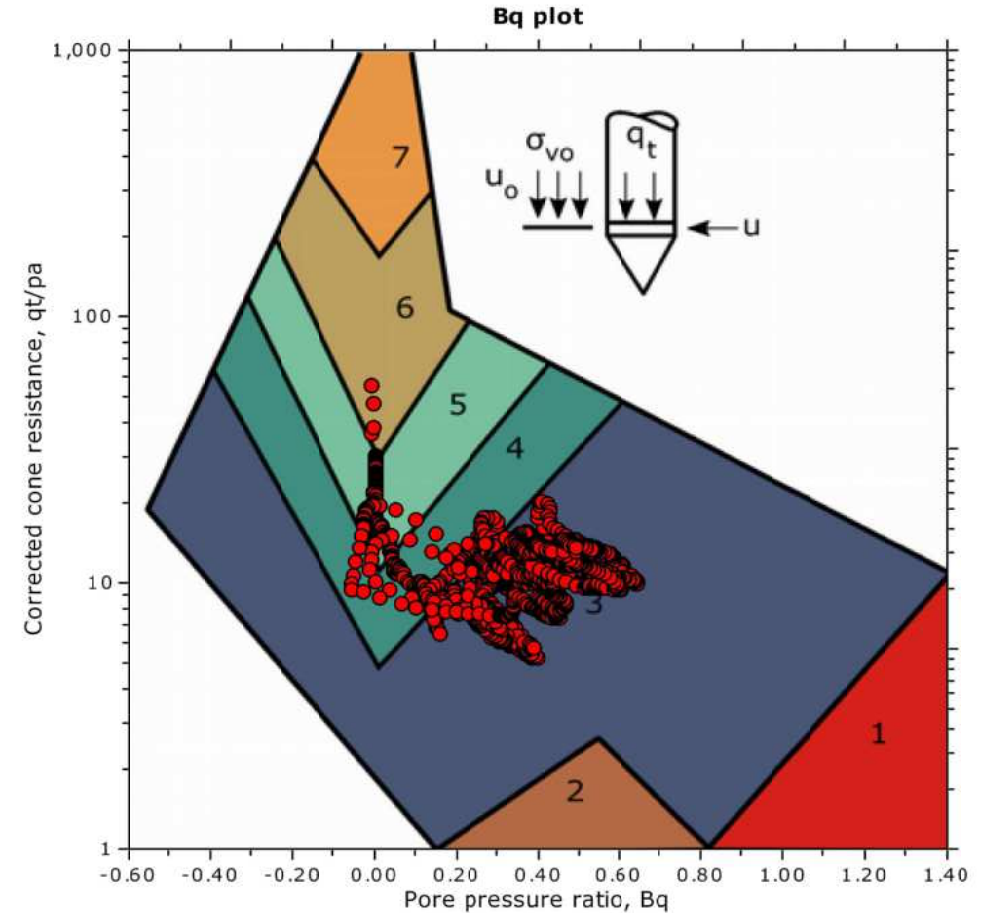
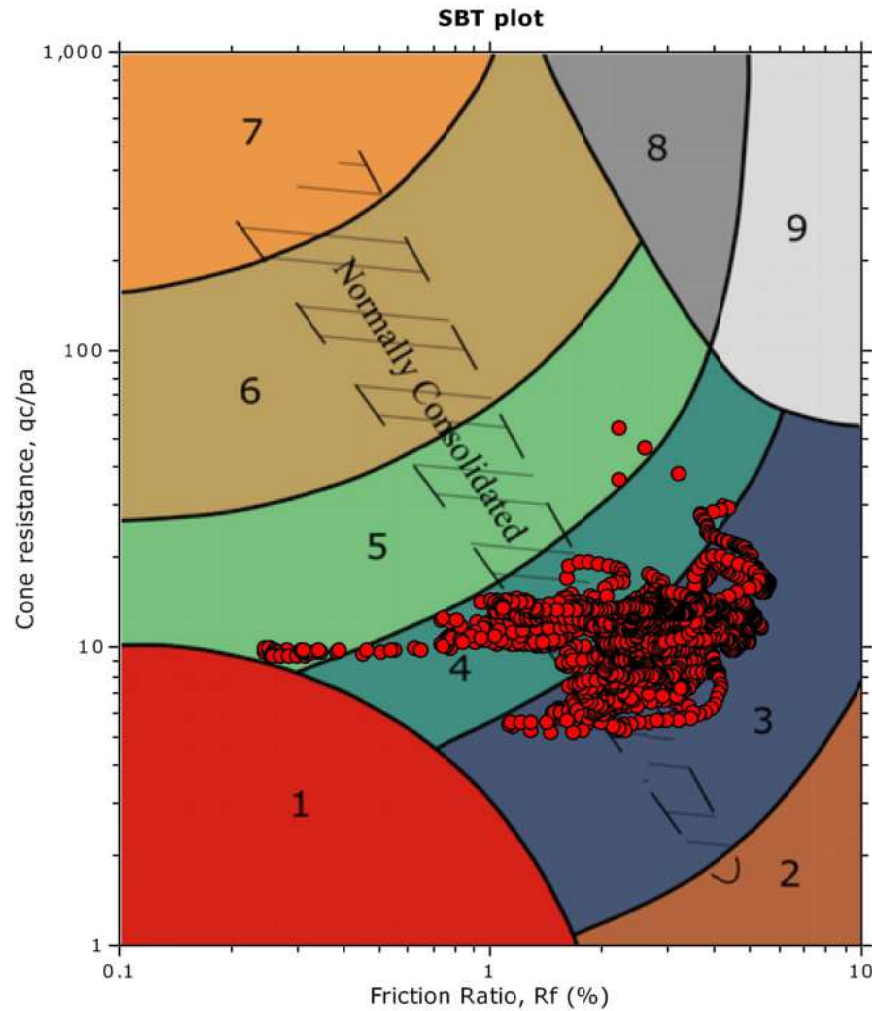
—●— User defined estimation data



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).



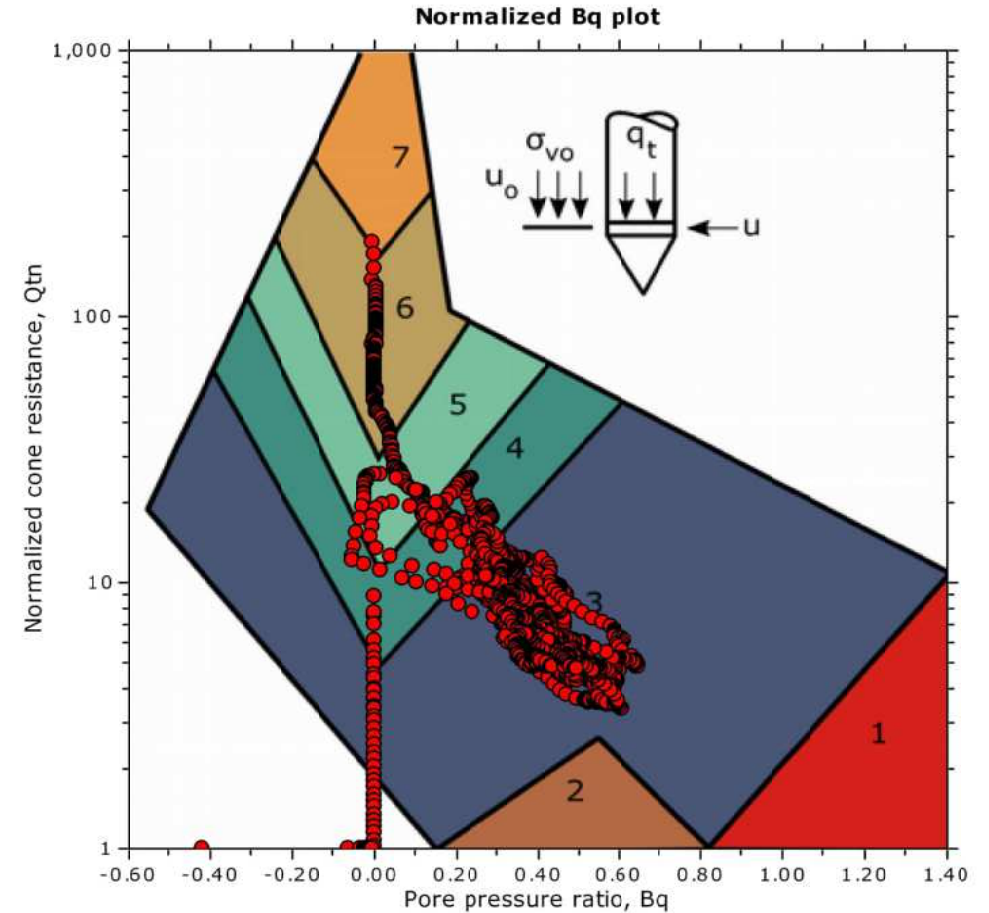
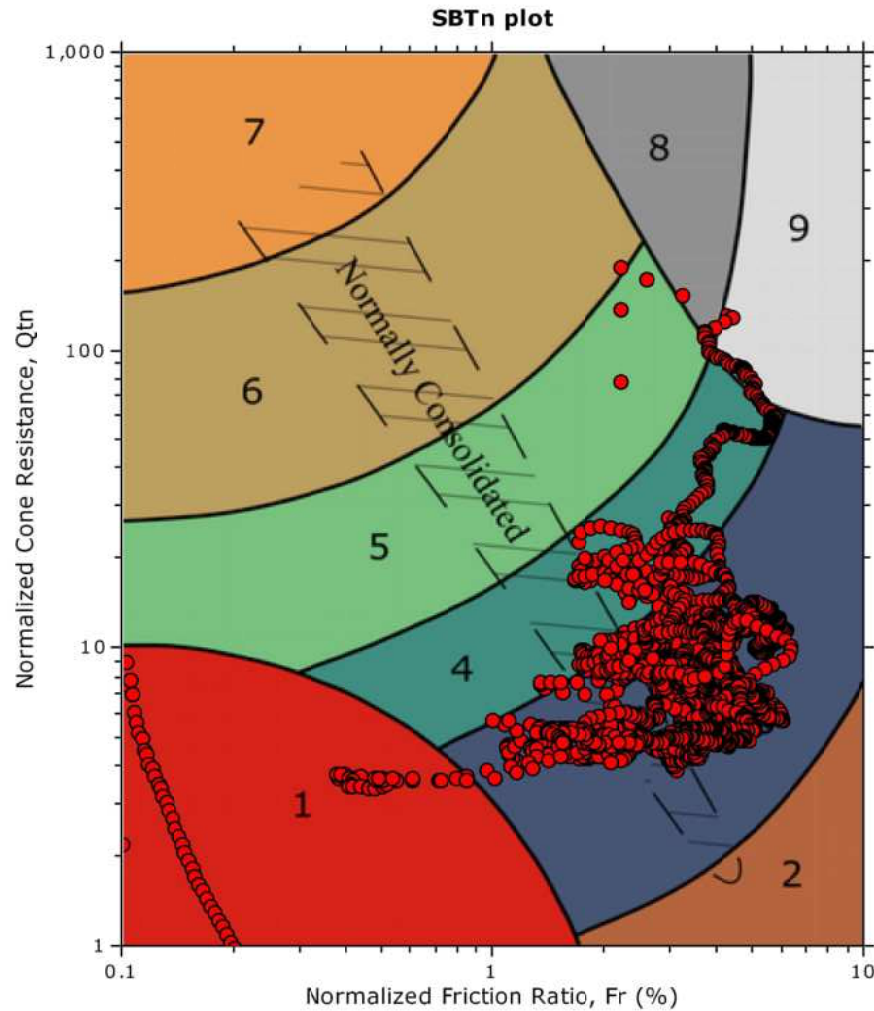
SBT - Bq plots



SBT legend

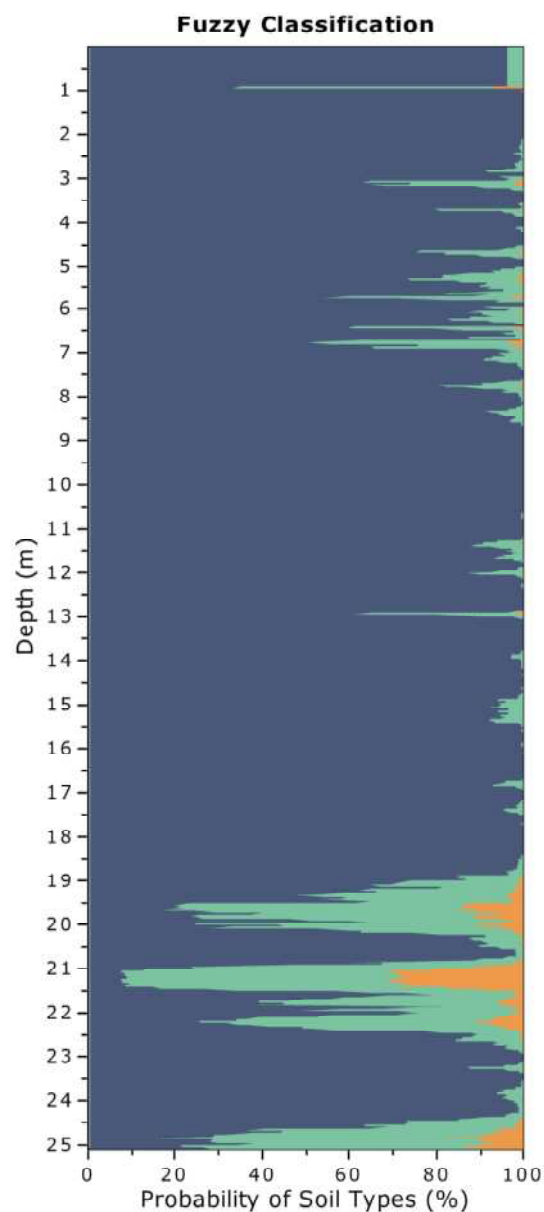
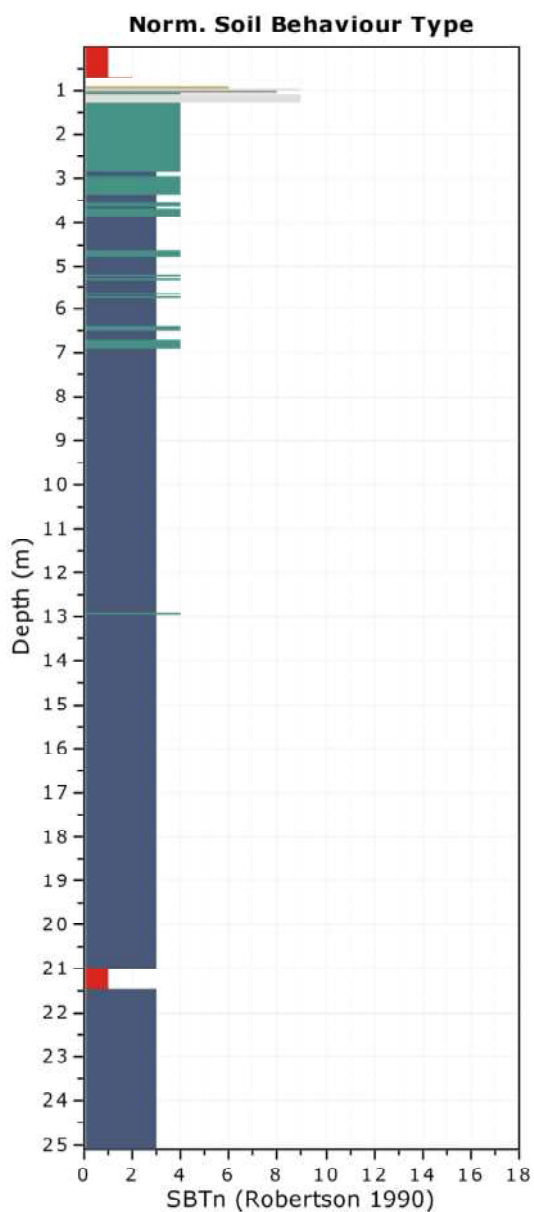
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

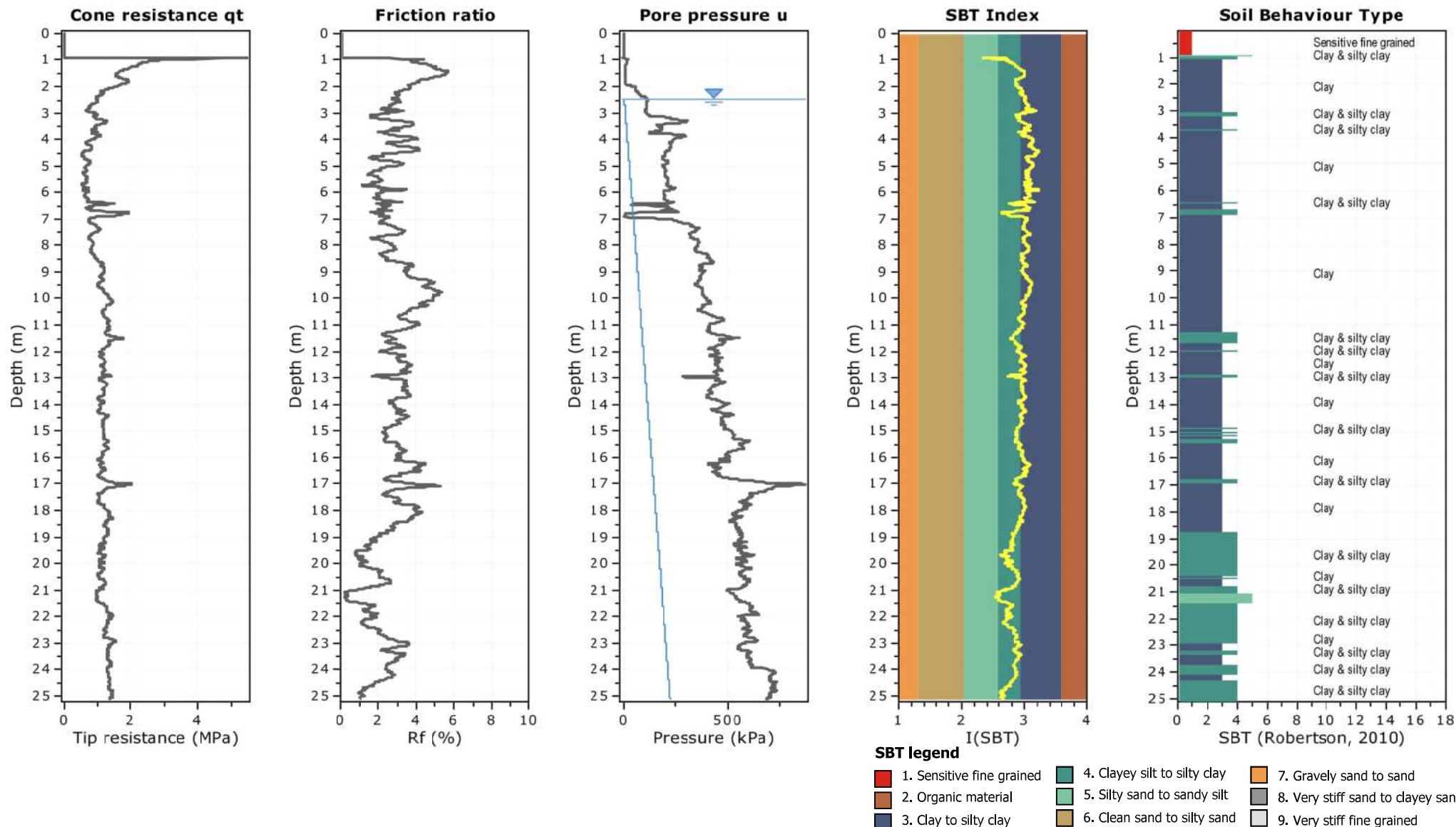
SBT - Bq plots (normalized)

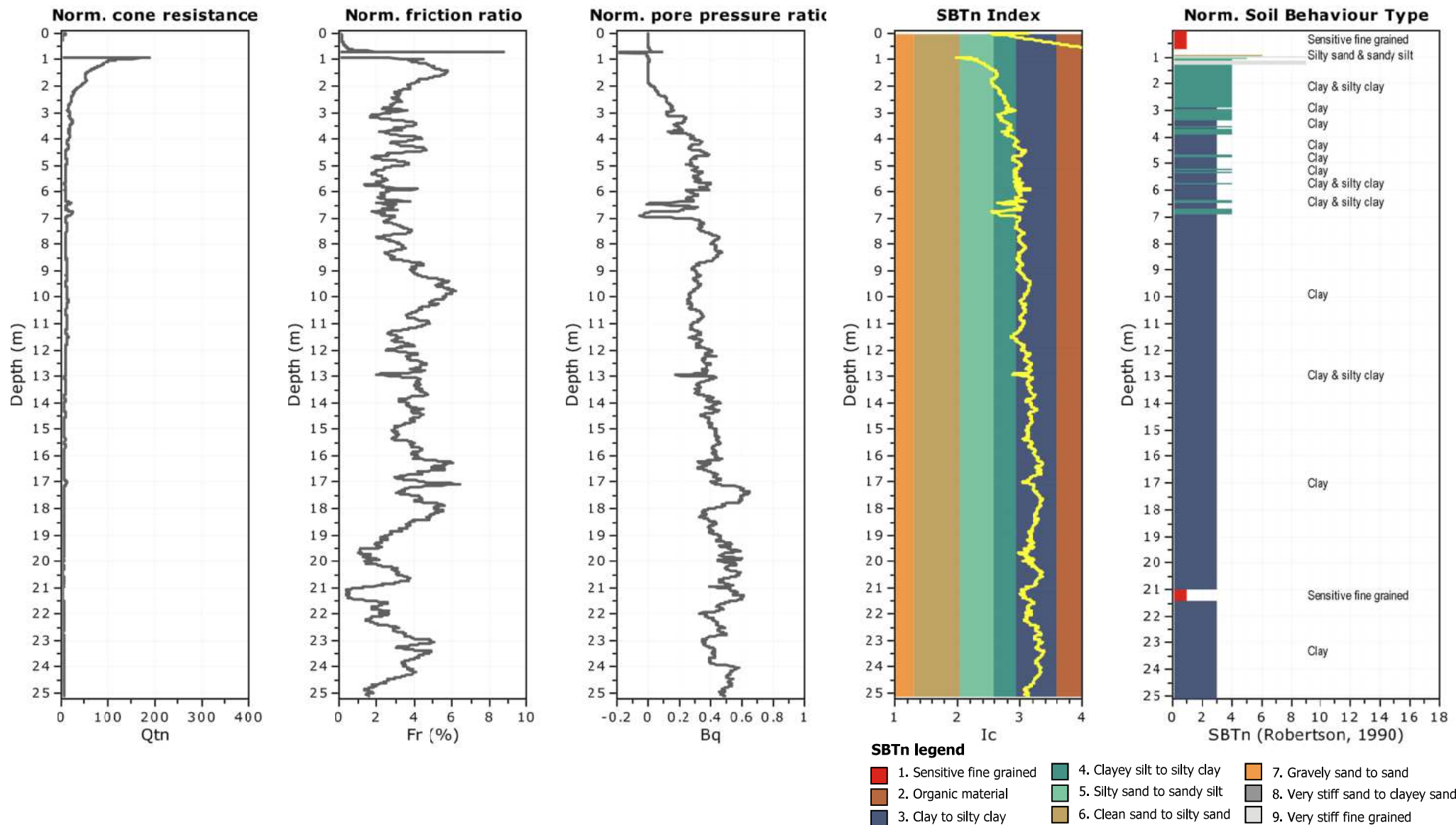


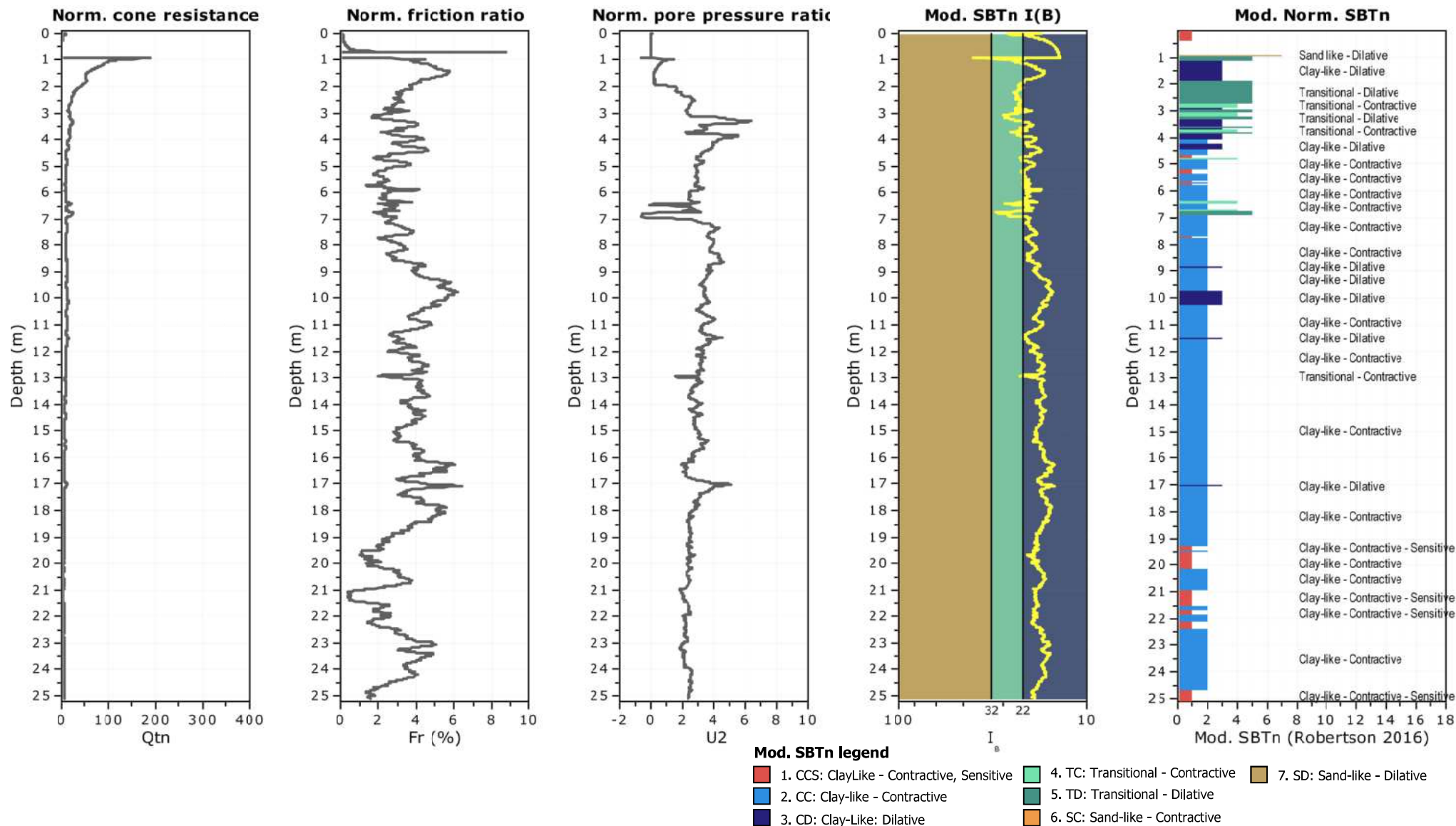
SBTn legend

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

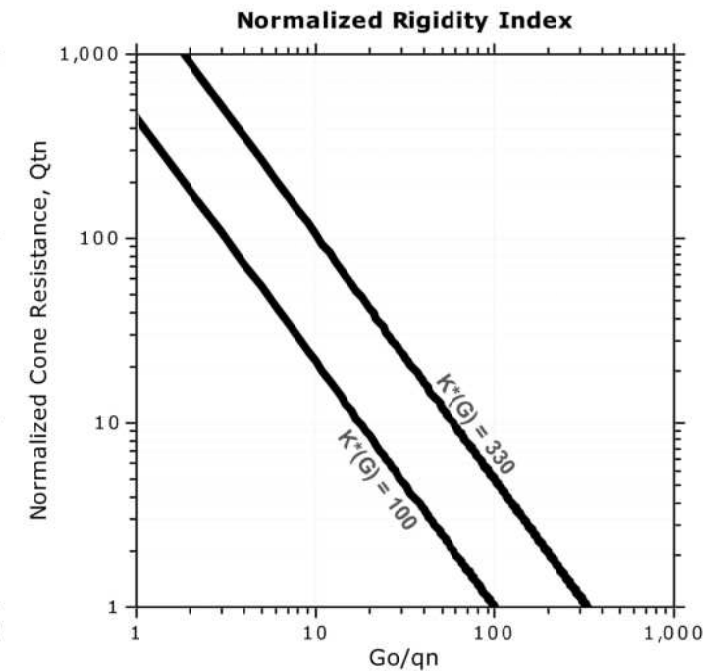
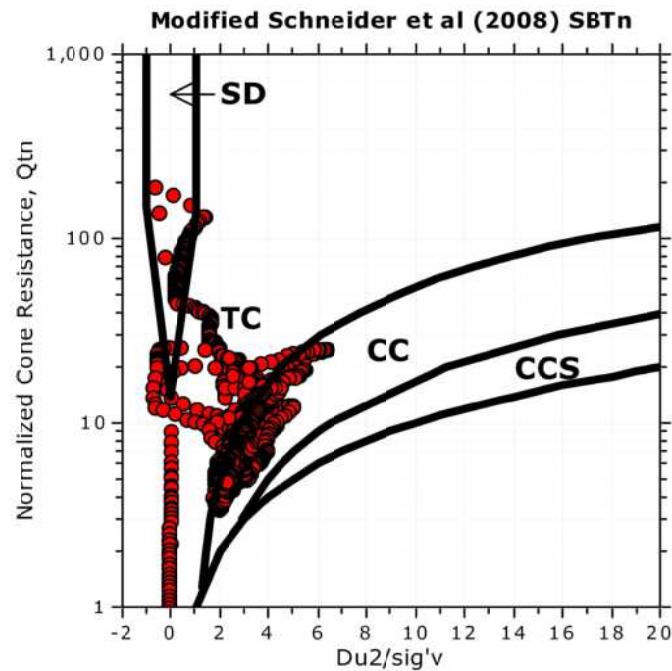
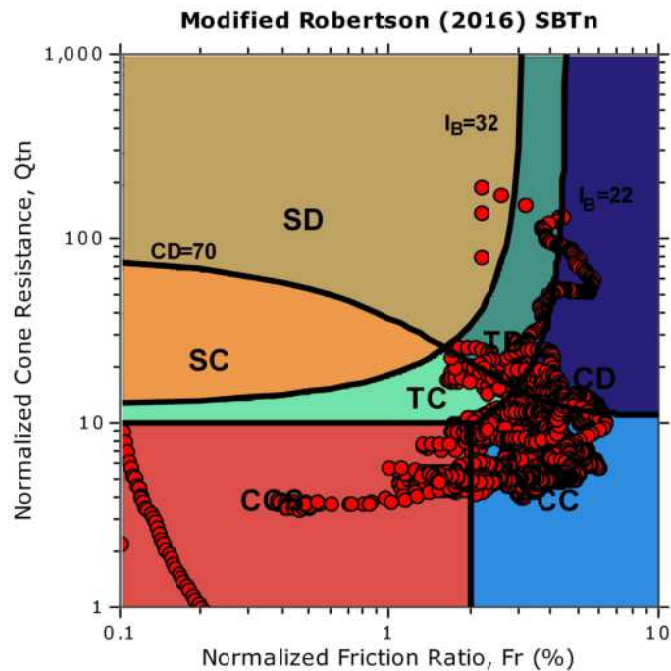








Updated SBTn plots

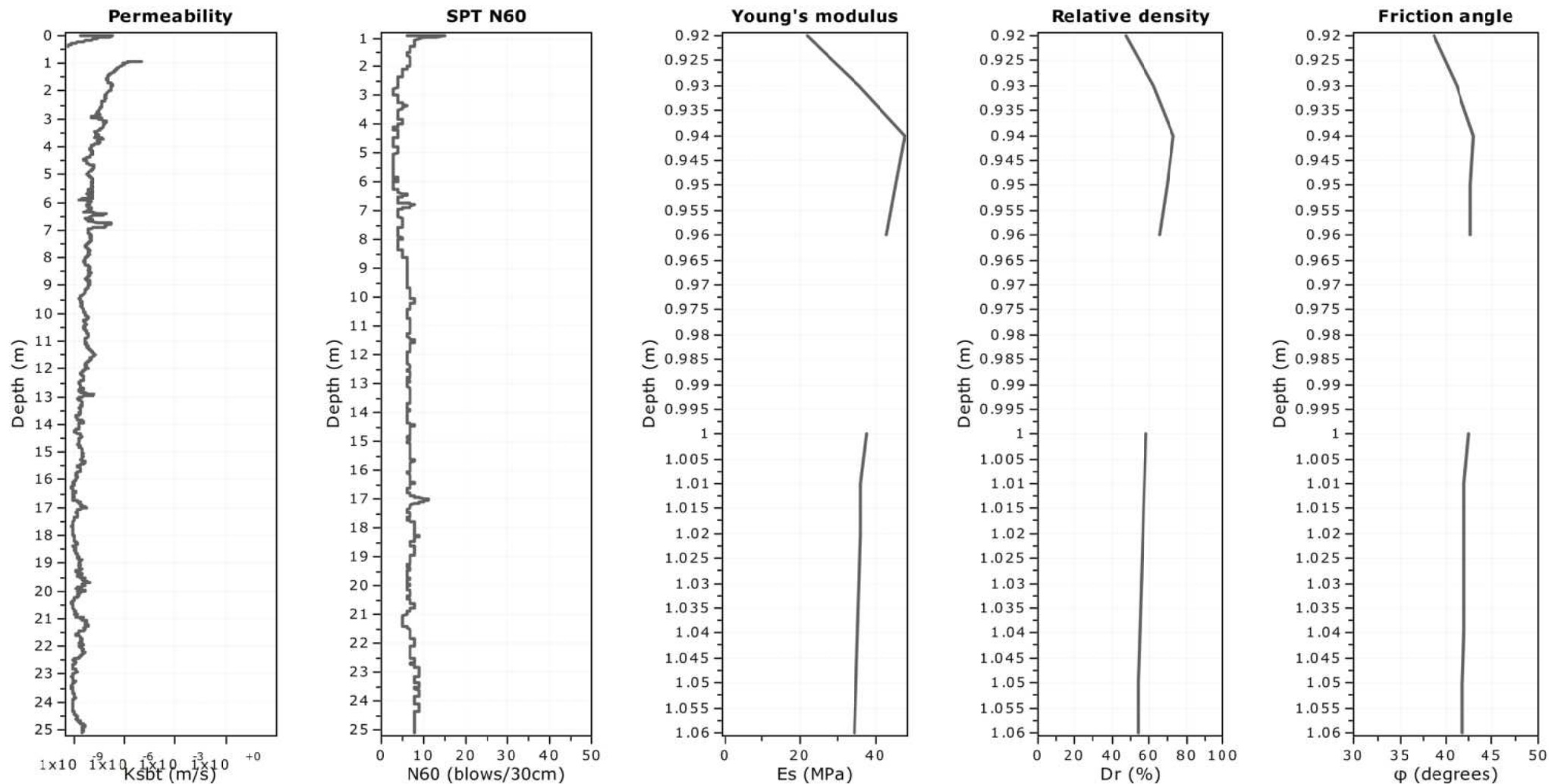


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

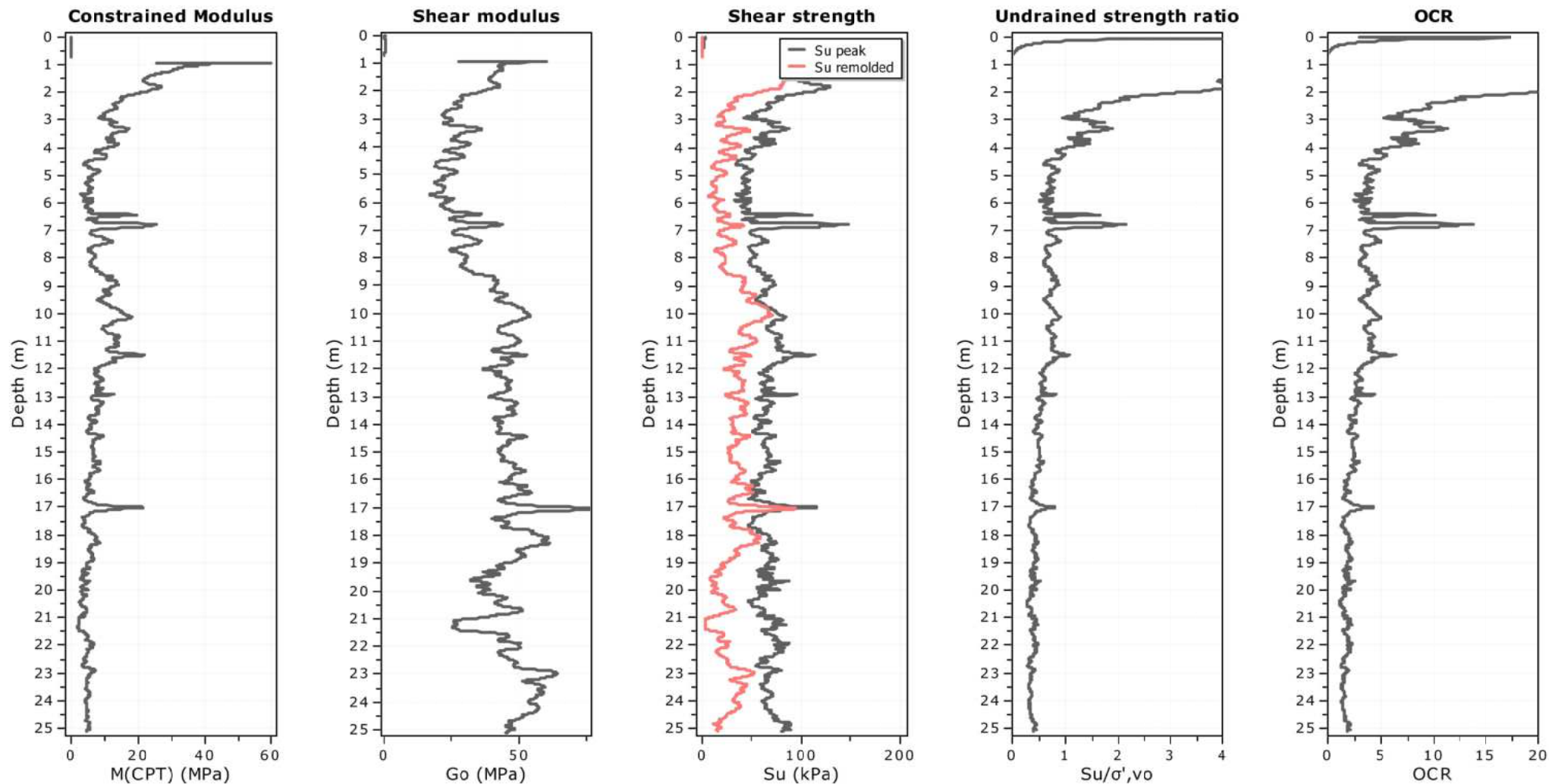
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

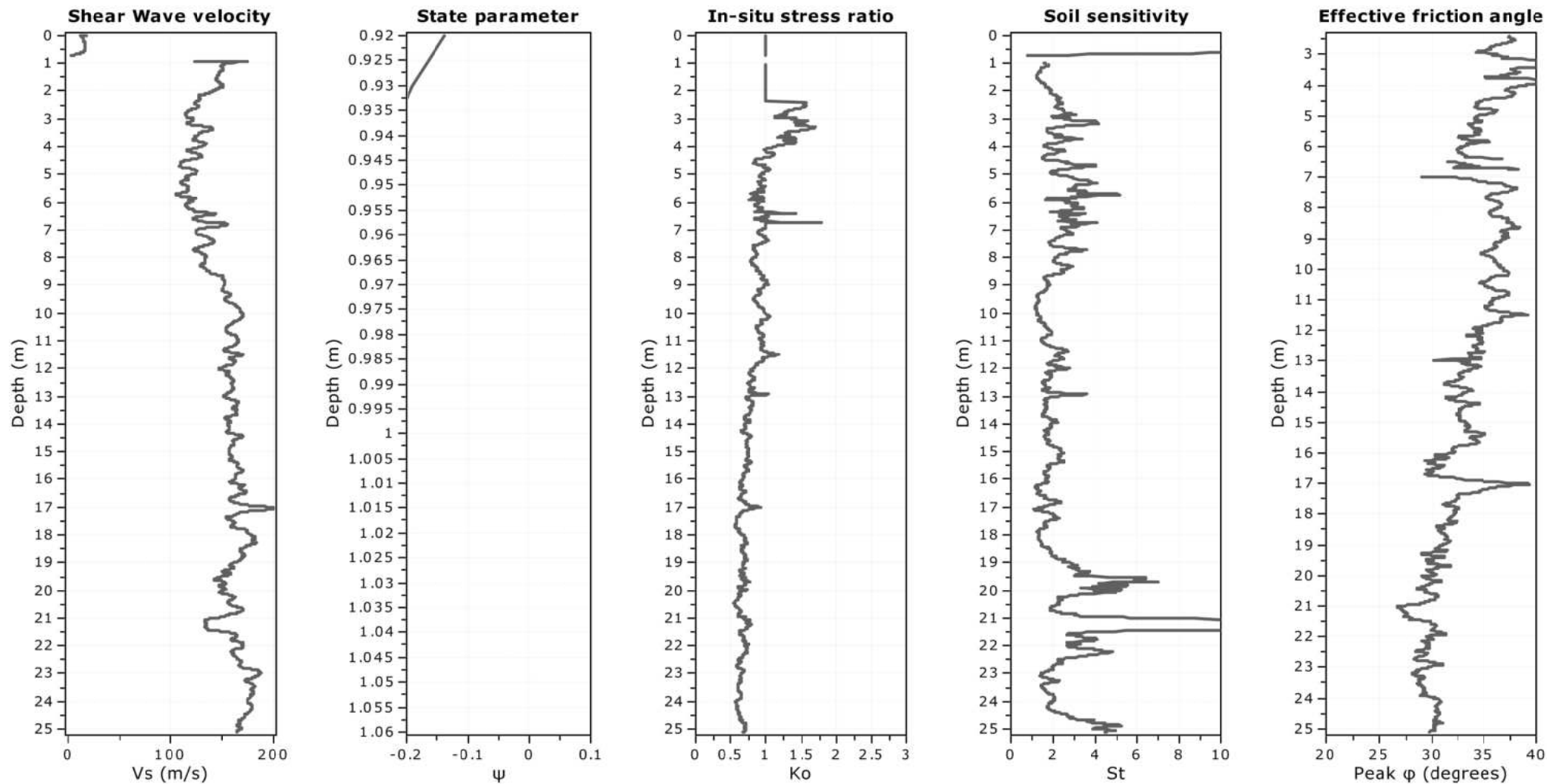
OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

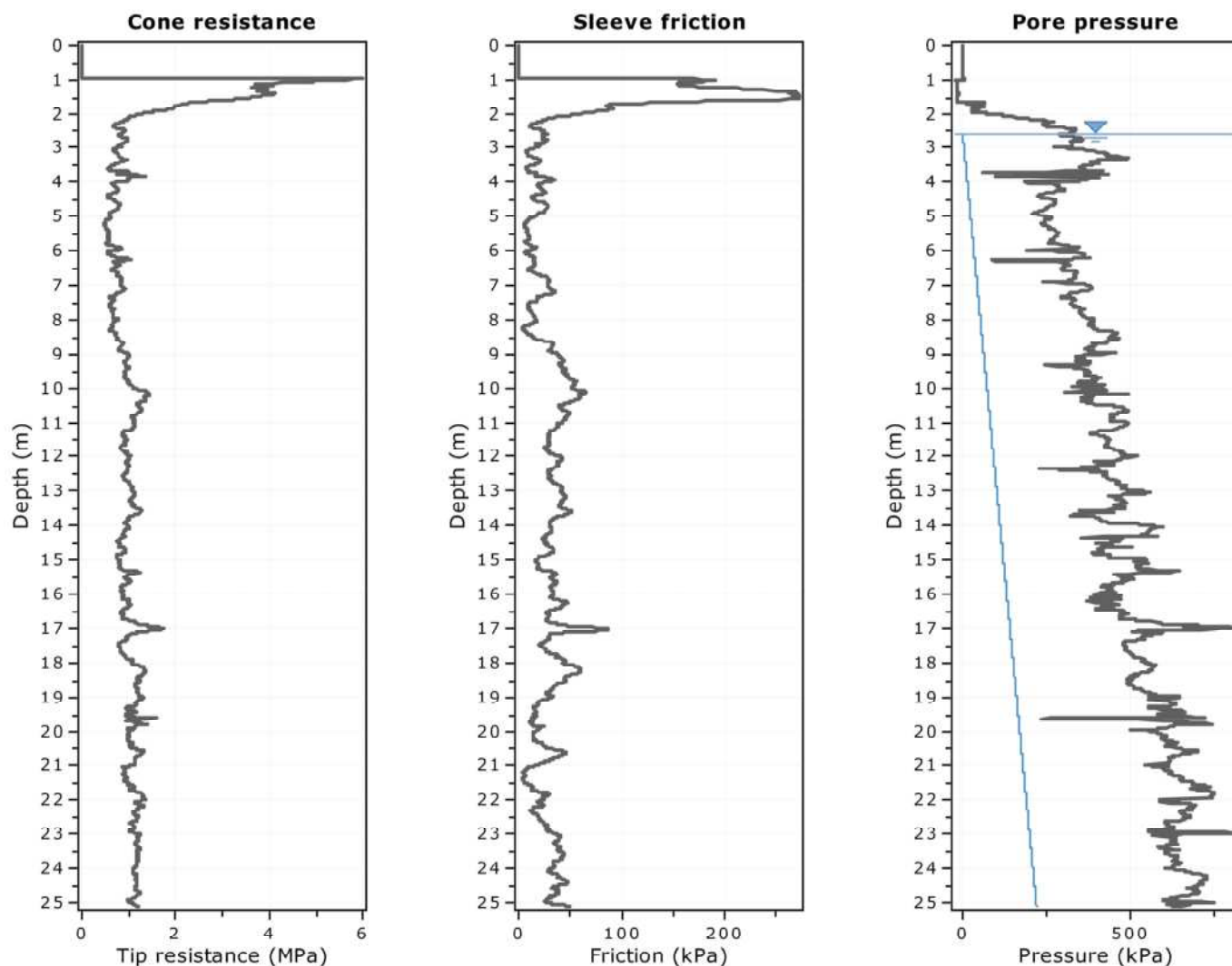
Location: Parma via Ugozzolo



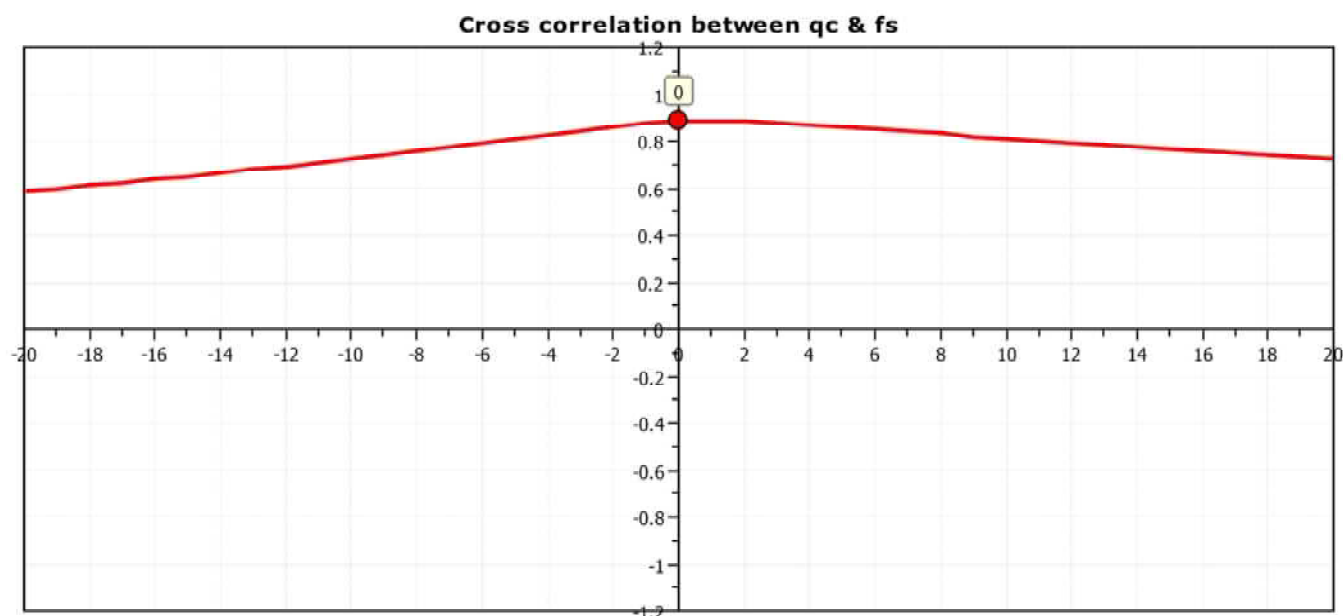
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

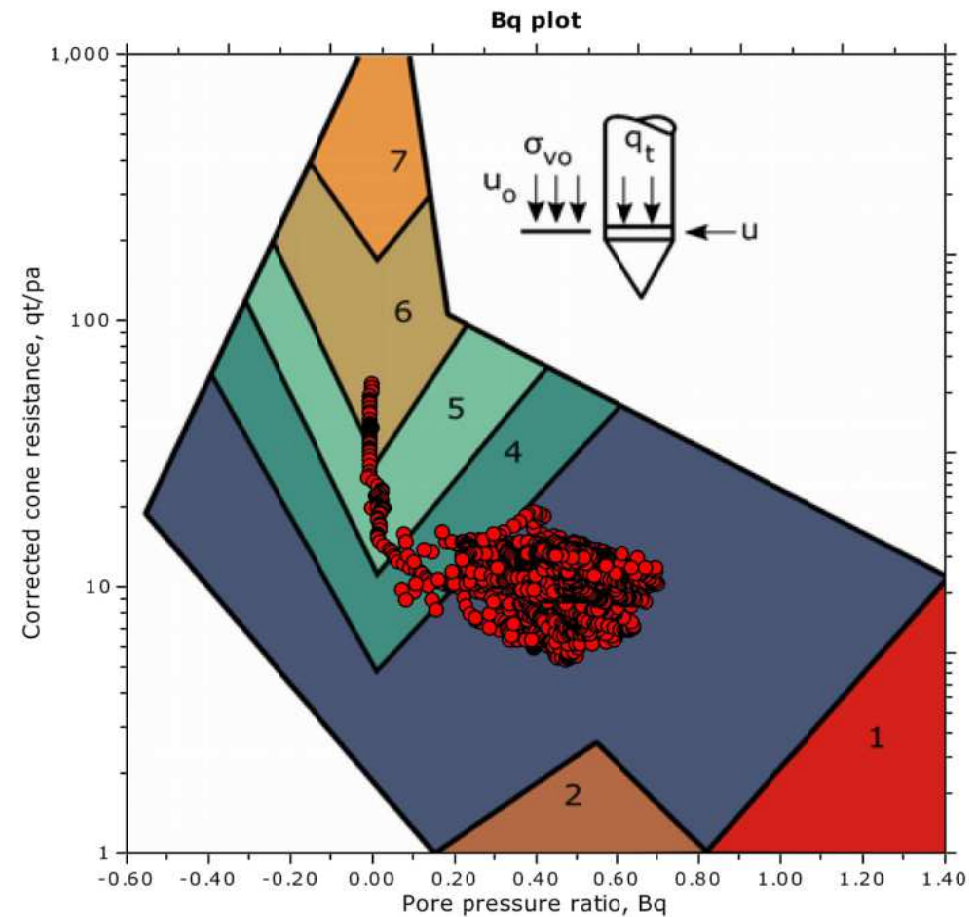
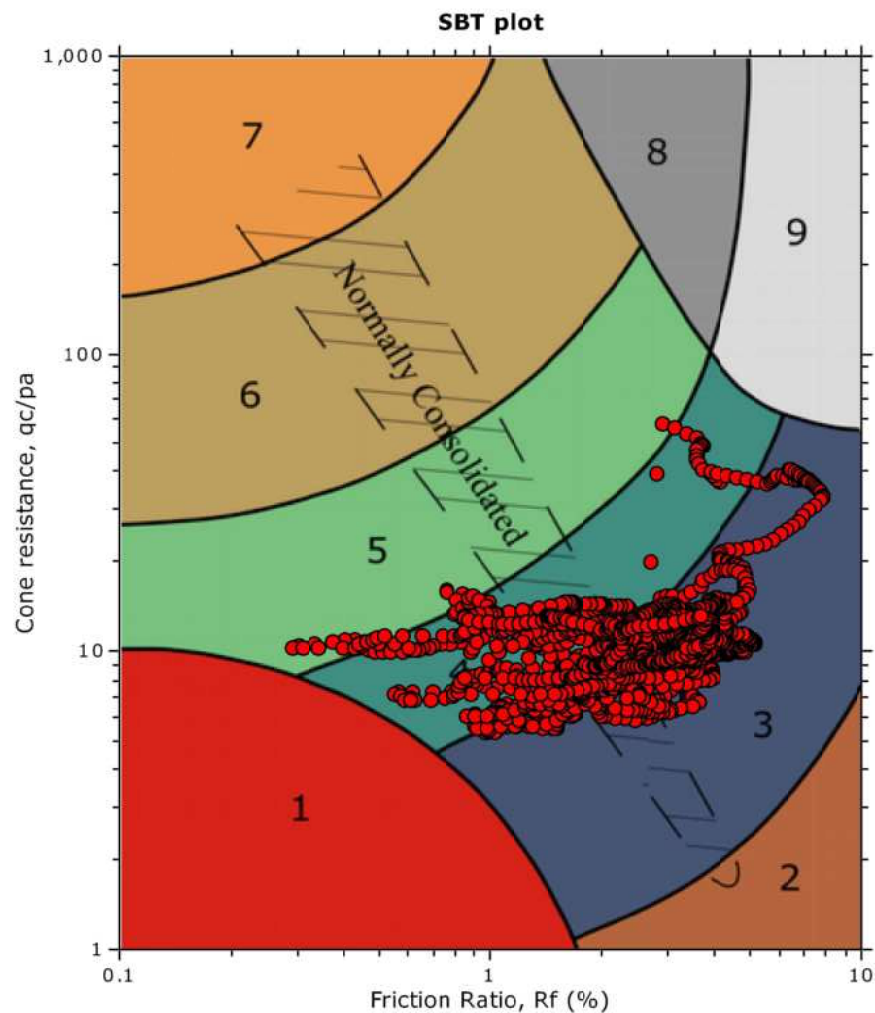
—●— User defined estimation data



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



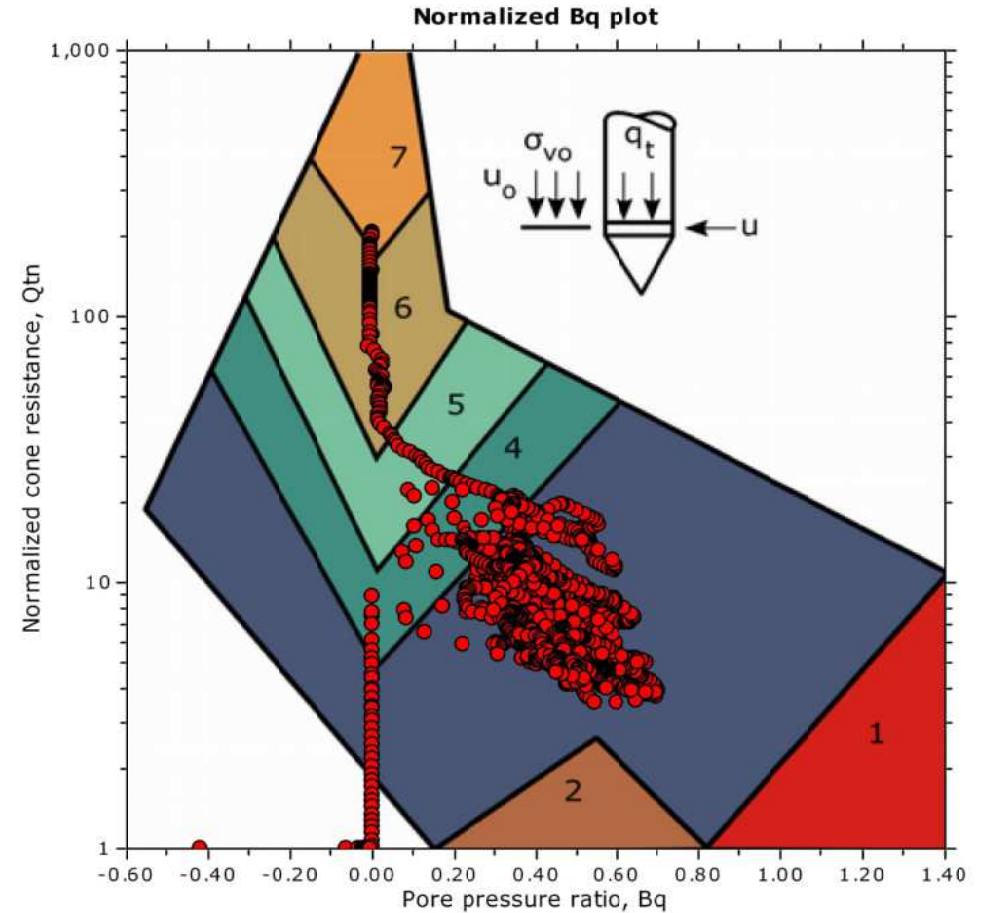
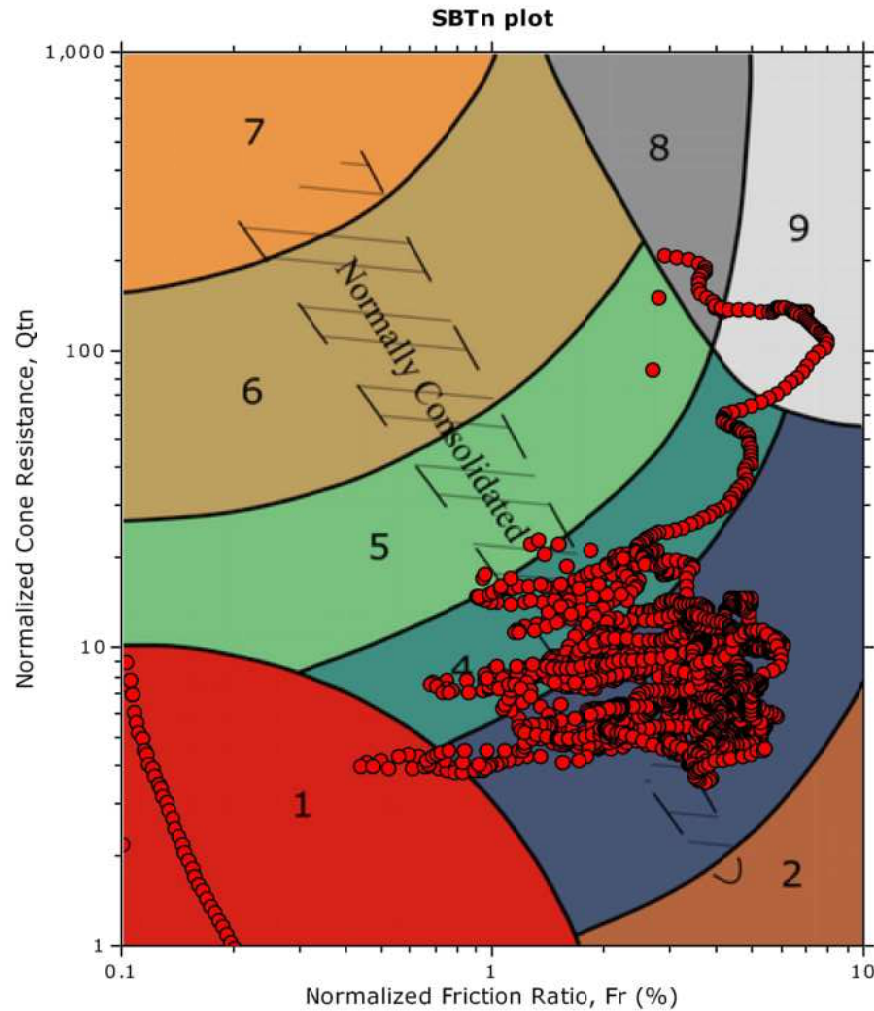
SBT - Bq plots



SBT legend

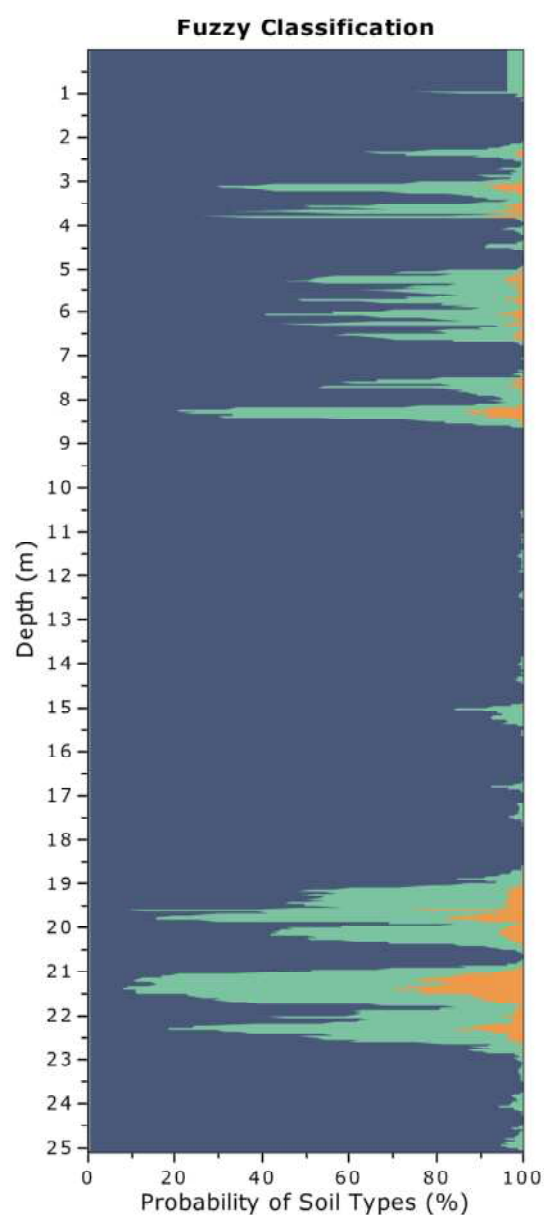
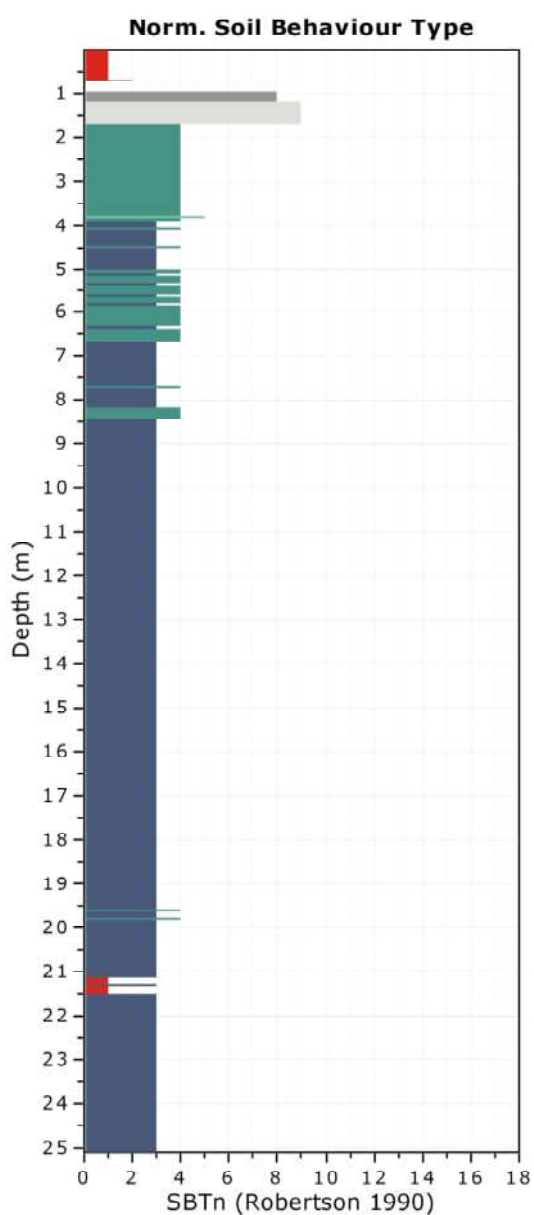
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

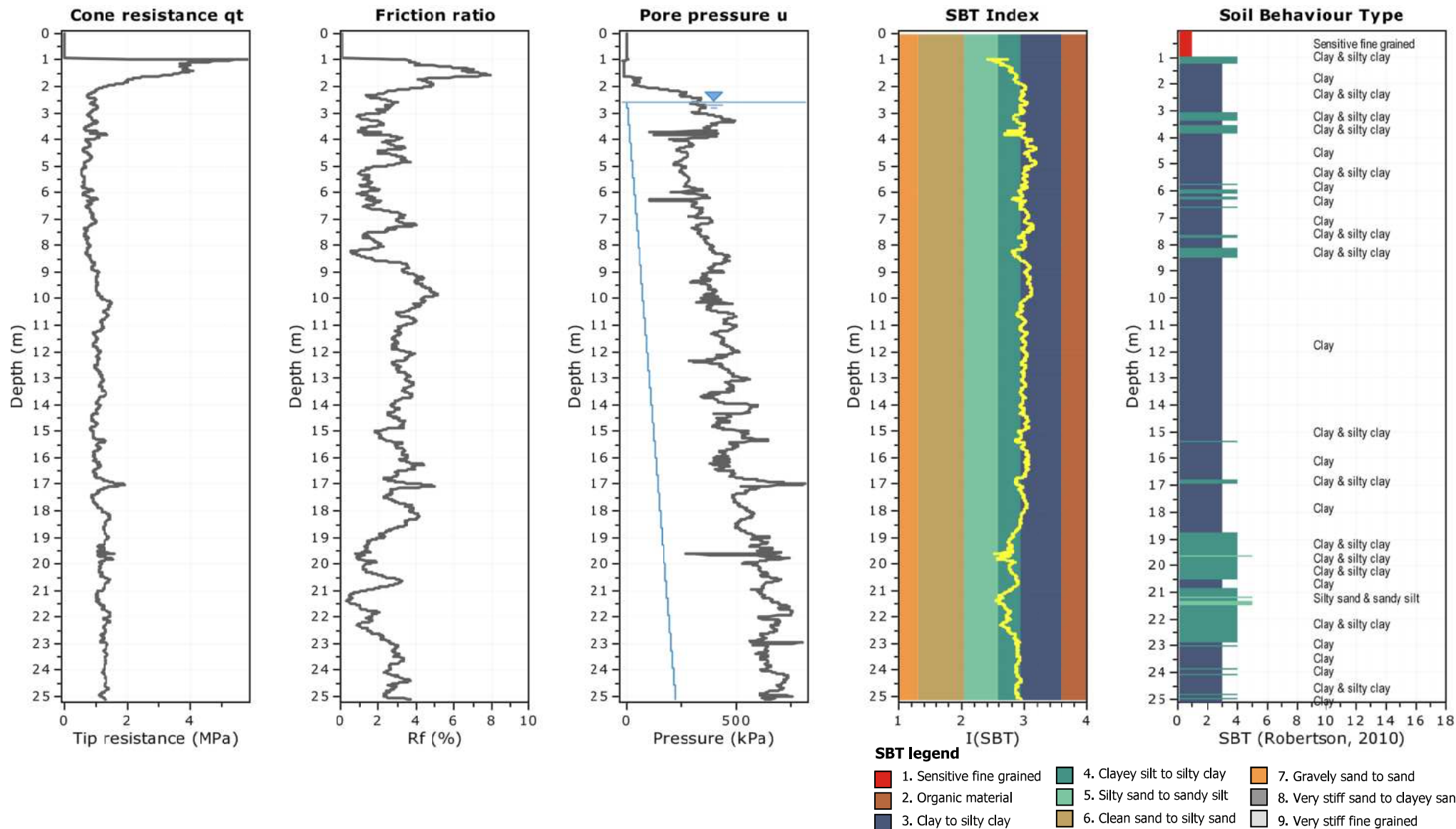
SBT - Bq plots (normalized)

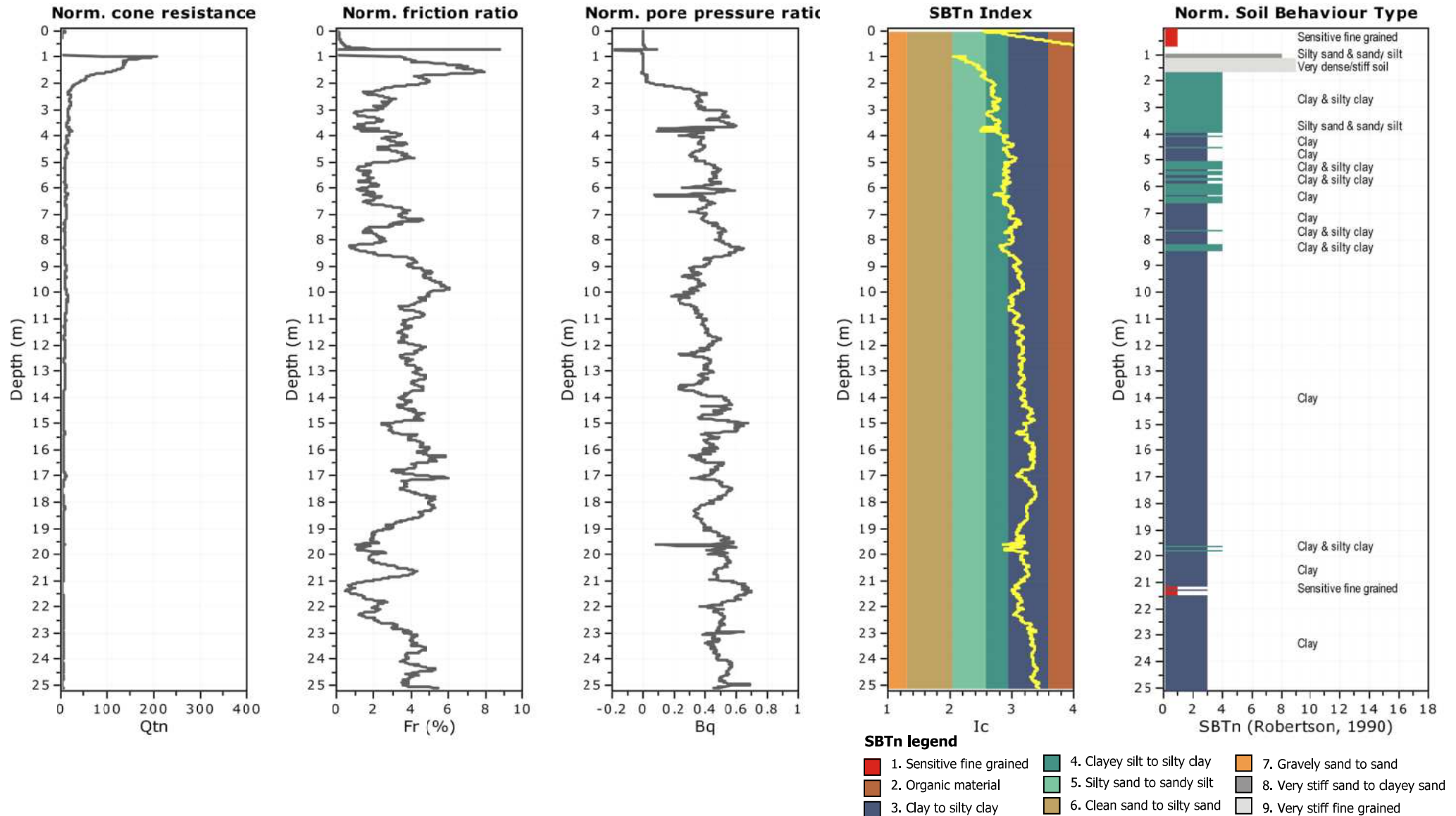


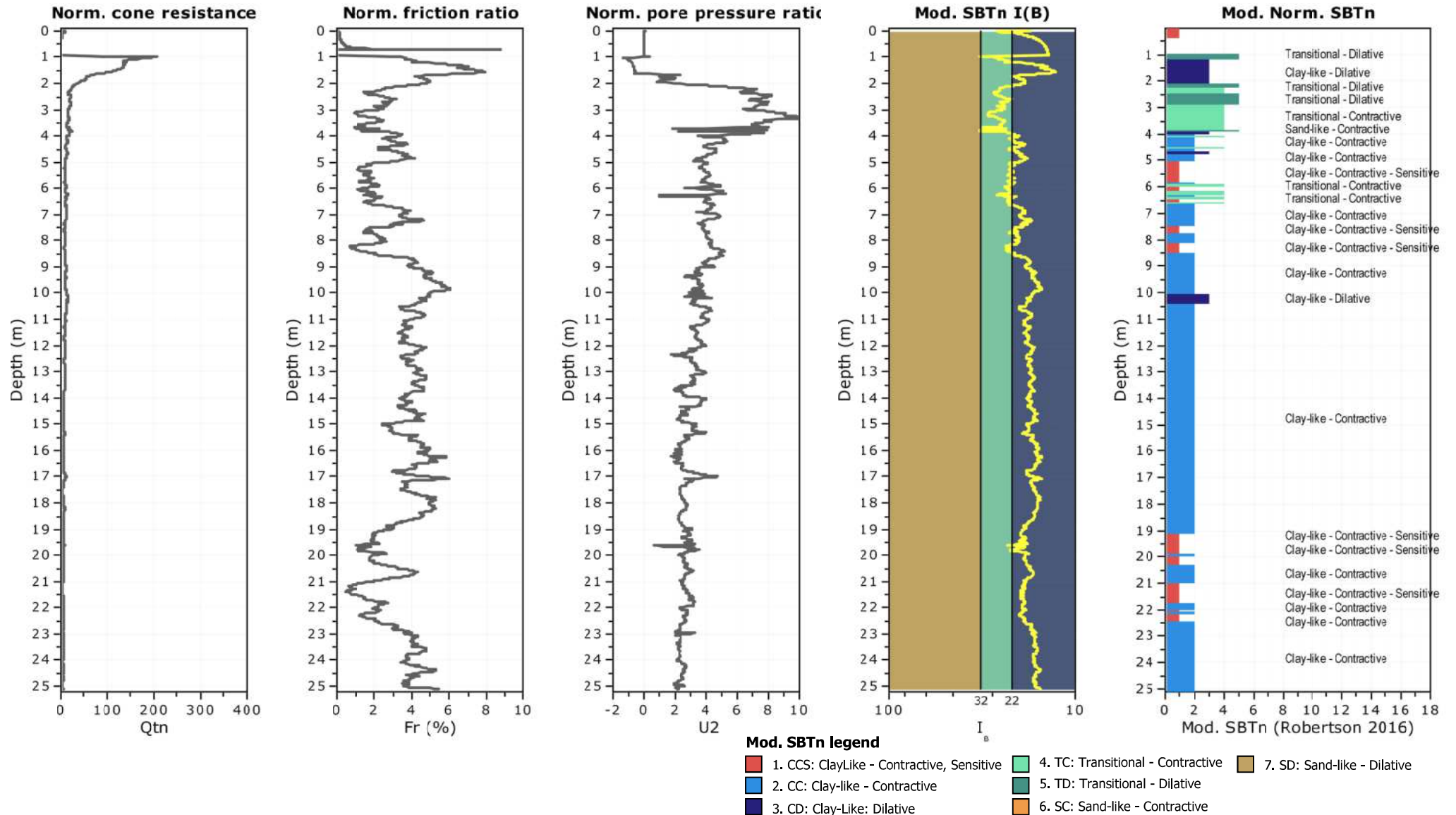
SBTn legend

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

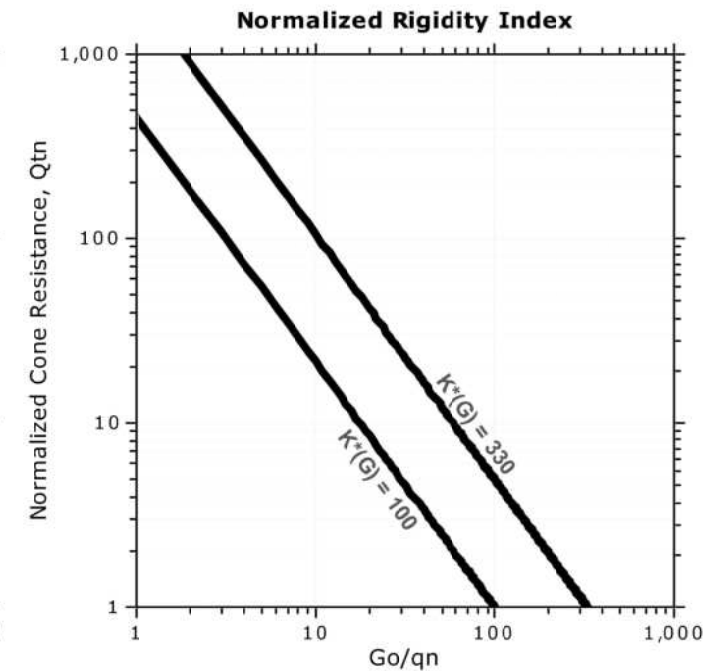
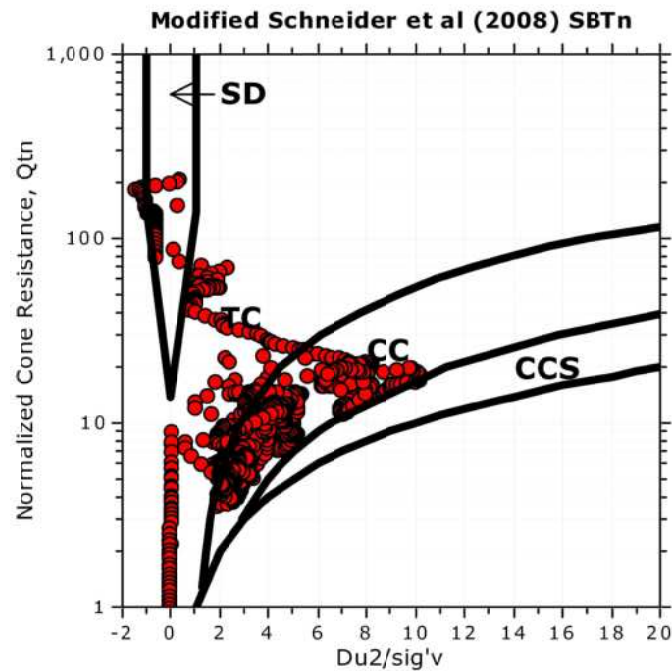
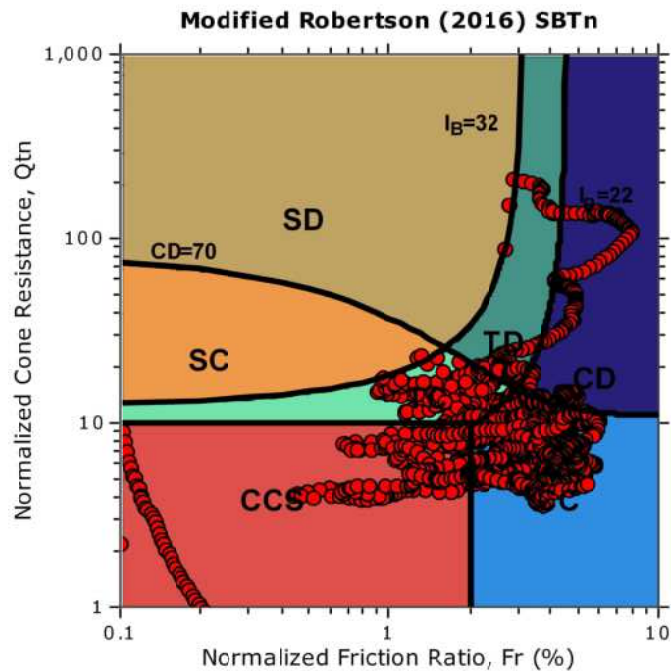








Updated SBTn plots

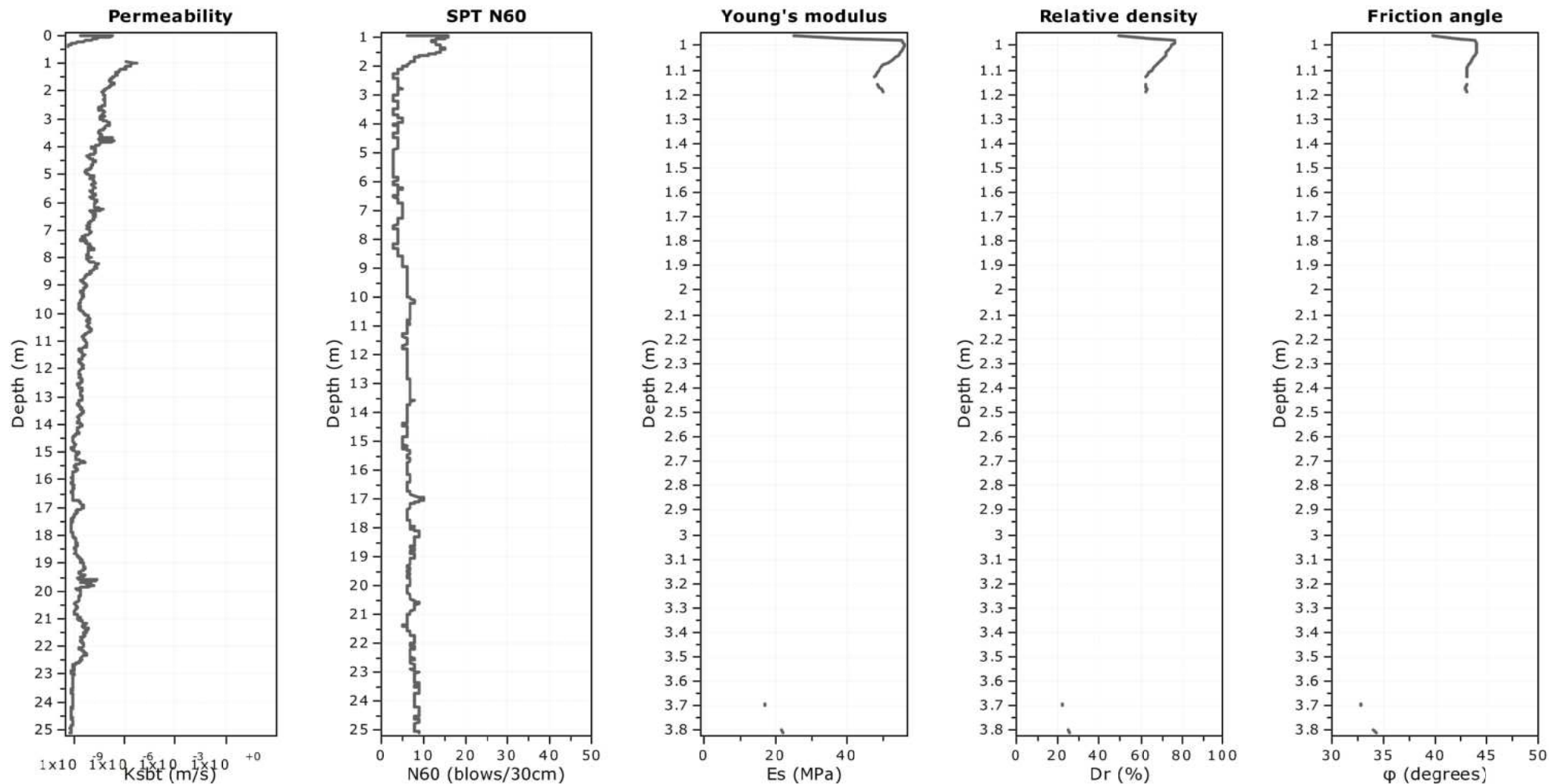


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

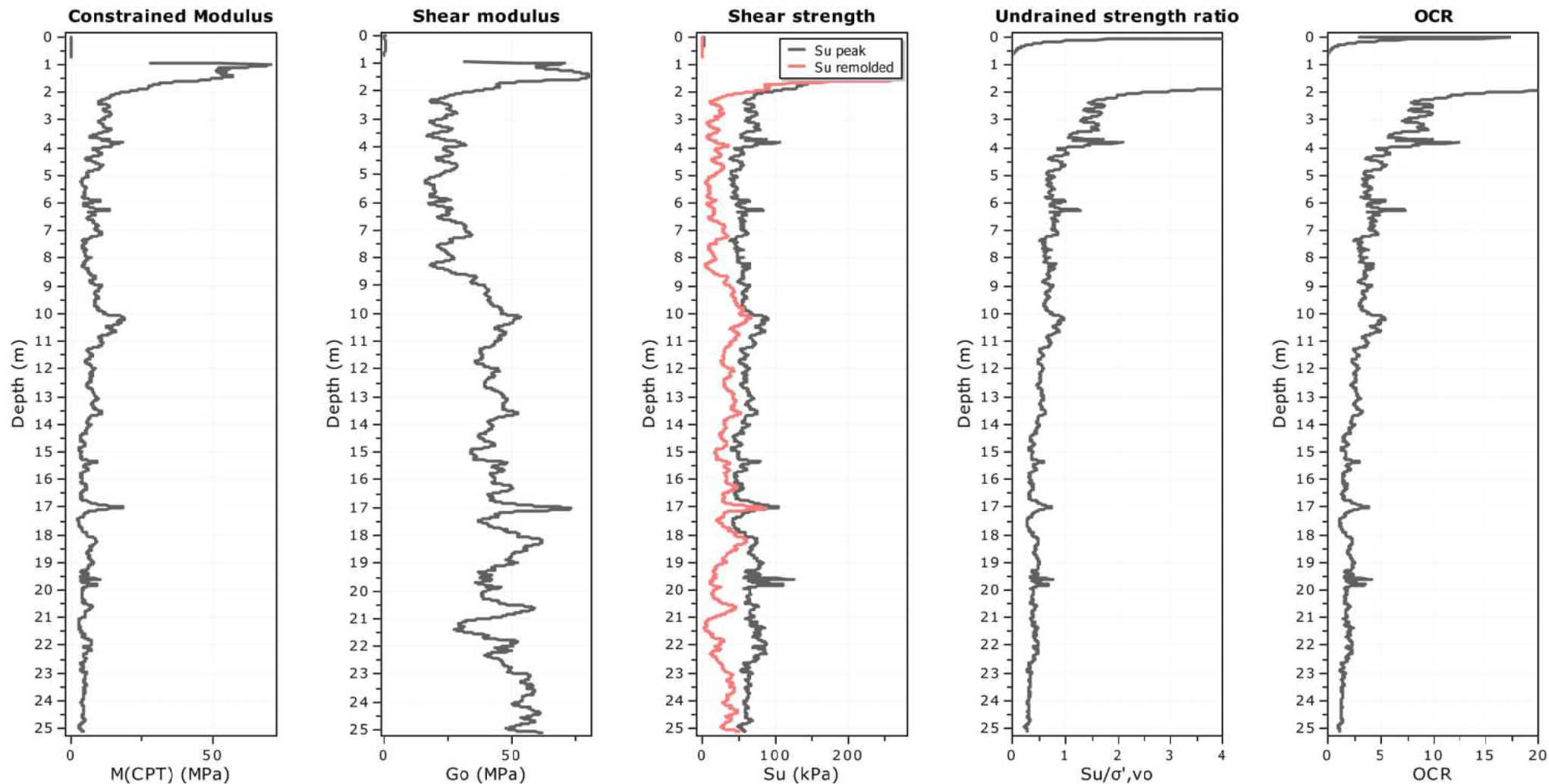
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

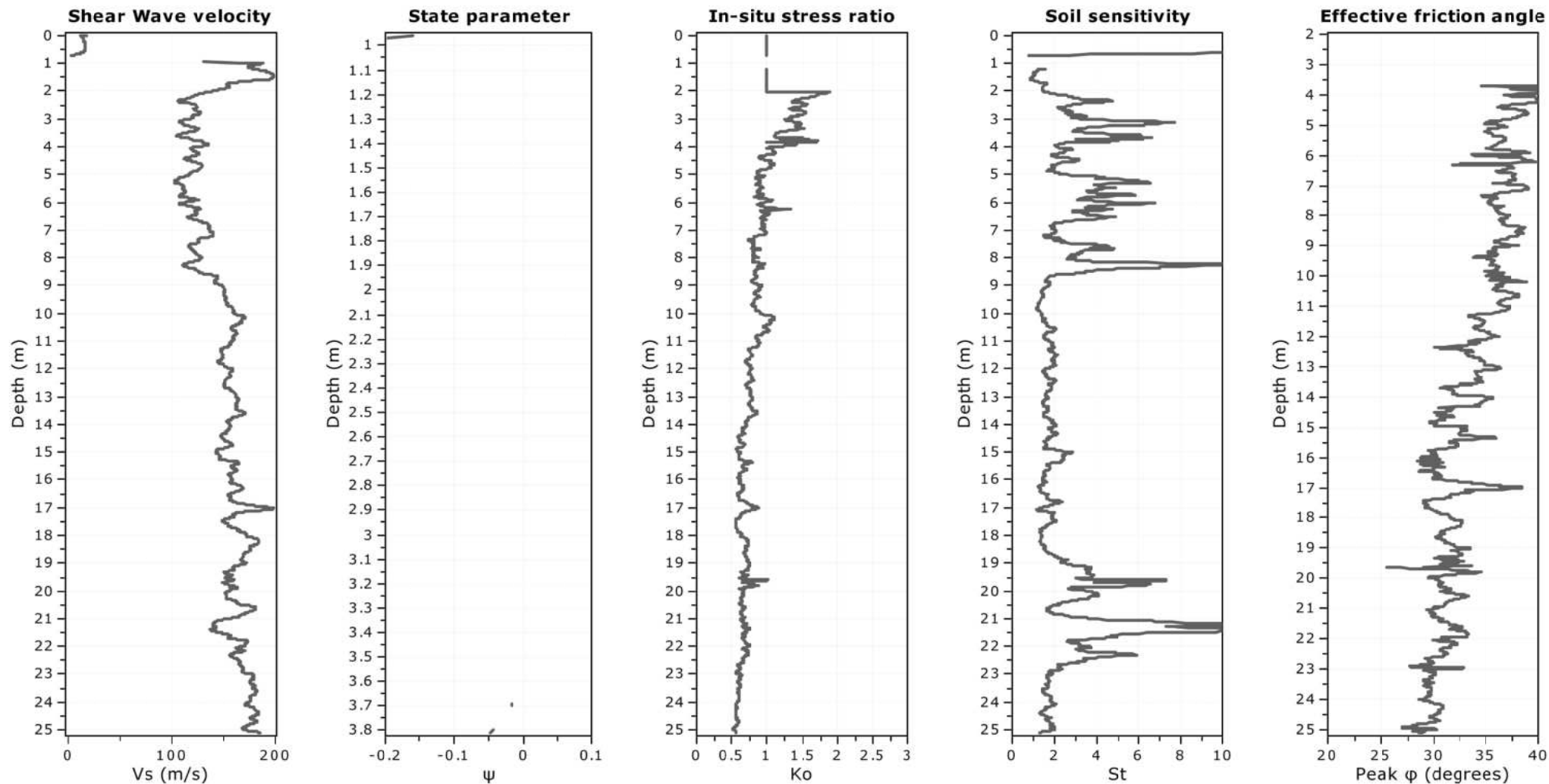
OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

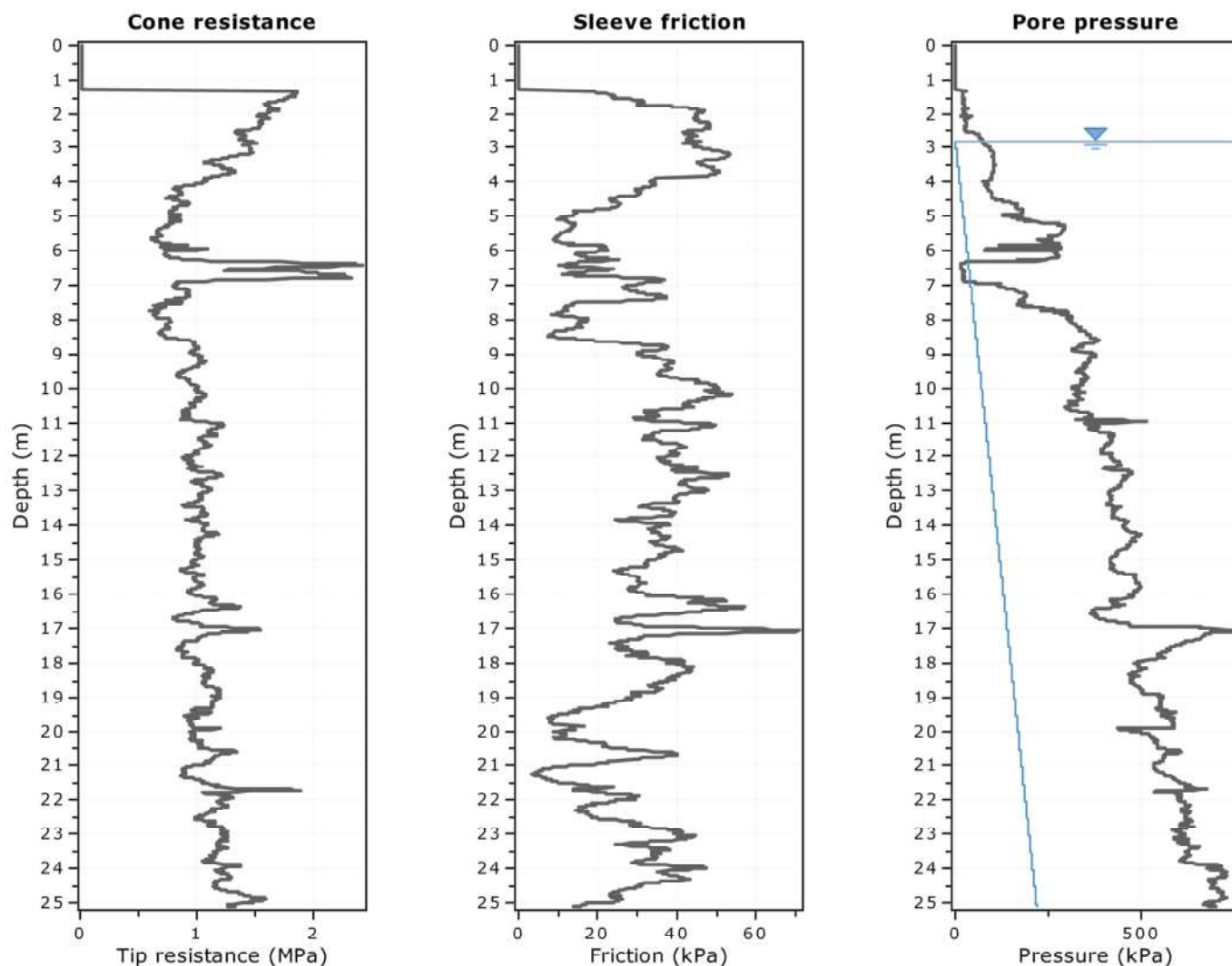
Location: Parma via Ugozzolo



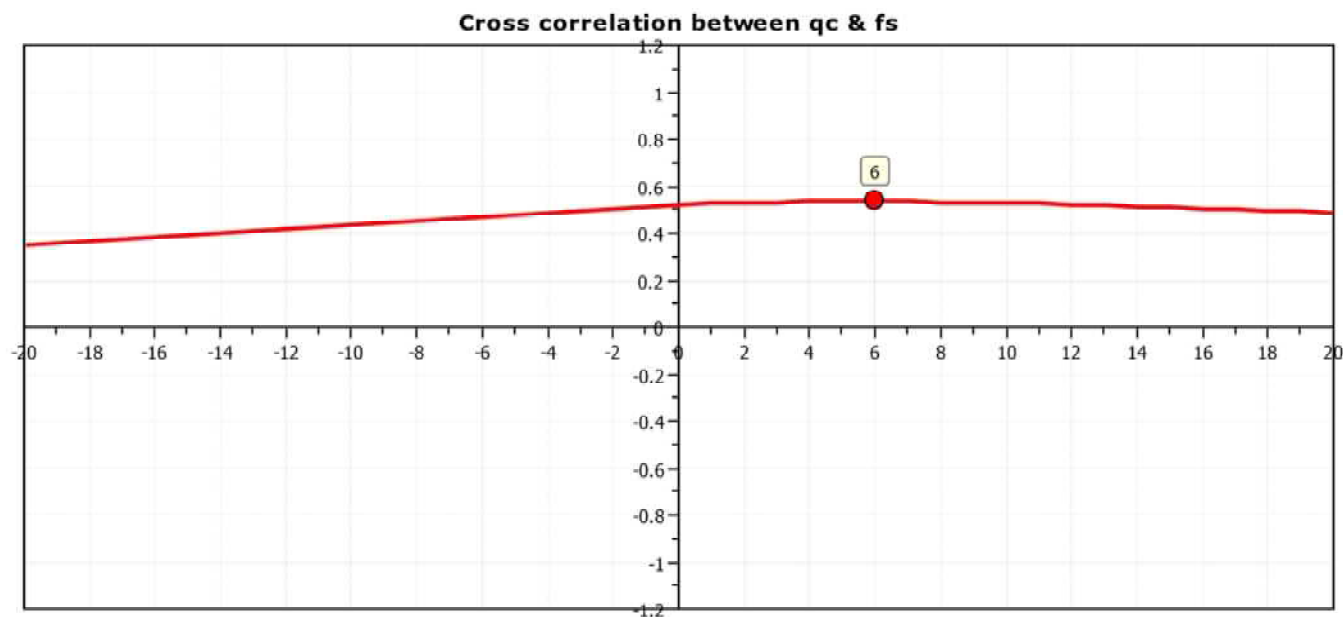
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

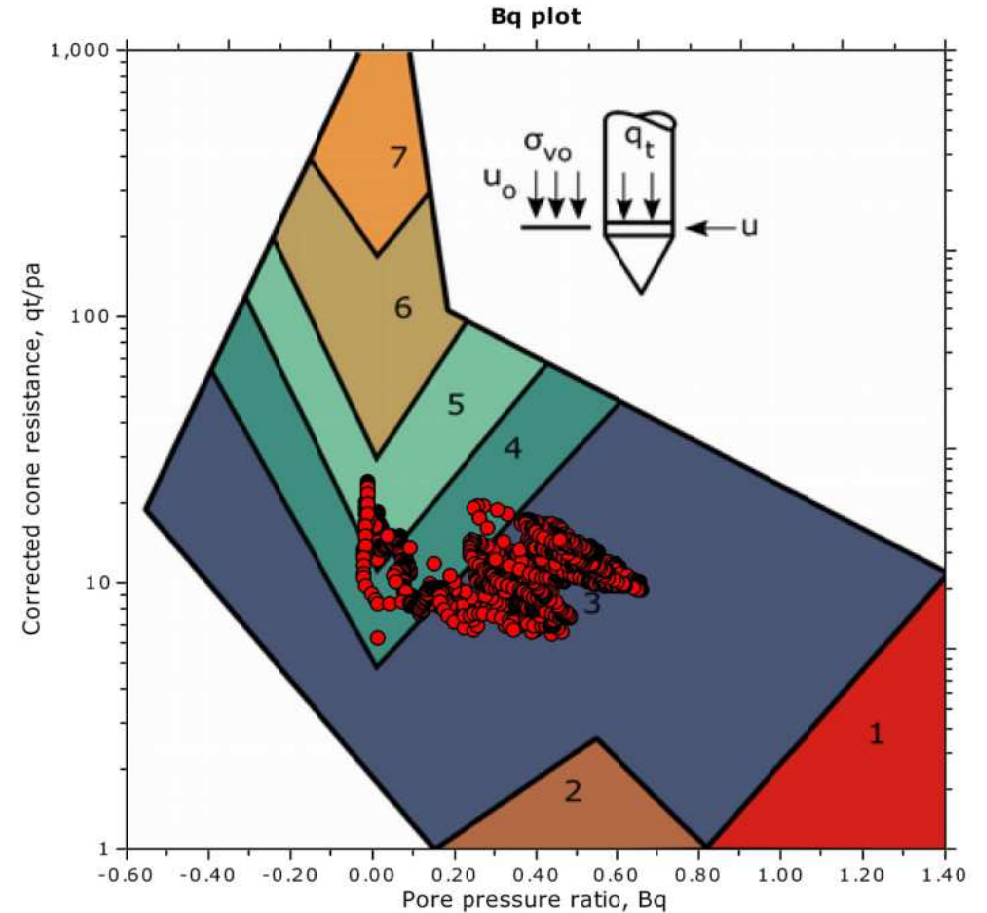
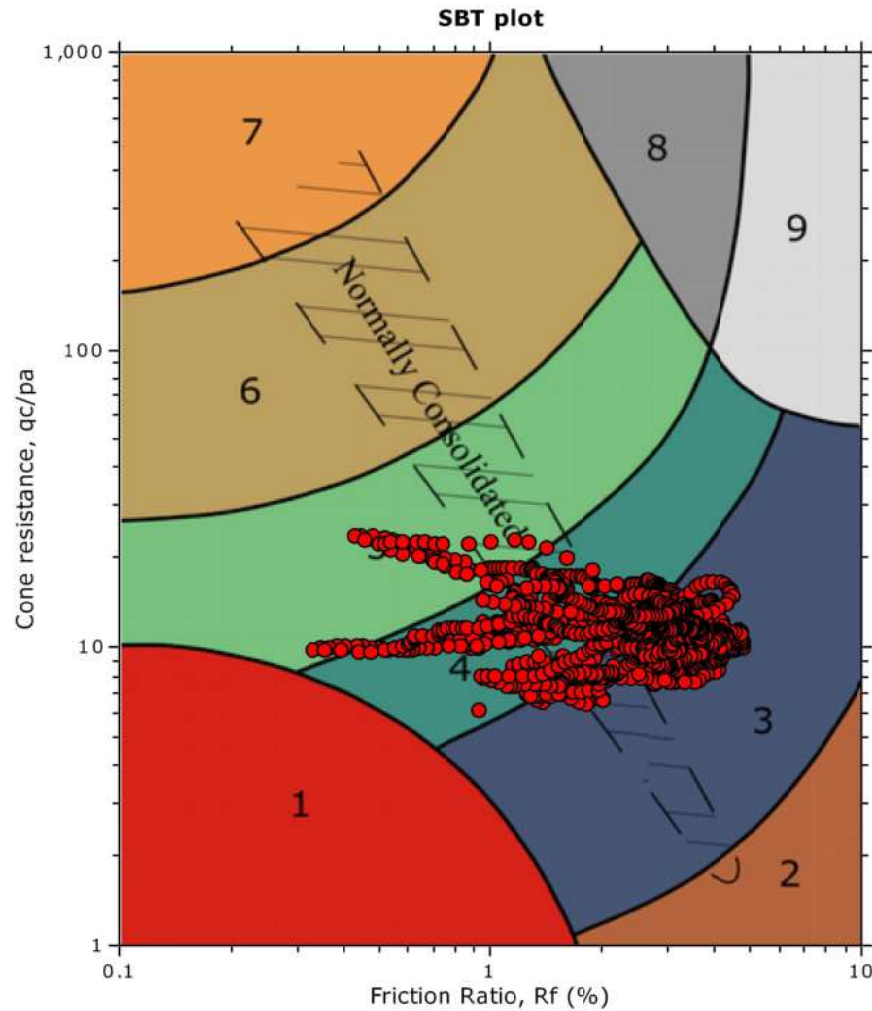
—●— User defined estimation data



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).



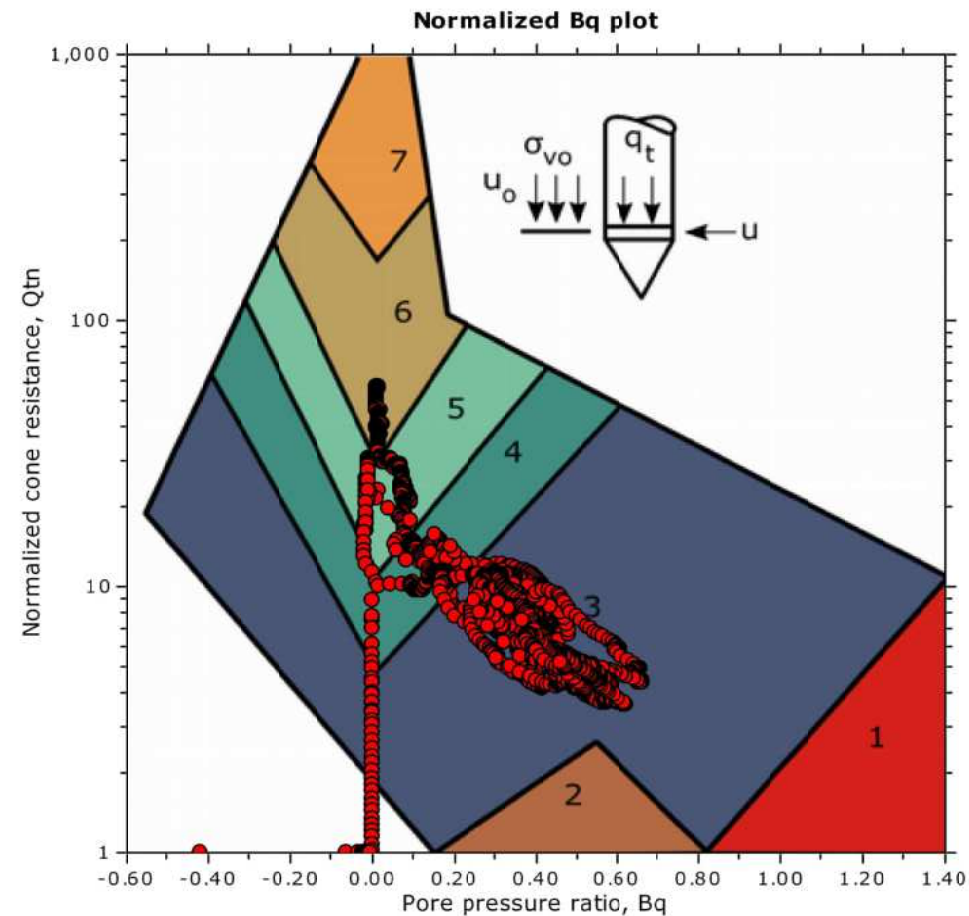
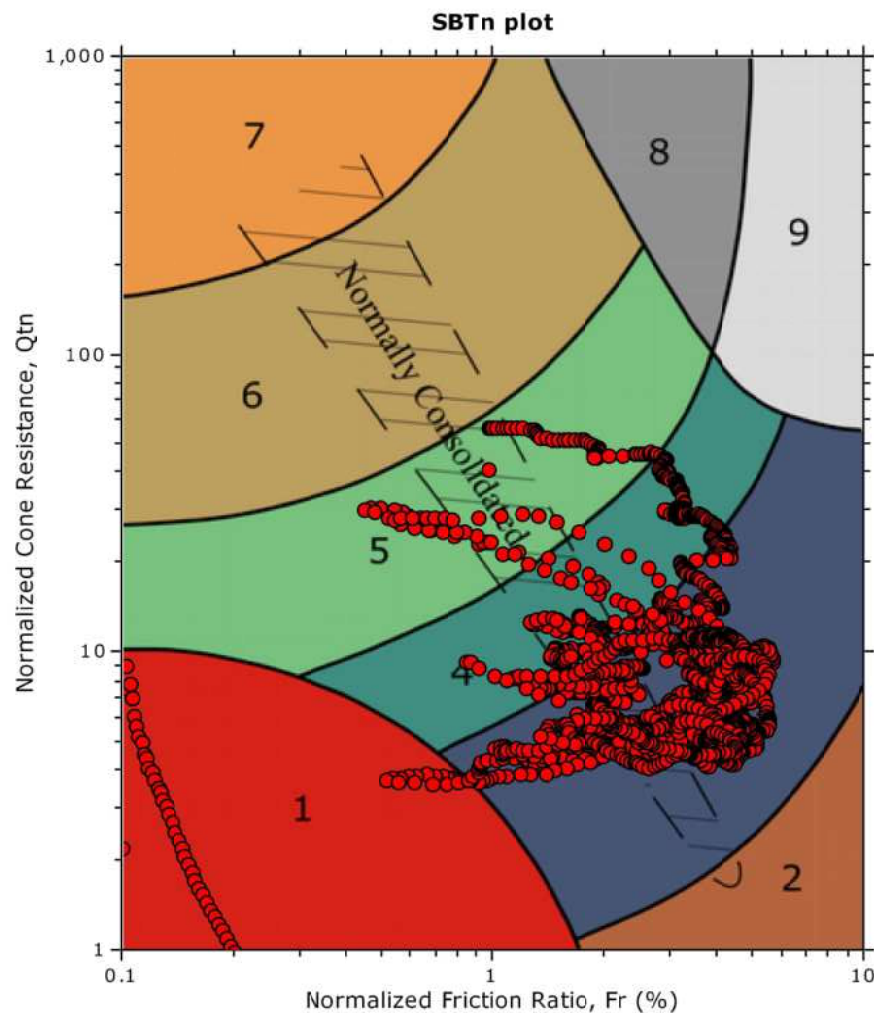
SBT - Bq plots



SBT legend

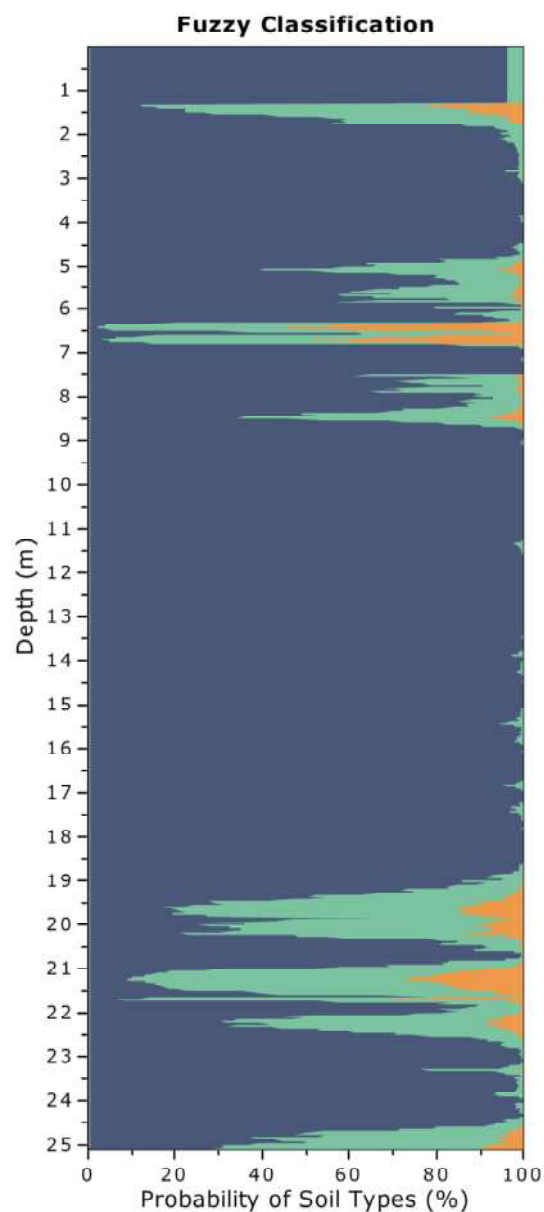
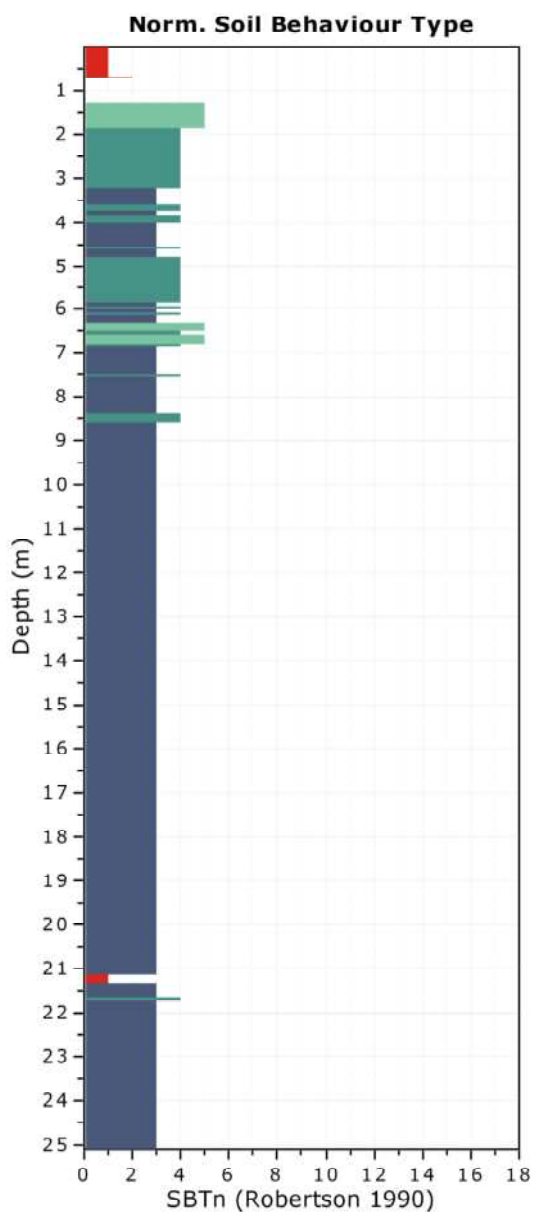
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

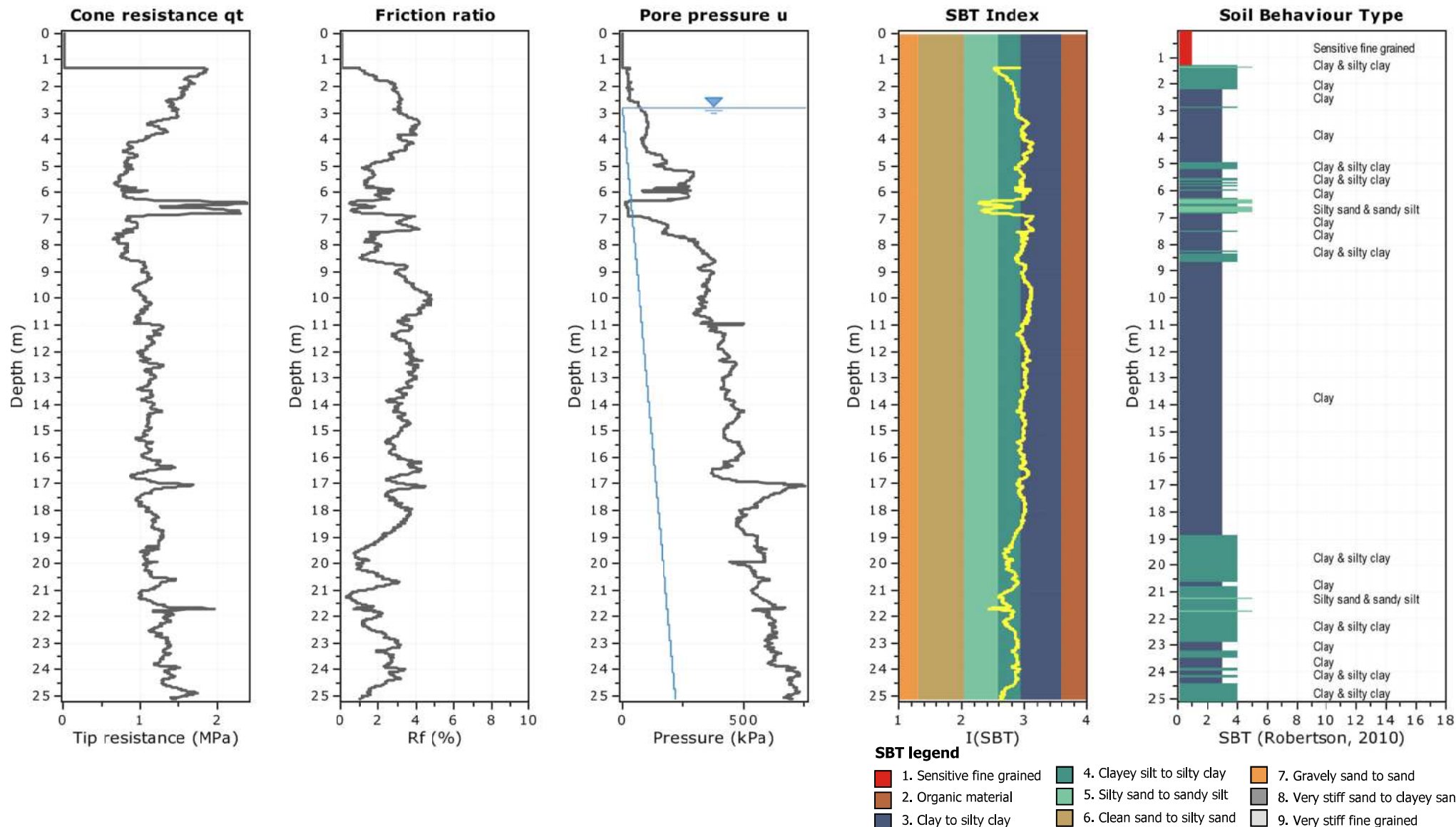
SBT - Bq plots (normalized)

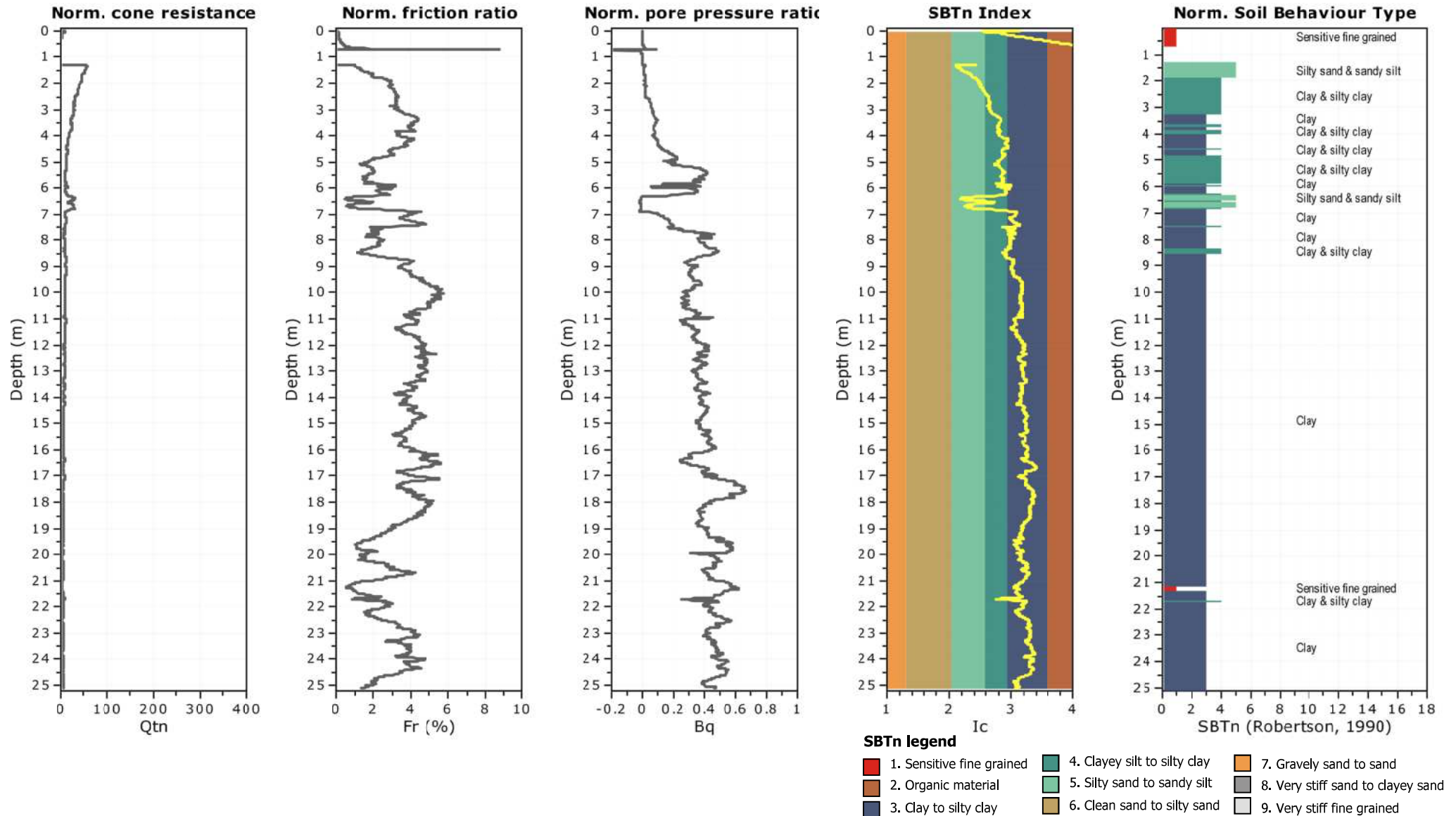


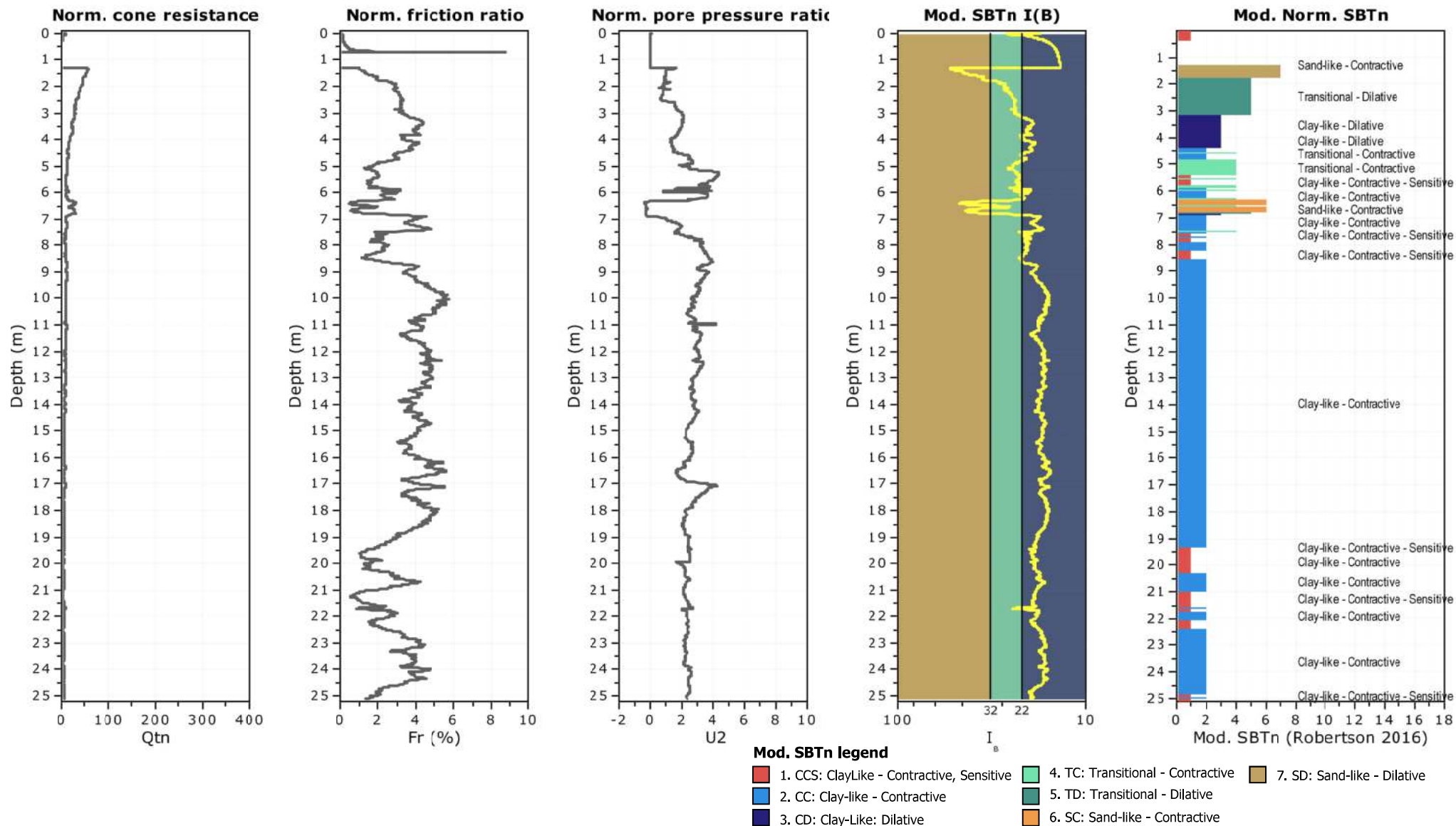
SBTn legend

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

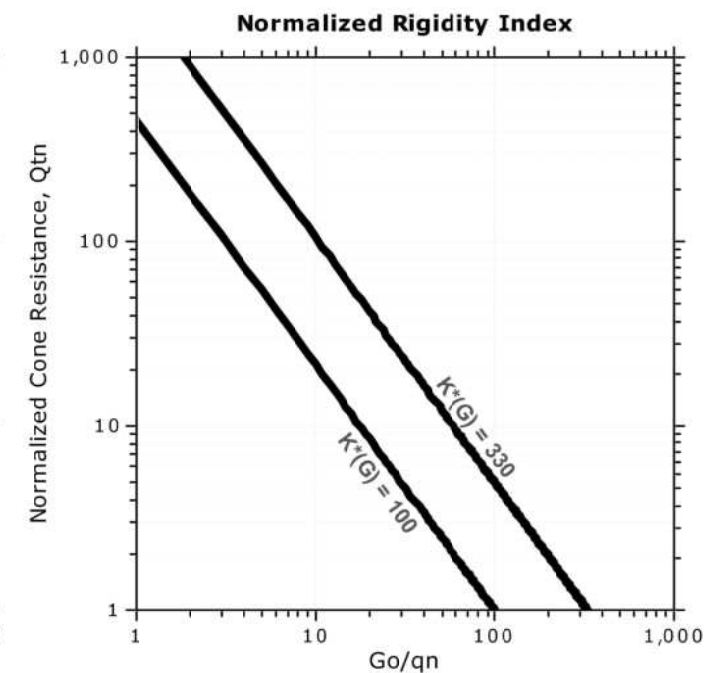
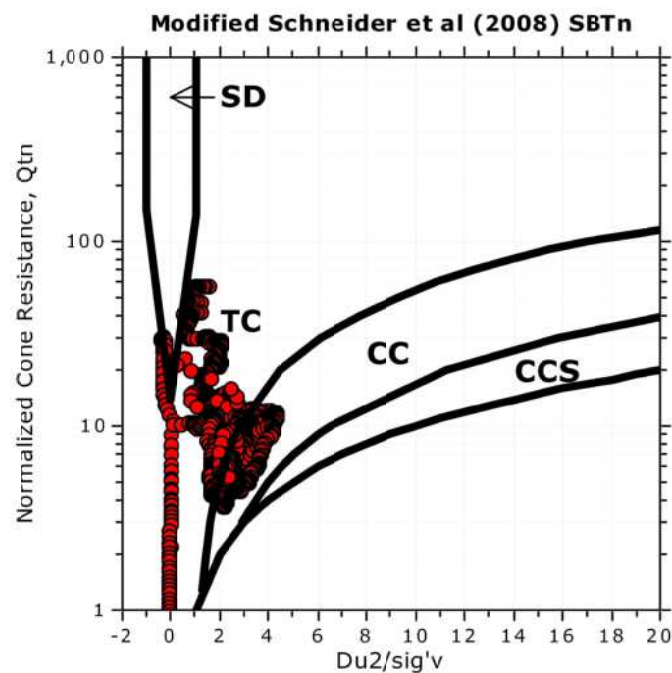
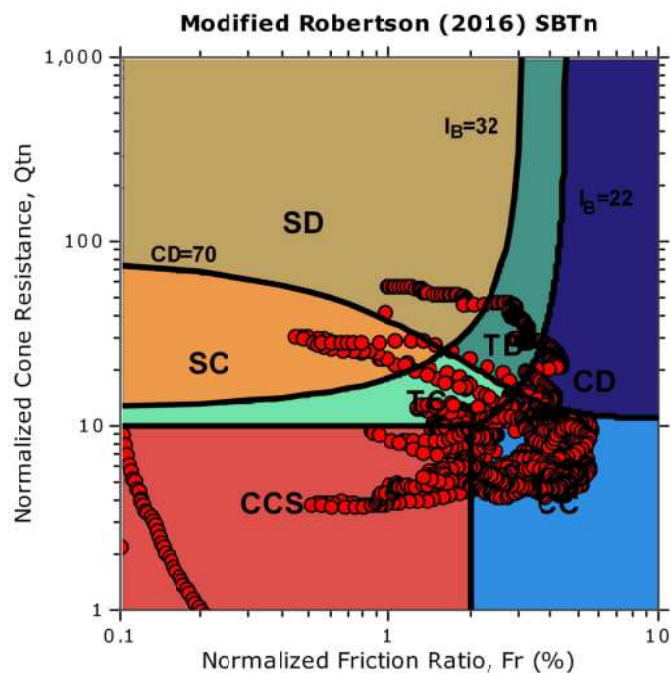








Updated SBTn plots

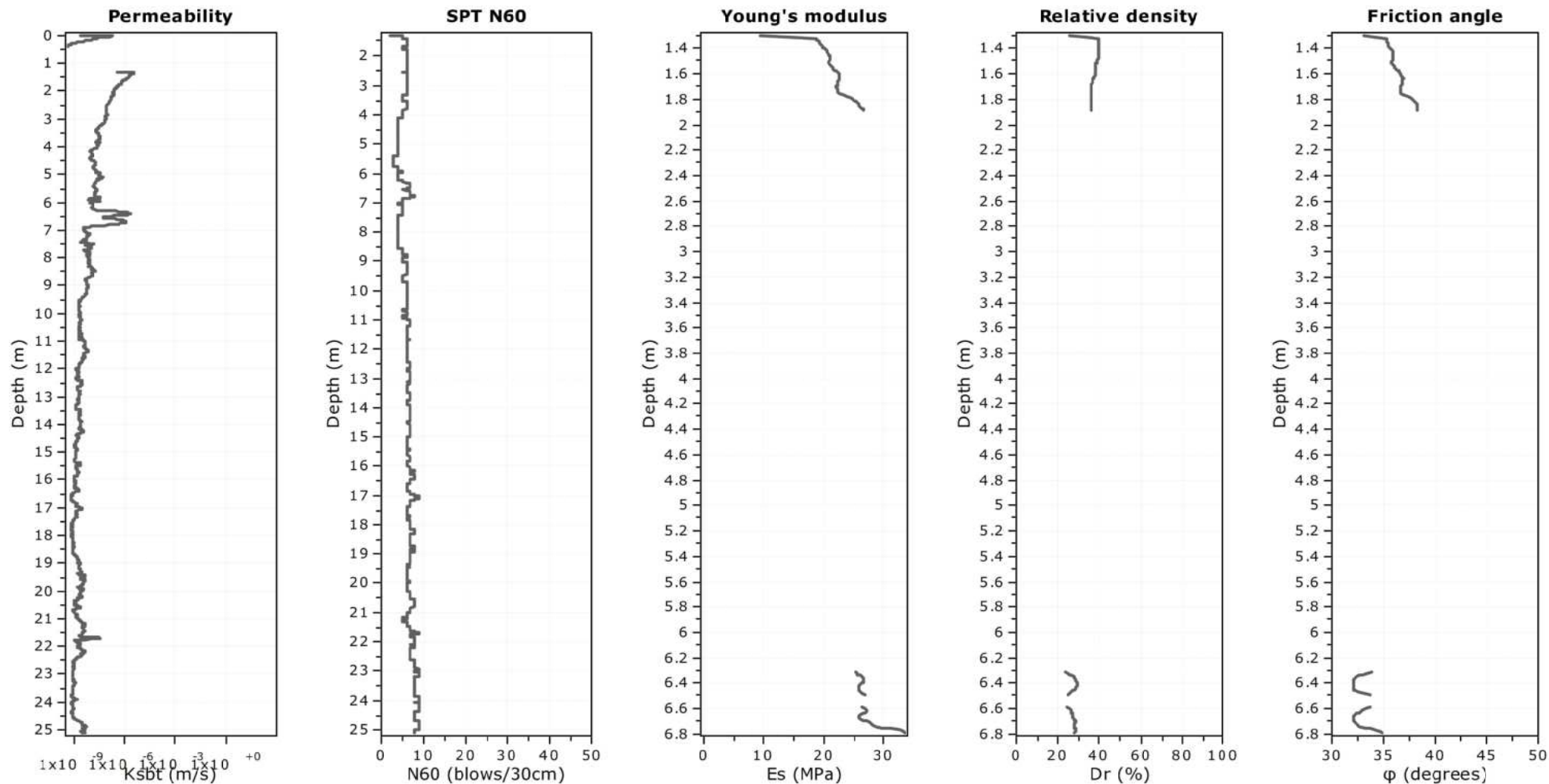


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

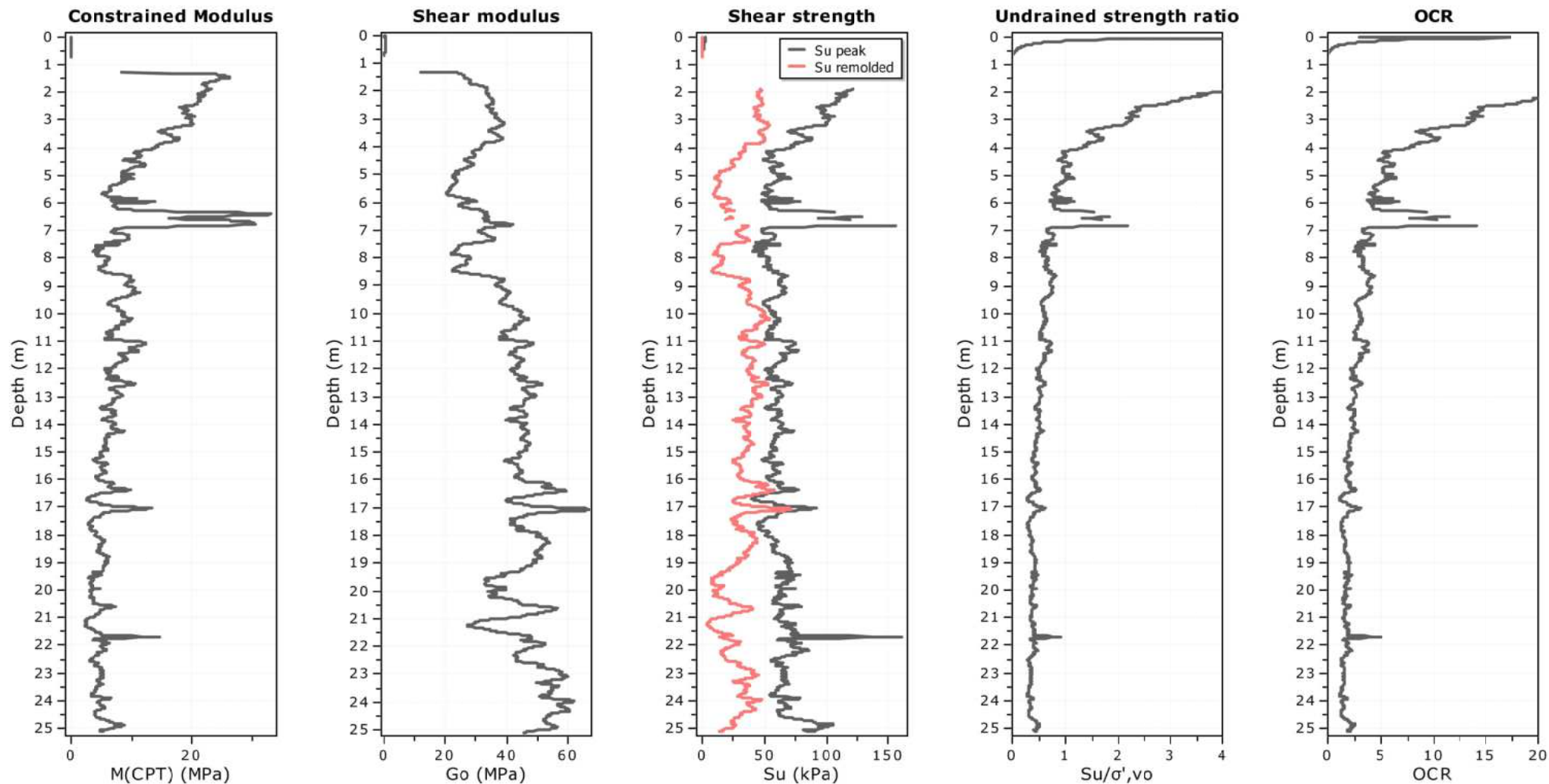
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

● User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

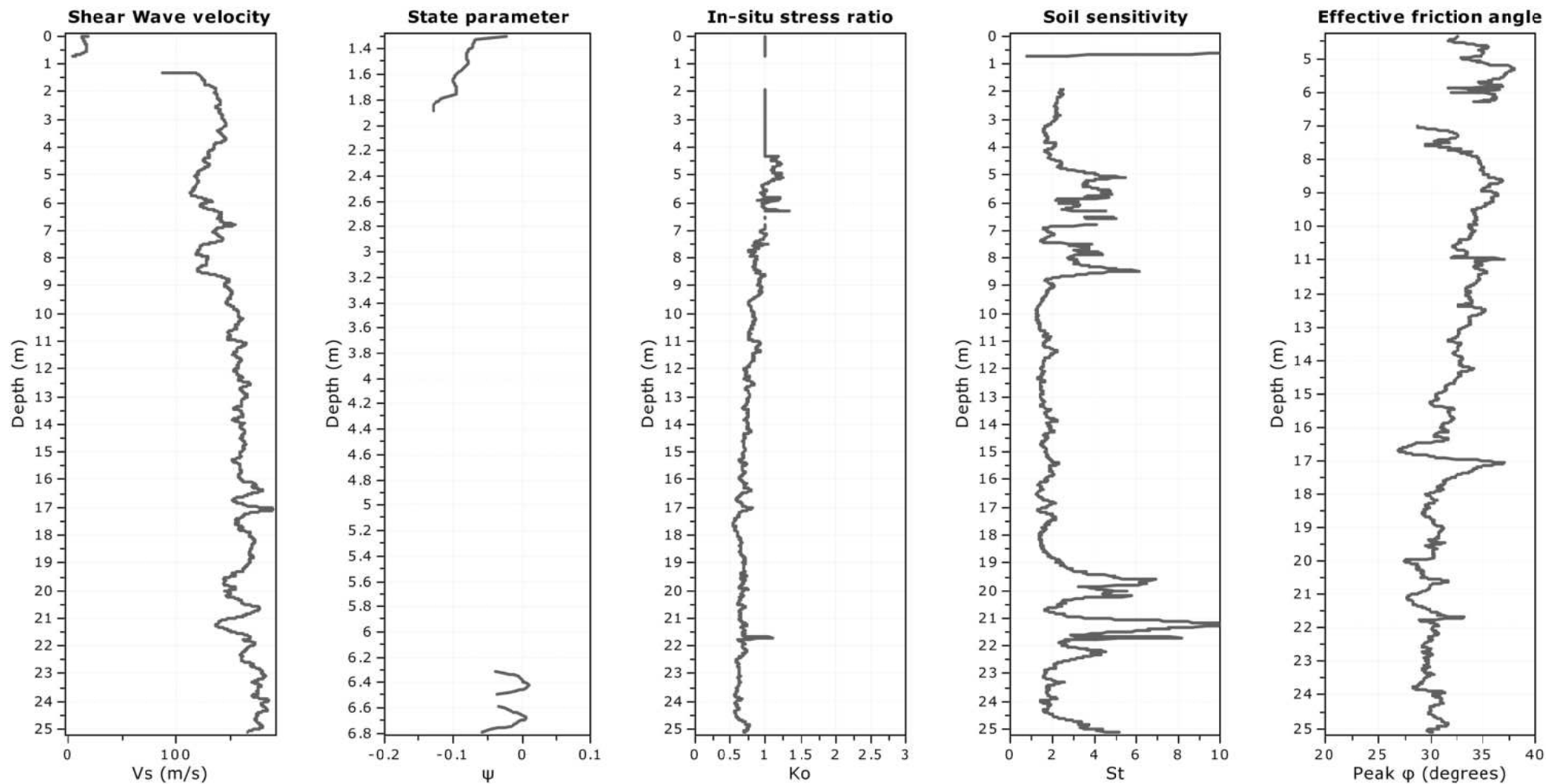
OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



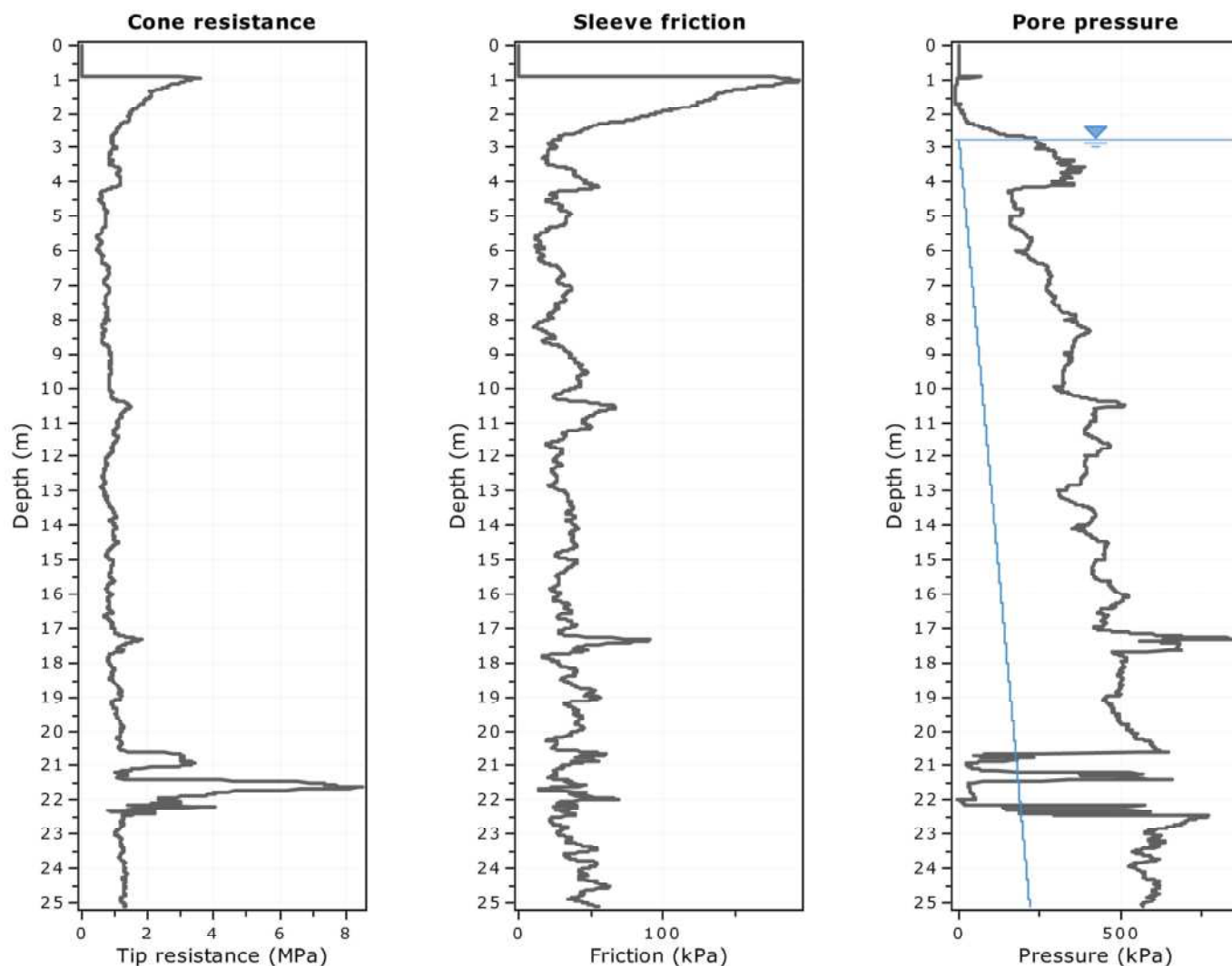
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

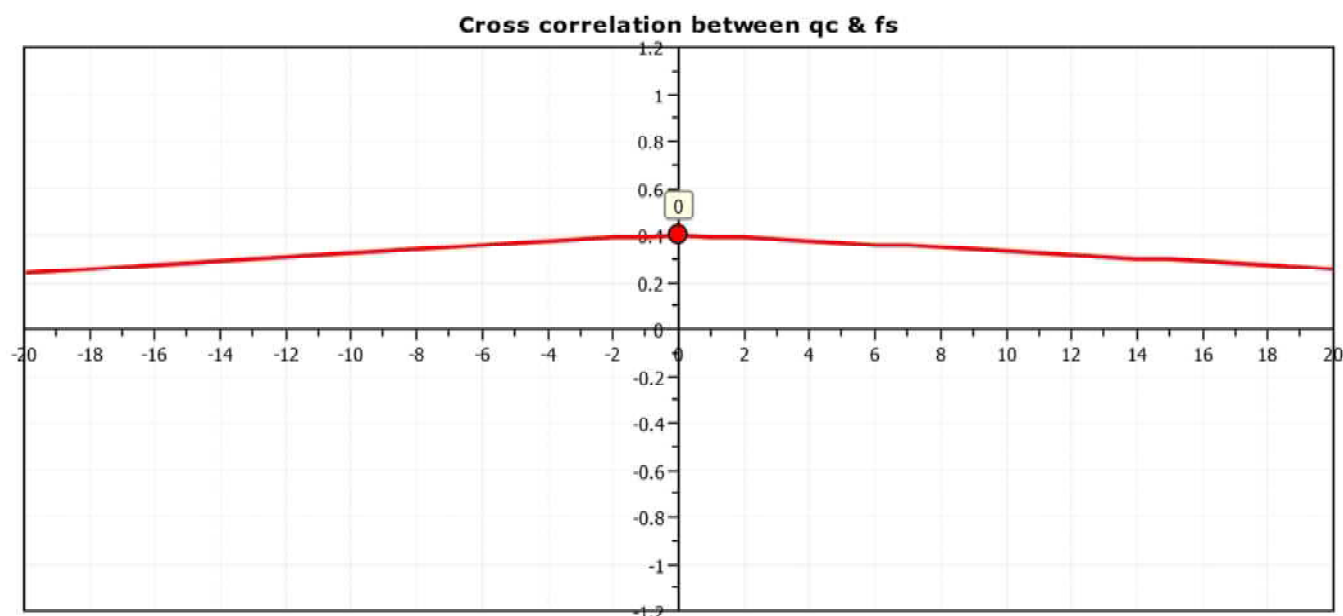
—●— User defined estimation data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

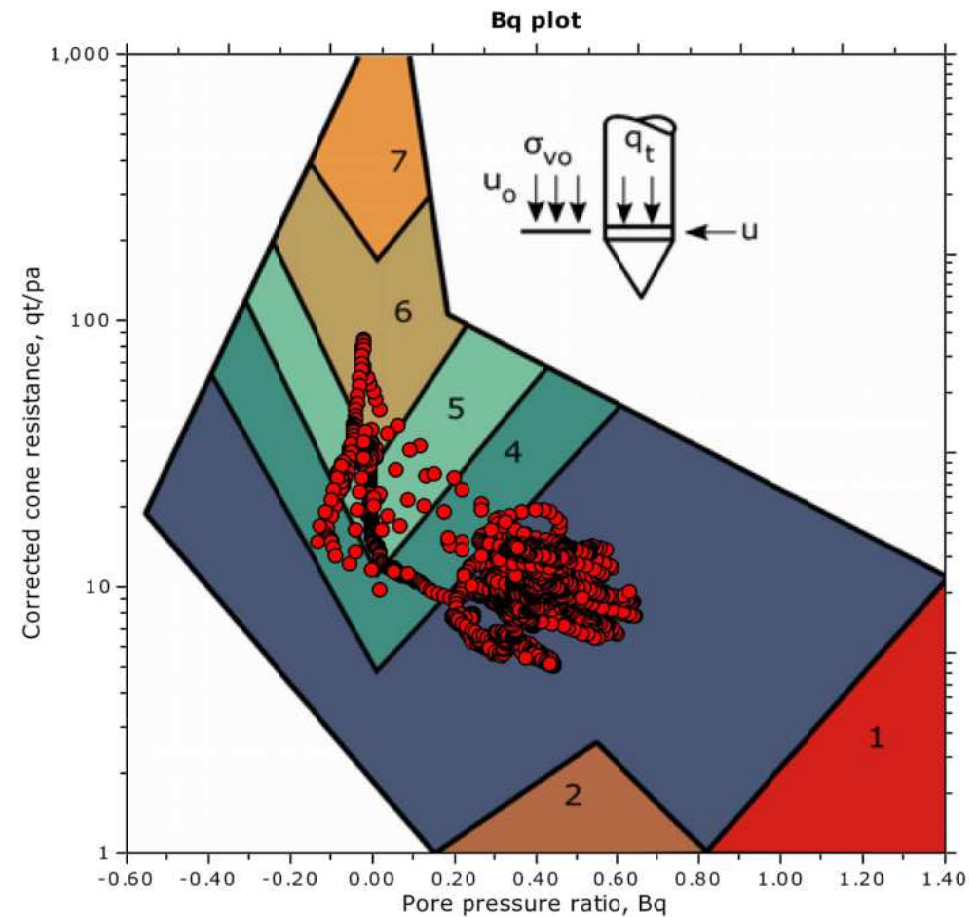
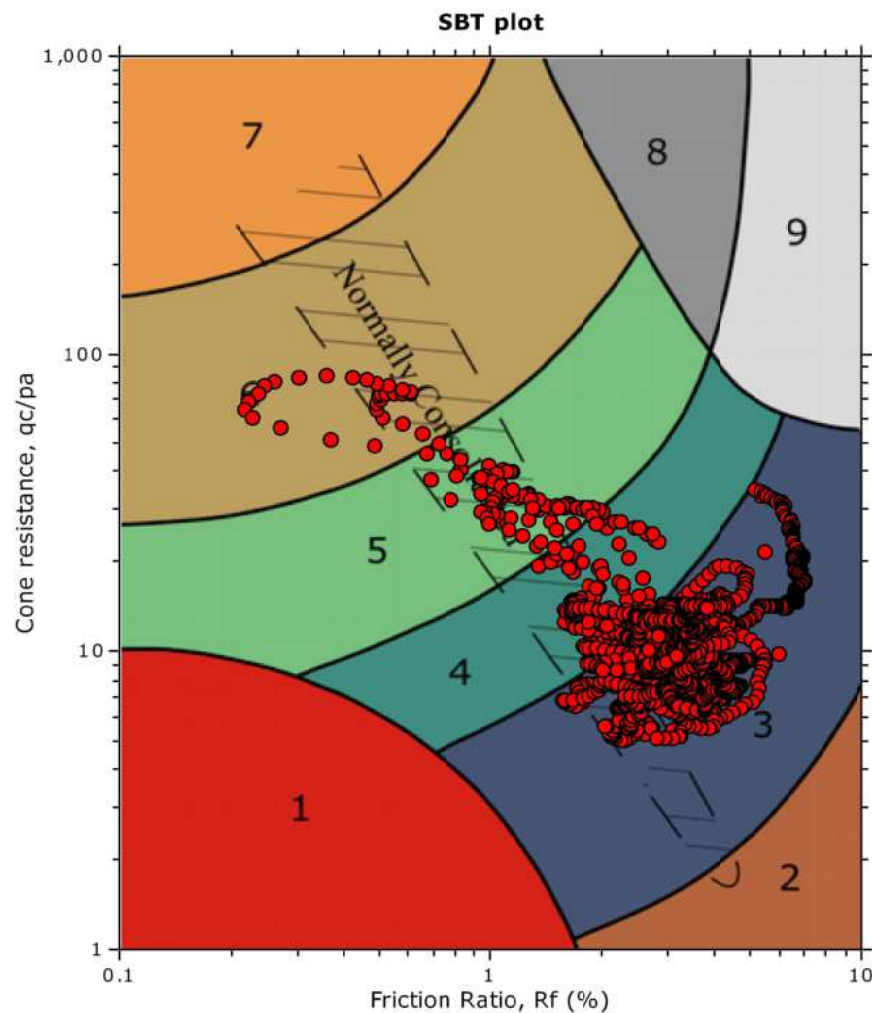
Location: Parma via Ugozzolo



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).



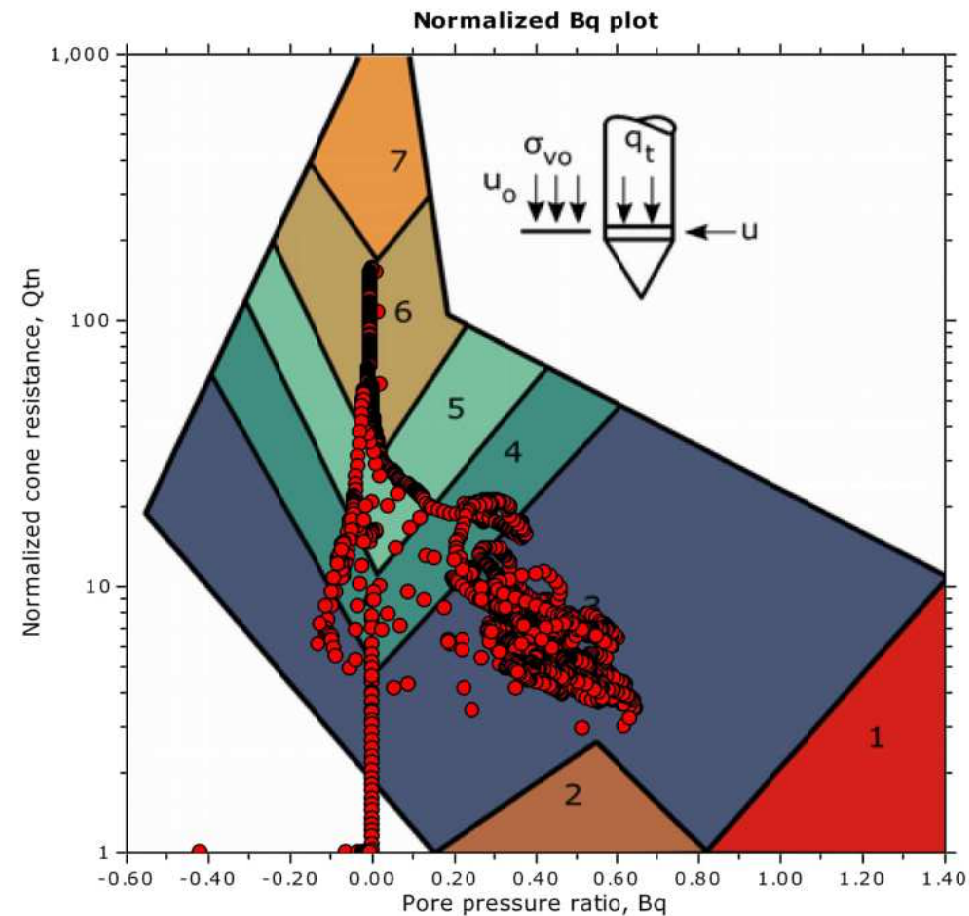
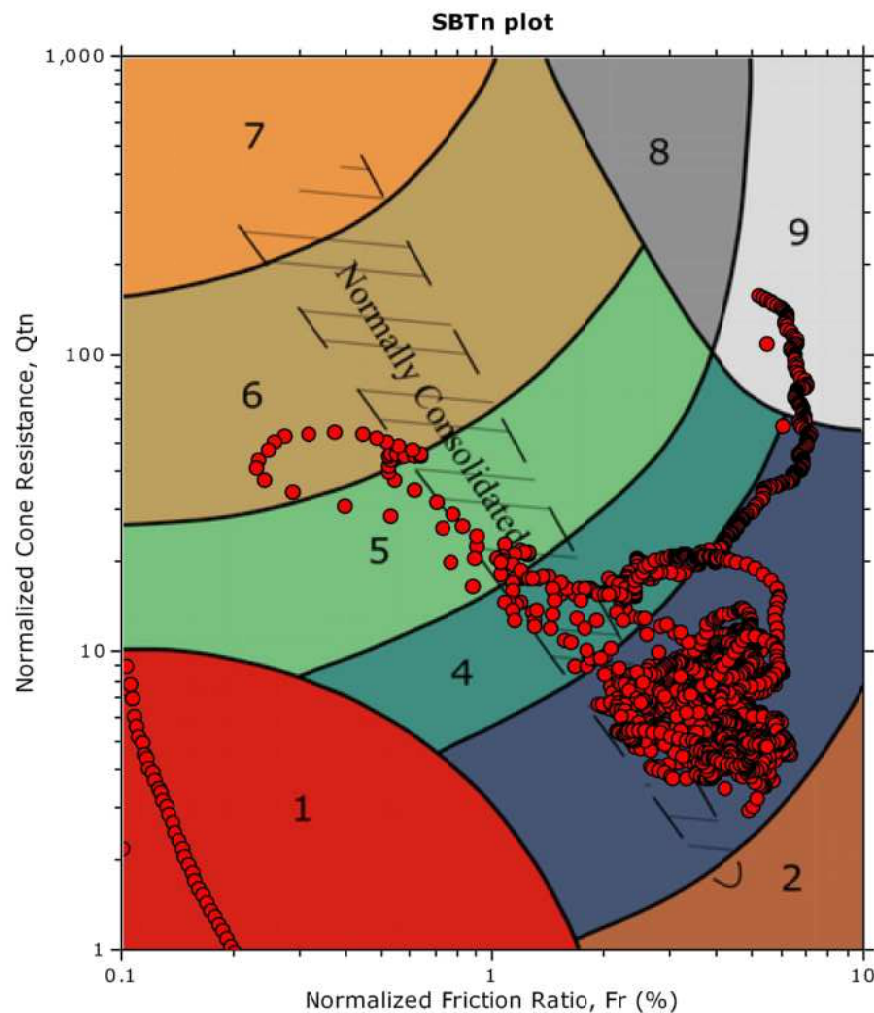
SBT - Bq plots



SBT legend

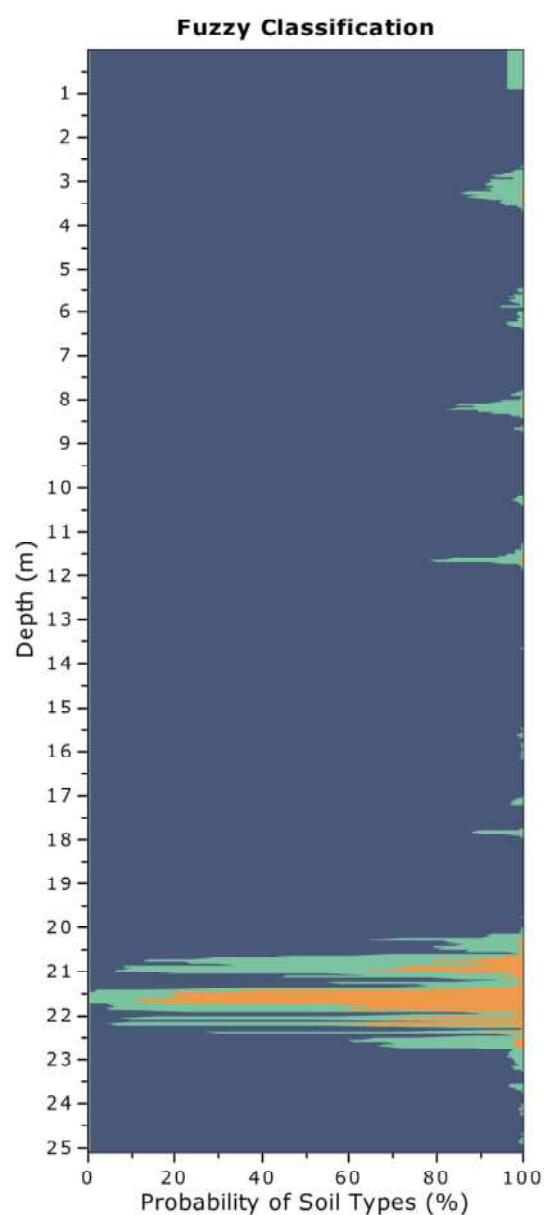
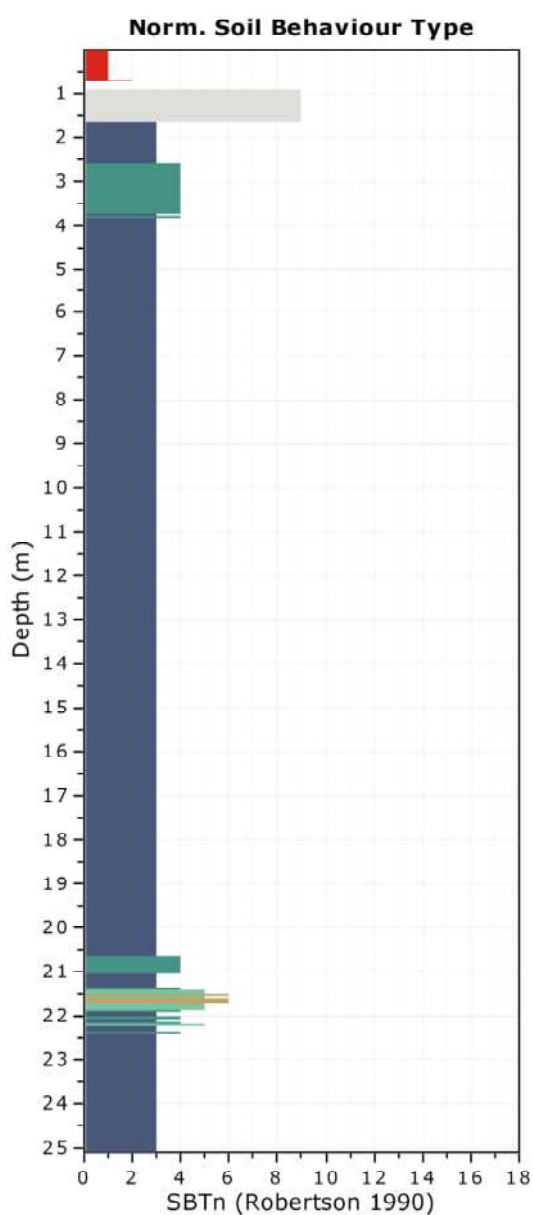
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

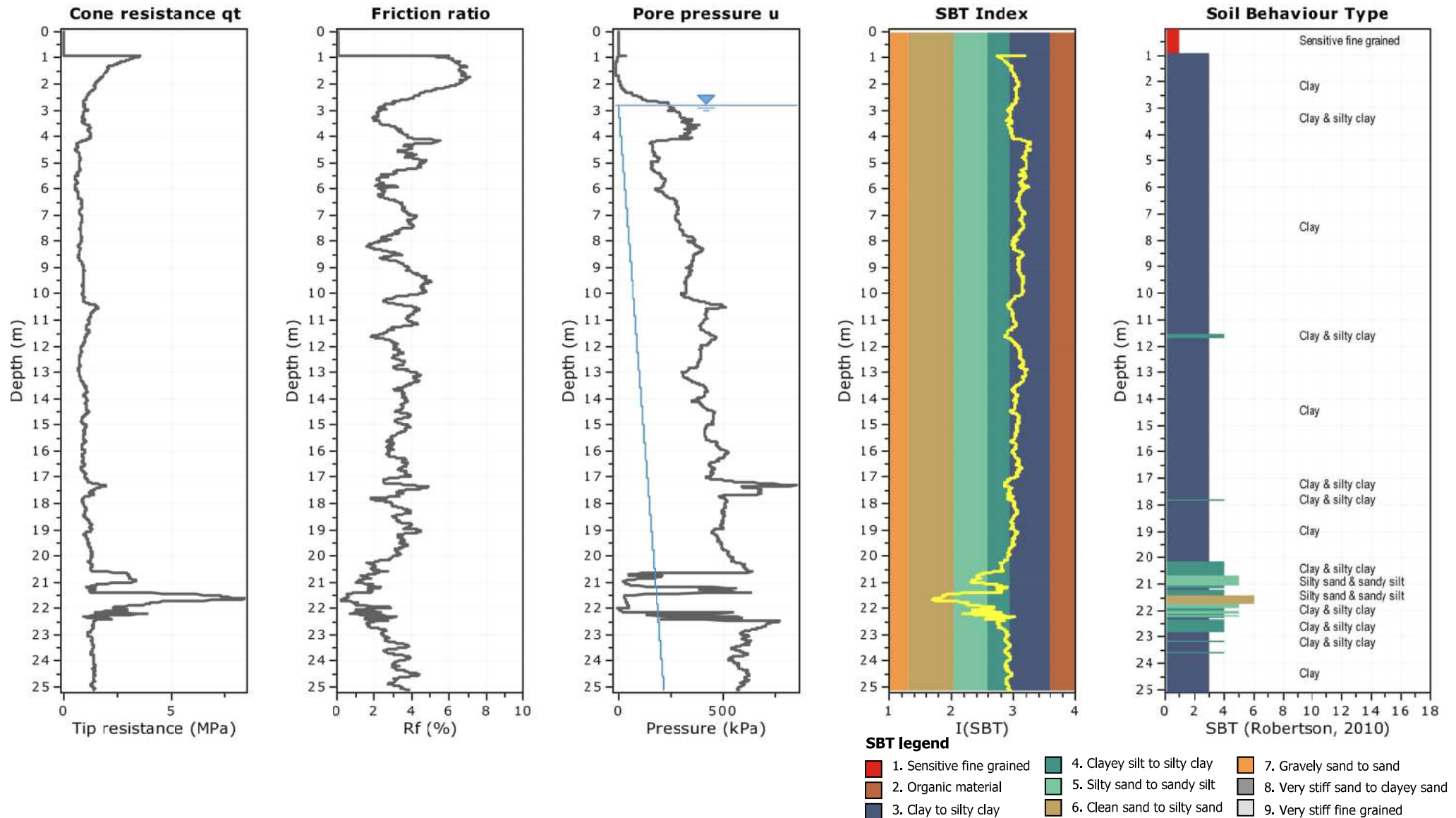
SBT - Bq plots (normalized)

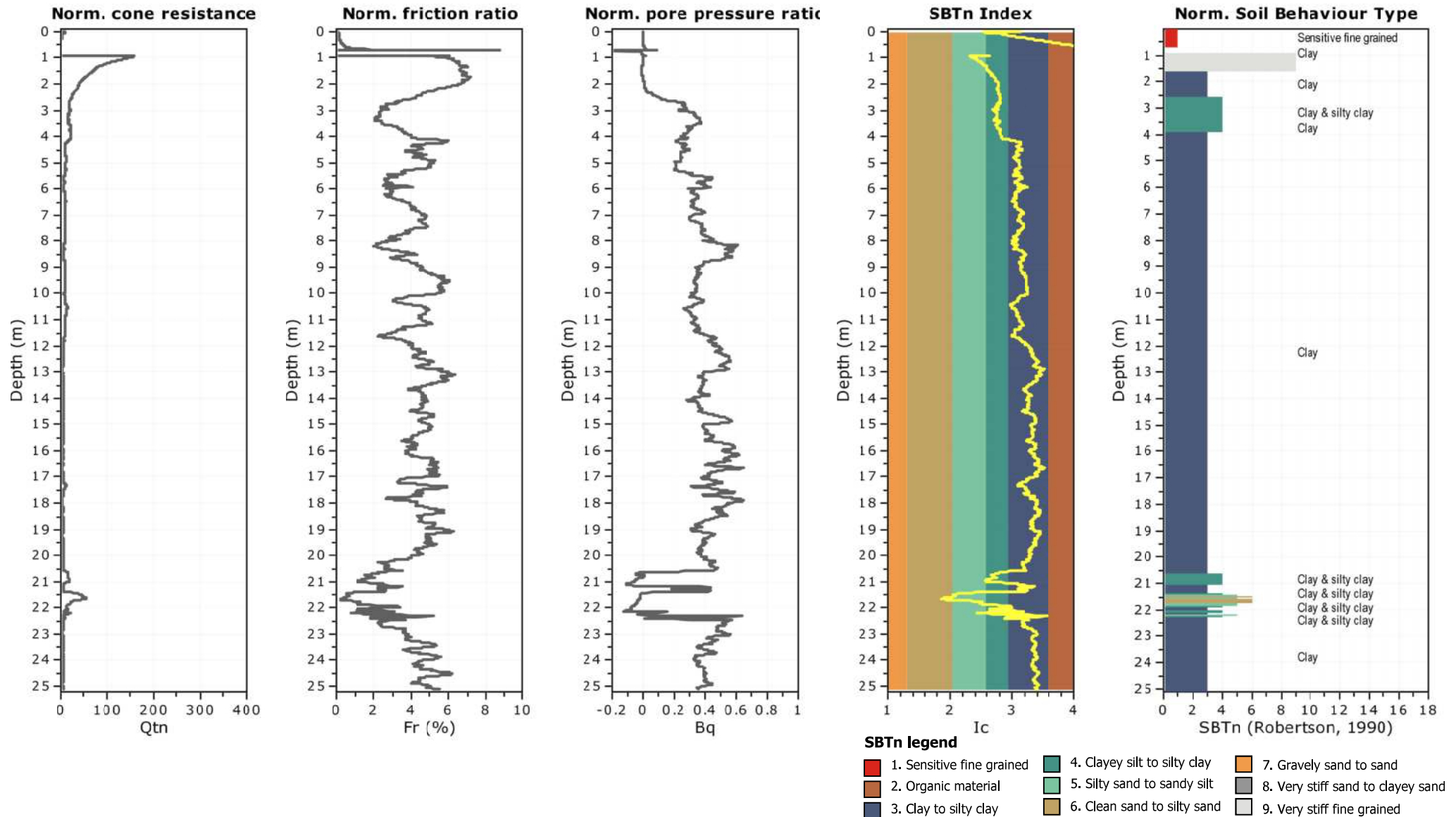


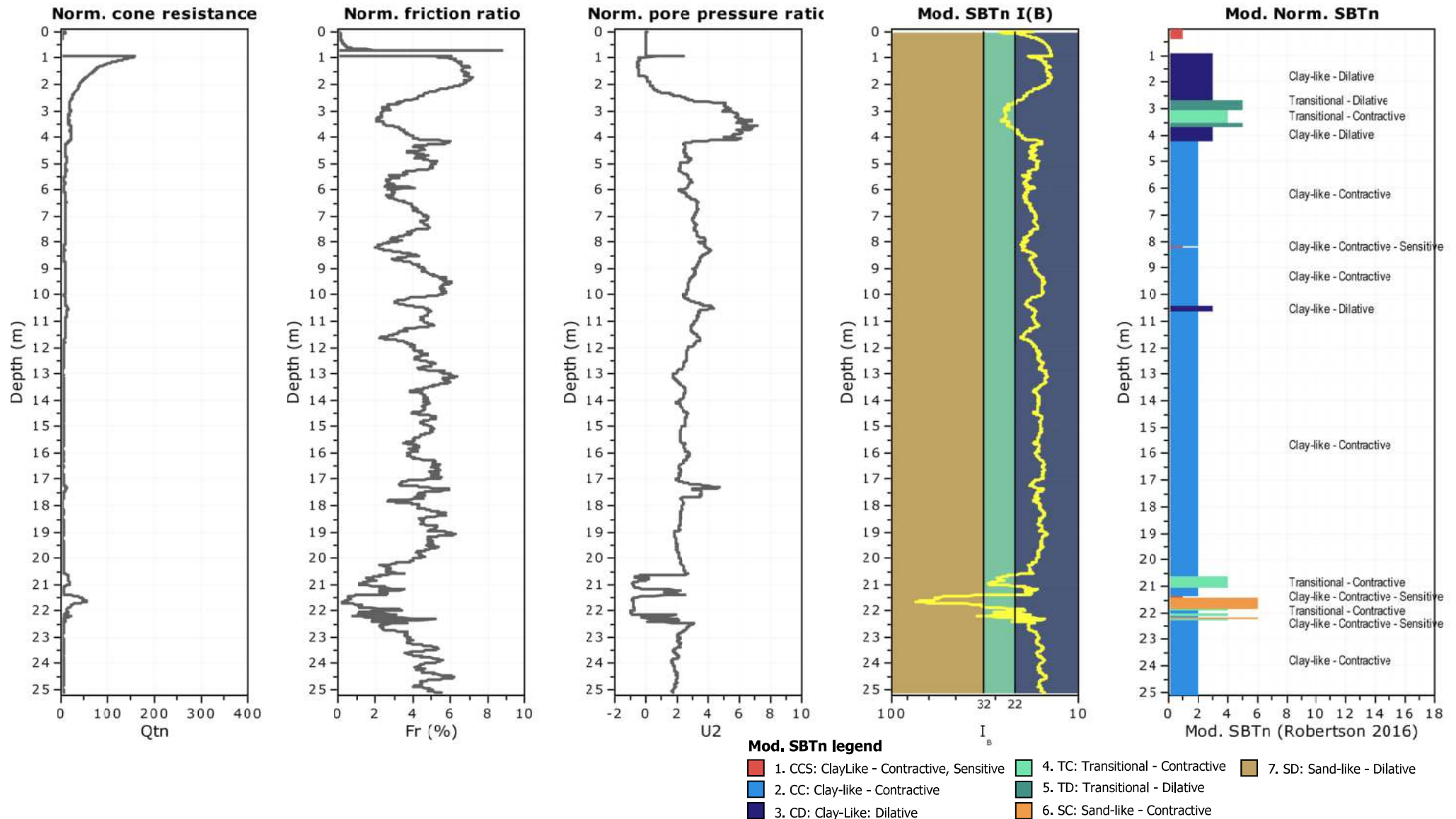
SBTn legend

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

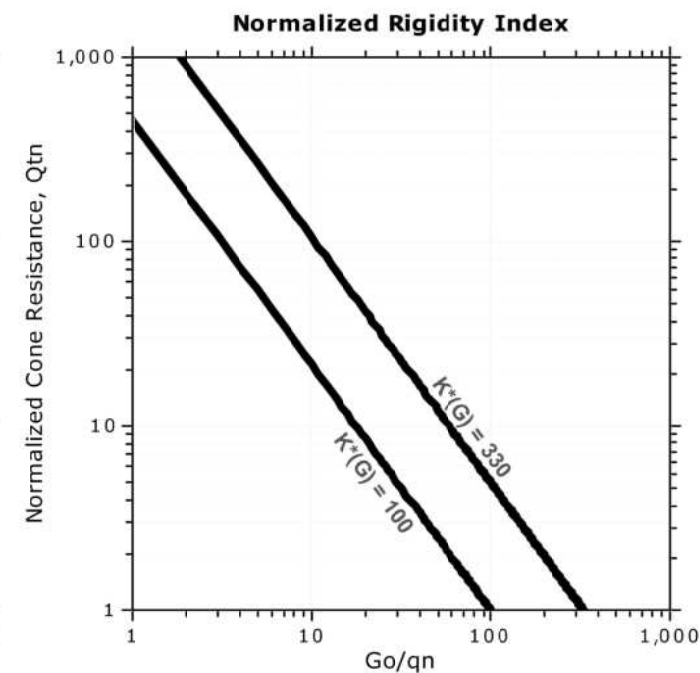
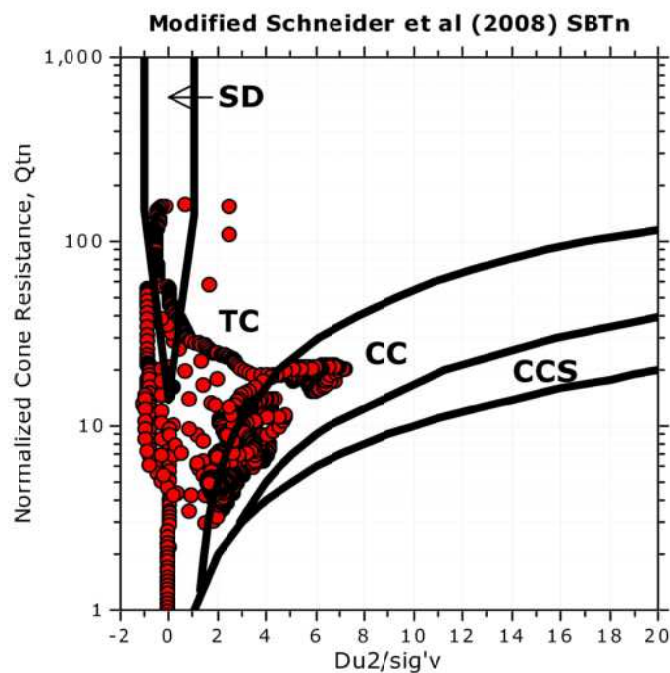
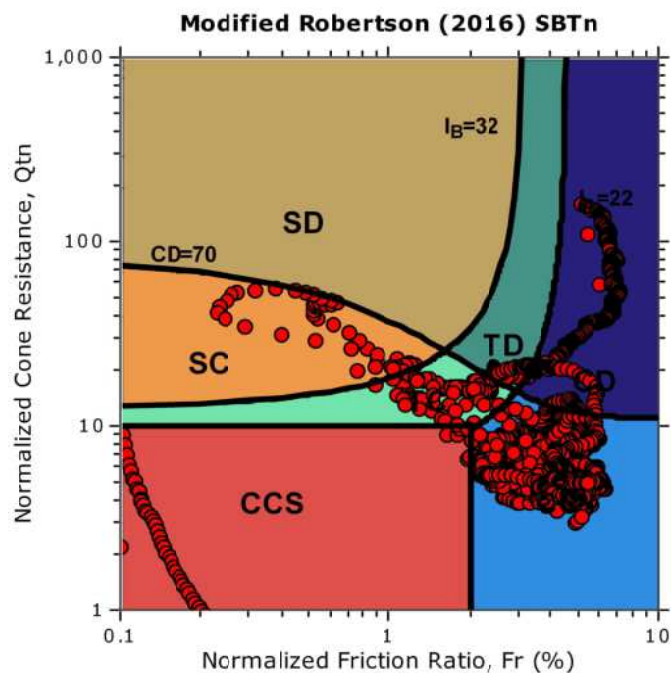








Updated SBTn plots

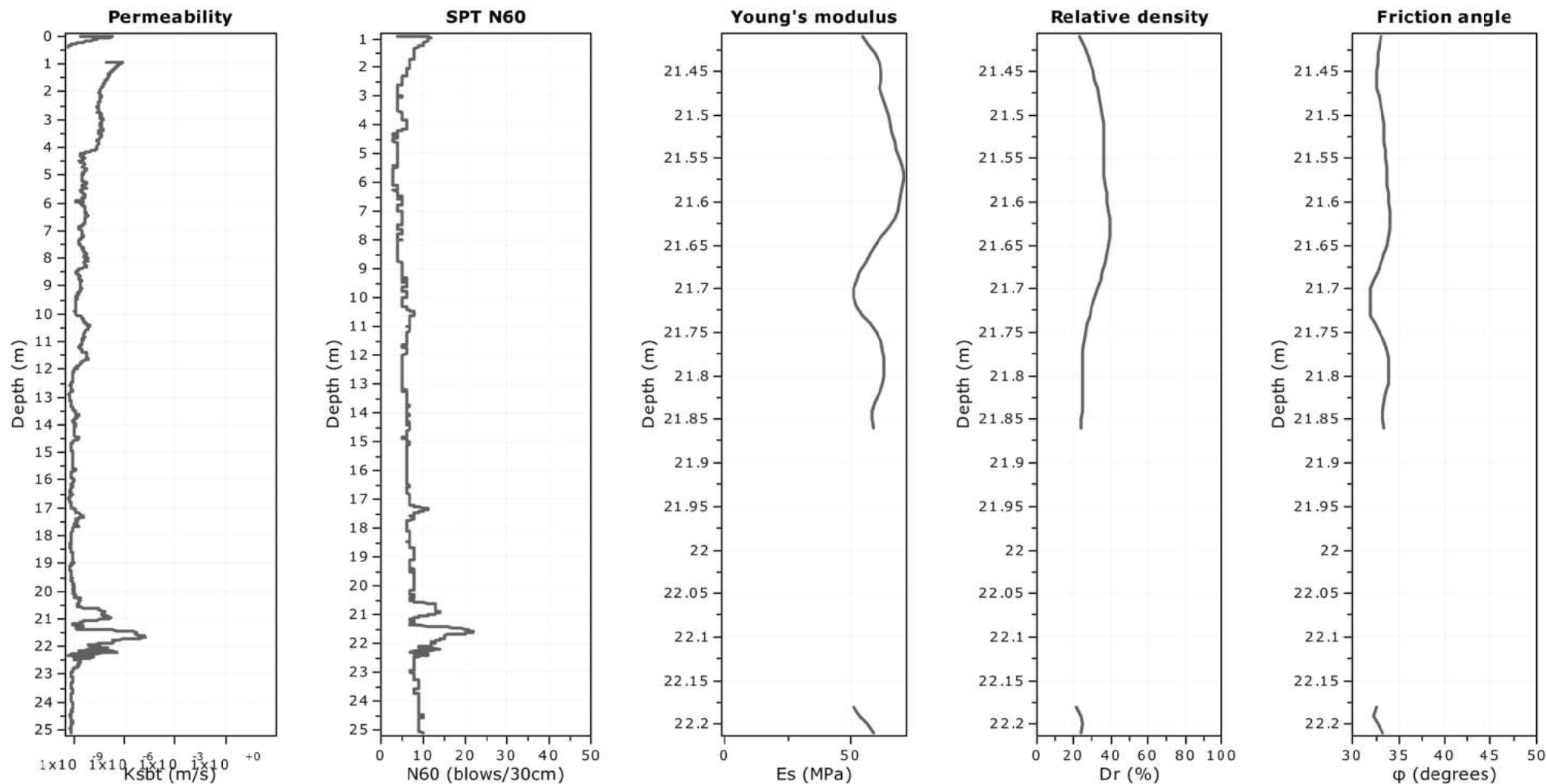


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

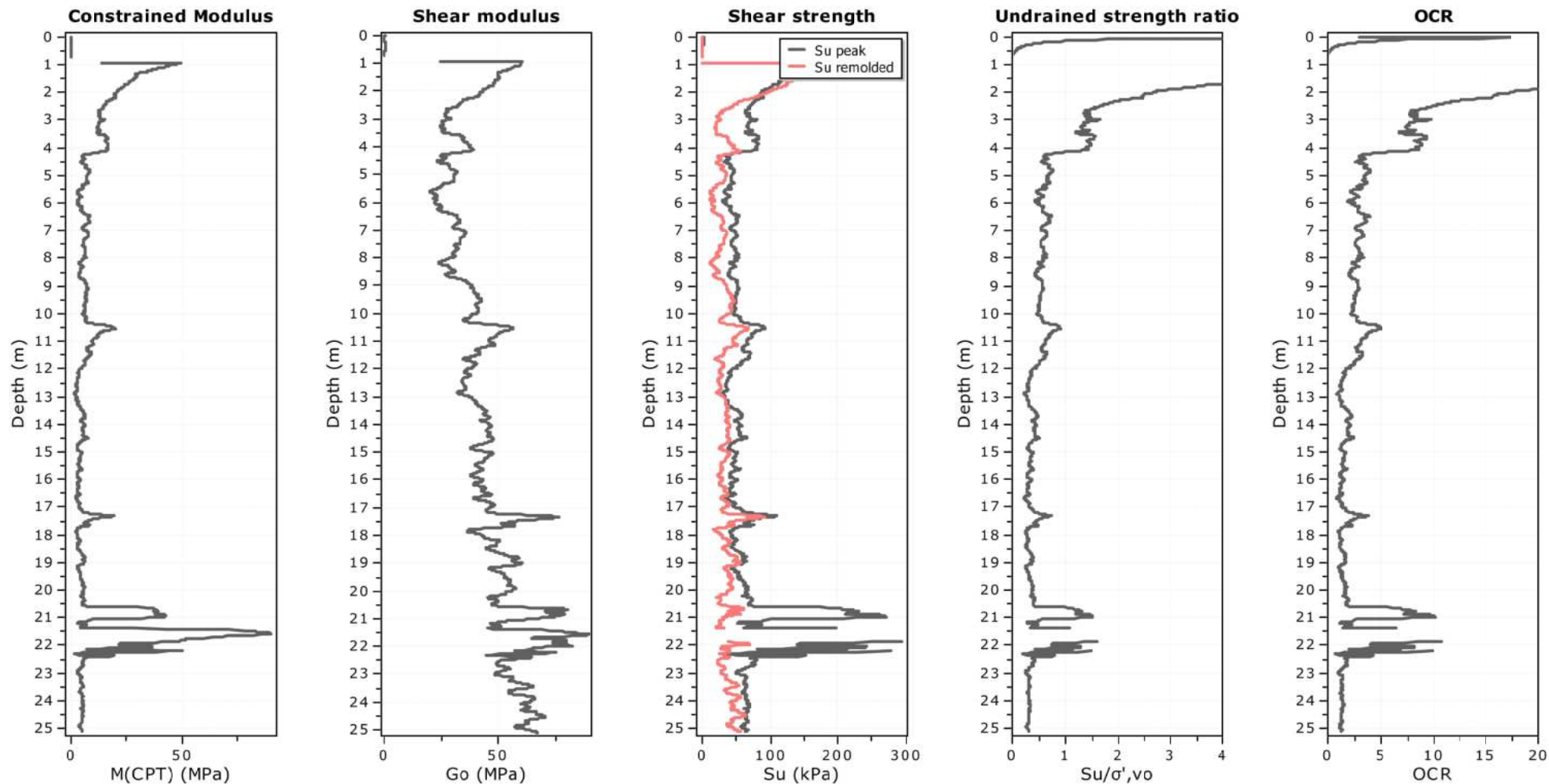
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

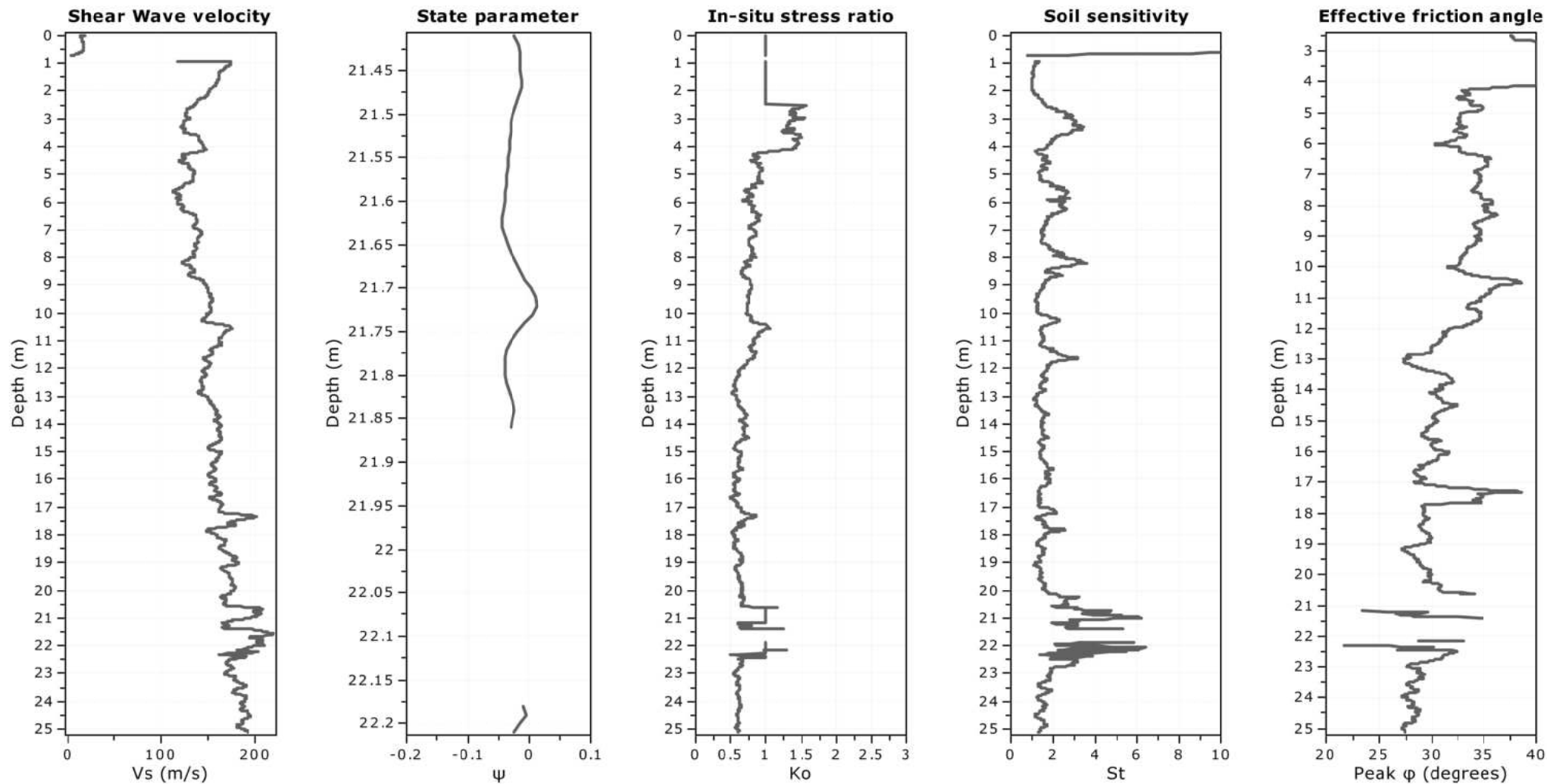
OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

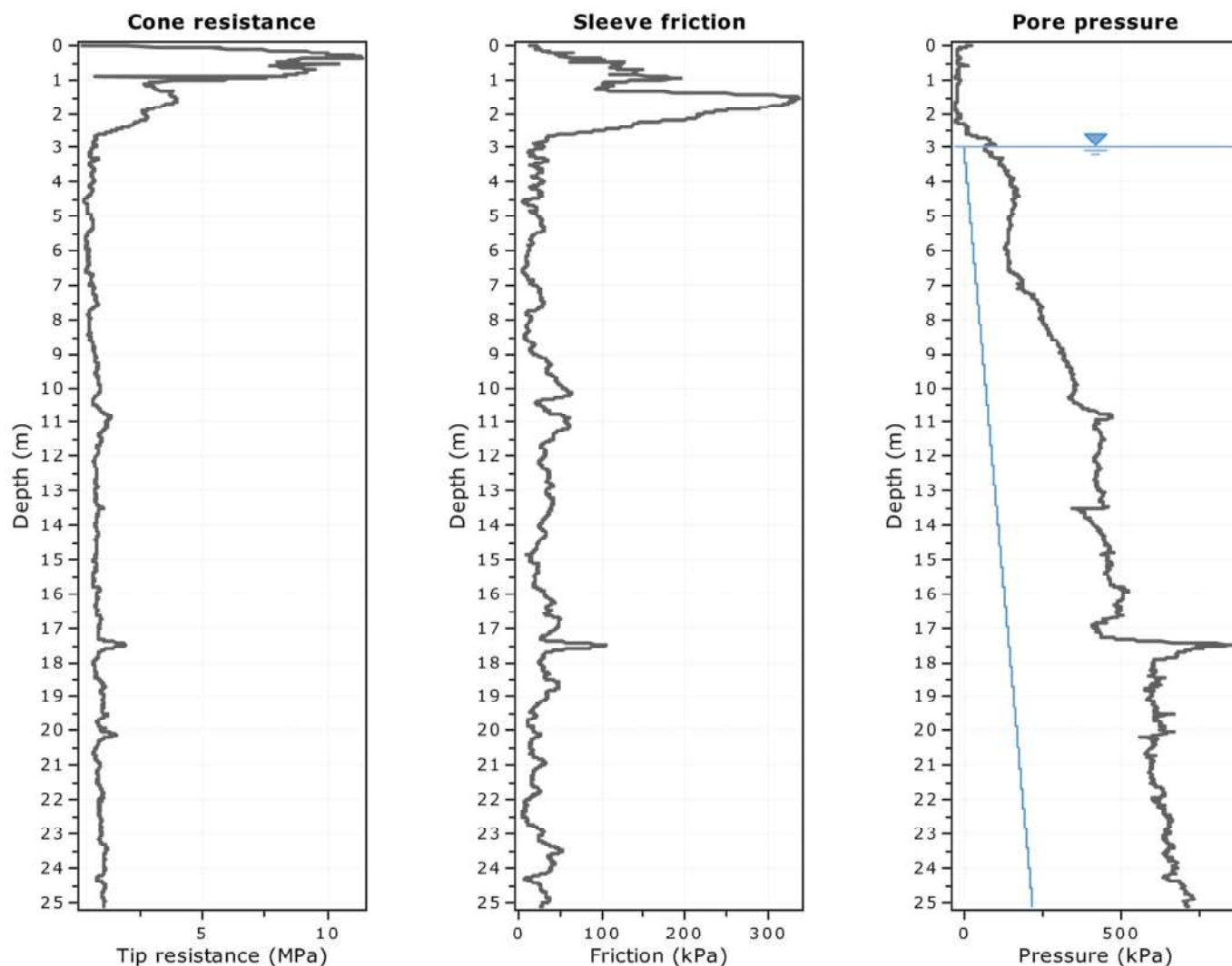
Location: Parma via Ugozzolo



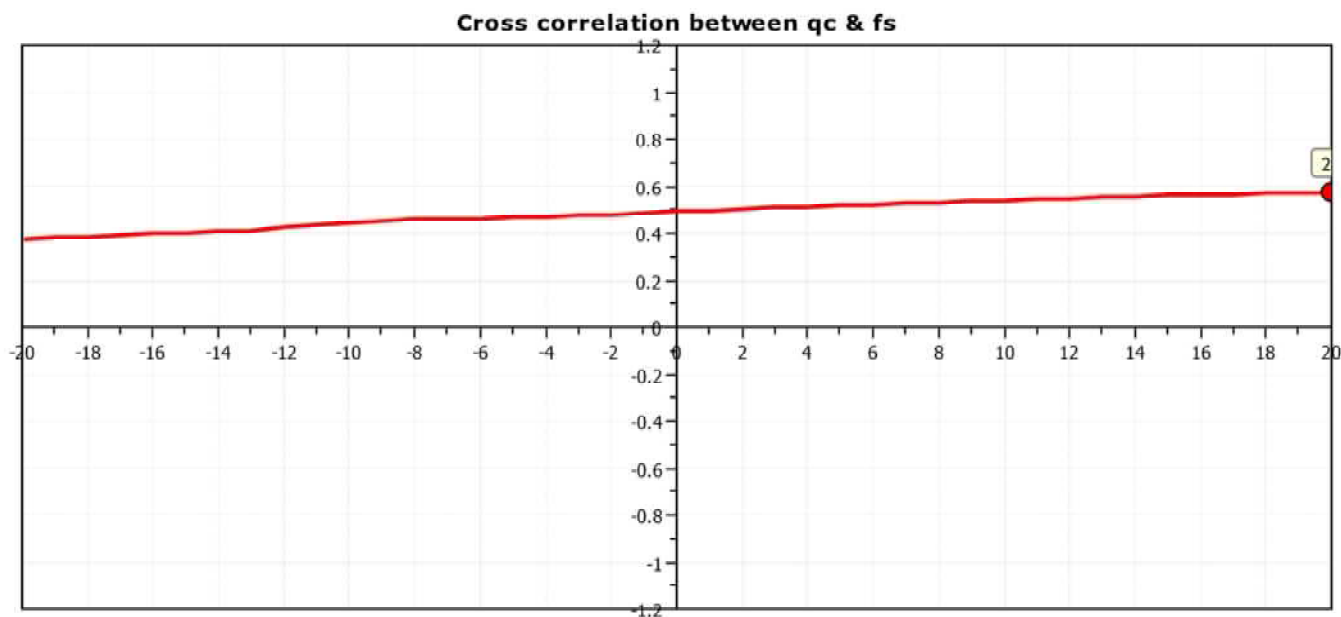
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

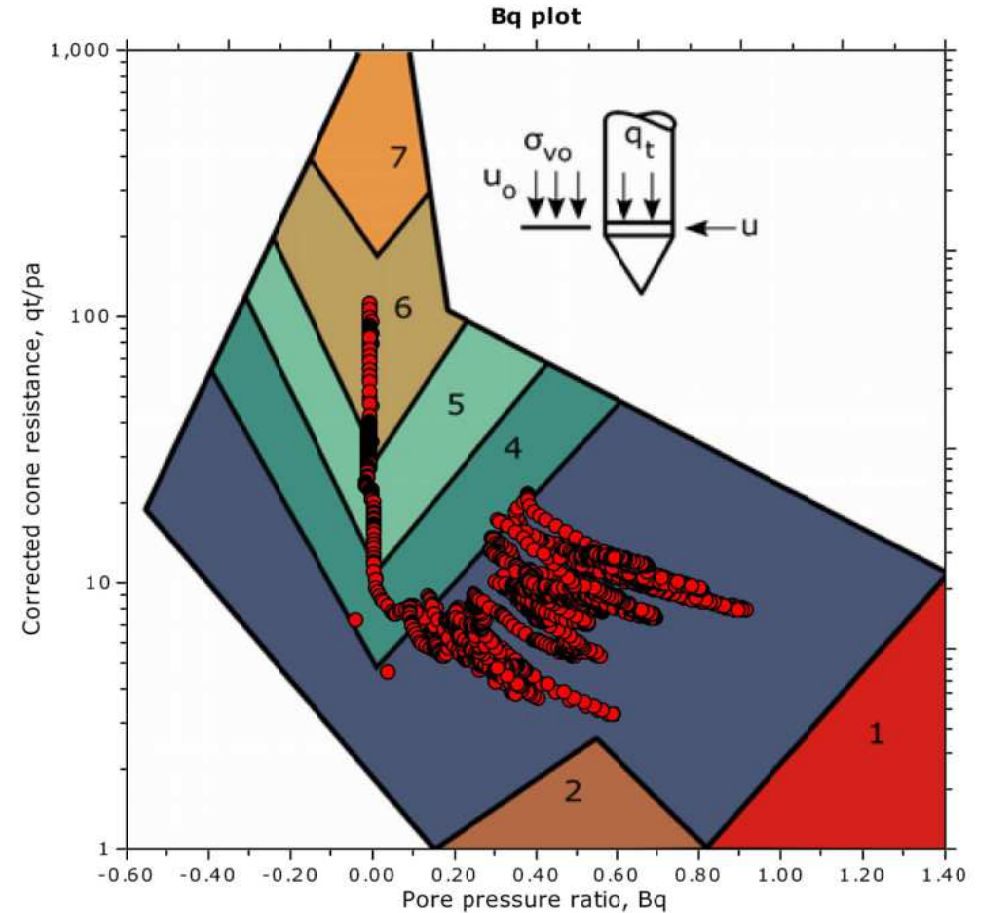
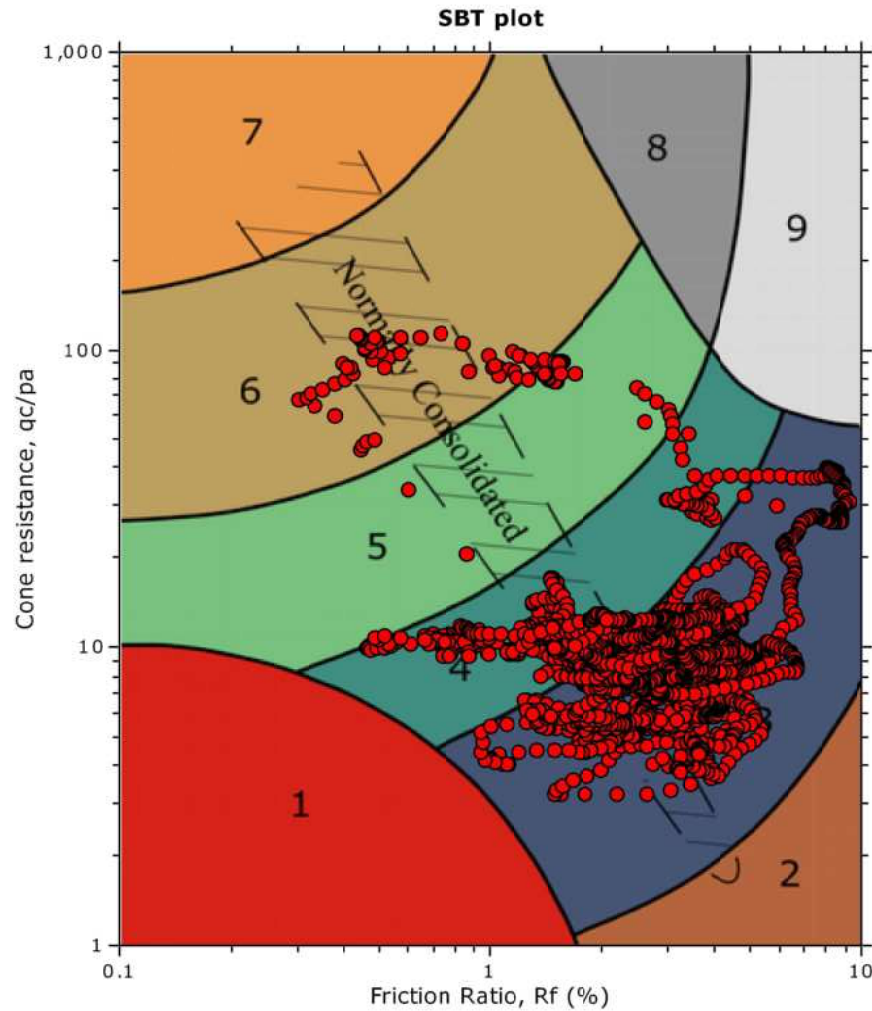
—●— User defined estimation data



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).



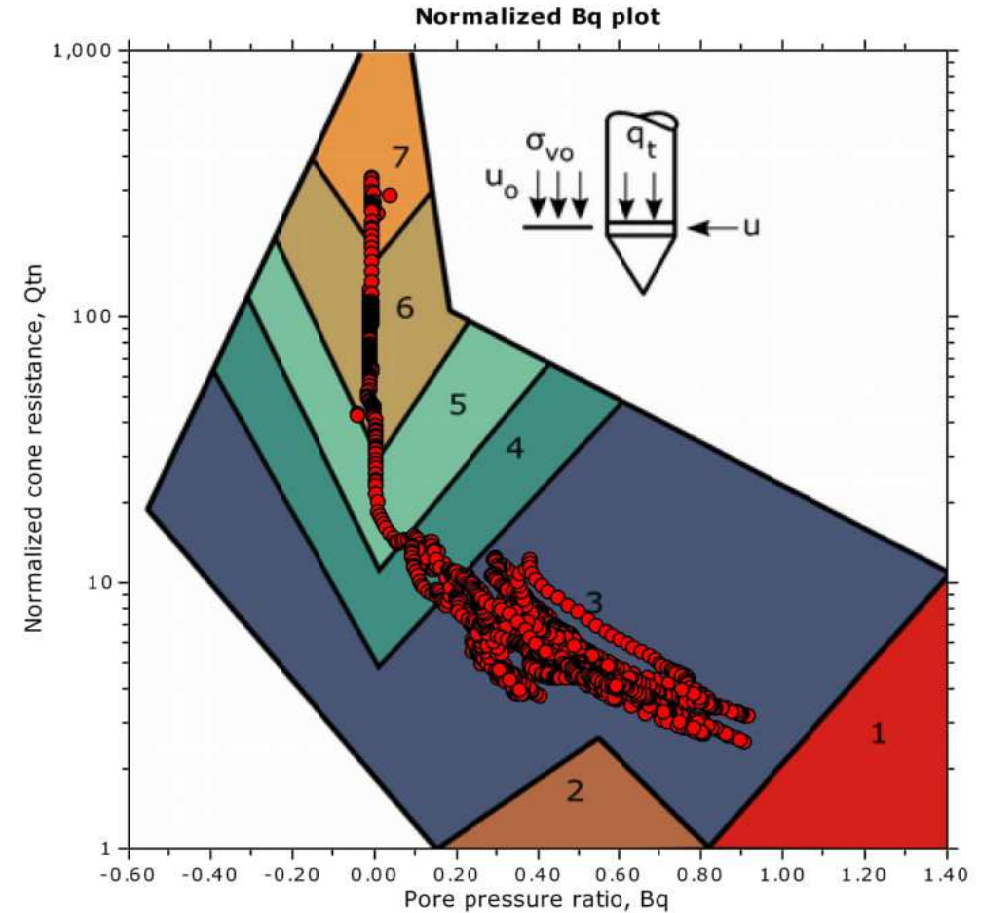
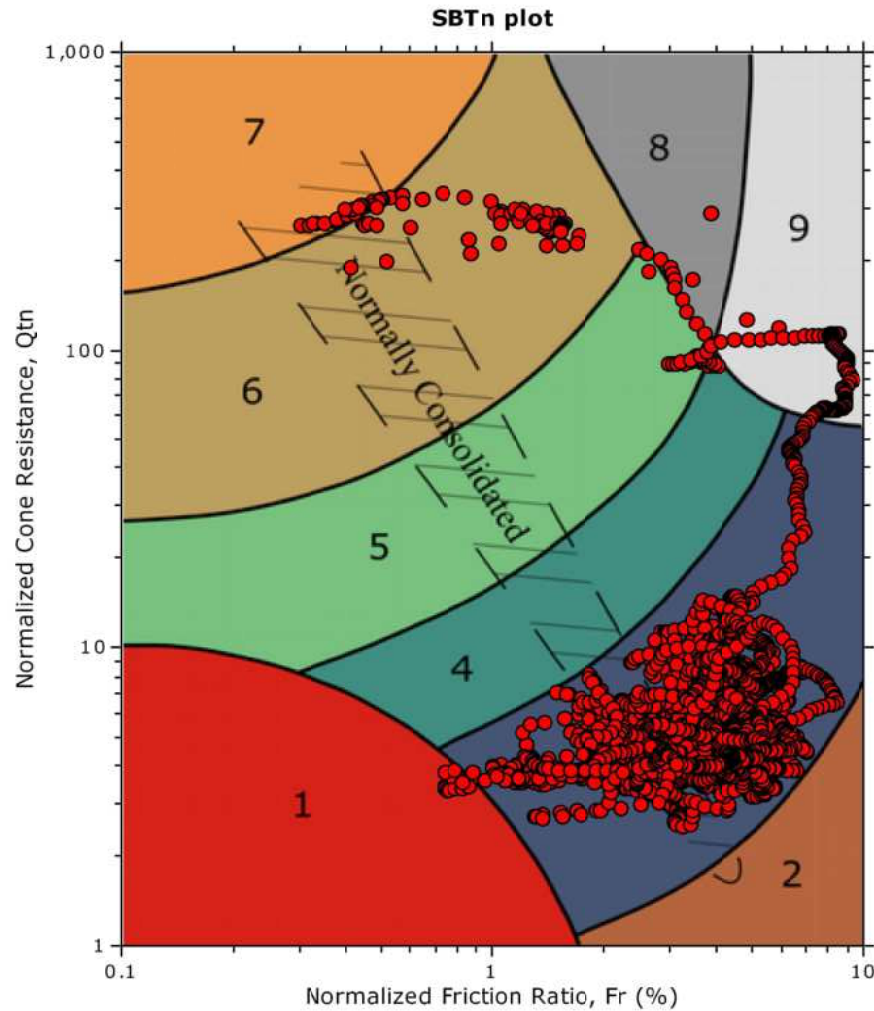
SBT - Bq plots



SBT legend

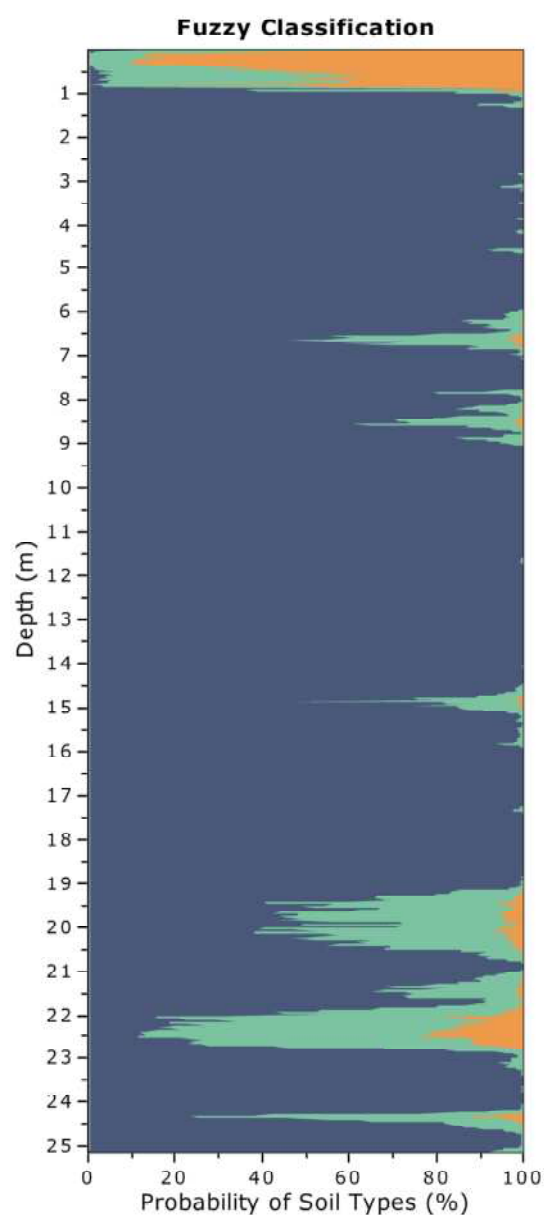
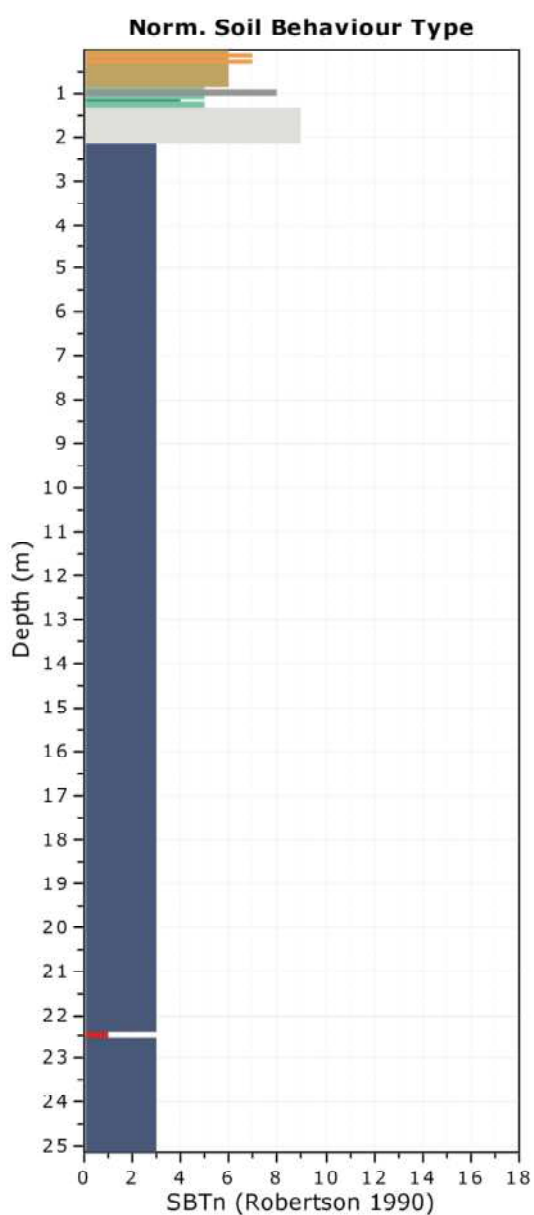
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

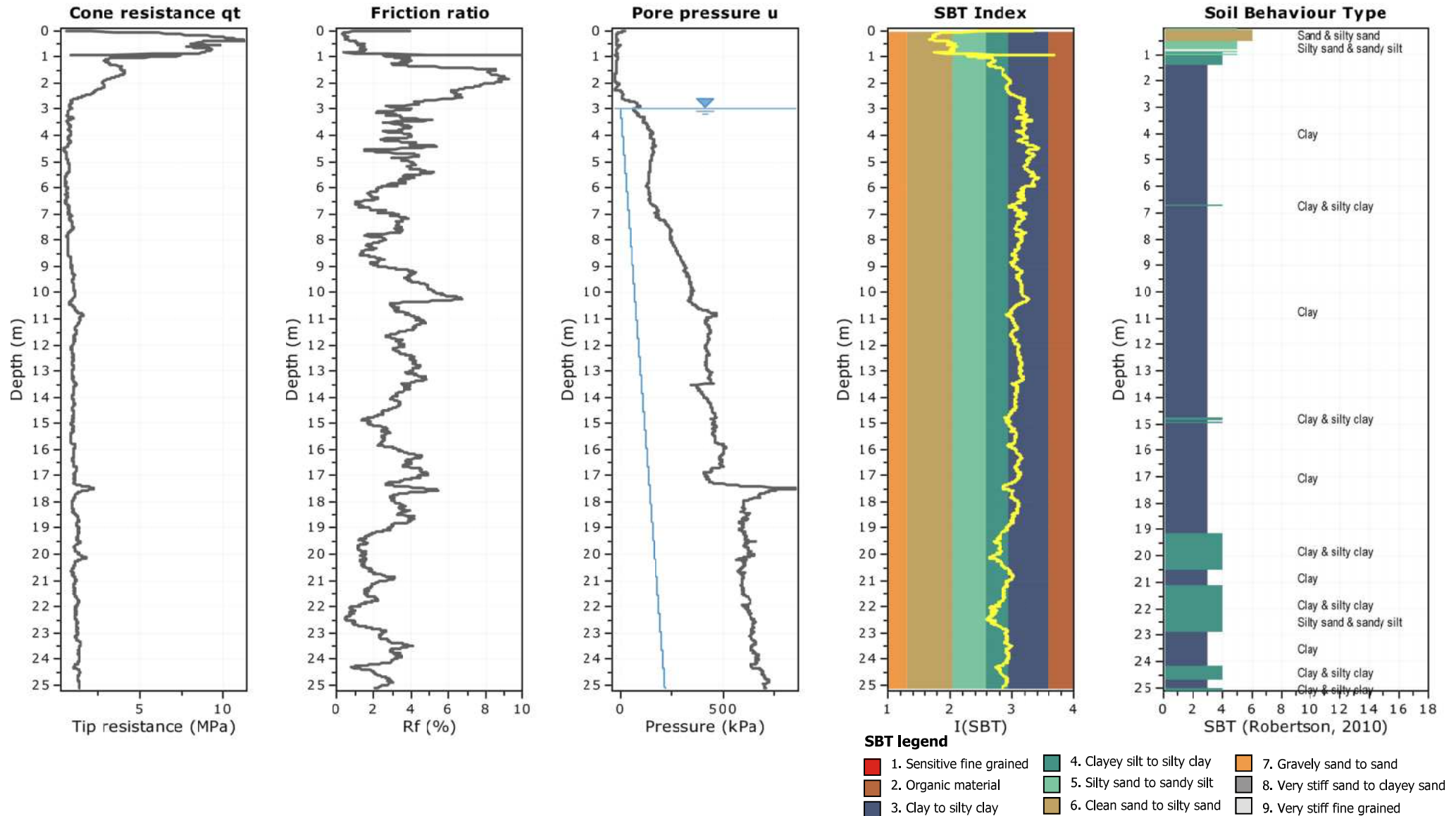
SBT - Bq plots (normalized)

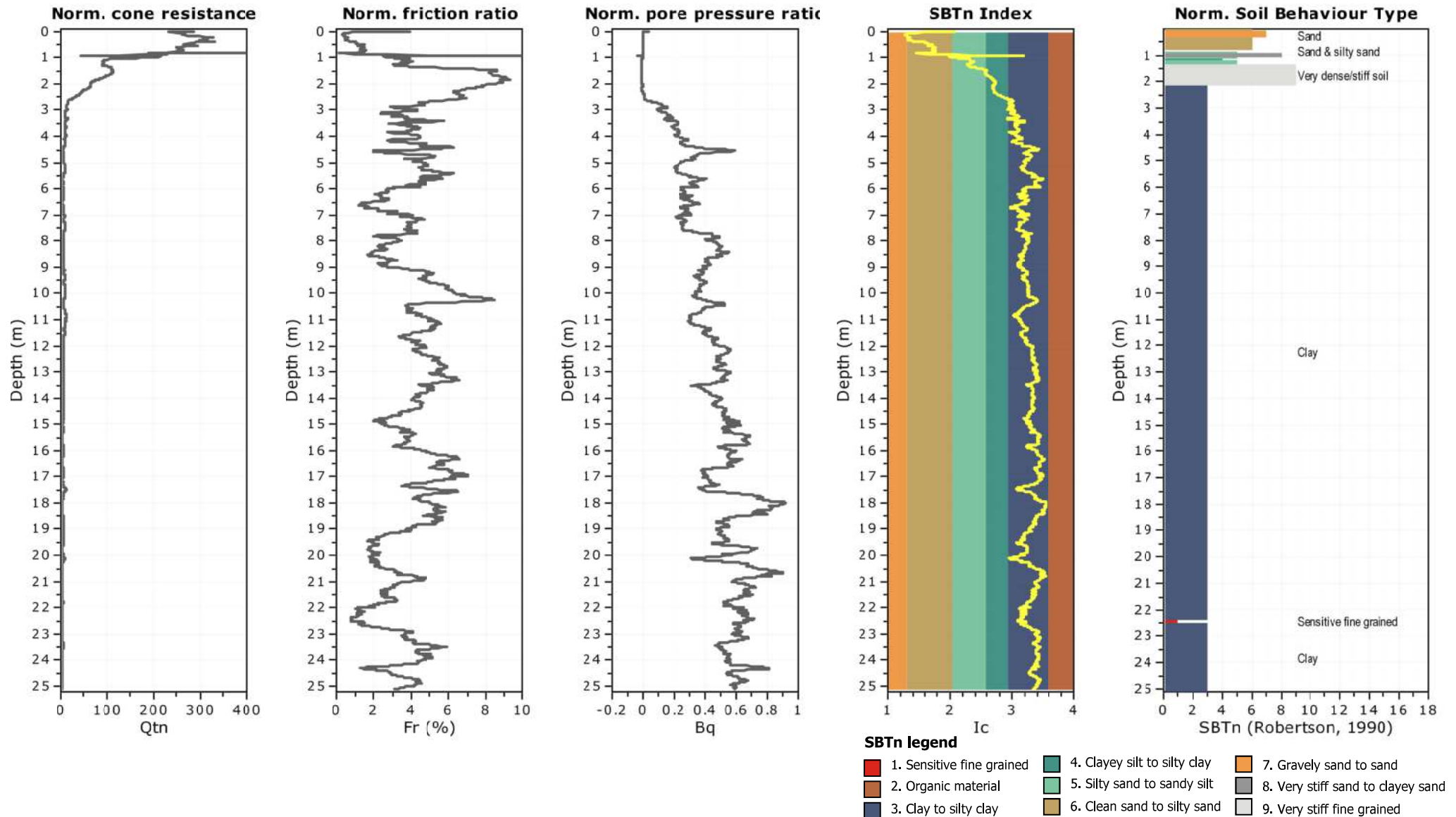


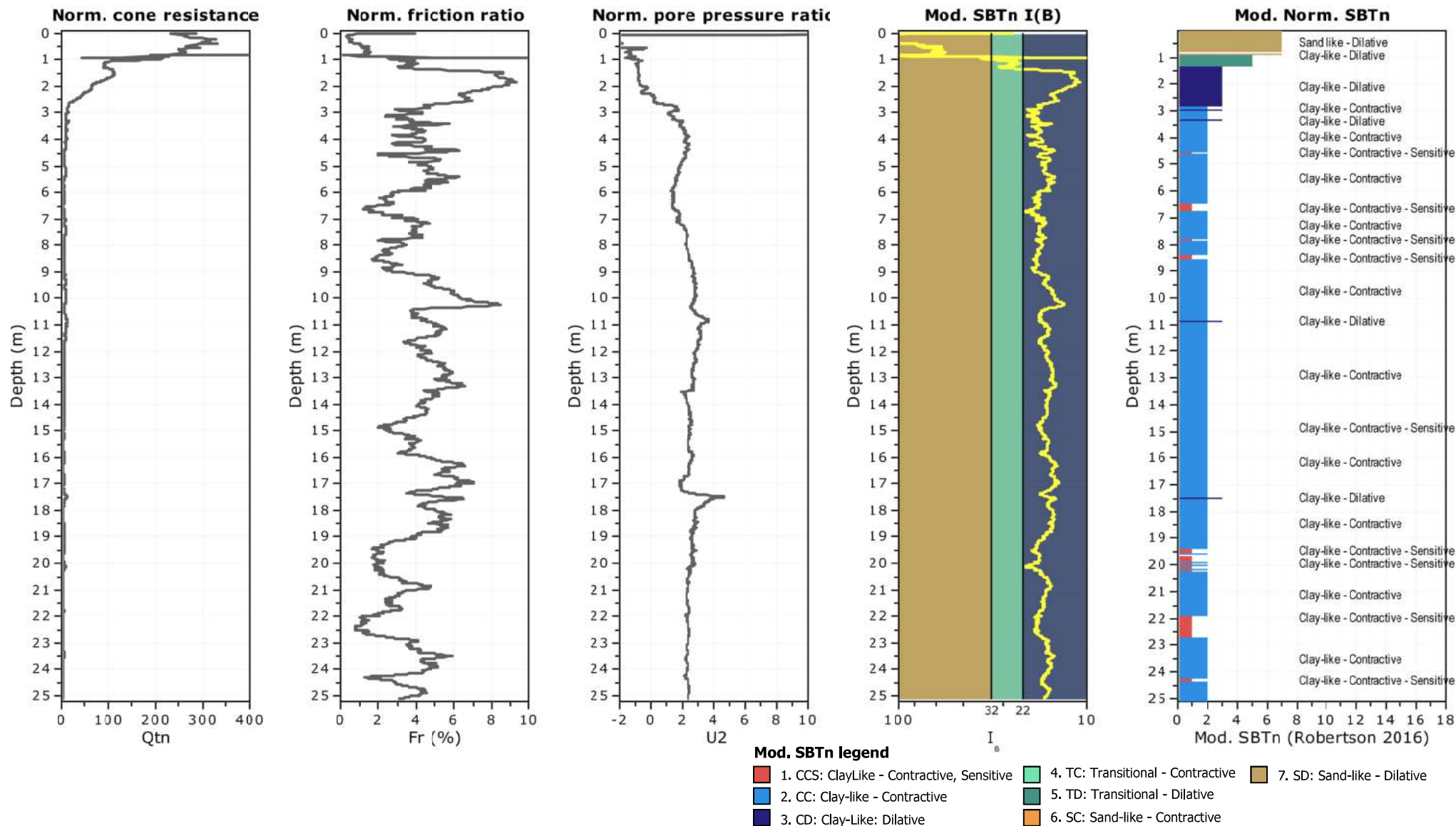
SBTn legend

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

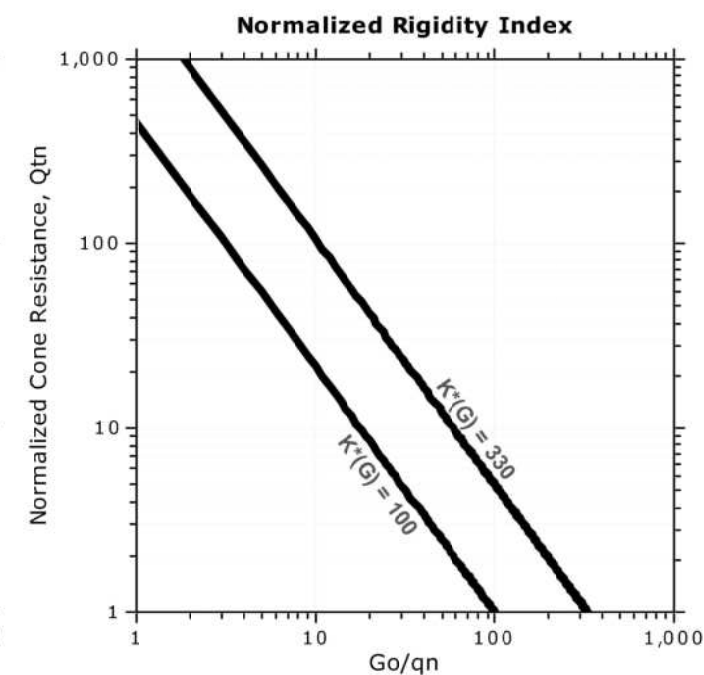
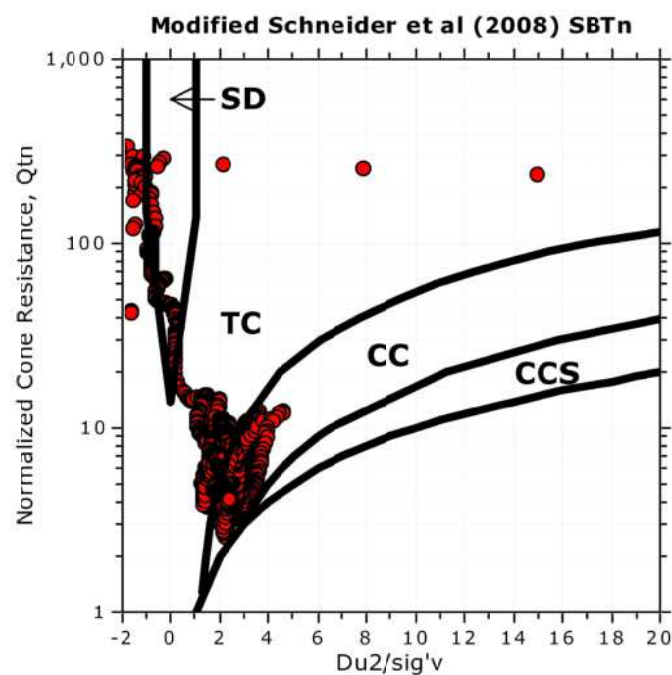
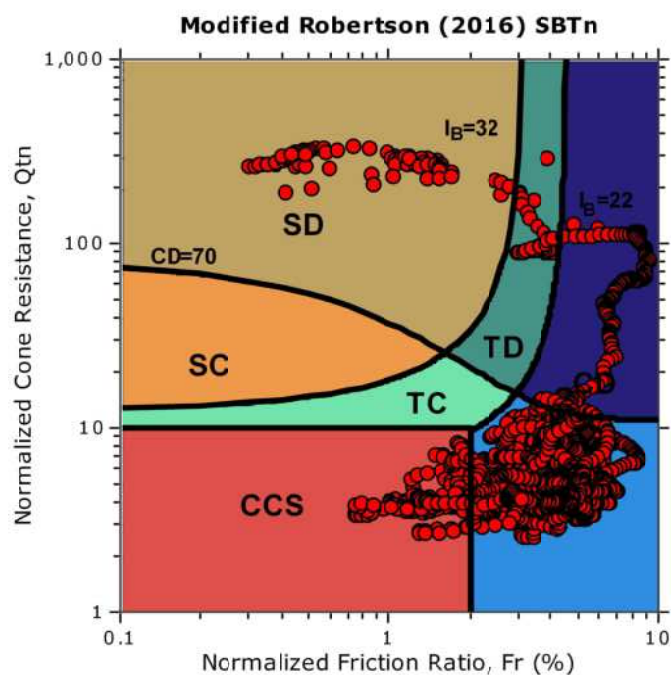






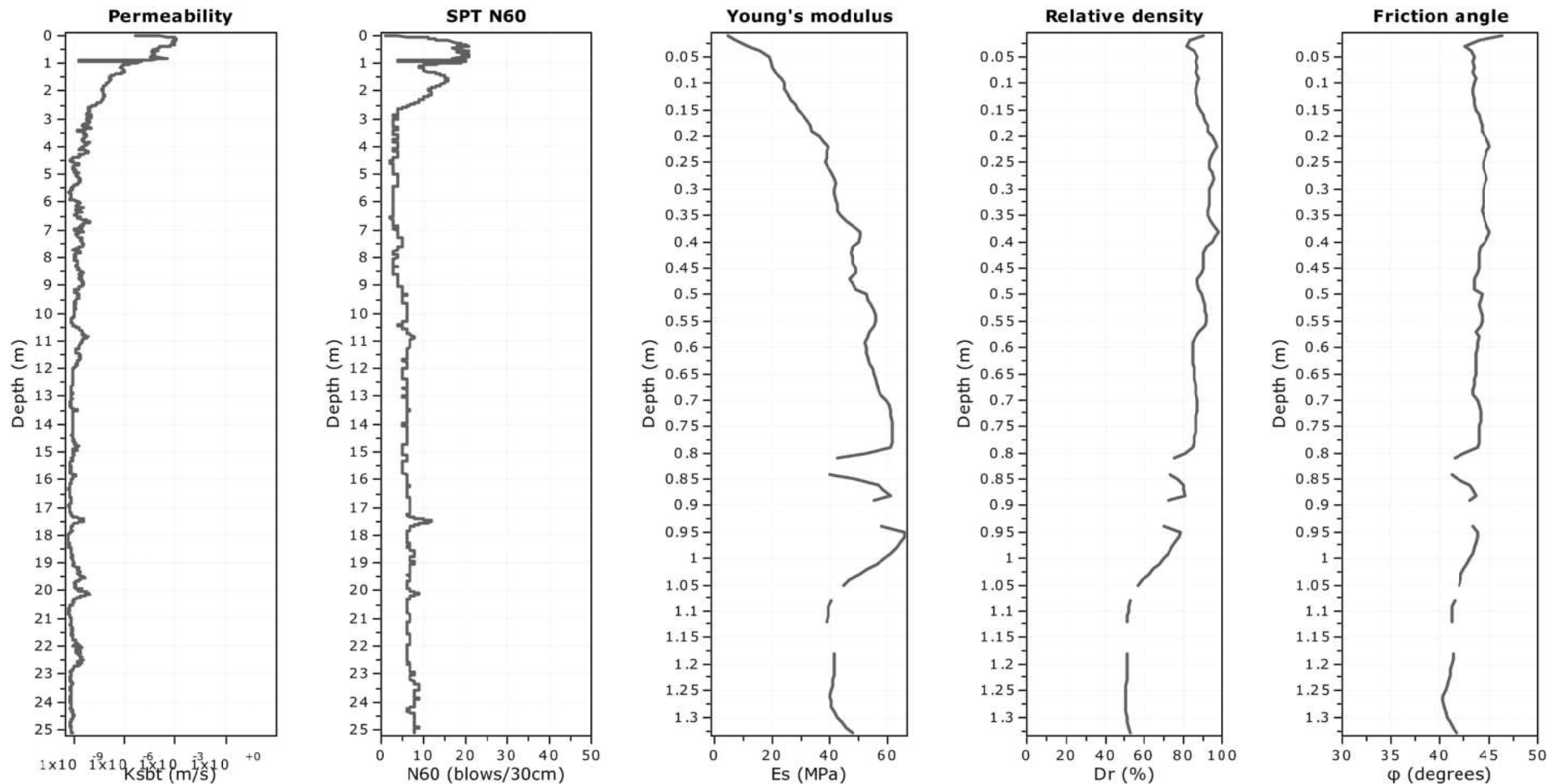


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

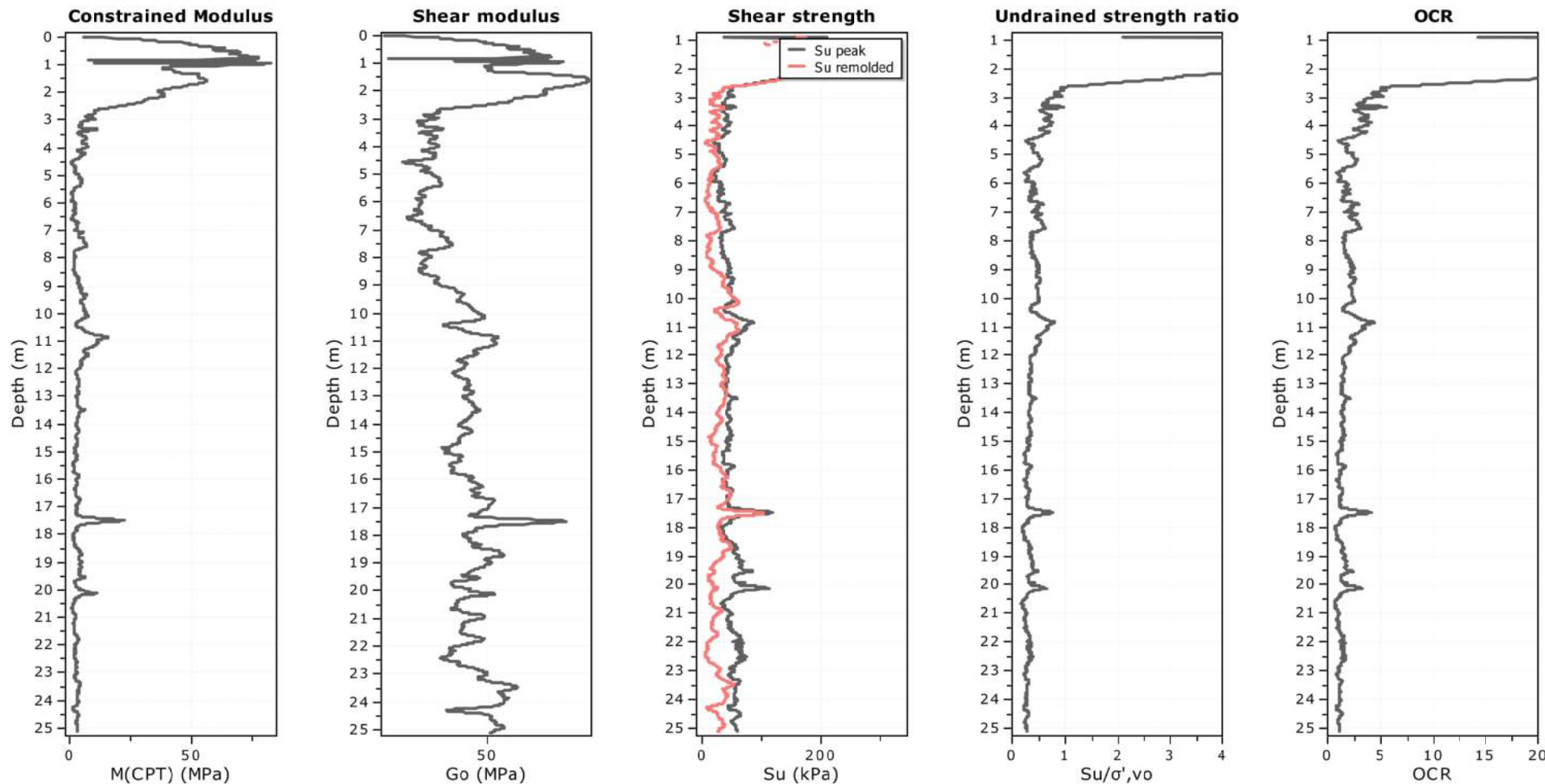
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

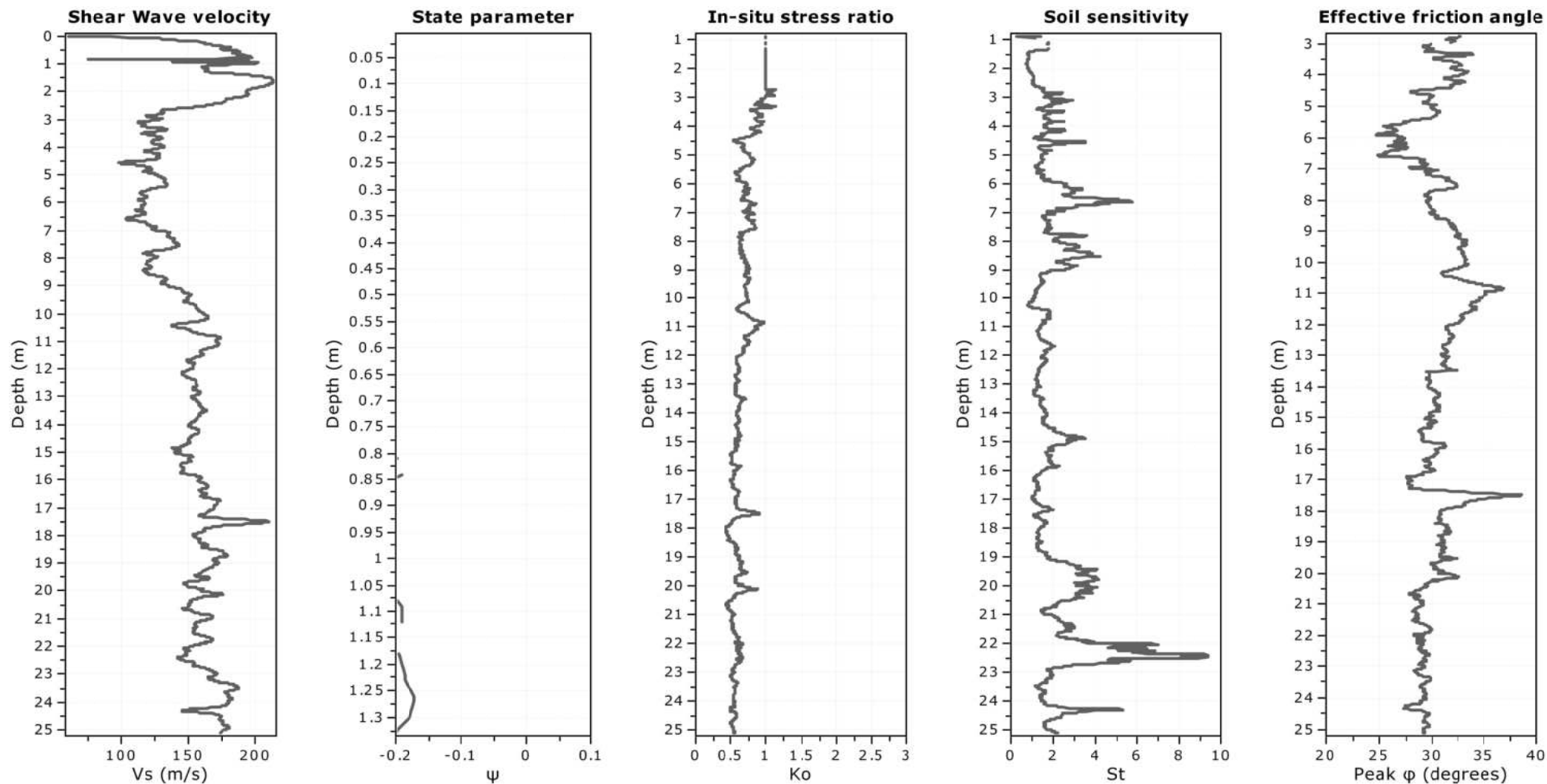
OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

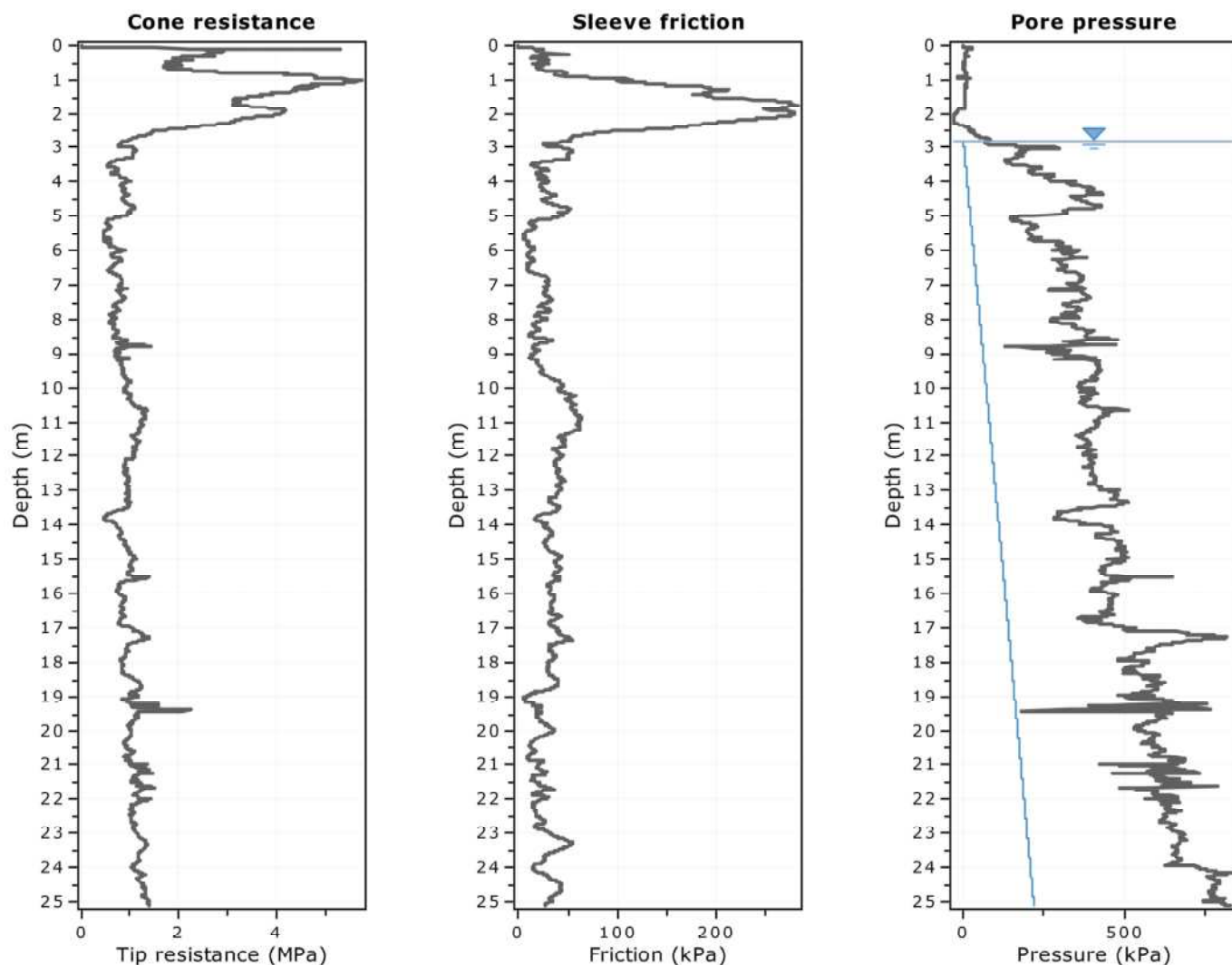
Location: Parma via Ugozzolo



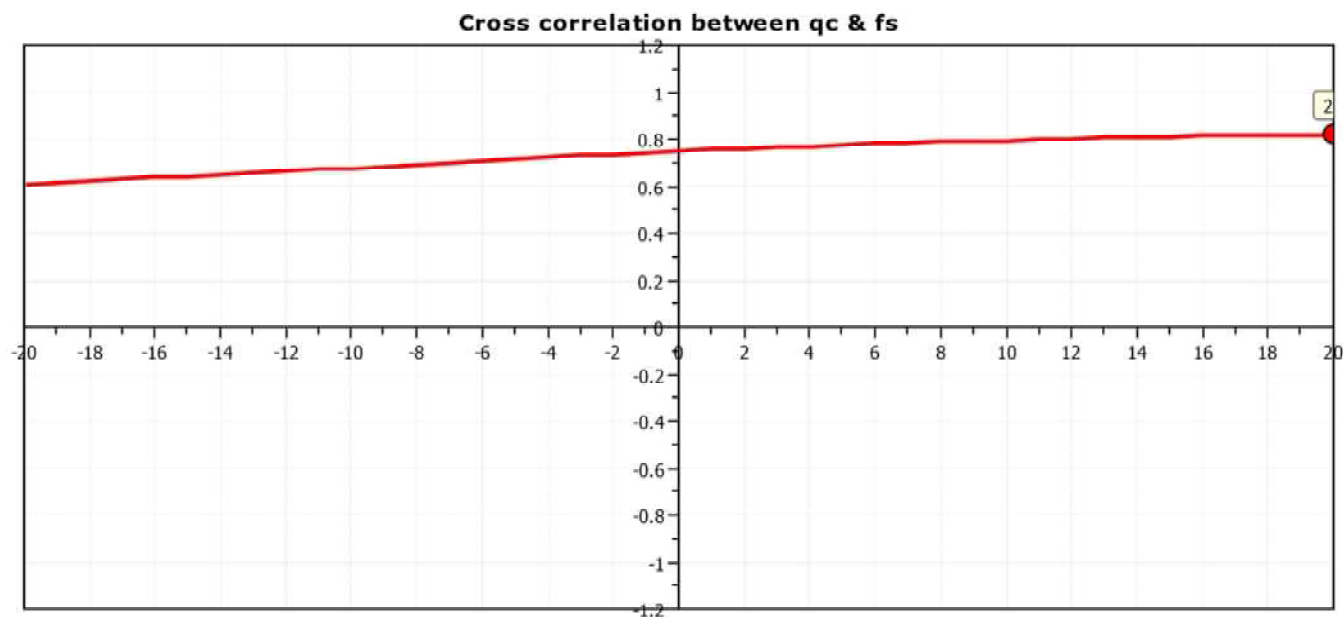
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

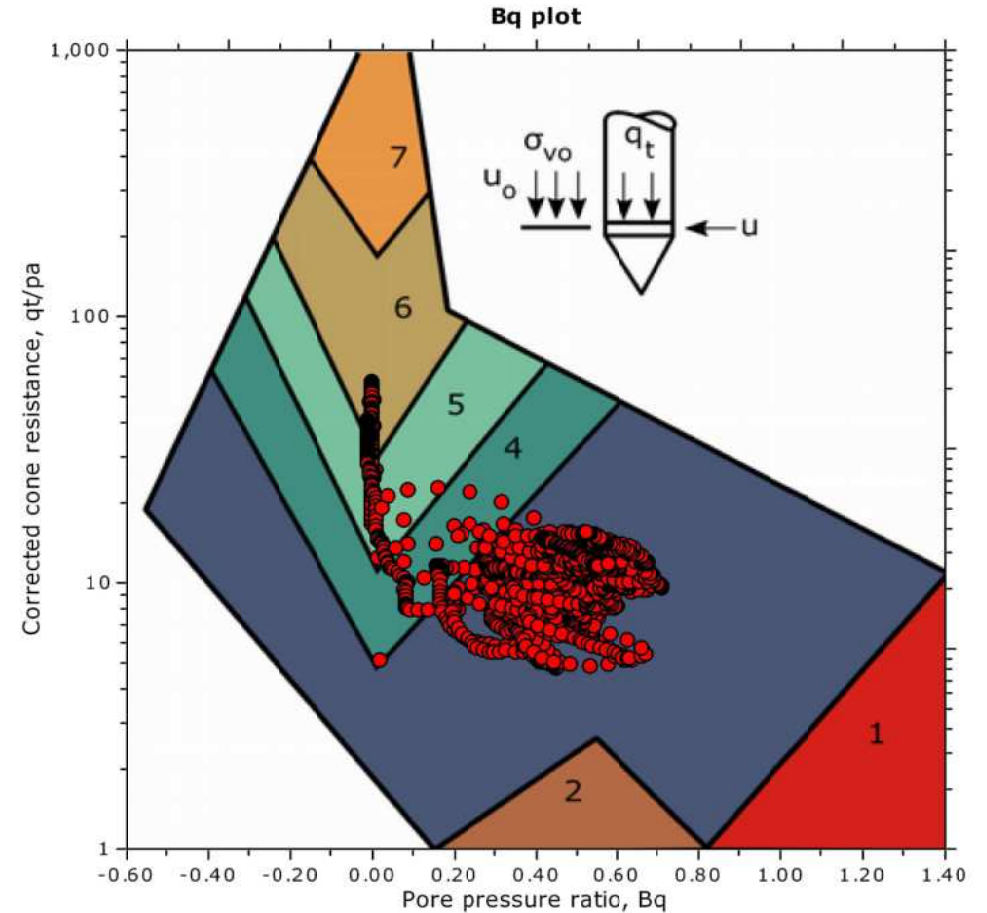
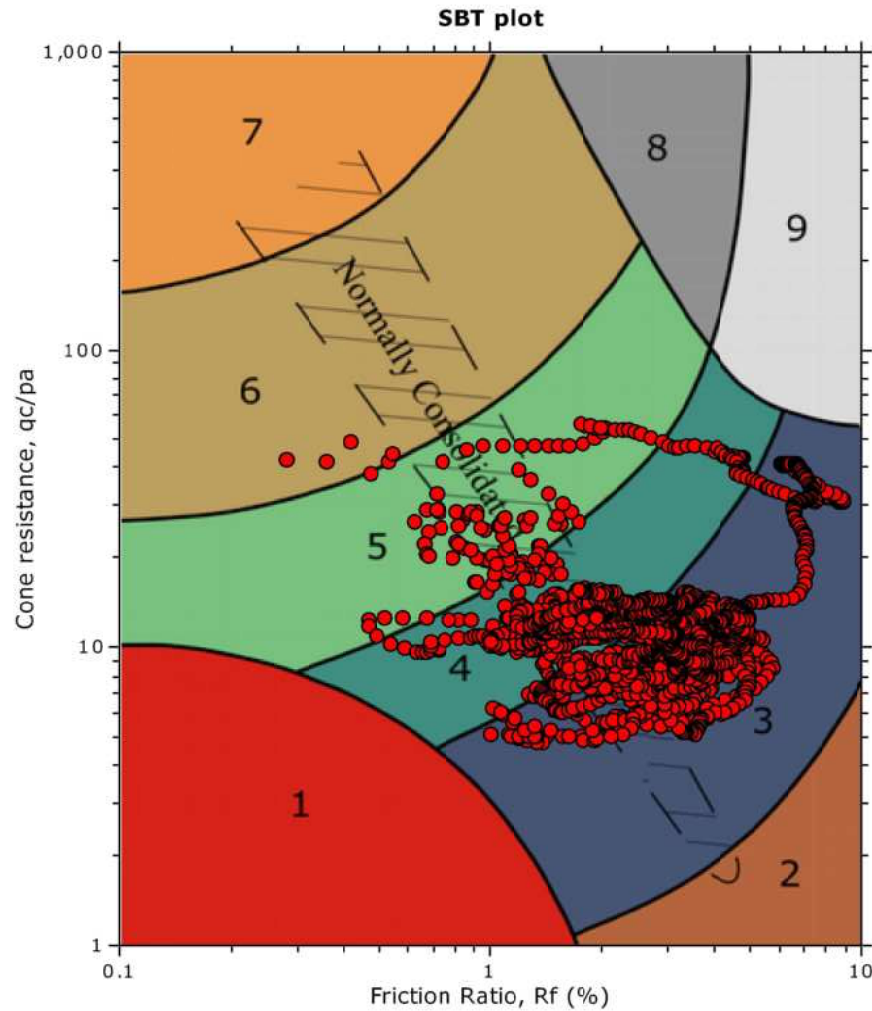
—●— User defined estimation data



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



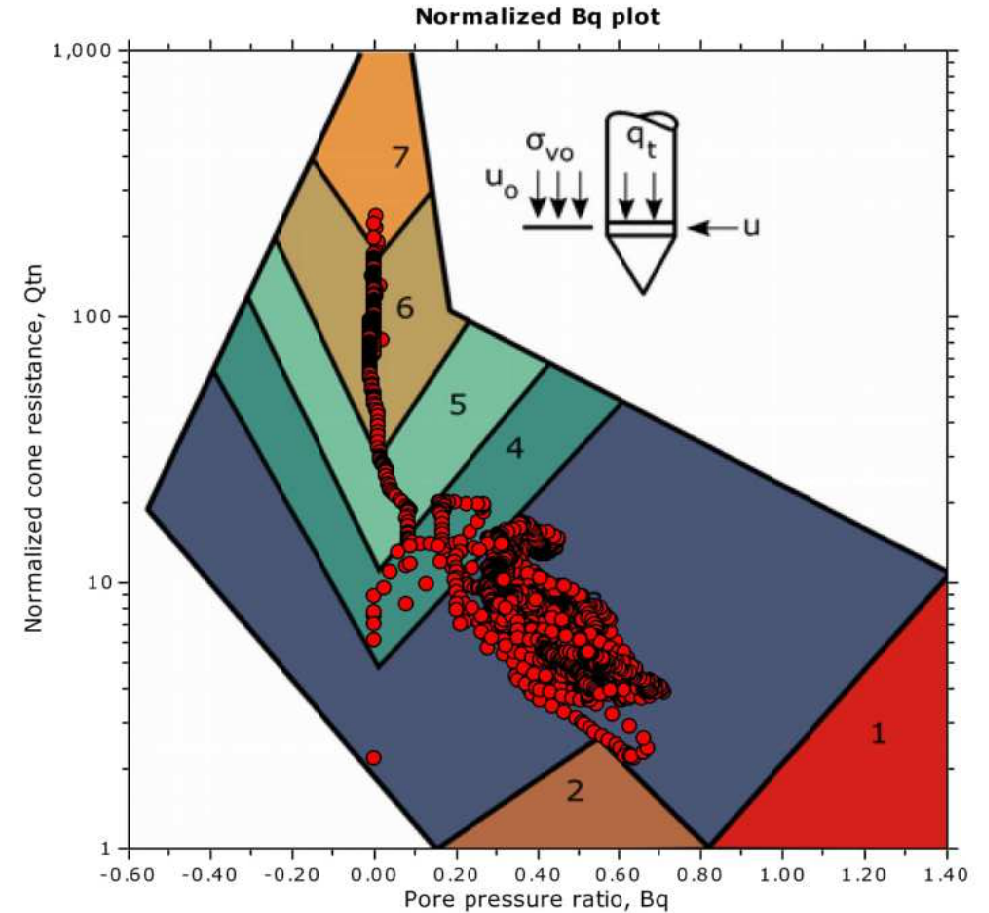
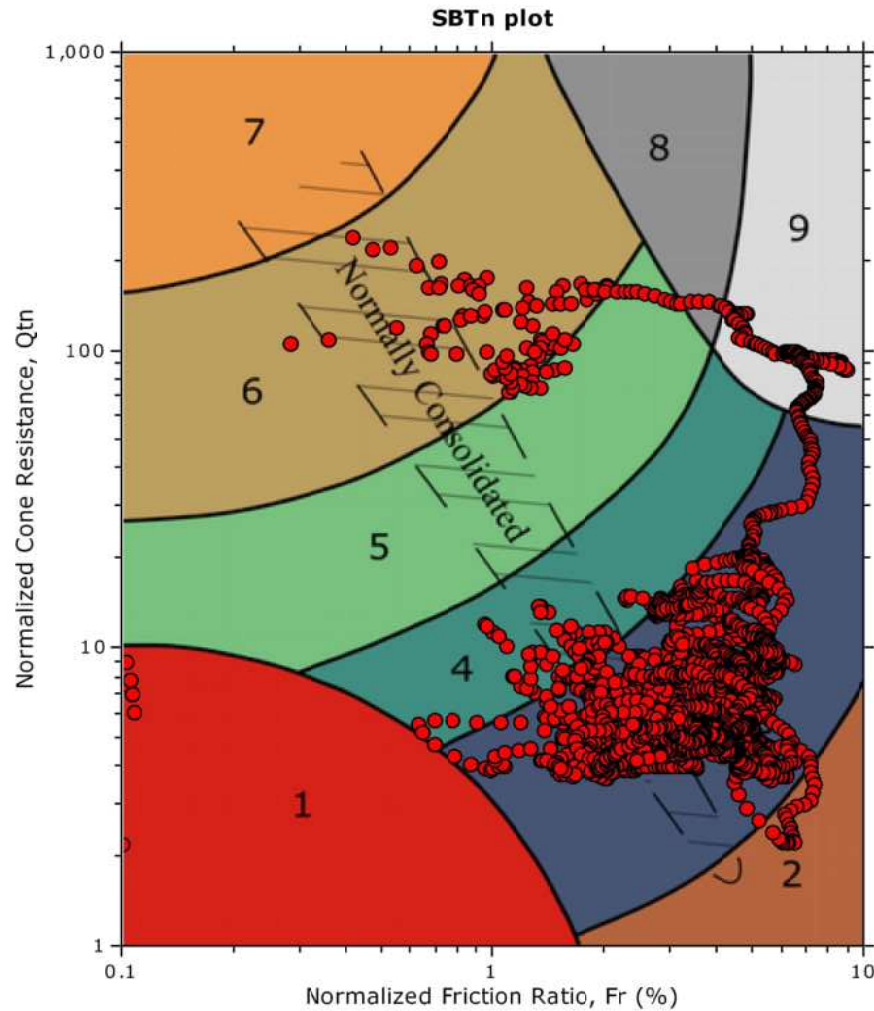
SBT - Bq plots



SBT legend

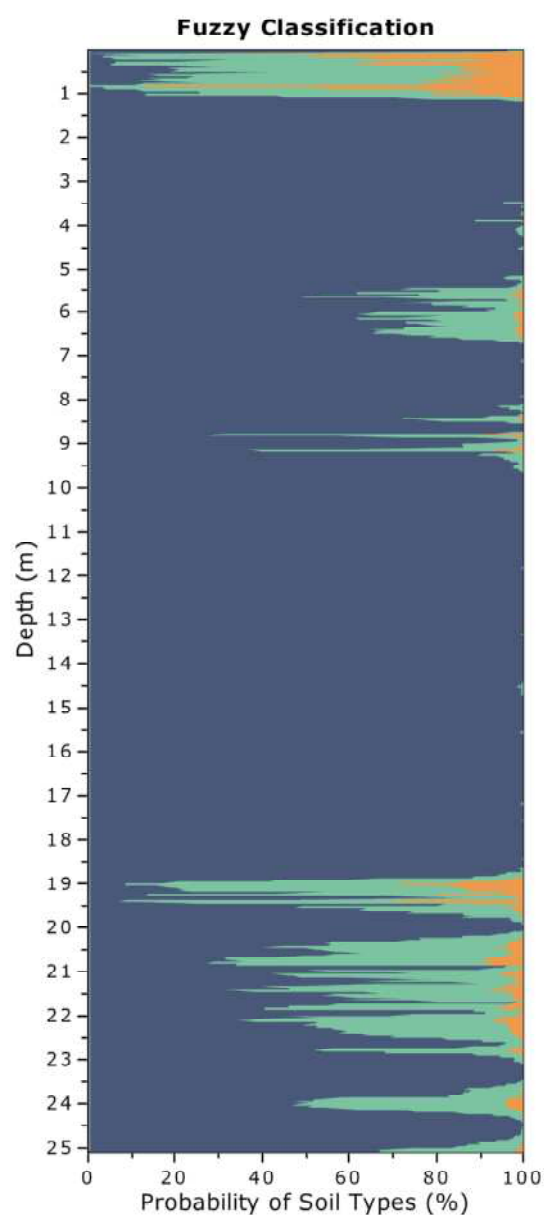
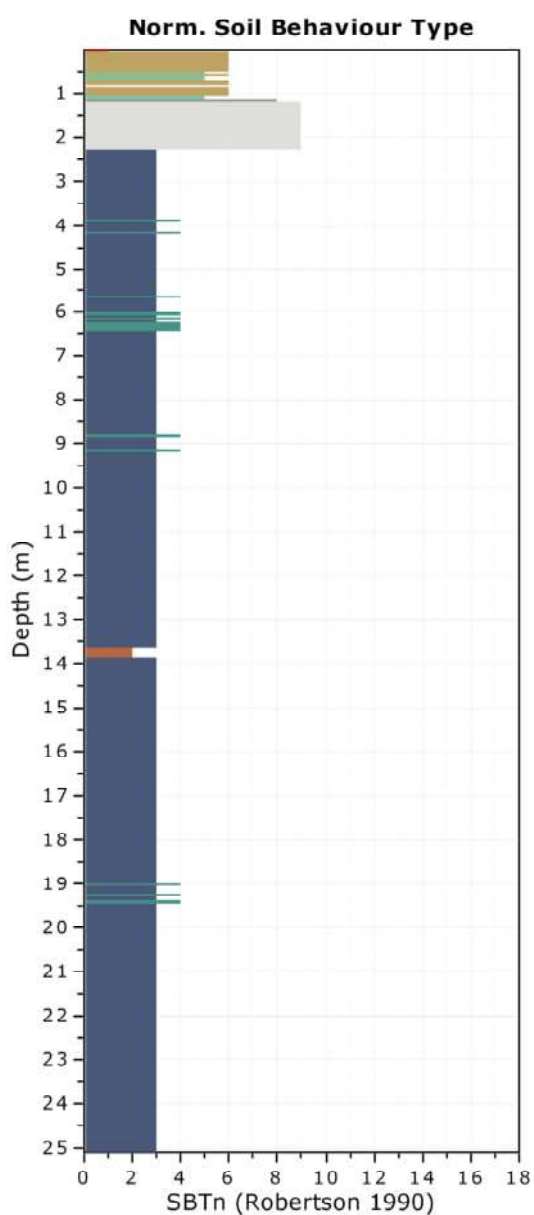
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

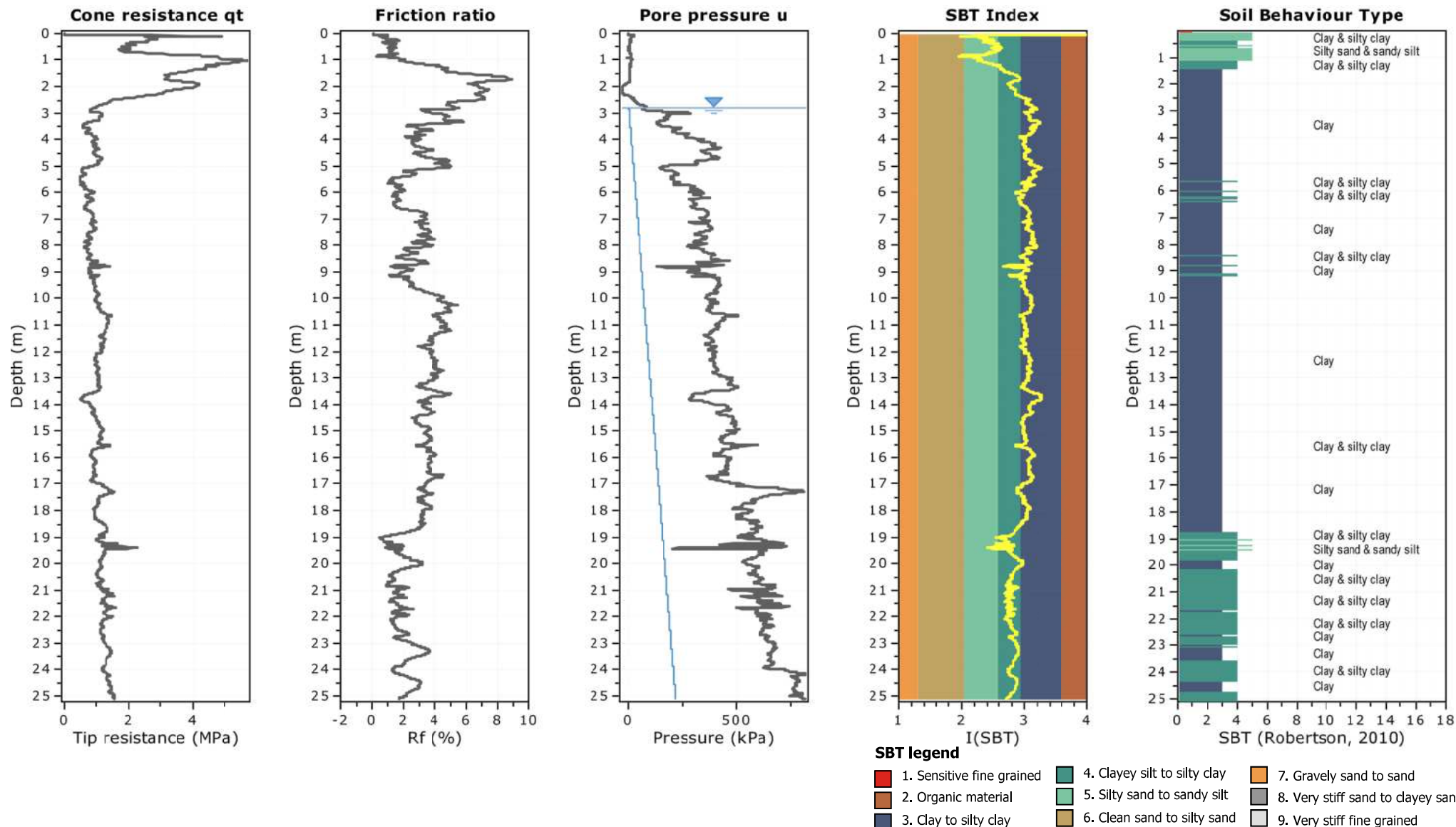
SBT - Bq plots (normalized)

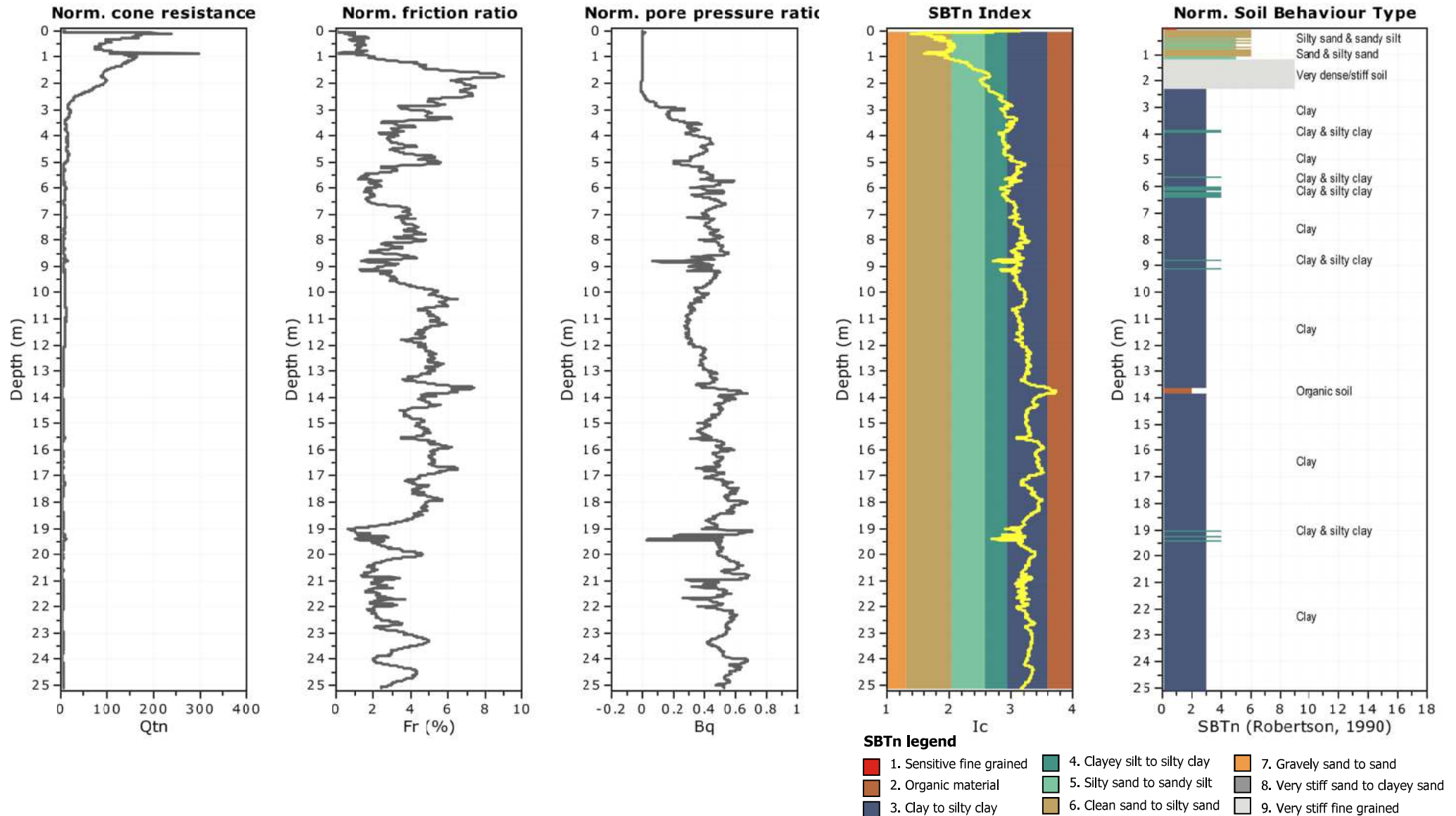


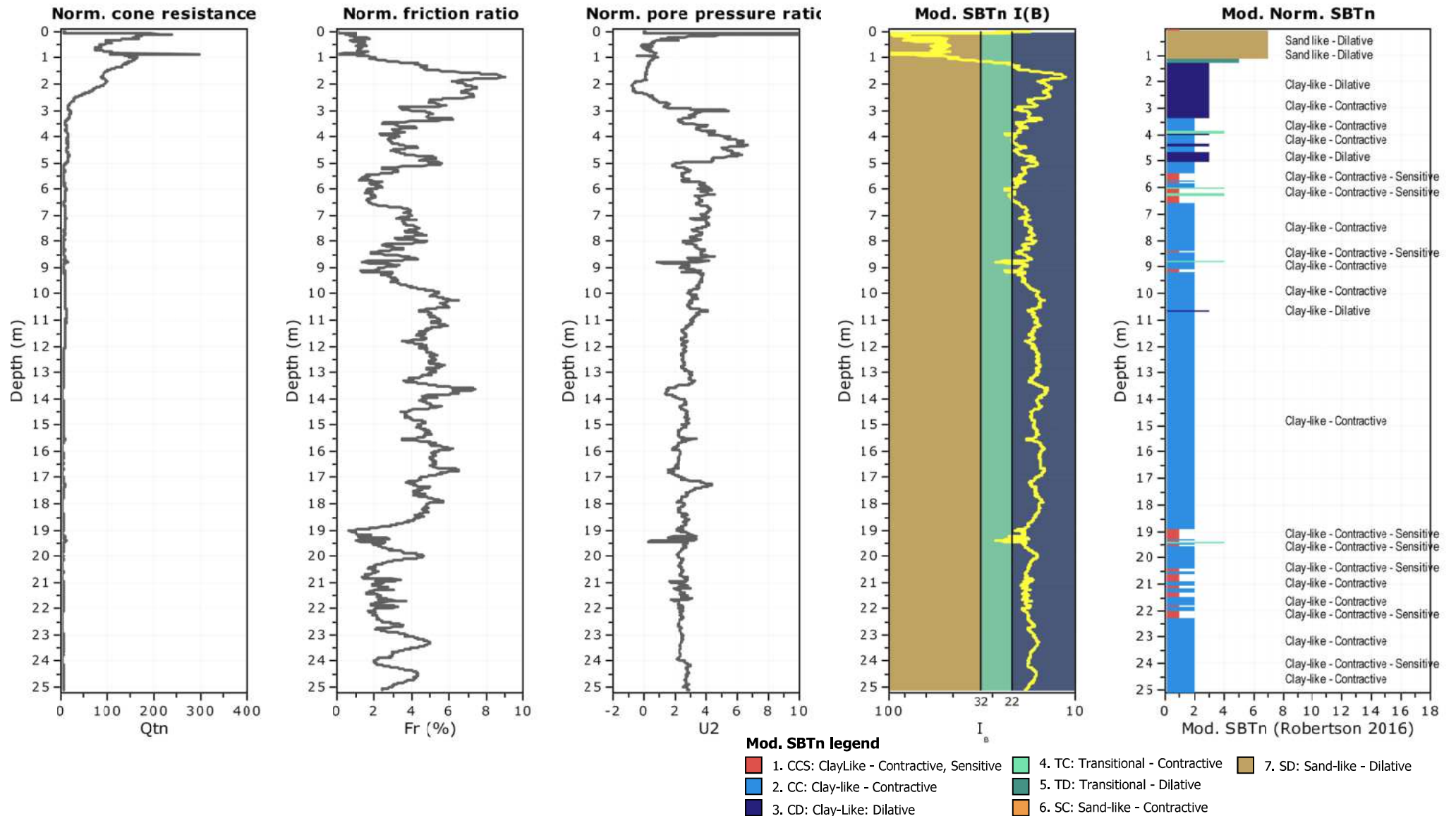
SBTn legend

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

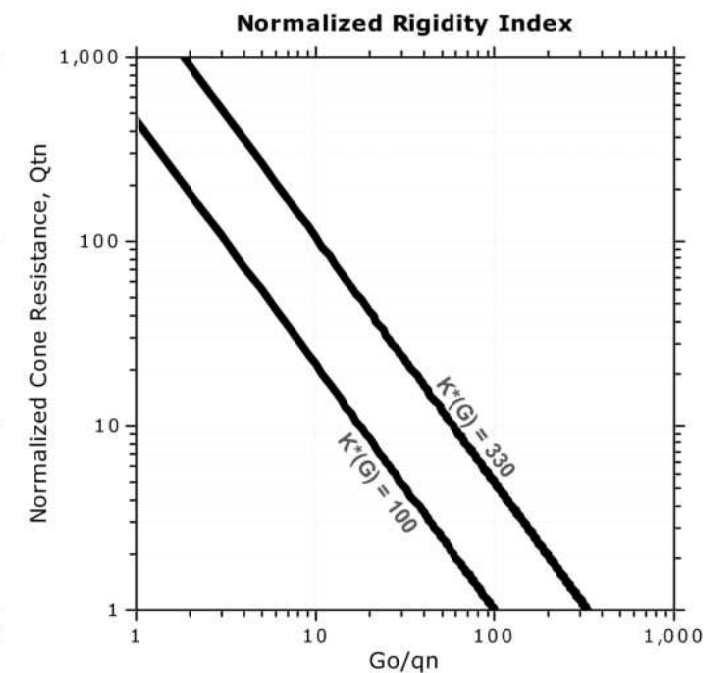
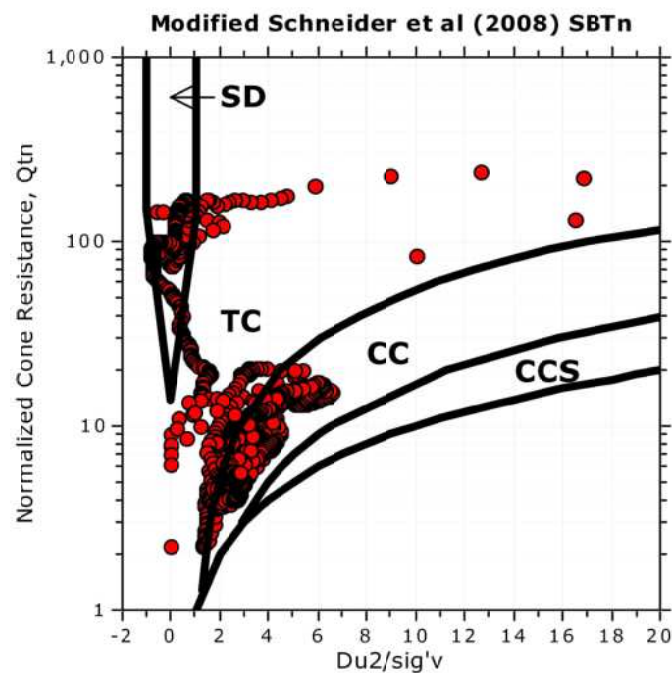
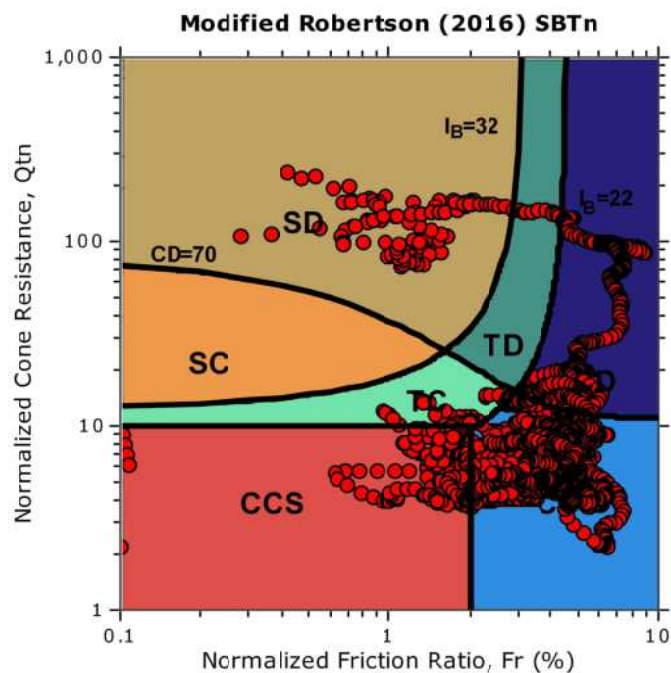






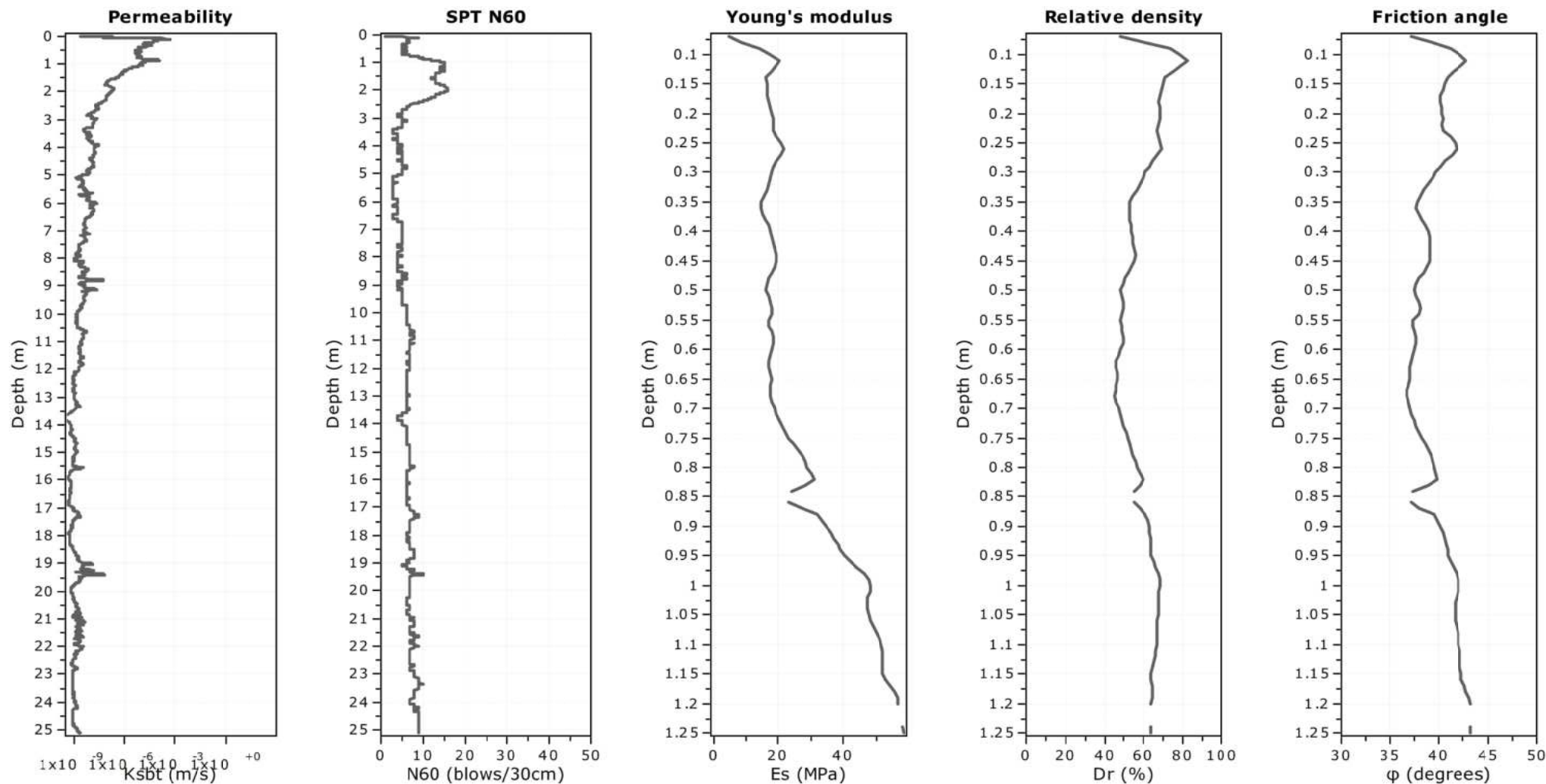


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

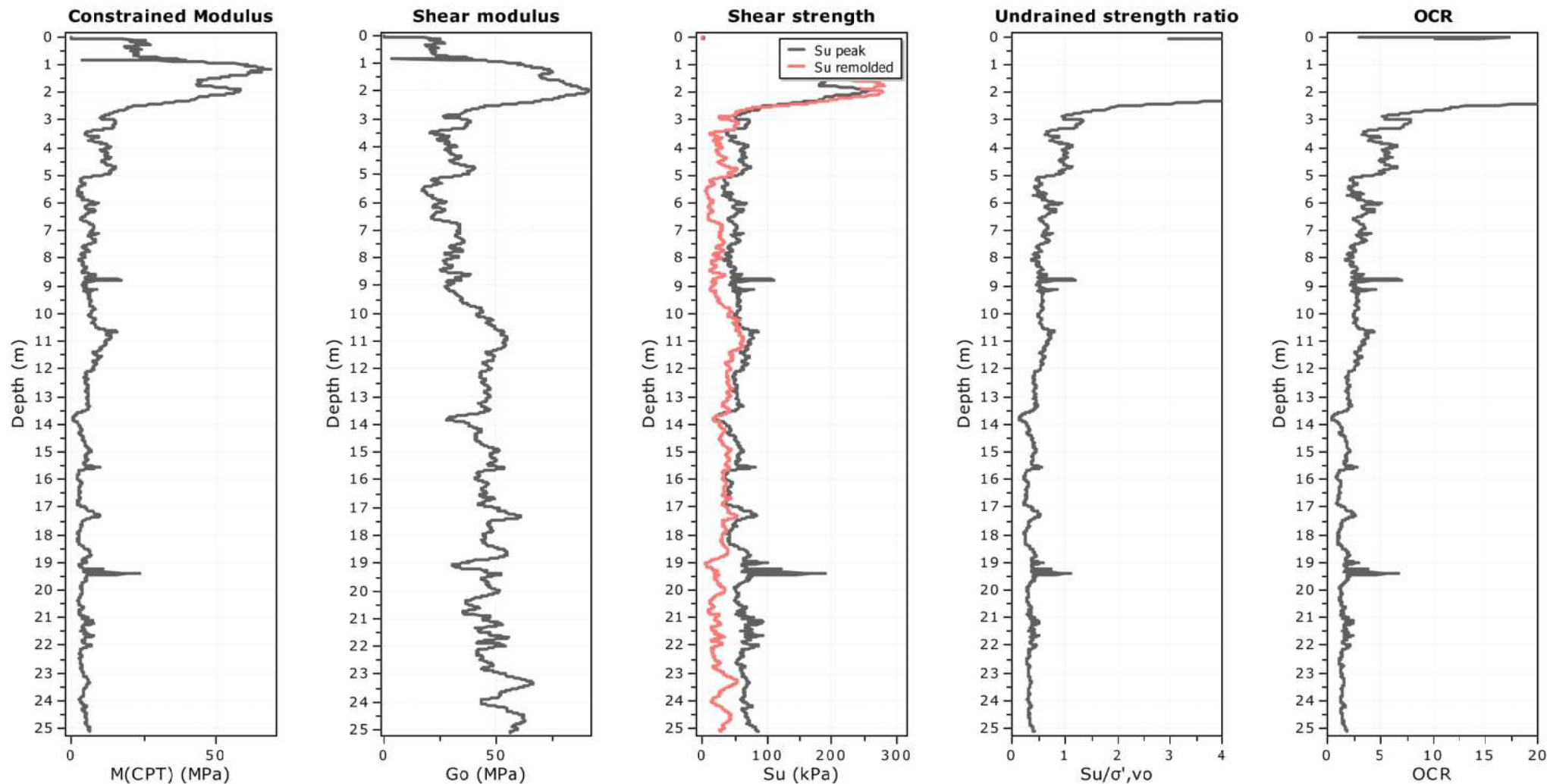
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

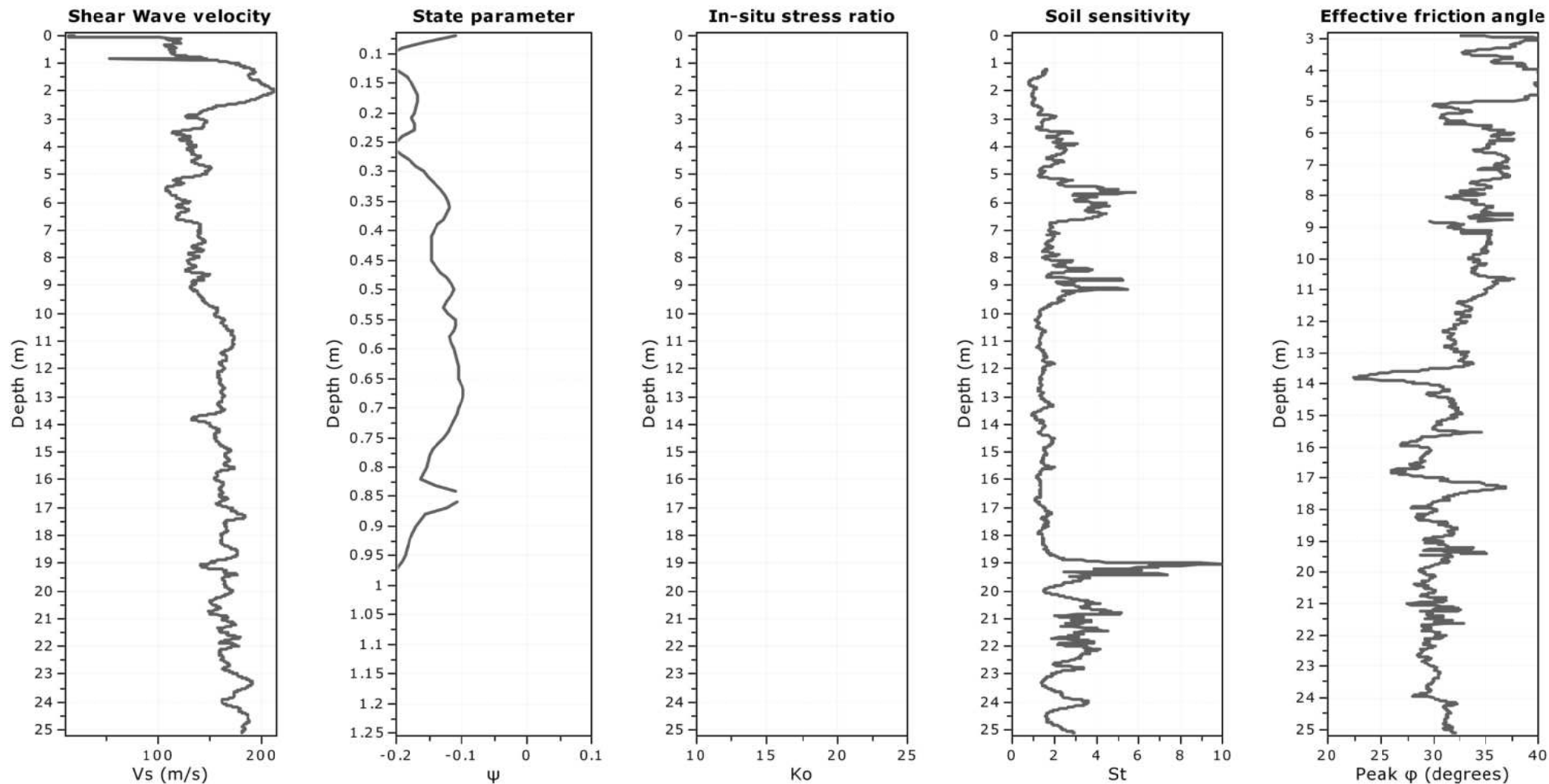
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data



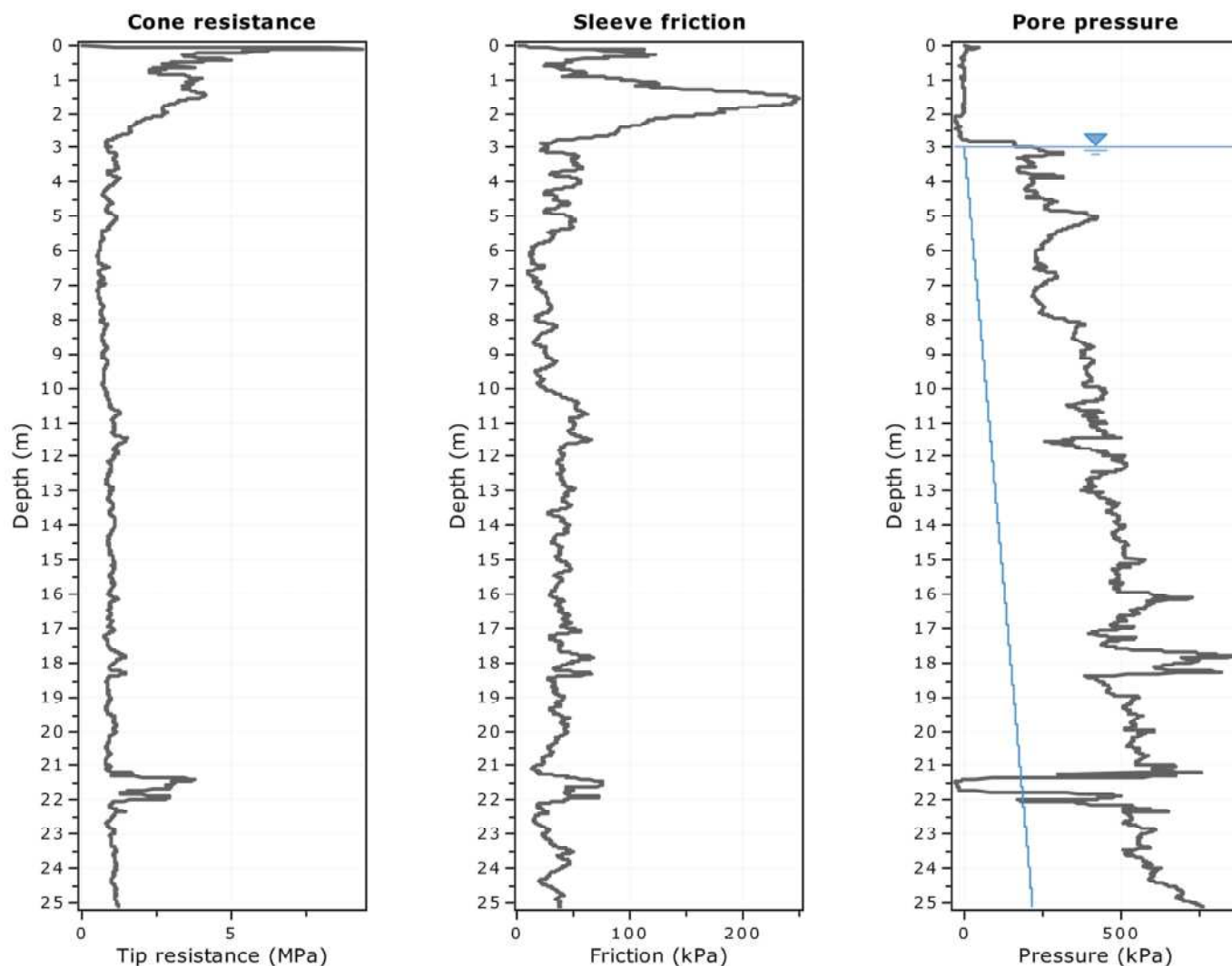
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

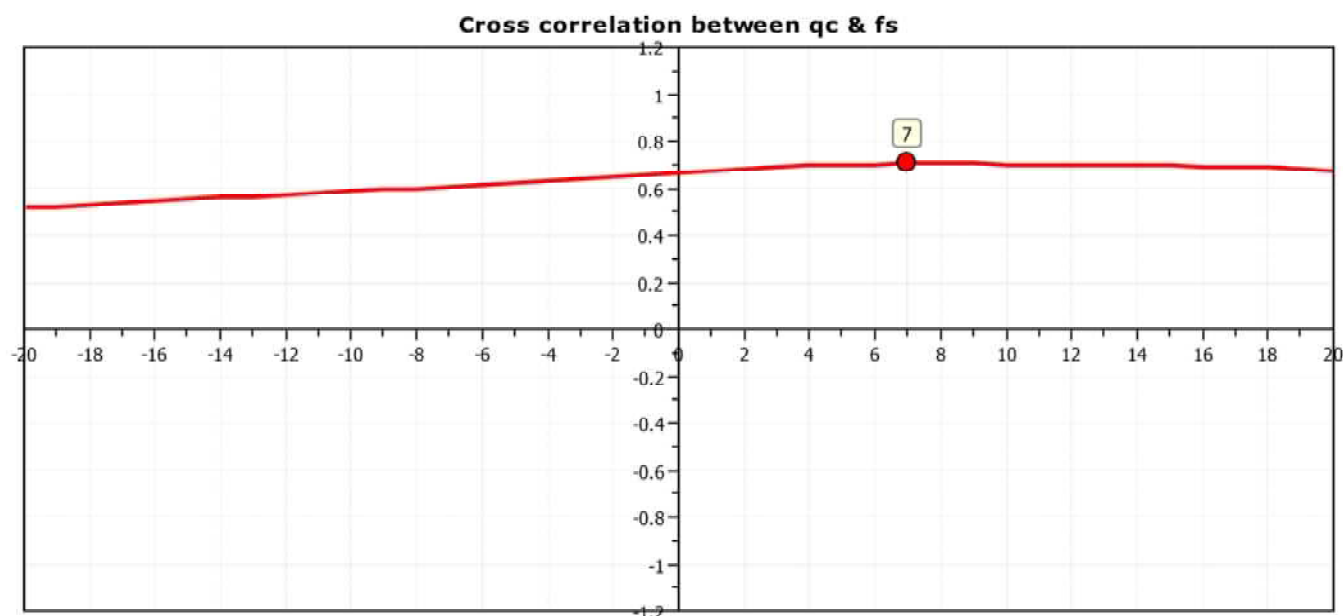
—●— User defined estimation data

Project: Progetto C4 - PAI Parma

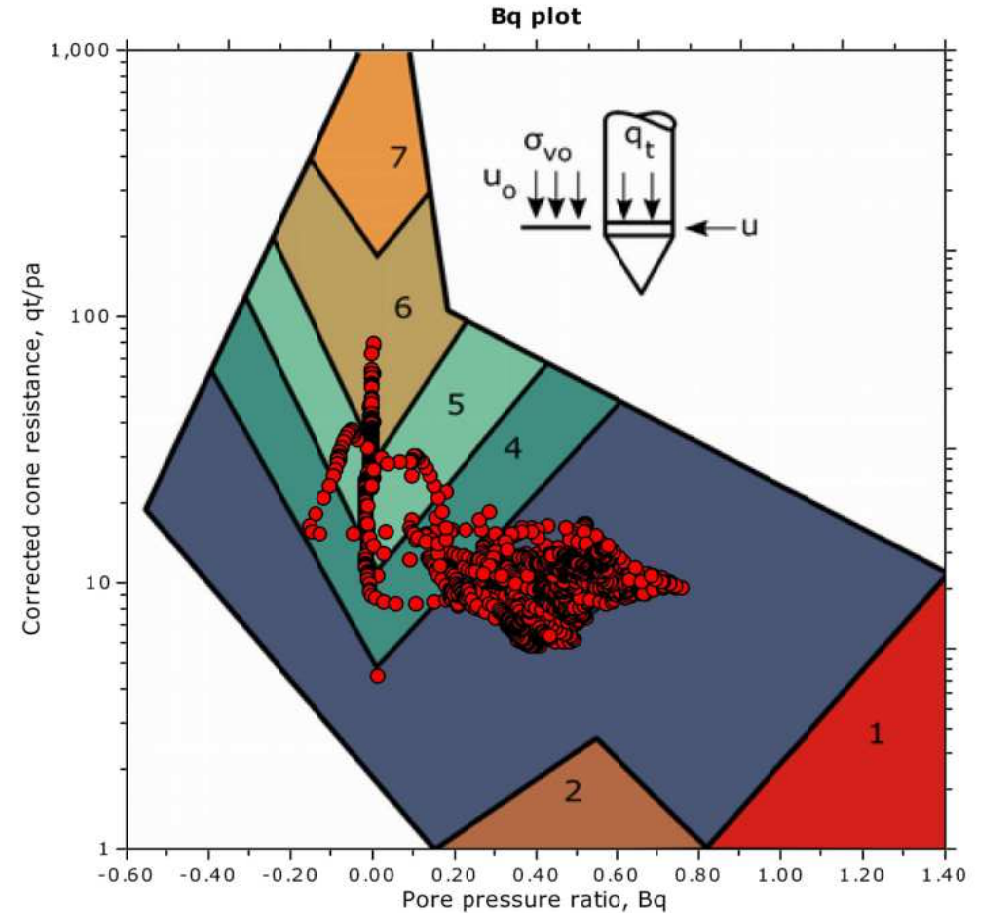
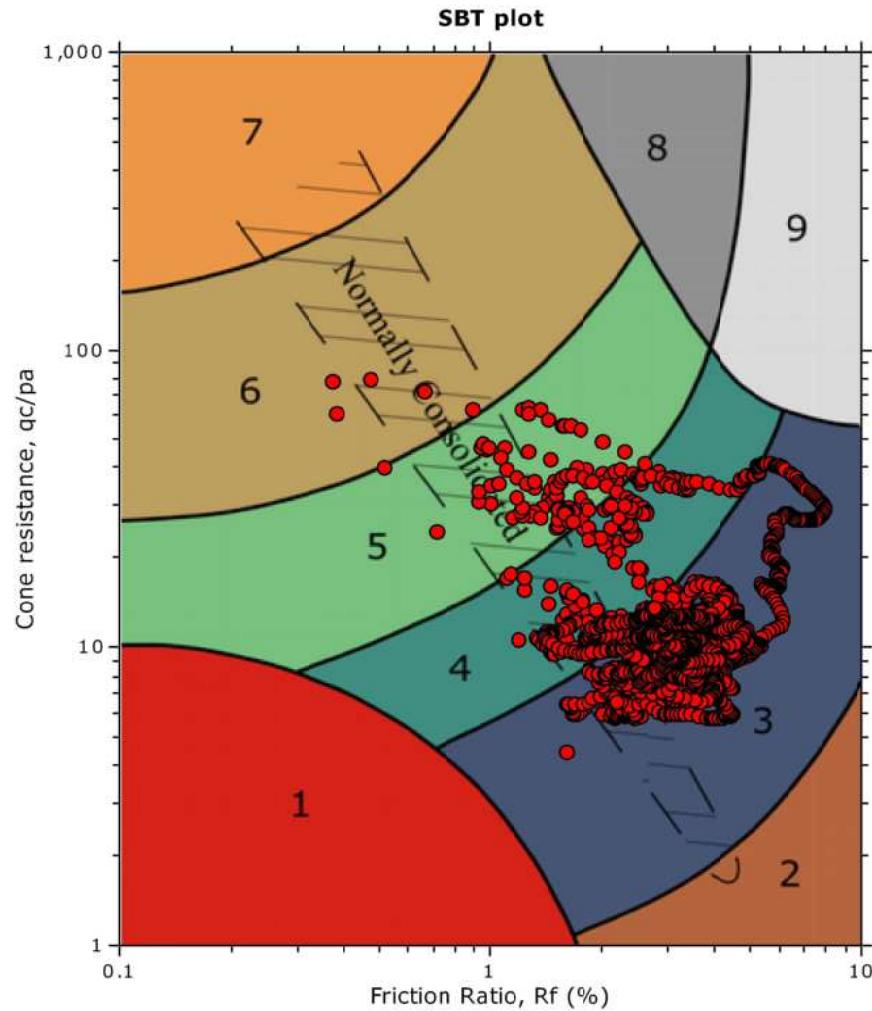
Location: Parma via Ugozzolo



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



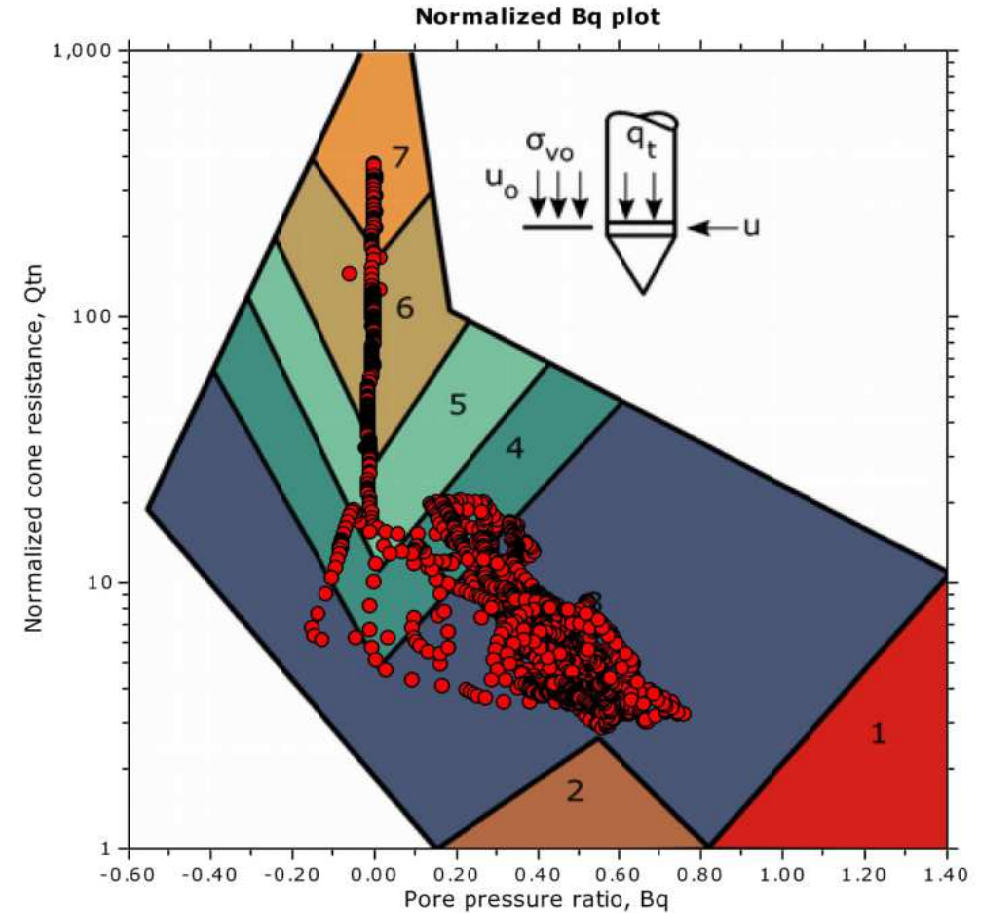
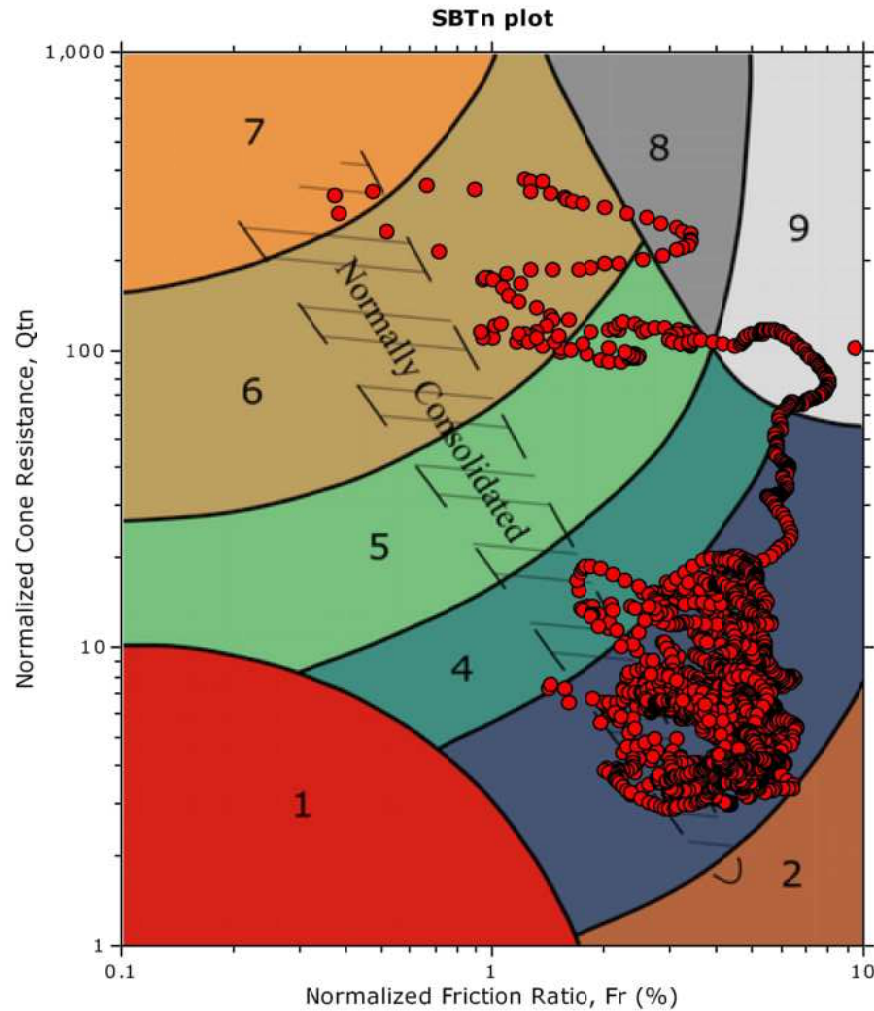
SBT - Bq plots



SBT legend

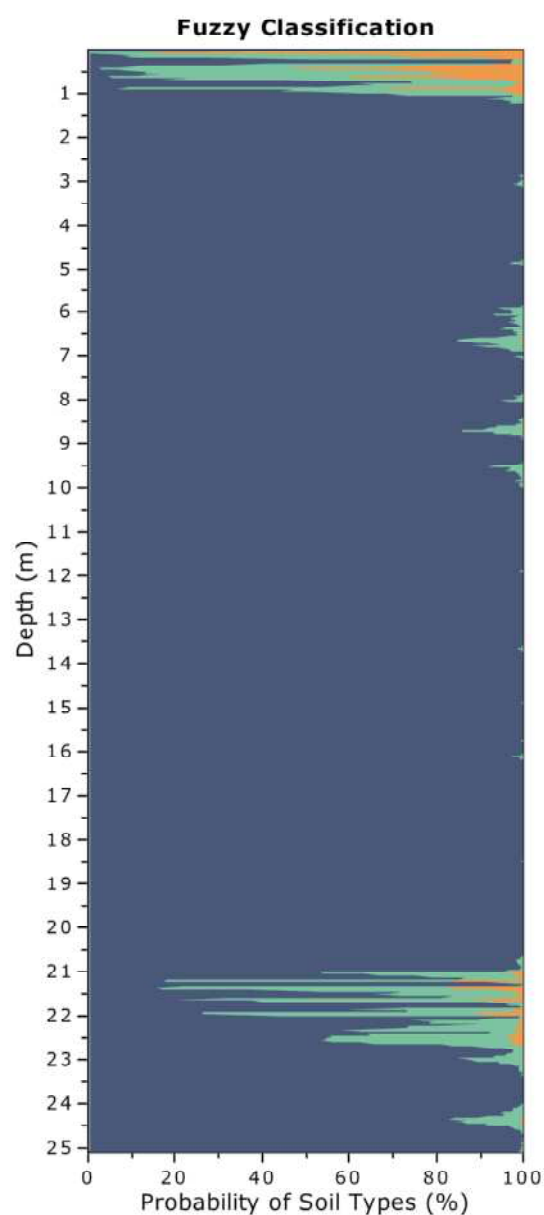
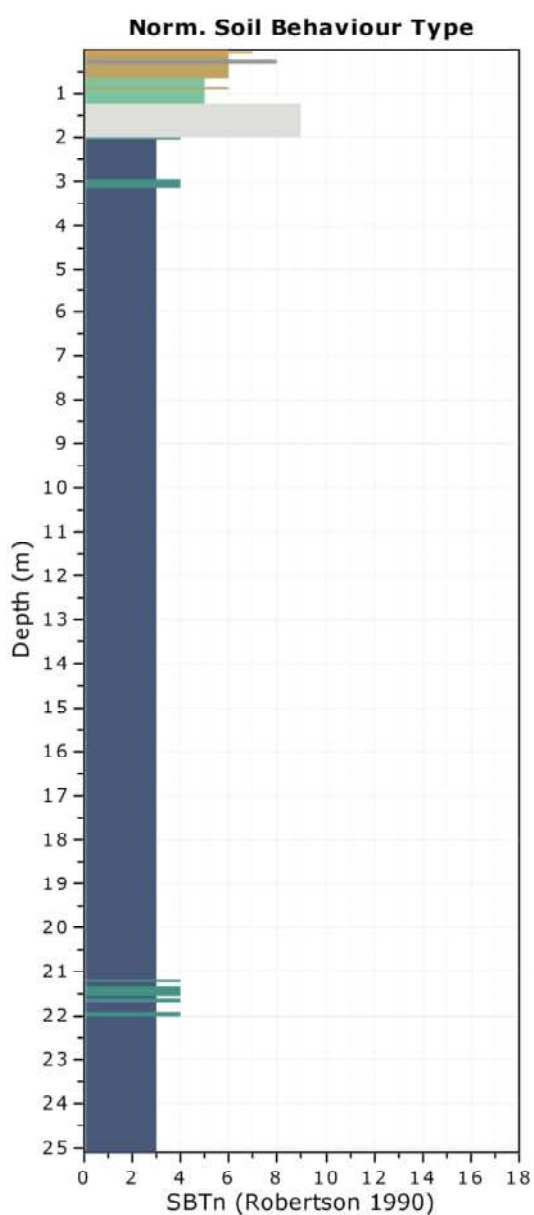
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

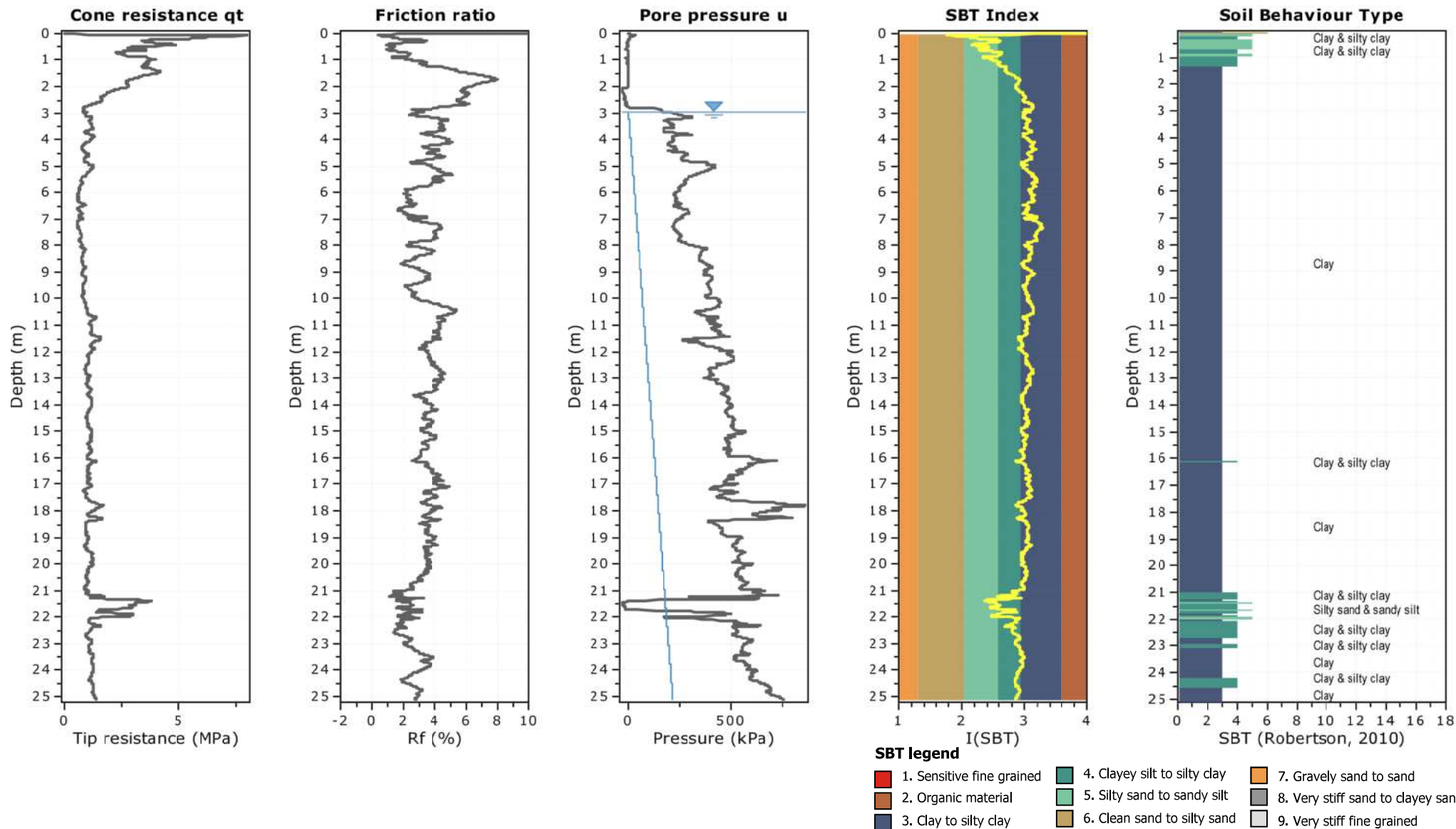
SBT - Bq plots (normalized)

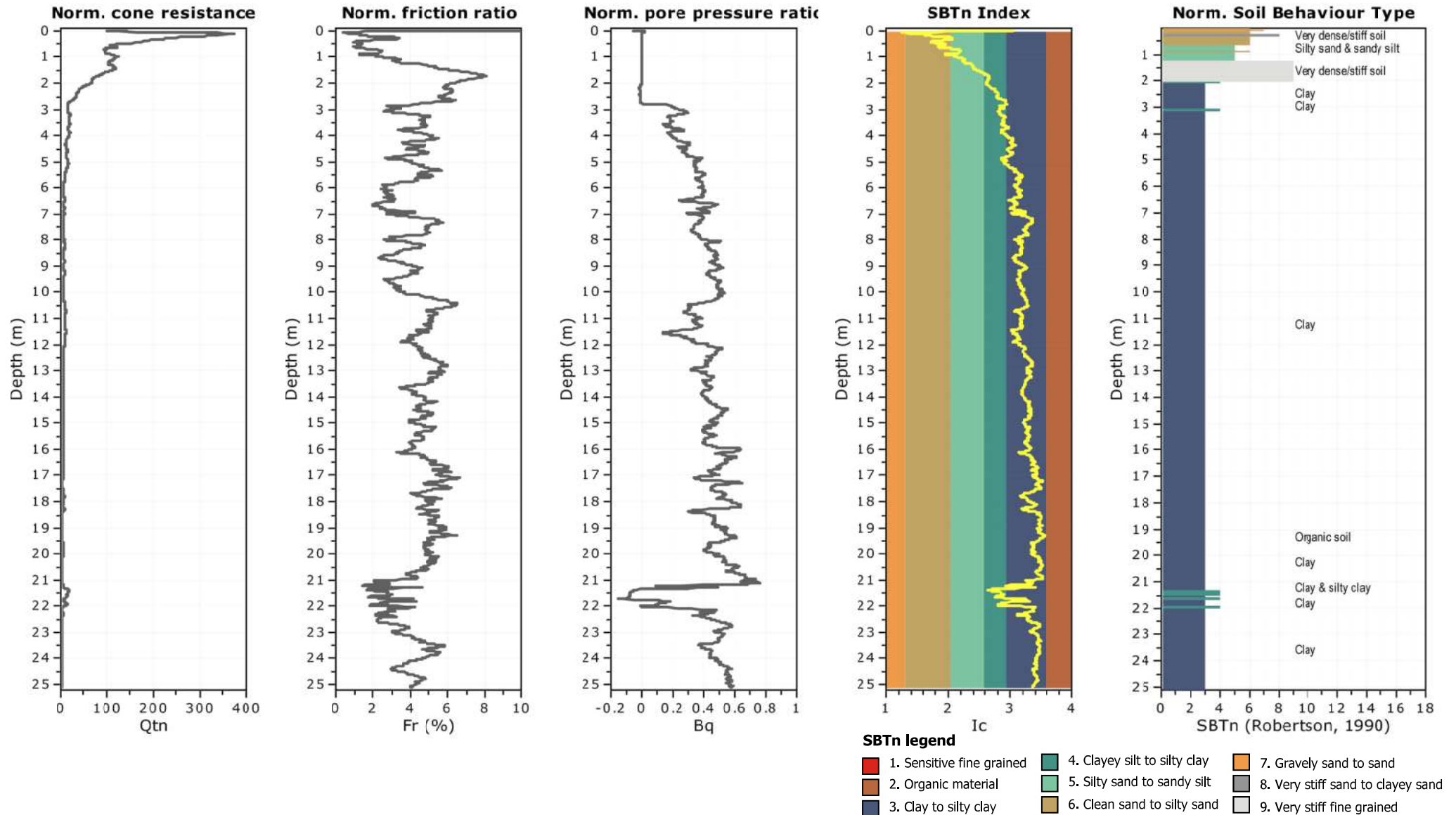


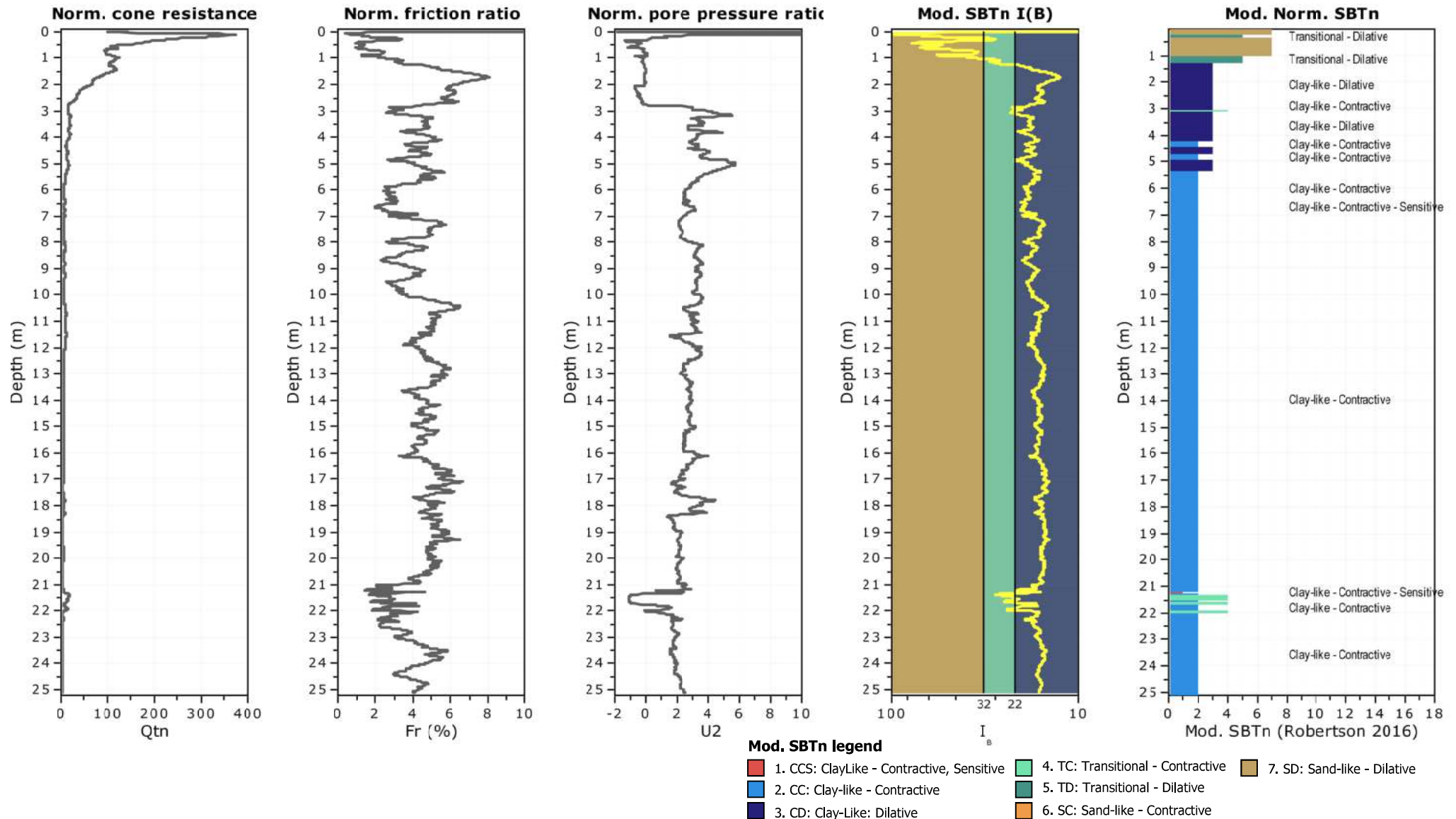
SBTn legend

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

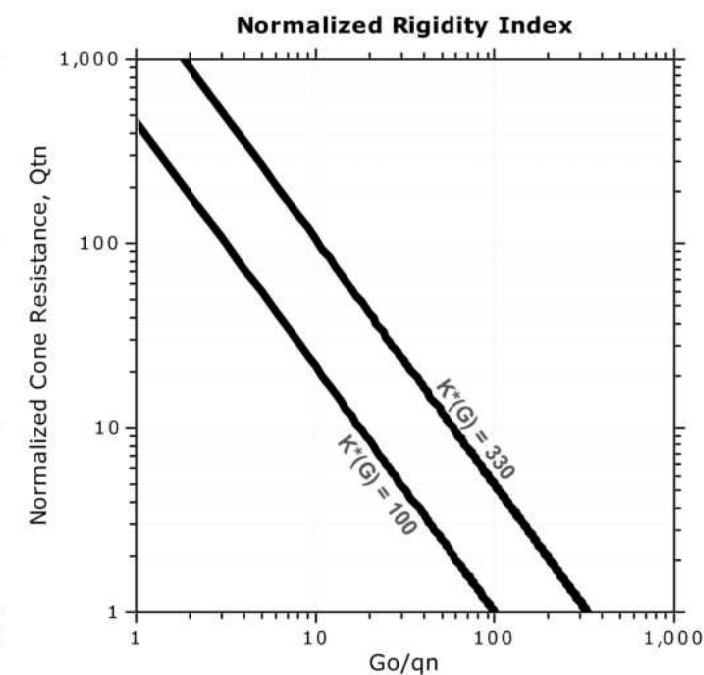
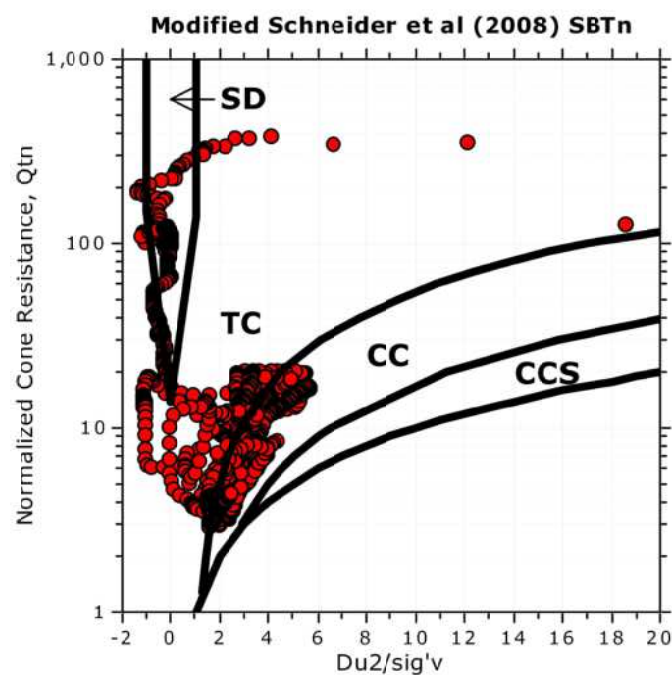
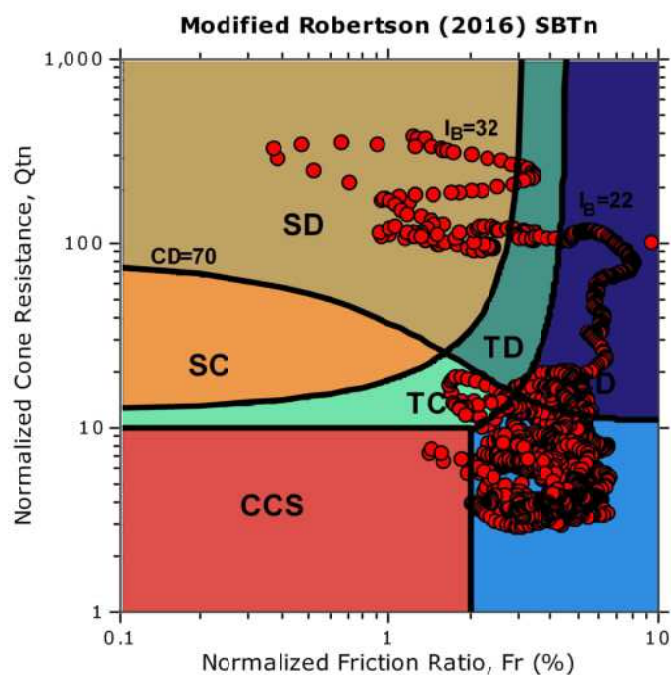






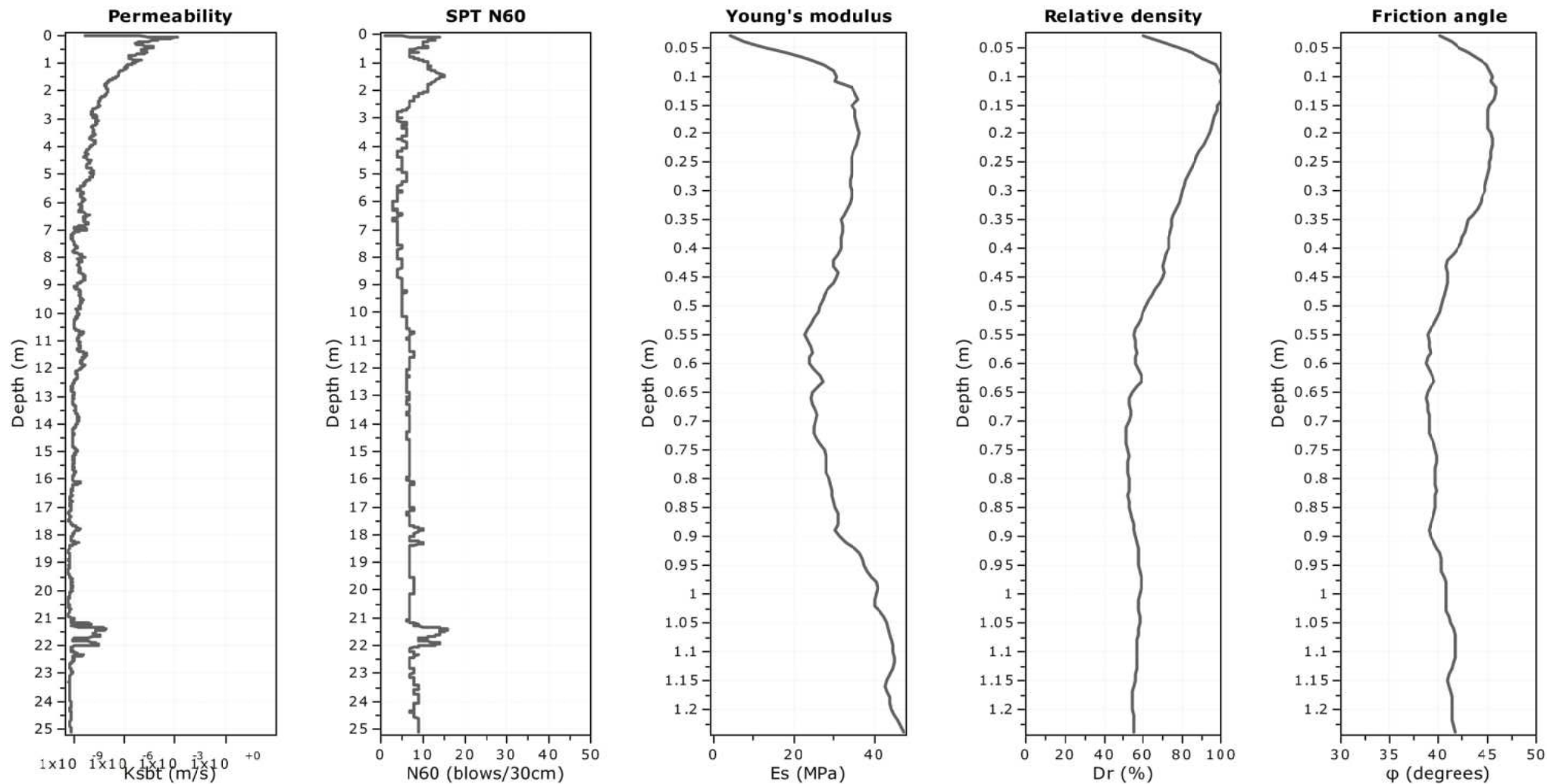


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

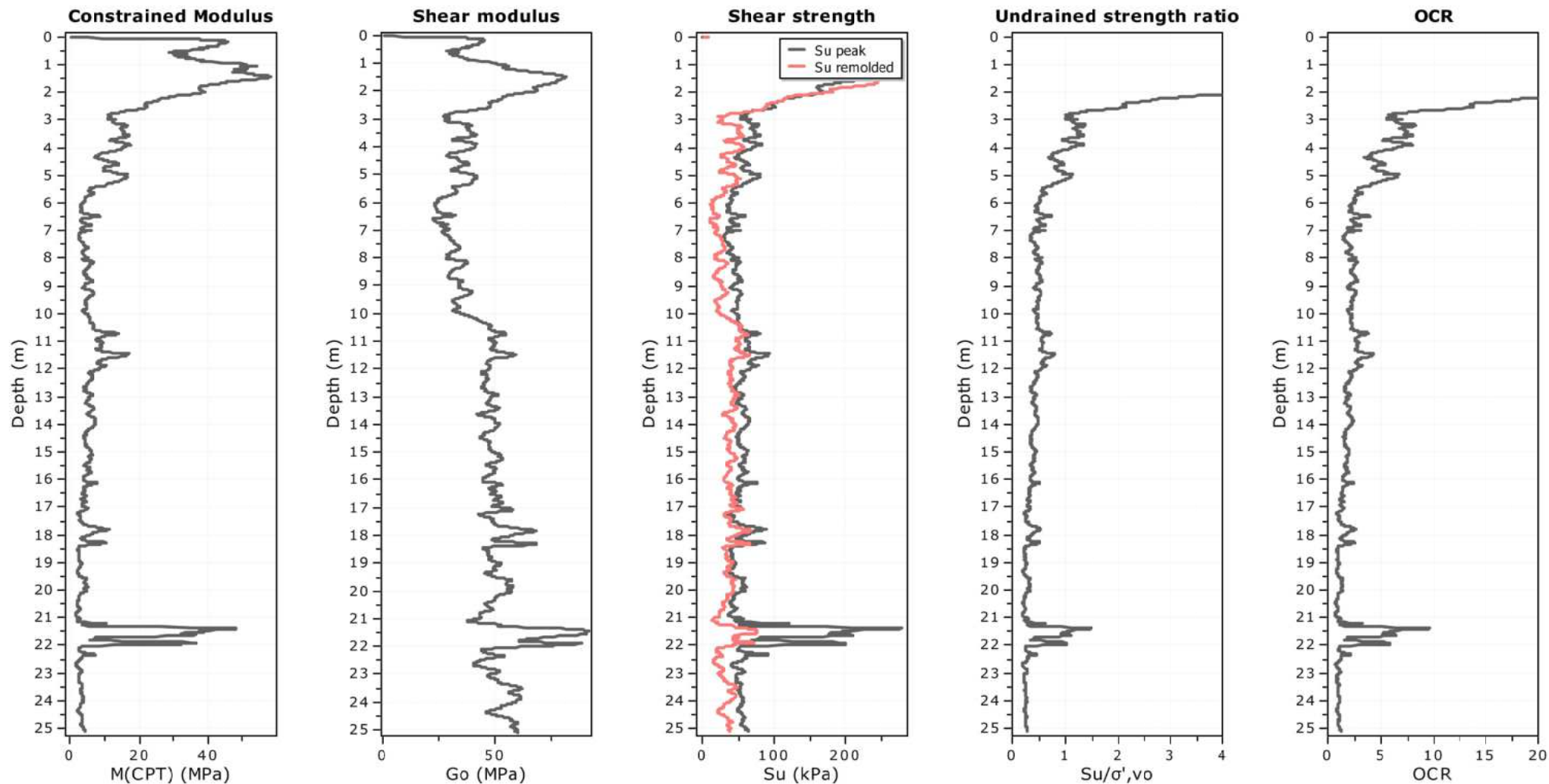
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

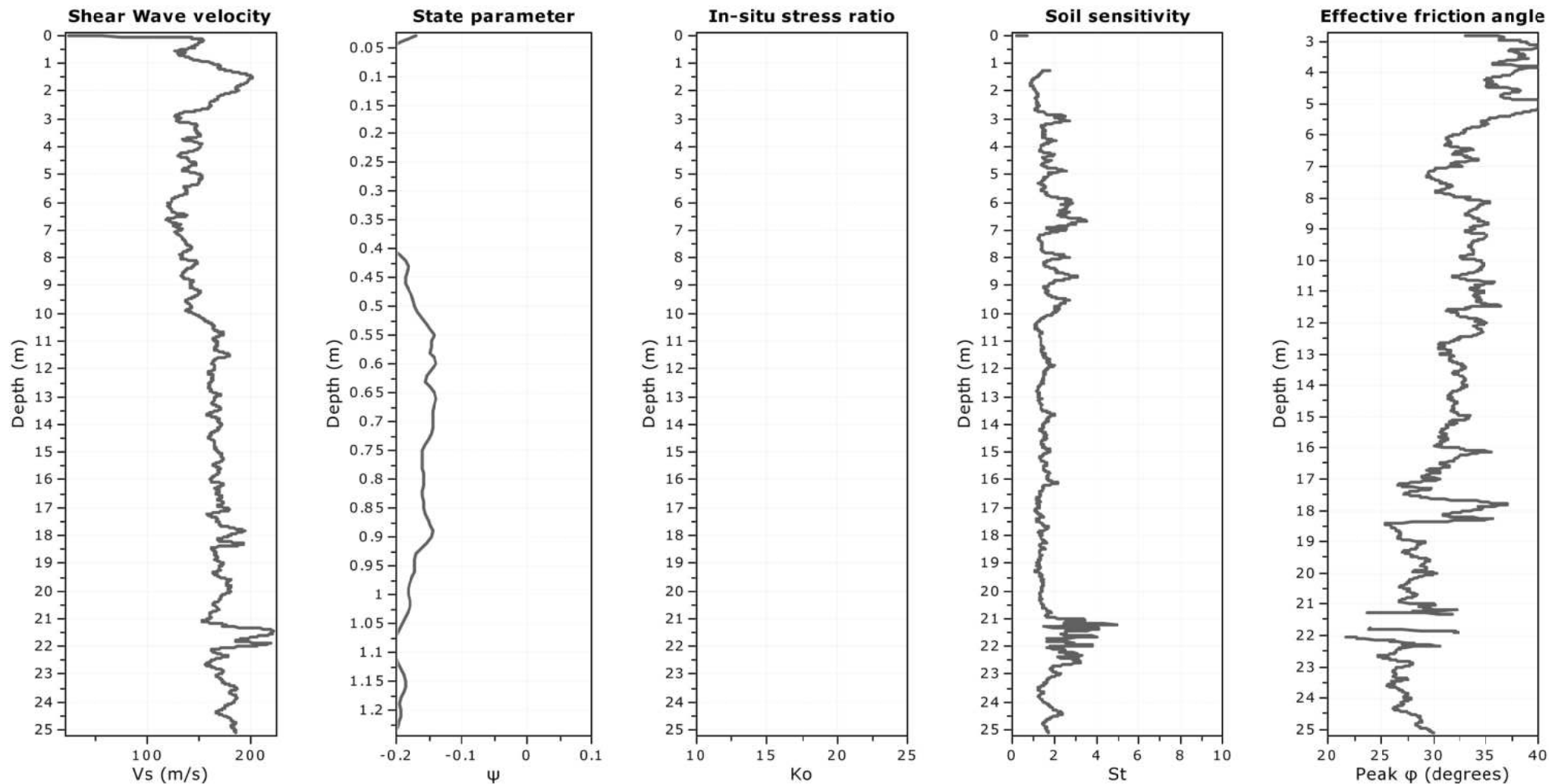
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

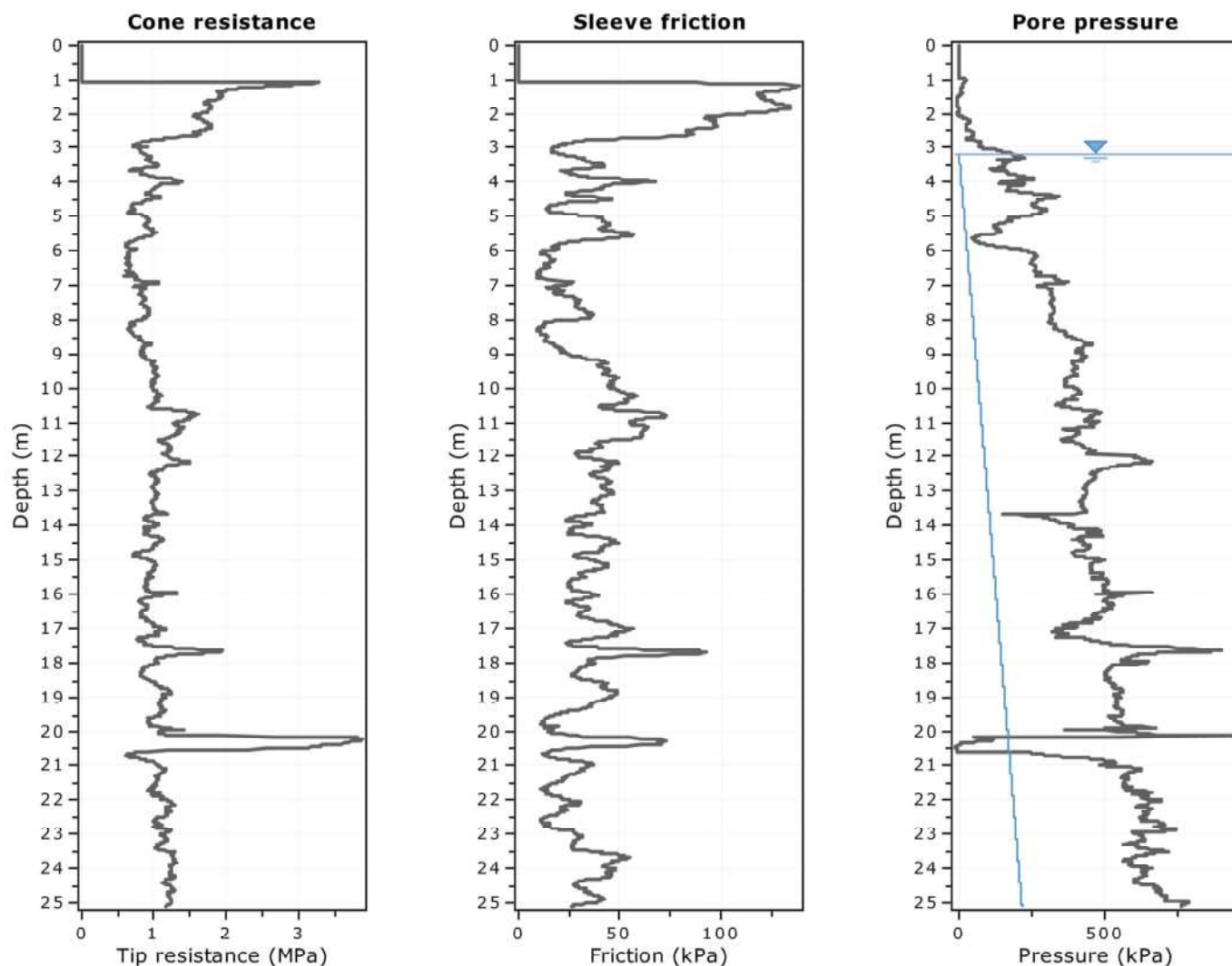
● Flat Dilatometer Test data



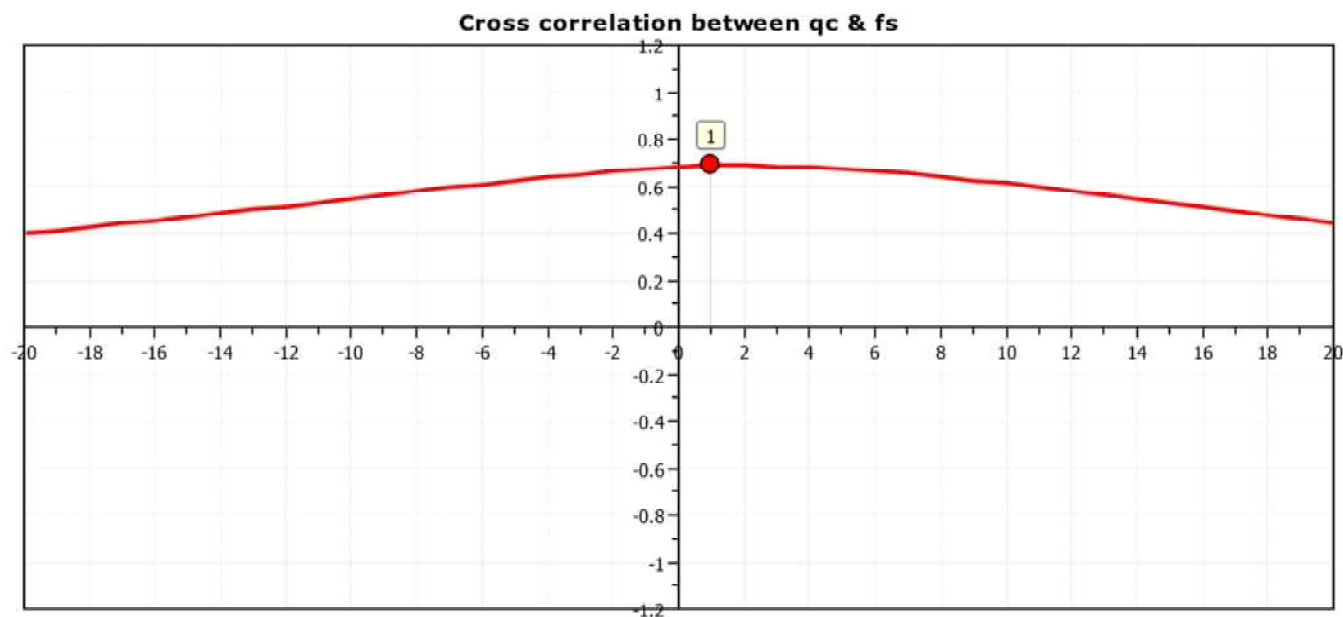
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

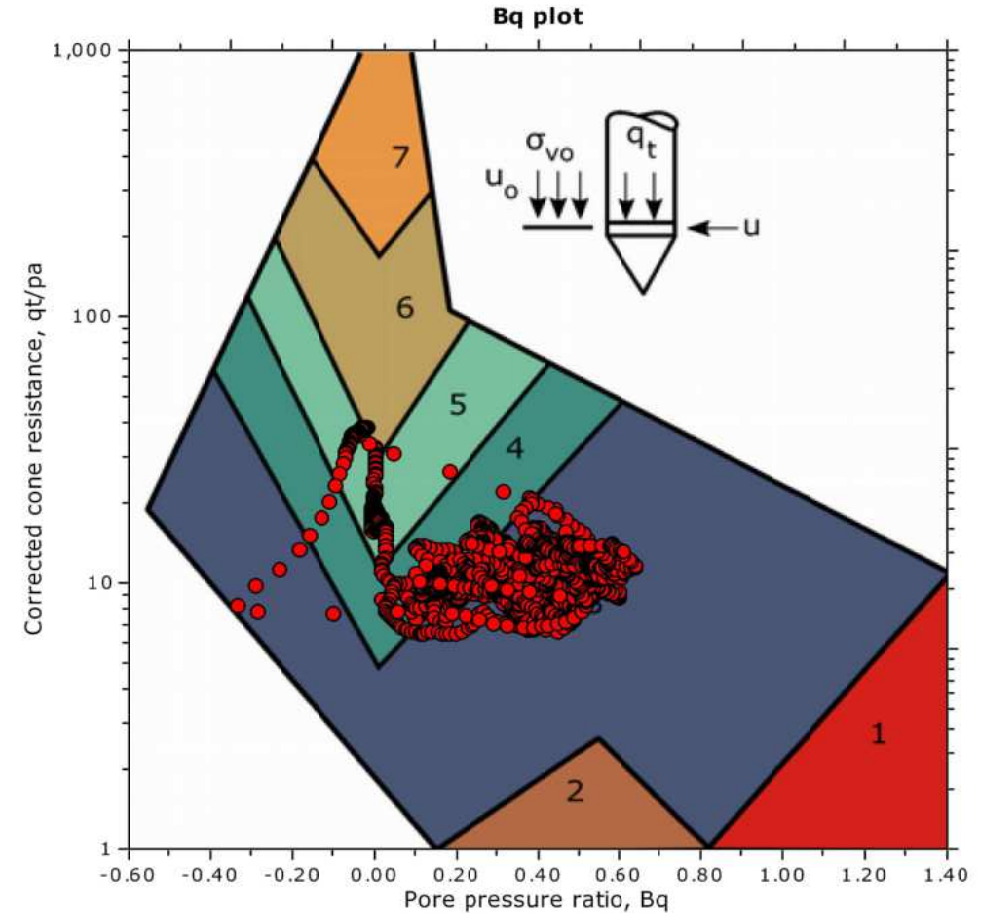
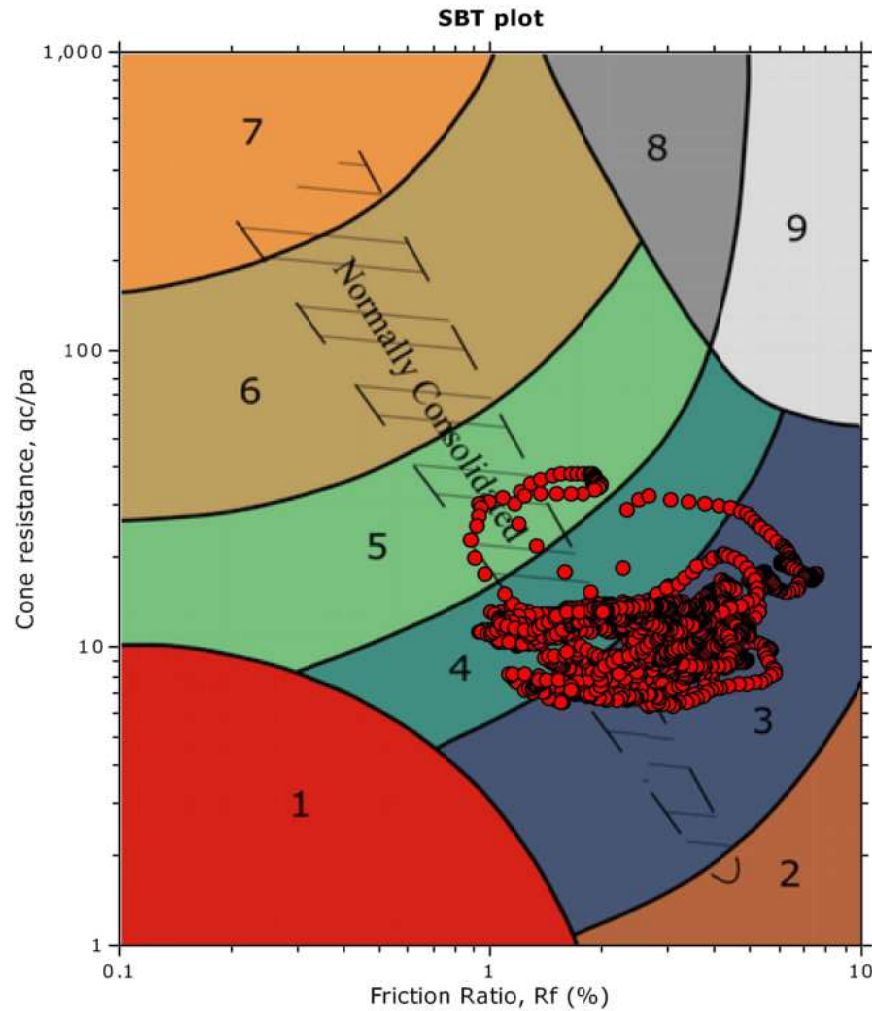
—●— User defined estimation data



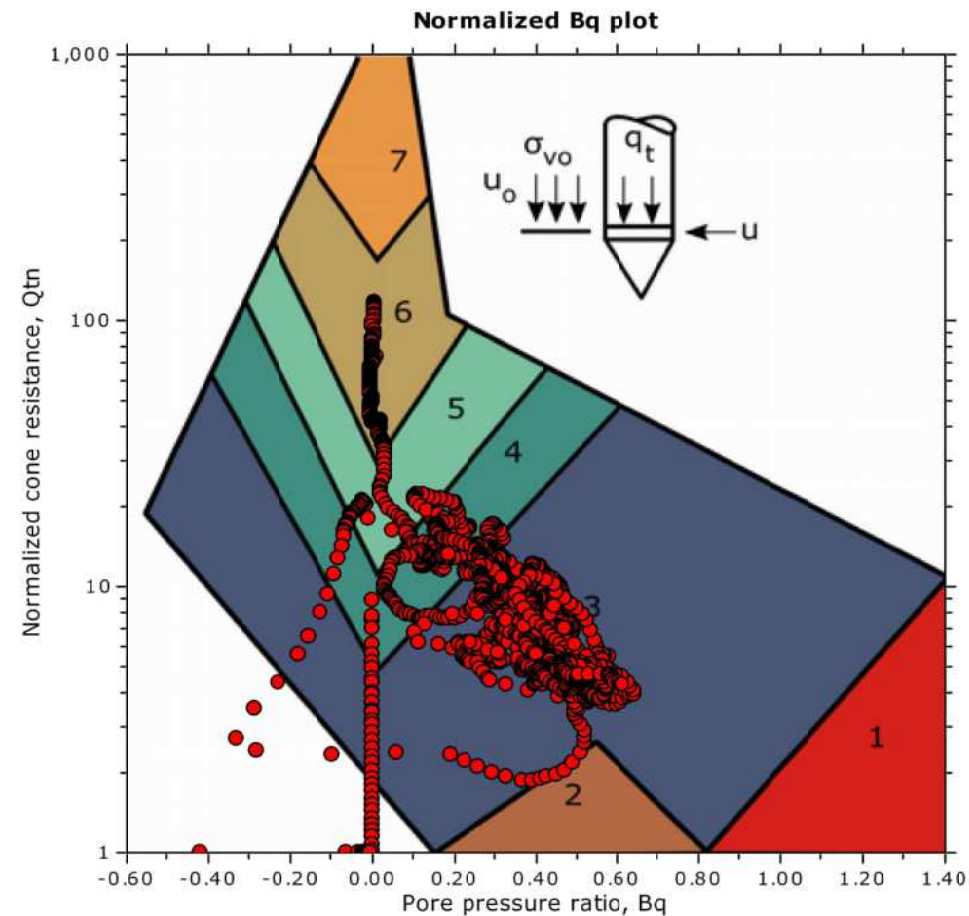
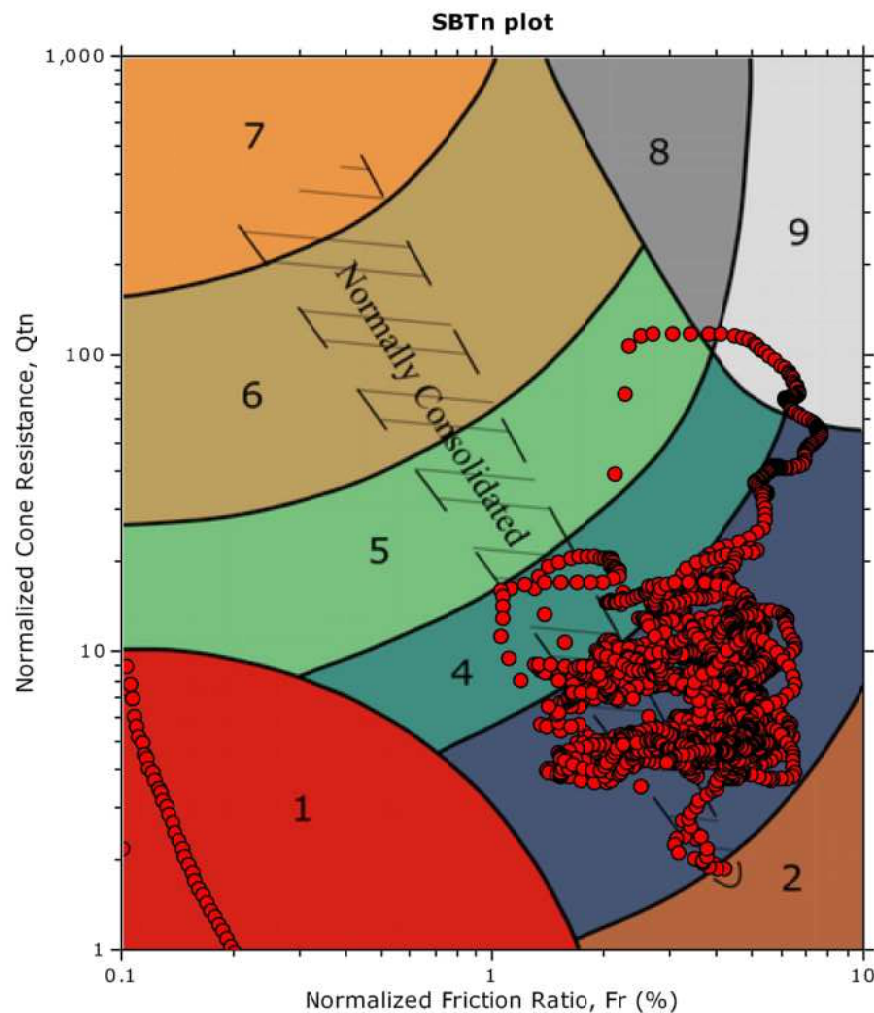
The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



SBT - Bq plots

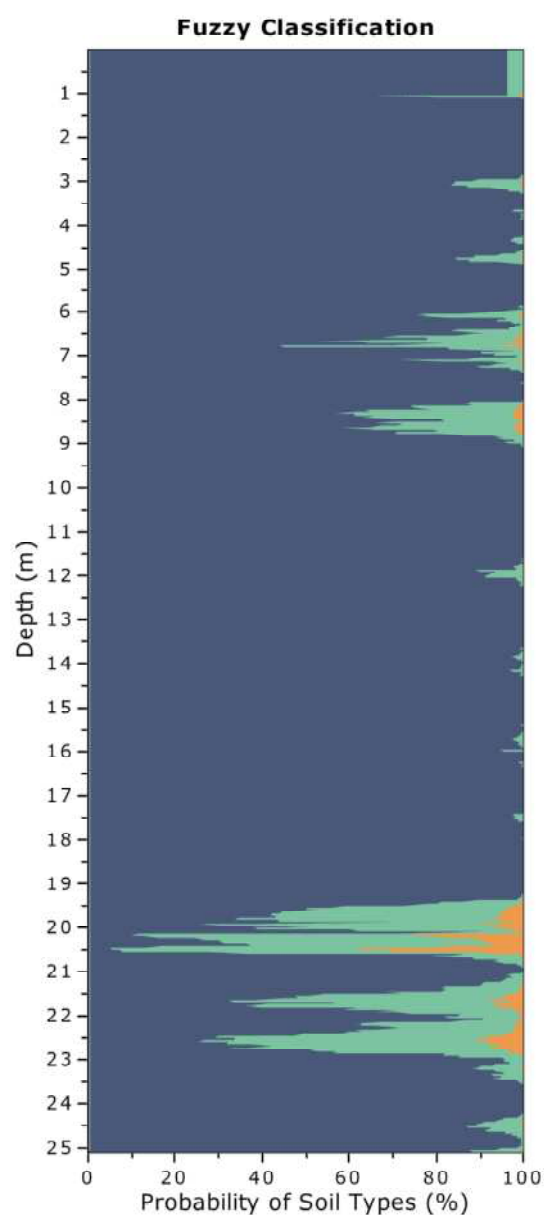
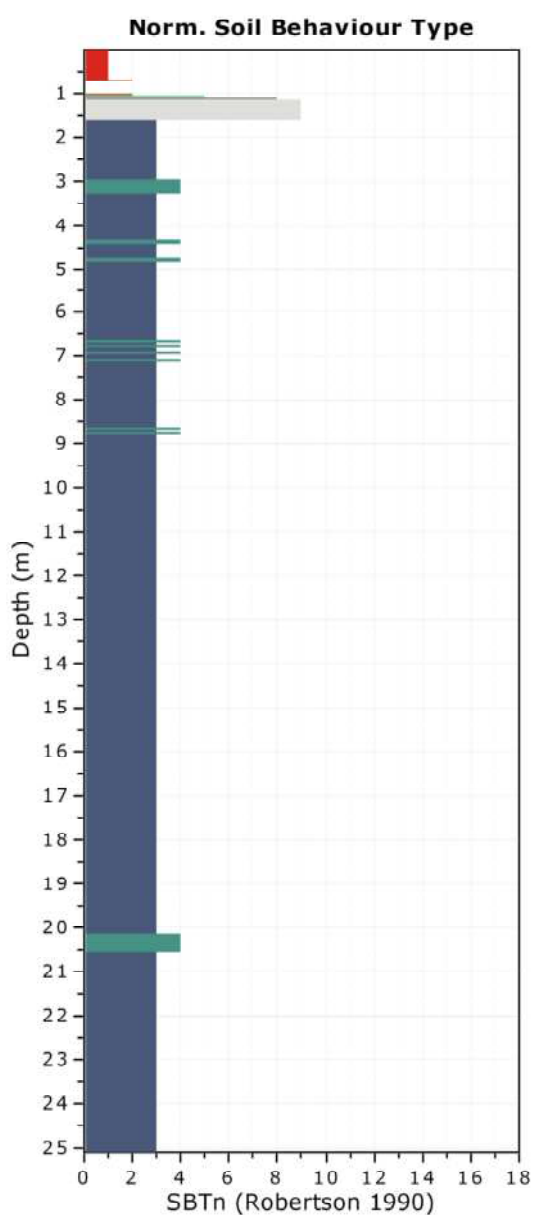


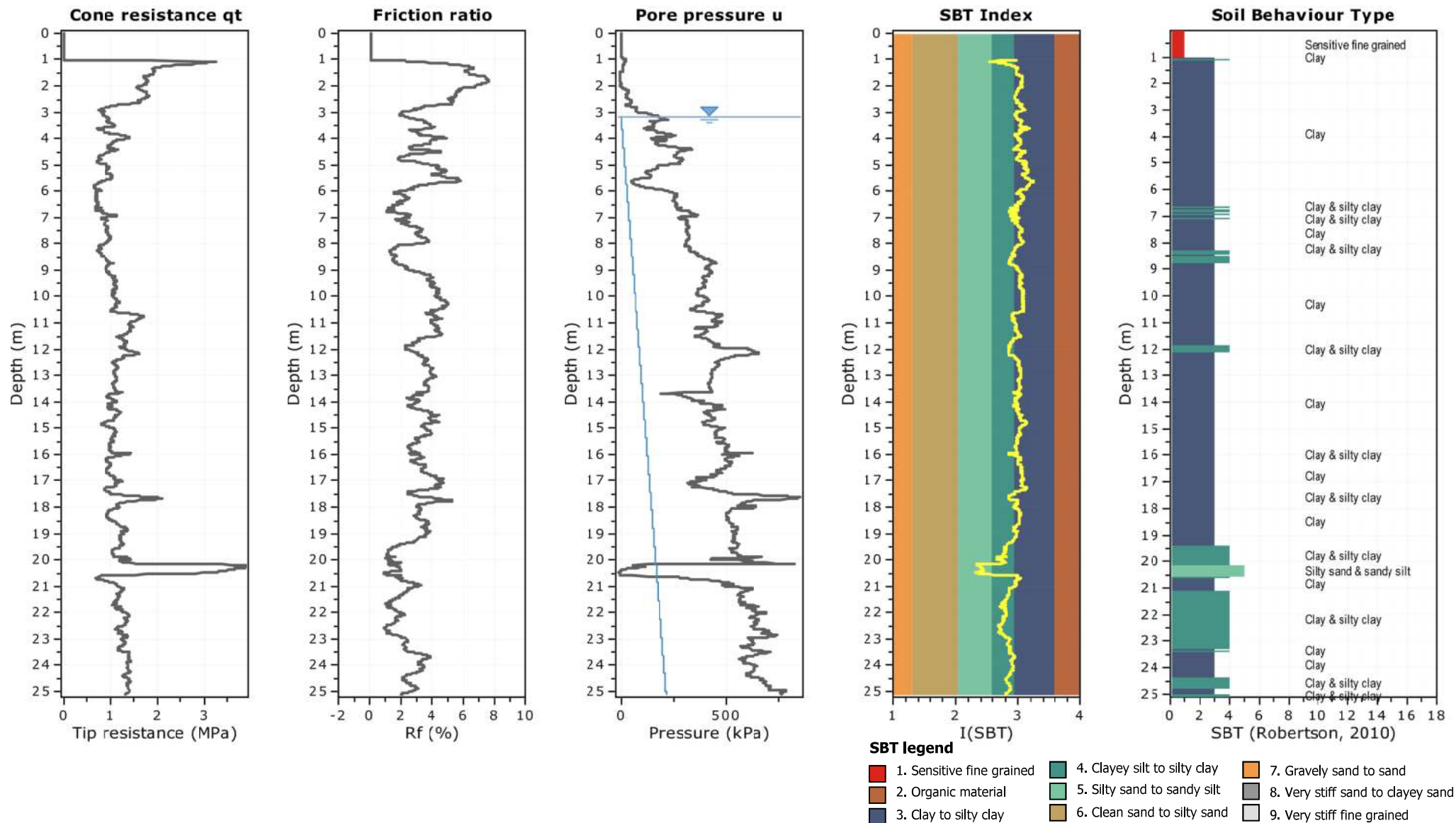
SBT - Bq plots (normalized)

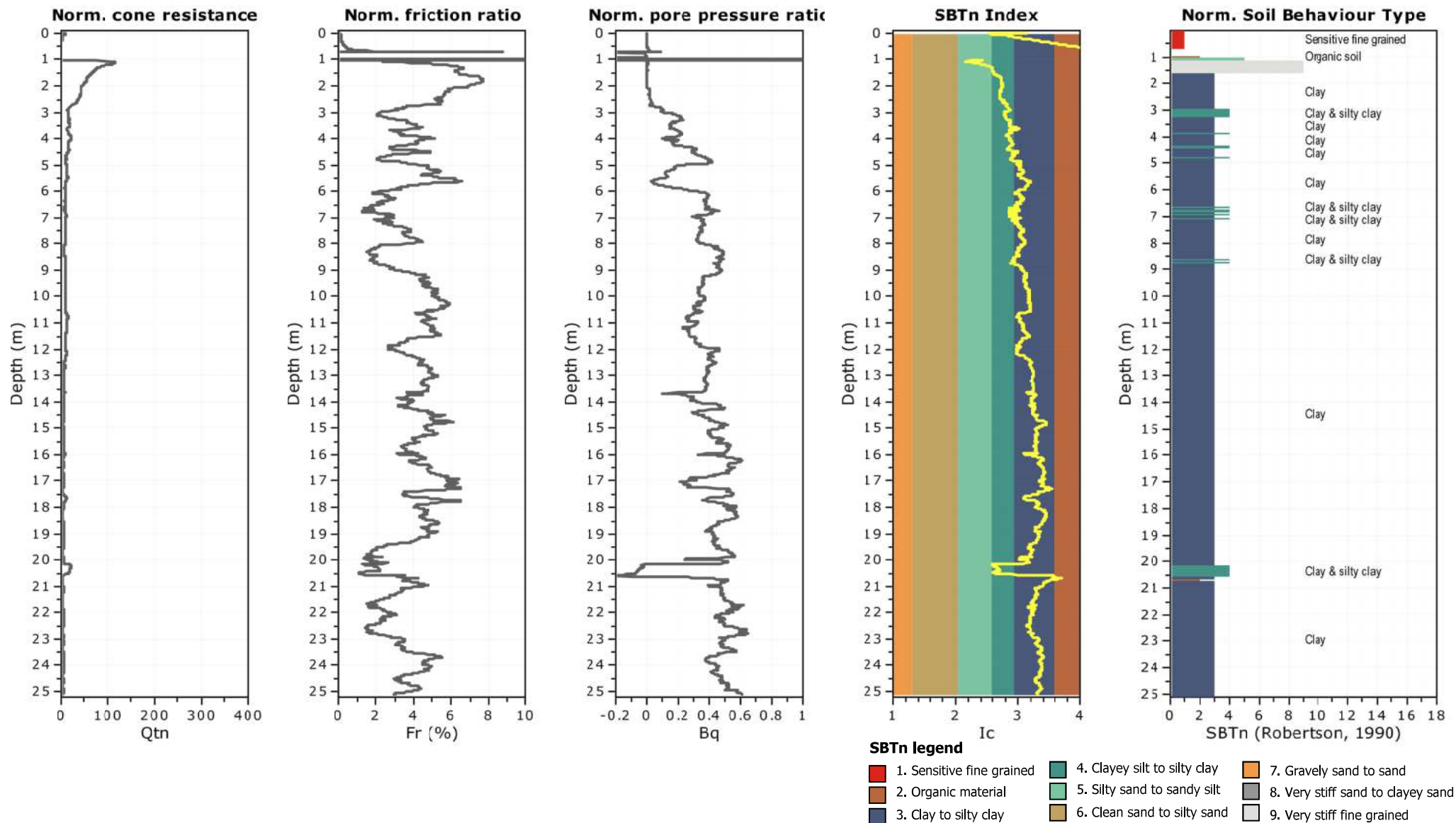


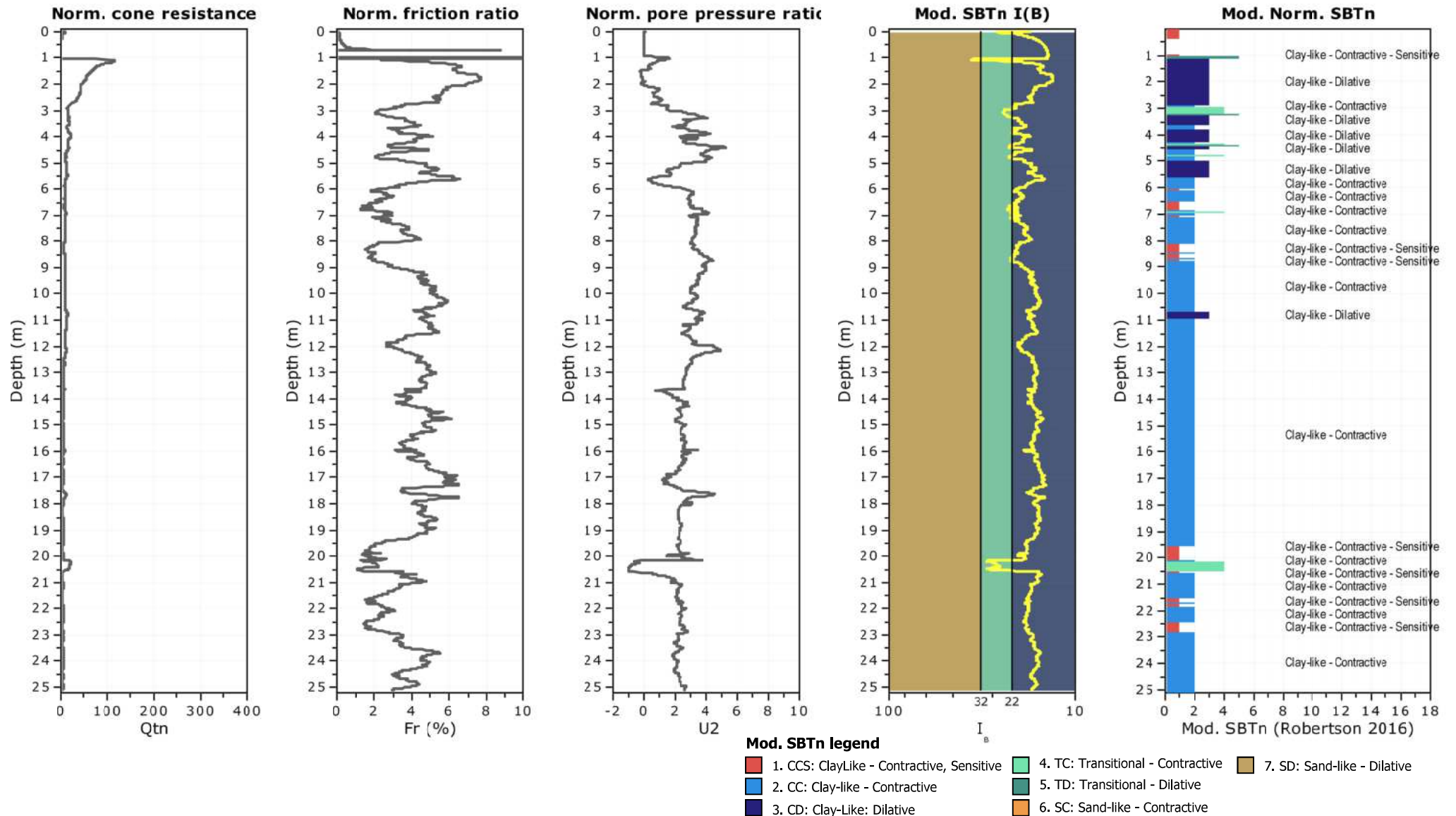
SBTn legend

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

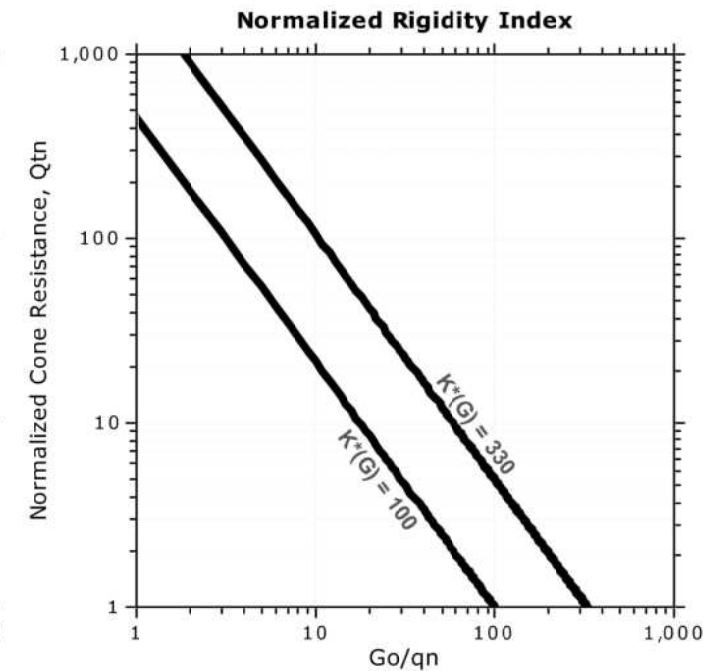
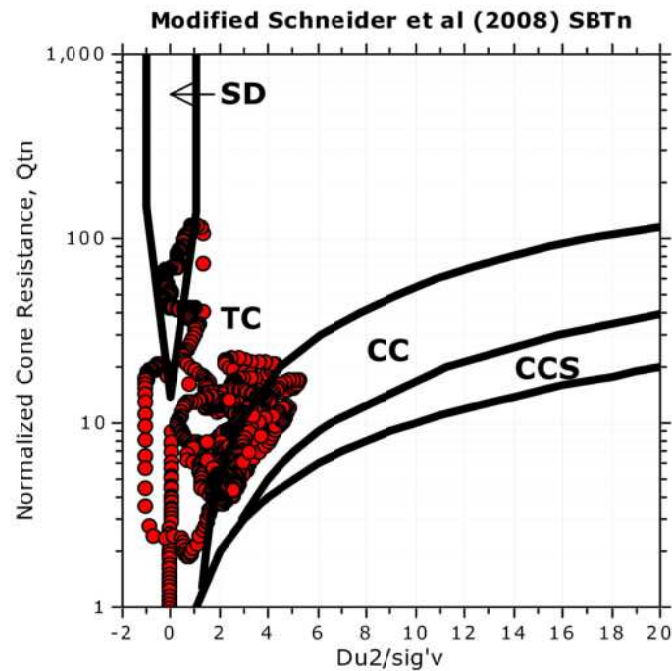
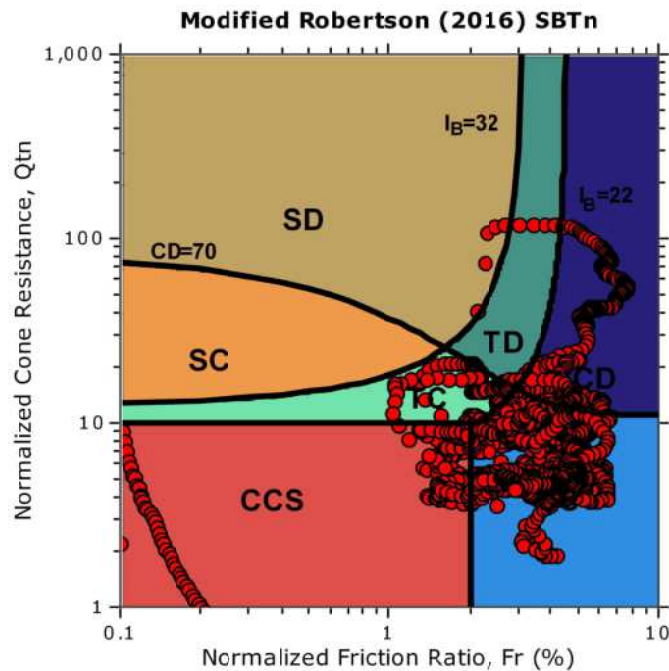






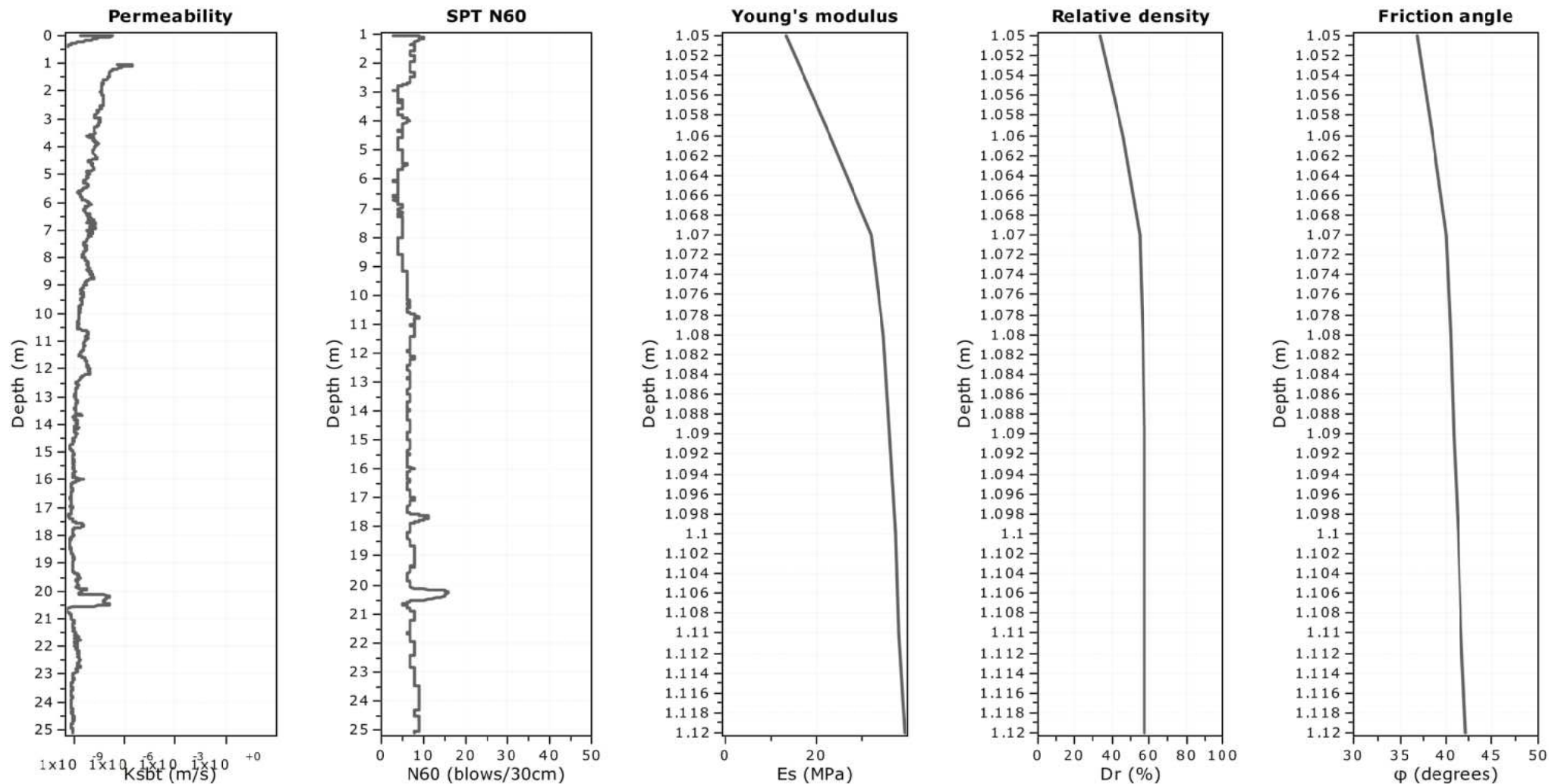


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

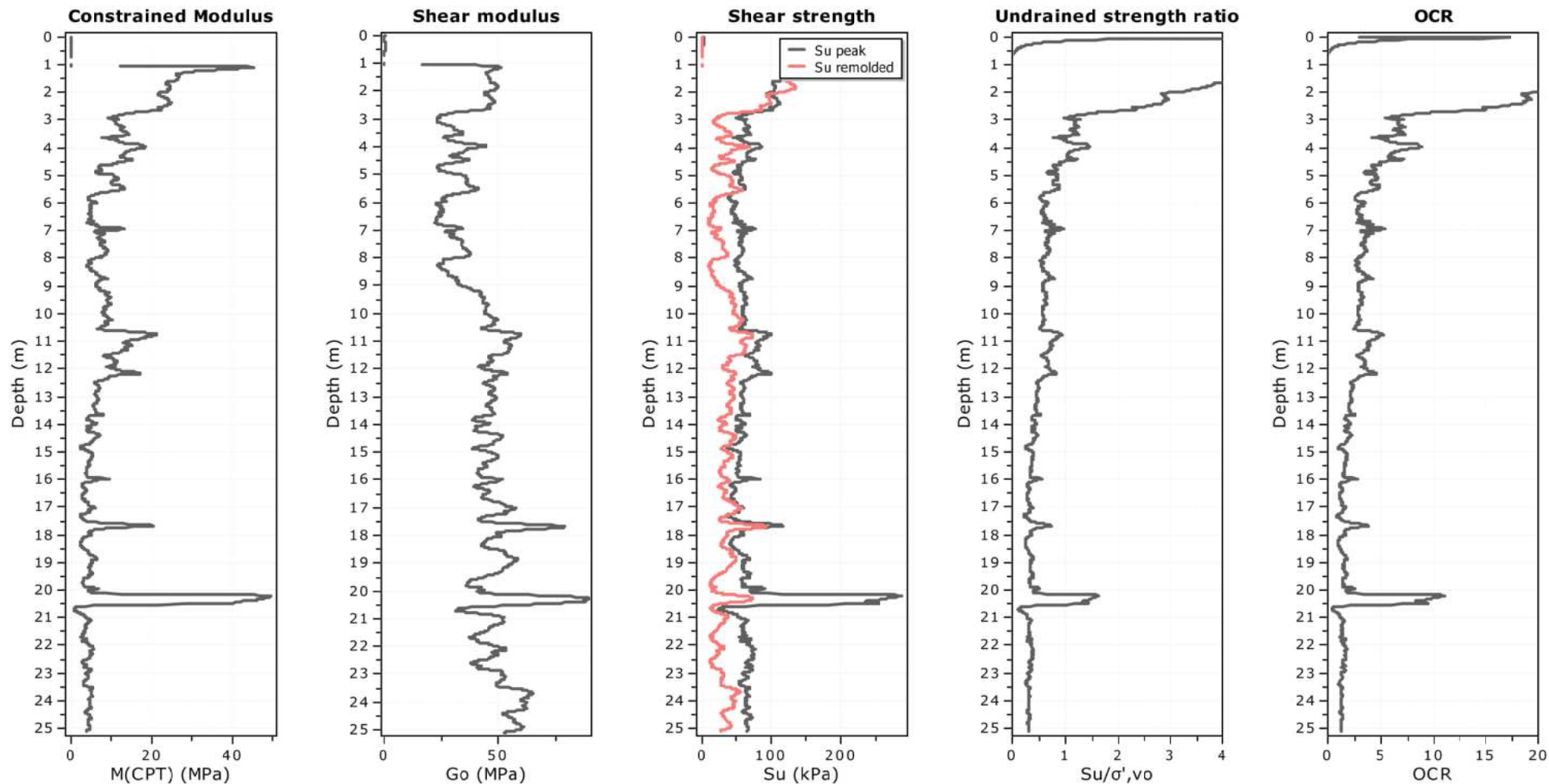
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

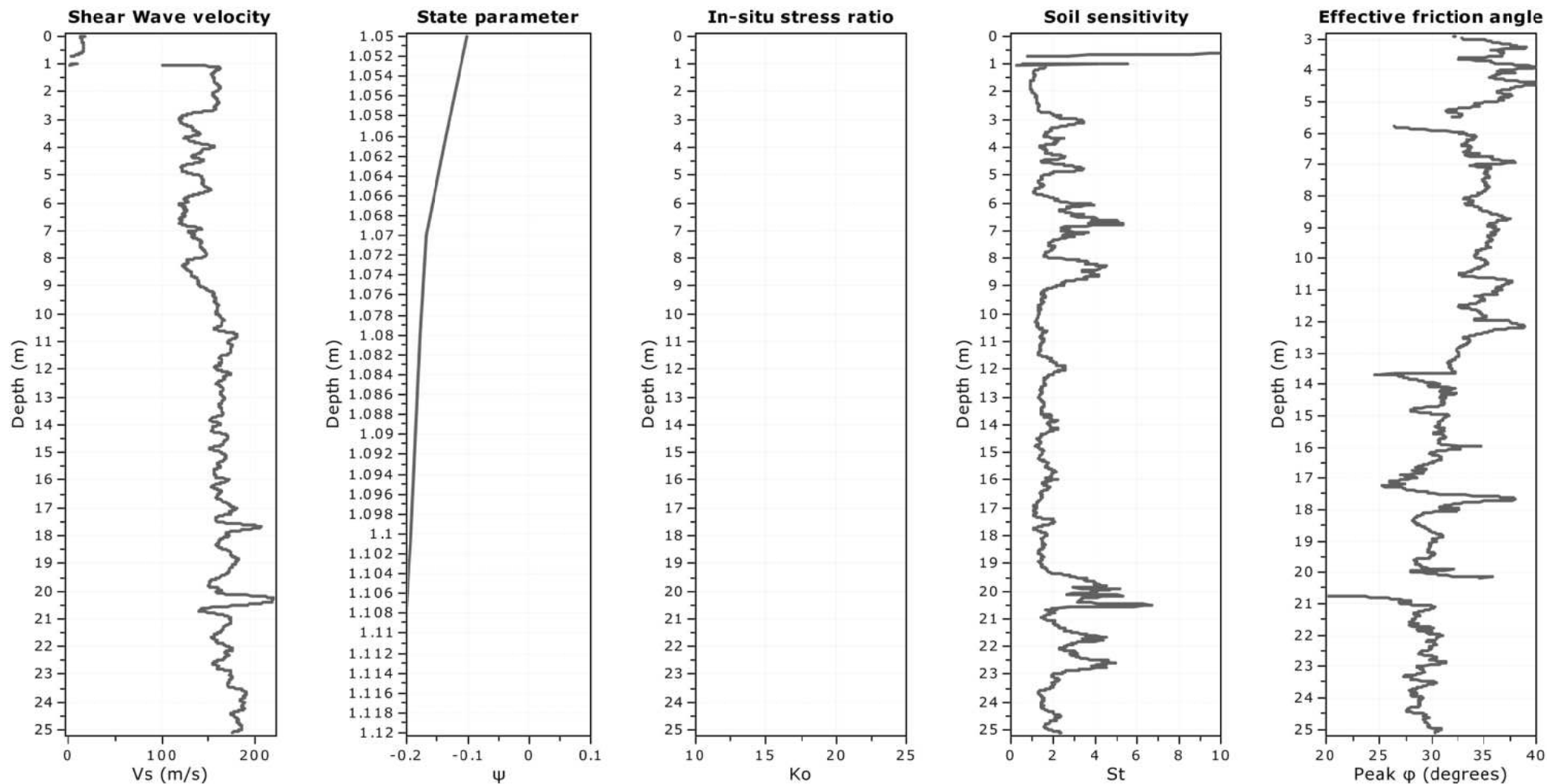
G_o : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

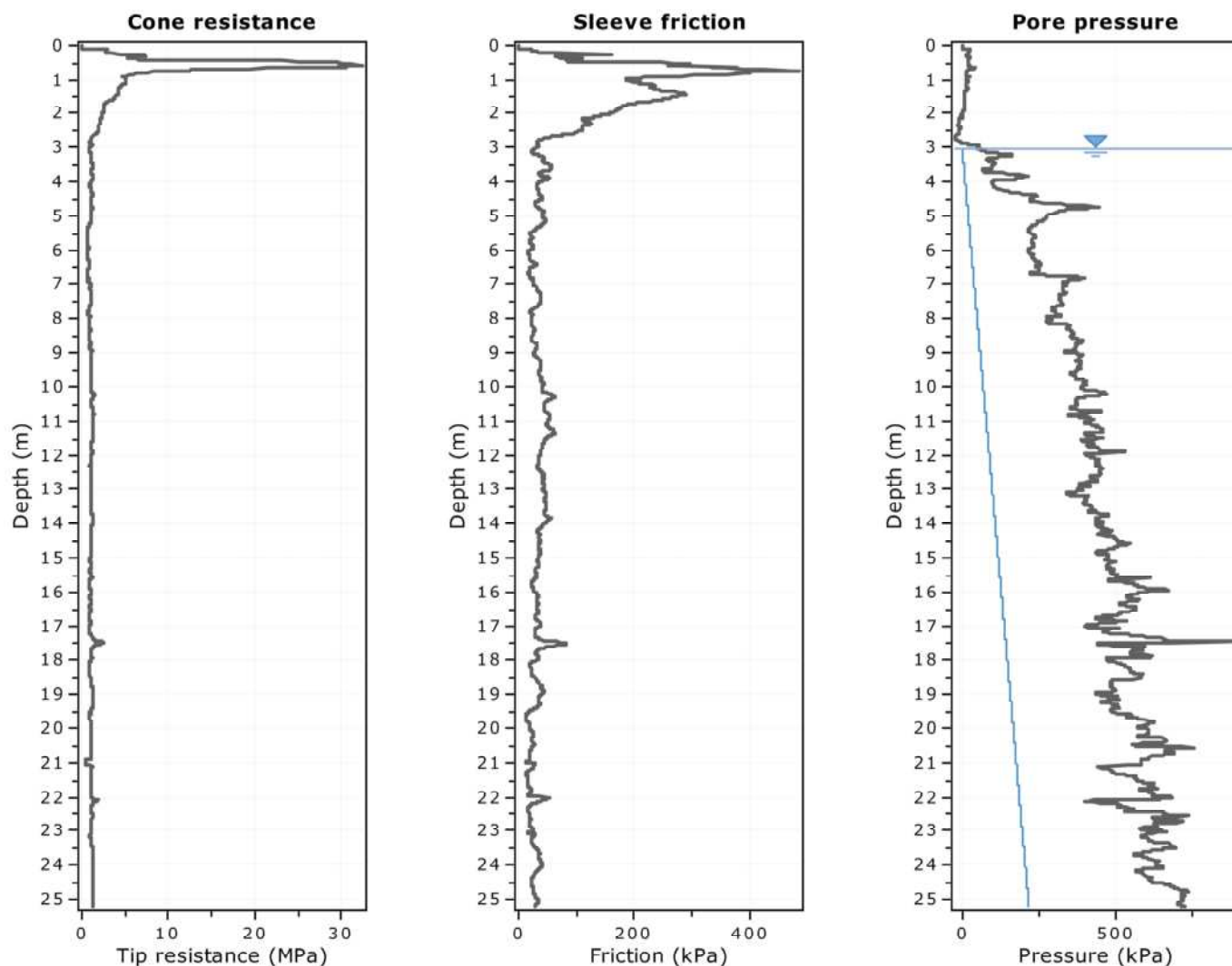
● Flat Dilatometer Test data



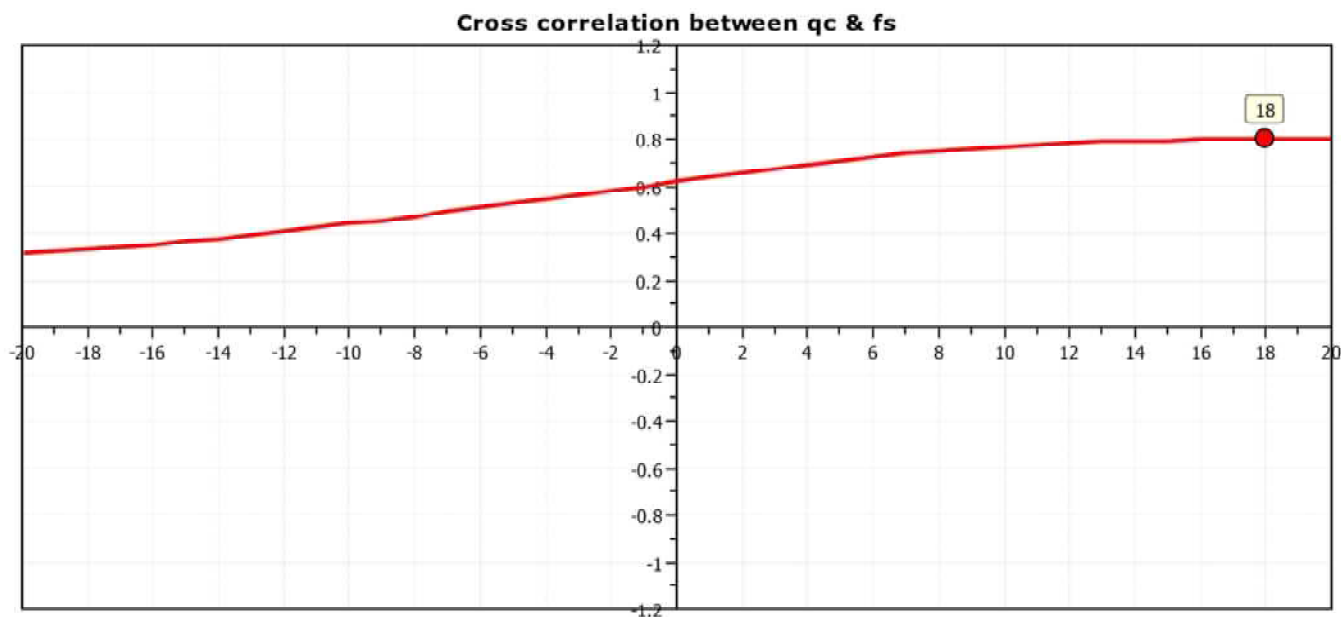
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

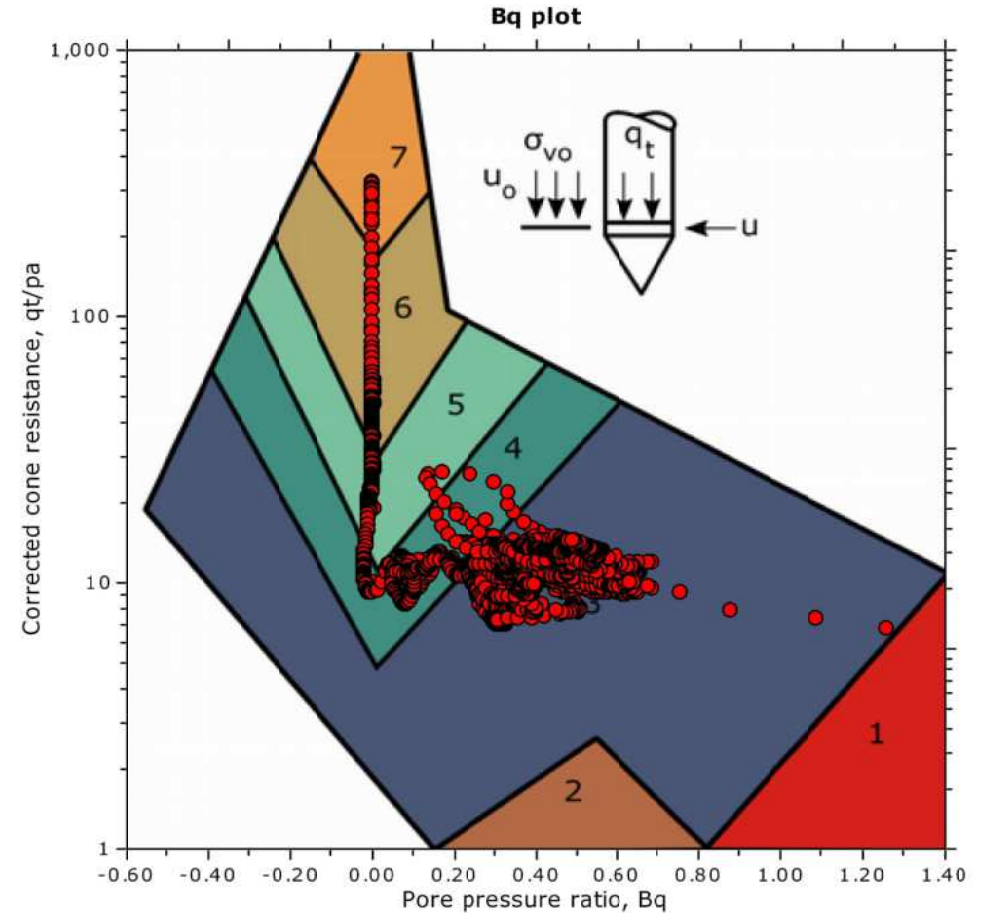
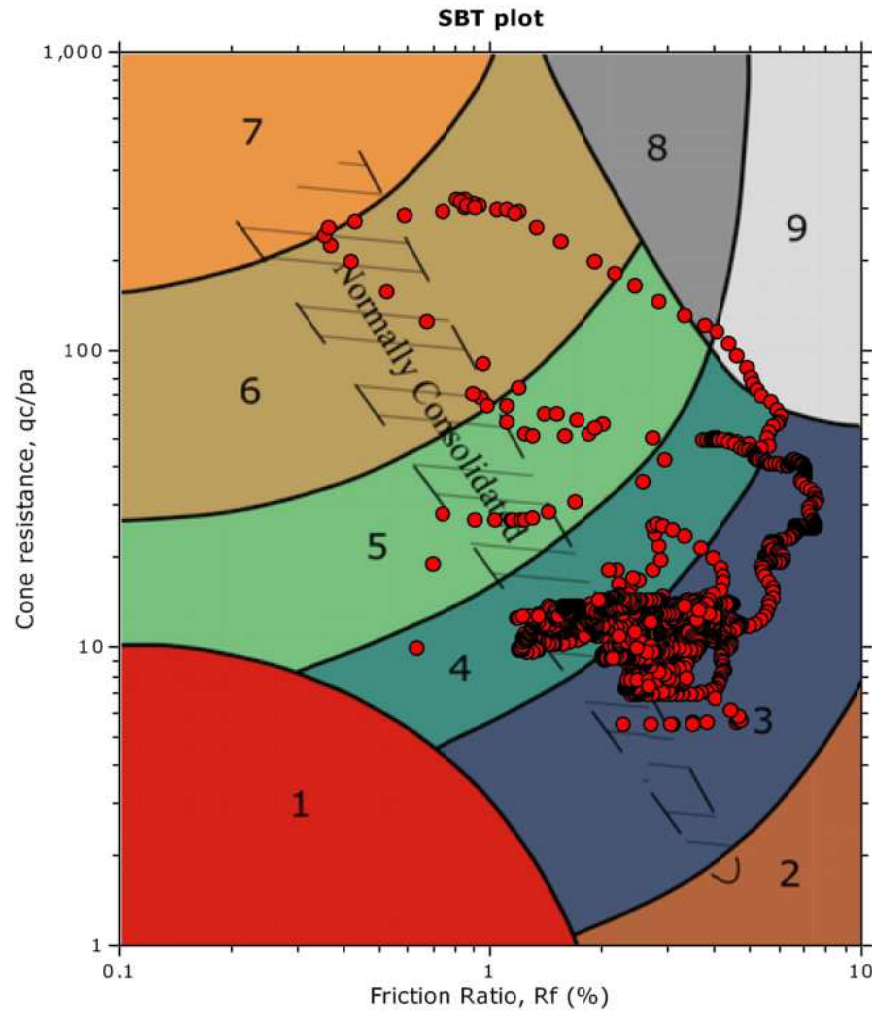
—●— User defined estimation data



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).



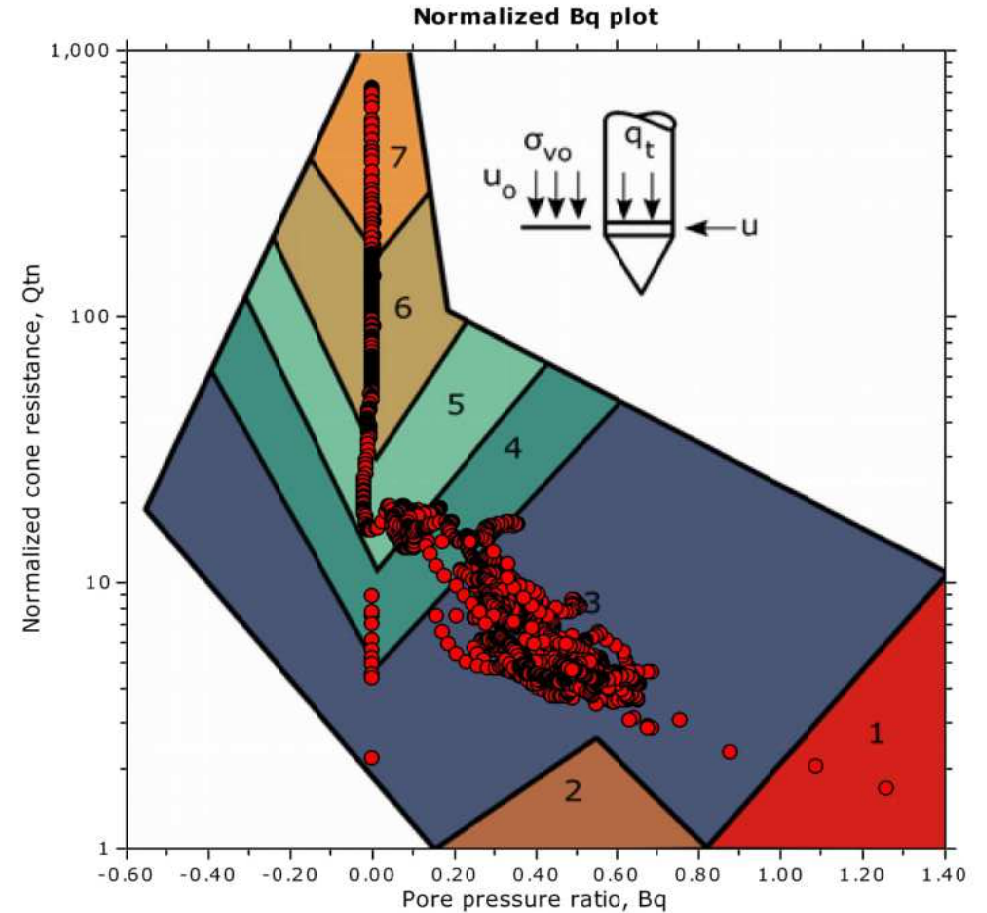
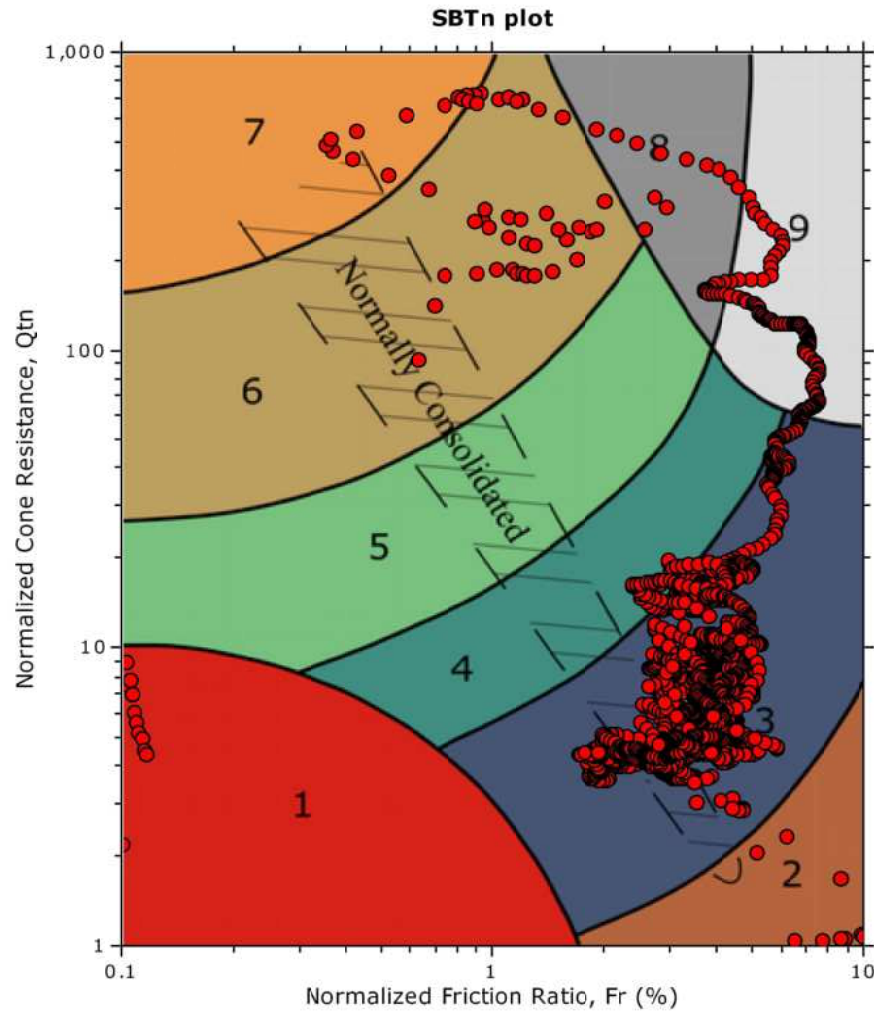
SBT - Bq plots



SBT legend

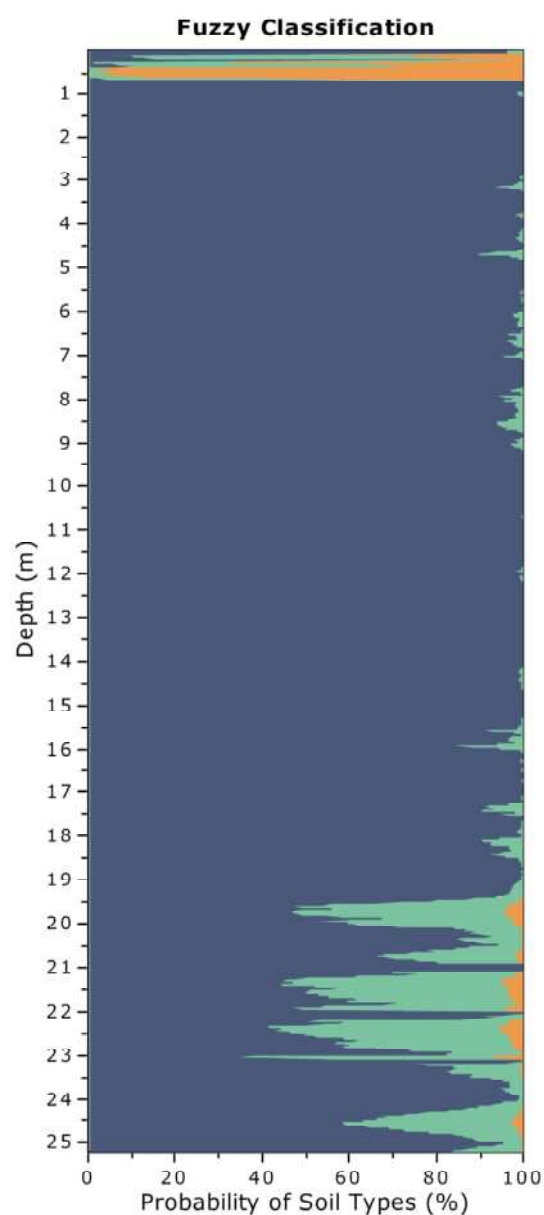
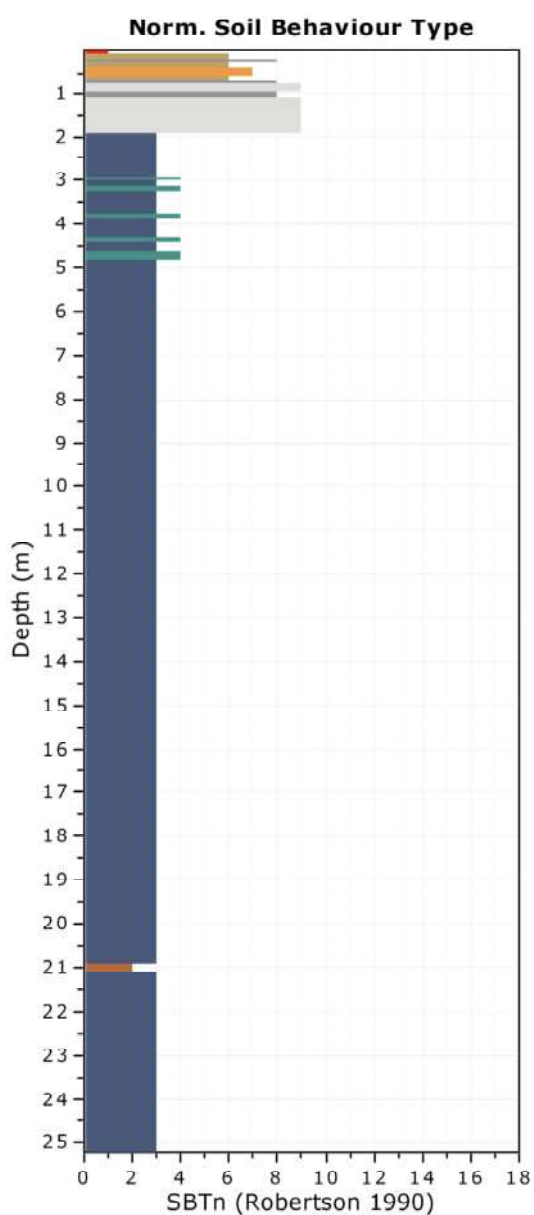
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

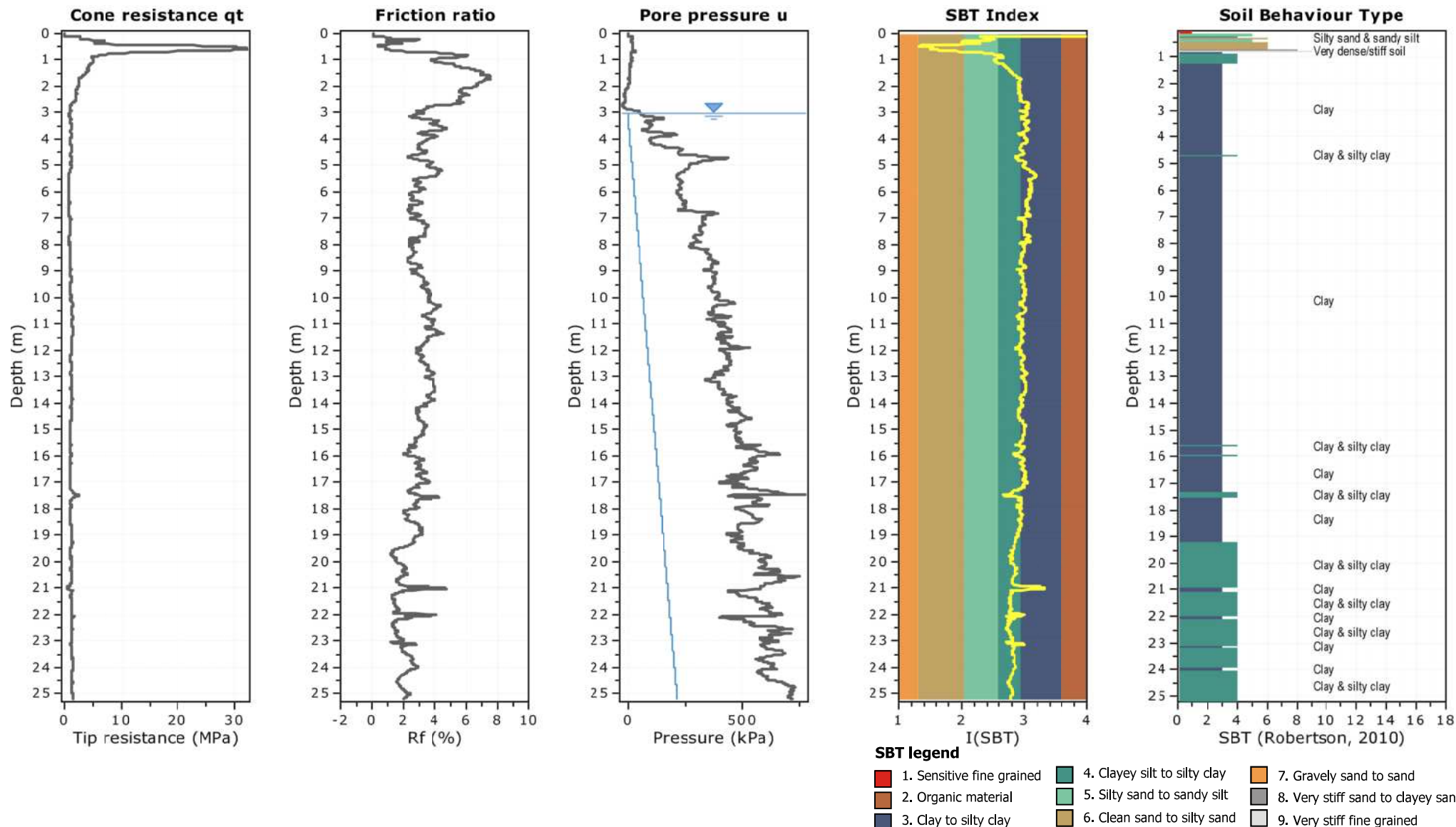
SBT - Bq plots (normalized)

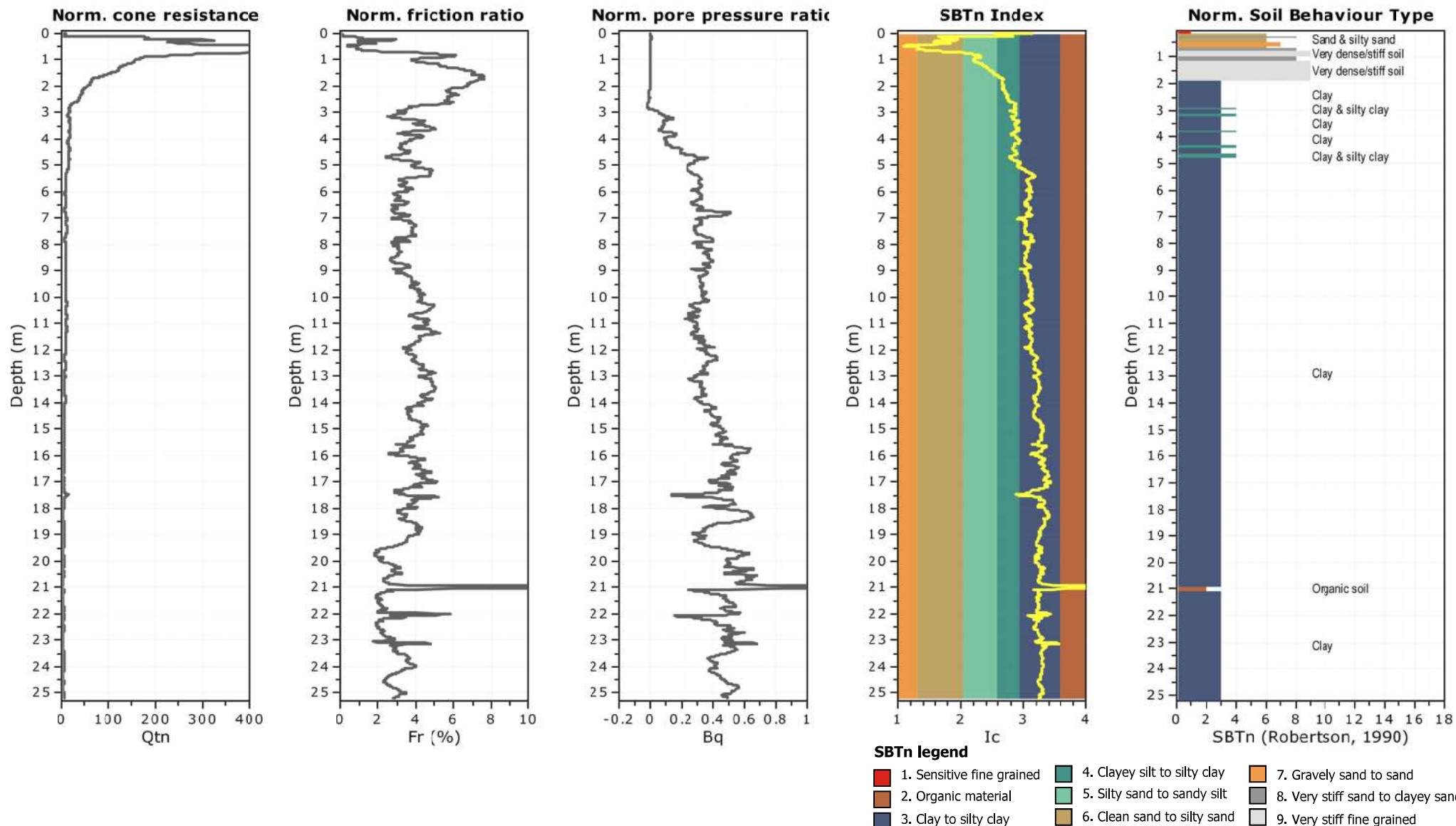


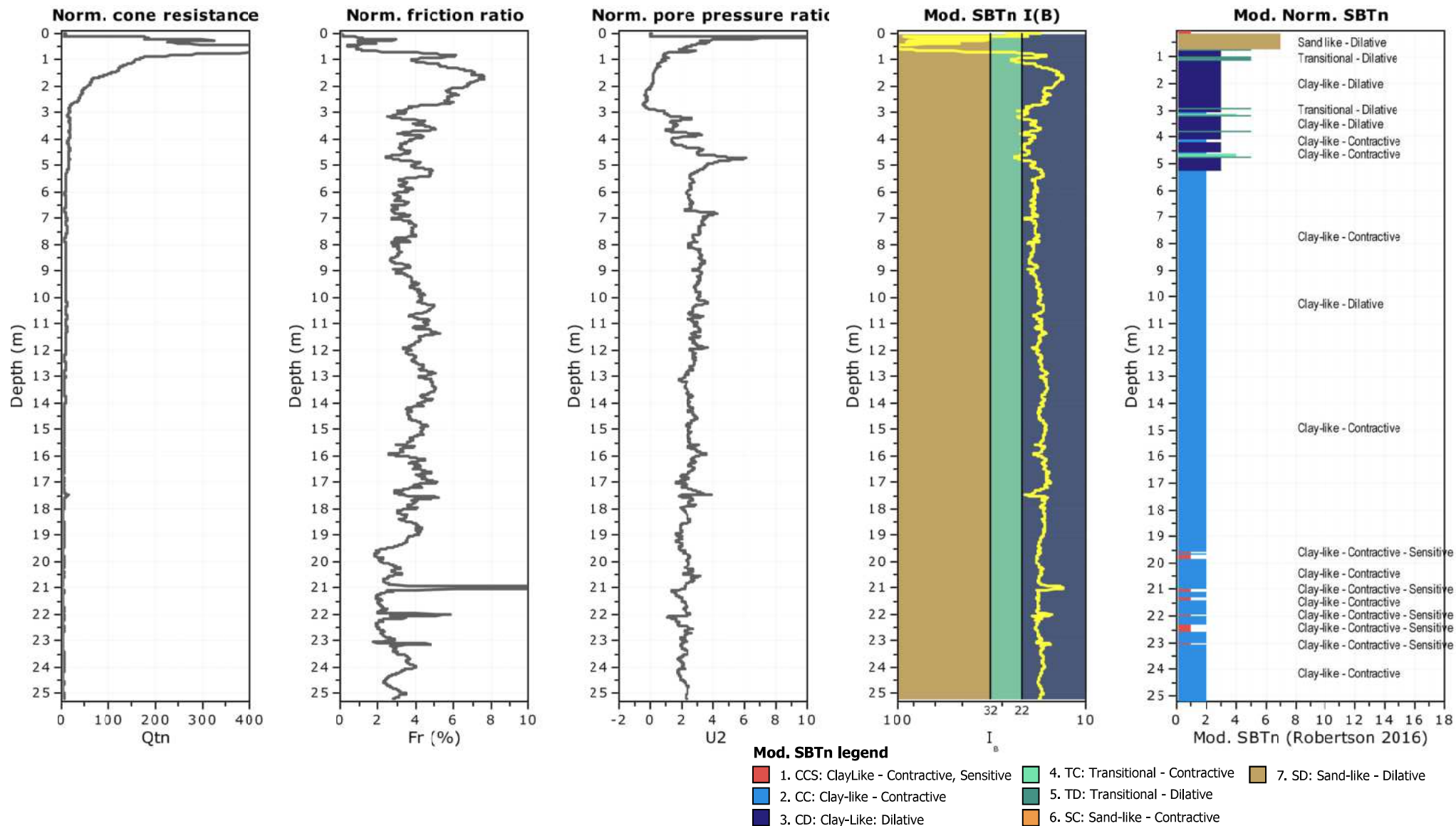
SBTn legend

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

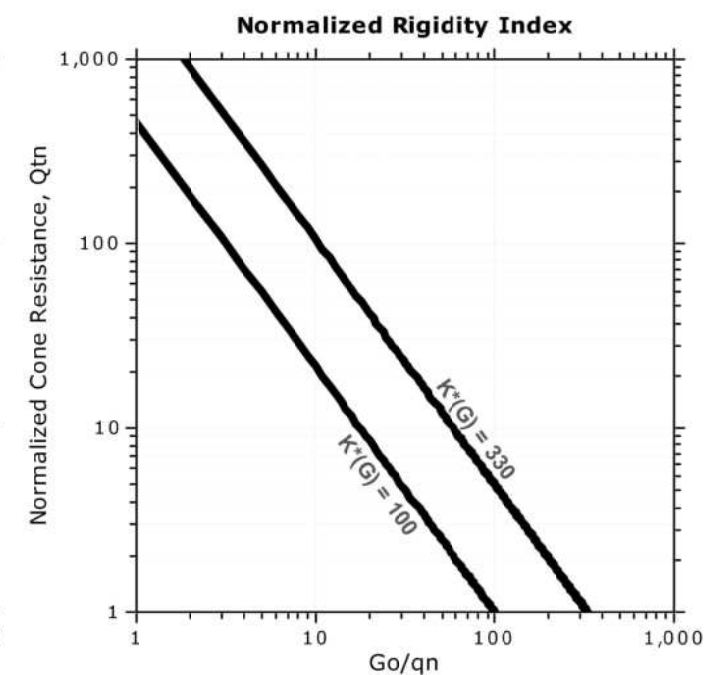
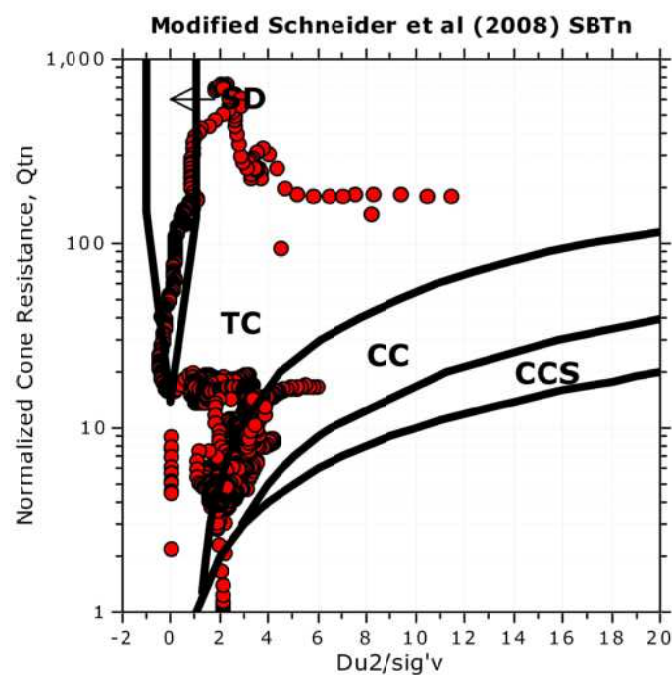
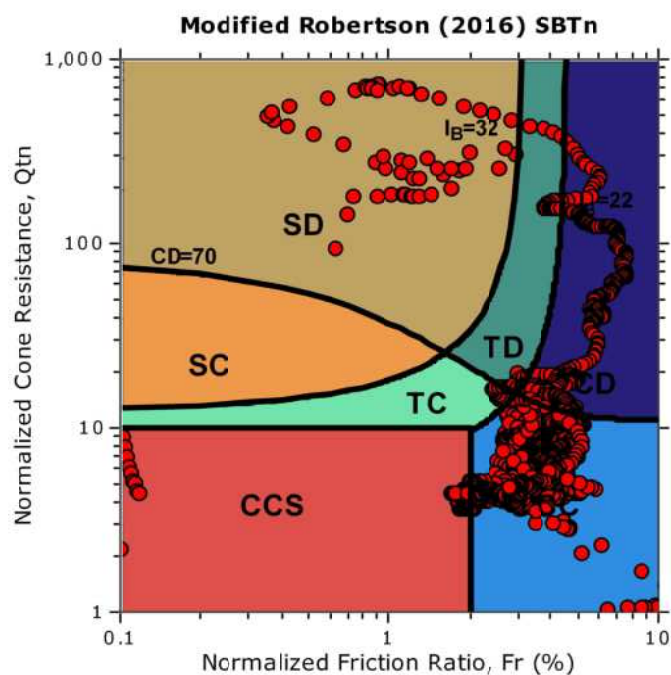






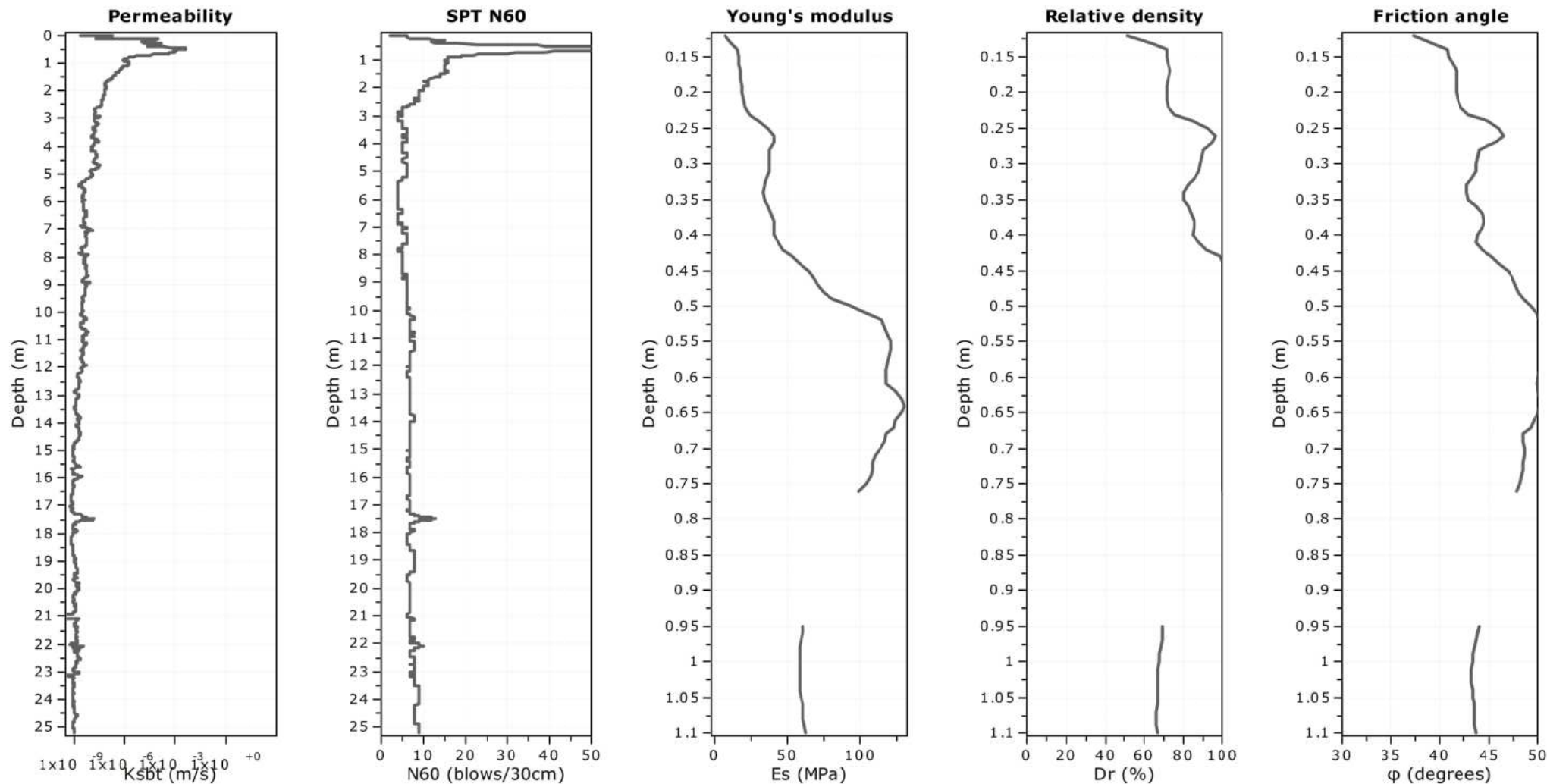


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

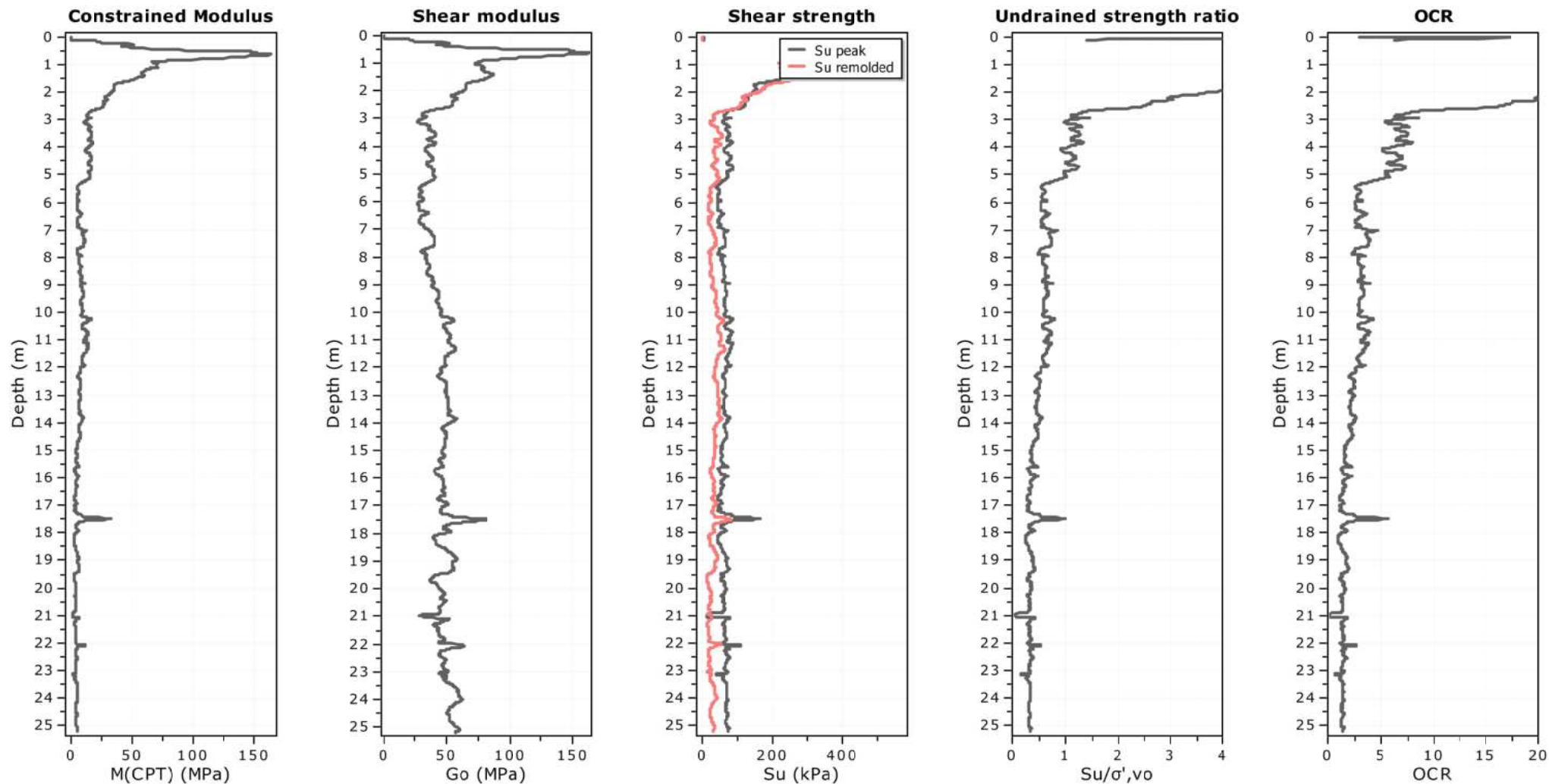
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

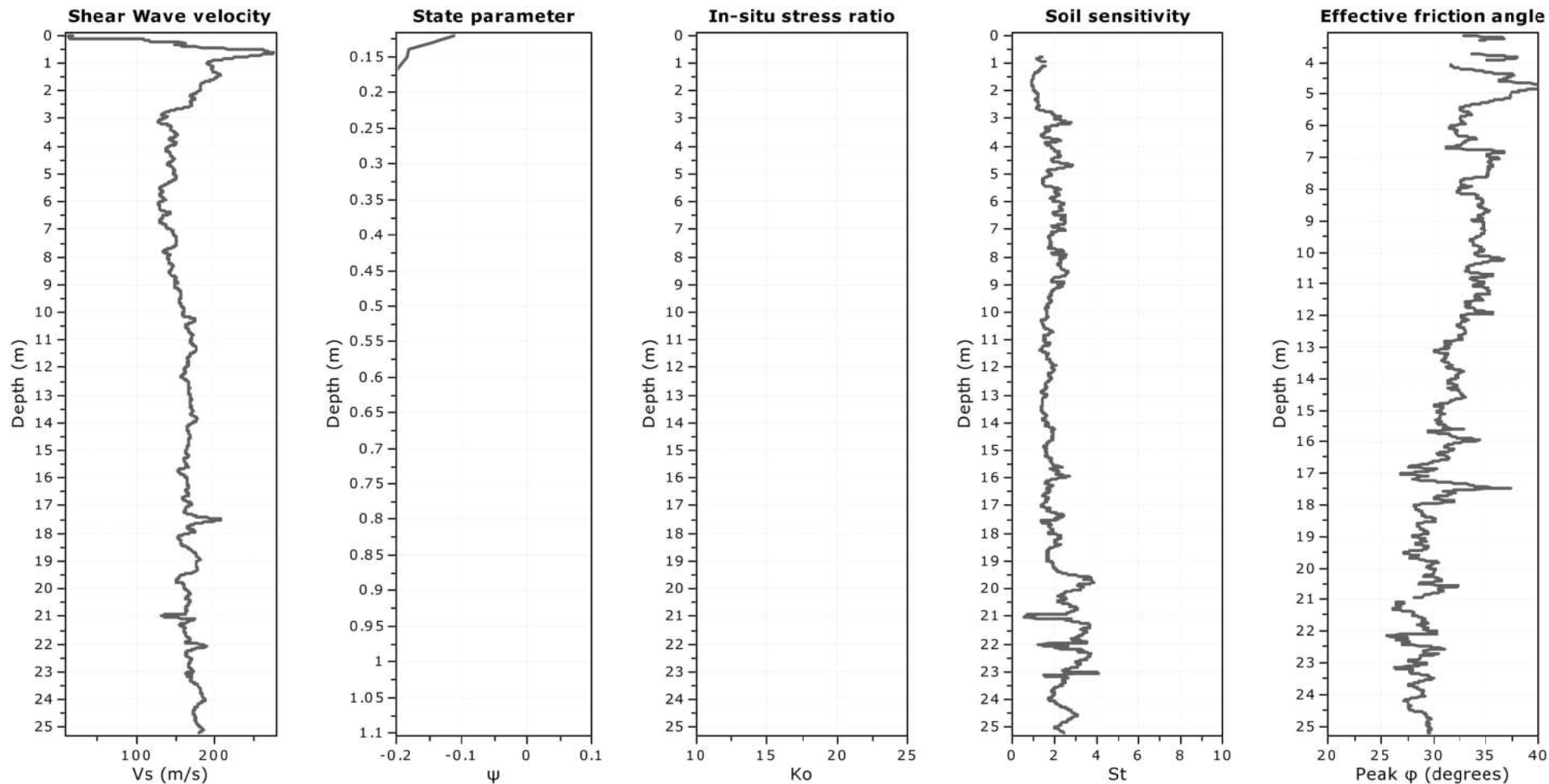
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

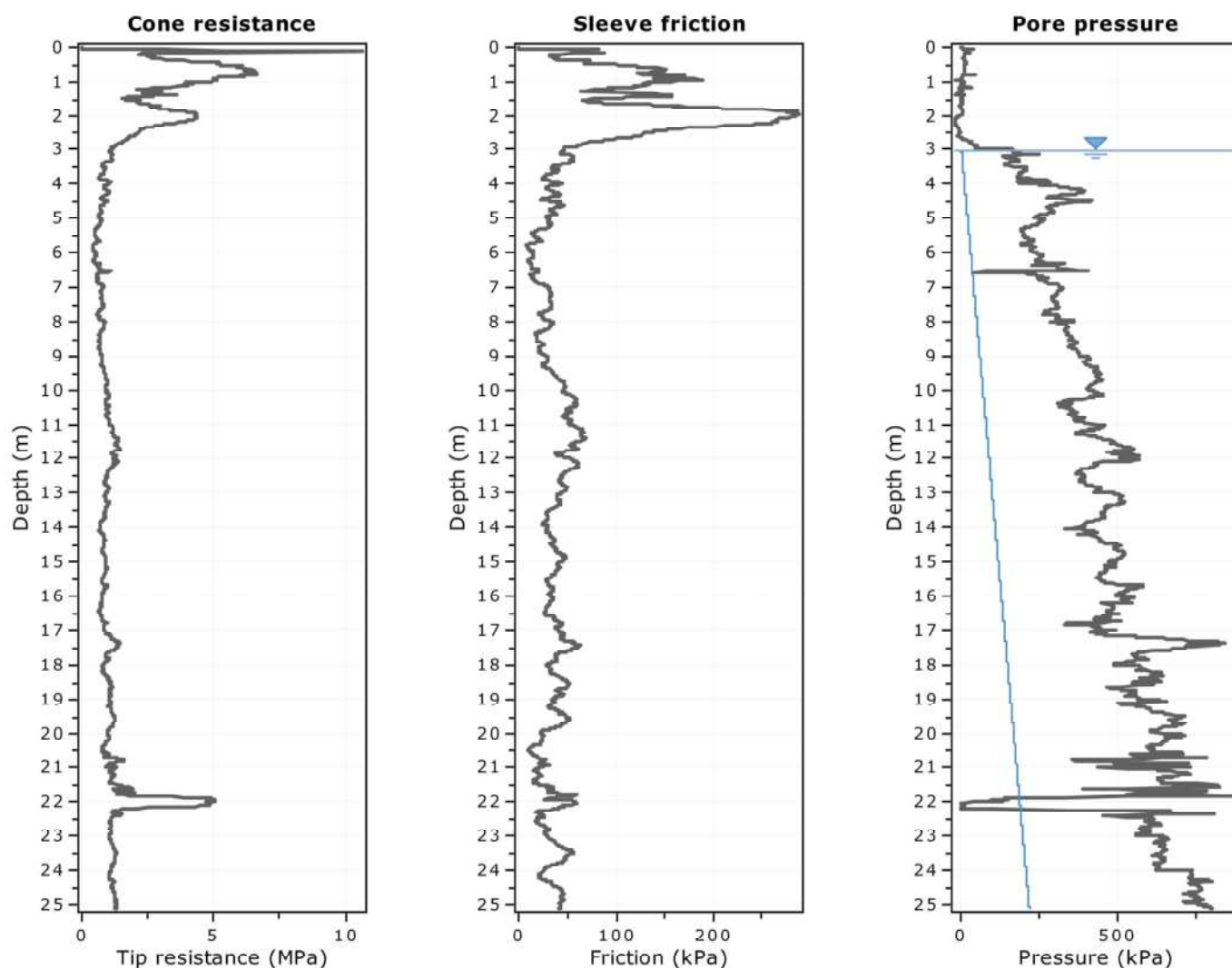
● Flat Dilatometer Test data



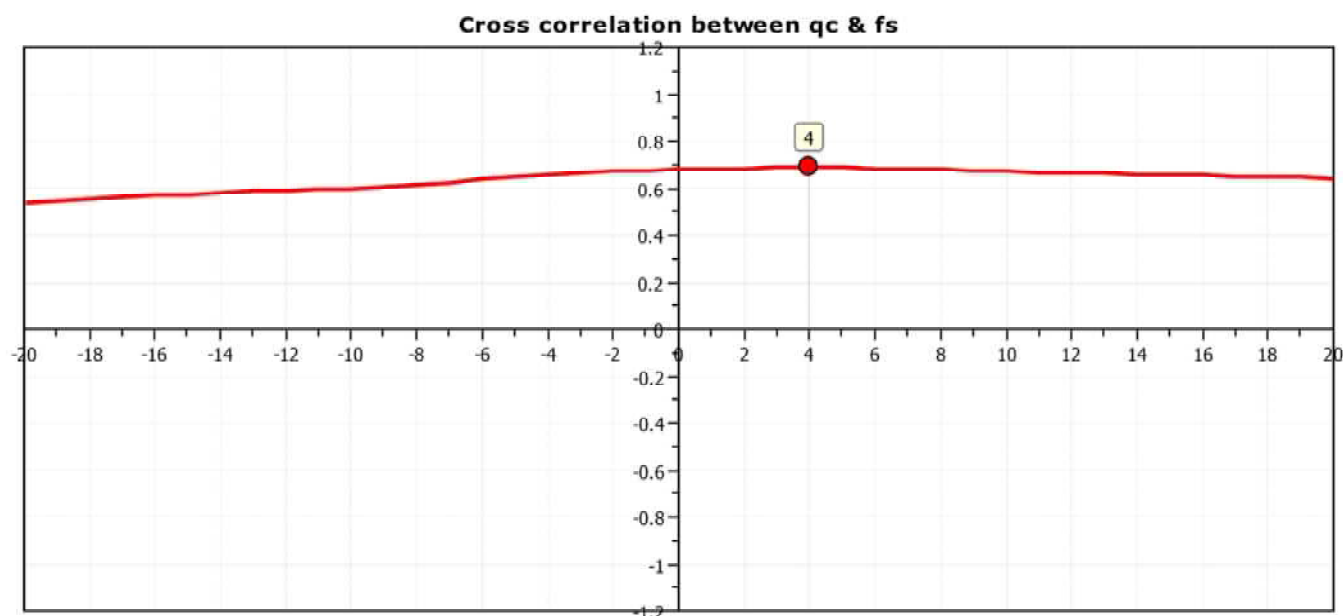
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

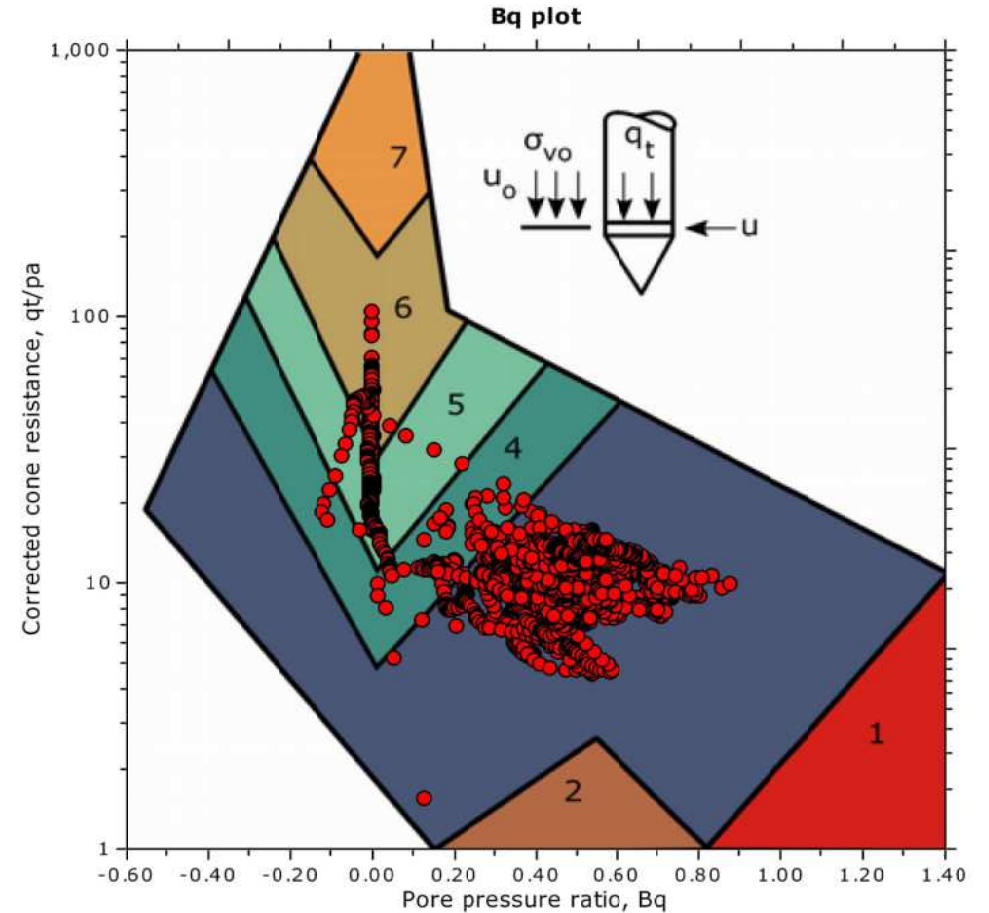
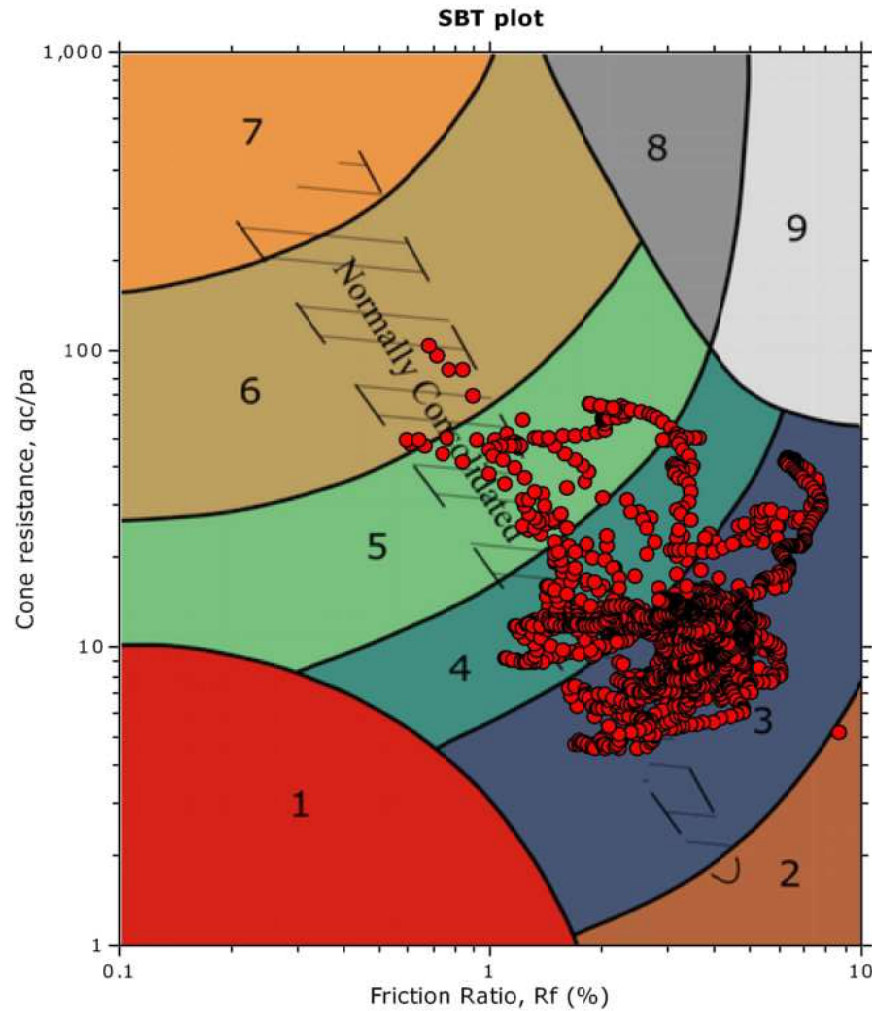
—●— User defined estimation data



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).



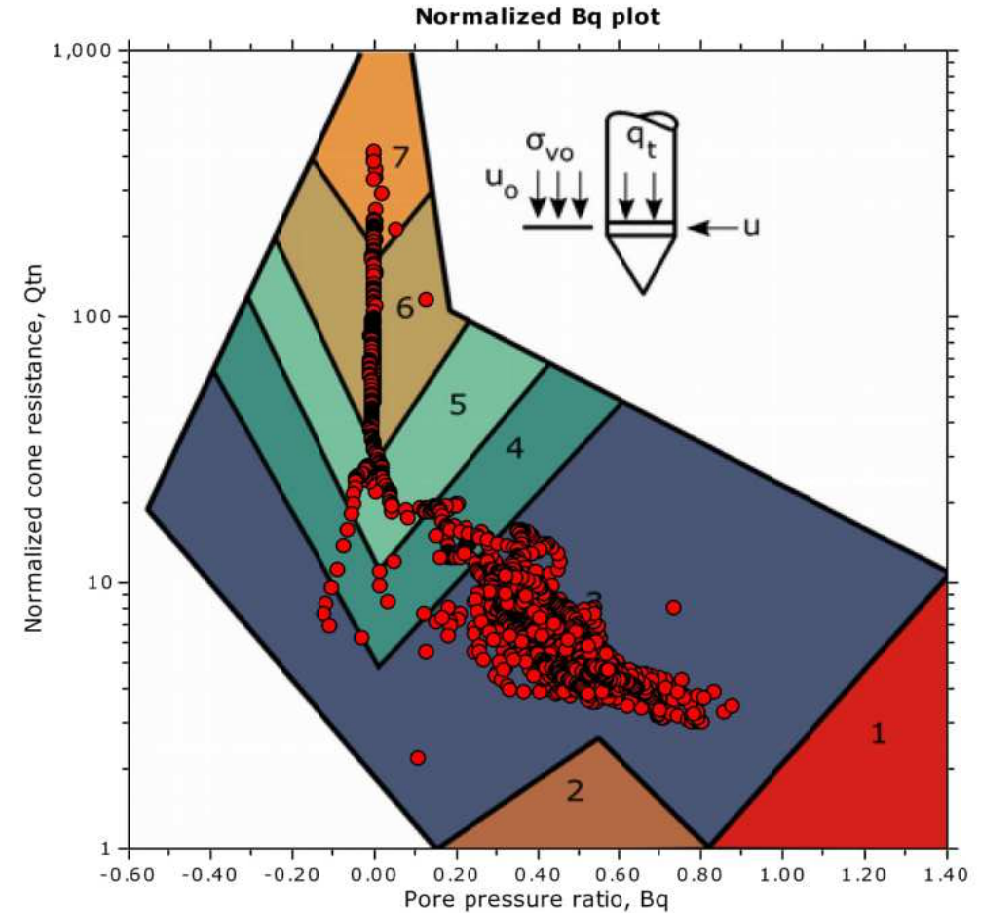
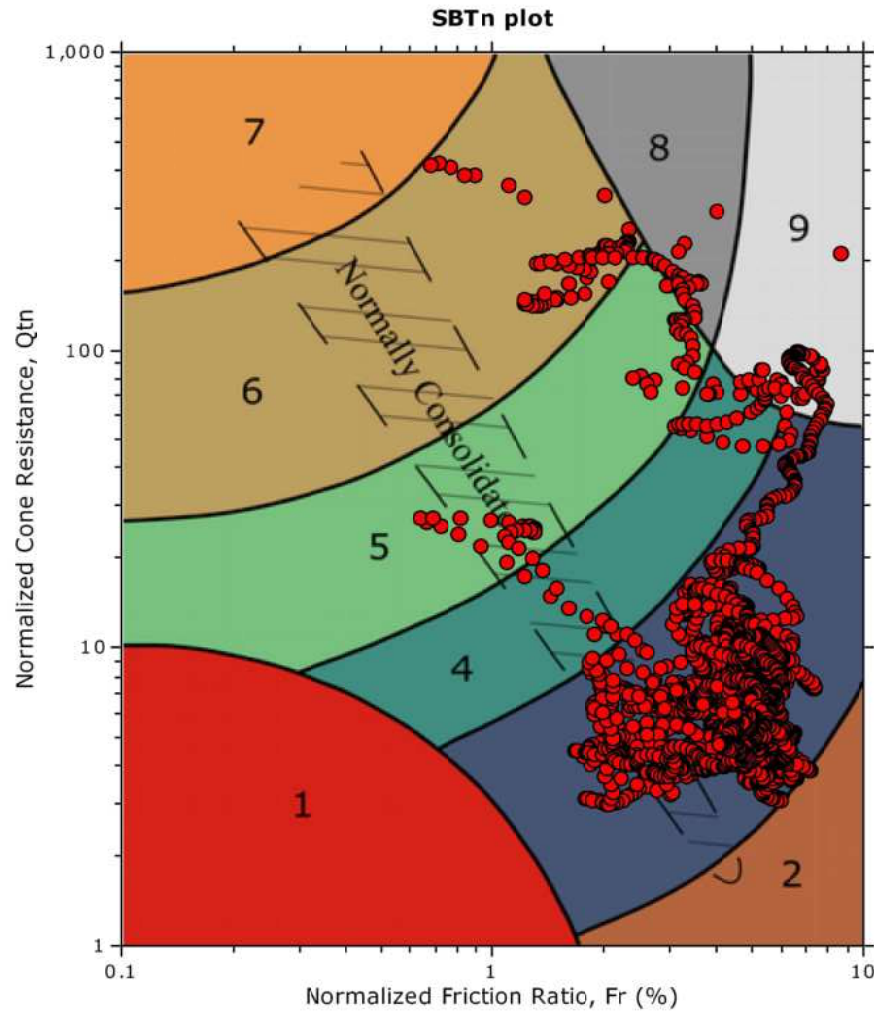
SBT - Bq plots



SBT legend

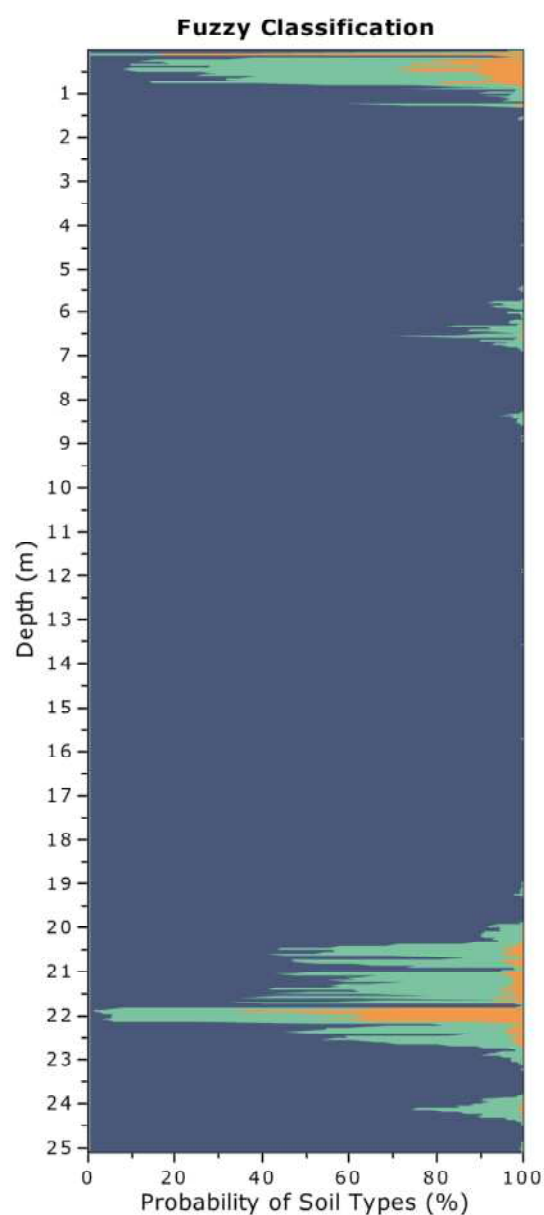
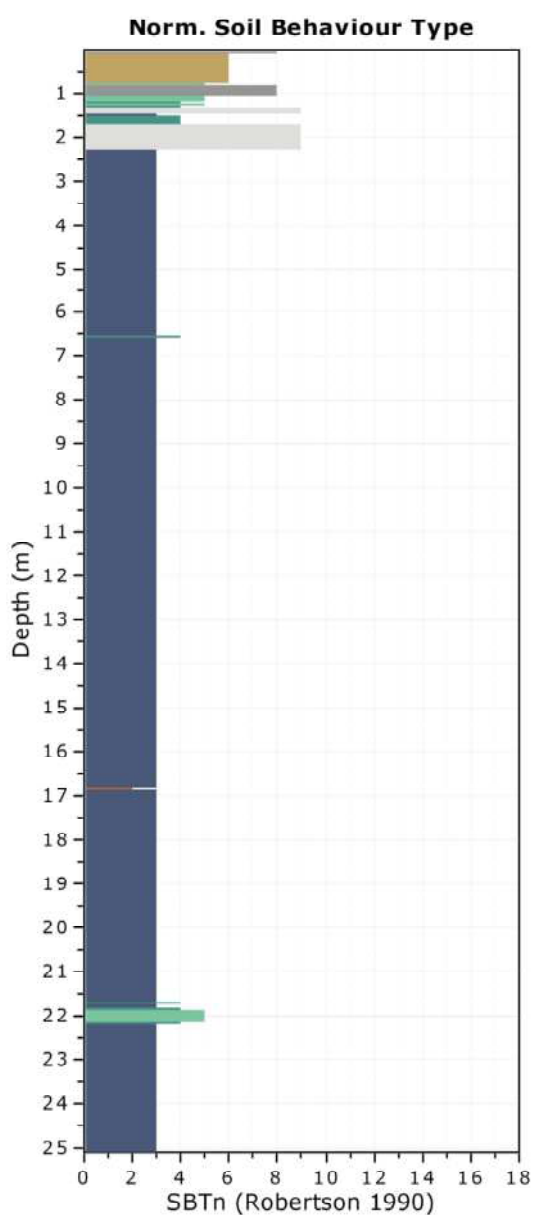
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

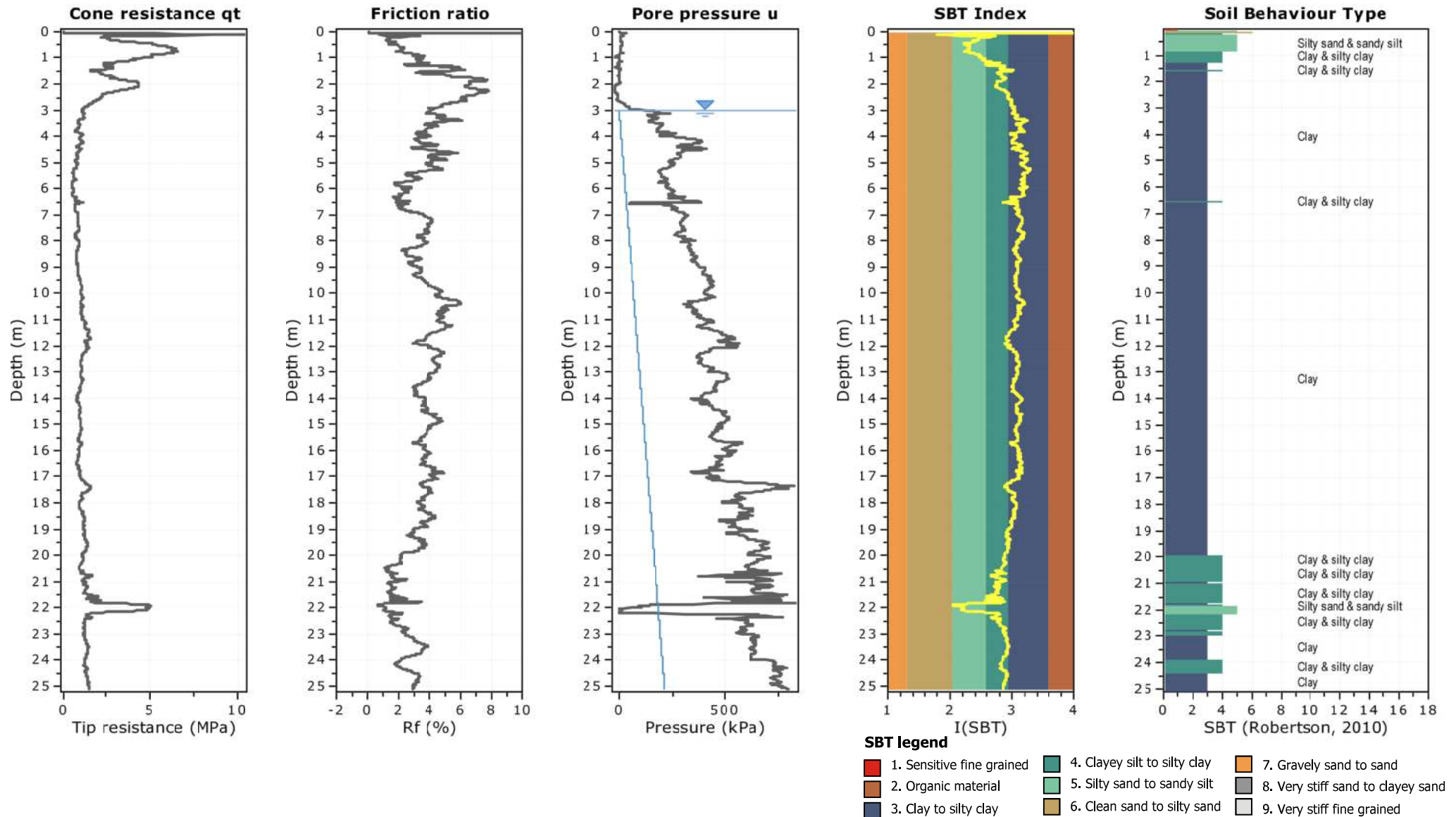
SBT - Bq plots (normalized)

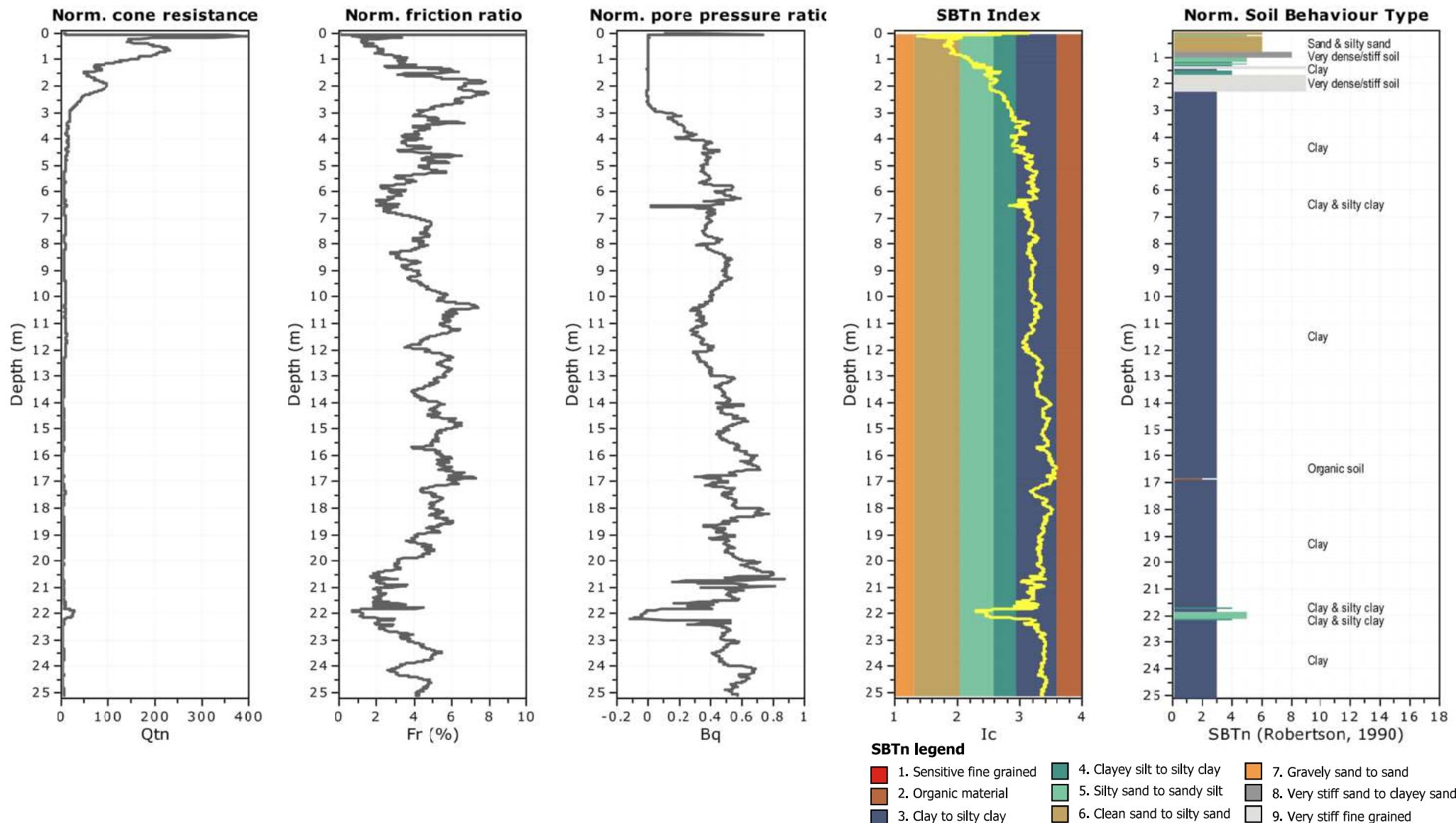


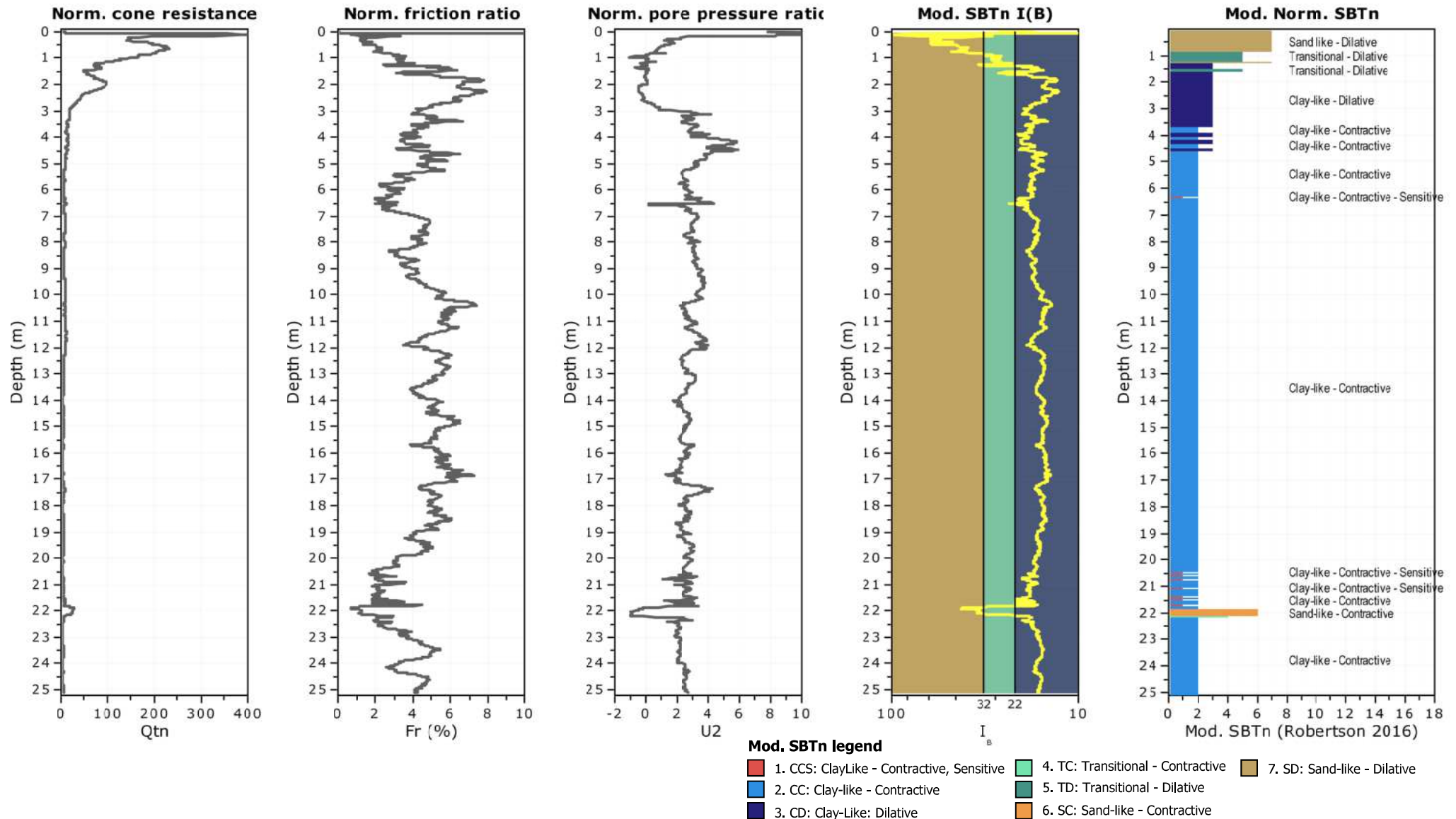
SBTn legend

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

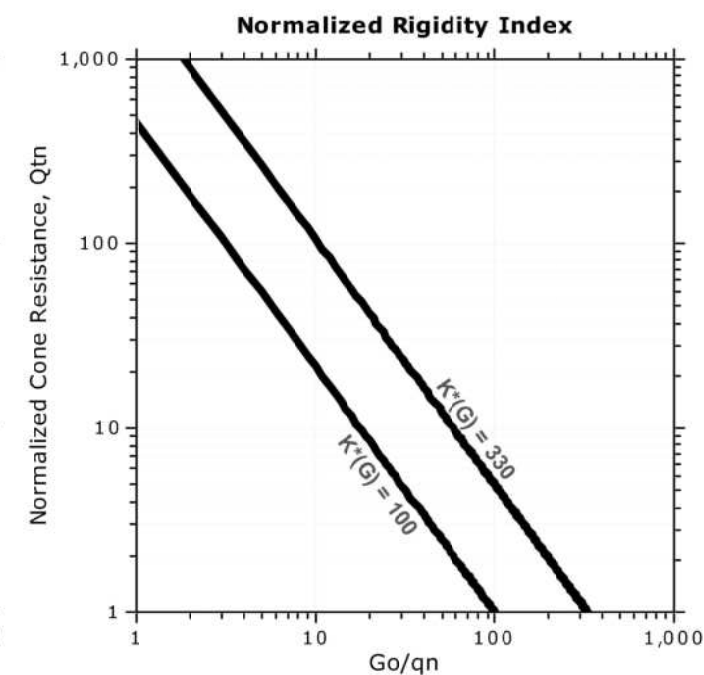
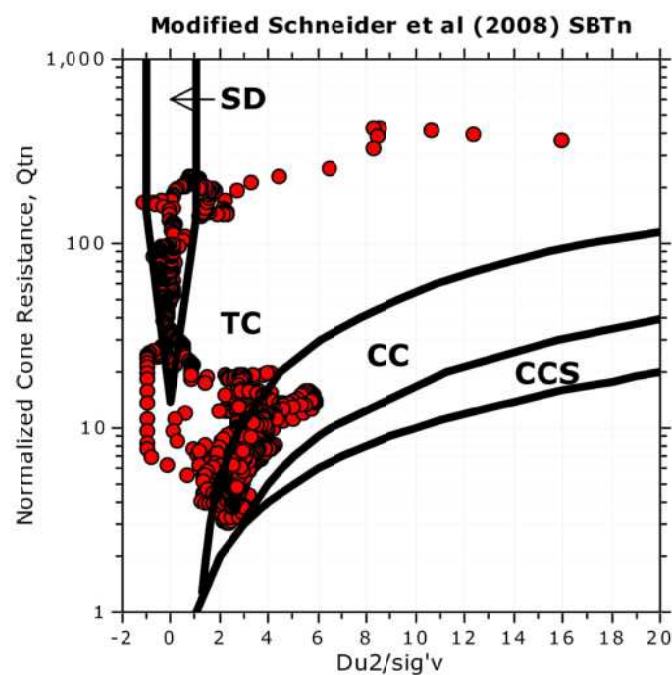
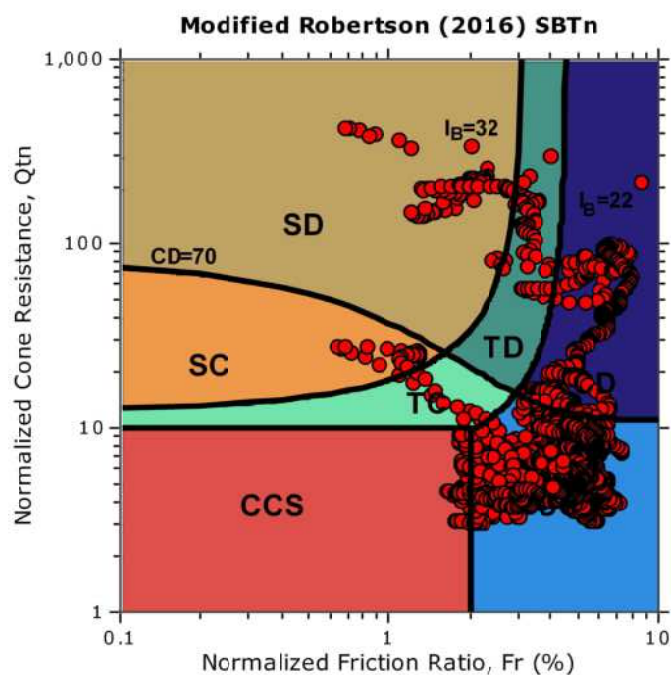






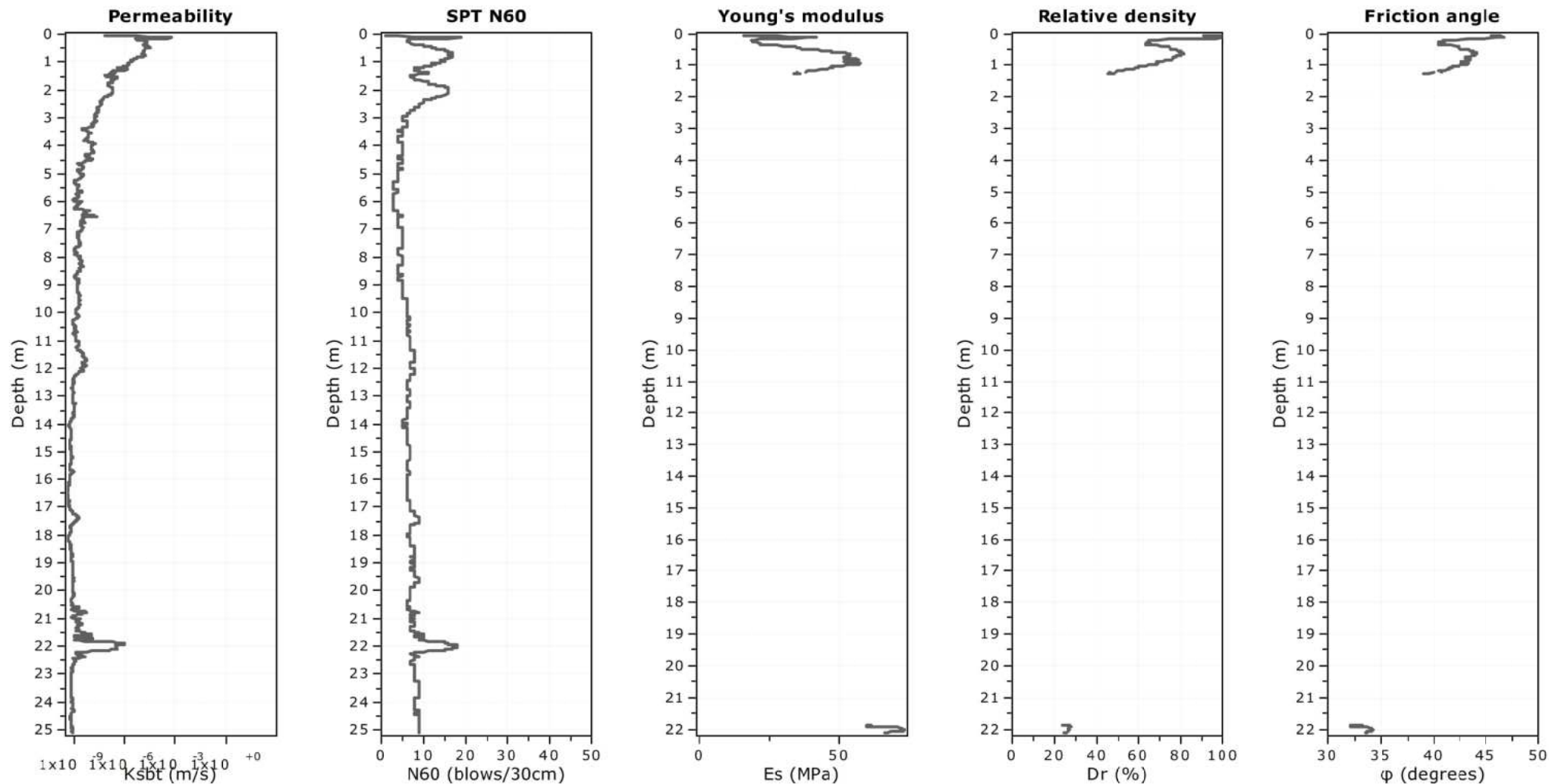


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

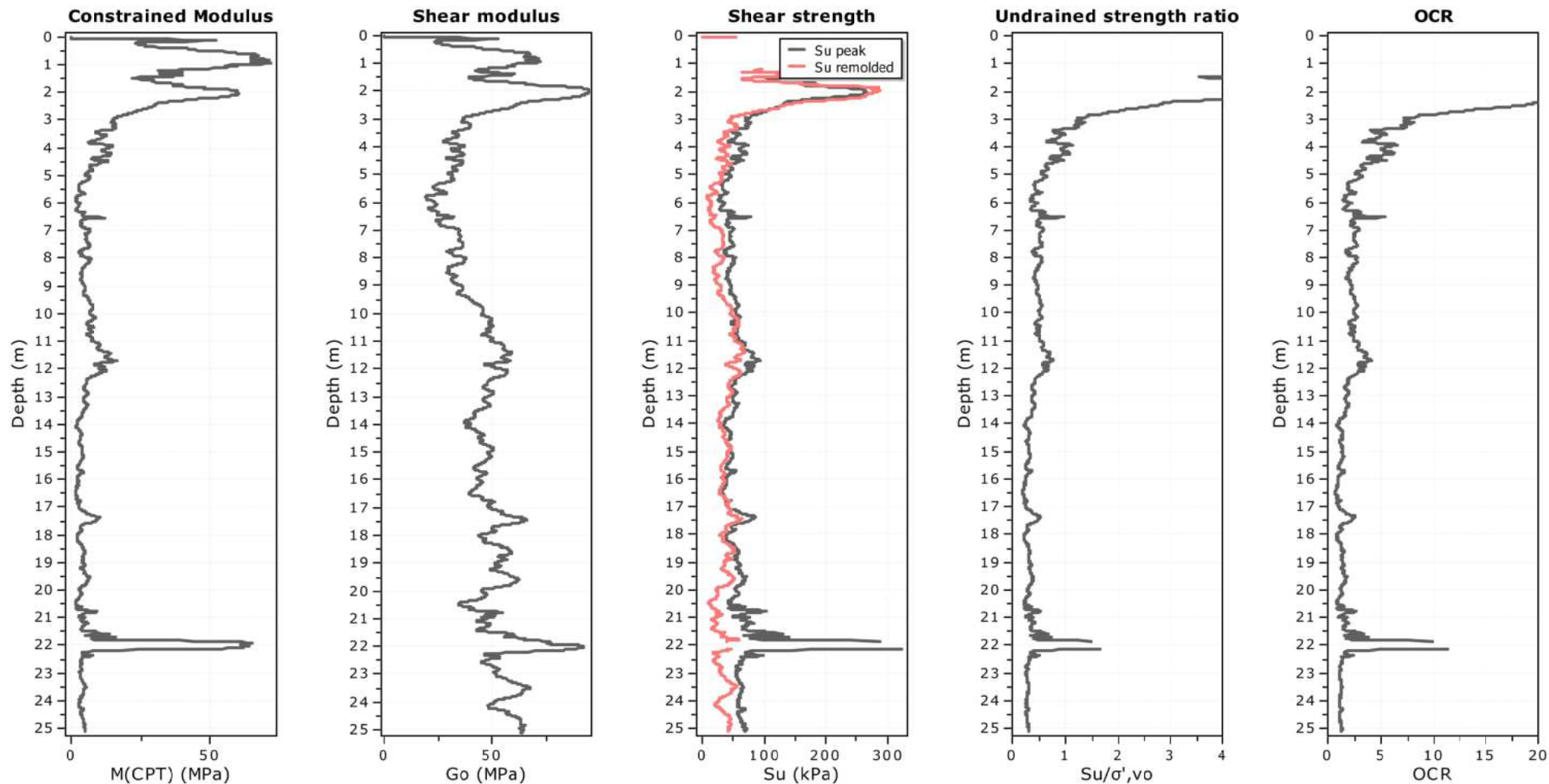
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

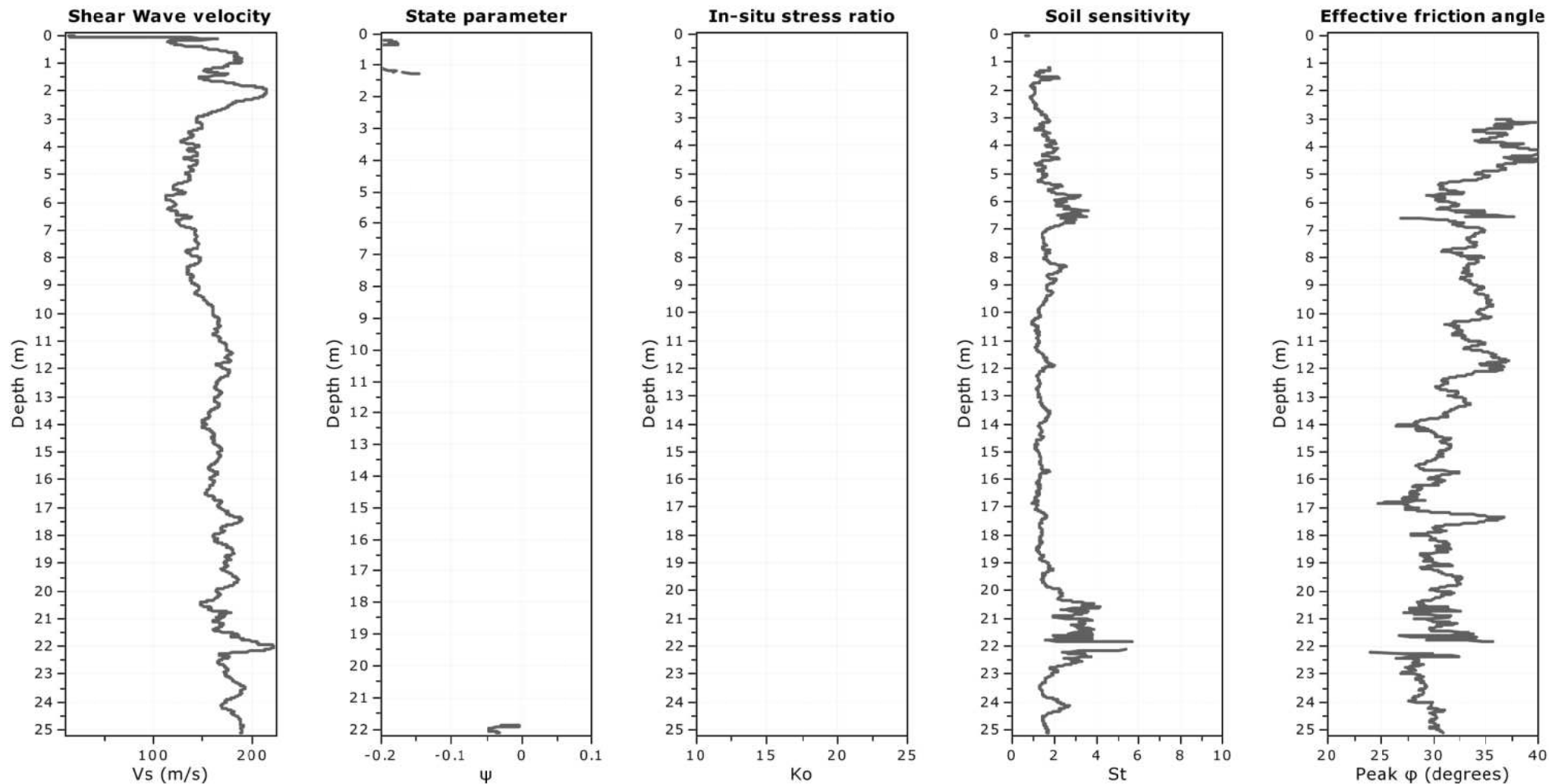
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

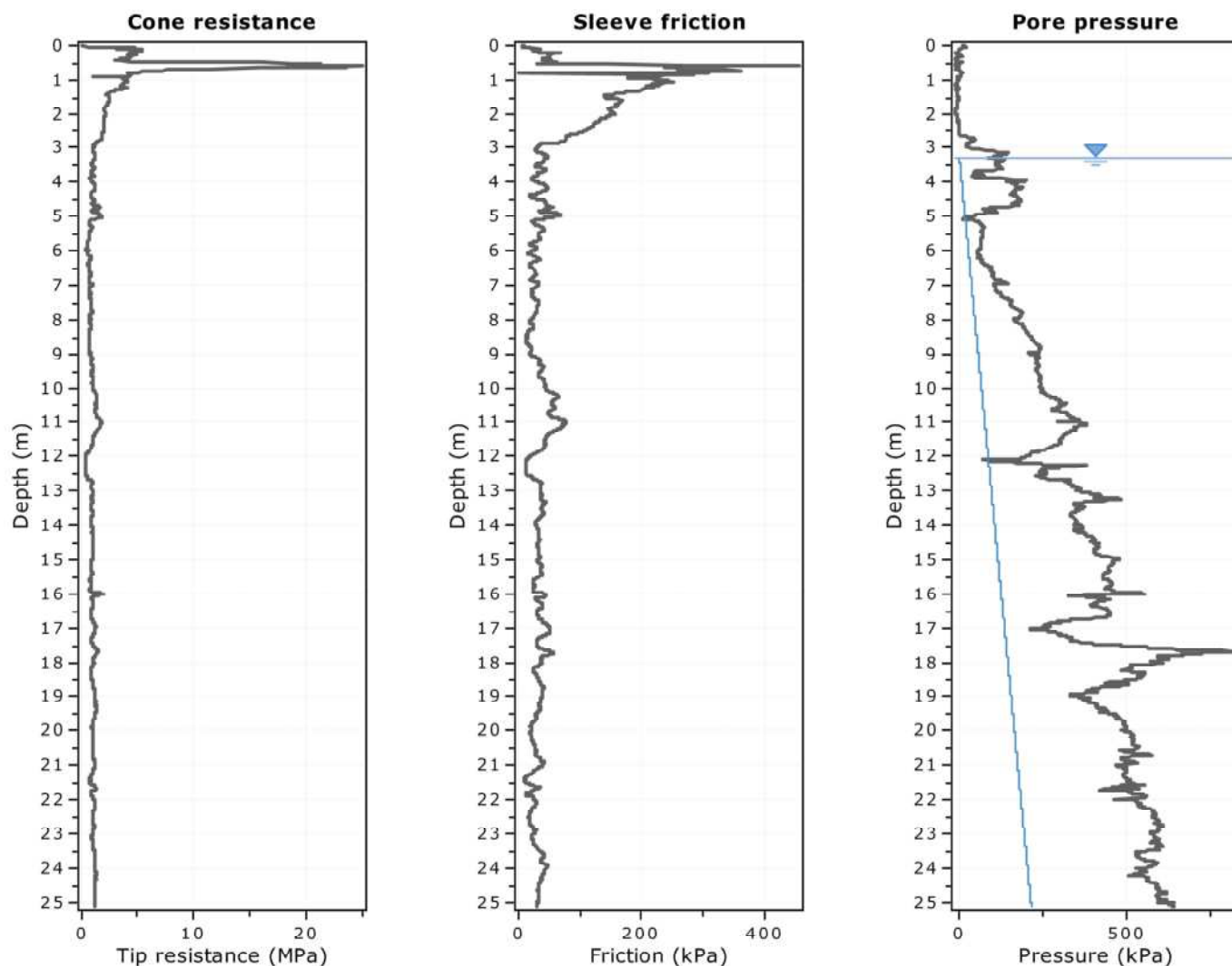
● Flat Dilatometer Test data



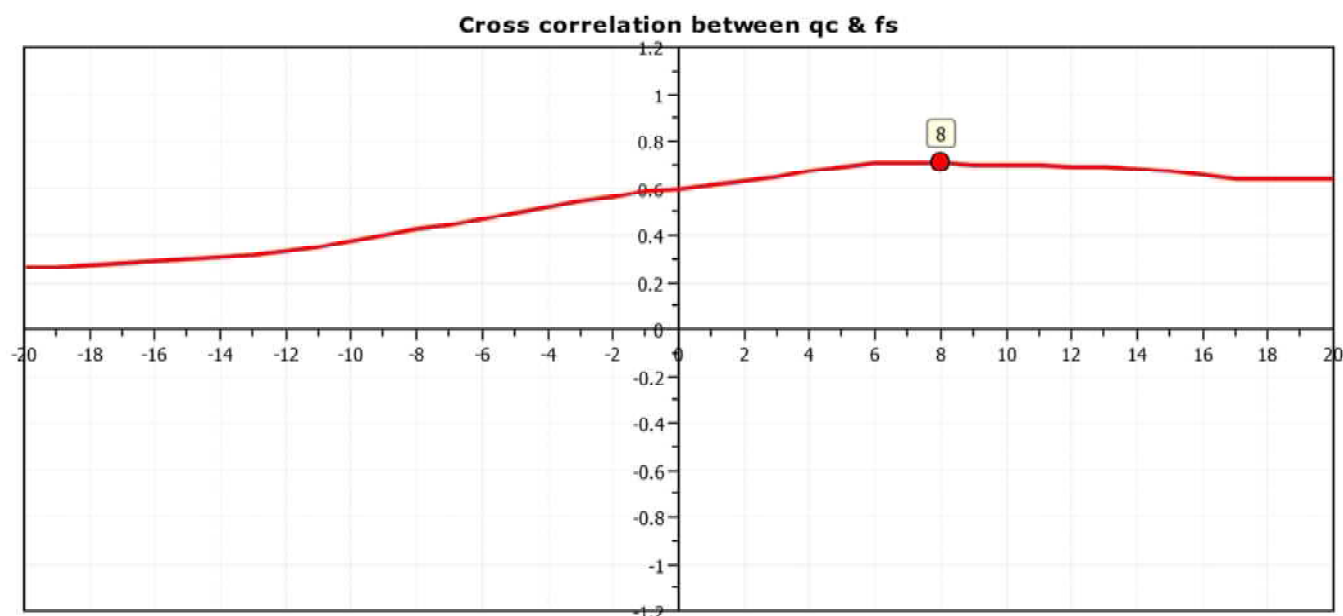
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

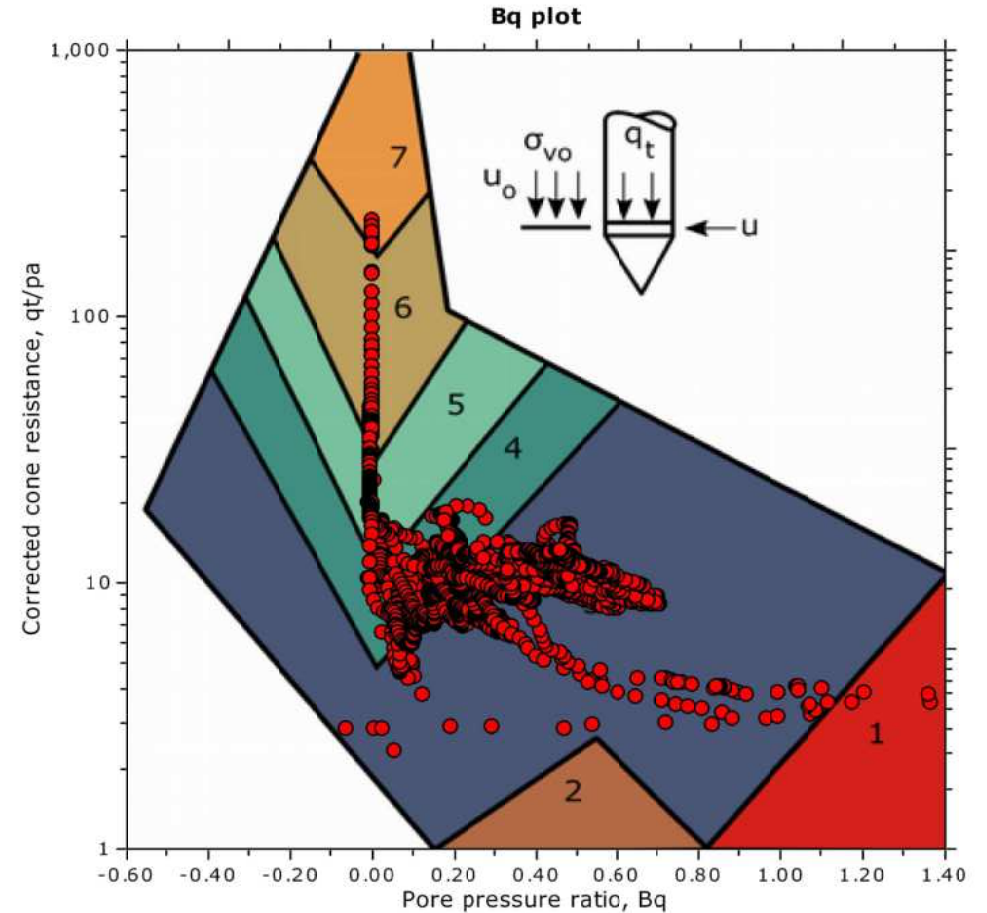
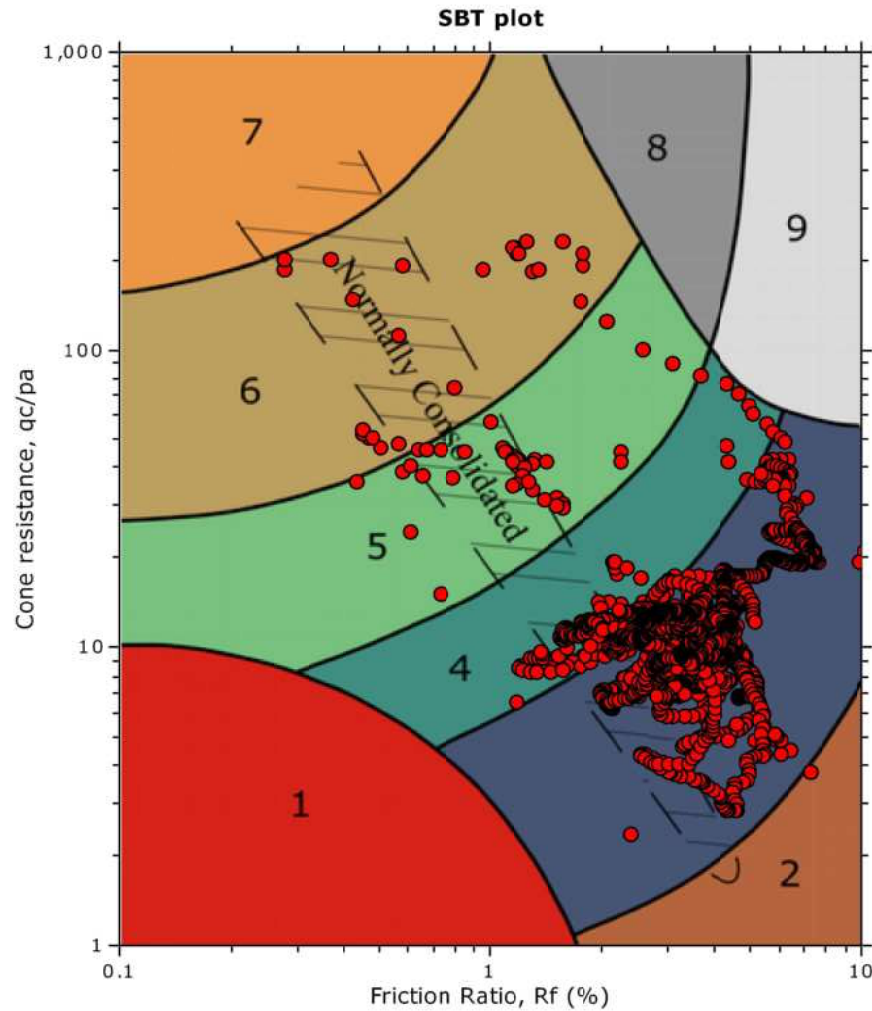
—●— User defined estimation data



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).



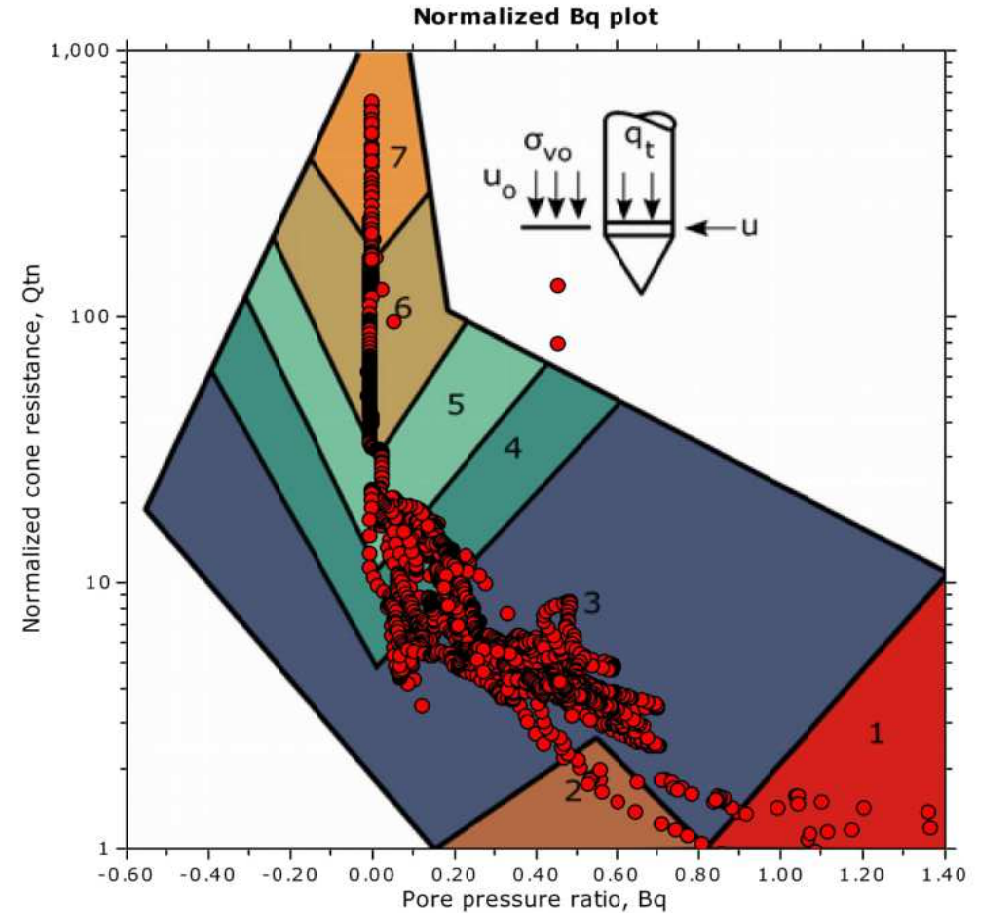
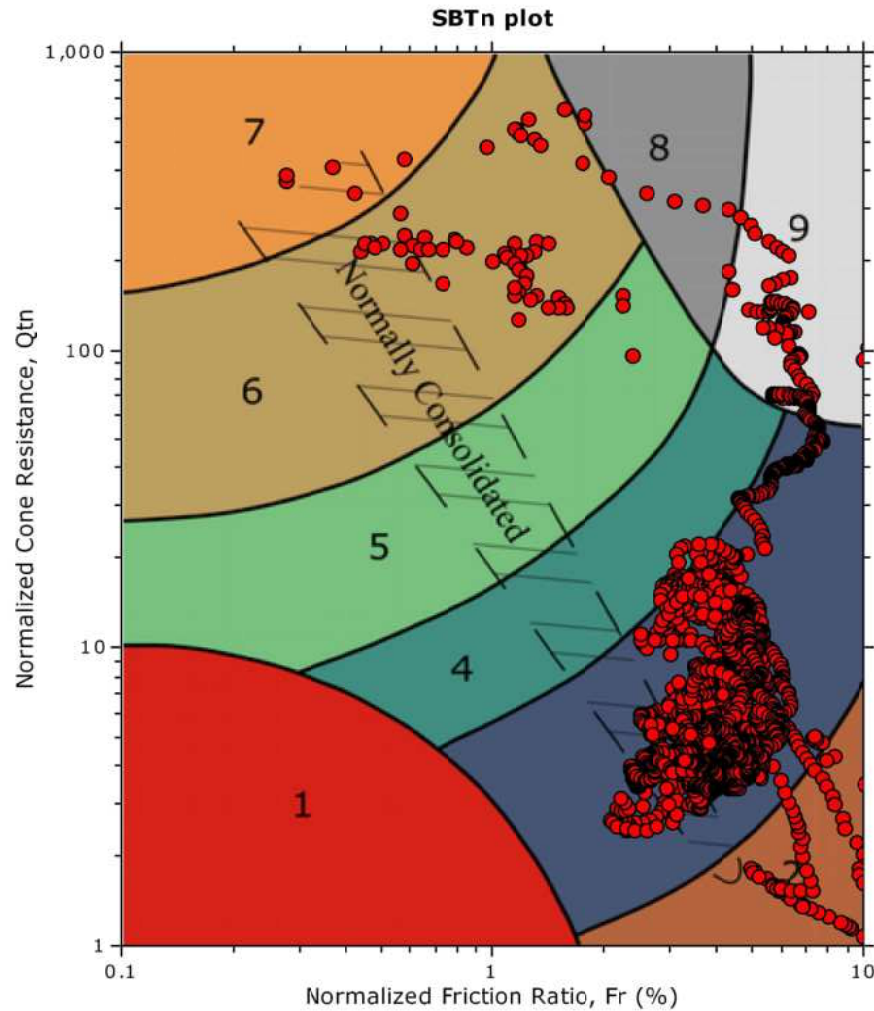
SBT - Bq plots



SBT legend

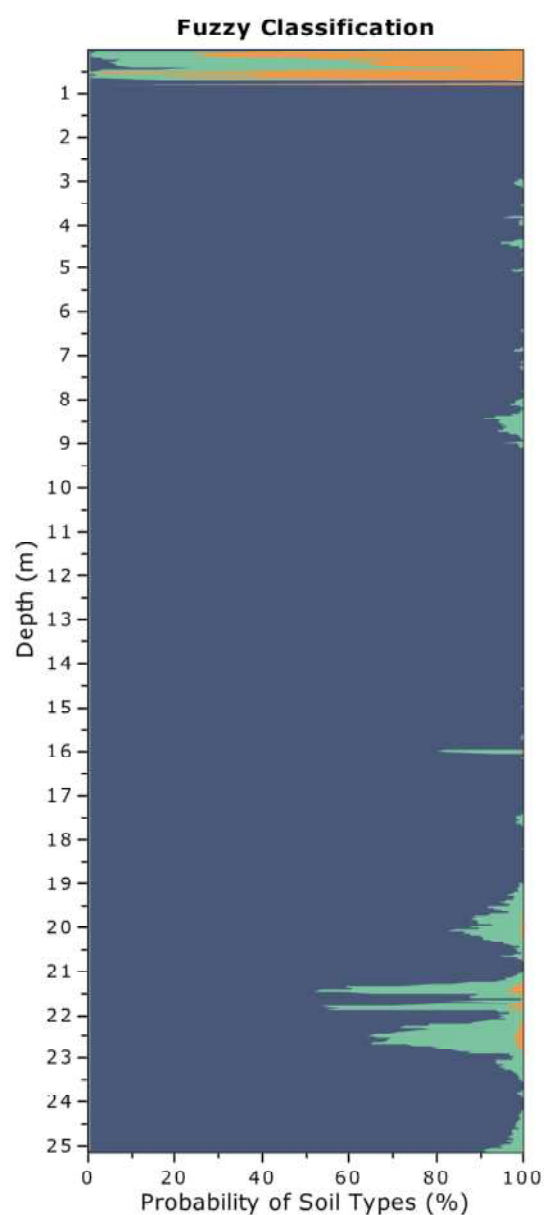
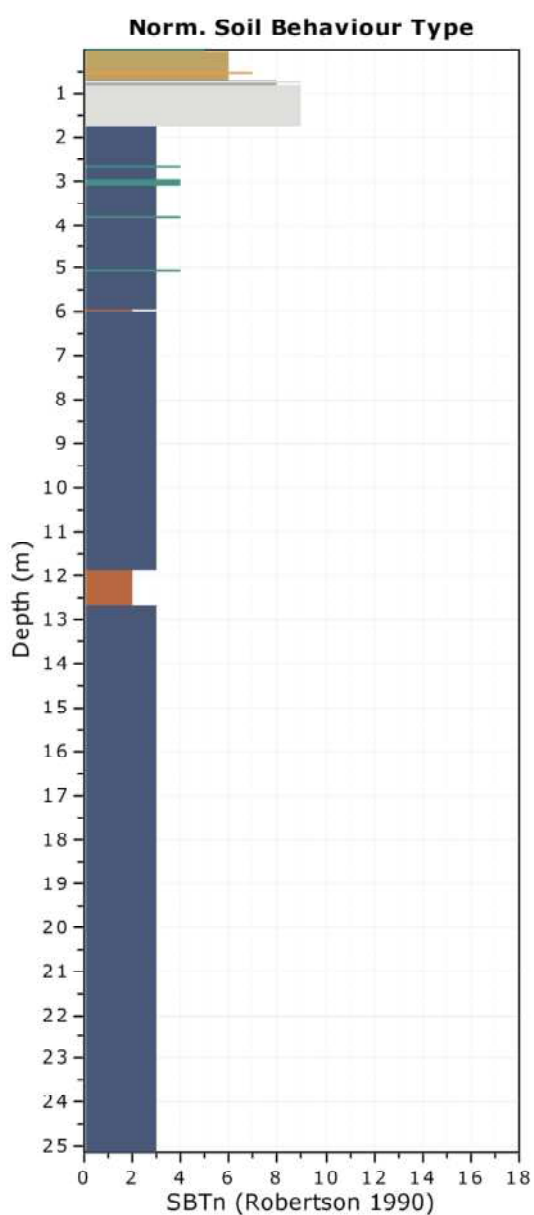
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

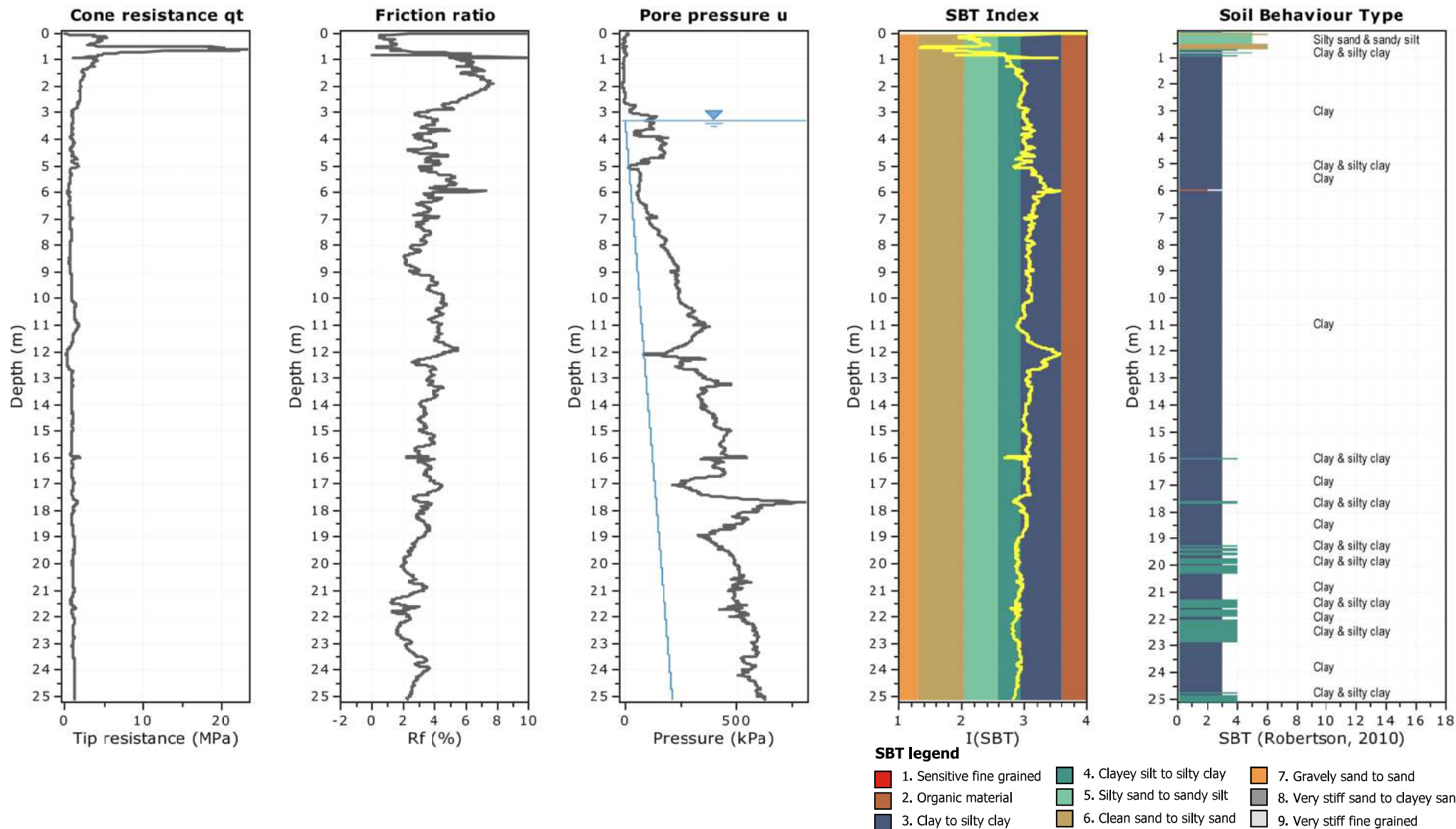
SBT - Bq plots (normalized)

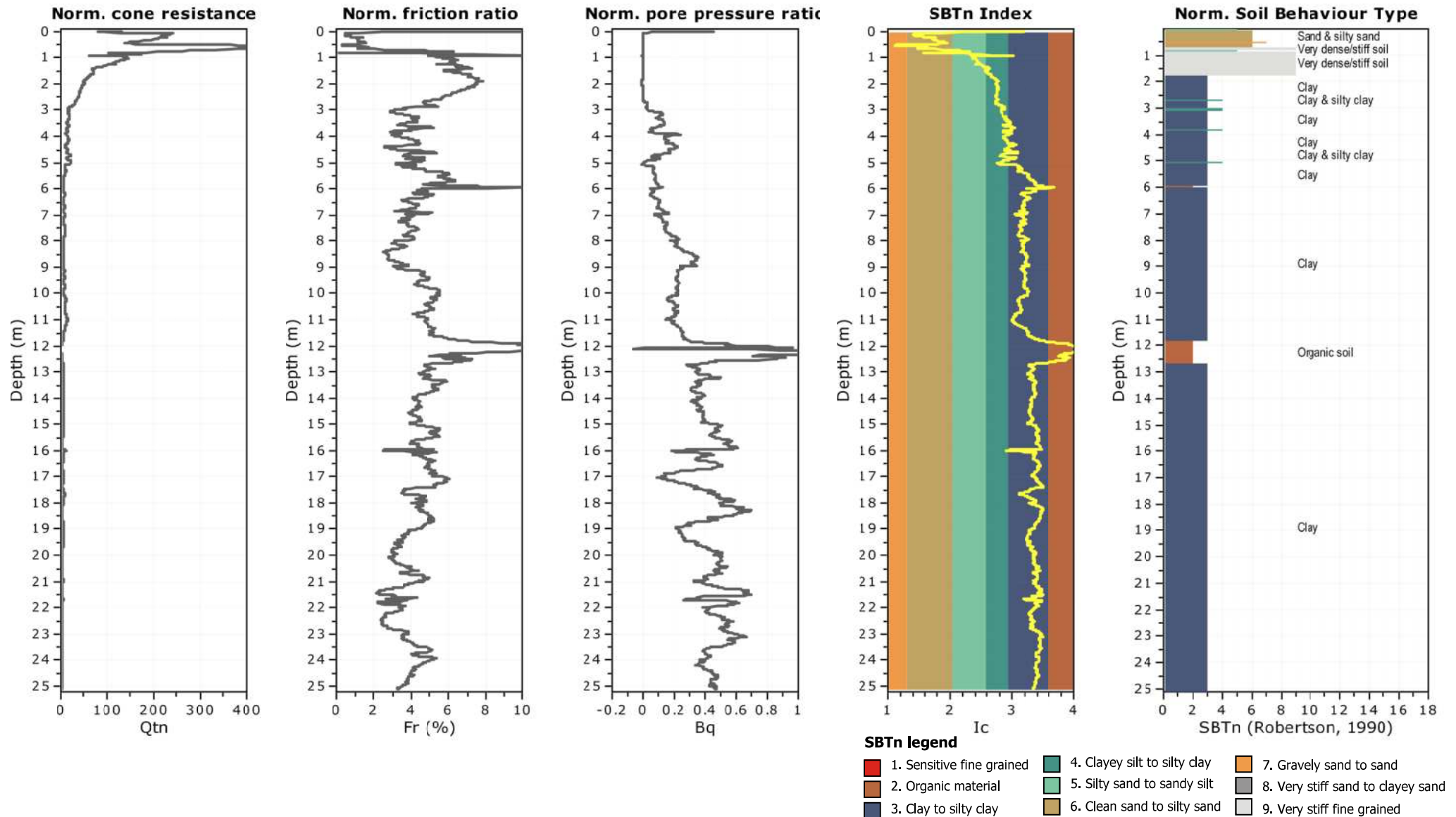


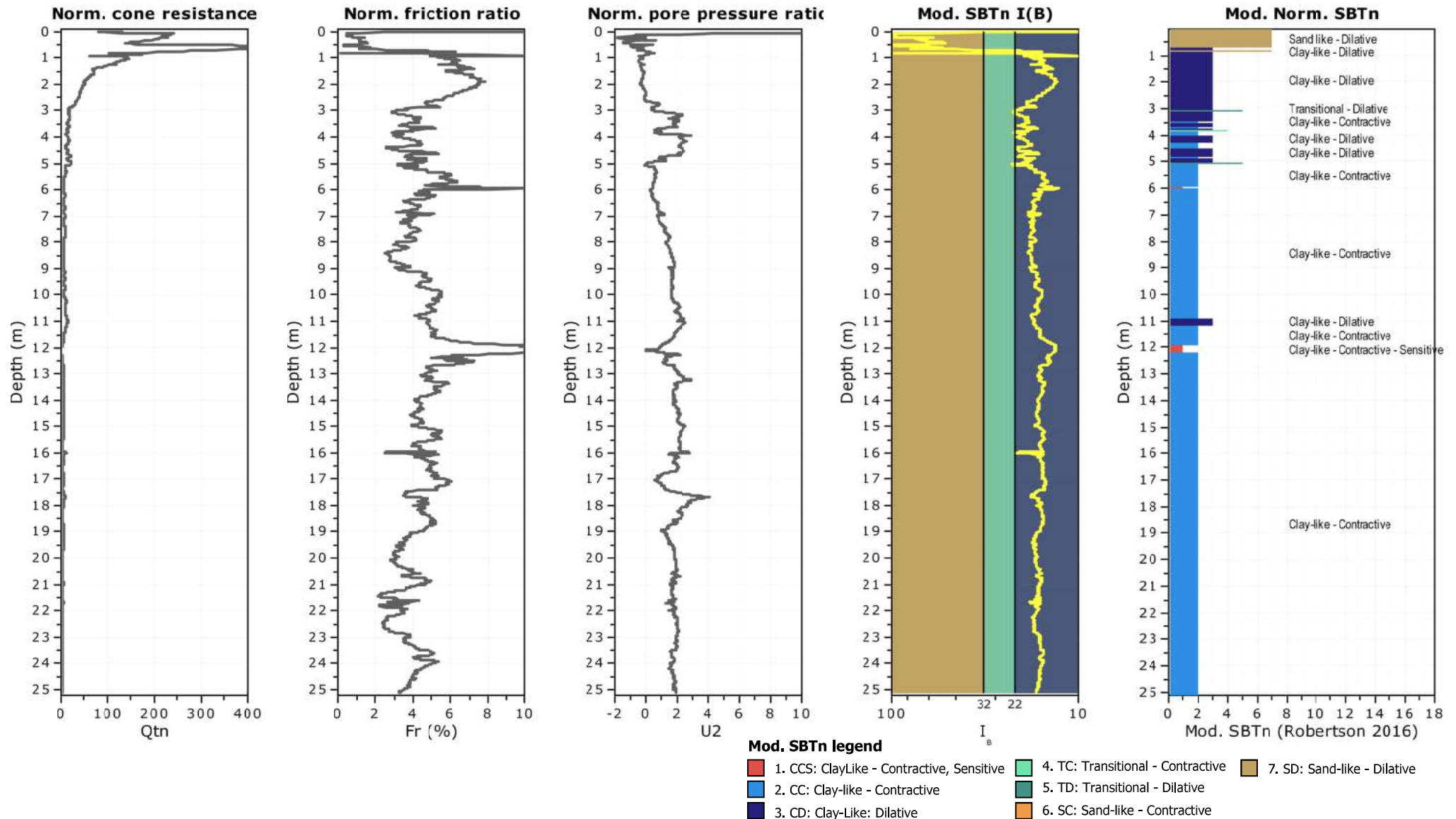
SBTn legend

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

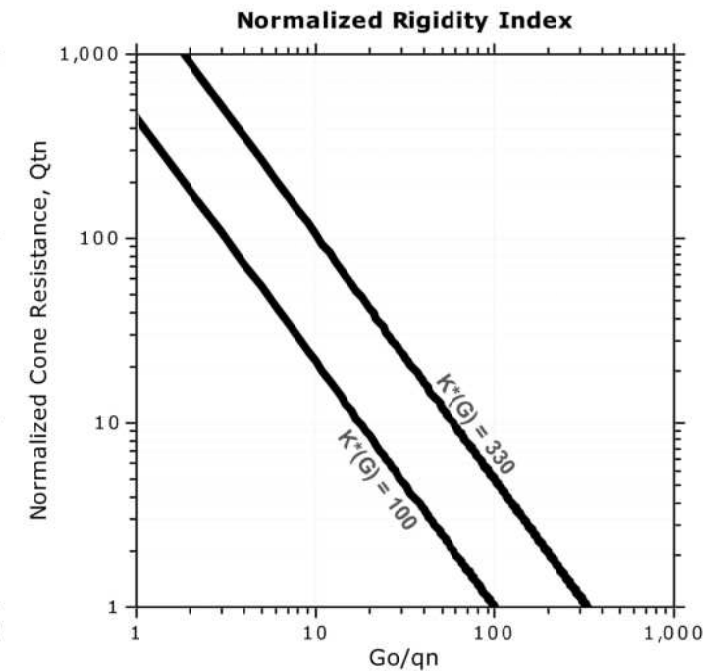
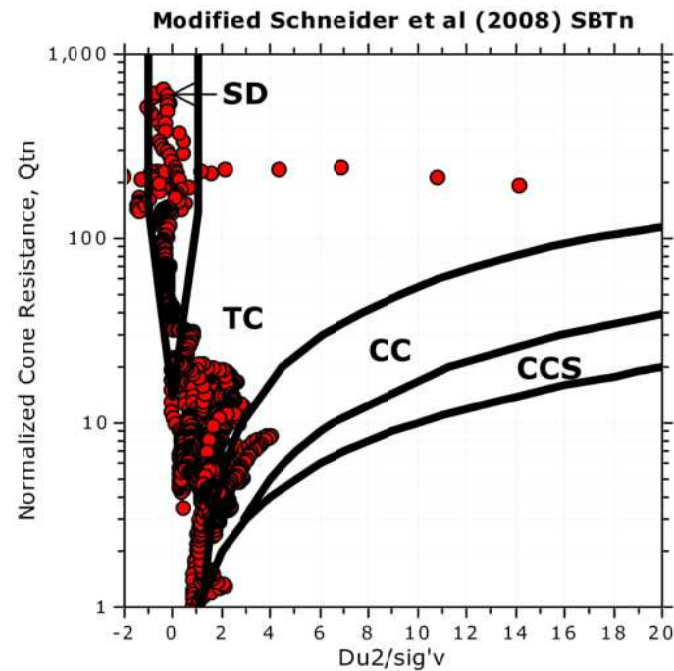
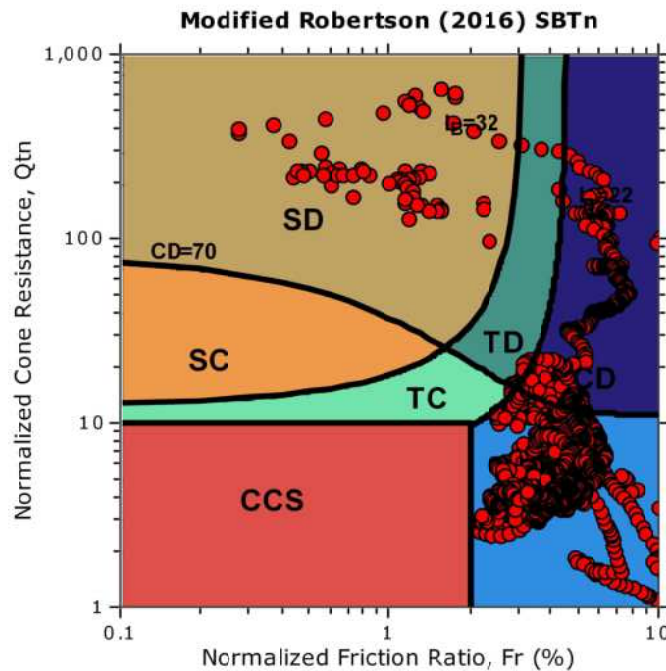








Updated SBTn plots

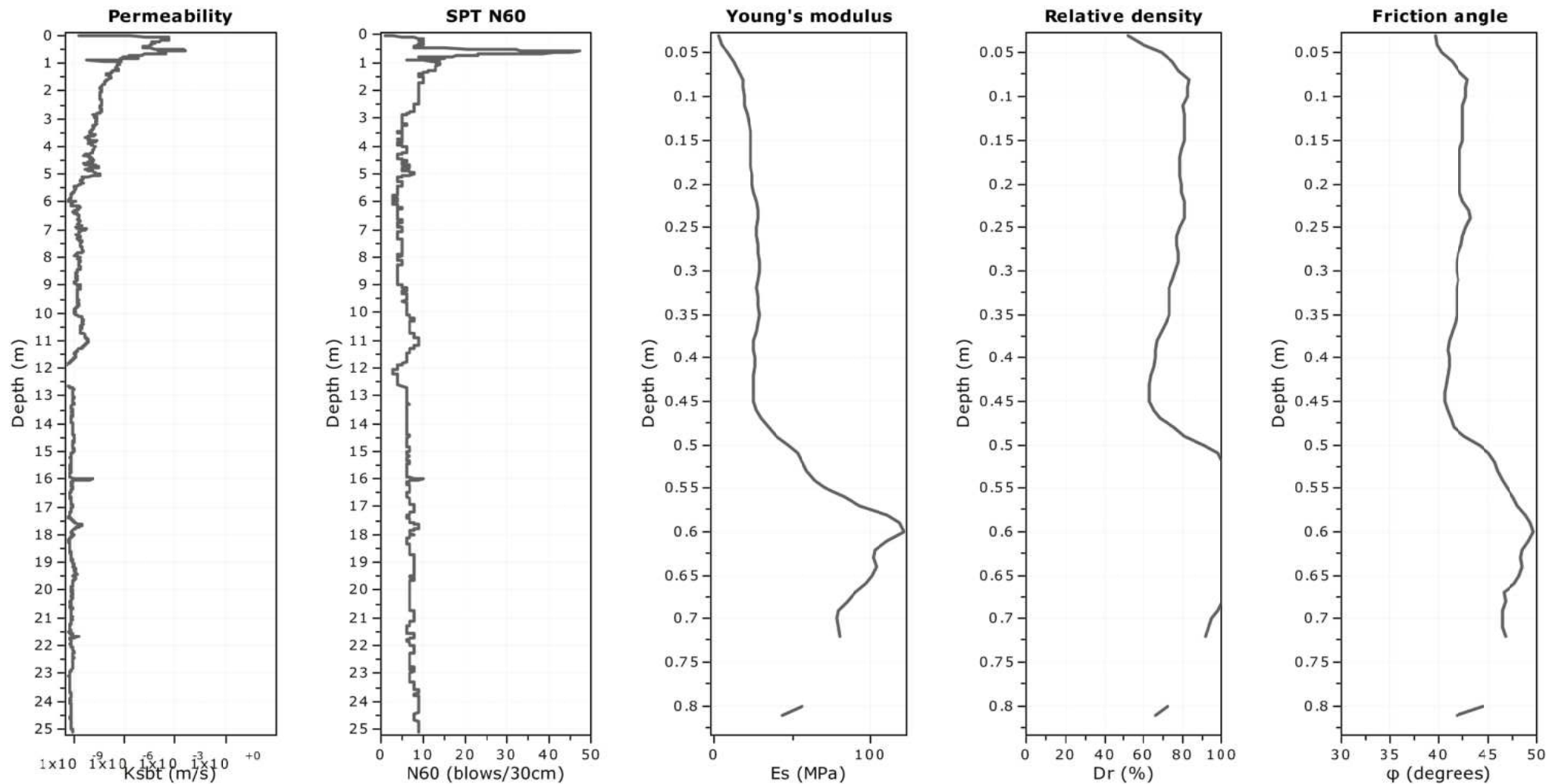


CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Progetto C4 - PAI Parma

Location: Parma via Ugozzolo



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

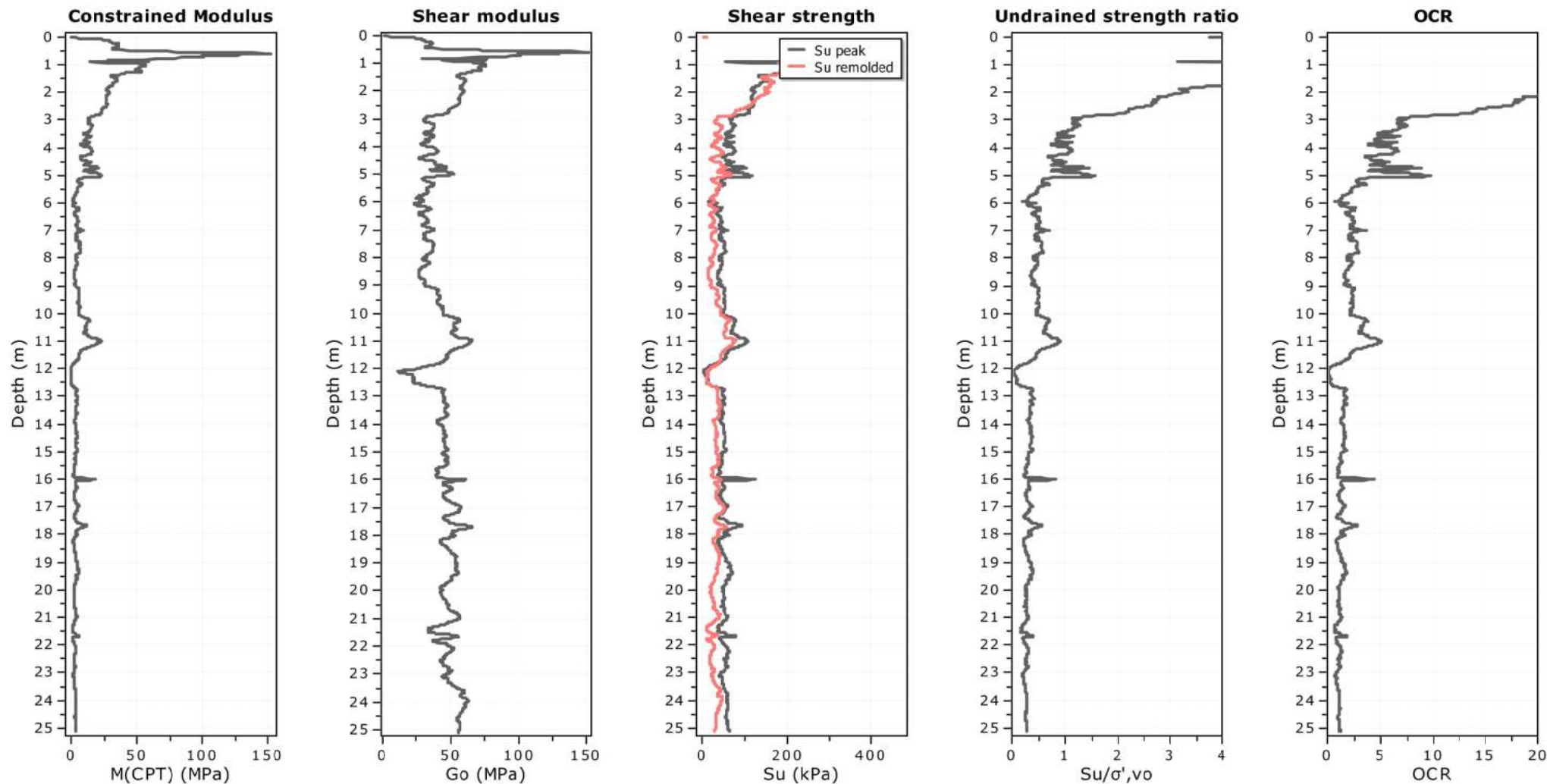
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

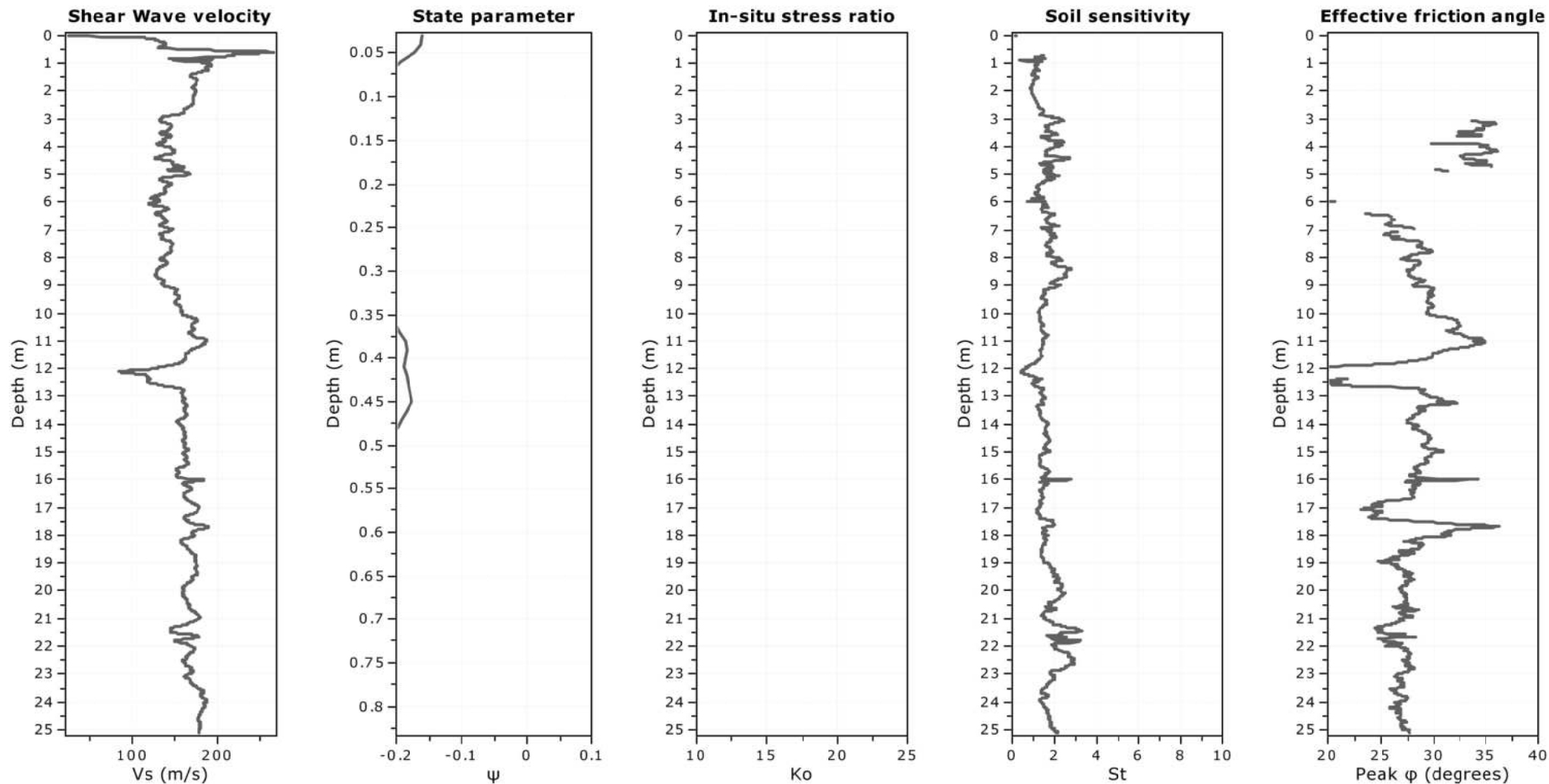
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

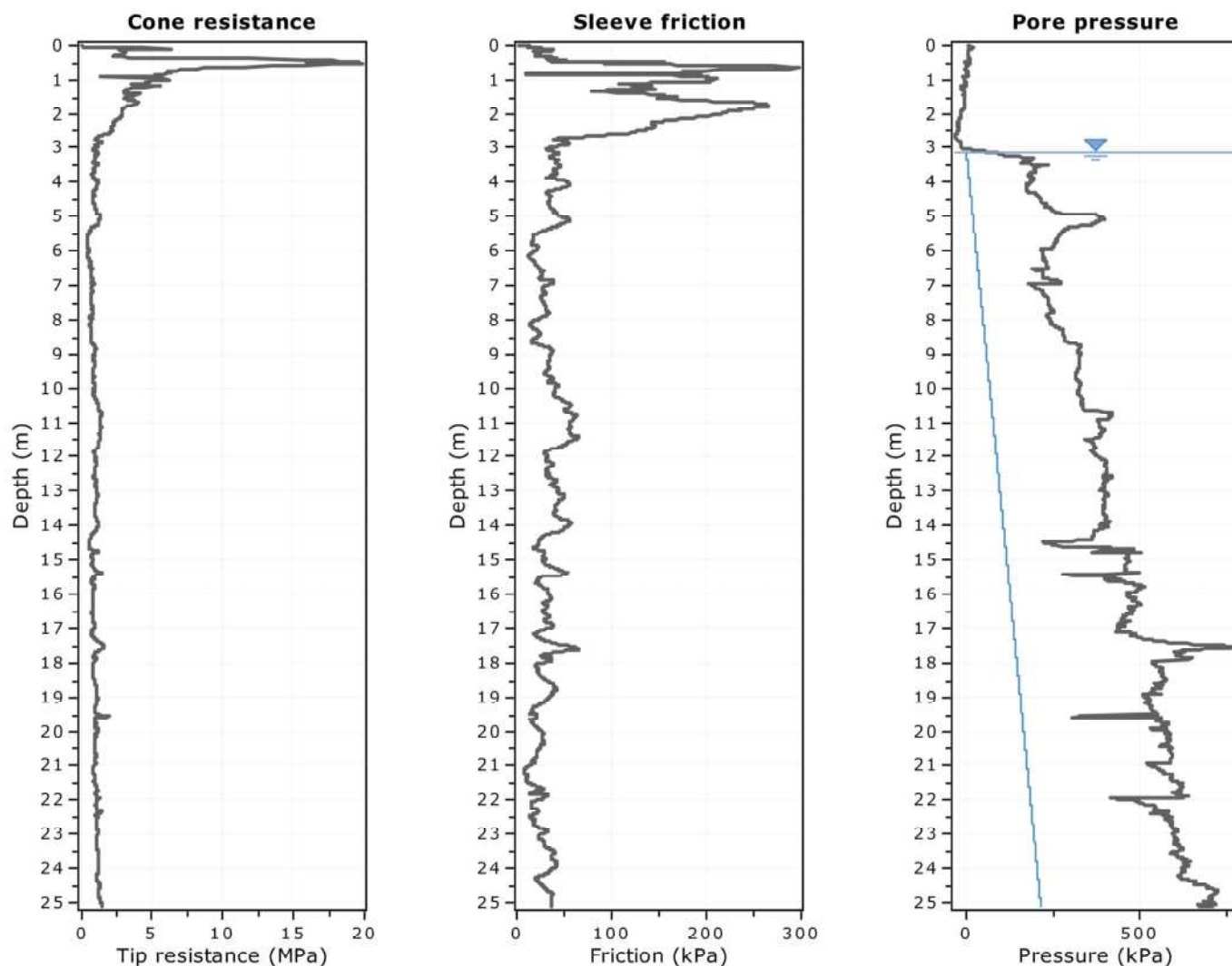
● Flat Dilatometer Test data



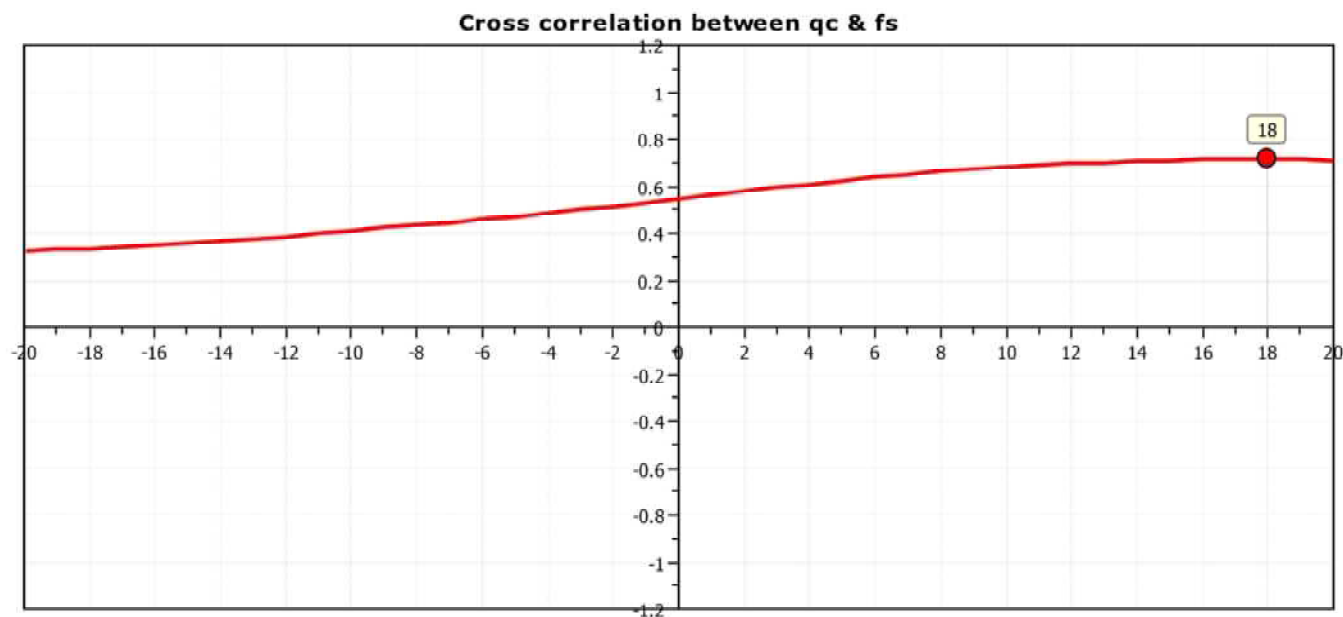
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

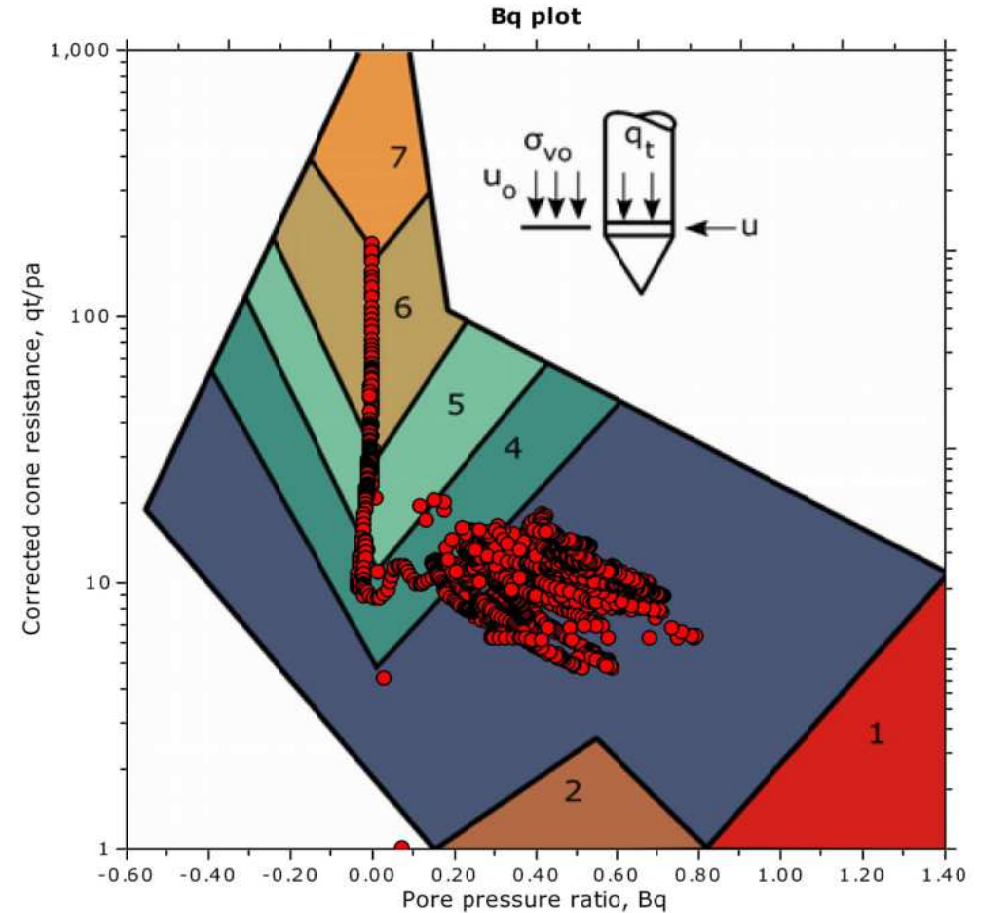
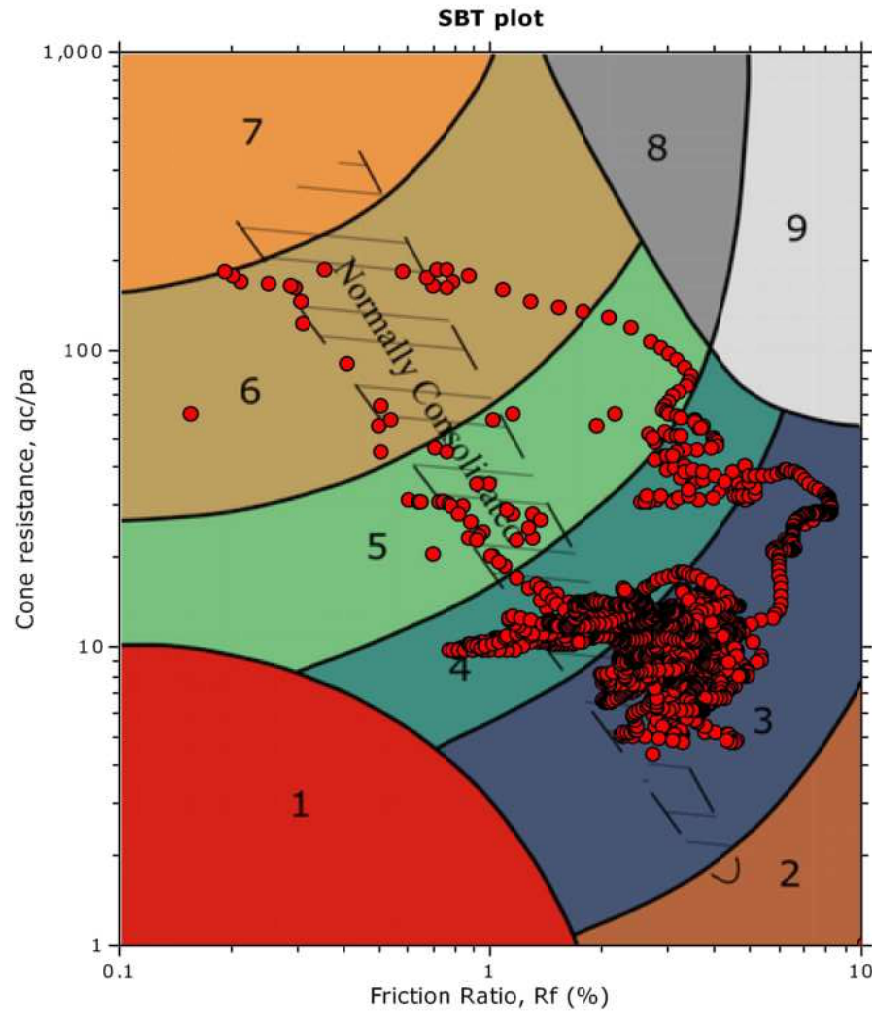
—●— User defined estimation data



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



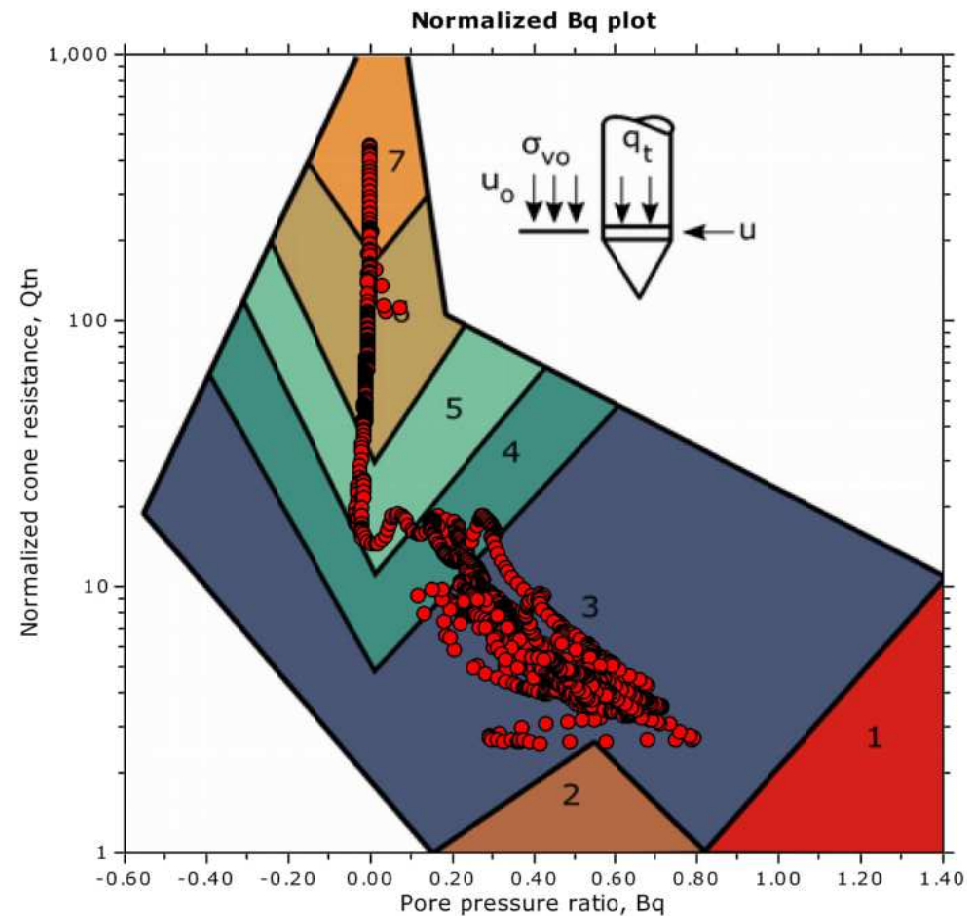
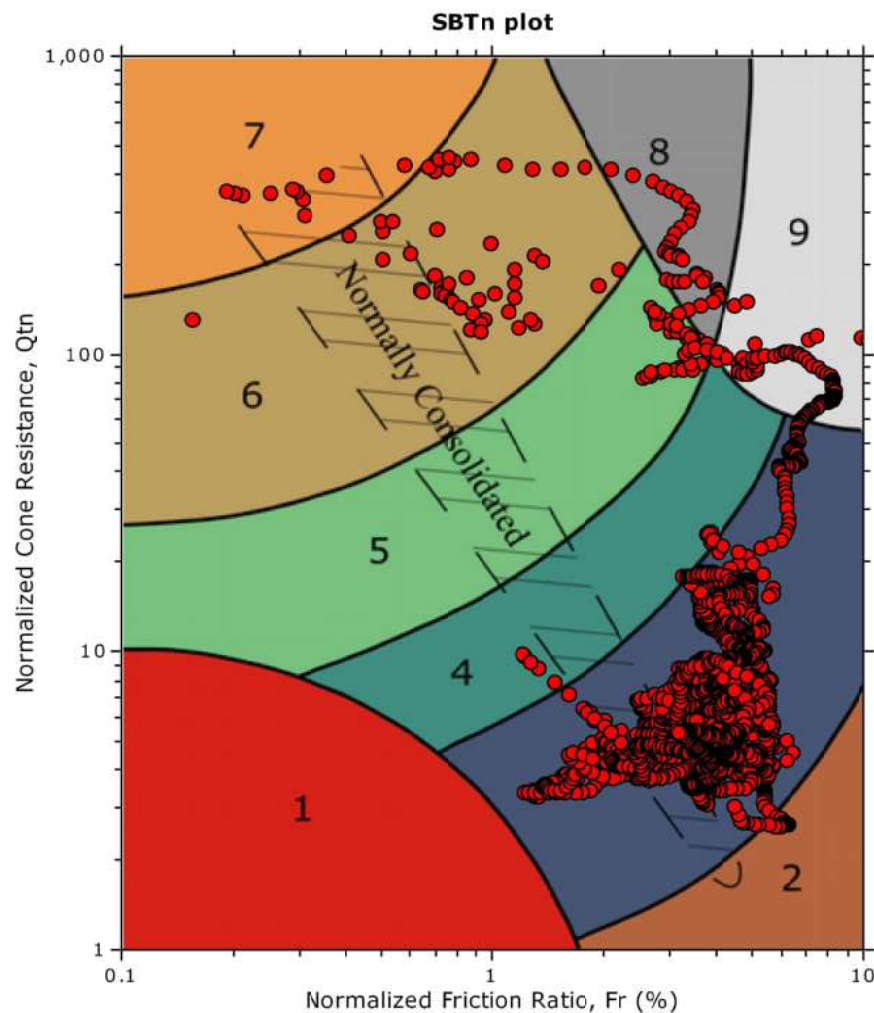
SBT - Bq plots



SBT legend

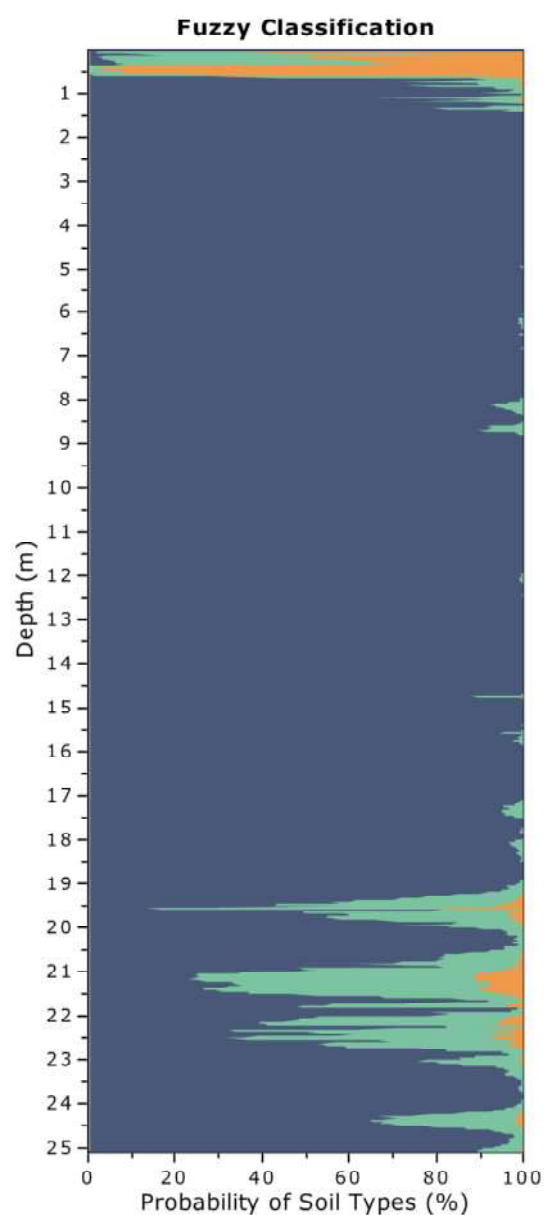
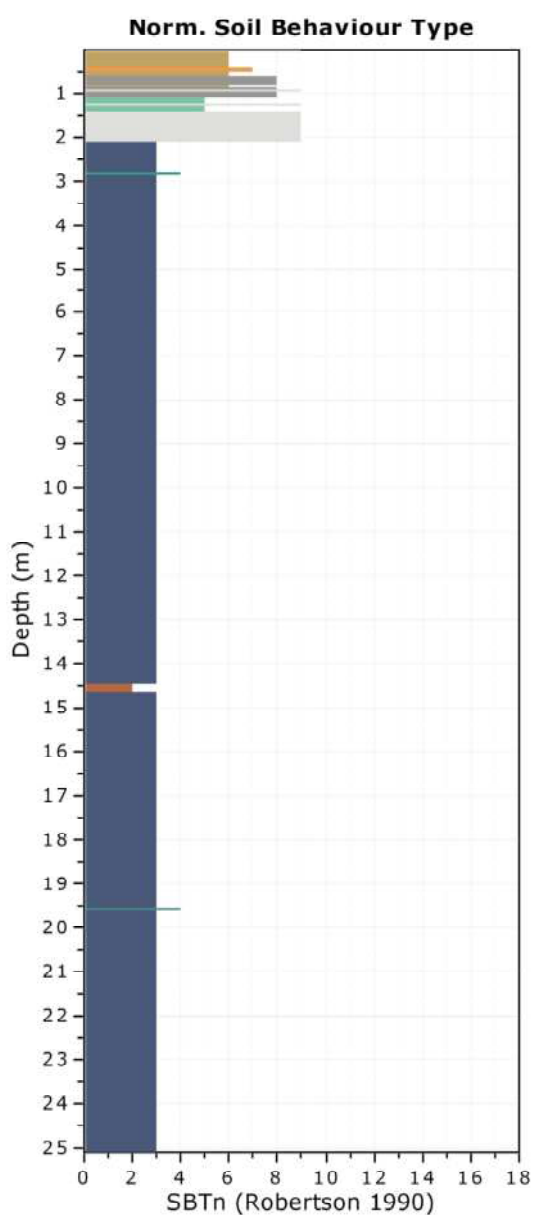
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

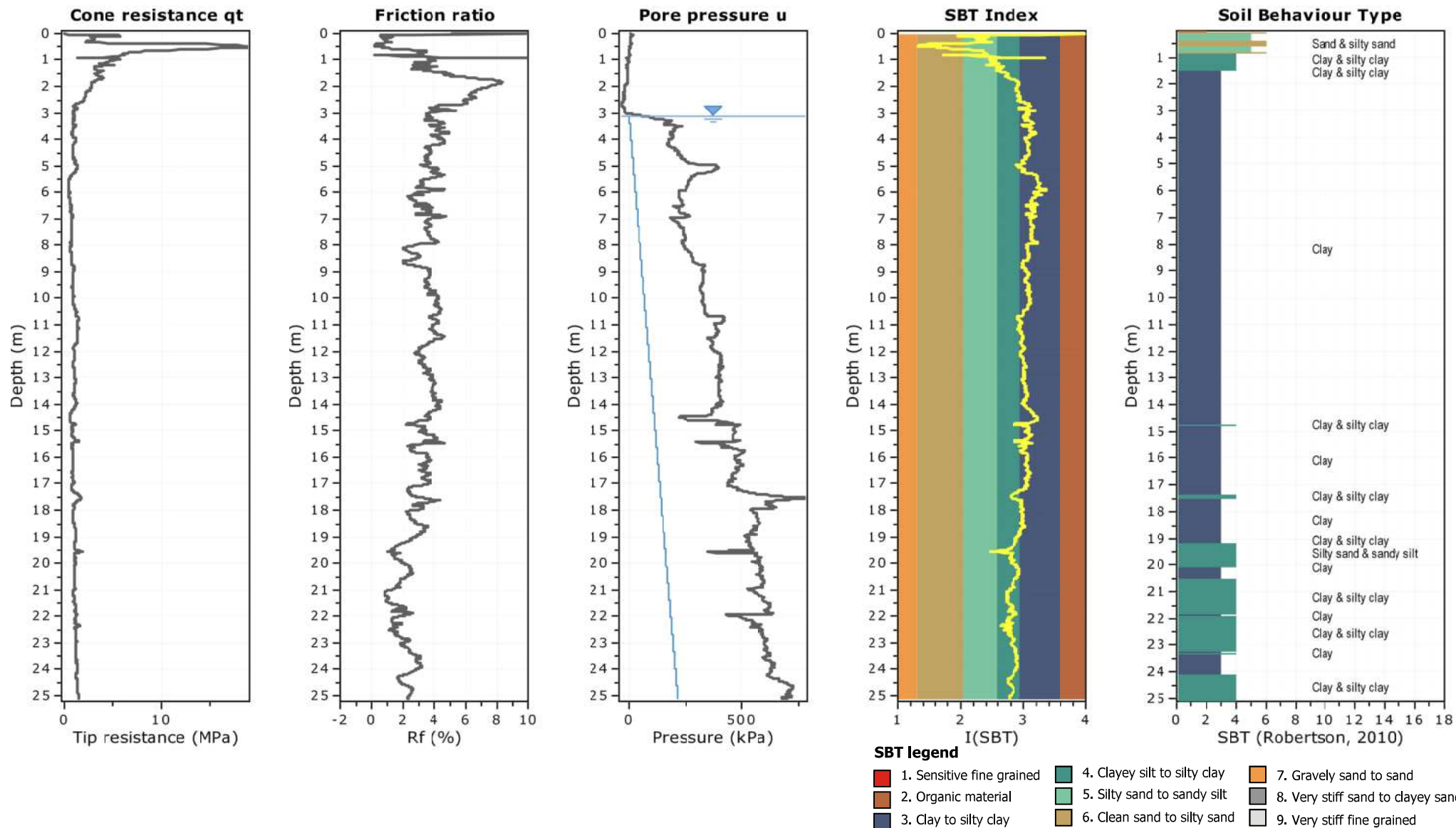
SBT - Bq plots (normalized)

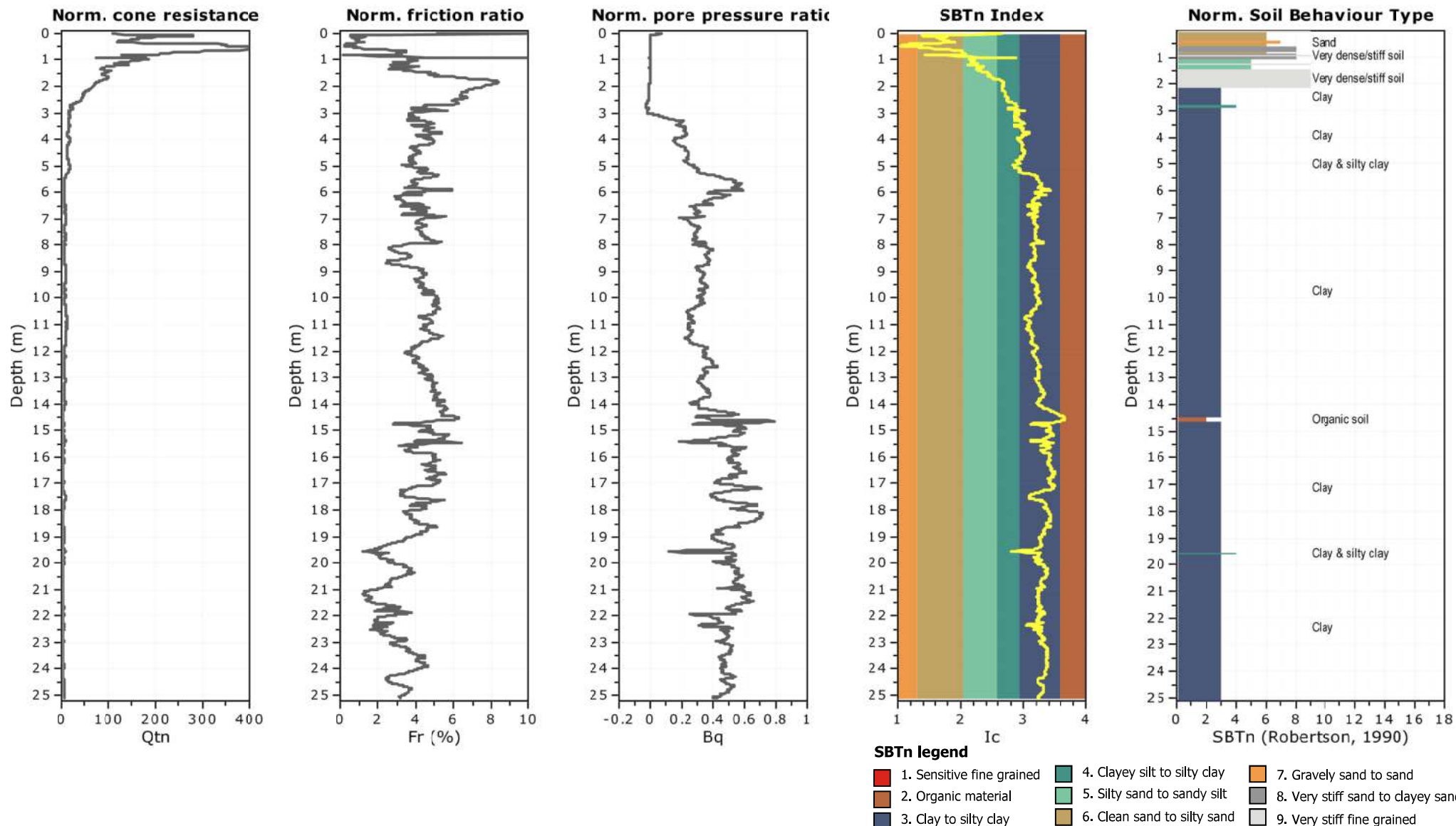


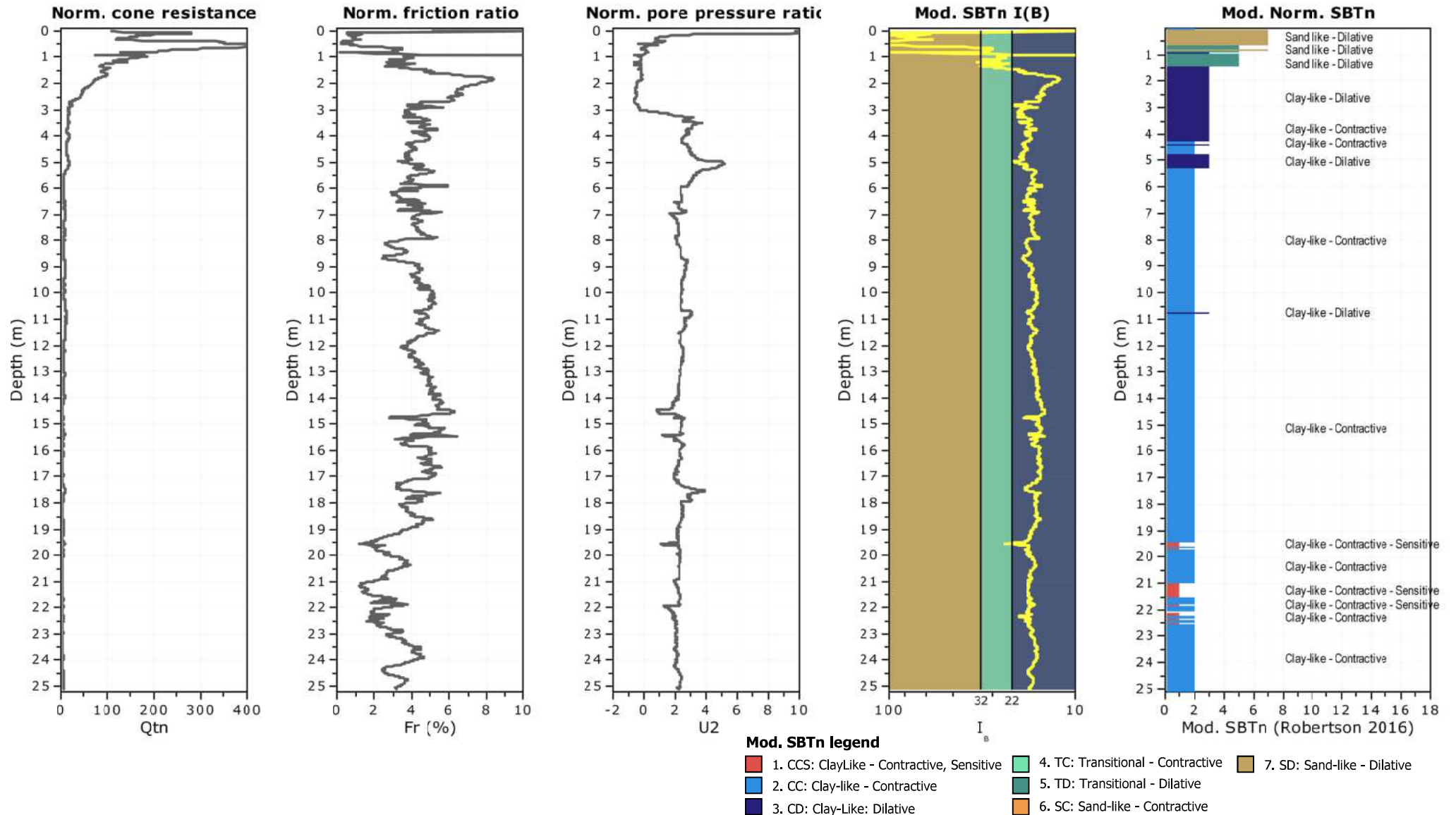
SBTn legend

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

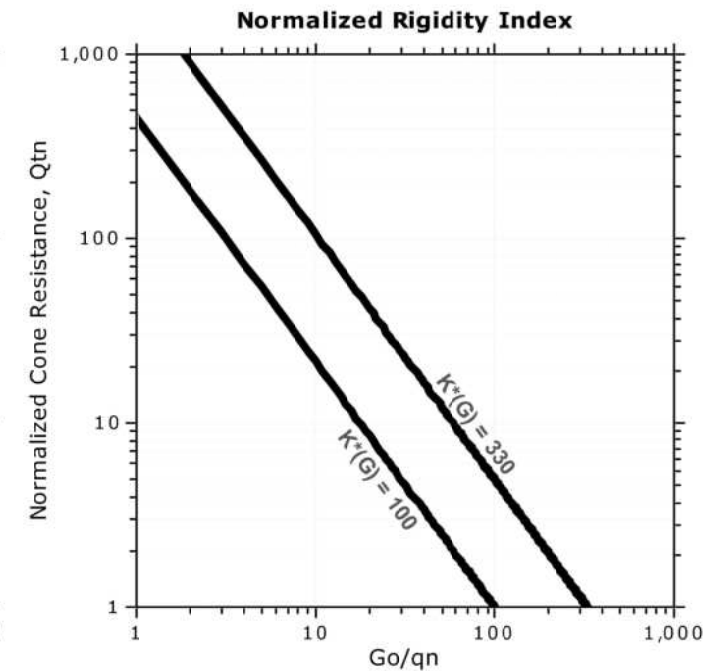
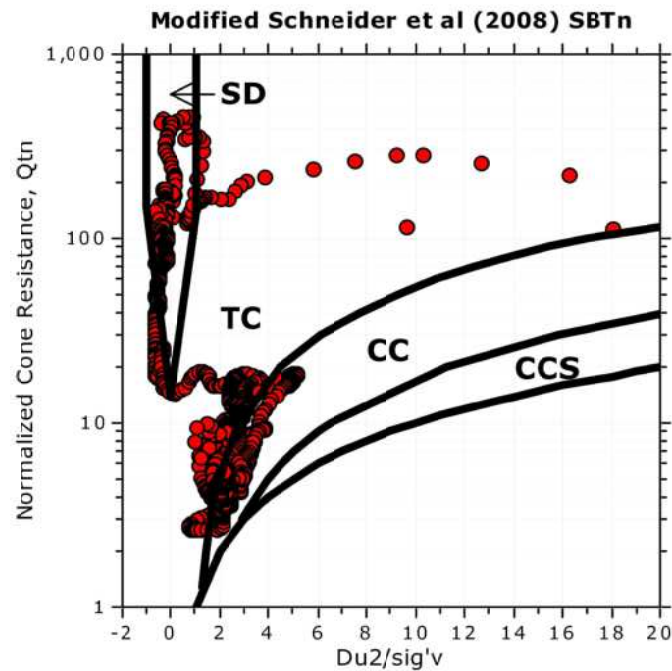
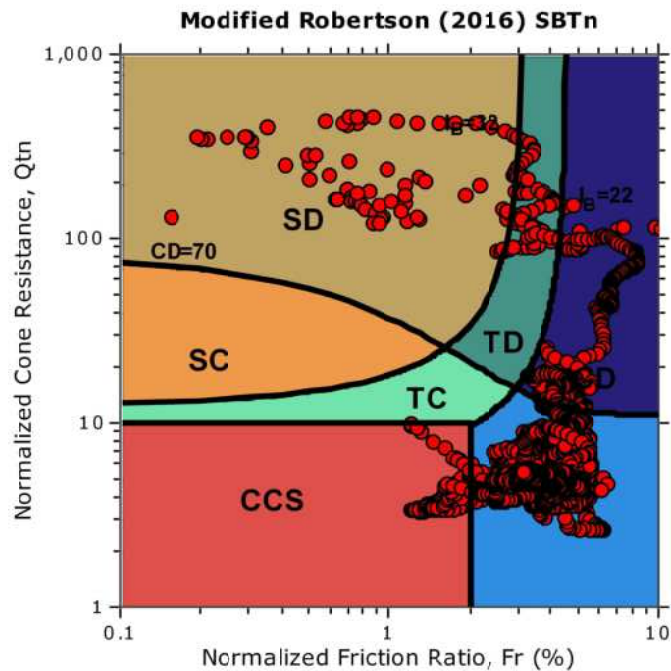






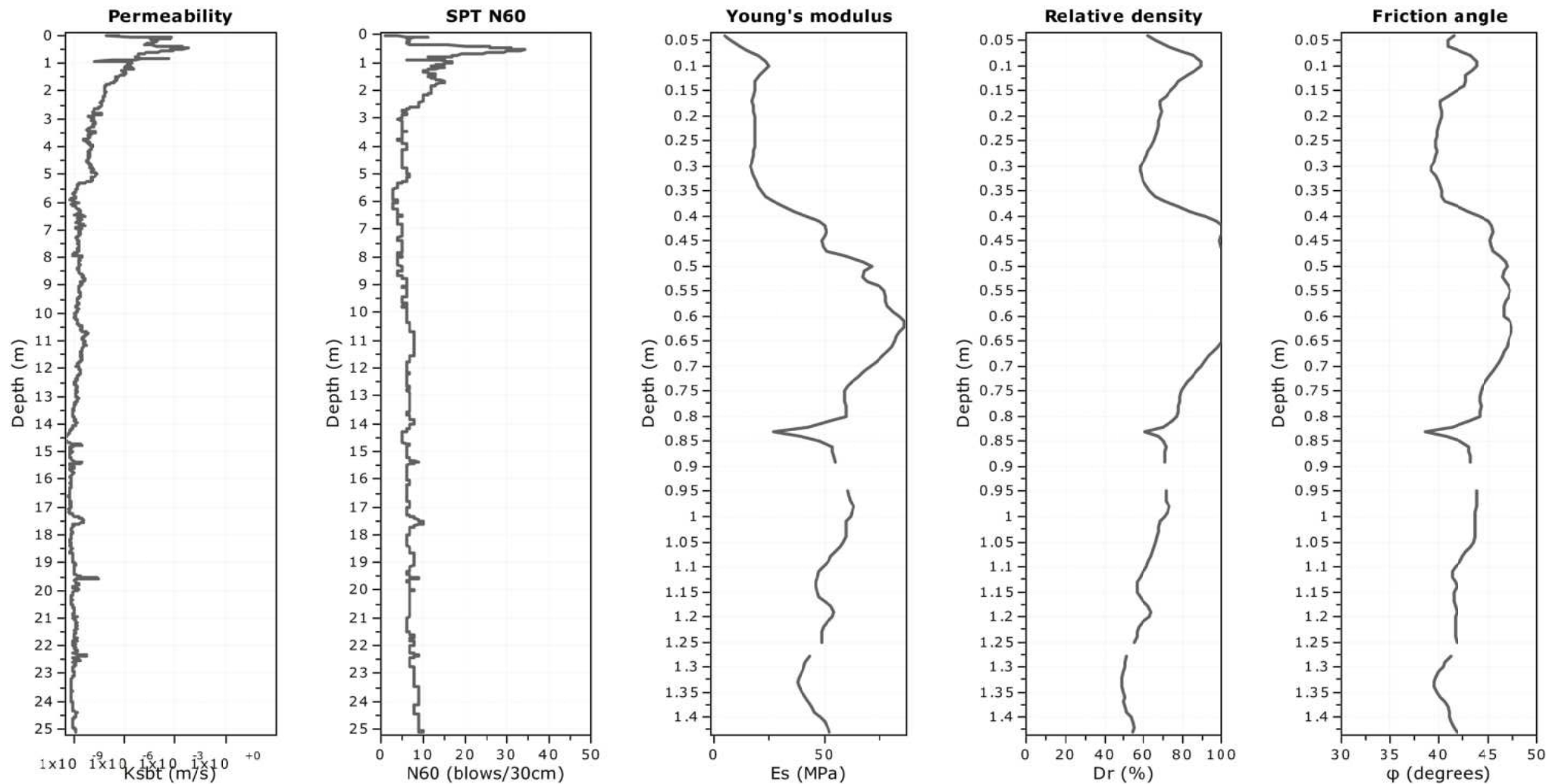


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

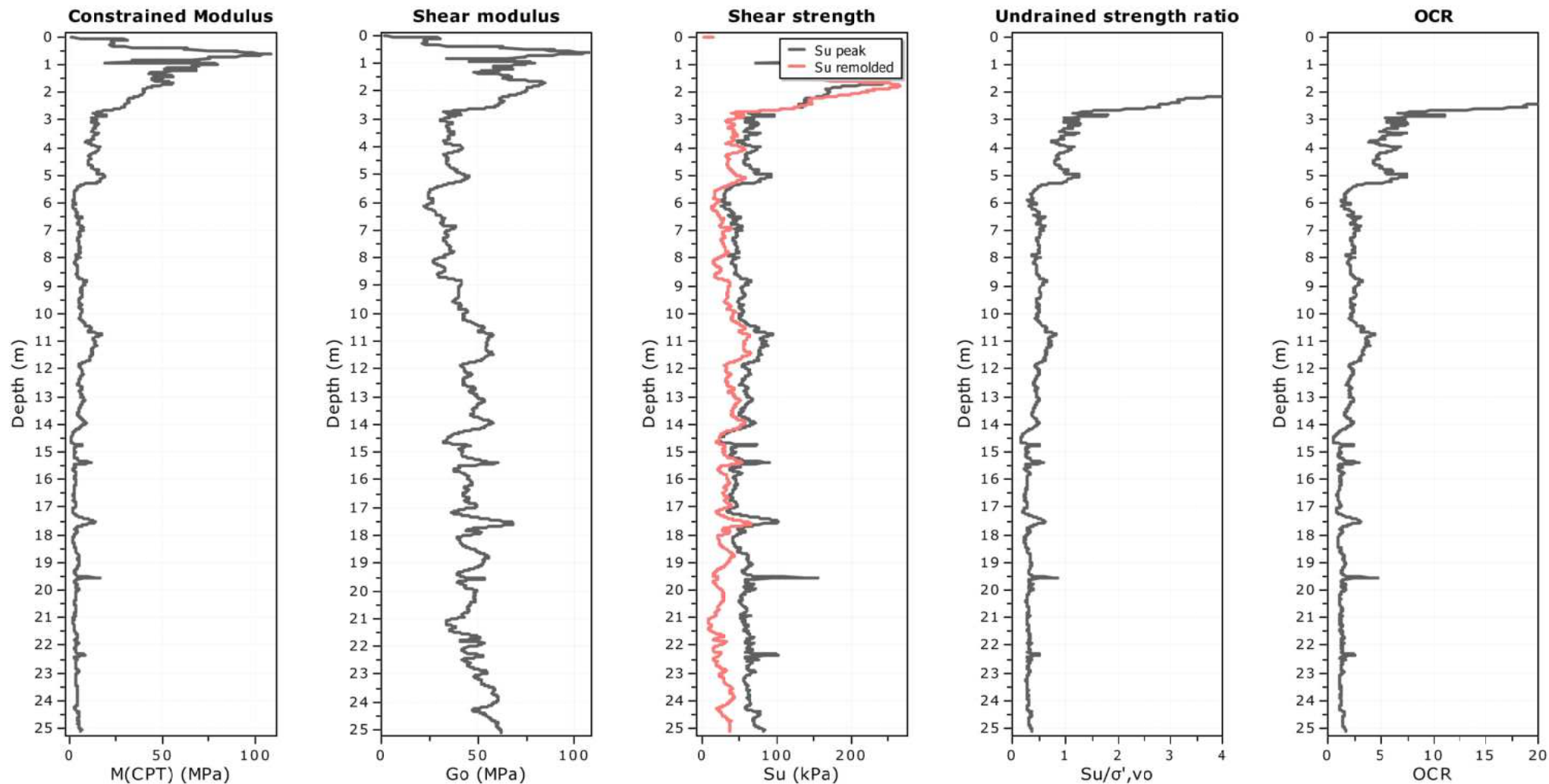
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

● User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

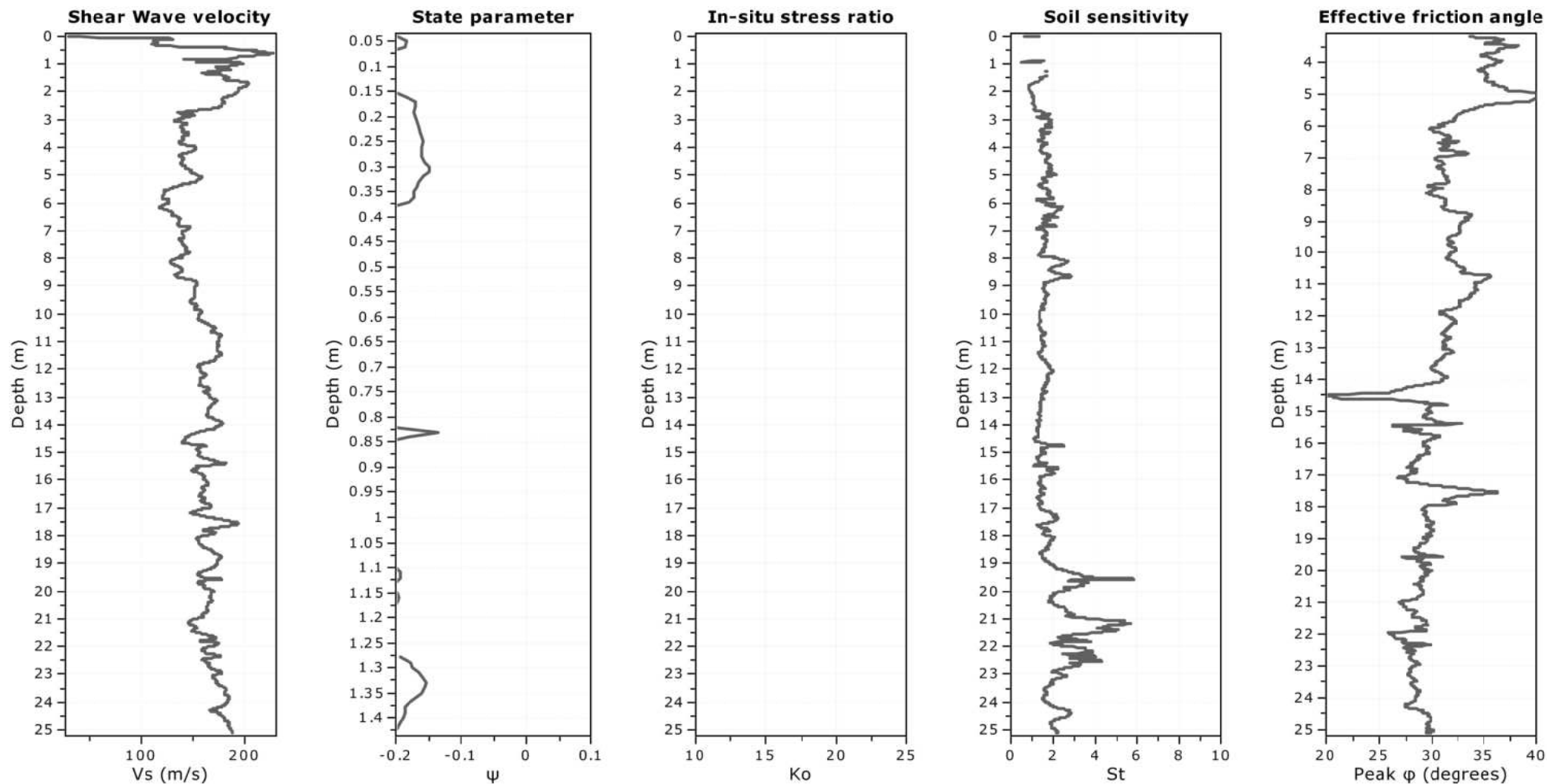
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

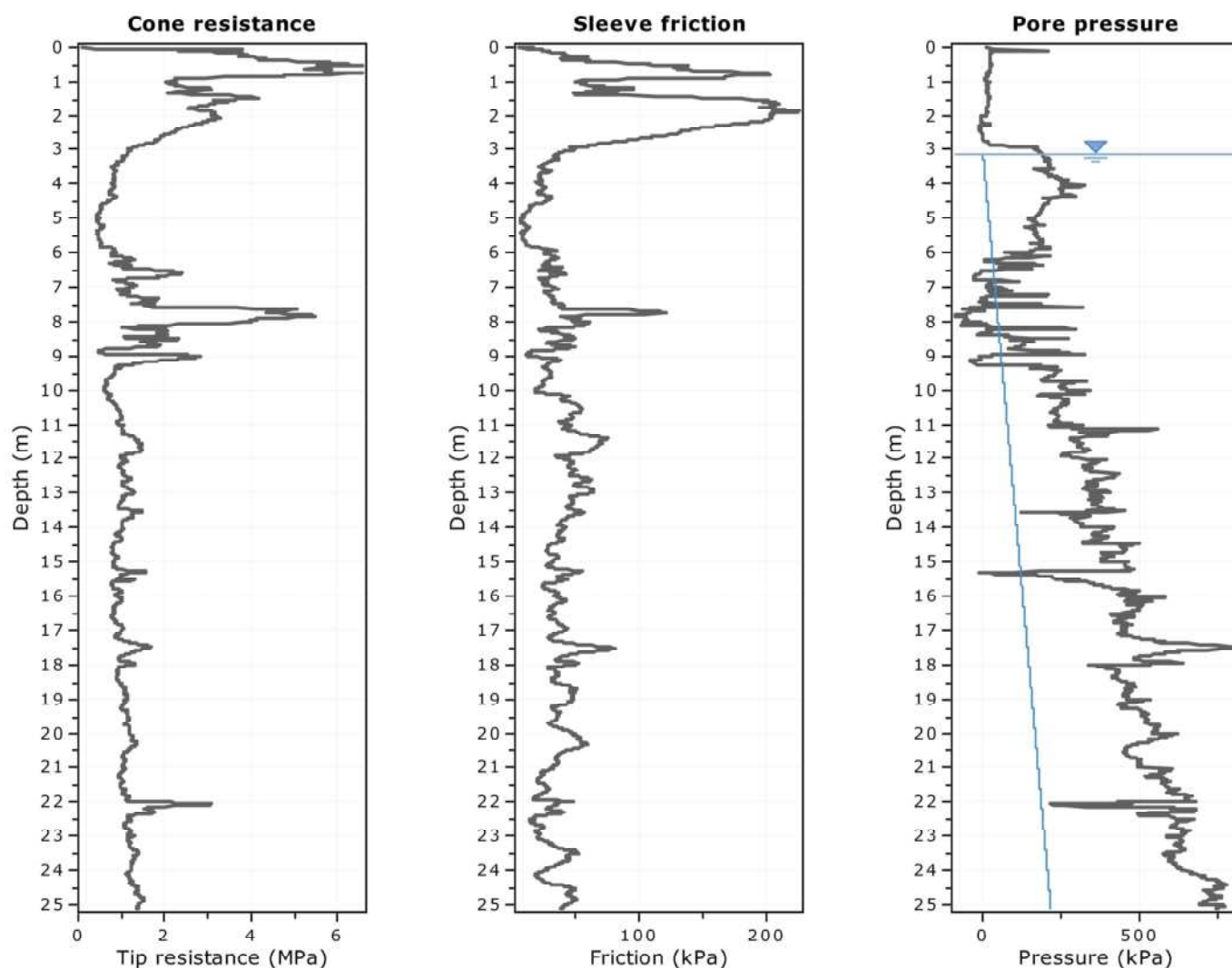
● Flat Dilatometer Test data



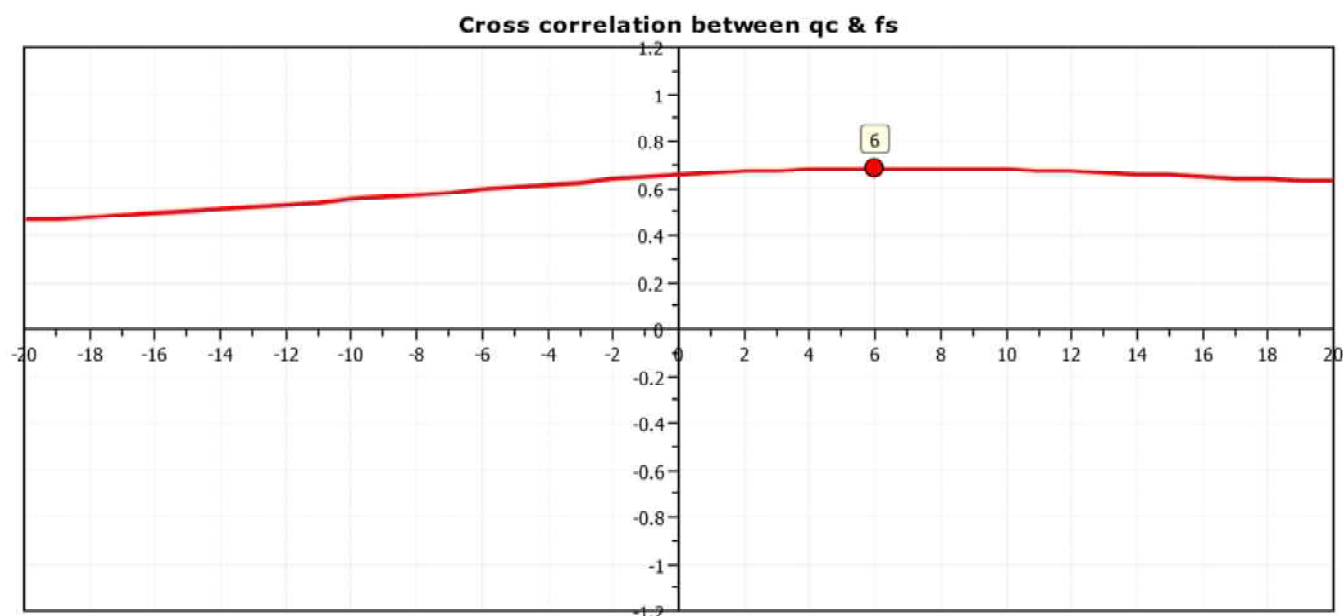
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

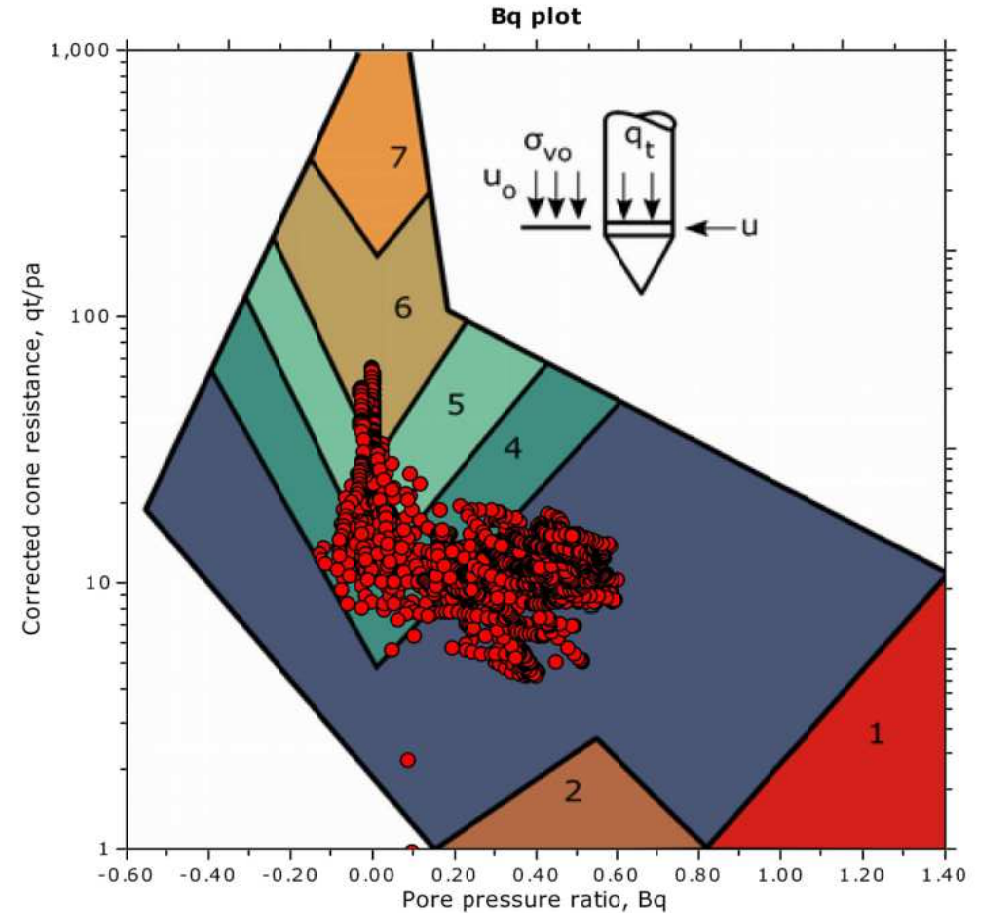
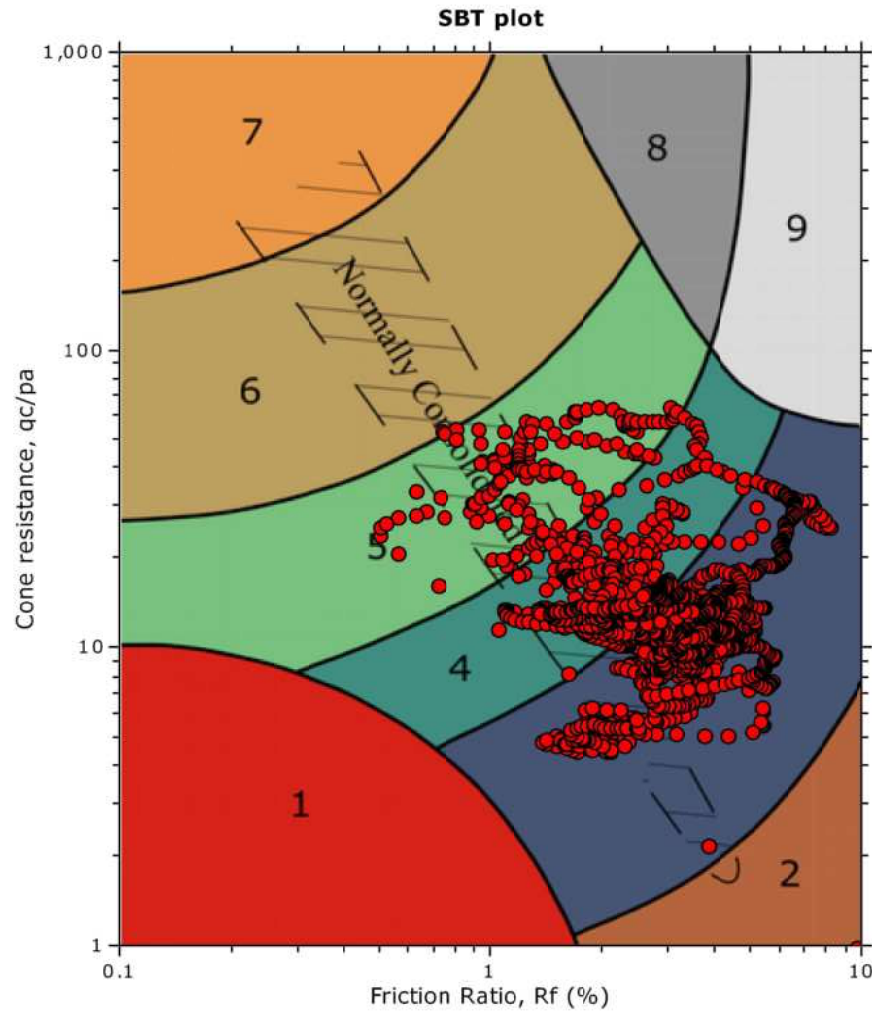
—●— User defined estimation data



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



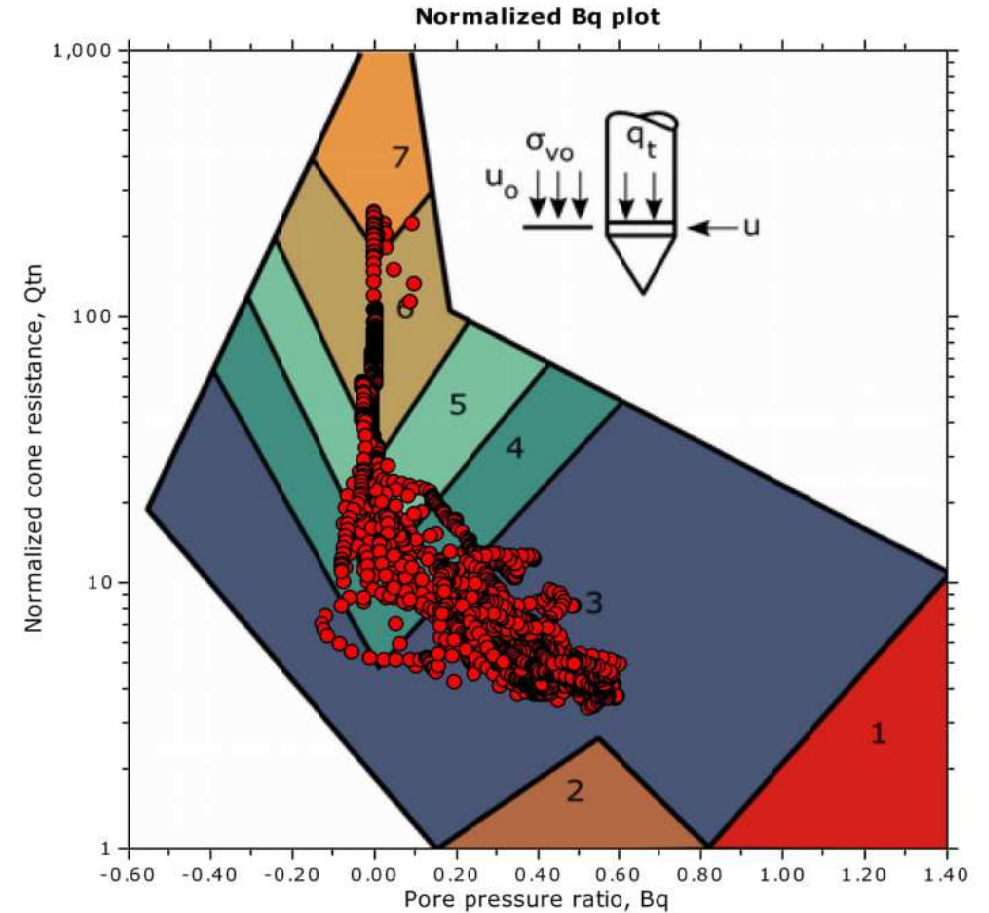
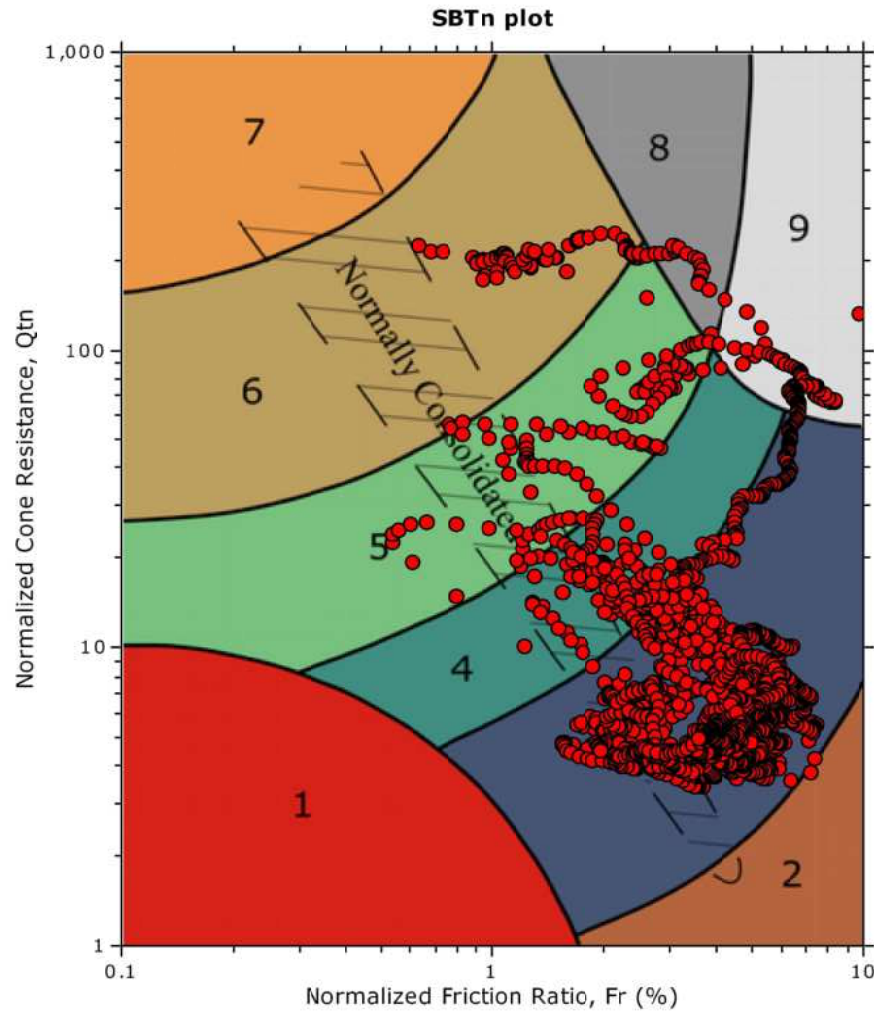
SBT - Bq plots



SBT legend

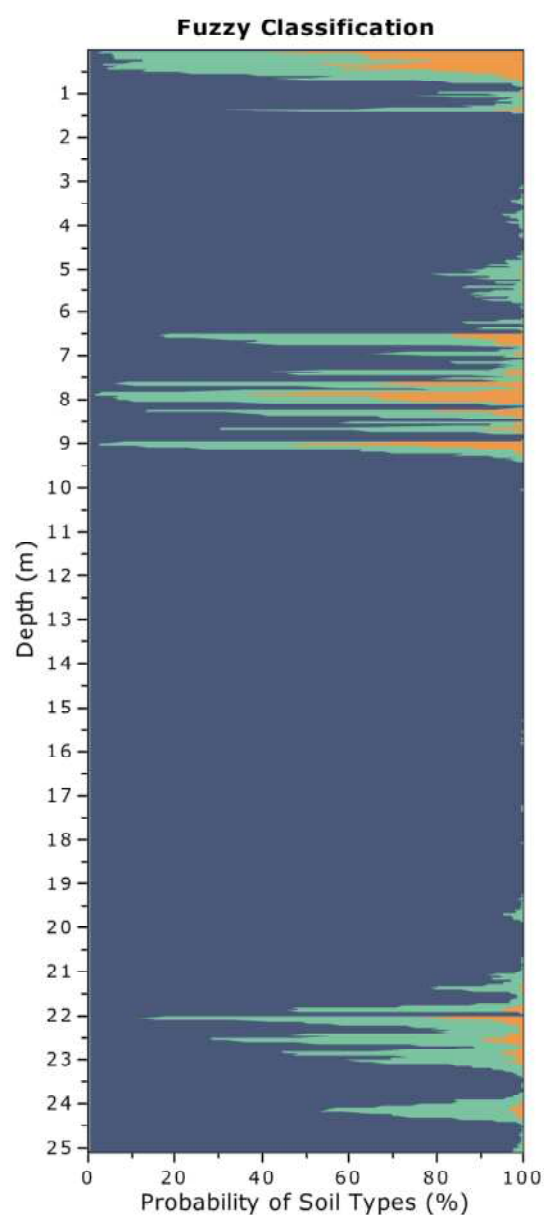
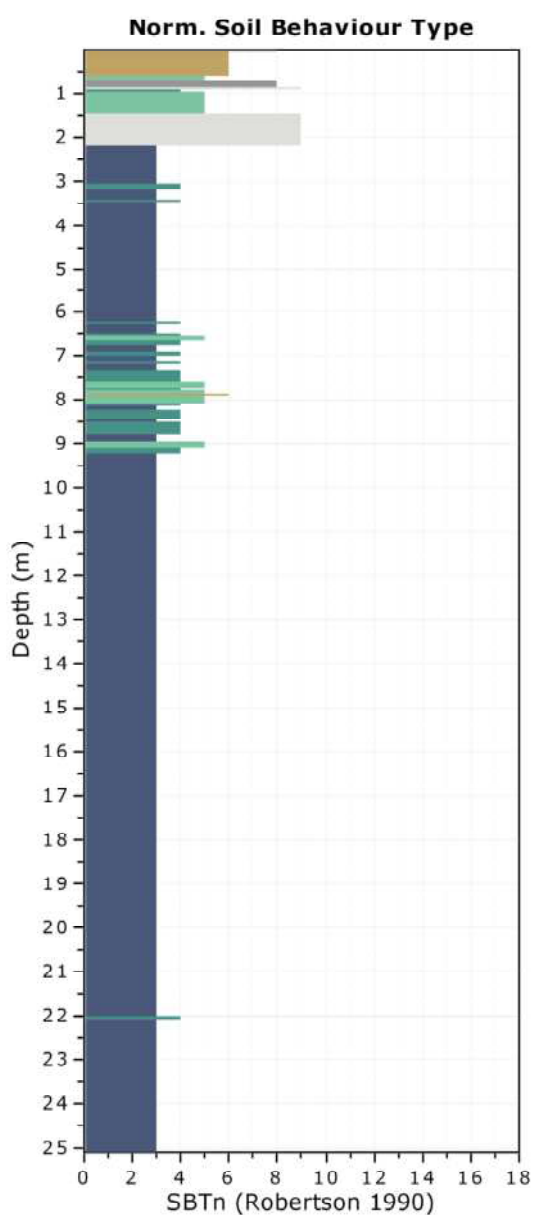
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

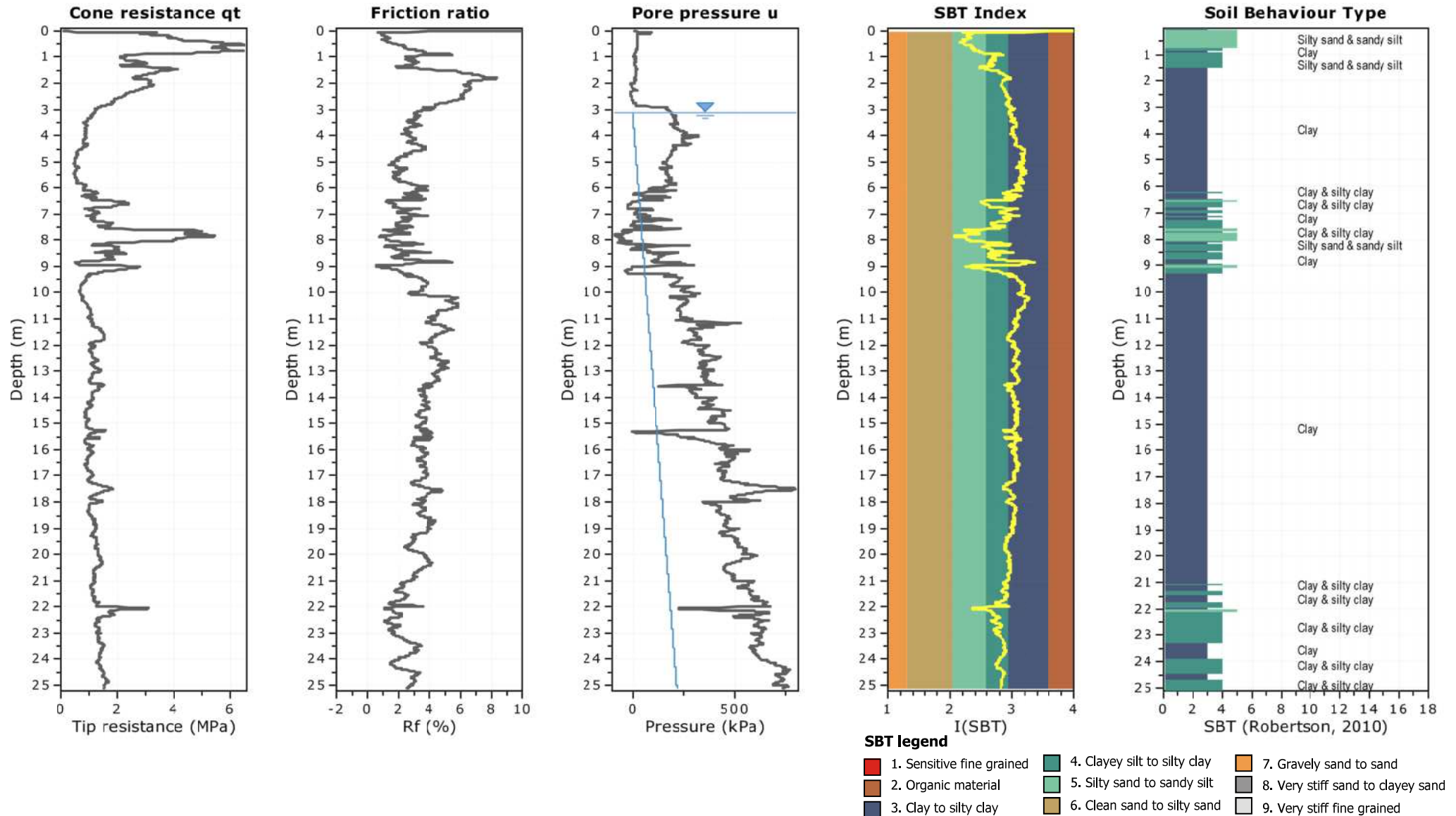
SBT - Bq plots (normalized)

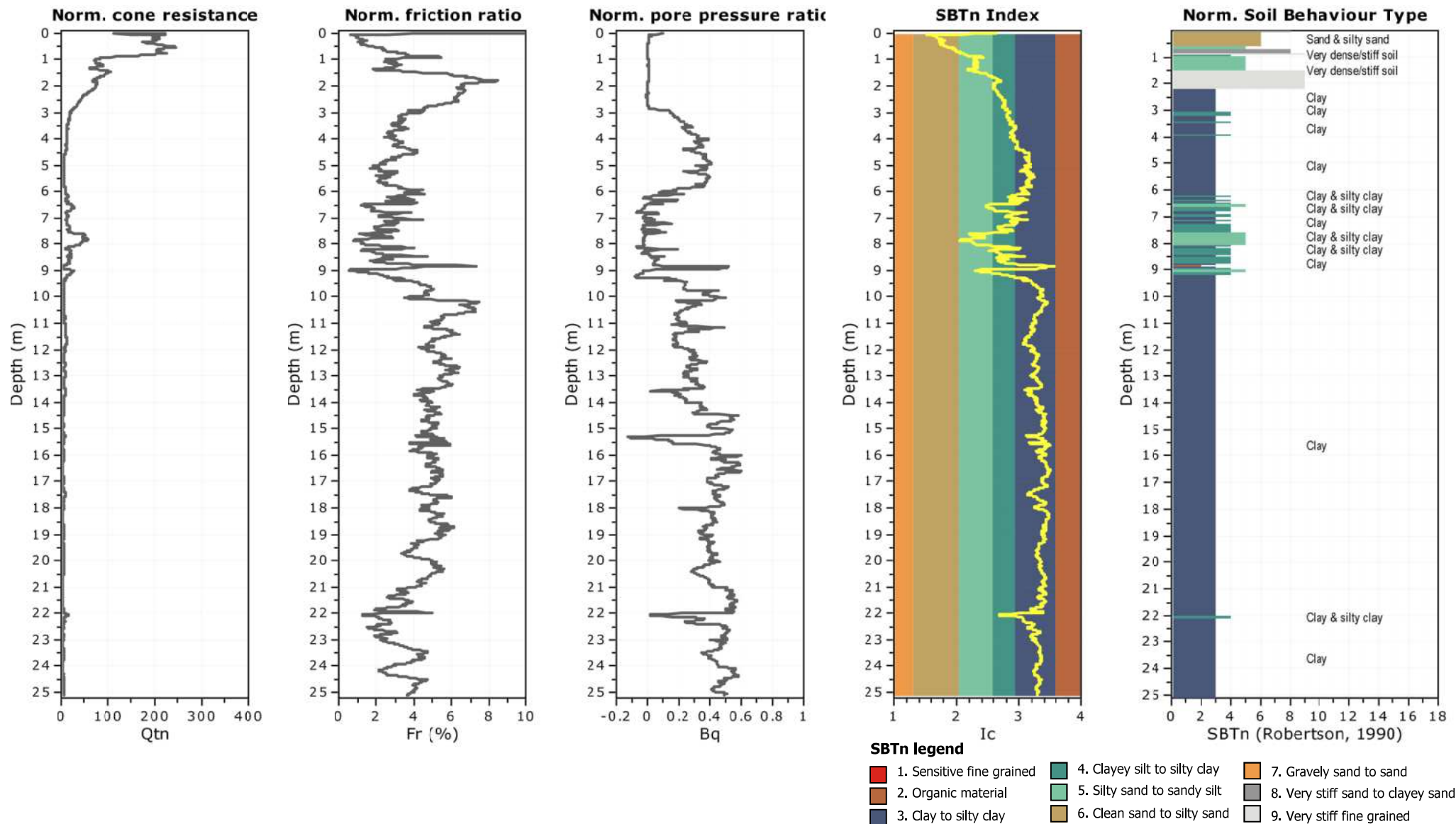


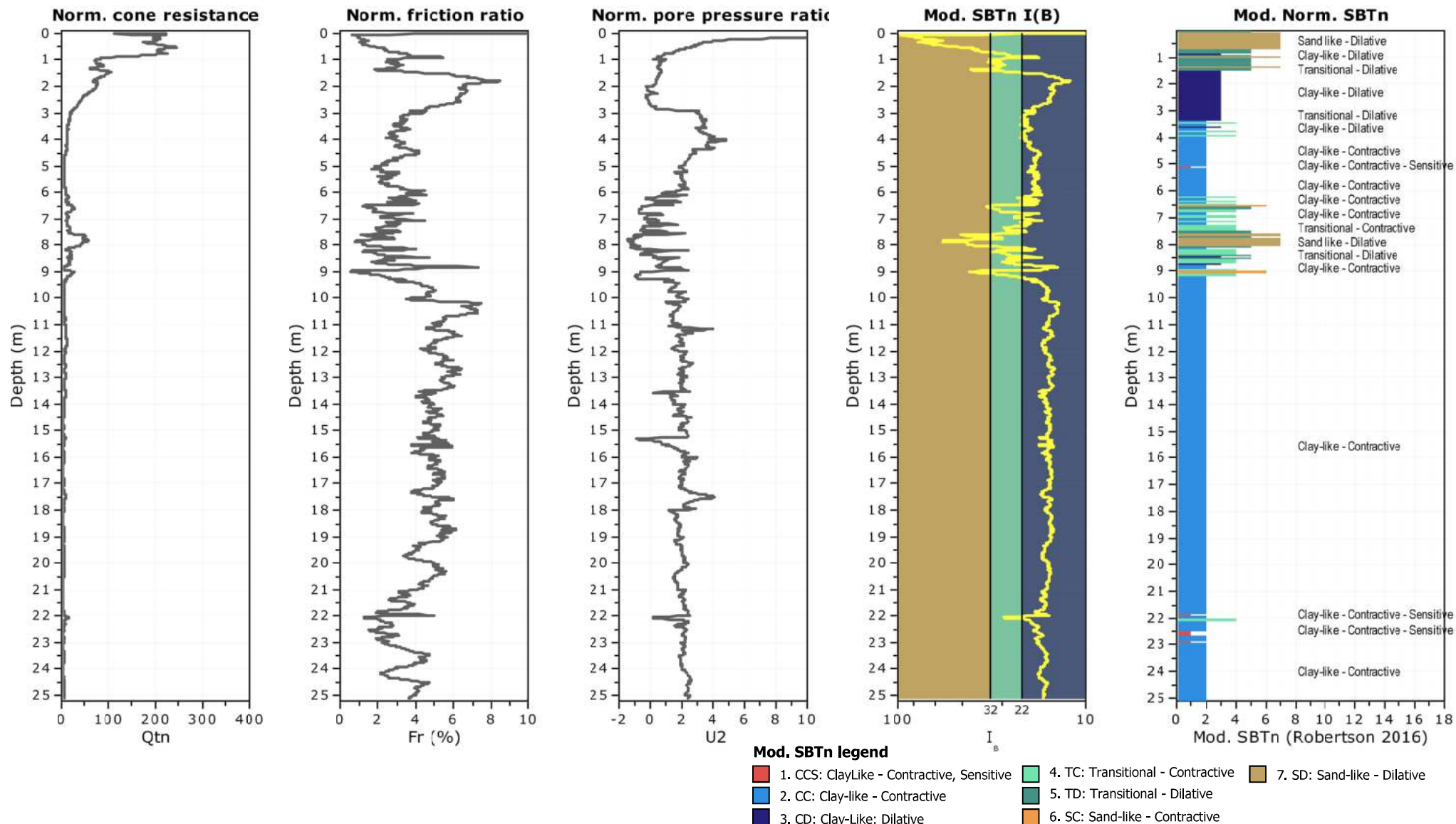
SBTn legend

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

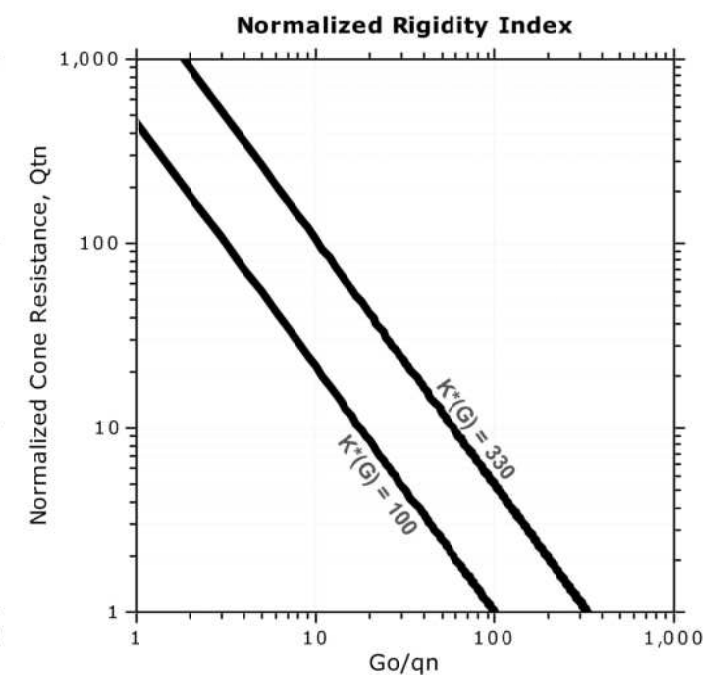
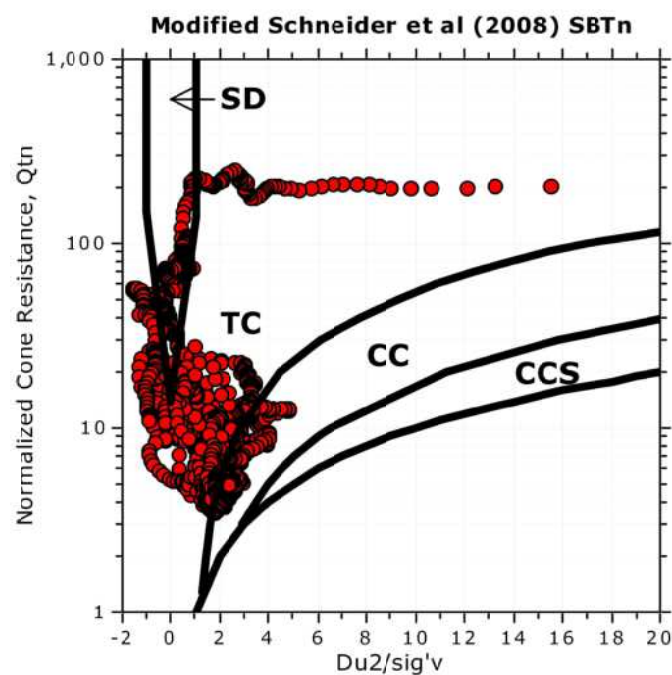
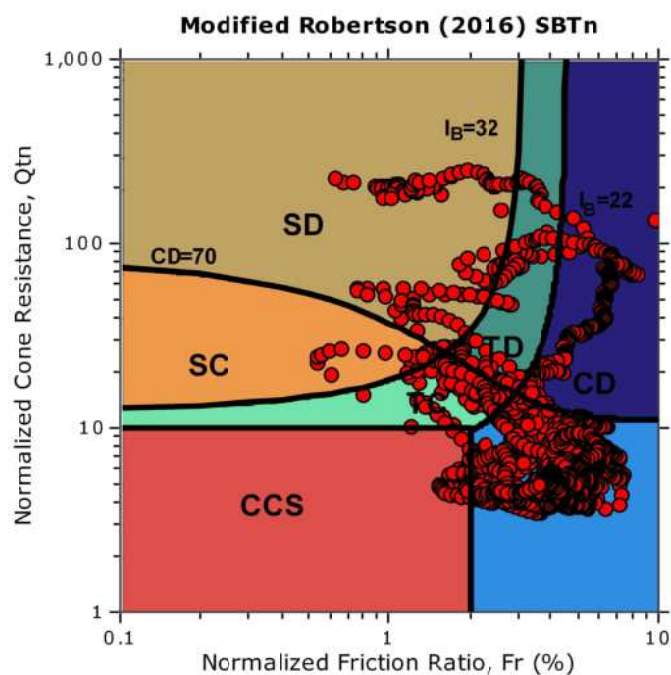






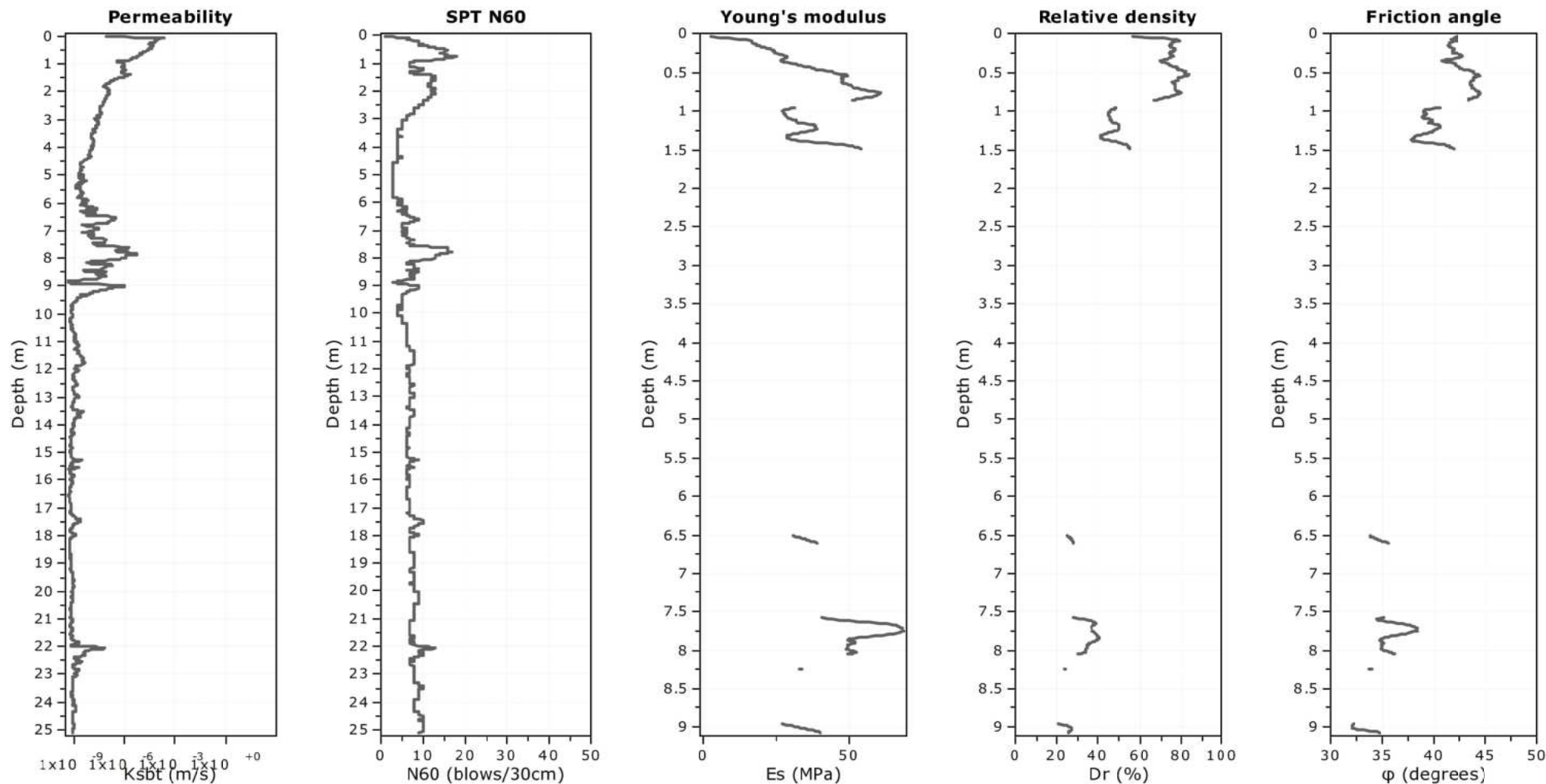


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

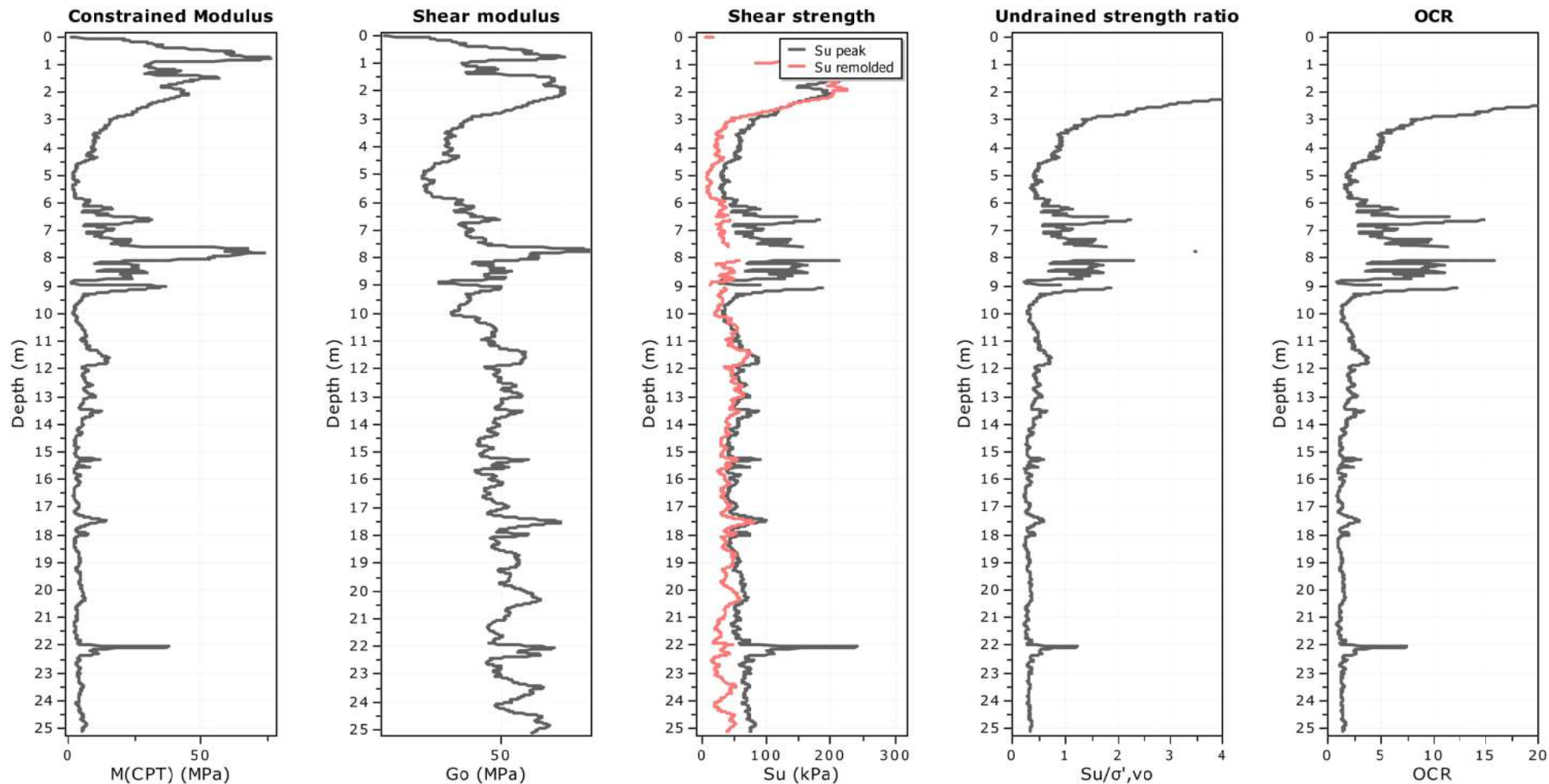
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)

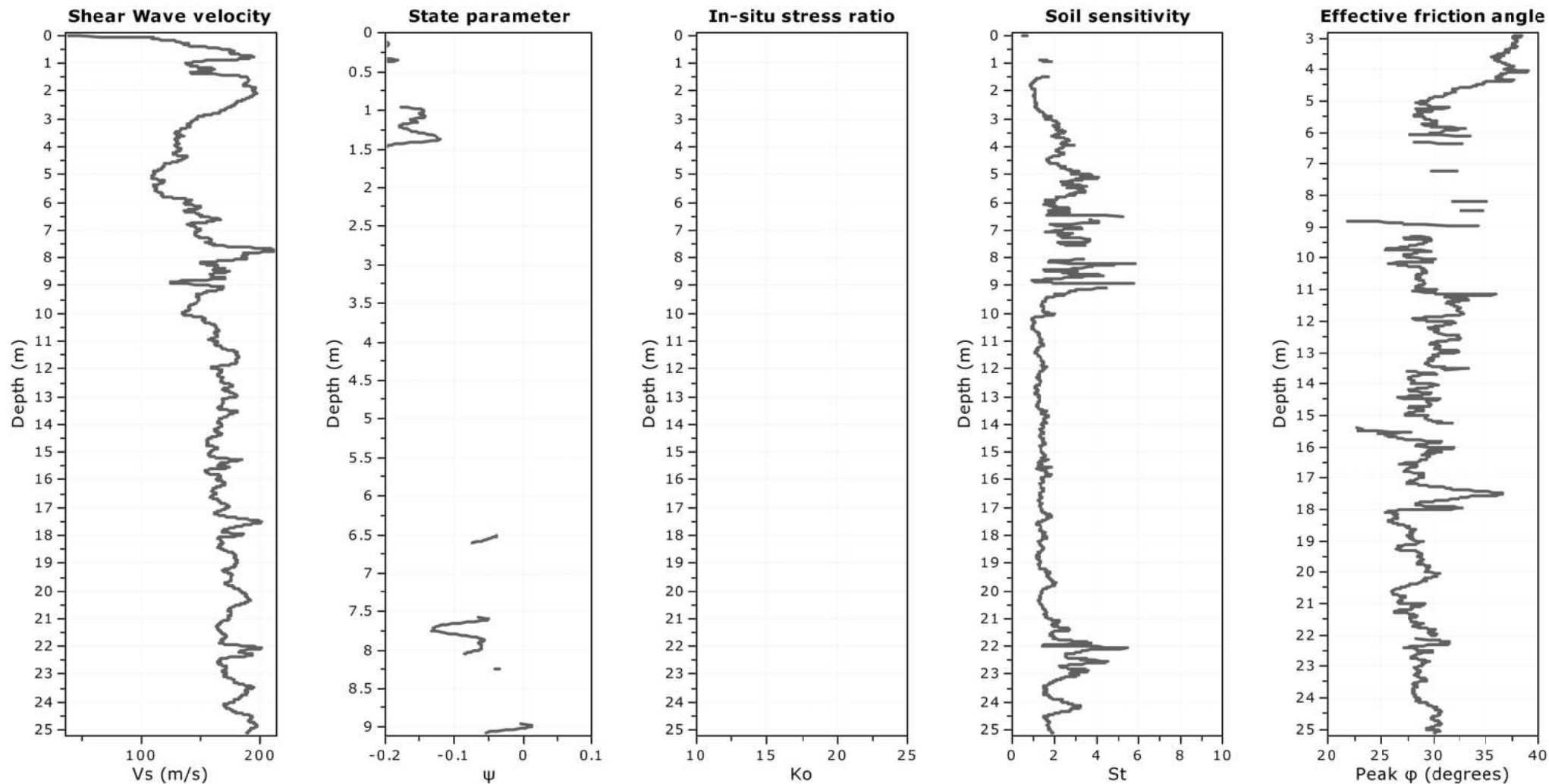
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : Auto

OCR factor for clays, N_{kt} : Auto

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data



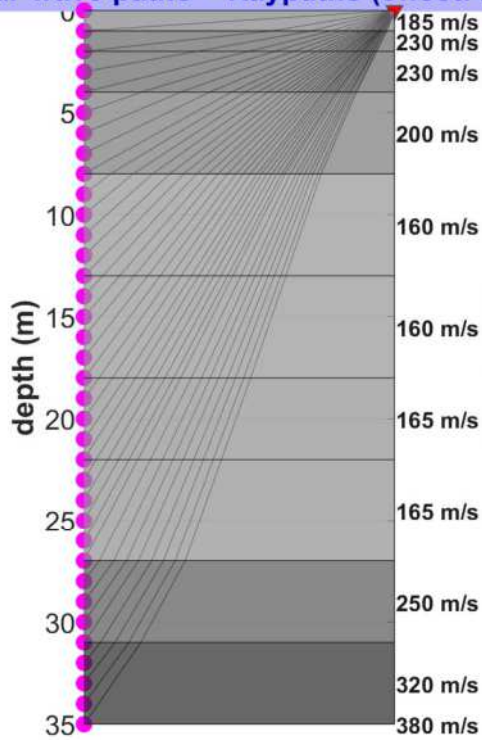
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

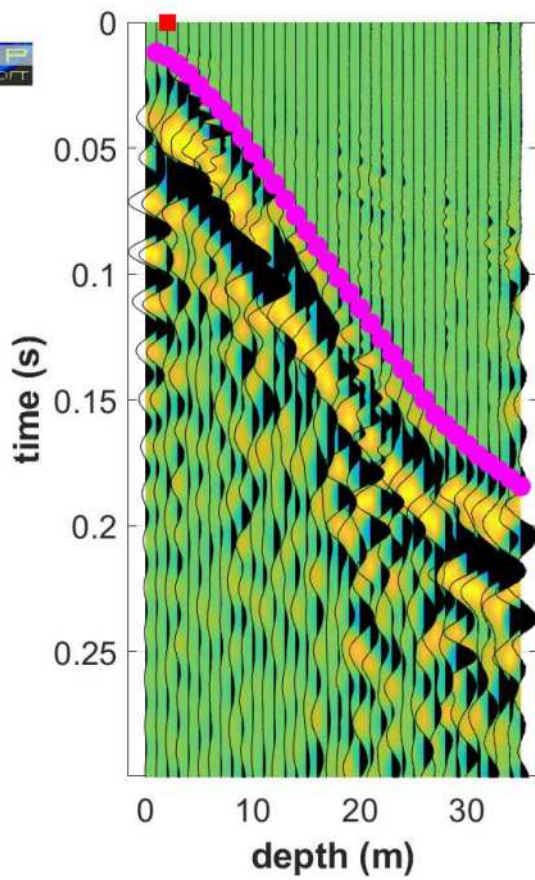
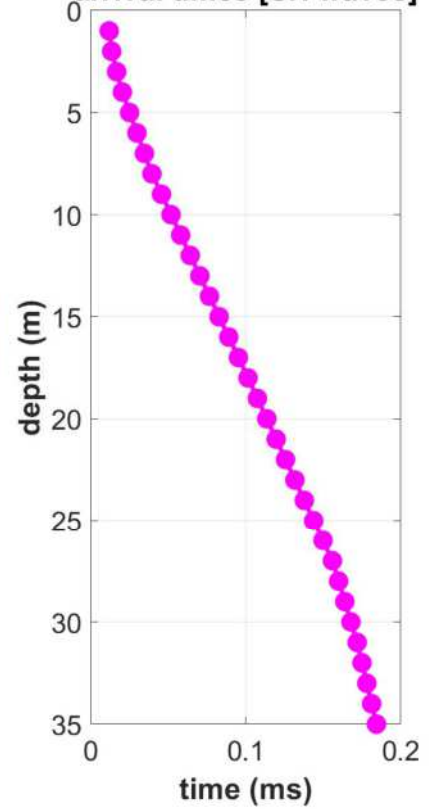
—●— User defined estimation data

Allegato 6 – Down-Hole

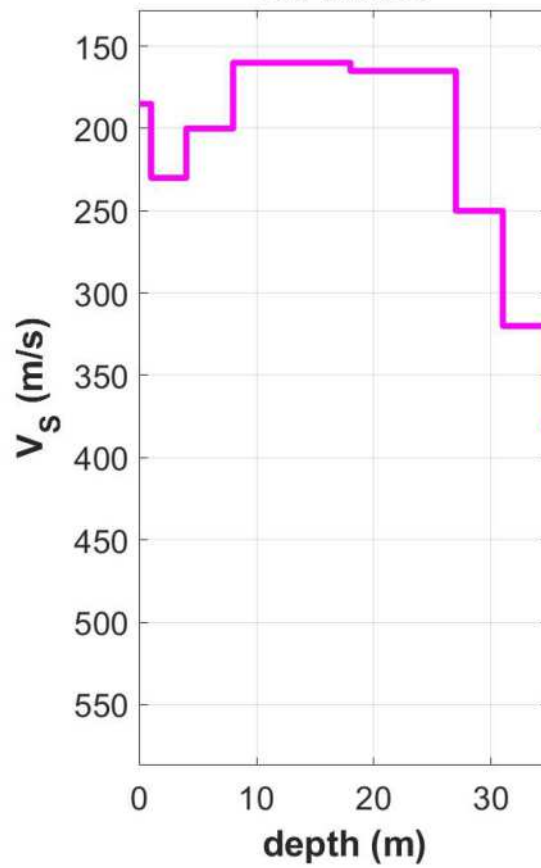
Shear-wave paths - Raypaths (offset: 2 m)



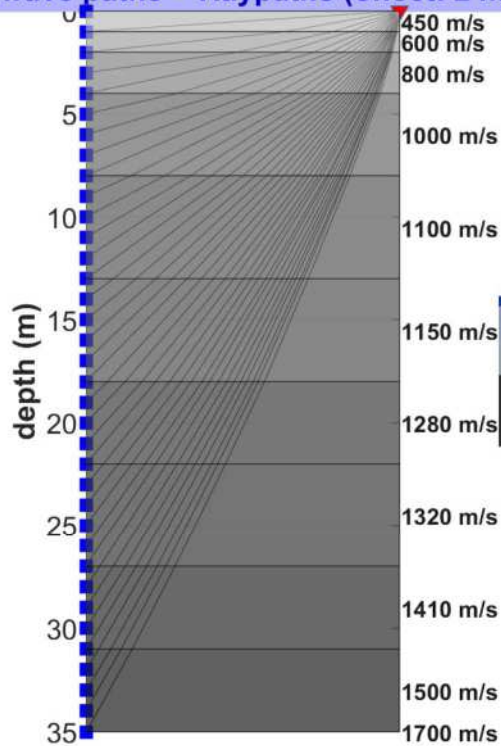
arrival times [SH waves]



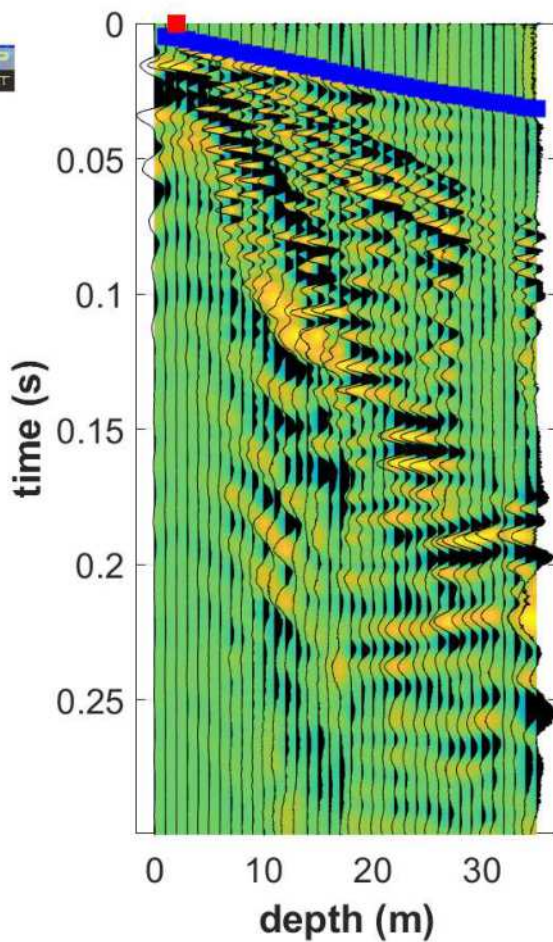
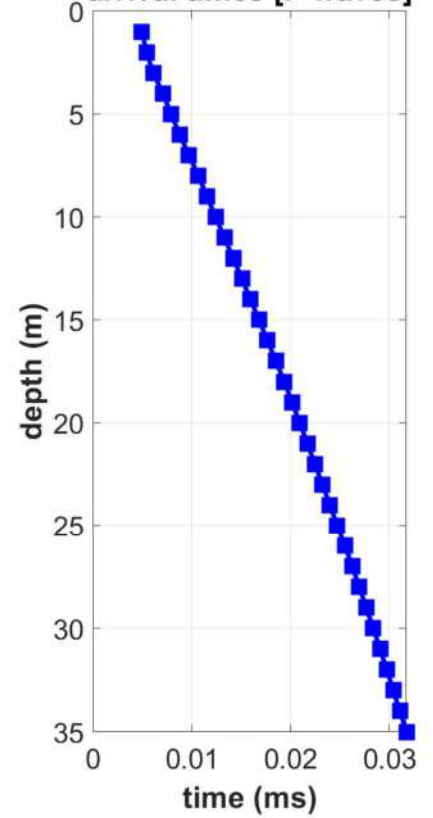
SH waves



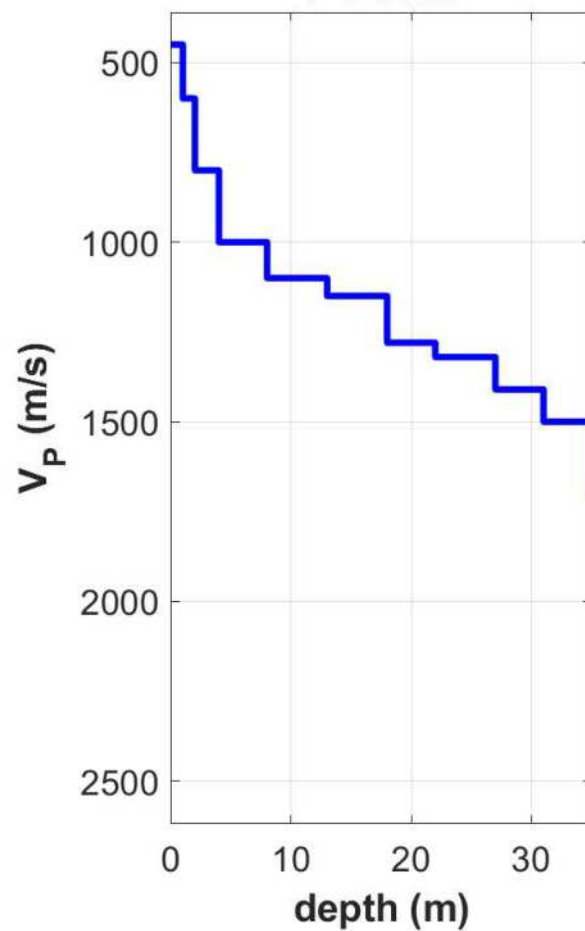
P-wave paths - Raypaths (offset: 2 m)



arrival times [P waves]

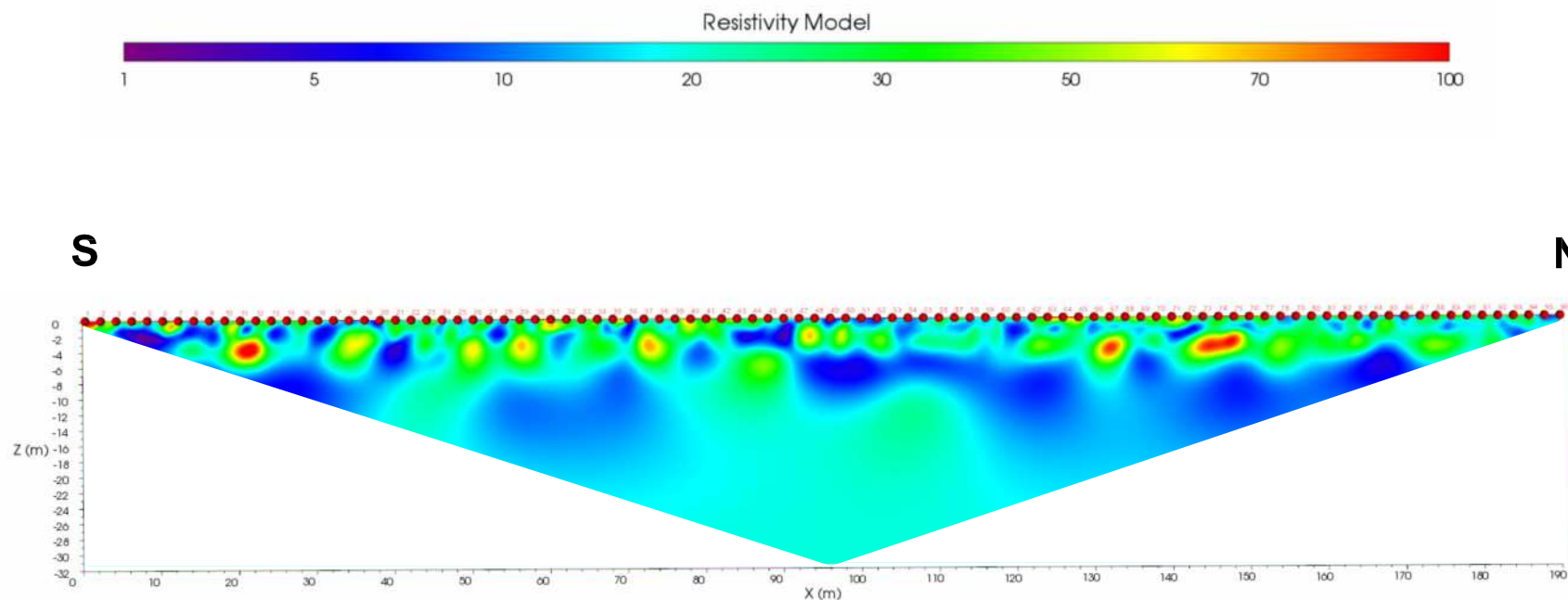


P waves



Allegato 7 – Geoelettrica

Stesa Geoelettrica: ERT 001



Commenti

In data 09/10/2023 è stata realizzata una stesa geoelettrica denominata "ERT 001" sulla base della quale è stata investigata la differenza di resistività elettrica del terreno. La stesa è stata eseguita con 96 elettrodi distanziati di 2 m, raggiungendo circa 32 m di profondità di indagine.

La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di resistività di circa 30 Ohm·m alternati a valori di alta resistività compresi tra 60 e 100 Ohm·m nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino ad un massimo di circa -7.00 m da p.c.. Le resistività più basse (15-30 Ohm·m) possono essere associabili a limi da argillosi a sabbiosi più o meno umidi, mentre quelle più alte a porzioni da sabbioso-ghialose a ghialose con più o meno presenza di matrice o acqua.

Da un minimo di -4.00 m da p.c., fino a -32.00 m da p.c., si osservano valori di resistività tra 15 e 30 Ohm·m, associabili a limi sabbiosi più o meno umidi, con presenza di lenti con resistività tra 5 e 15 Ohm·m. In particolare, sono state individuate delle anomalie a bassa resistività, che si estendono fino ad una profondità di circa -25.00 m da p.c., al di sotto degli elettrodi 6-22, 25-40 e 46-92; data la loro forma lenticolare si può ipotizzare essere porzioni più o meno argillose con presenza di limo più o meno umido.

Committente:



Esecutore:

ME.MO. Measures & Monitoring



Titolo:

GEOELETTRICA INCENERITORE PARMA

Ubicazione:

STR. NUOVA NAVIGLIO
PARMA (PR)



REDATTO E APPROVATO:

(Dott. Geol. Marco Ugolotti)

Stesa Geoelettrica:
ERT 002

Committente:



Esecutore:

ME.MO. Measures & Monitoring



Titolo:

GEOELETTRICA INCENERITORE PARMA

Ubicazione:

STR. NUOVA NAVIGLIO
PARMA (PR)



Commenti

In data 10/10/2023 è stata realizzata una stesa geoelettrica denominata "ERT 002" sulla base della quale è stata investigata la differenza di resistività elettrica del terreno. La stesa è stata eseguita con 81 elettrodi distanziati di 2 m, raggiungendo circa 26 m di profondità di indagine.

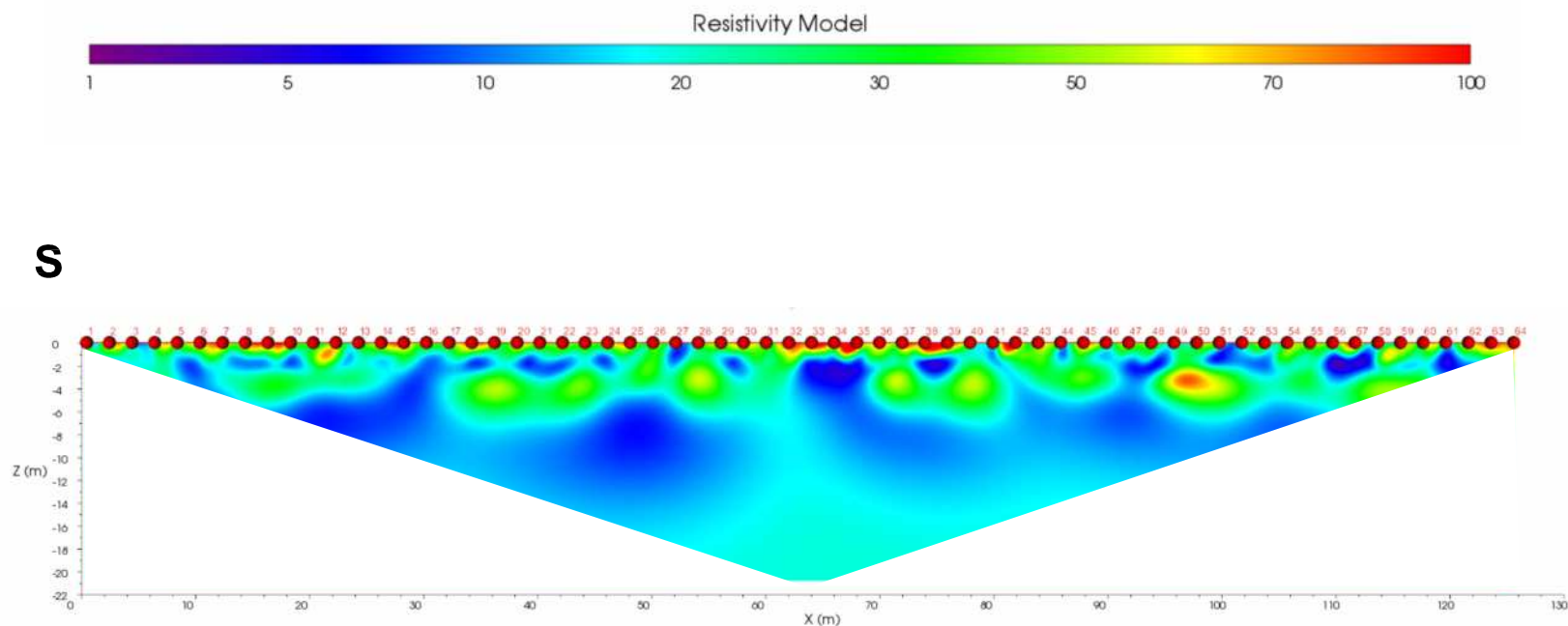
La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di resistività di circa 30 Ohm·m alternati a valori di alta resistività compresi tra 60 e 100 Ohm·m nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino ad un massimo di circa -6.00 m da p.c.. Le resistività più basse (15-30 Ohm·m) possono essere associabili a limi da argillosi a sabbiosi più o meno umidi, mentre quelle più alte a porzioni da sabbioso-ghiaiose a ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua.

Da un minimo di -2.00 m da p.c., fino a -26.00 m da p.c., si osservano valori di resistività tra 15 e 30 Ohm·m, associabili a limi sabbiosi più o meno umidi, con presenza di lenti con resistività tra 5 e 15 Ohm·m. In particolare, sono state individuate delle anomalie a bassa resistività, che si estendono fino ad una profondità di circa -20.00 m da p.c., al di sotto degli elettrodi 6-29 e 35-74; data la loro forma lenticolare si può ipotizzare essere porzioni più o meno argillose con presenza di limo più o meno umido.

REDATTO E APPROVATO:

(Dott. Geol. Marco Ugolotti)

Stesa Geoelettrica: ERT 003



Commenti

In data 10/10/2023 è stata realizzata una stesa geoelettrica denominata "ERT 003" sulla base della quale è stata investigata la differenza di resistività elettrica del terreno. La stesa è stata eseguita con 64 elettrodi distanziati di 2 m, raggiungendo circa 21 m di profondità di indagine.

La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di resistività di circa 30 Ohm·m alternati a valori di alta resistività compresi tra 60 e 100 Ohm·m nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino ad un massimo di circa -5.00 m da p.c.. Le resistività più basse (15-30 Ohm·m) possono essere associabili a limi da argillosi a sabbiosi più o meno umidi, mentre quelle più alte a porzioni da sabbioso-ghiaiose a ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua.

Da un minimo di -2.00 m da p.c., fino a -21.00 m da p.c., si osservano valori di resistività tra 15 e 30 Ohm·m, associabili a limi sabbiosi più o meno umidi, con presenza di lenti con resistività tra 5 e 15 Ohm·m. In particolare, sono state individuate delle anomalie a bassa resistività, che si estendono fino ad una profondità di circa -17.00 m da p.c., al di sotto degli elettrodi 5-30 e 32-57; data la loro forma lenticolare si può ipotizzare essere porzioni più o meno argillose con presenza di limo più o meno umido.

Committente:



Esecutore:

ME.MO. Measures & Monitoring



Titolo:

GEOELETTRICA INCENERITORE PARMA

Ubicazione:

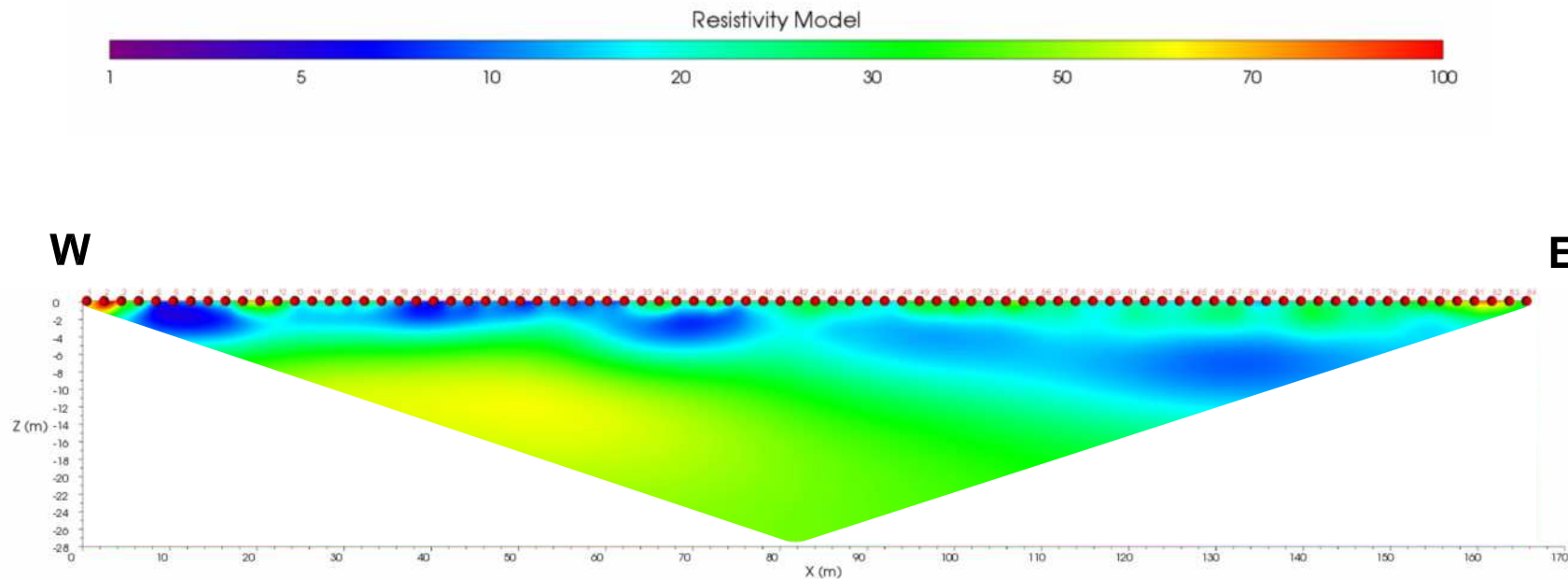
STR. NUOVA NAVIGLIO
PARMA (PR)



REDATTO E APPROVATO:

(Dott. Geol. Marco Ugolotti)

Stesa Geoelettrica: ERT 004



Commenti

In data 09/10/2023 è stata realizzata una stesa geoelettrica denominata "ERT 004" sulla base della quale è stata investigata la differenza di resistività elettrica del terreno. La stesa è stata eseguita con 84 elettrodi distanziati di 2 m, raggiungendo circa 28 m di profondità di indagine.

La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di resistività di circa 30 Ohm·m alternati a valori a bassa resistività compresi tra 5 e 15 Ohm·m, in particolare tra gli elettrodi 3-11 e 13-40, e da valori di alta resistività compresi tra 60 e 100 Ohm·m, in particolare tra gli elettrodi 1-3 e 81-83, nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino ad un massimo di circa -4.00 m da p.c.. Le resistività più basse (15-30 Ohm·m) possono essere associabili a limi da argillosi a sabbiosi più o meno umidi, mentre quelle più alte a porzioni da sabbioso-ghiaiose a ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua.

Da un minimo di -3.00 m da p.c., fino a -28.00 m da p.c., si osservano valori di resistività tra 15 e 30 Ohm·m, associabili a limi sabbiosi più o meno umidi, con presenza di lenti con resistività tra 5 e 15 Ohm·m. In particolare, sono state individuate delle anomalie a bassa resistività, che si estendono fino ad una profondità di circa -13.00 m da p.c., al di sotto degli elettrodi 43-79; data la loro forma lenticolare si può ipotizzare essere porzioni più o meno argillose con presenza di limo più o meno umido. È inoltre presente una lente con resistività di circa 60 Ohm·m, al di sotto degli elettrodi 10-36 e fino ad una profondità di circa -18.00 m da p.c., associabile a sabbie ghiaiose con più o meno presenza di matrice o acqua.

Committente:



Esecutore:

ME.MO. Measures & Monitoring



Titolo:

GEOELETTRICA INCENERITORE PARMA

Ubicazione:

STR. NUOVA NAVIGLIO
PARMA (PR)



REDATTO E APPROVATO:

(Dott. Geol. Marco Ugolotti)

Allegato 8 – Indagini Sismiche MASW – HVSR

winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

Dataset: C4 Parma - MASW 1 - 2023-10-12 09-29.dat

Mean model

Vs (m/s):

135	165	155	133	153	123	149	149	134	236
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Standard deviations (m/s):

5	10	23	19	19	15	17	18	17	15
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Thickness (m):

2.3	2.2	1.9	2.7	2.8	2.0	2.6	2.5	2.7	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

Standard deviations (m):

0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

Density (g/cm³):

1.78	1.93	1.88	1.82	1.95	1.73	1.79	1.74	1.74	1.83
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa):

32	52	45	32	46	26	40	39	31	102
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: C4 - MASW 1.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson

Vp (m/s):

315	588	495	386	650	258	330	269	272	393
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Poisson:

0.39	0.46	0.45	0.43	0.47	0.35	0.37	0.28	0.34	0.22
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Vs30 (m/s): 160

Soil classification: Categoria di sottosuolo di tipo D

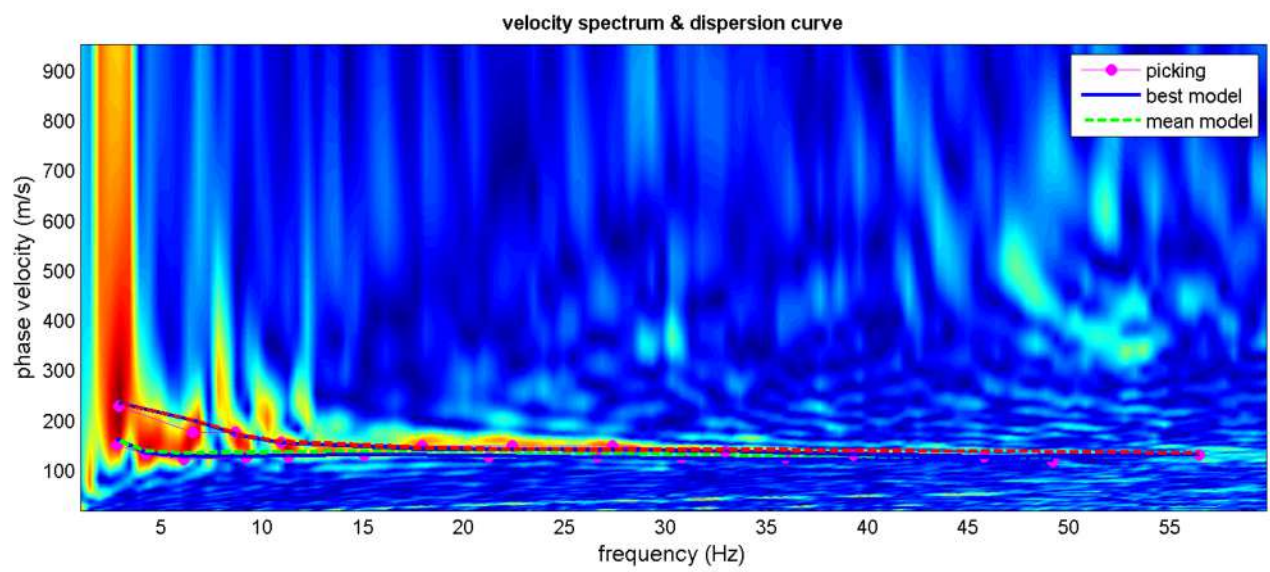
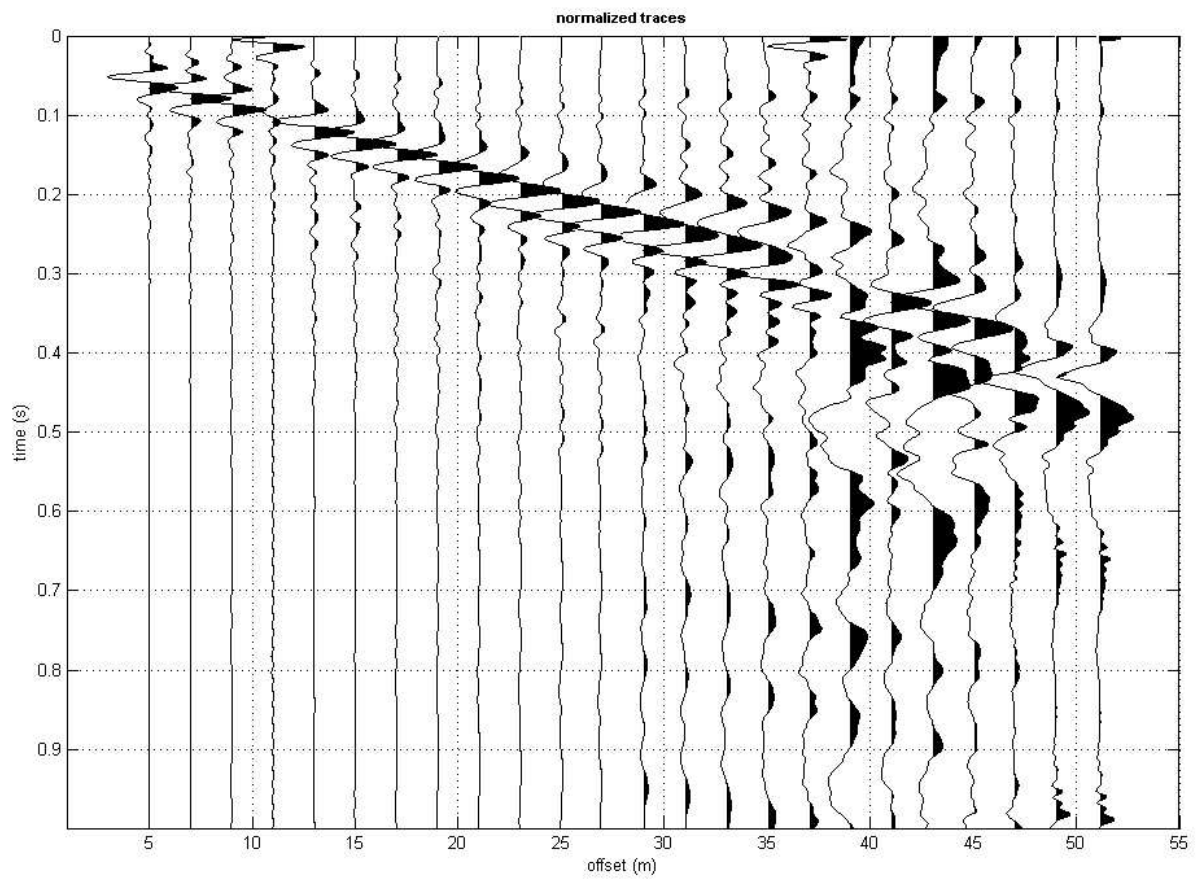
Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

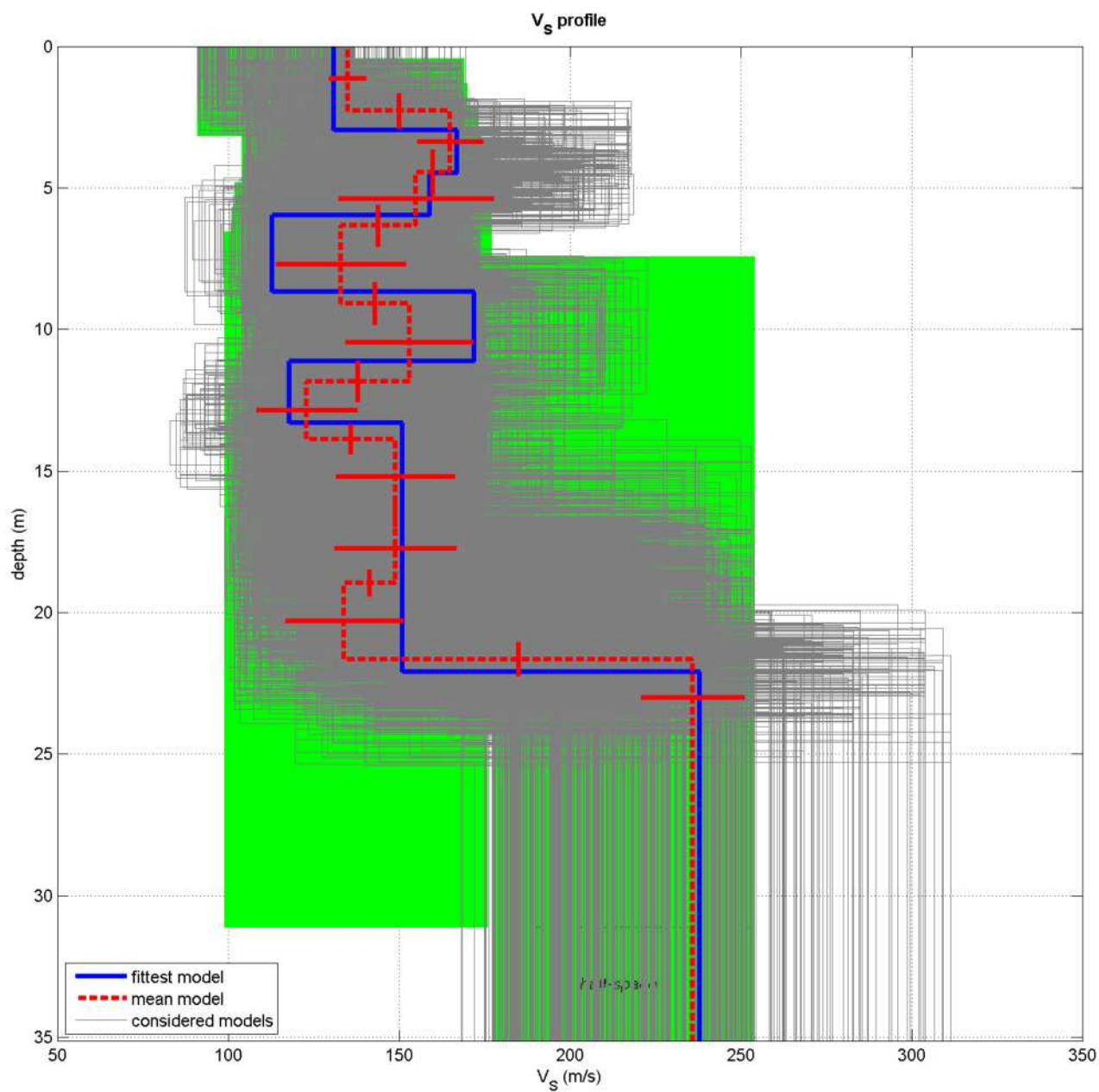
dataset: C4 Parma - MASW 1 - 2023-10-12 09-29.dat

sampling: 0.5 ms

minimum offset: 5 m

geophone spacing: 2 m





dataset: C4 Parma - MASW 1 - 2023-10-12 09-29.dat

dispersion curve: C4 - MASW 1.cdp

Vs30 (best model): 159 m/s

Vs30 (mean model): 160 m/s

winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

Dataset: C4 Parma - MASW 2 - 2023-10-12 10-12.dat

Mean model

Vs (m/s):

140	139	153	151	156	162	141	164	148	296
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Standard deviations (m/s):

5	10	13	13	13	13	15	13	19	23
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Thickness (m):

2.3	2.2	2.3	1.9	2.9	2.3	2.1	2.3	3.0	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

Standard deviations (m):

0.6	0.8	0.6	0.7	0.6	0.8	0.6	0.5	0.7	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

Density (g/cm³):

2.12	1.88	1.80	1.84	1.92	1.79	1.74	1.79	1.71	1.93
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa):

42	36	42	42	47	47	35	48	37	170
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: C4 - MASW 2.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson

Vp (m/s):

1339	495	349	420	567	337	268	341	240	612
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Poisson:

0.49	0.46	0.38	0.43	0.46	0.35	0.31	0.35	0.19	0.35
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Vs30 (m/s): 175

Soil classification: Categoria di sottosuolo di tipo D

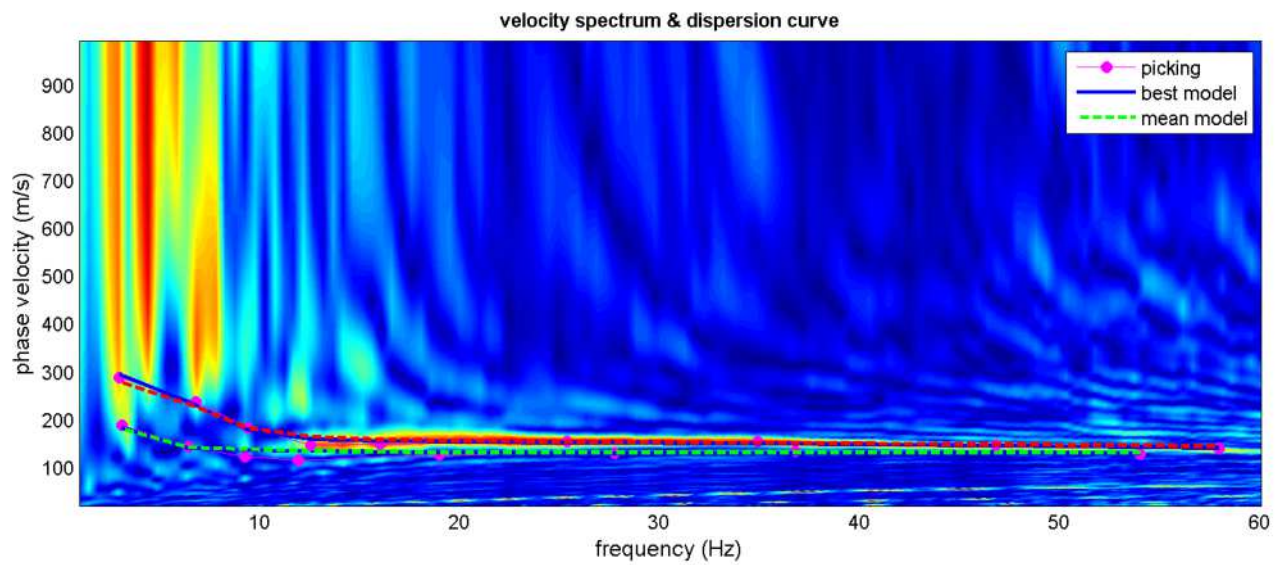
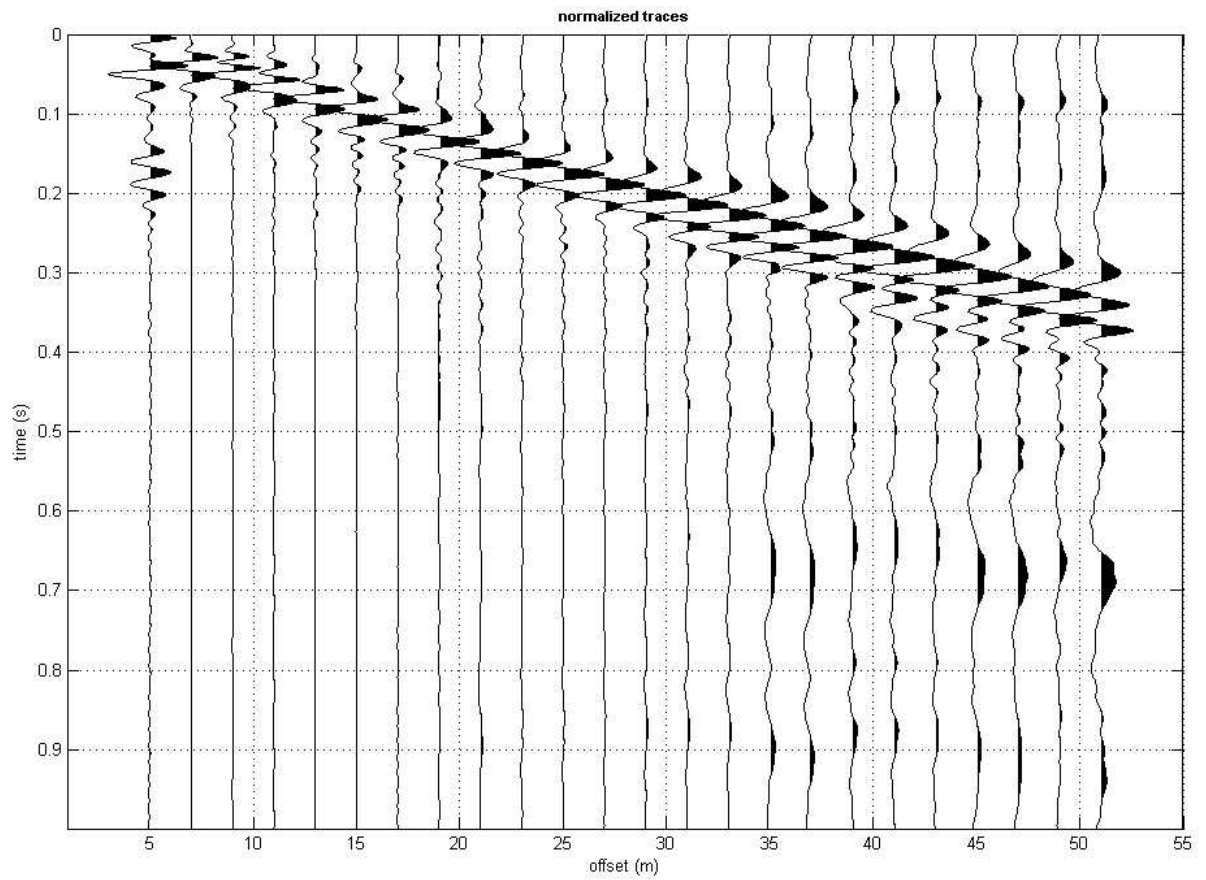
Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

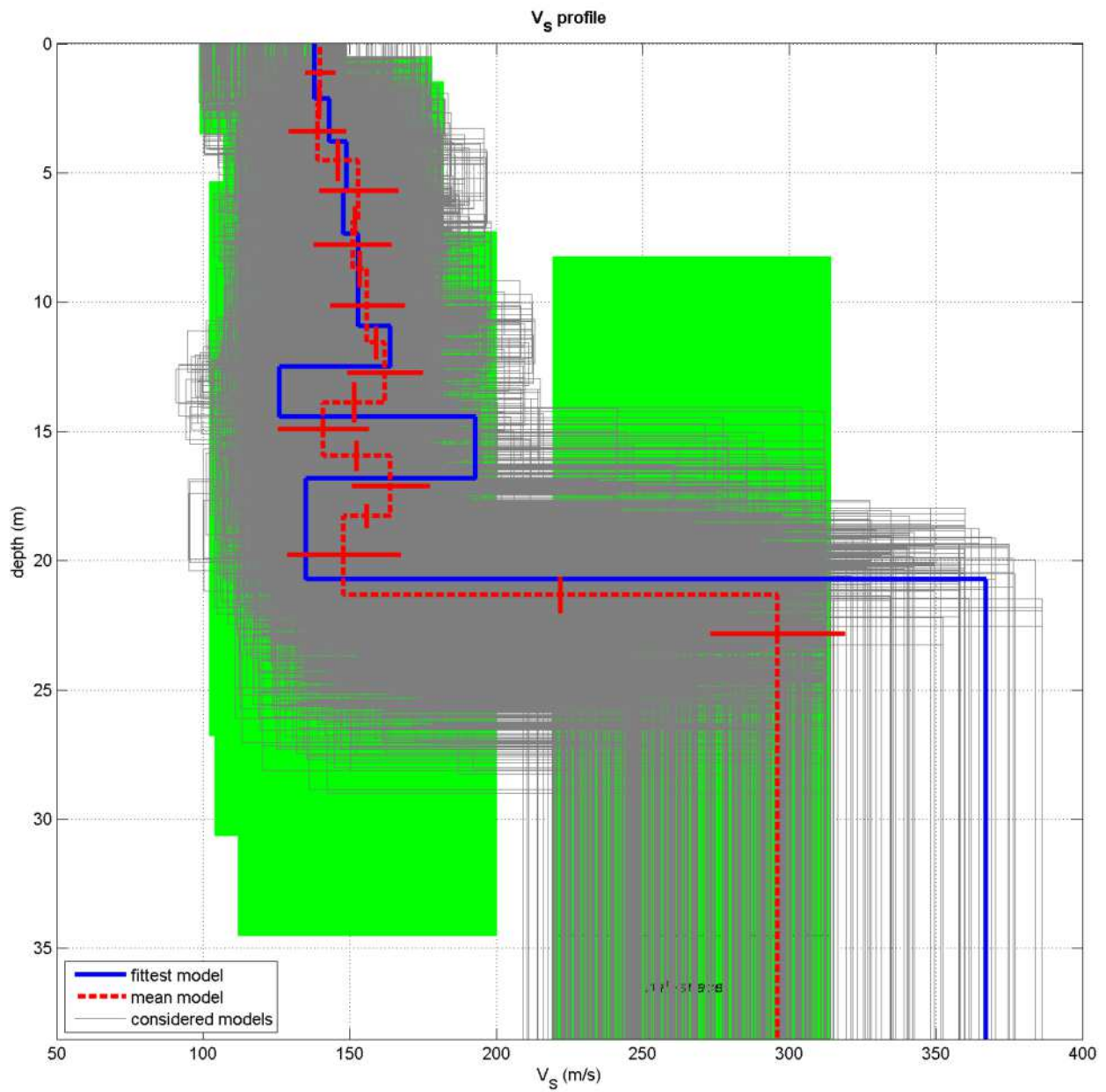
dataset: C4 Parma - MASW 2 - 2023-10-12 10-12.dat

sampling: 0.5 ms

minimum offset: 5 m

geophone spacing: 2 m





dataset: C4 Parma - MASW 2 - 2023-10-12 10-12.dat

dispersion curve: C4 - MASW 2.cdp

Vs30 (best model): 181 m/s

Vs30 (mean model): 175 m/s

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

Dataset: C4-Parma 1 - SITE 20231005 0839.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Tapering (%): 10

=====
In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.2 (± 0.3)

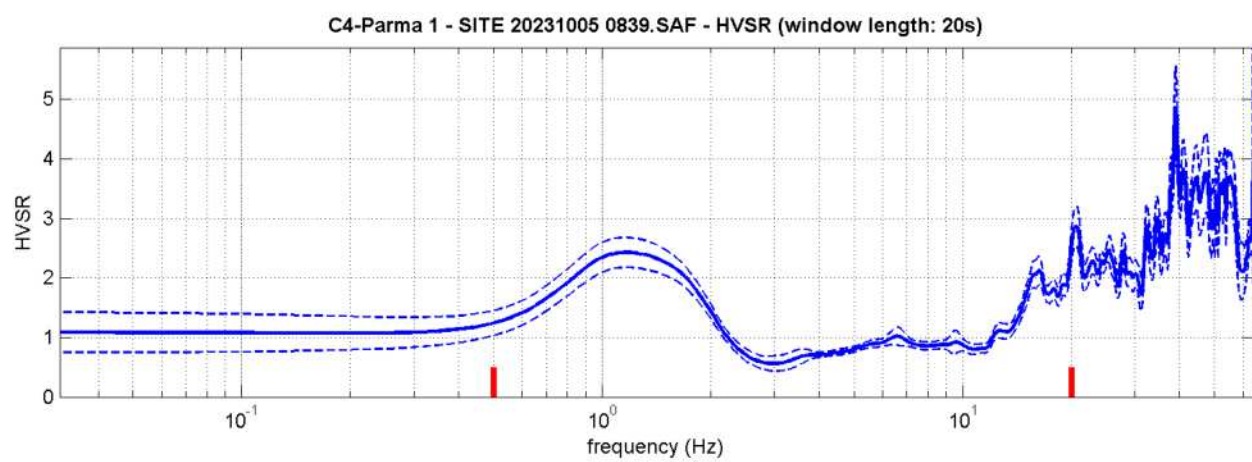
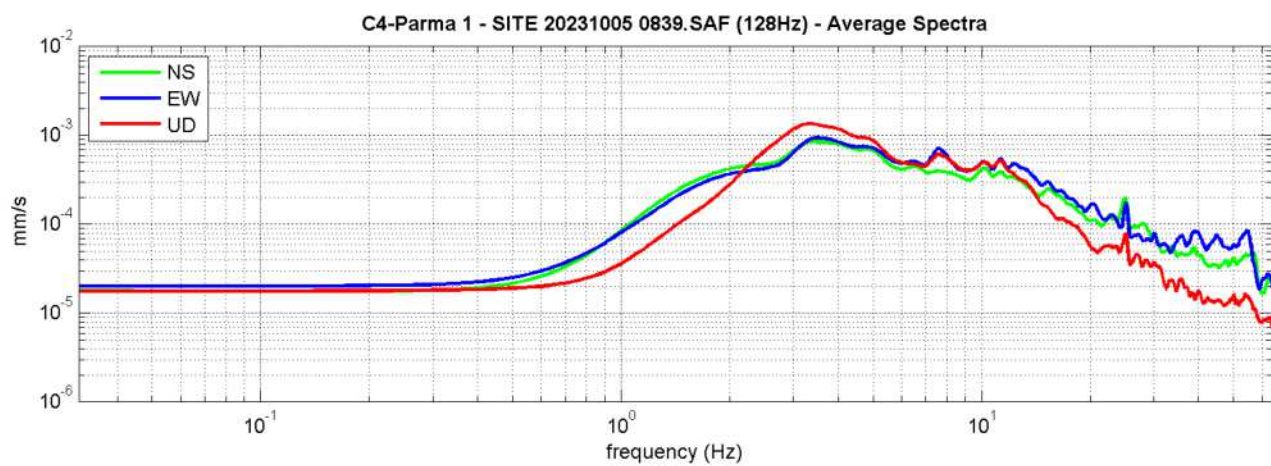
Peak HVSr value: 2.4 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: $1.2 > 0.5$ (OK)
- #2. [$nc > 200$]: $2804 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.2Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $2.4 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $7.903 > 0.119$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.250 < 1.78$ (OK)



Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

Dataset: C4-Parma 2 - SITE 20231005 0929.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Tapering (%): 10

=====
In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.2 (± 0.2)

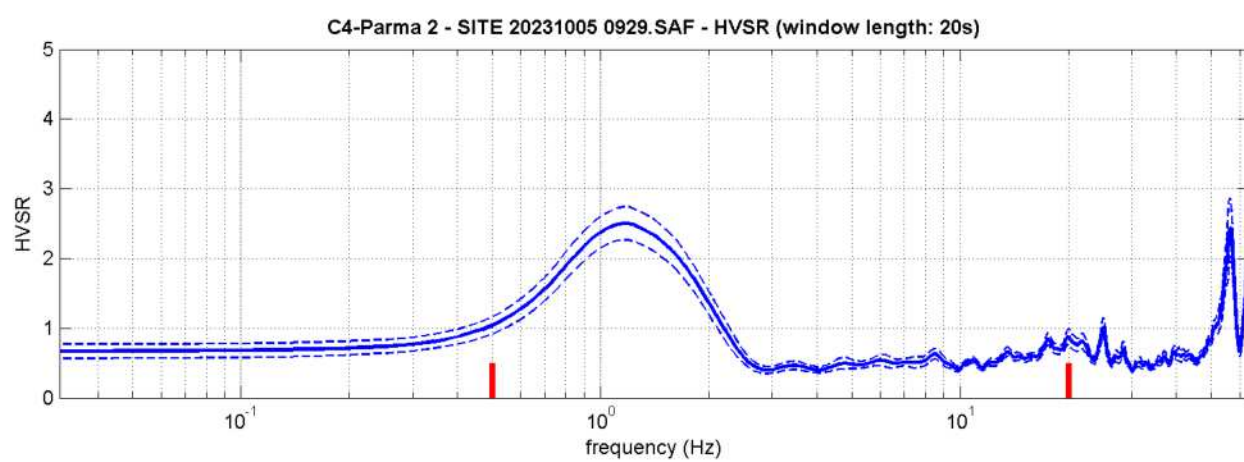
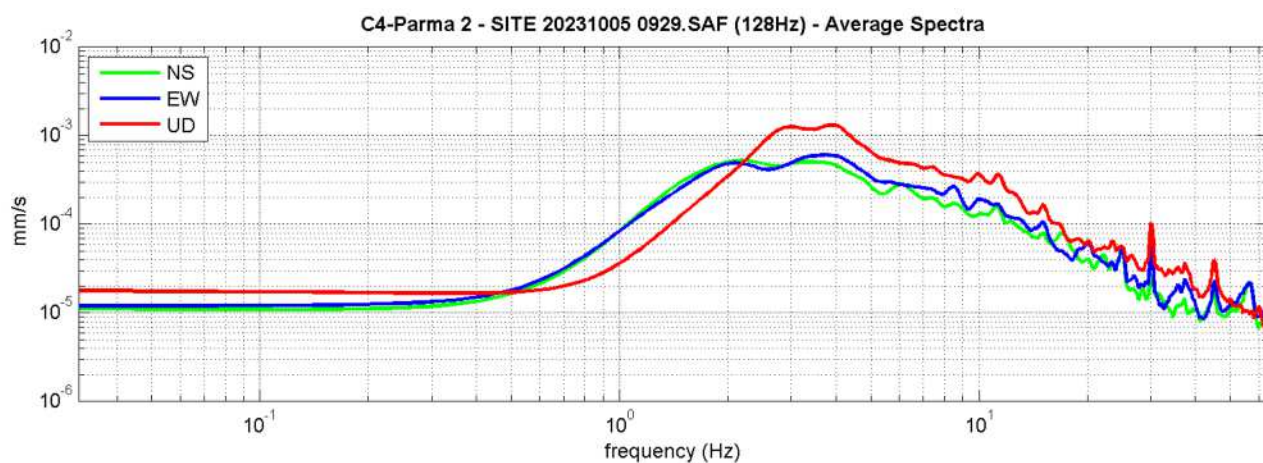
Peak HVSr value: 2.5 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: $1.2 > 0.5$ (OK)
- #2. [$nc > 200$]: $2780 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.6Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.1Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $2.5 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[AH/V(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $0.188 > 0.119$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.236 < 1.78$ (OK)



Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

Dataset: C4-Parma 3 - SITE 20231005 0929.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Tapering (%): 10

=====
In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.2 (± 0.5)

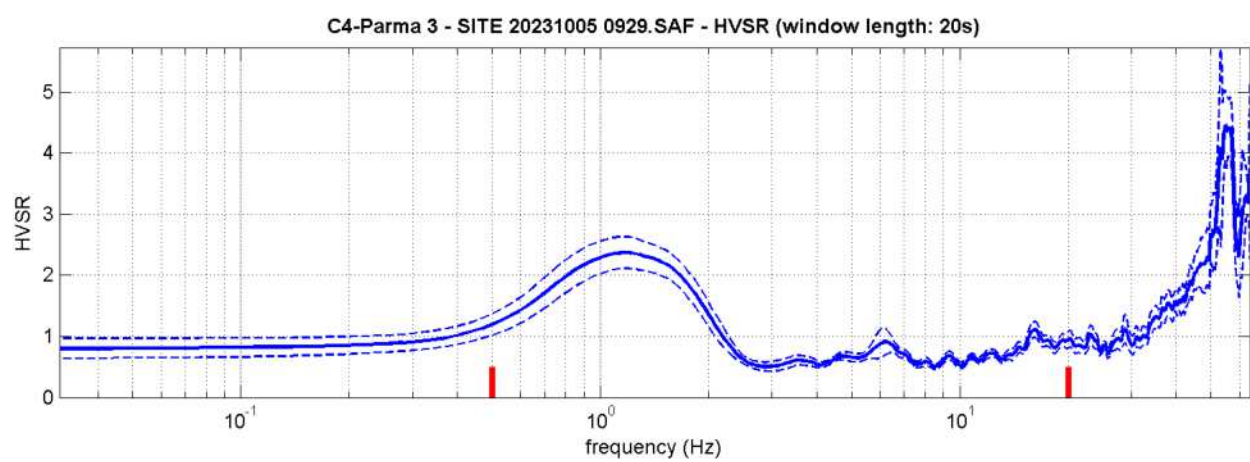
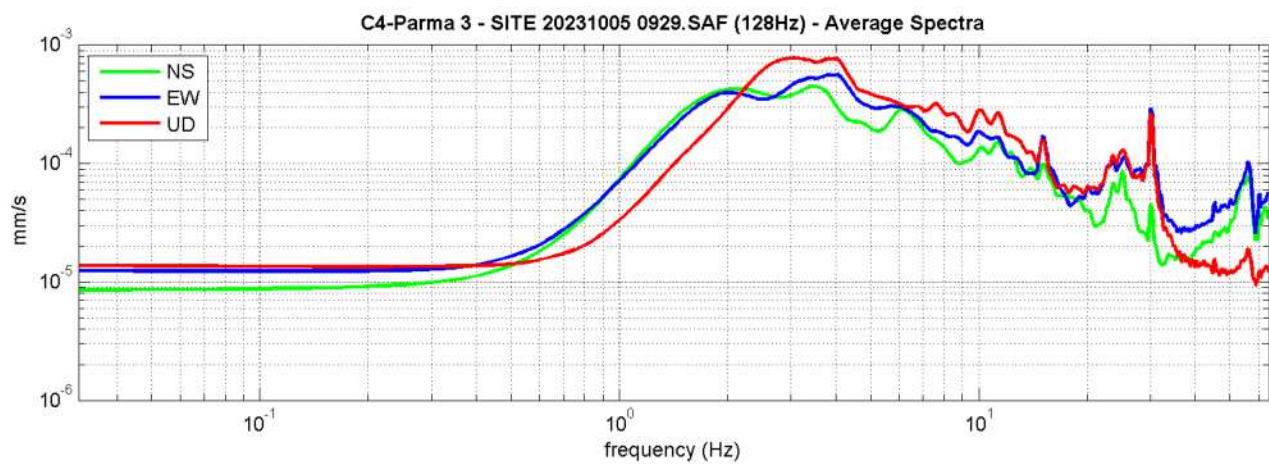
Peak HVSr value: 2.4 (± 0.3)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: $1.2 > 0.5$ (OK)
- #2. [$nc > 200$]: $2804 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.1Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $2.4 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: $0.667 > 0.119$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.261 < 1.78$ (OK)



Allegato 9 – Liquefazione

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

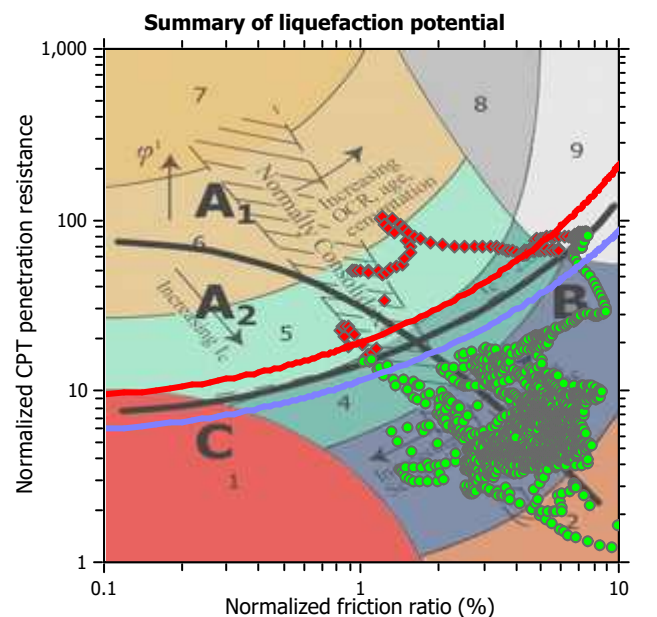
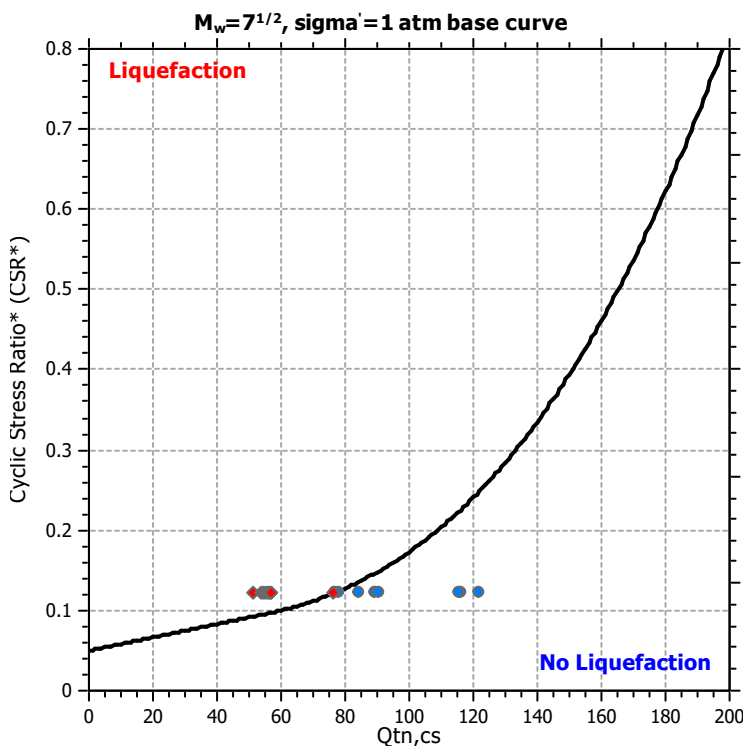
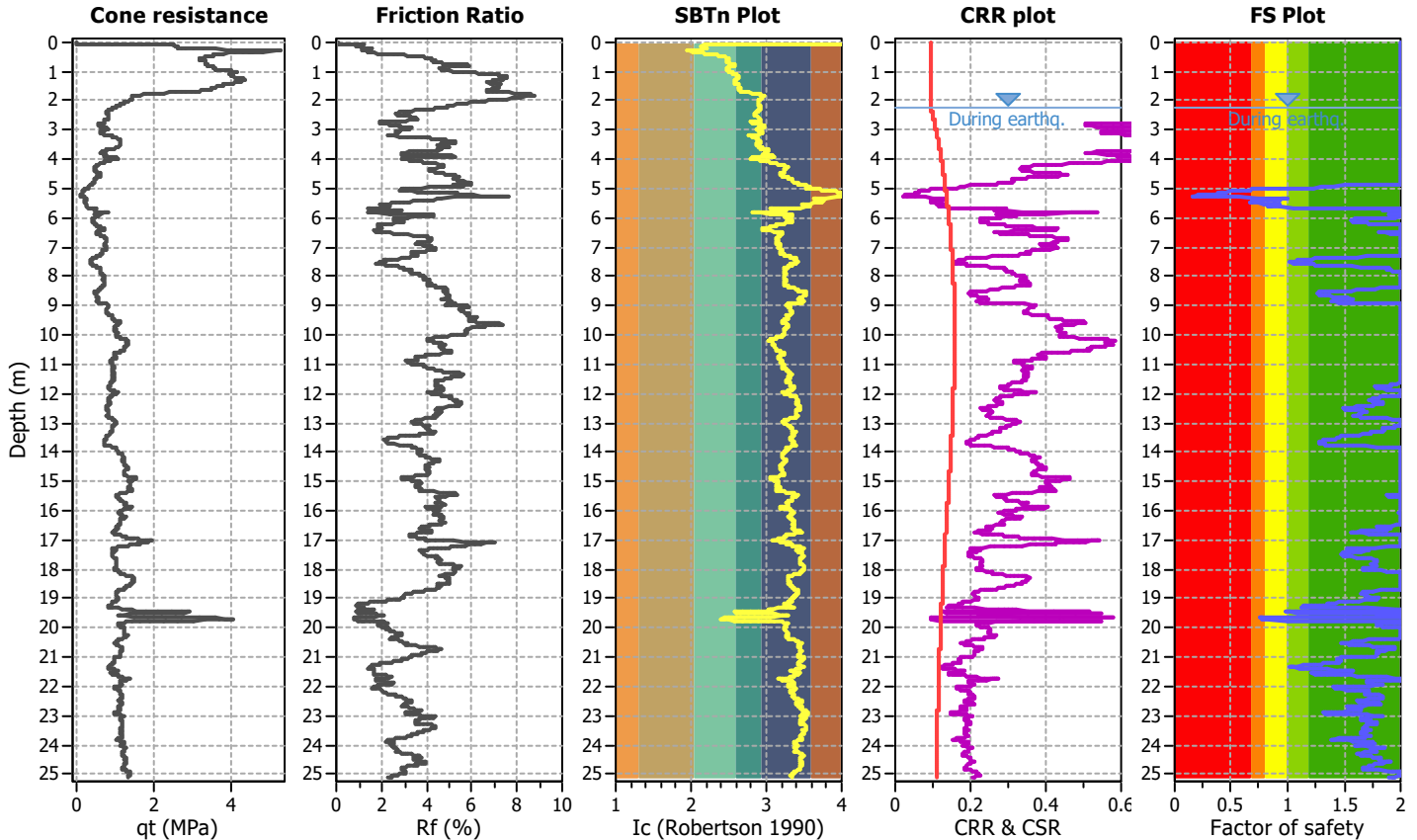
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU1

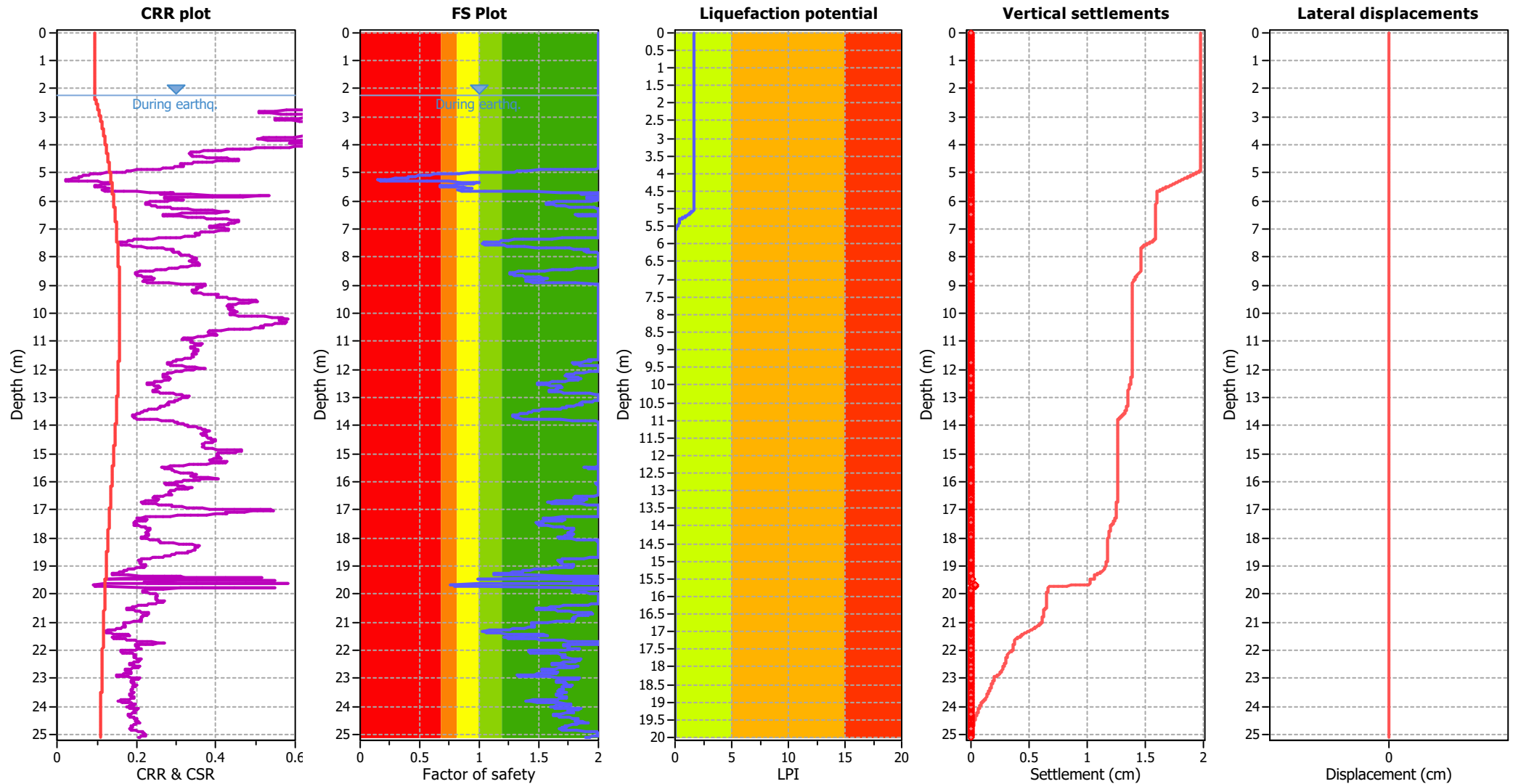
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.26 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.26 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.26 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.26 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

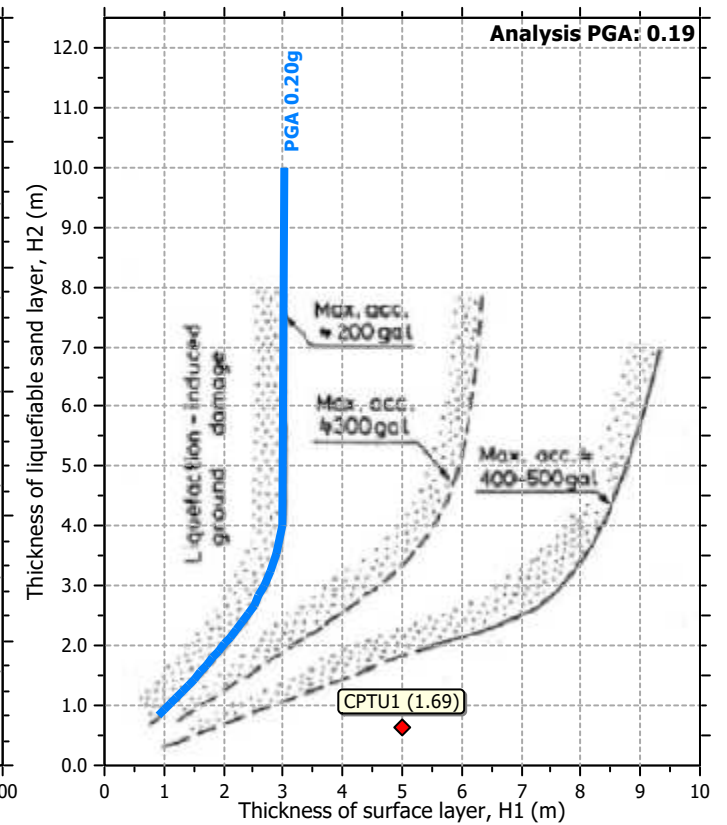
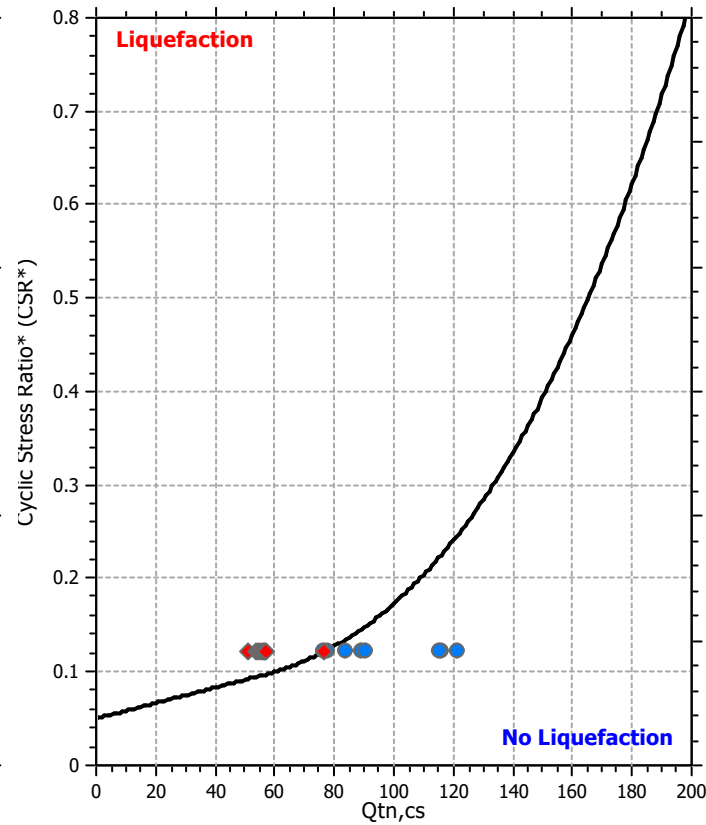
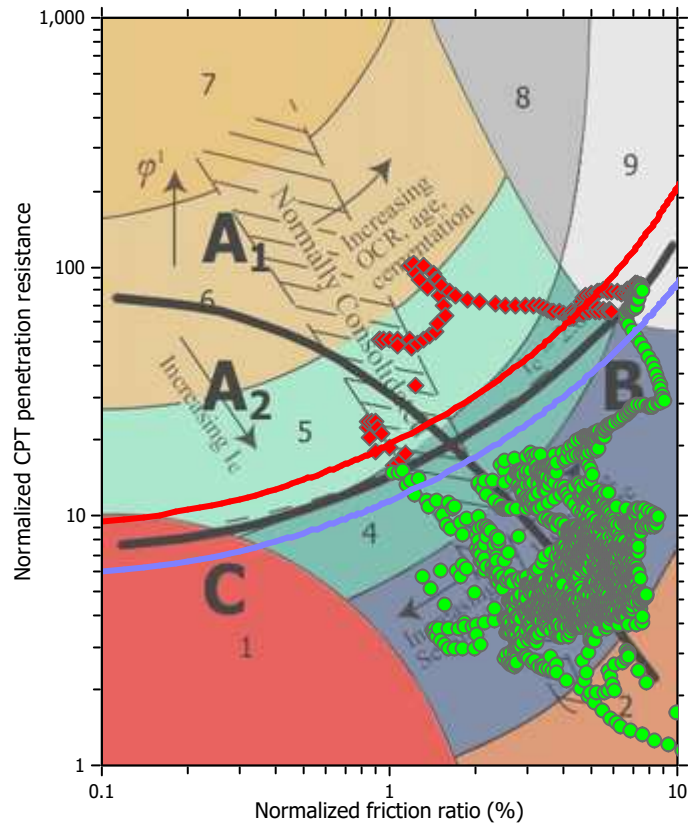
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

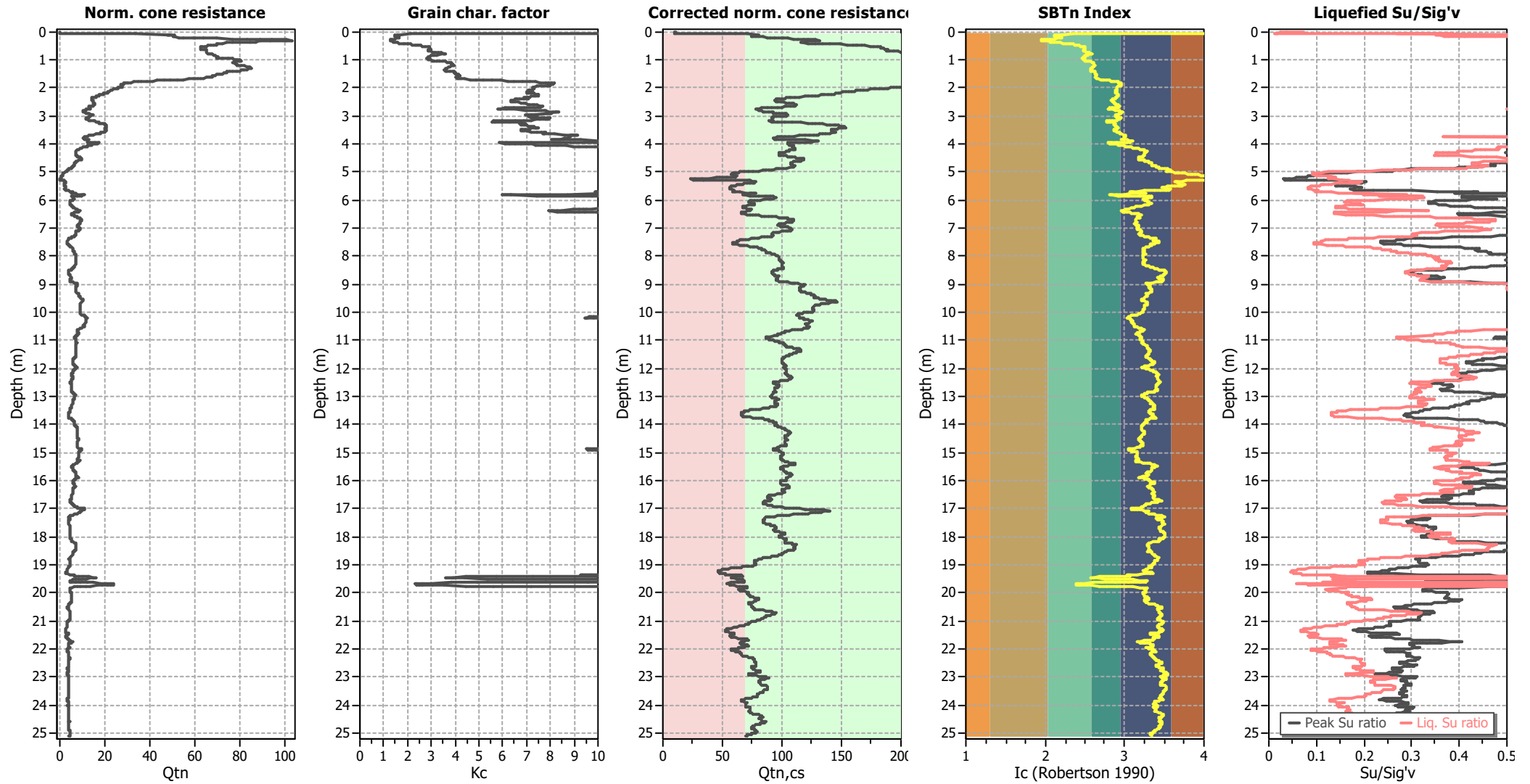
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.26 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.26 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.26 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.26 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

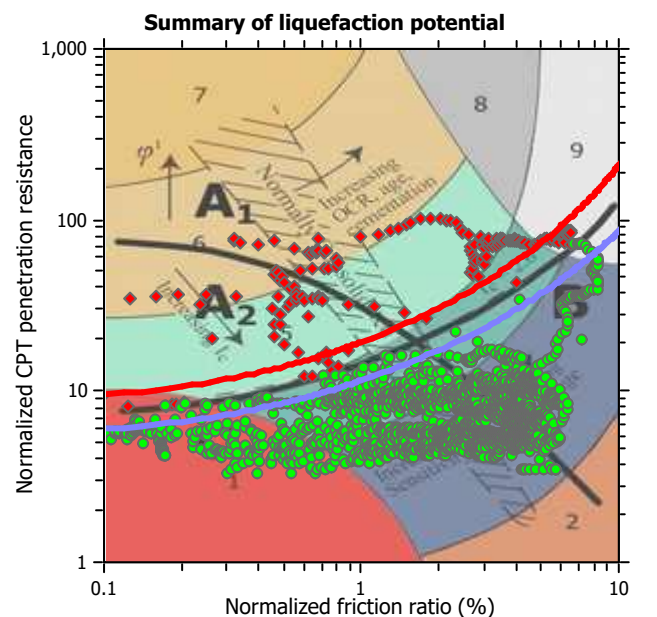
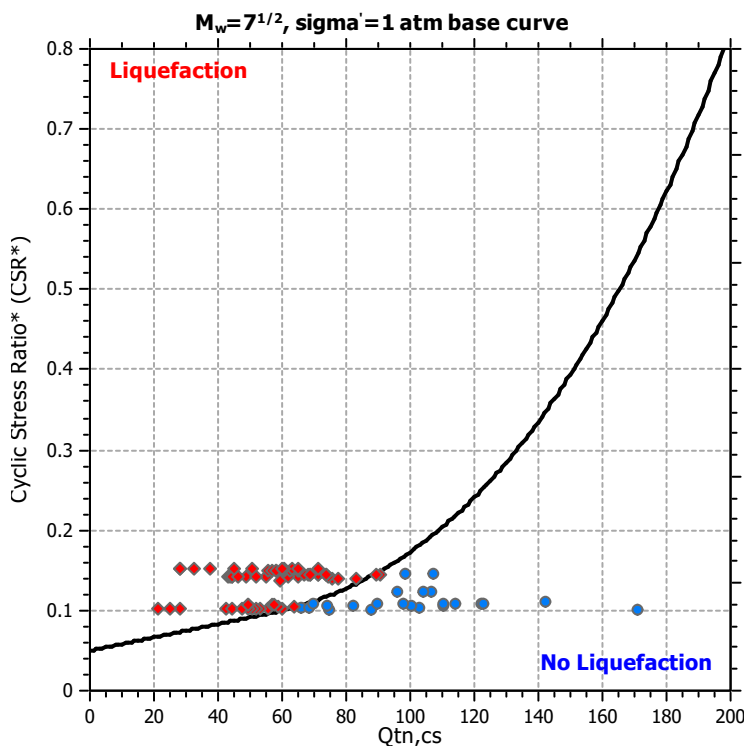
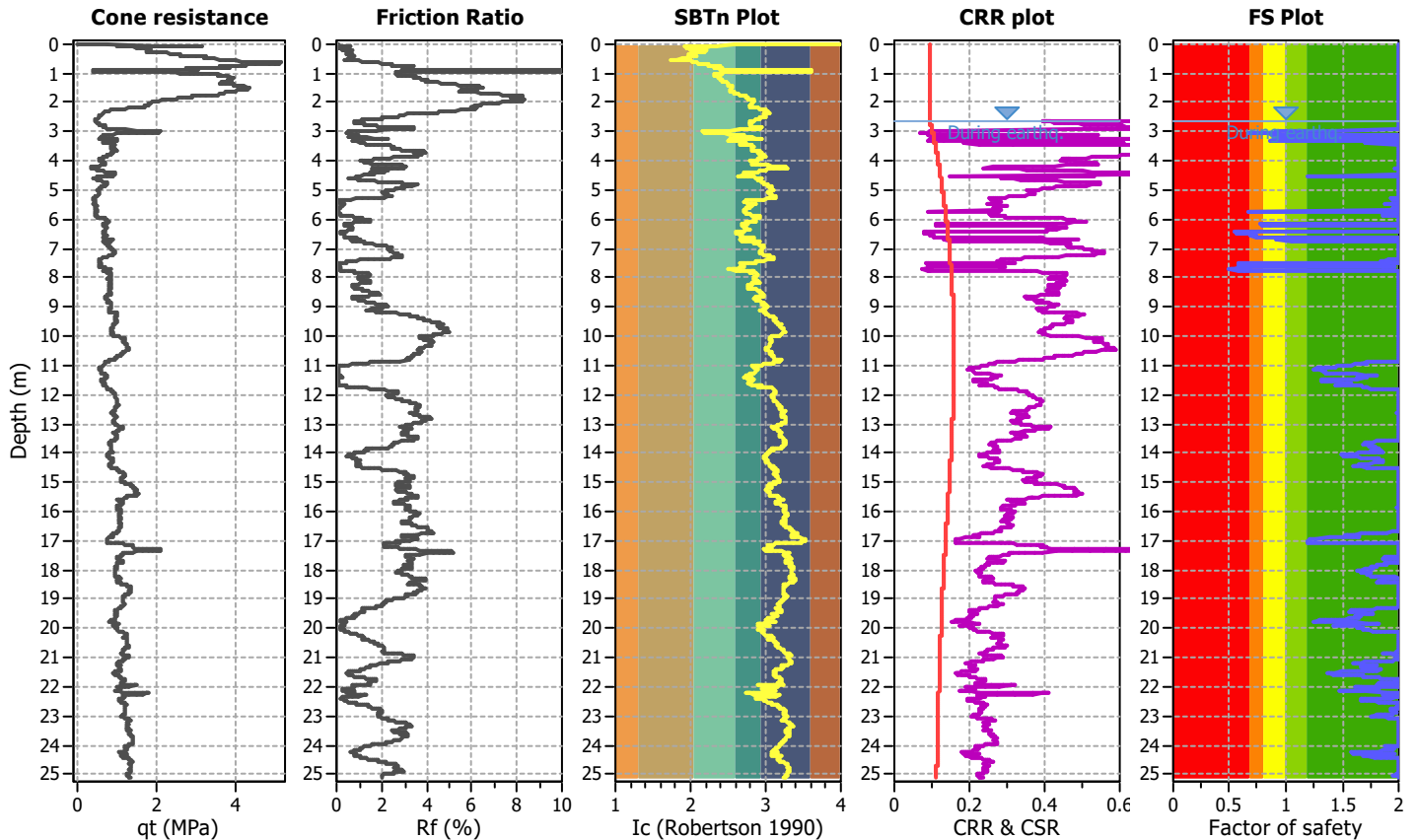
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU2

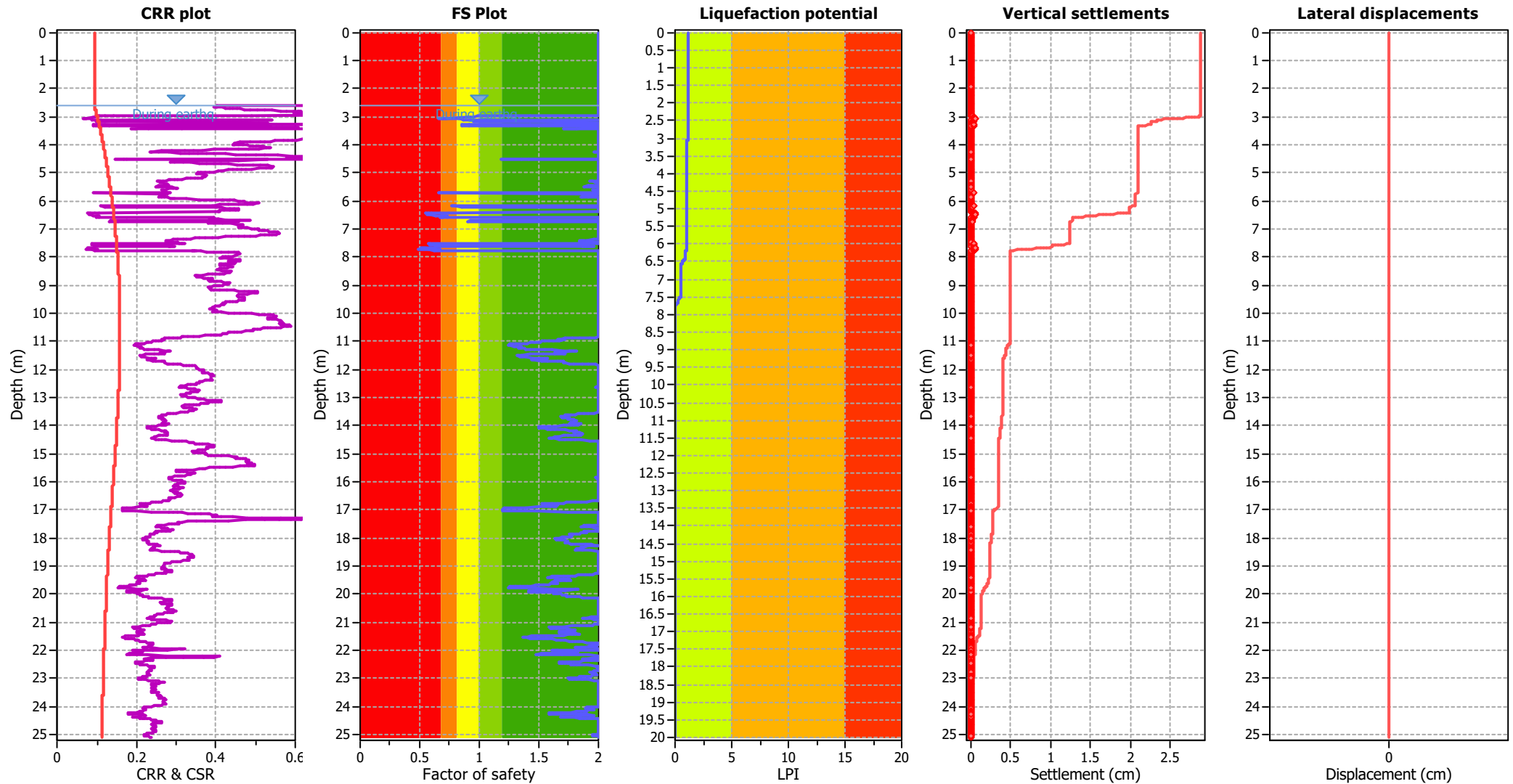
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.61 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.61 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.61 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.61 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

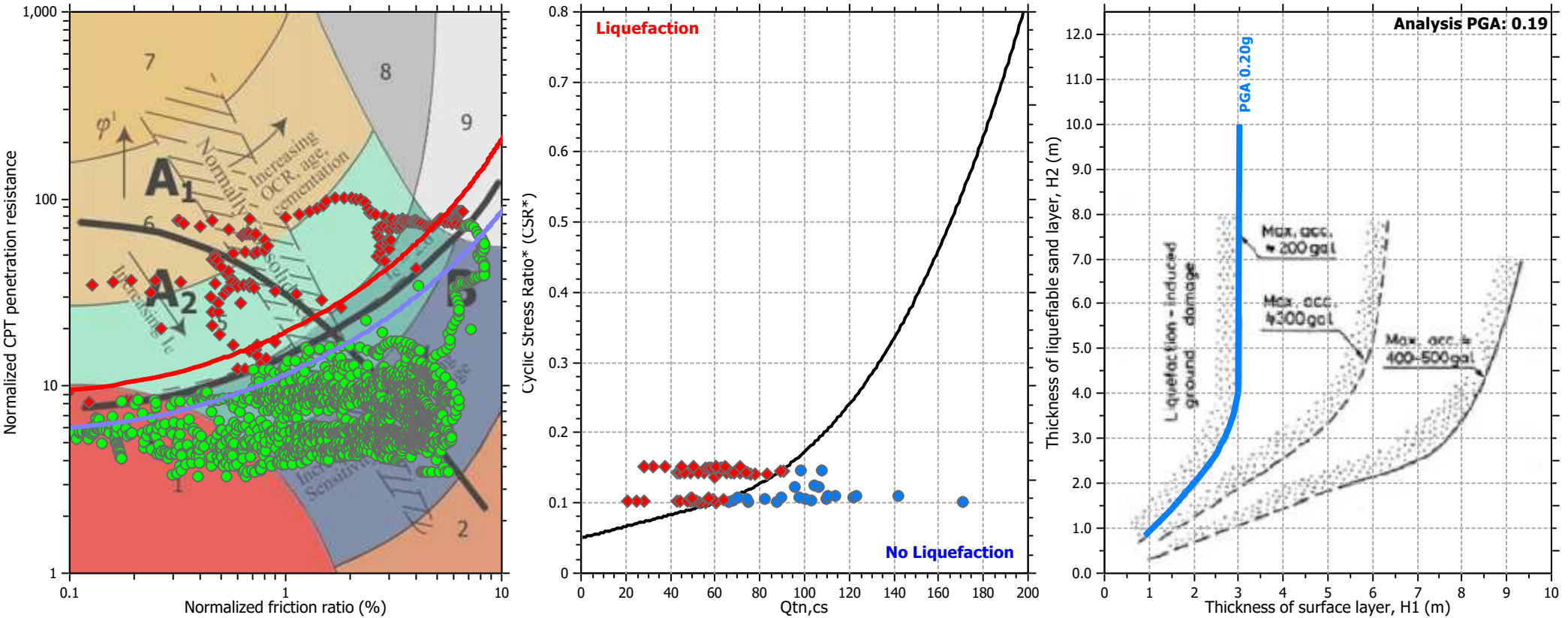
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

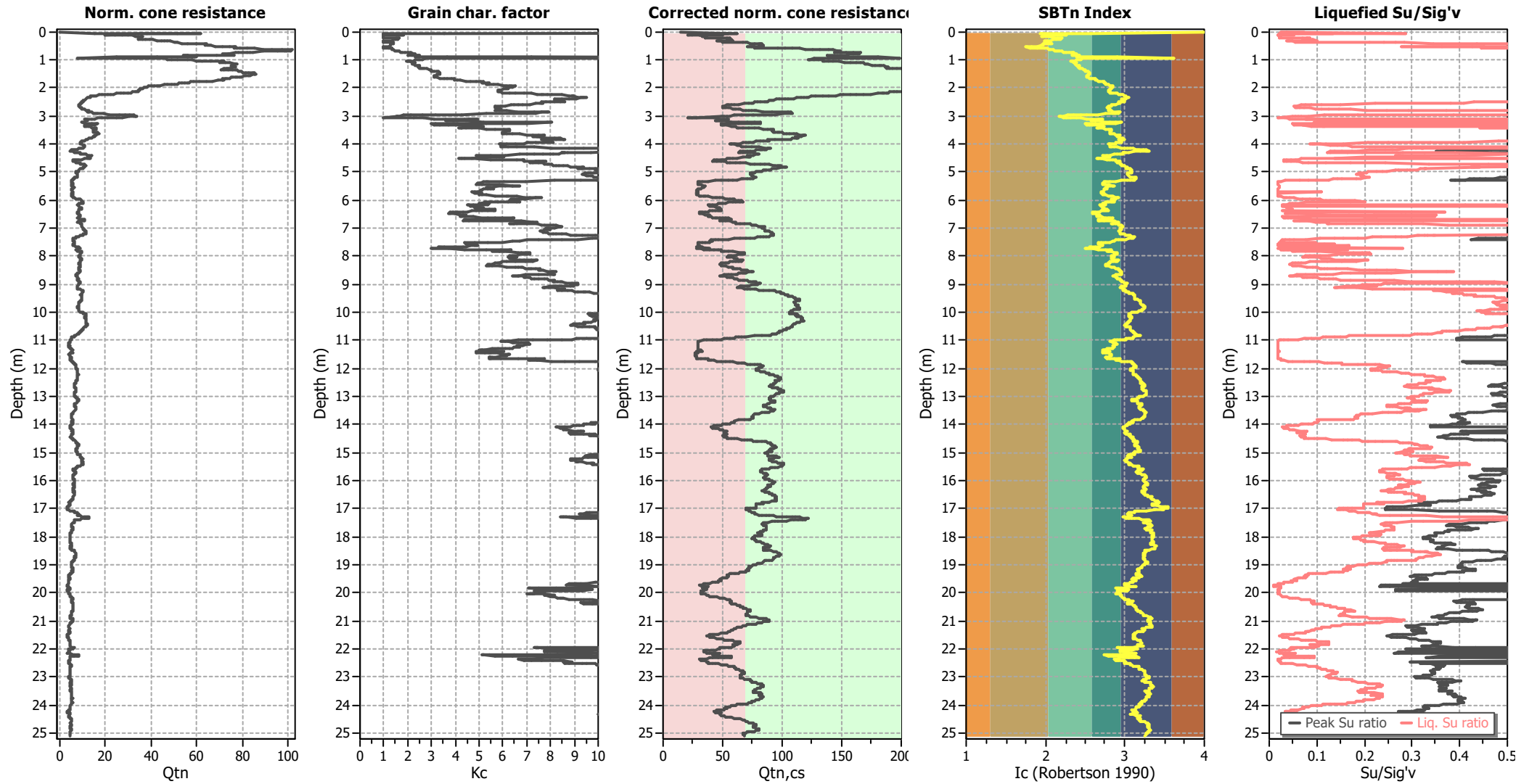
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.61 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.61 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.61 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.61 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

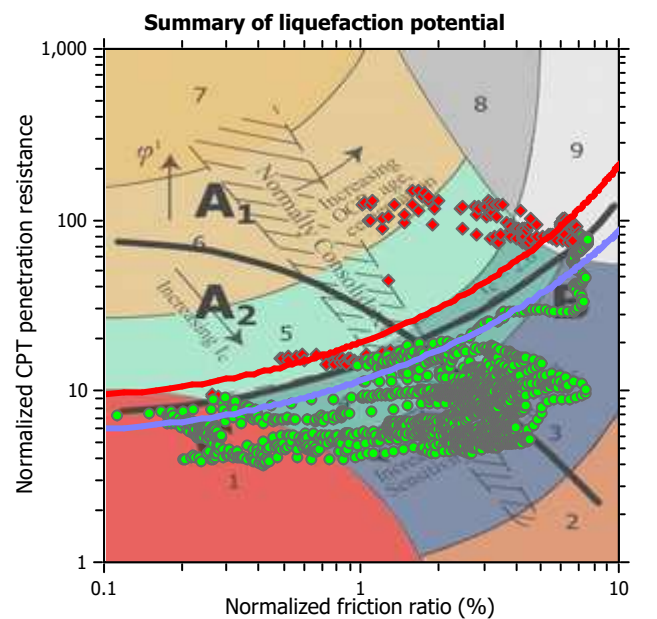
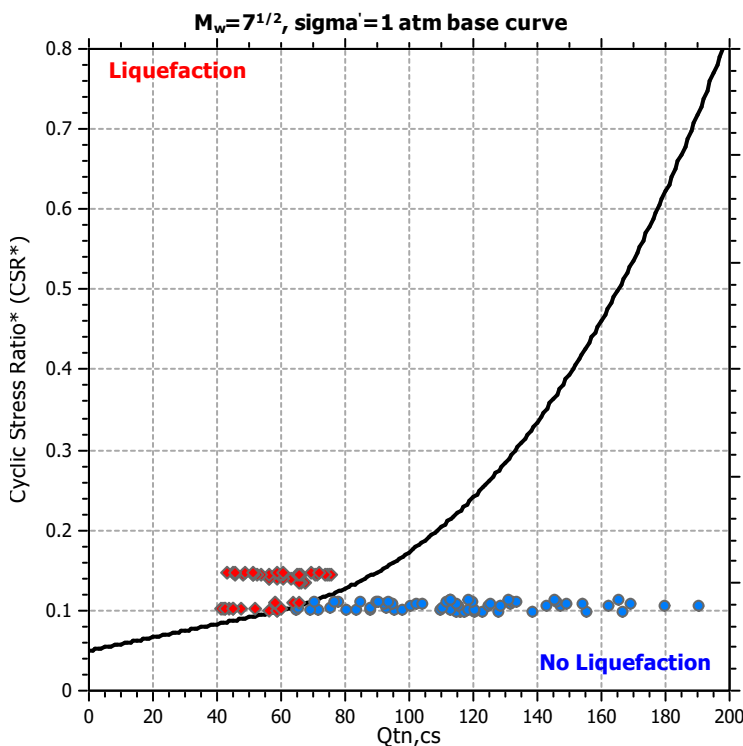
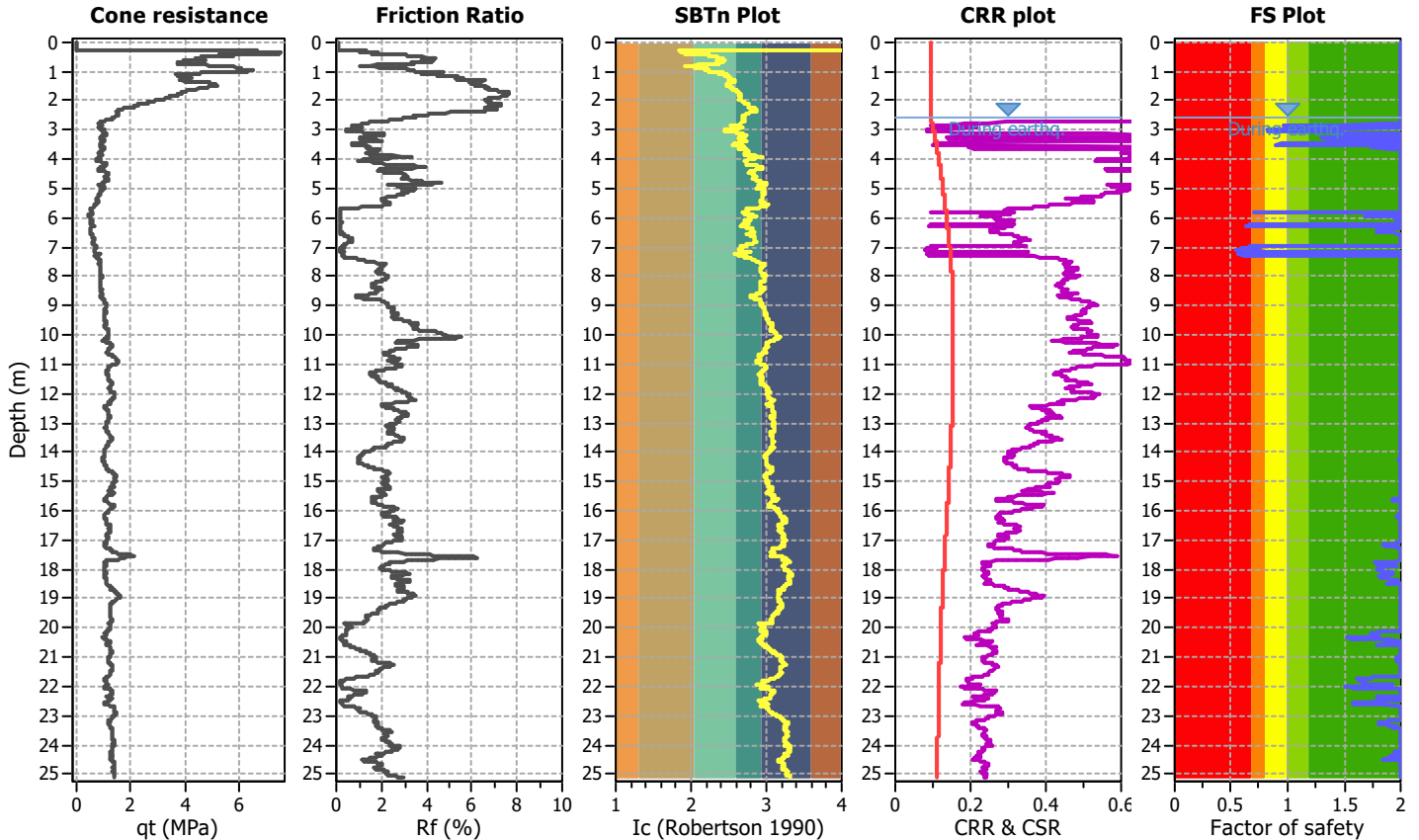
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU3

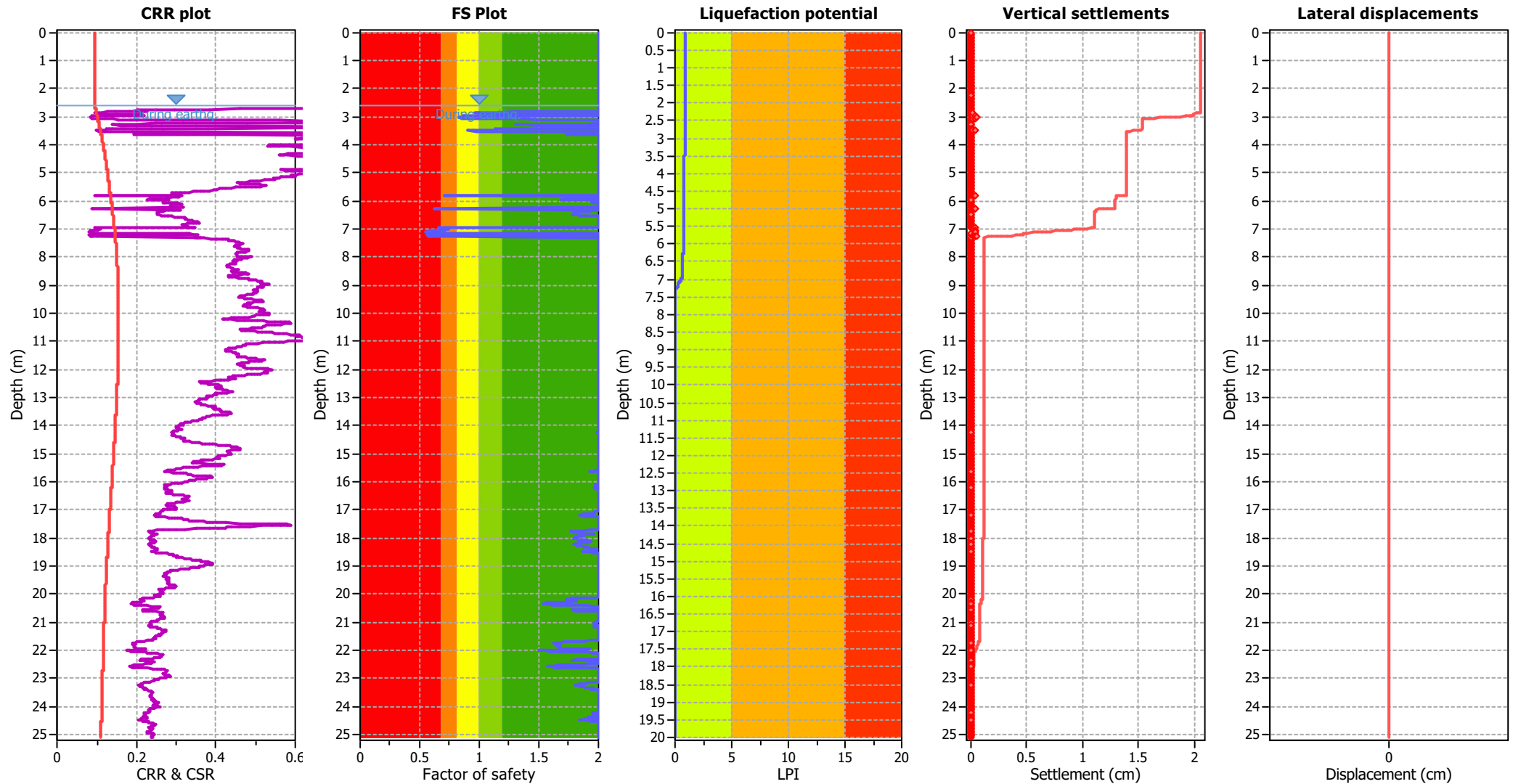
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.58 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.58 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

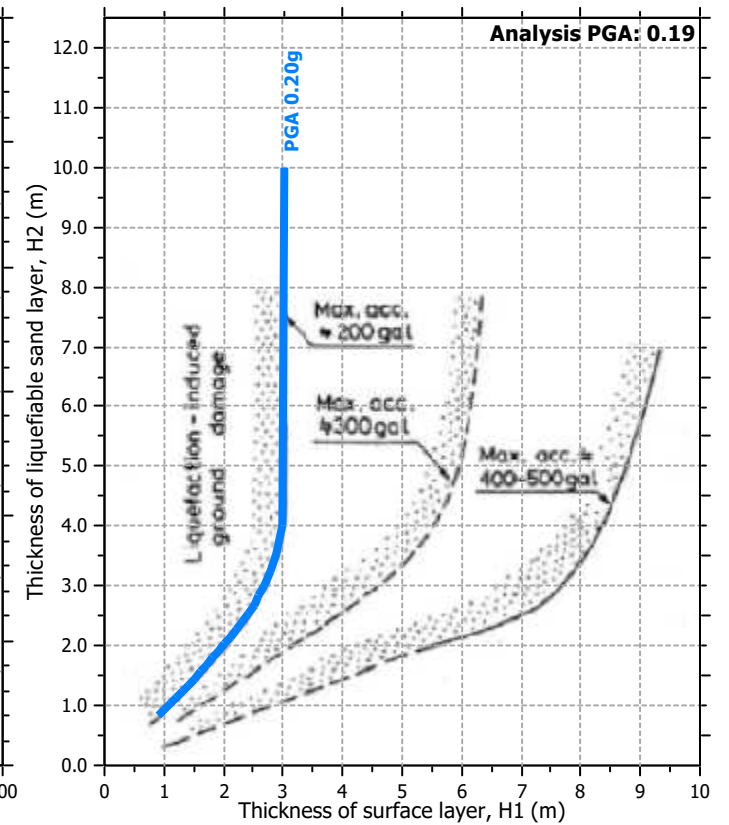
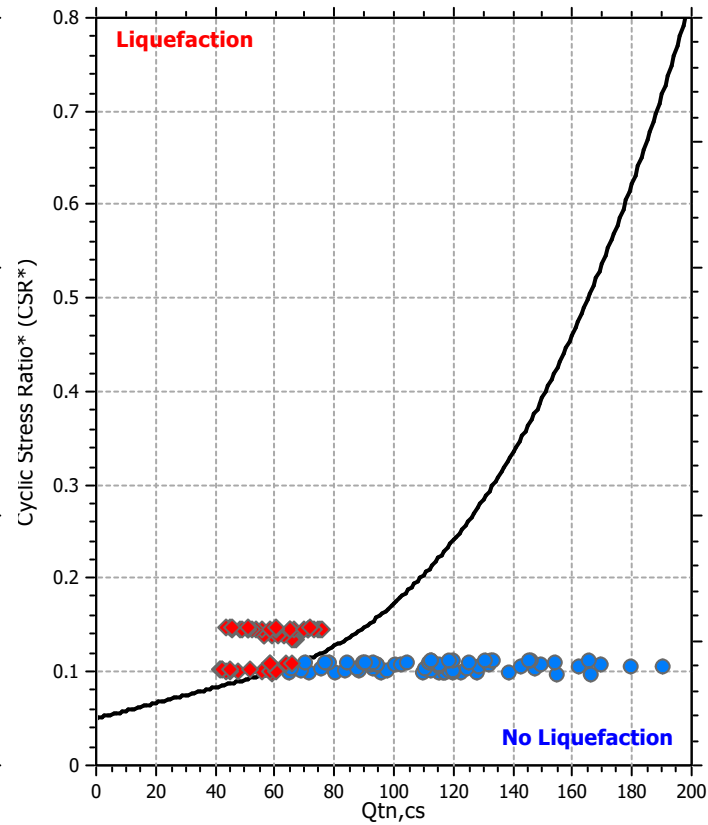
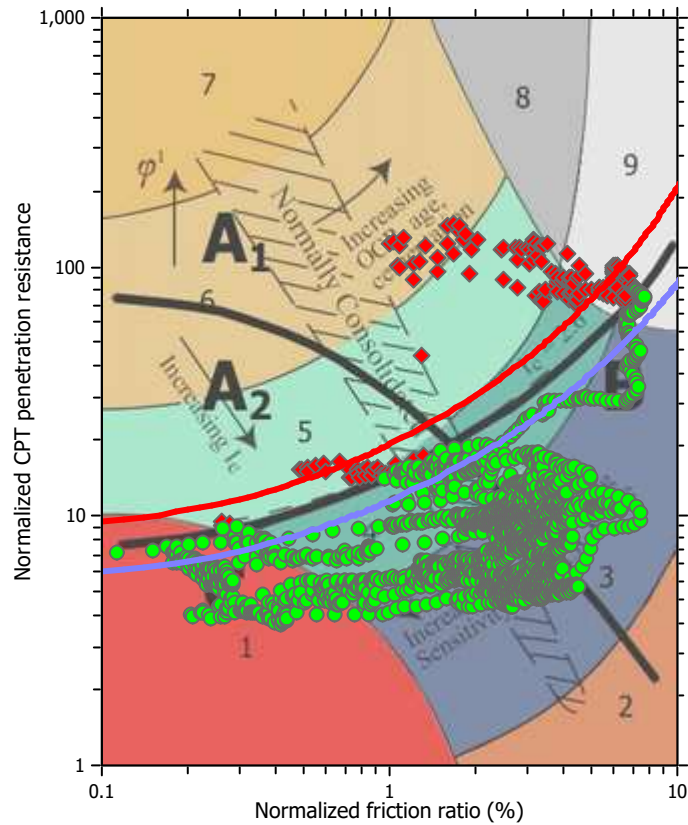
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

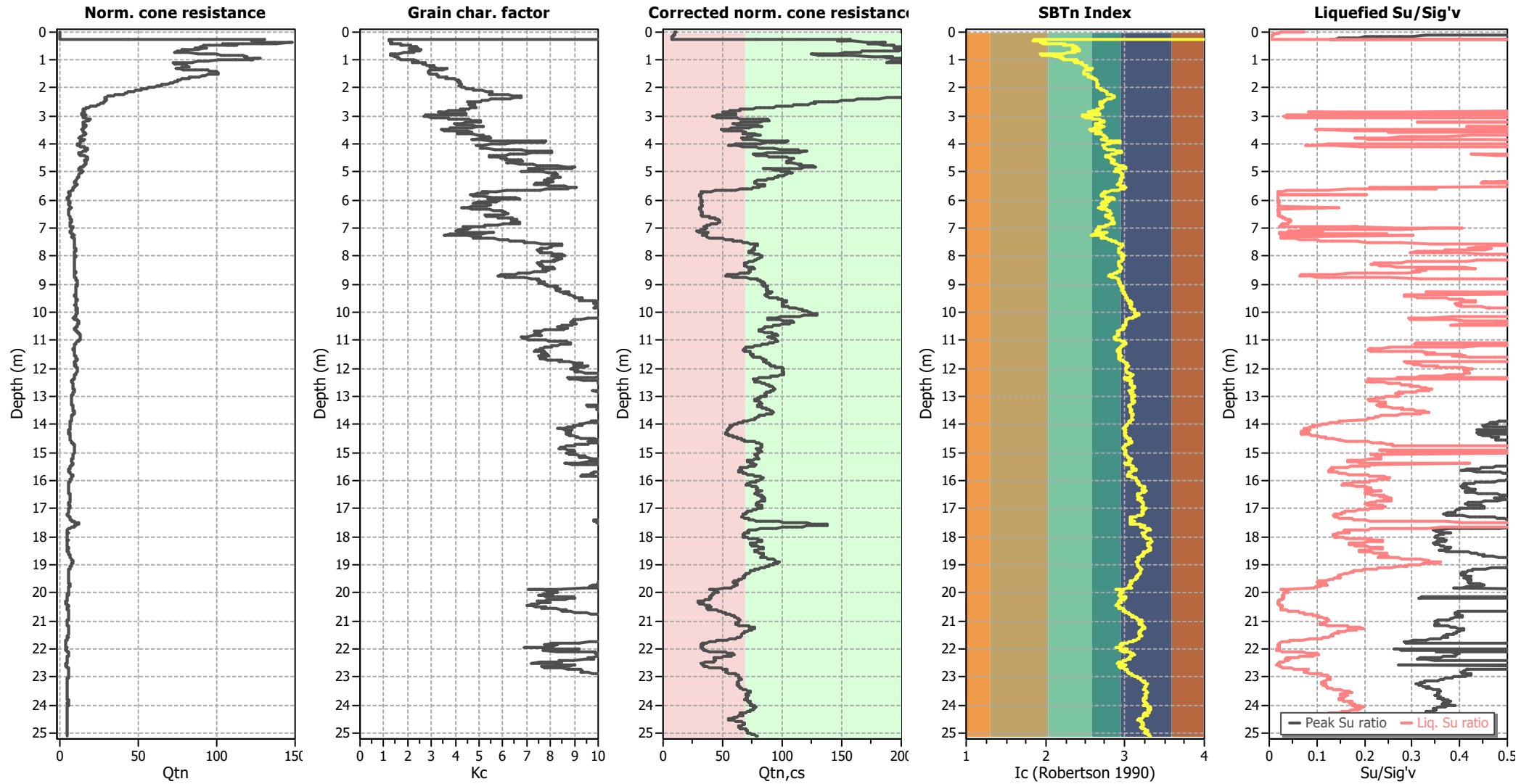
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.58 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.58 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

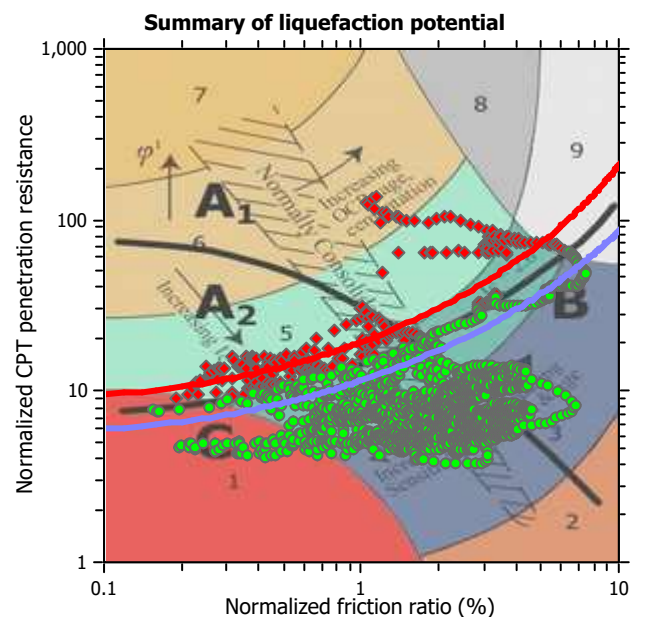
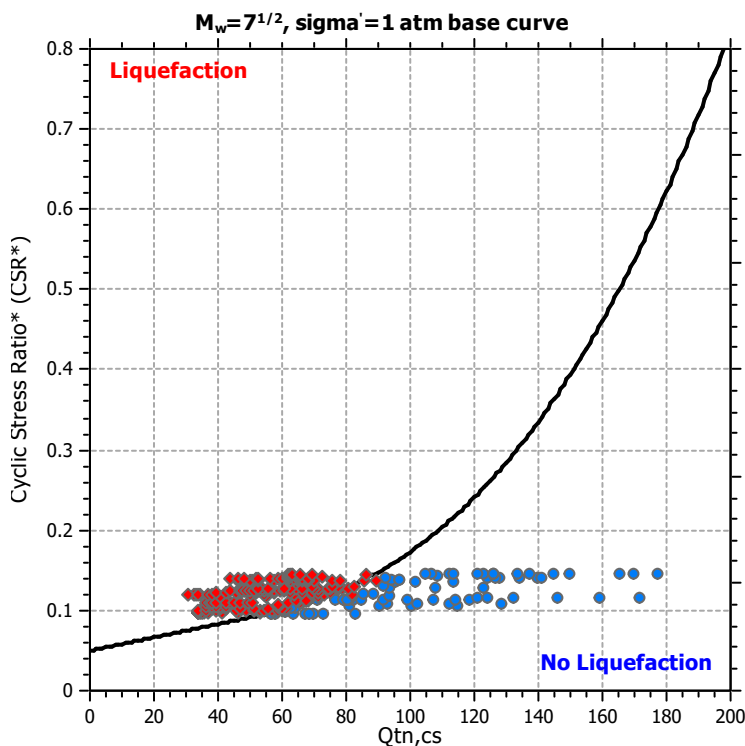
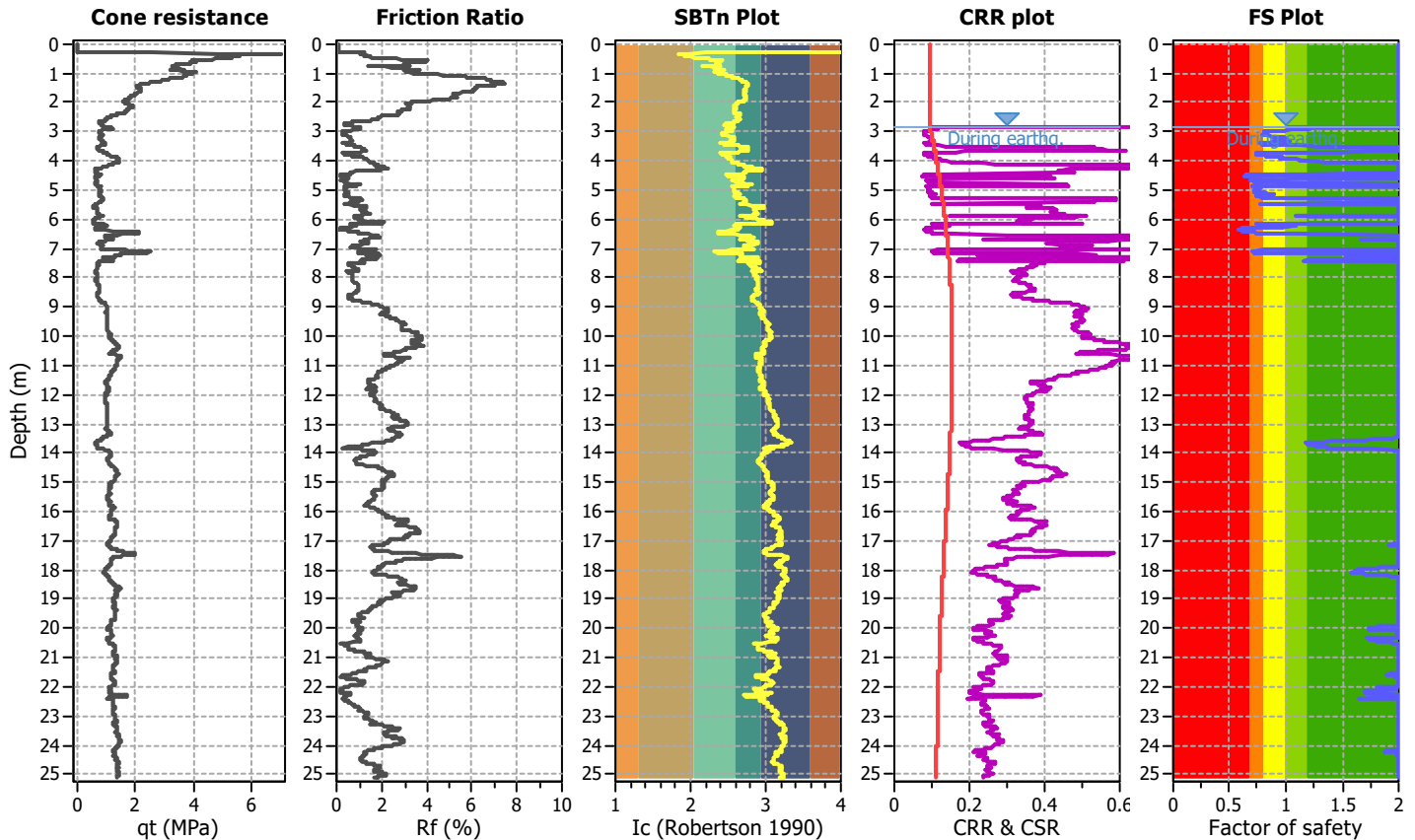
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU4

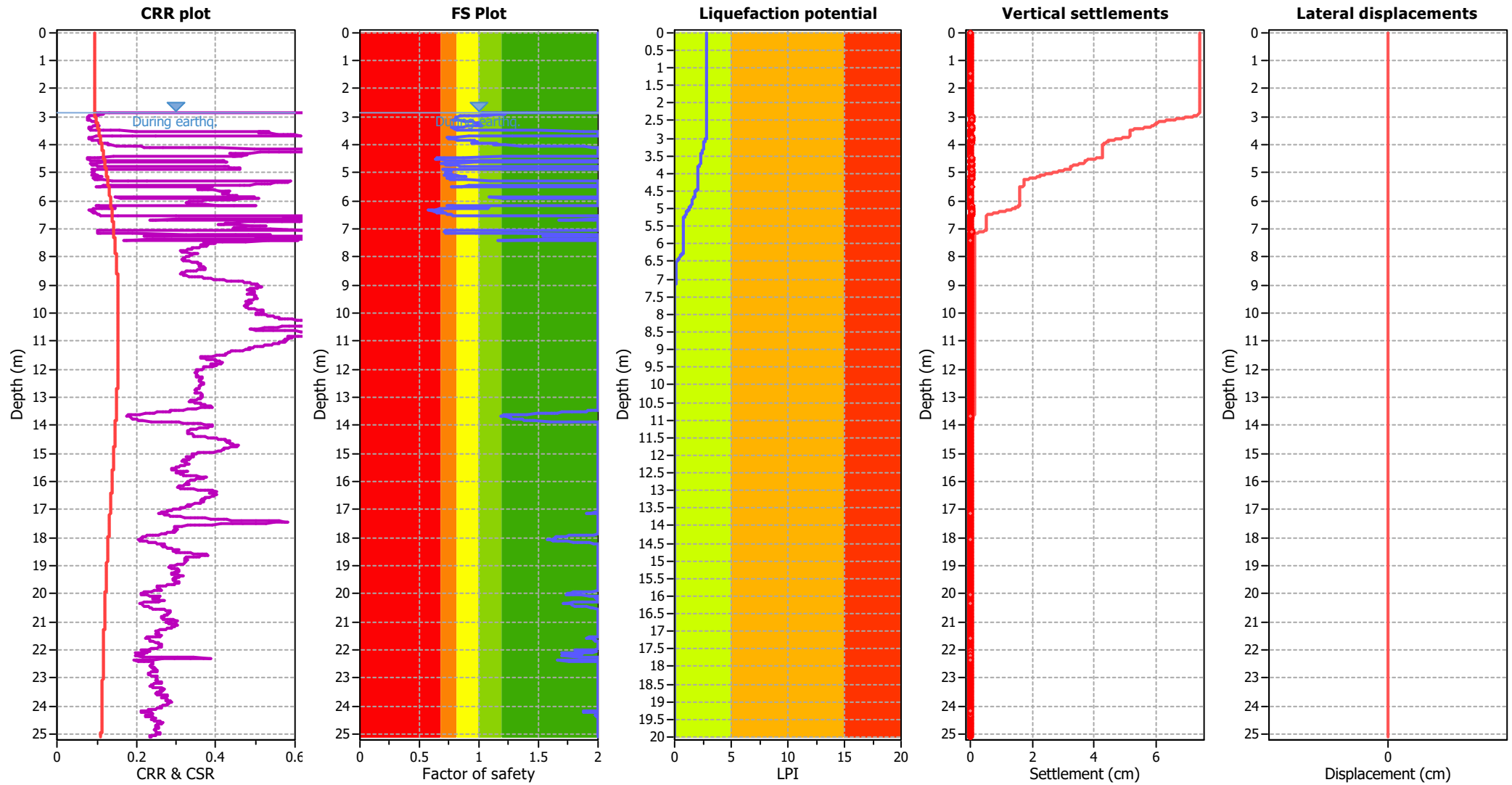
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.84 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.84 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.84 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.84 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

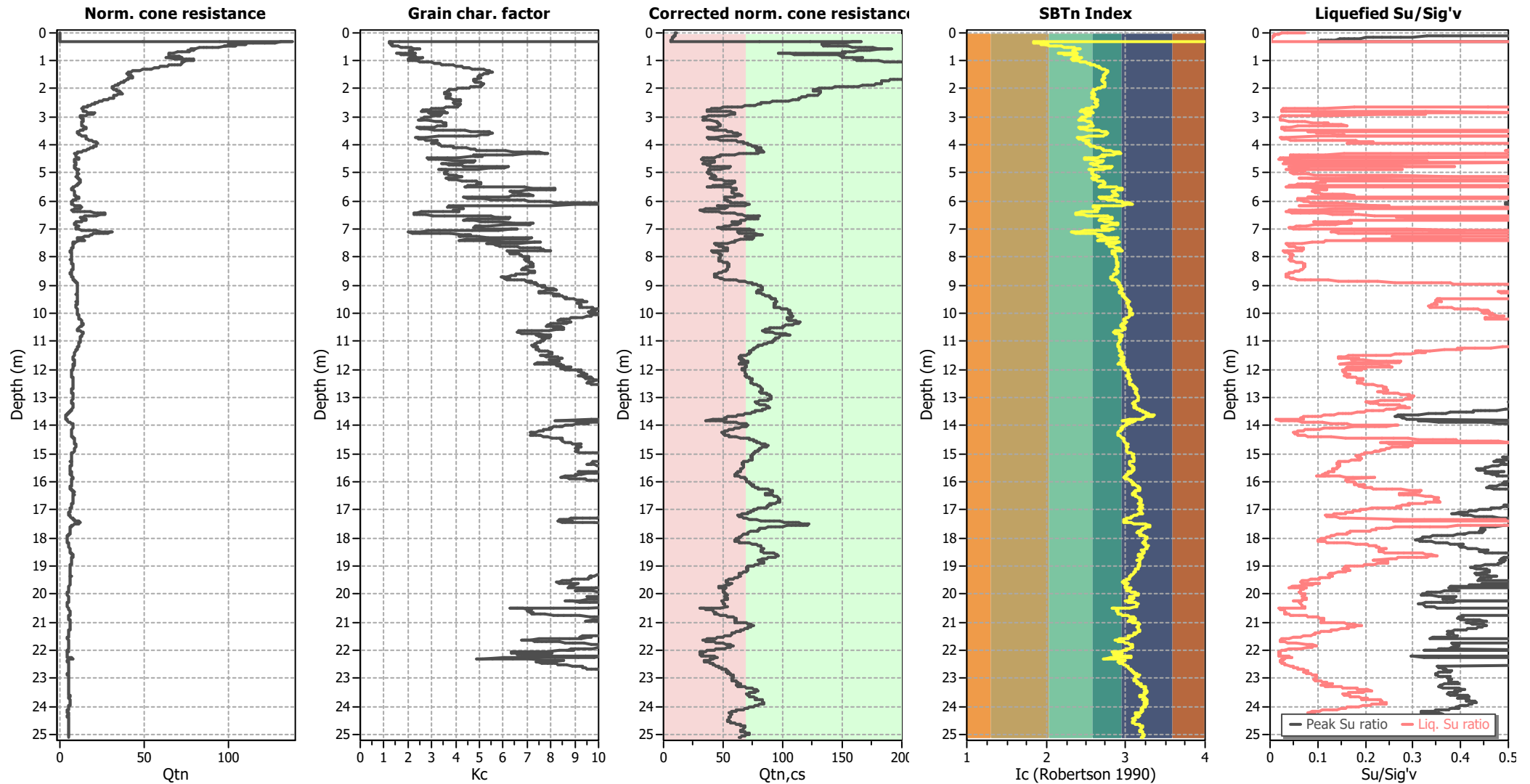
Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

Figure 10 consists of three plots related to soil liquefaction analysis.

- Left Plot:** A log-log plot of Normalized CPT penetration resistance (y-axis, 1 to 1,000) versus Normalized friction ratio (%) (x-axis, 0.1 to 10). The plot shows various soil behavior zones (1-9) and curves for increasing OCR, consolidation, and increasing ϕ' . Data points are categorized into A1, A2, B, and C.
- Middle Plot:** A log-log plot of Cyclic Stress Ratio* (CSR*) (y-axis, 0 to 0.8) versus $Q_{tn,cs}$ (x-axis, 0 to 200). The plot shows a curve for "Liquefaction" and a region for "No Liquefaction". Data points are categorized into A1, A2, B, and C.
- Right Plot:** A log-log plot of Thickness of liquefiable sand layer, H2 (m) (y-axis, 0.0 to 12.0) versus Thickness of surface layer, H1 (m) (x-axis, 0 to 10). The plot shows curves for "Liquefaction-induced ground damage" and "Max. acc. = 200 gal", "Max. acc. = 400 gal", and "Max. acc. = 100-500 gal". A specific data point is labeled "CPTU4 (2.84)".

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.84 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.84 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.84 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.84 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

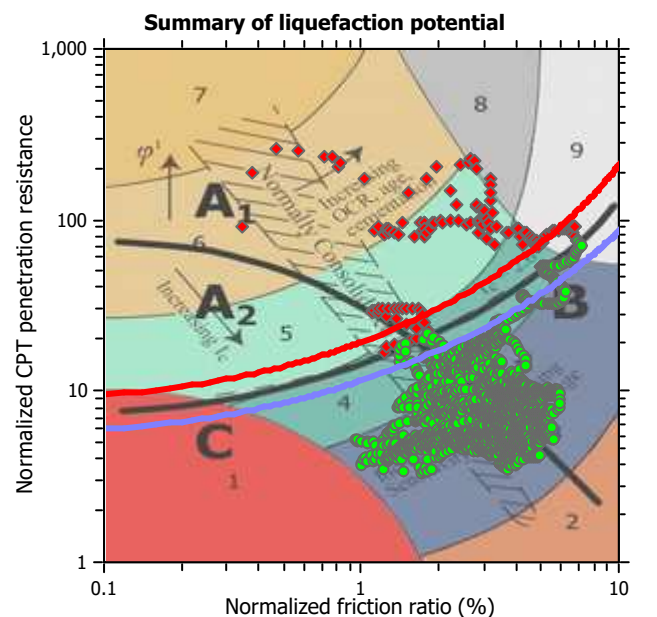
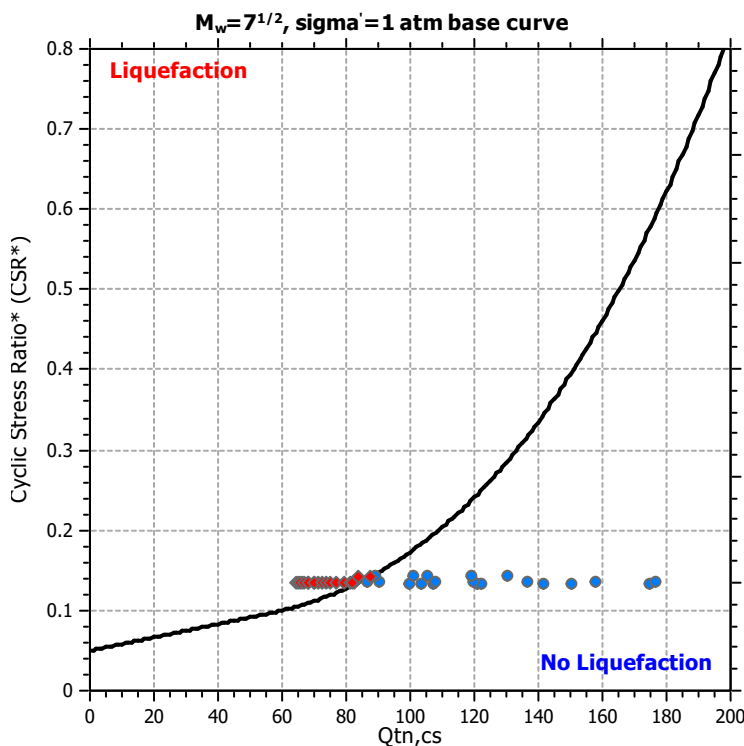
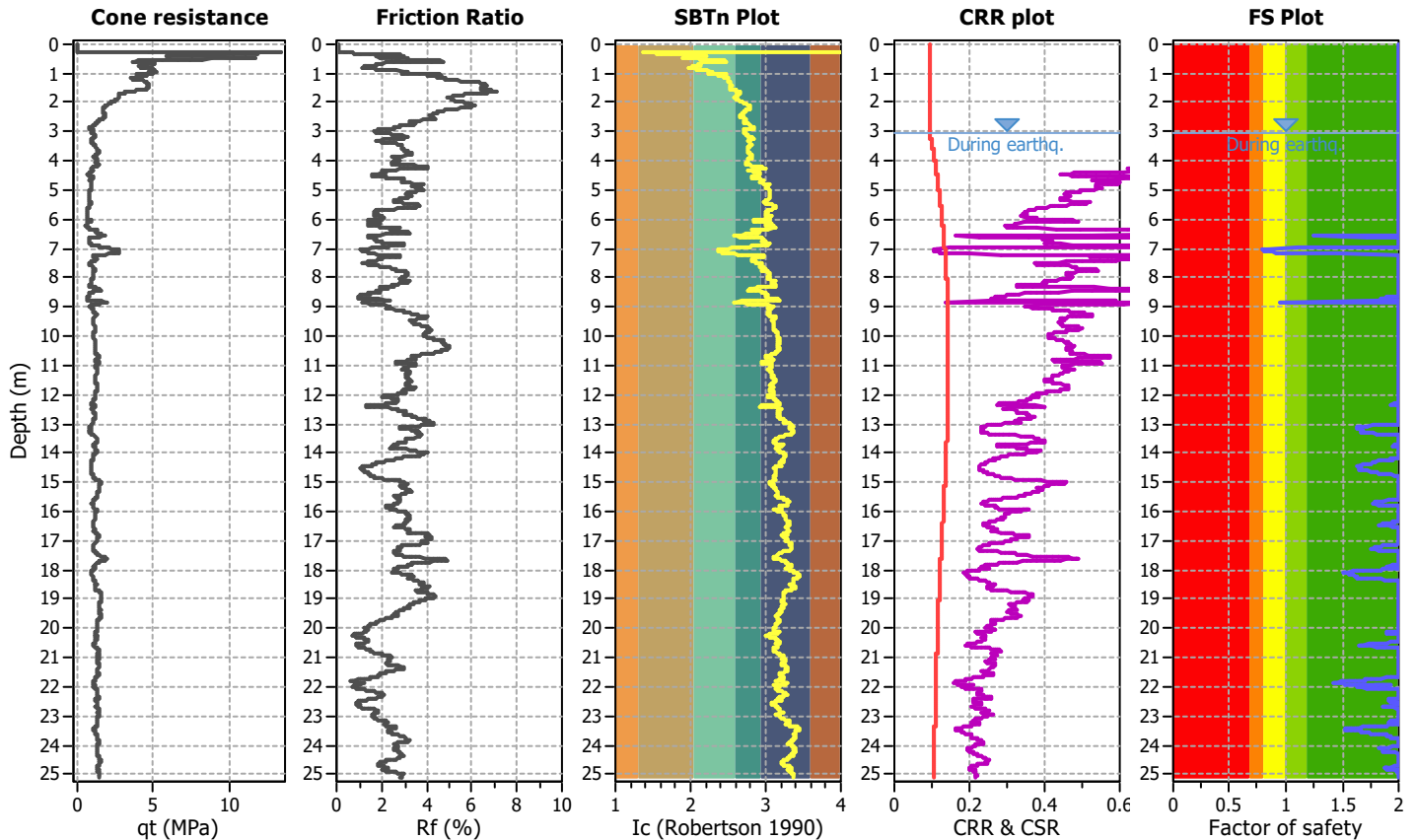
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU5

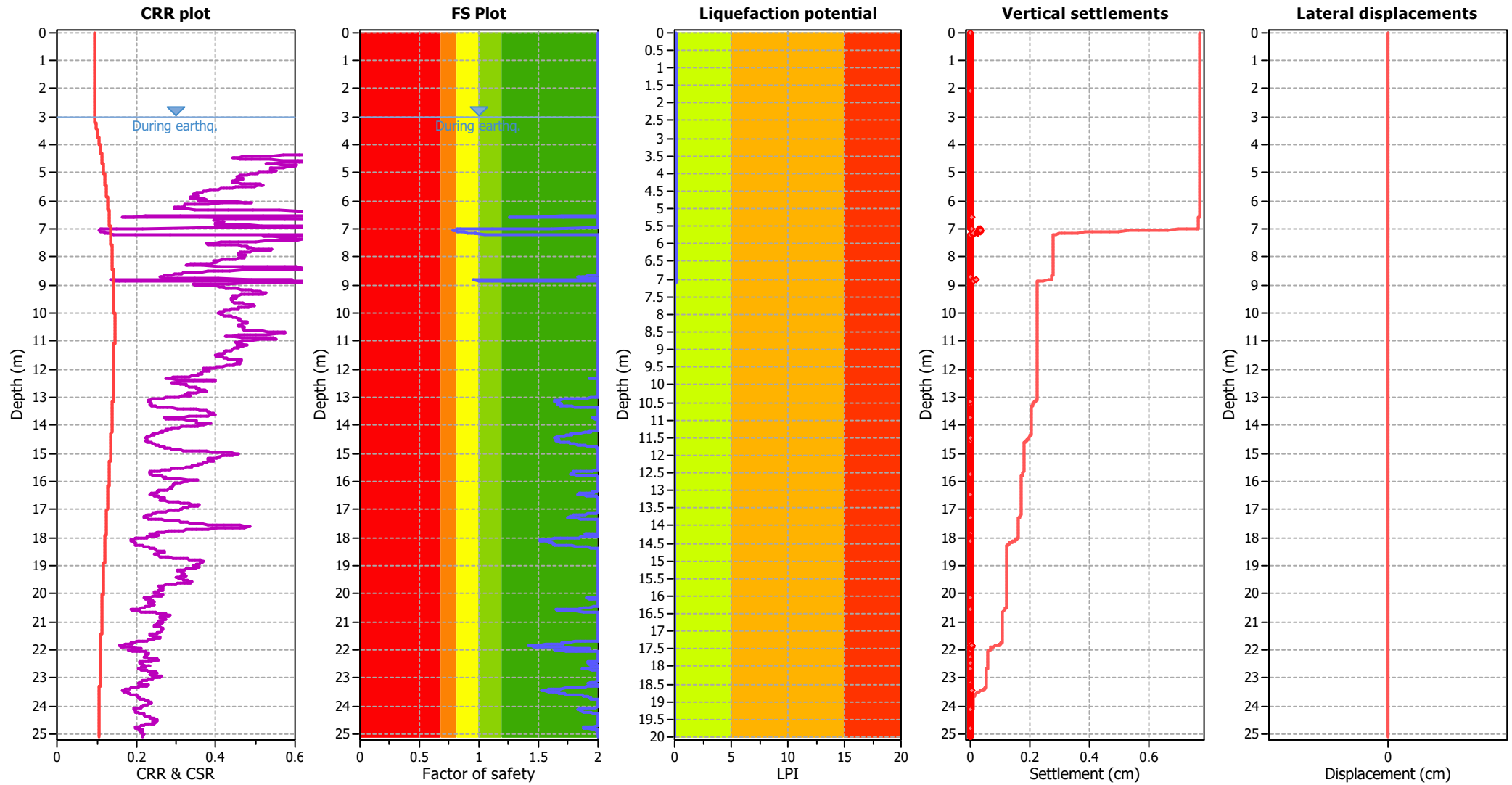
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	3.03 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	3.03 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.03 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.03 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

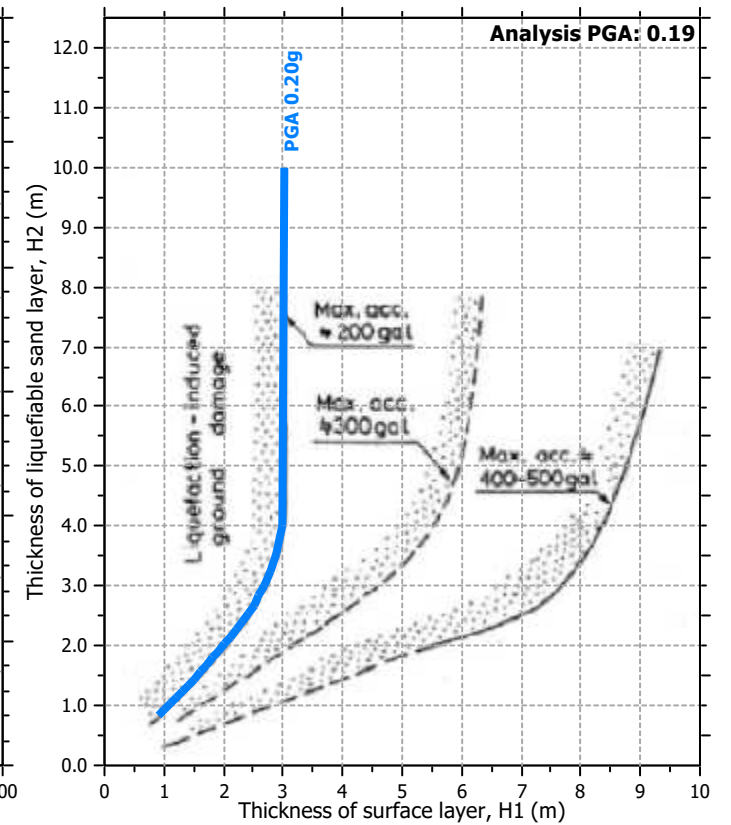
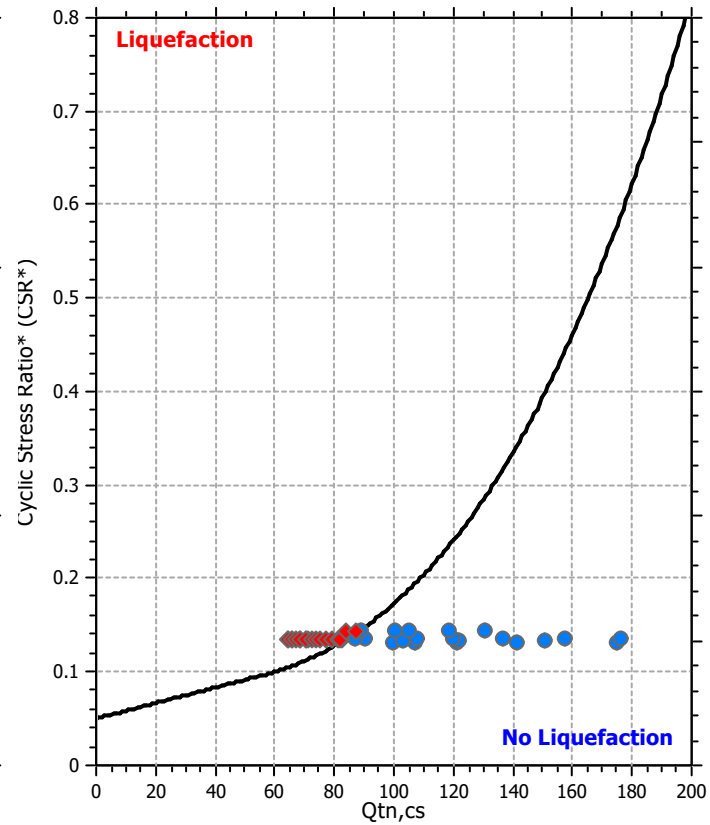
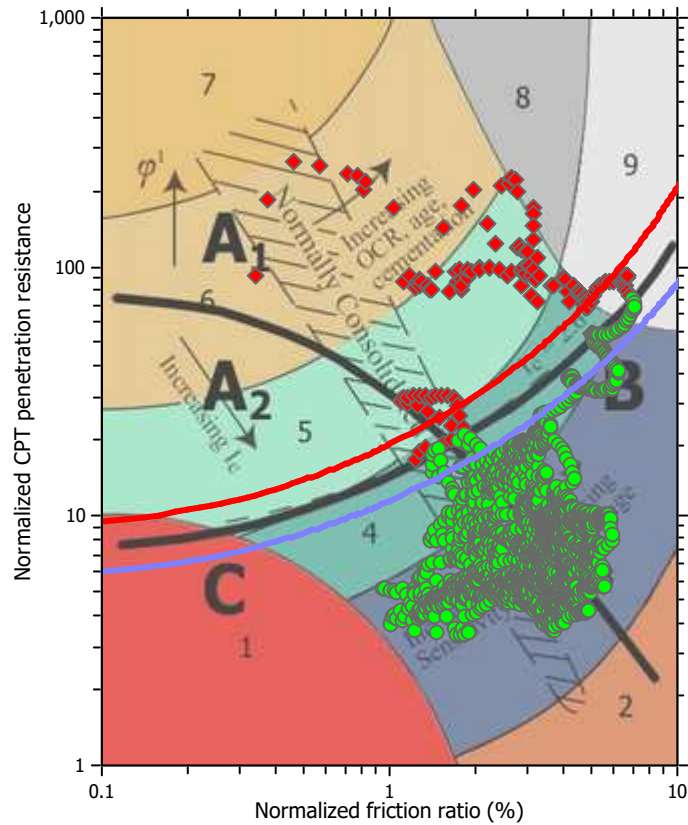
F.S. color scheme

■	Almost certain it will liquefy
■	Very likely to liquefy
■	Liquefaction and no liq. are equally likely
■	Unlike to liquefy
■	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

■	Very high risk
■	High risk
■	Low risk

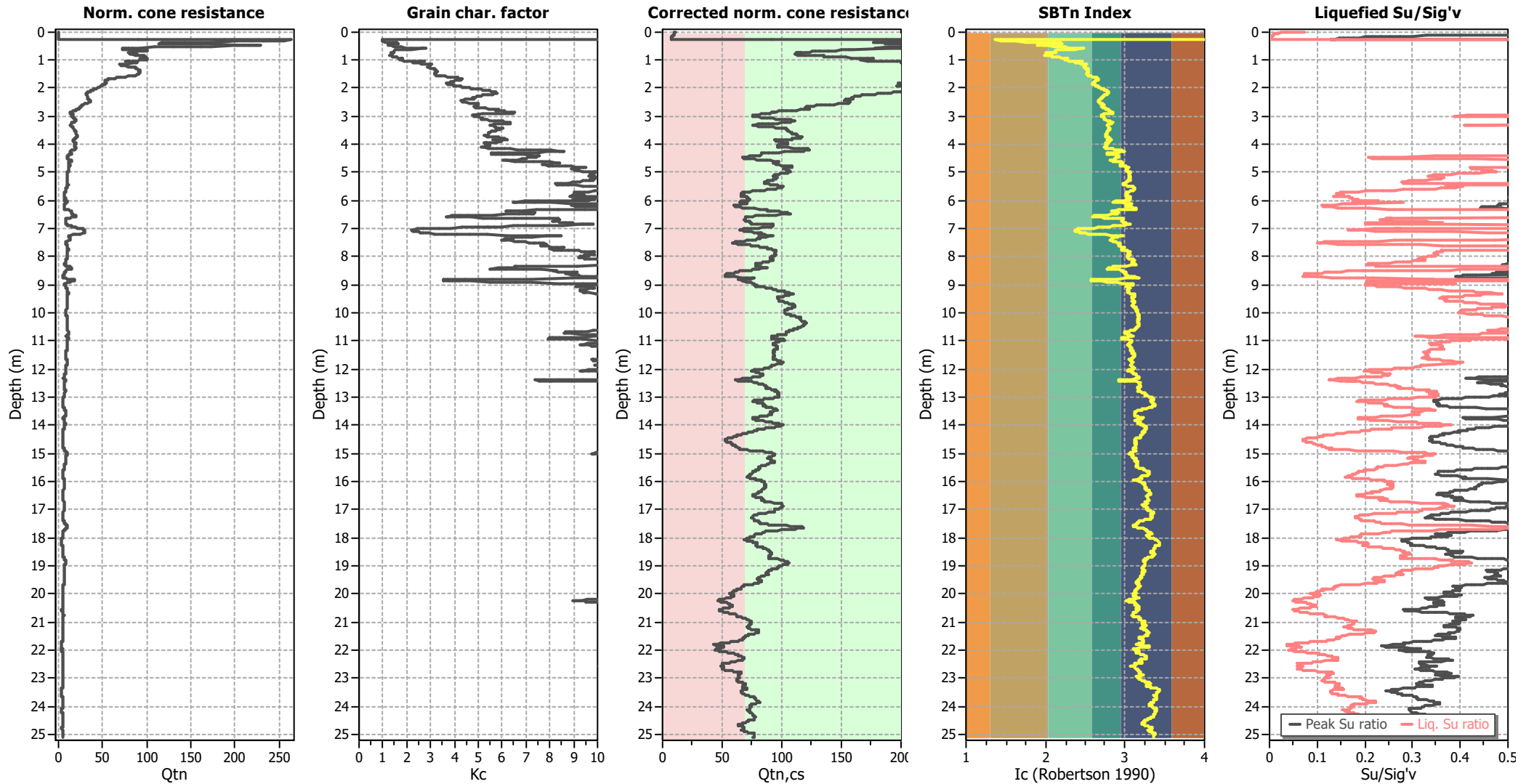
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.03 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.03 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.03 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.03 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

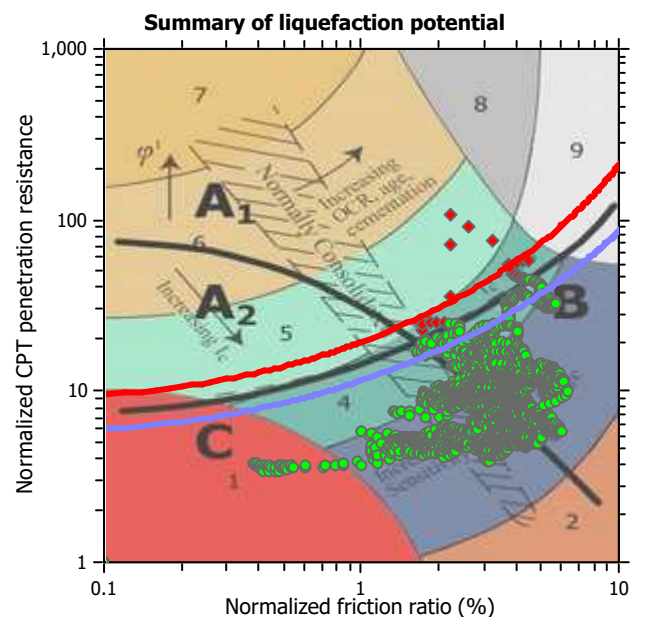
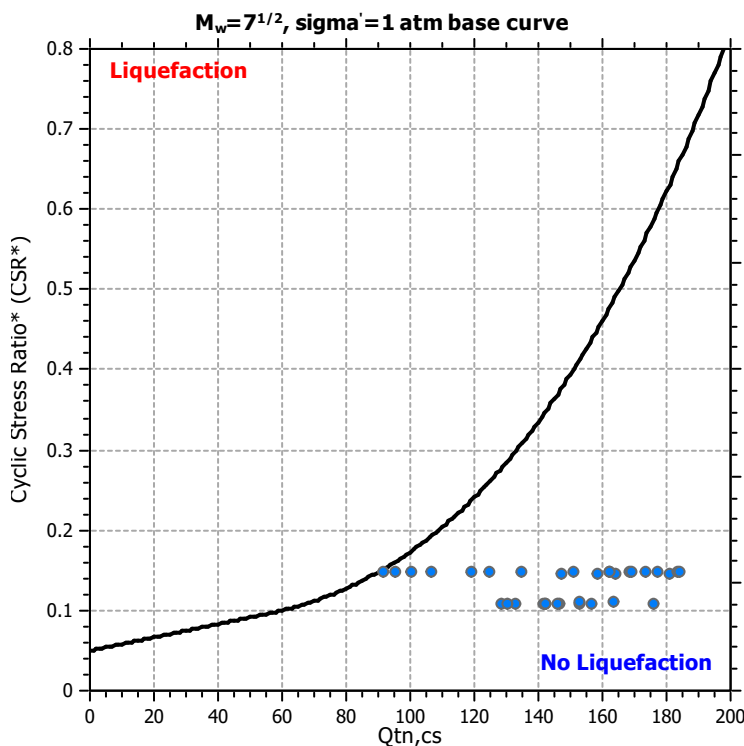
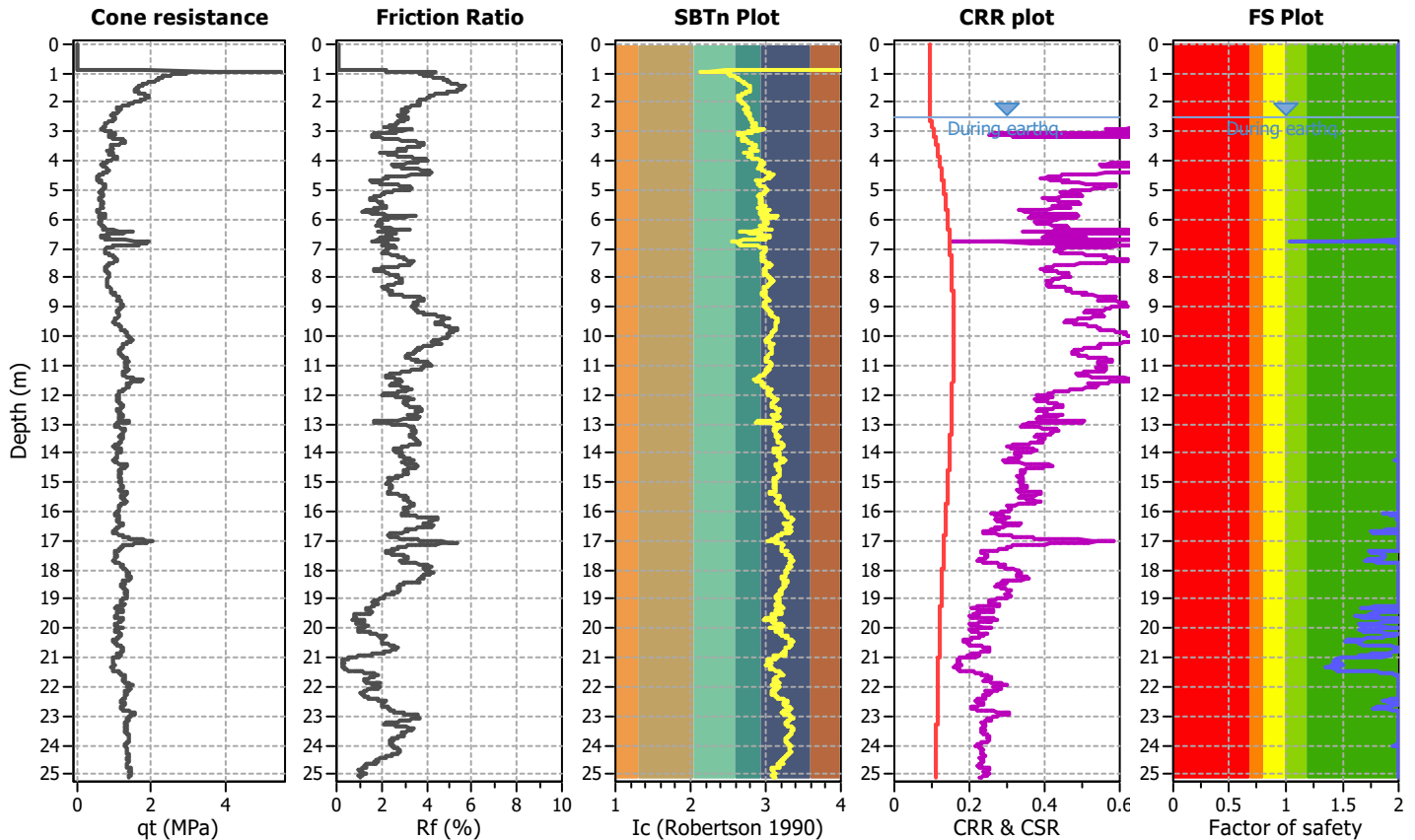
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU6

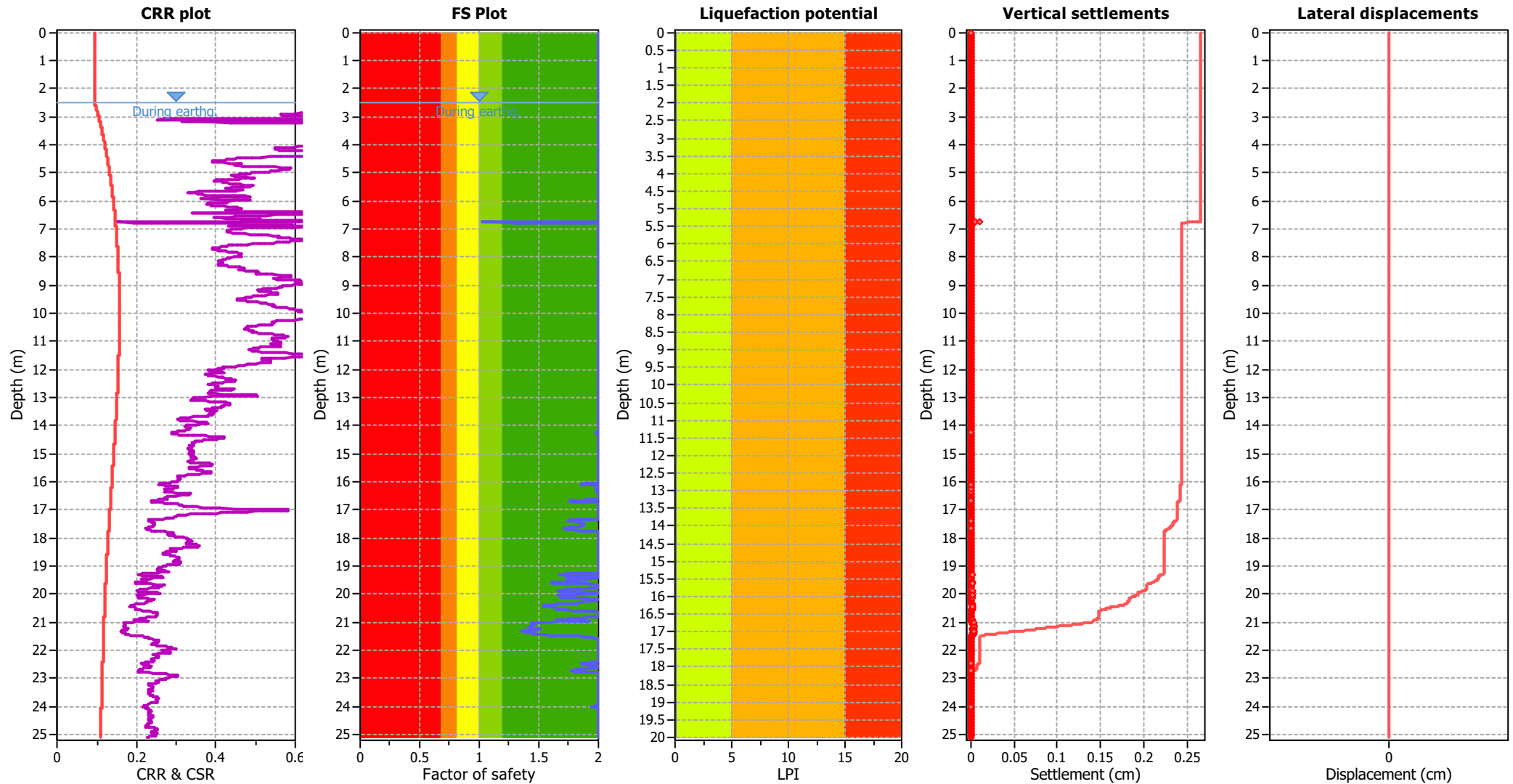
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.48 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.48 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.48 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.48 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

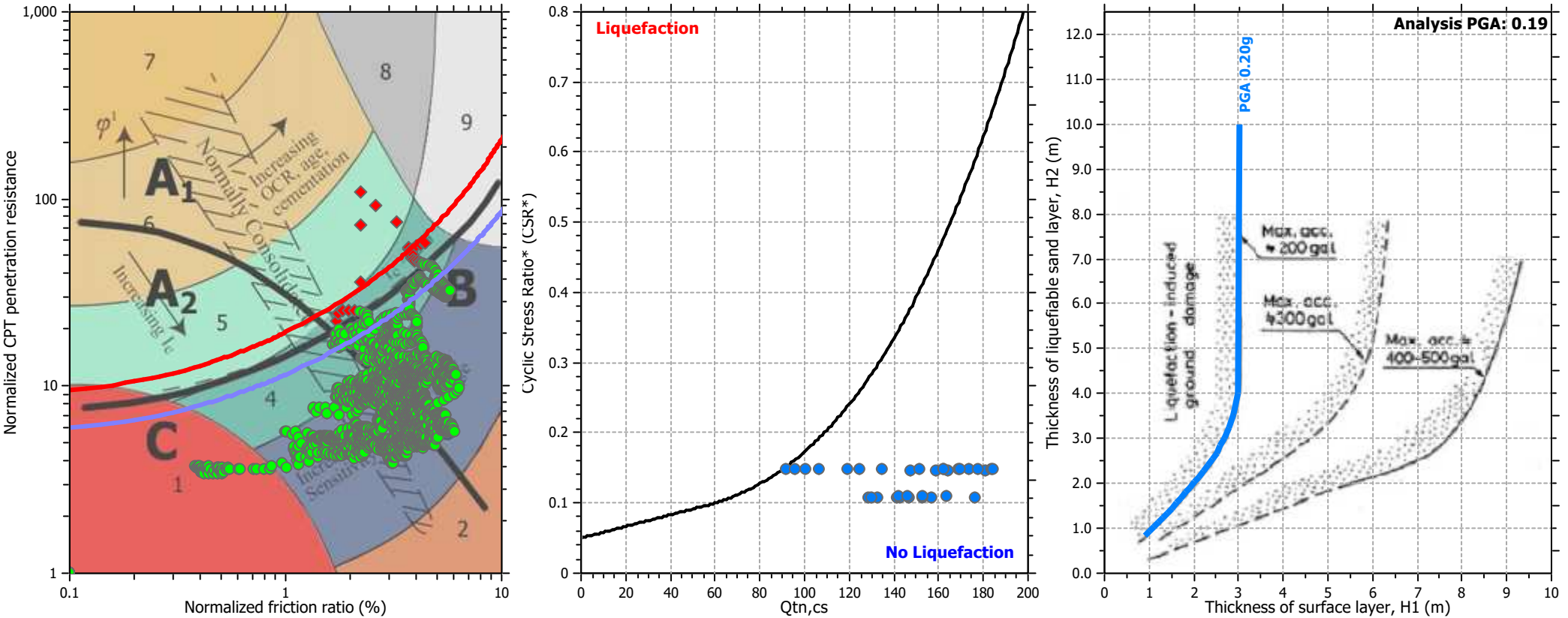
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

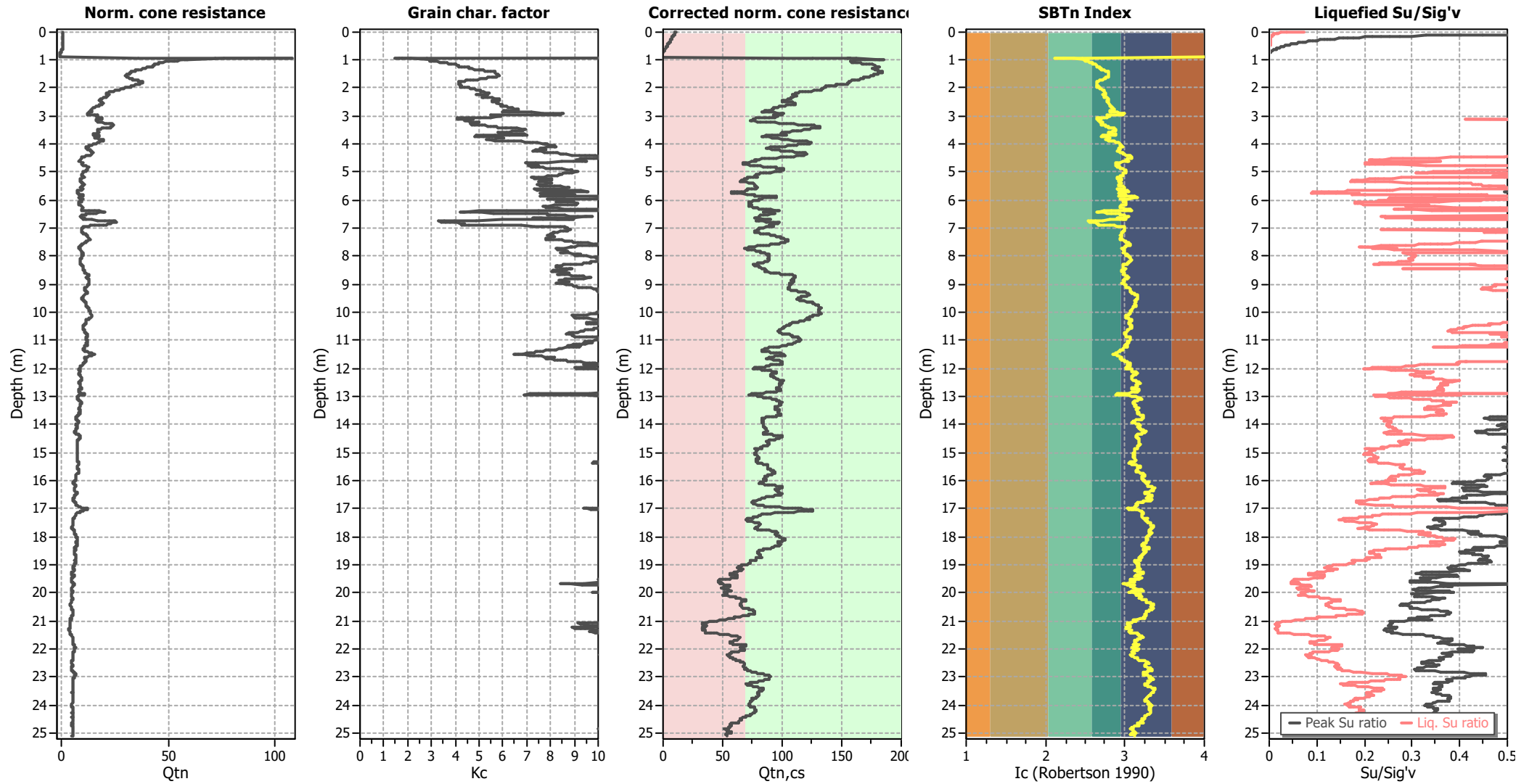
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.48 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.48 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.48 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.48 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

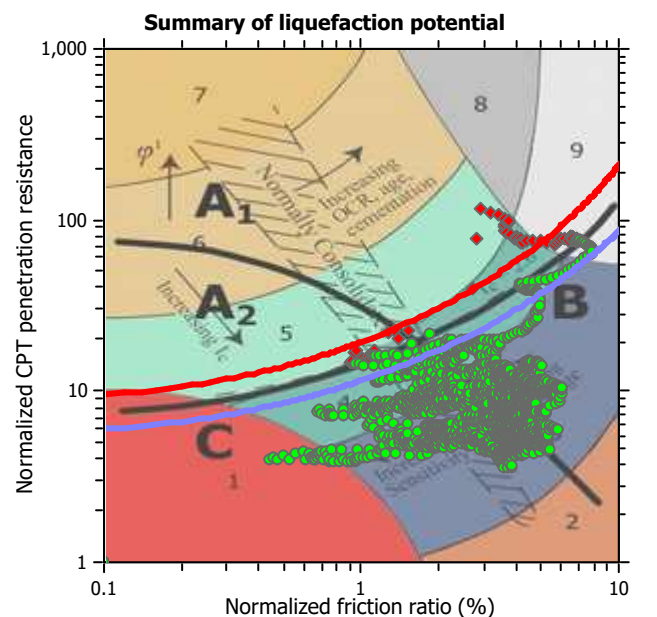
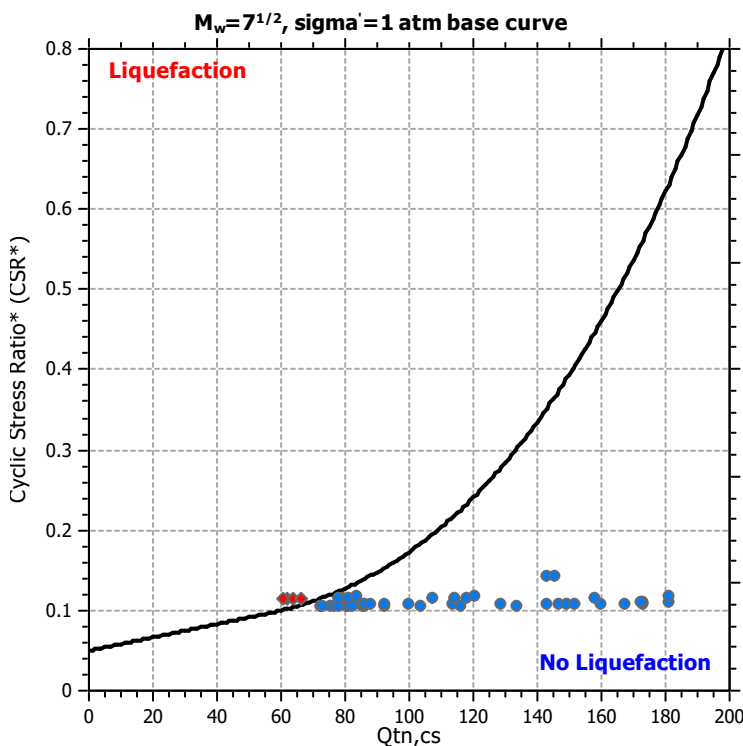
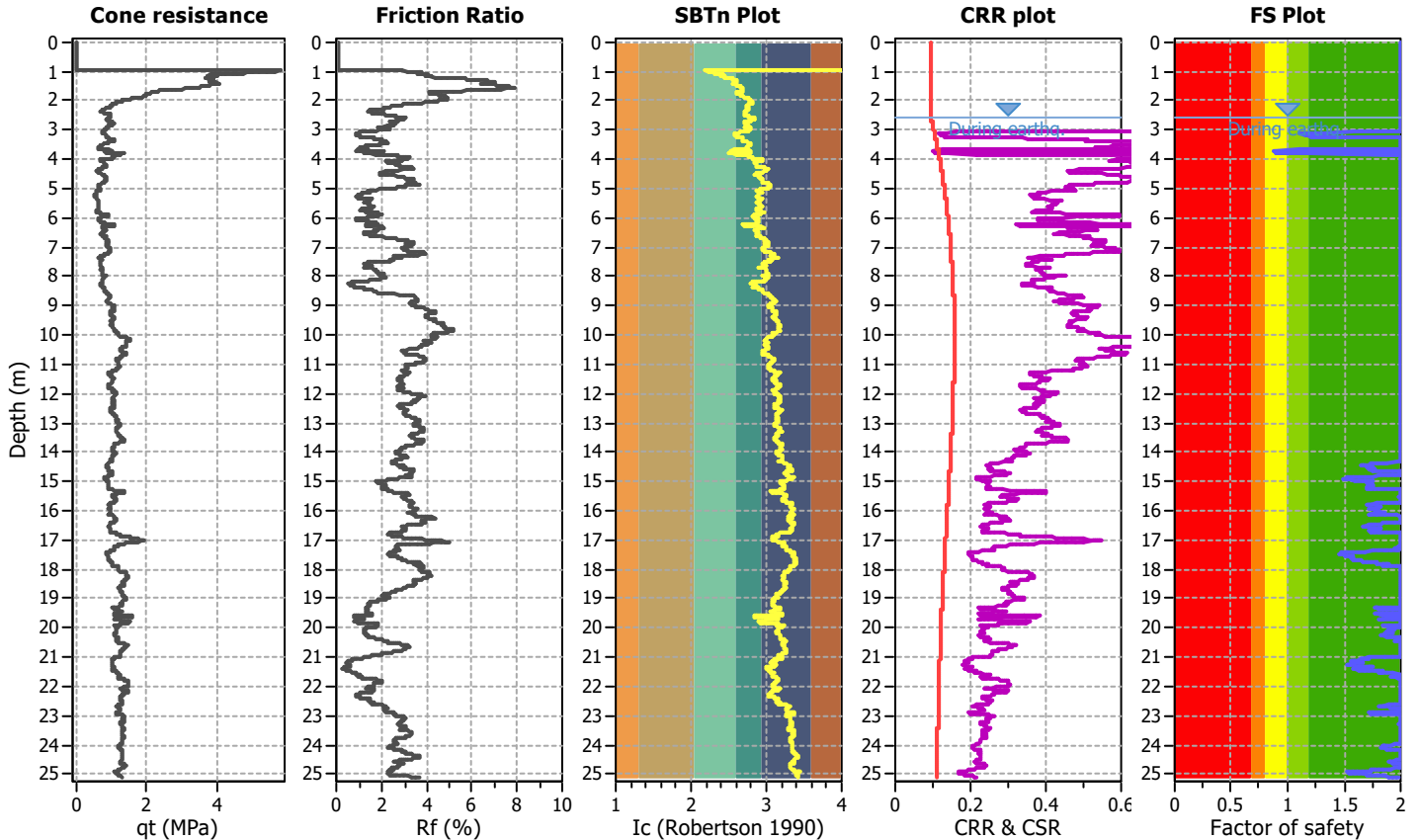
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU7

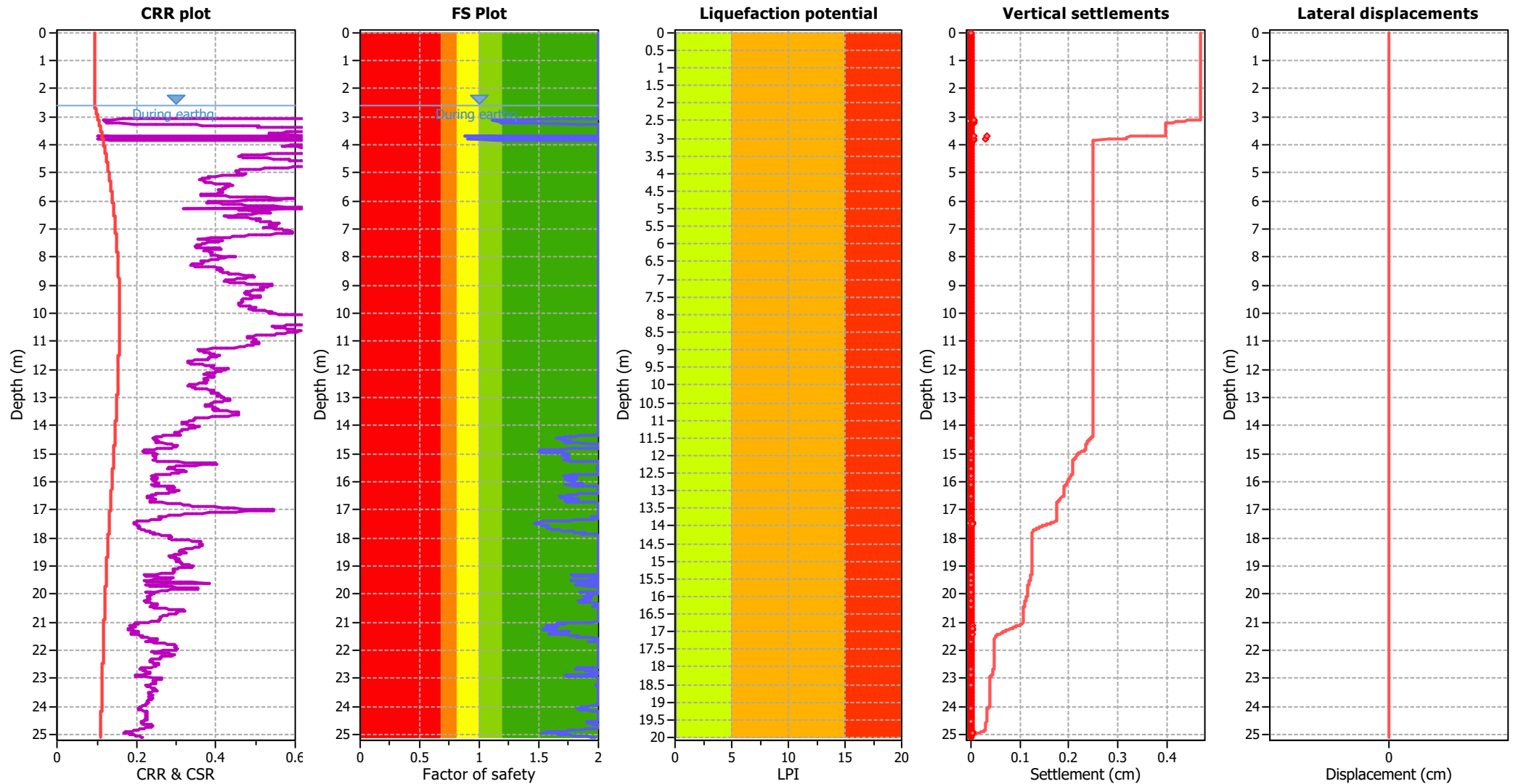
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.59 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.59 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.59 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.59 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

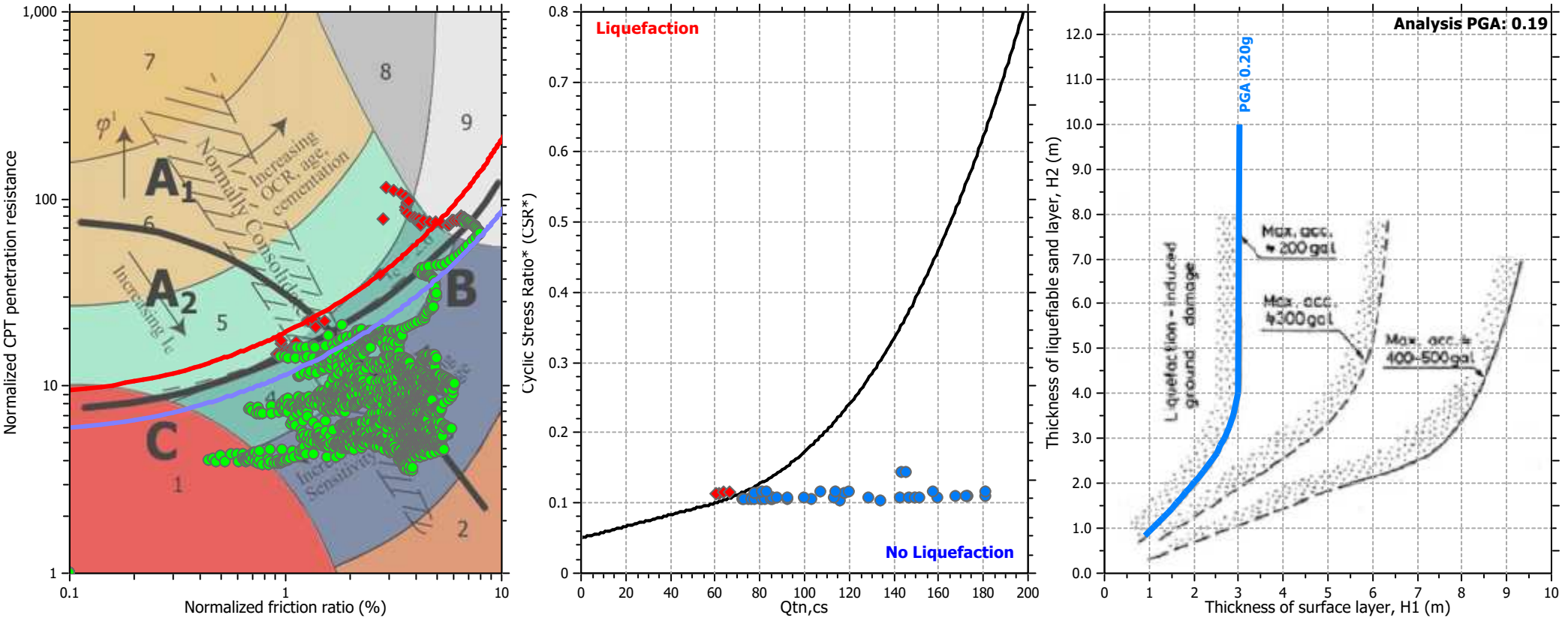
F.S. color scheme

■	Almost certain it will liquefy
■	Very likely to liquefy
■	Liquefaction and no liq. are equally likely
■	Unlike to liquefy
■	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

■	Very high risk
■	High risk
■	Low risk

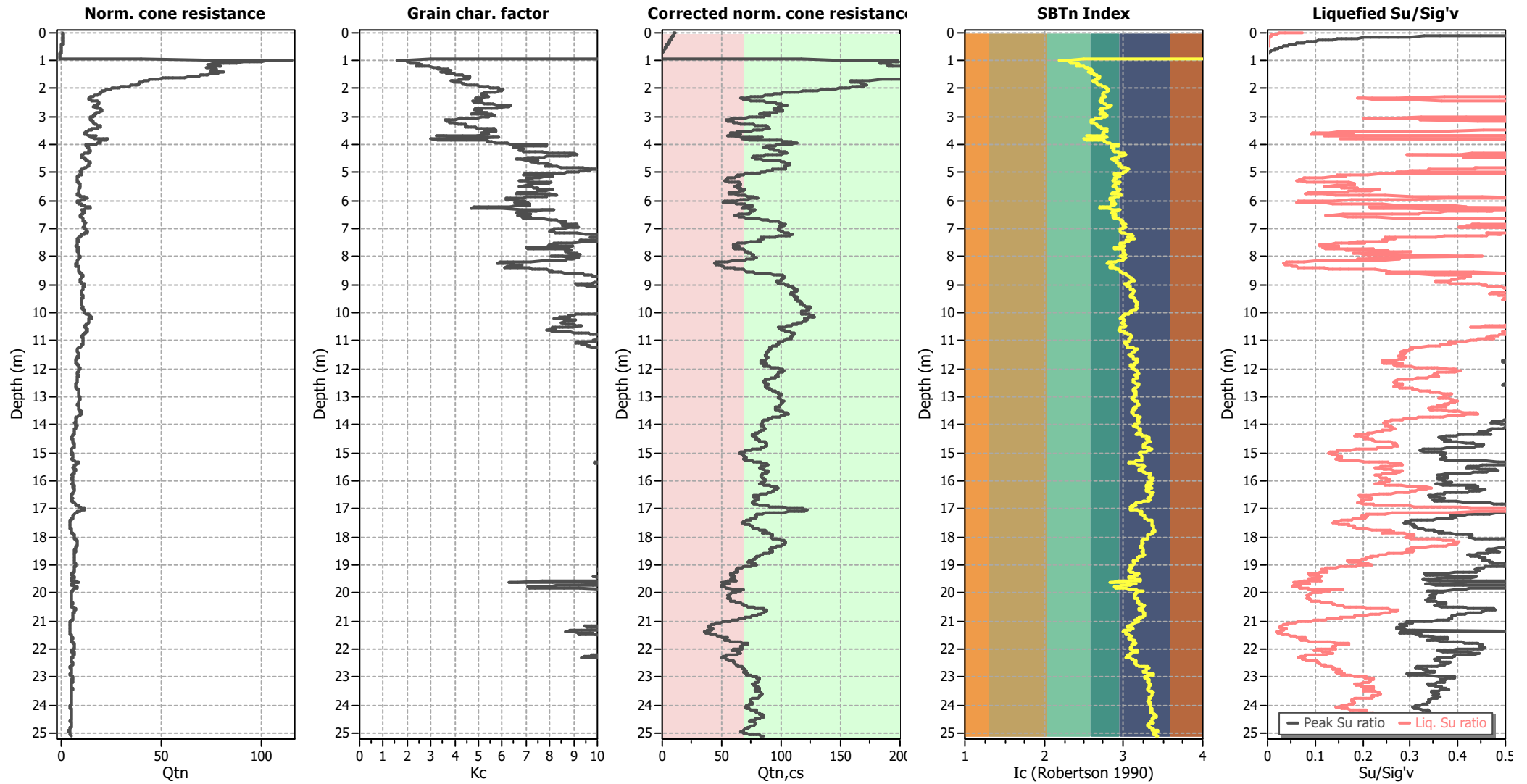
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.59 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.59 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.59 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.59 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

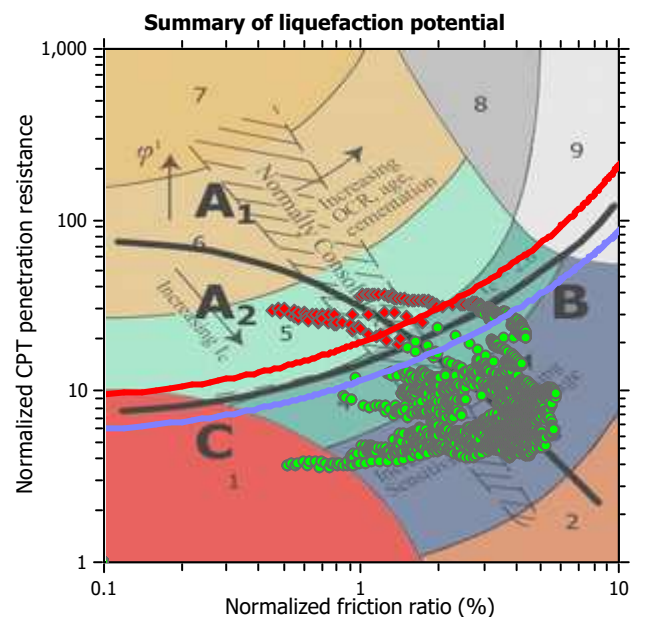
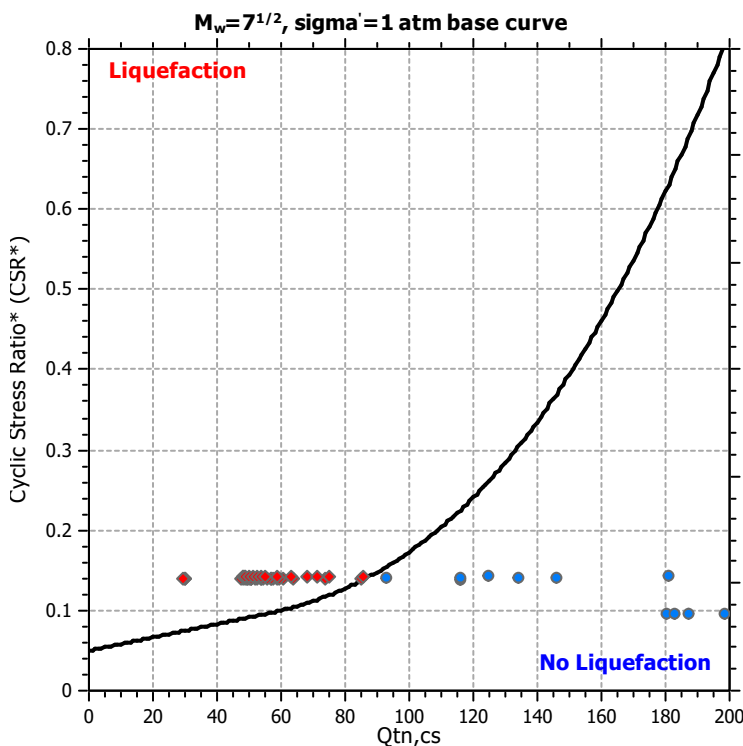
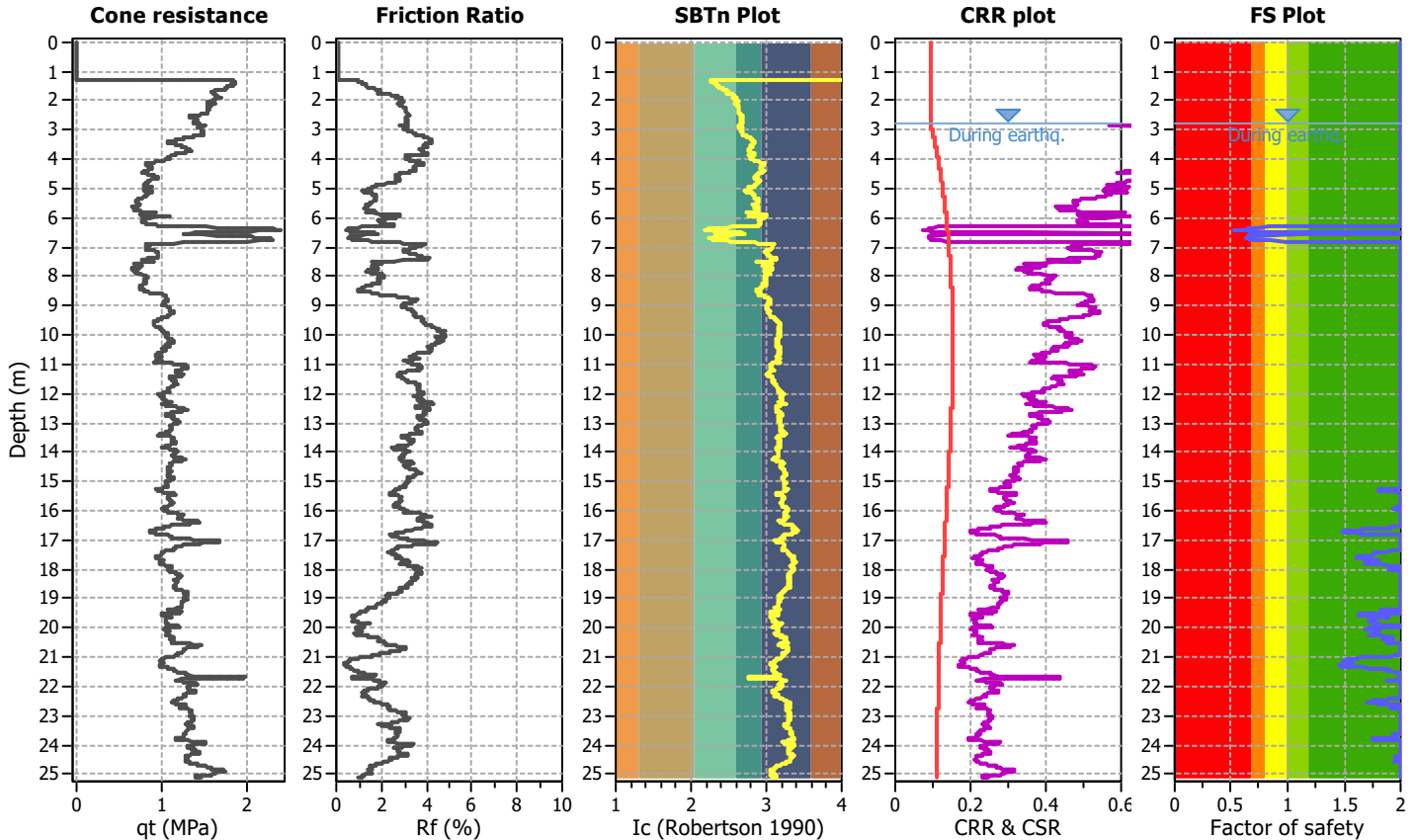
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU8

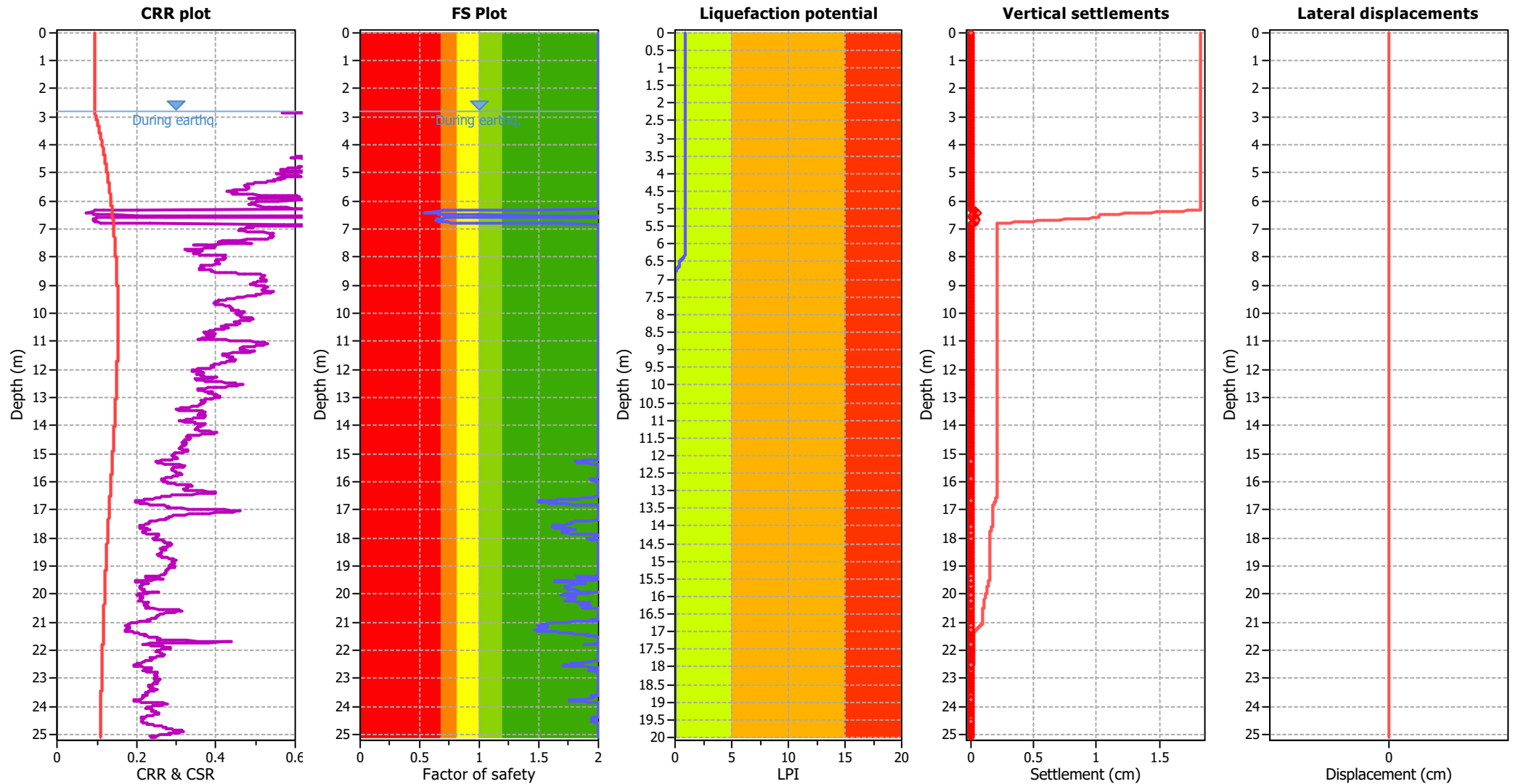
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.80 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.80 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.80 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.80 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

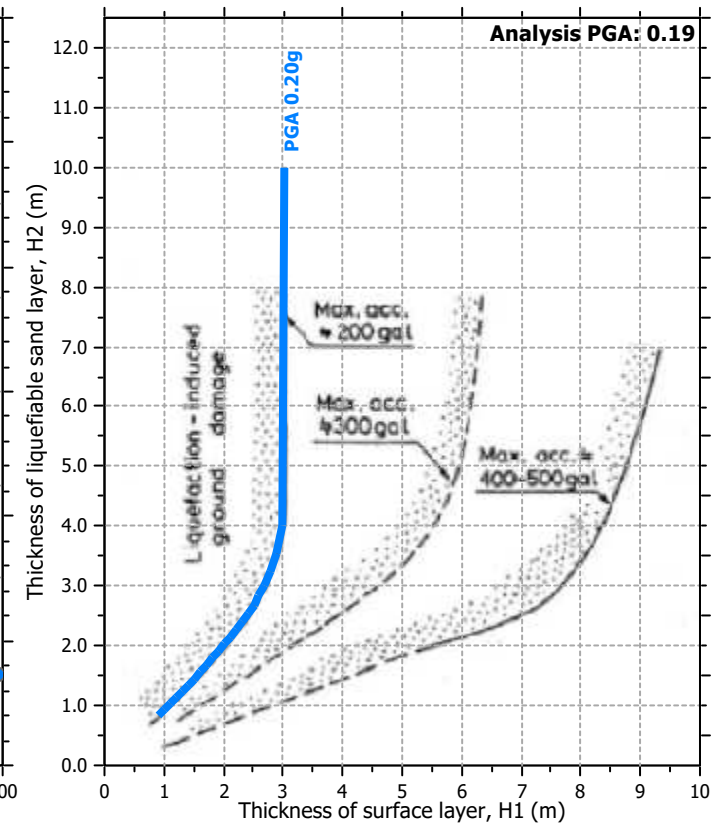
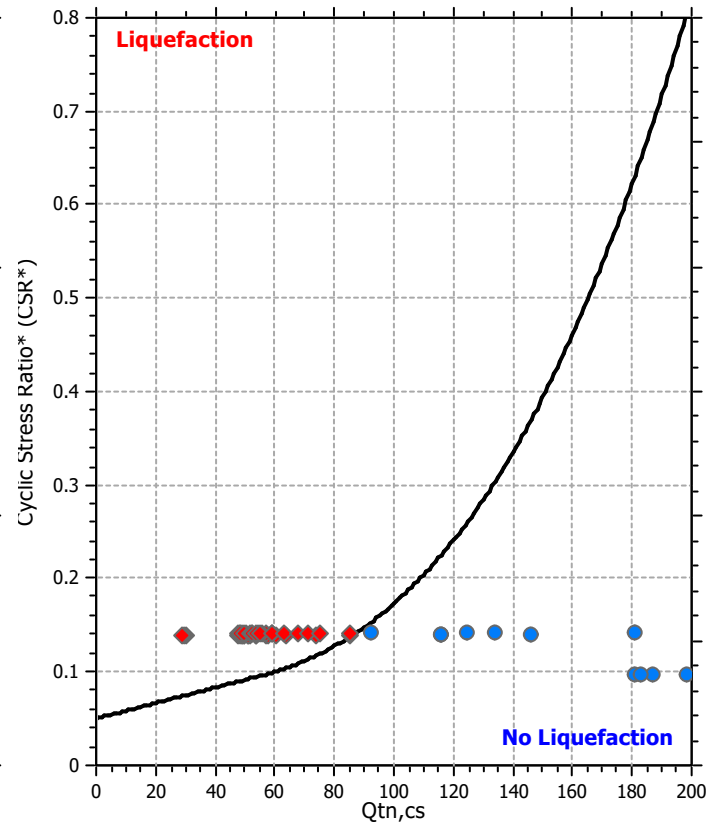
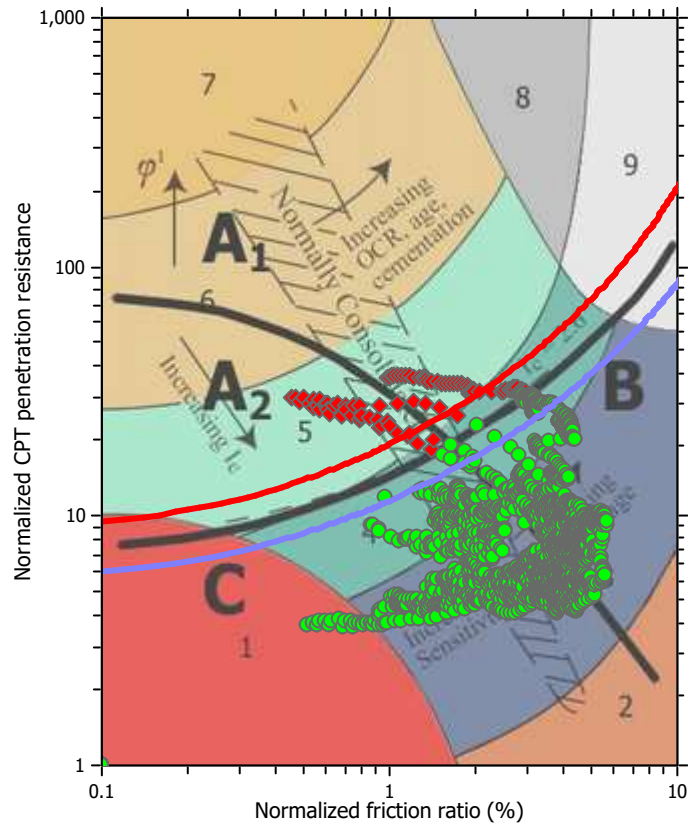
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

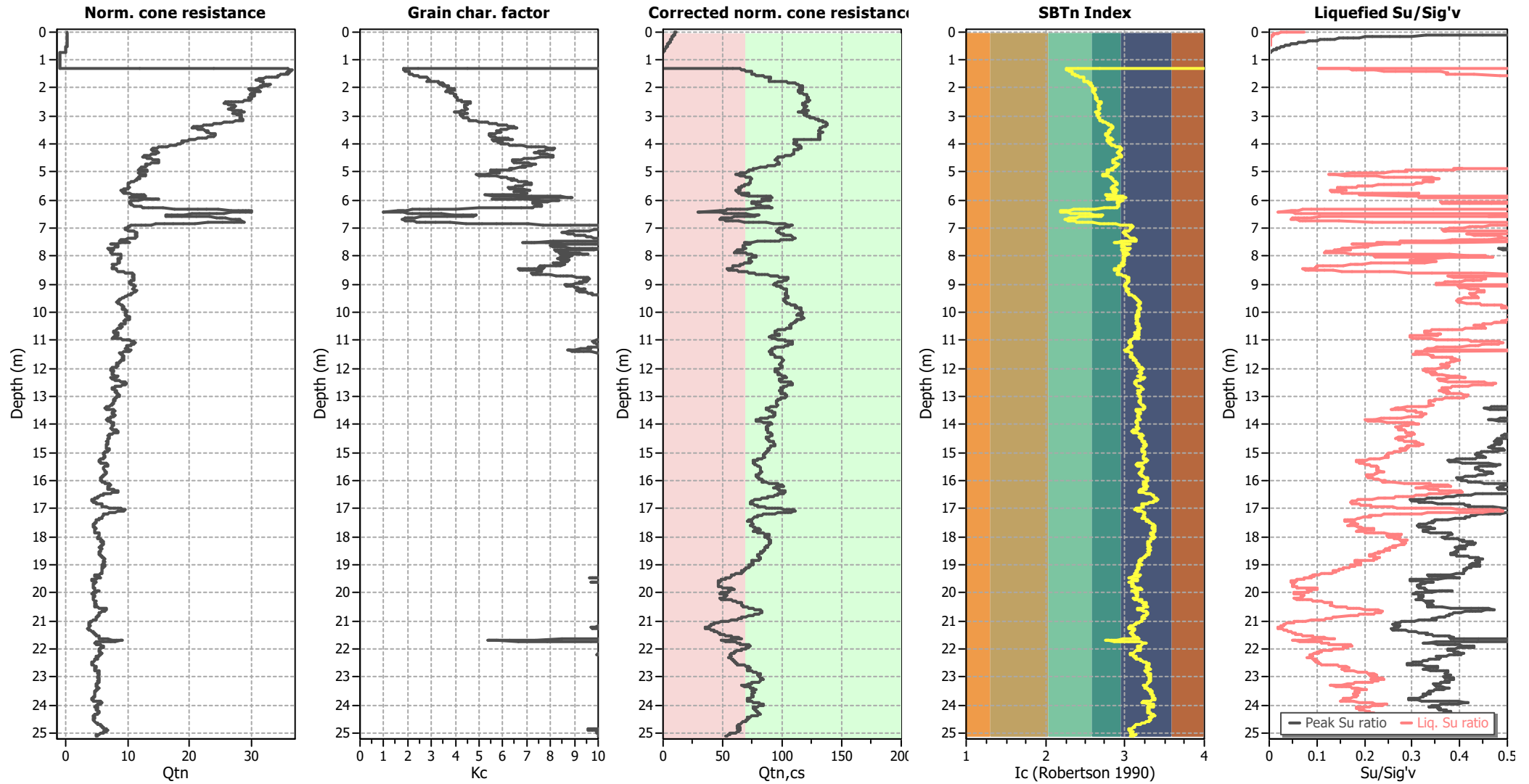
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.80 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I _c value	I _c cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.80 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.80 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.80 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

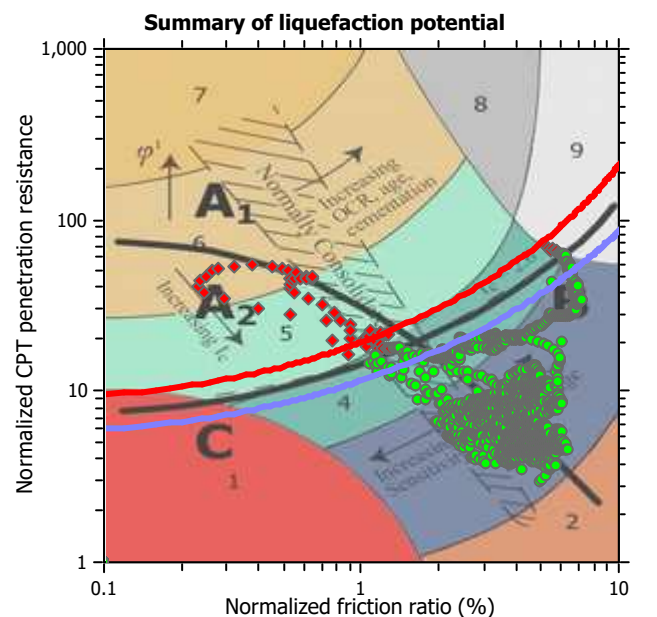
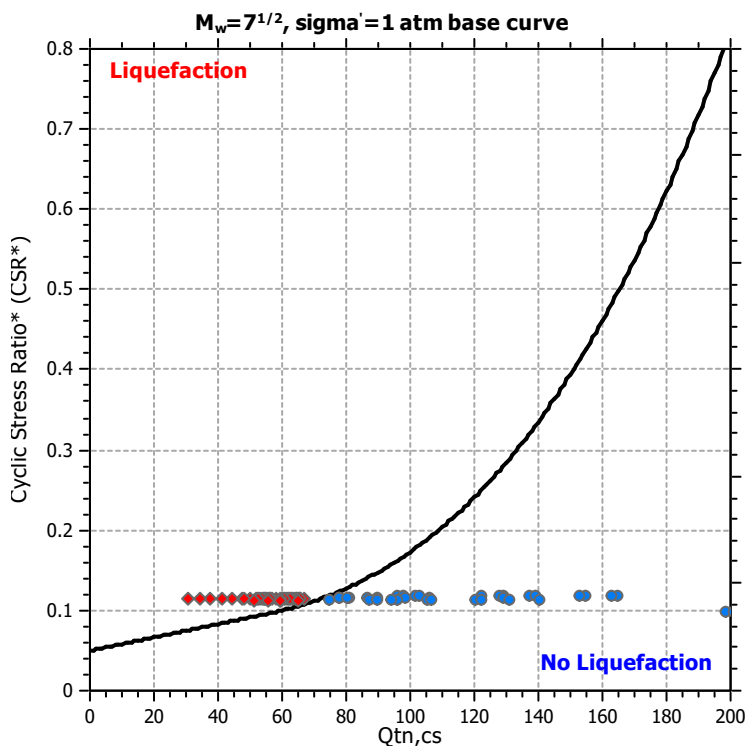
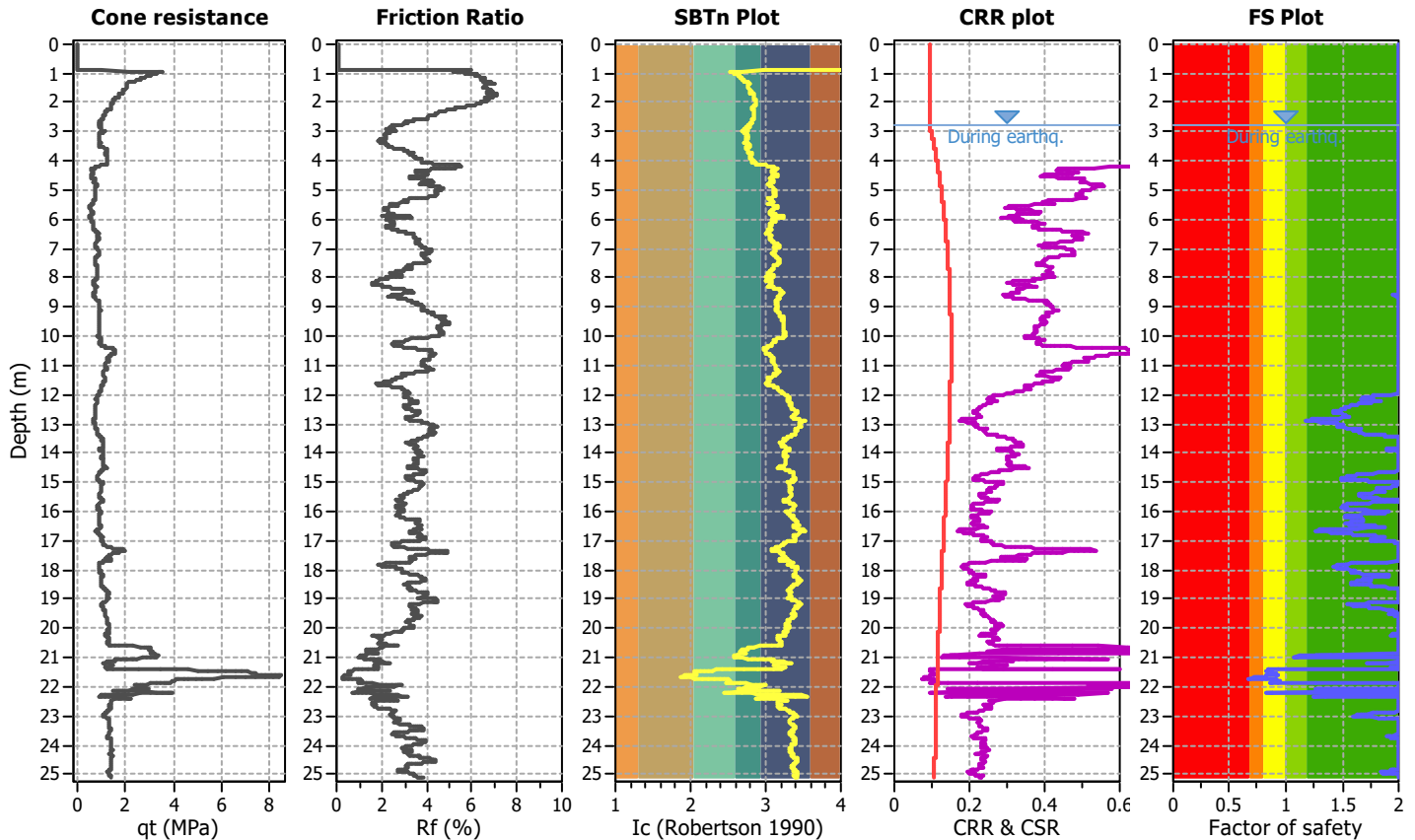
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU9

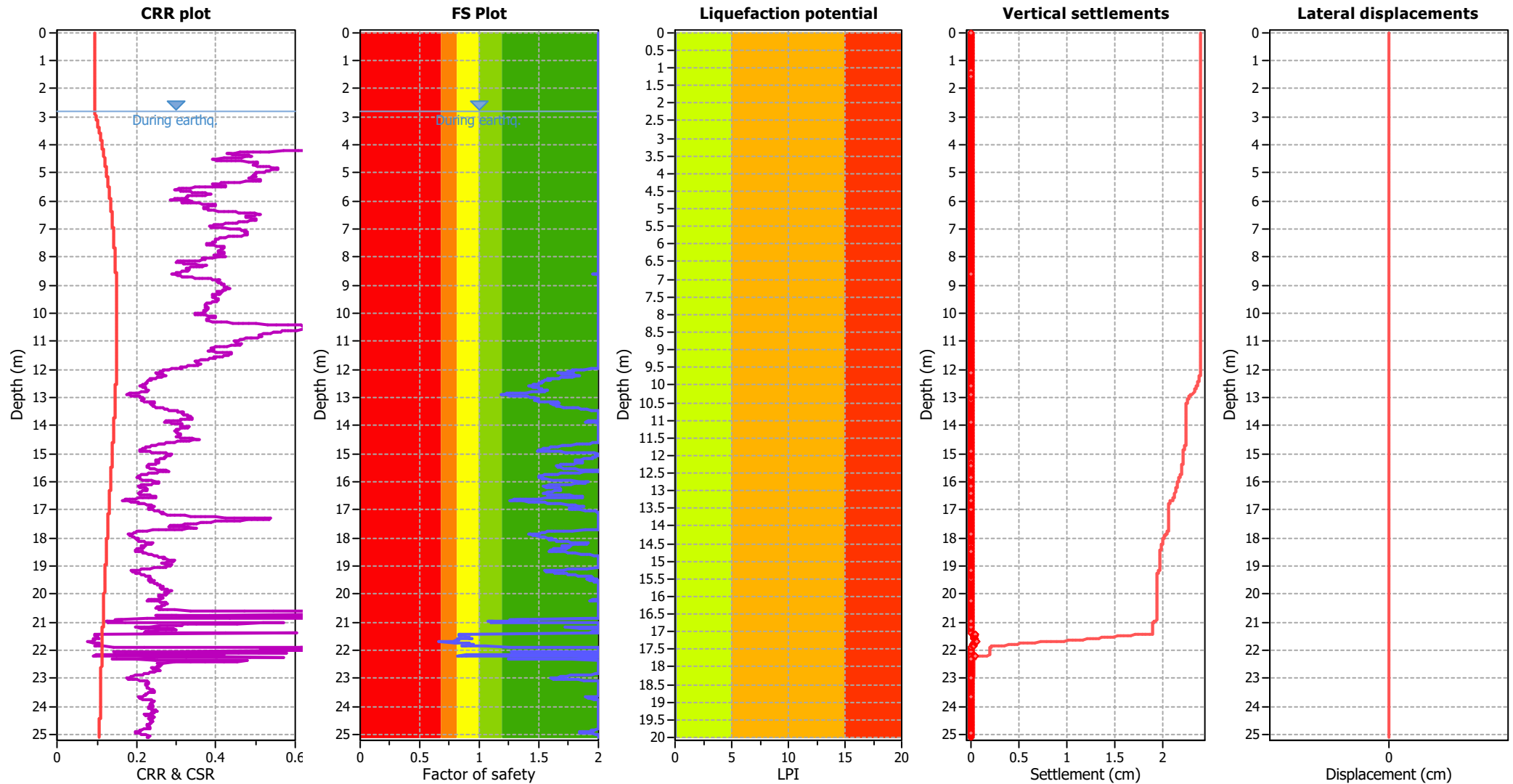
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.79 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.79 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.79 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.79 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

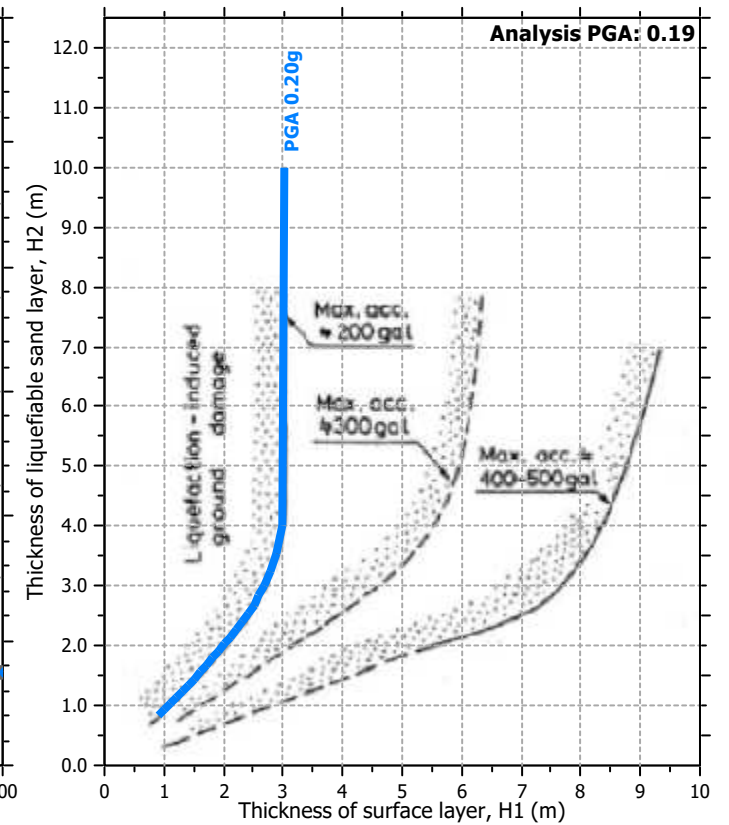
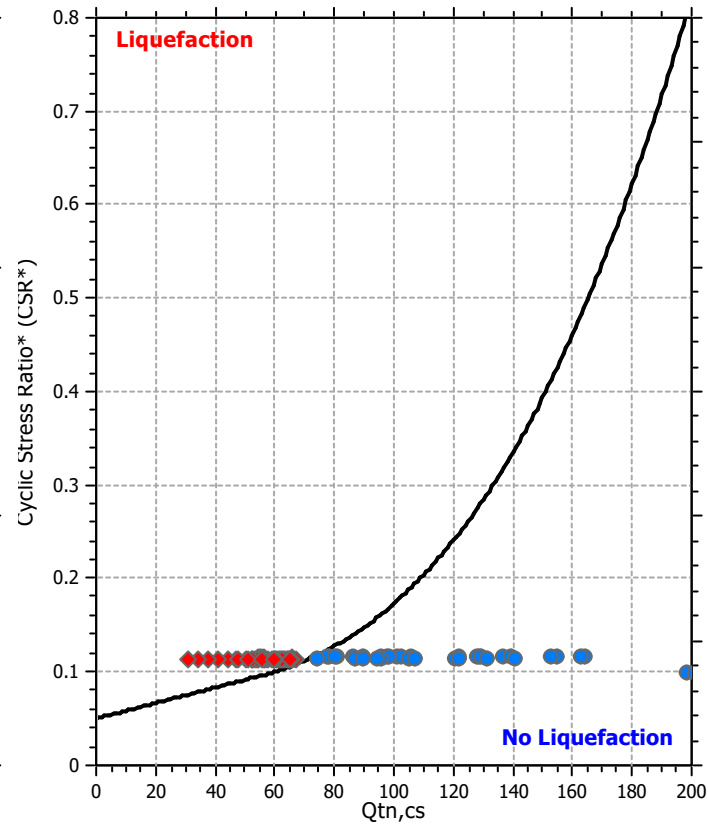
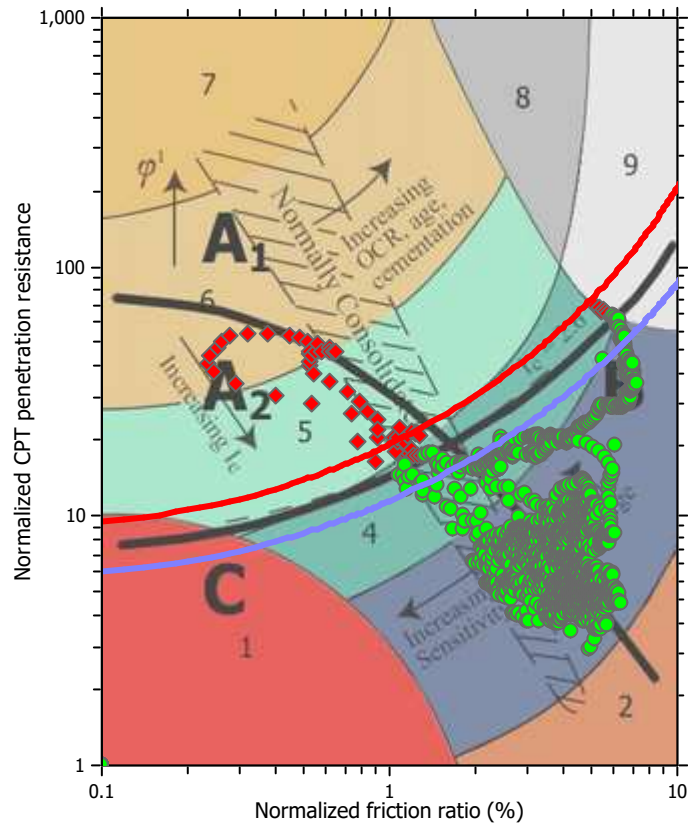
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

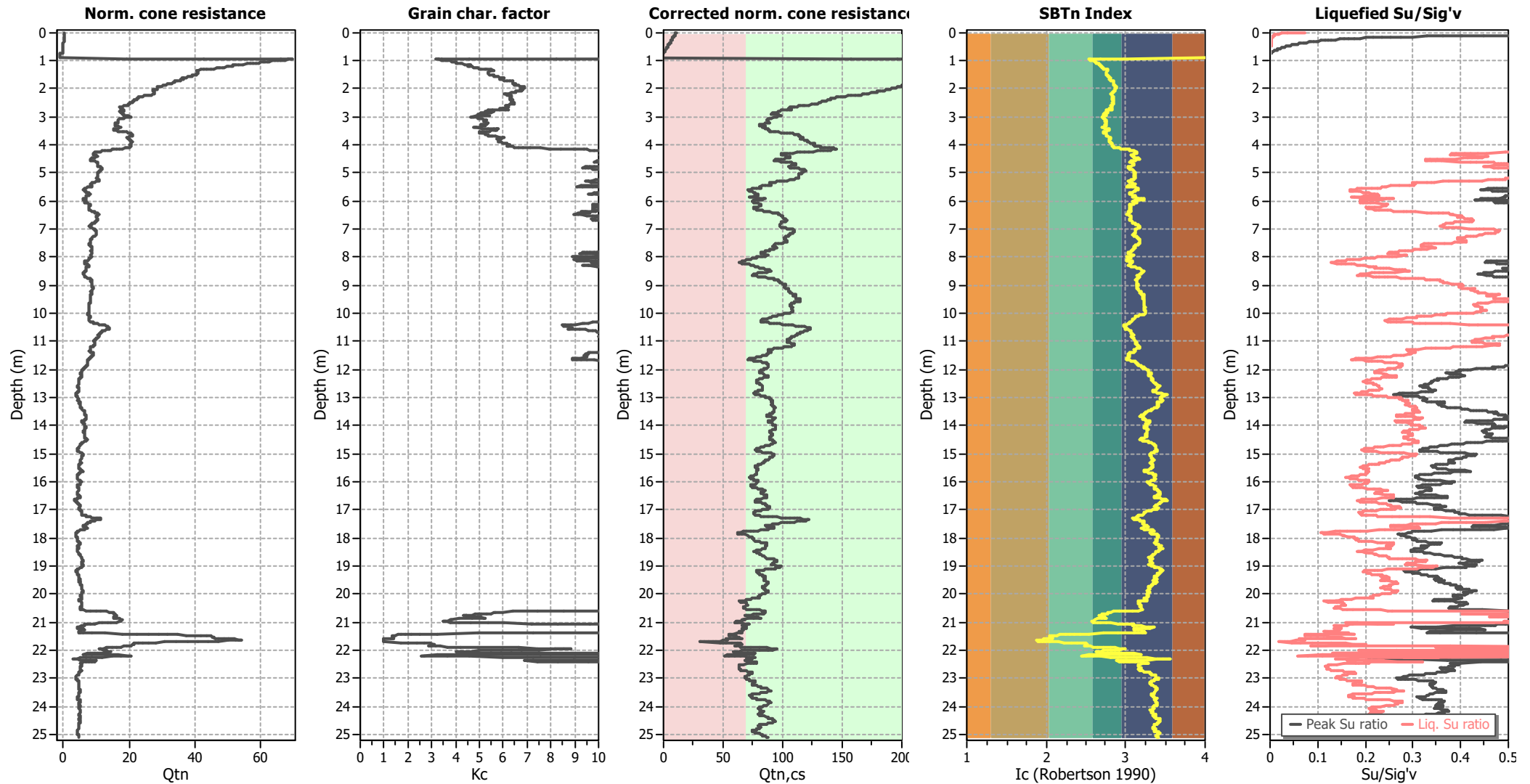
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.79 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.79 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.79 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.79 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

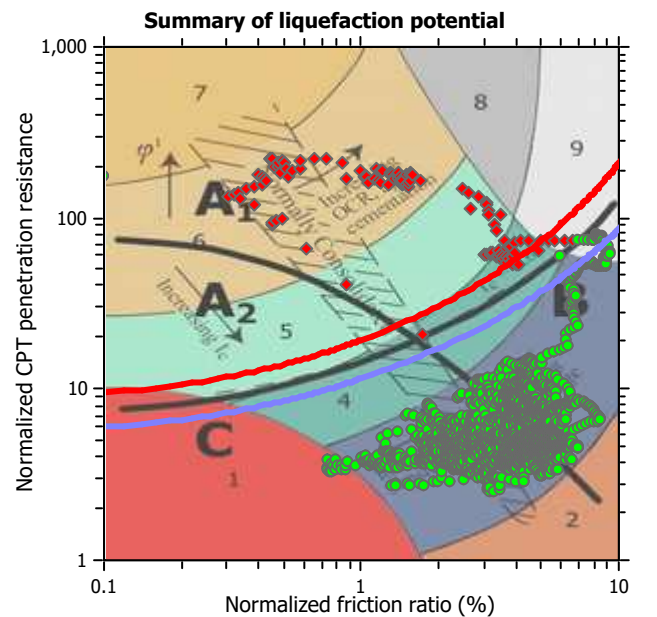
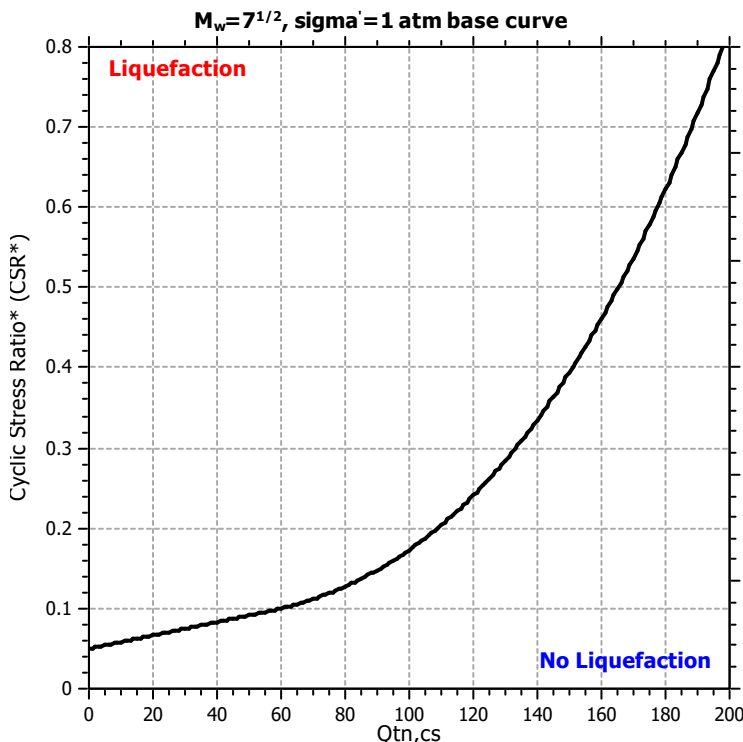
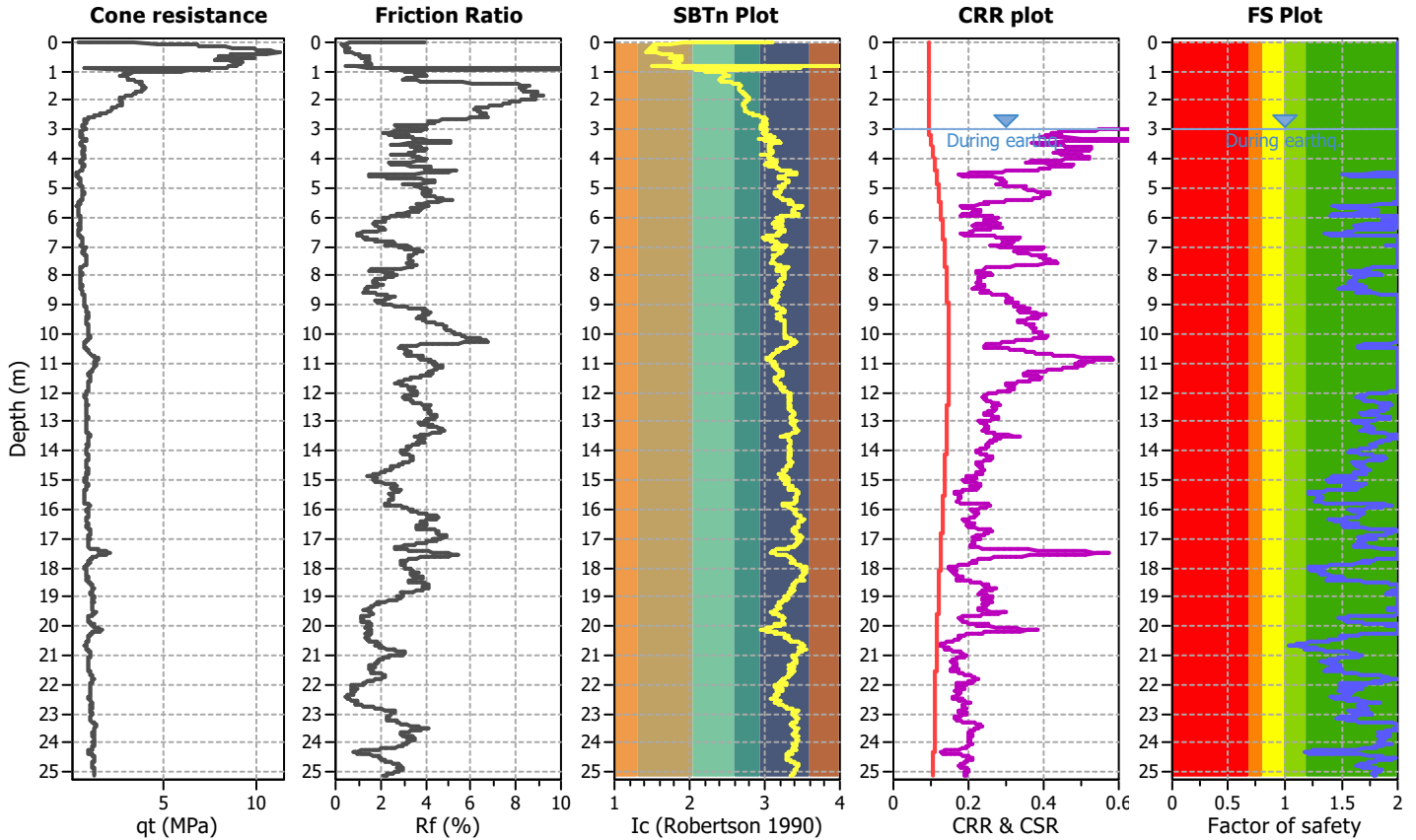
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU10

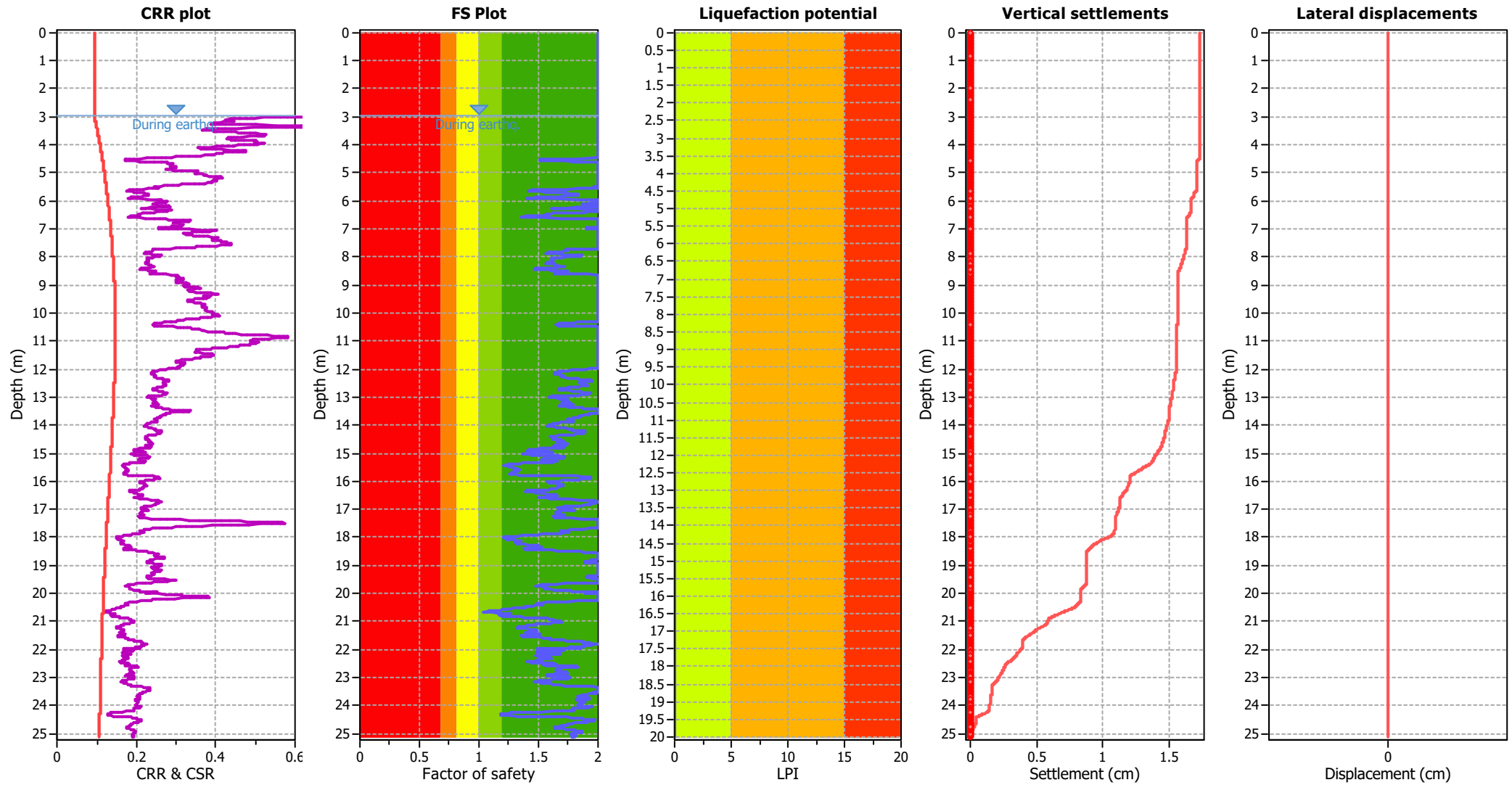
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.98 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.98 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
 Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
 Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
 Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.98 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.98 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

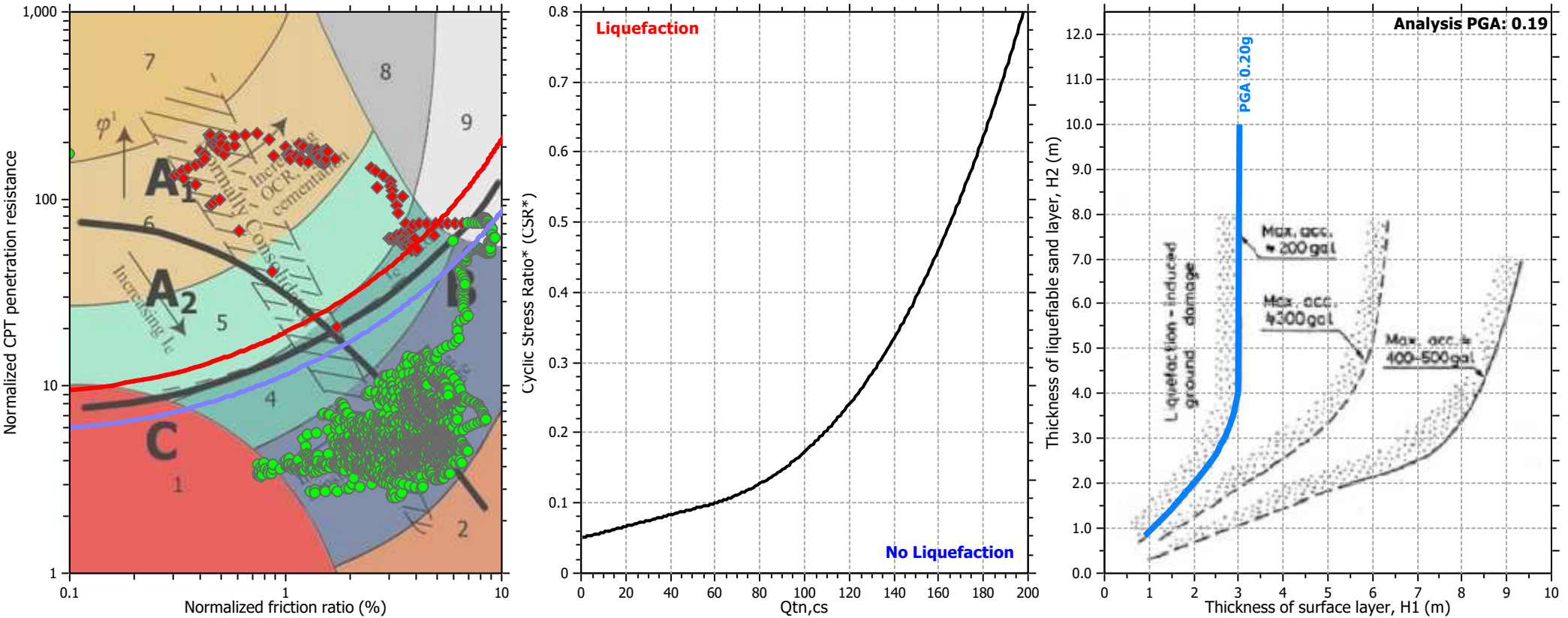
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

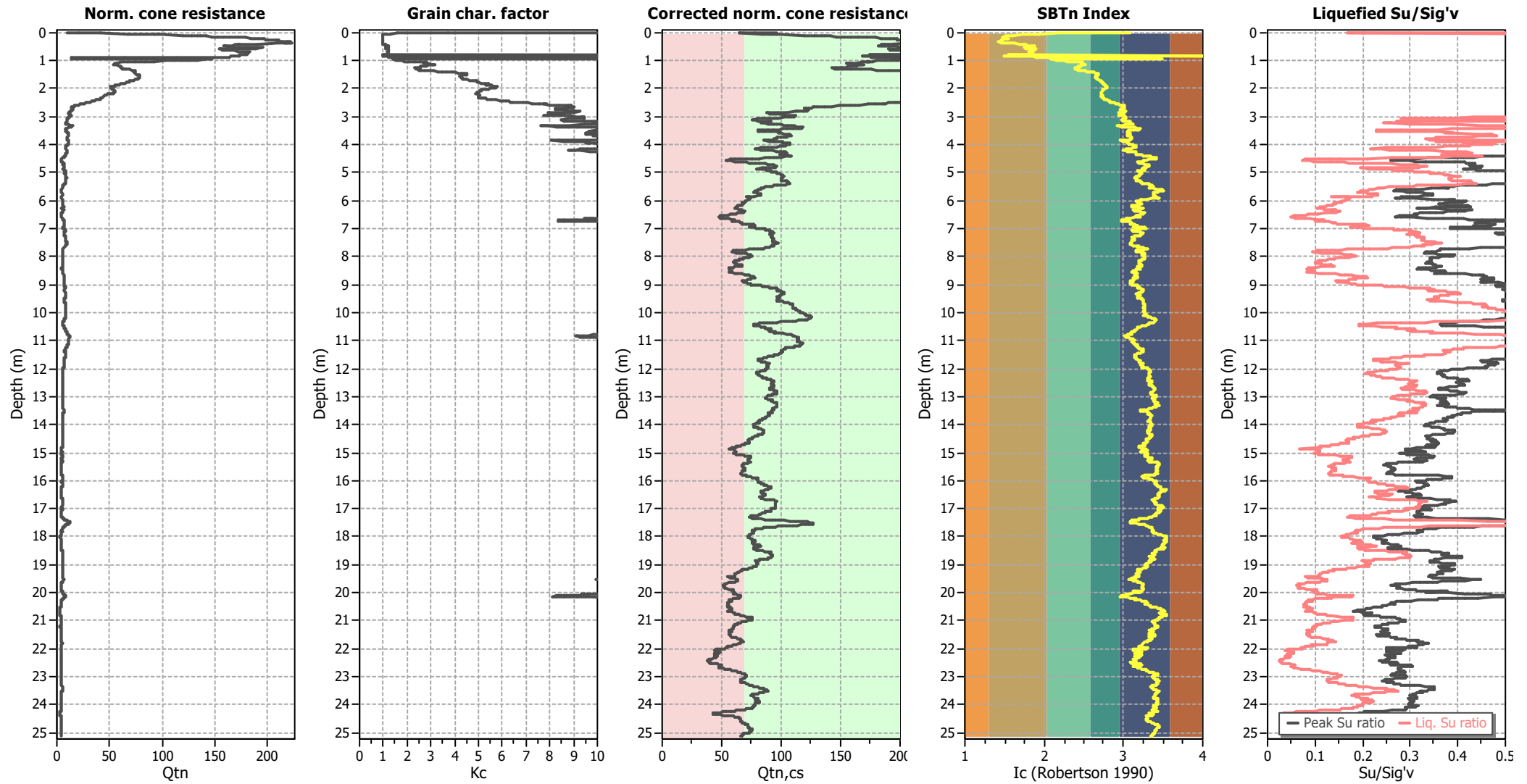
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.98 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.98 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.98 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.98 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

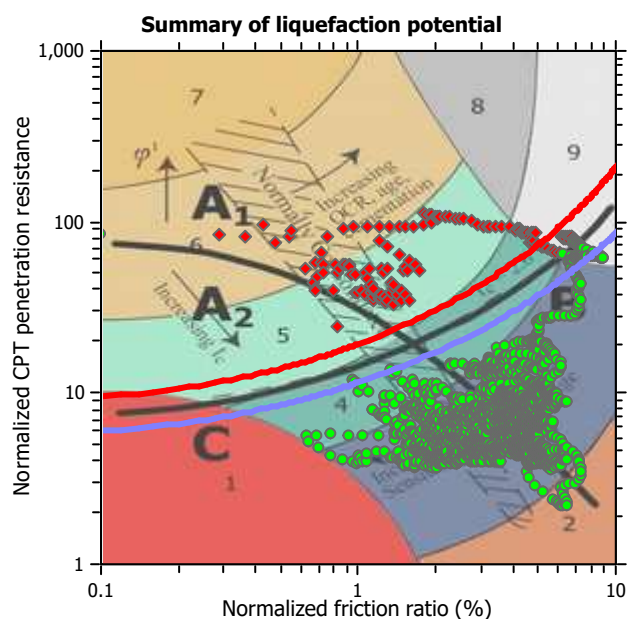
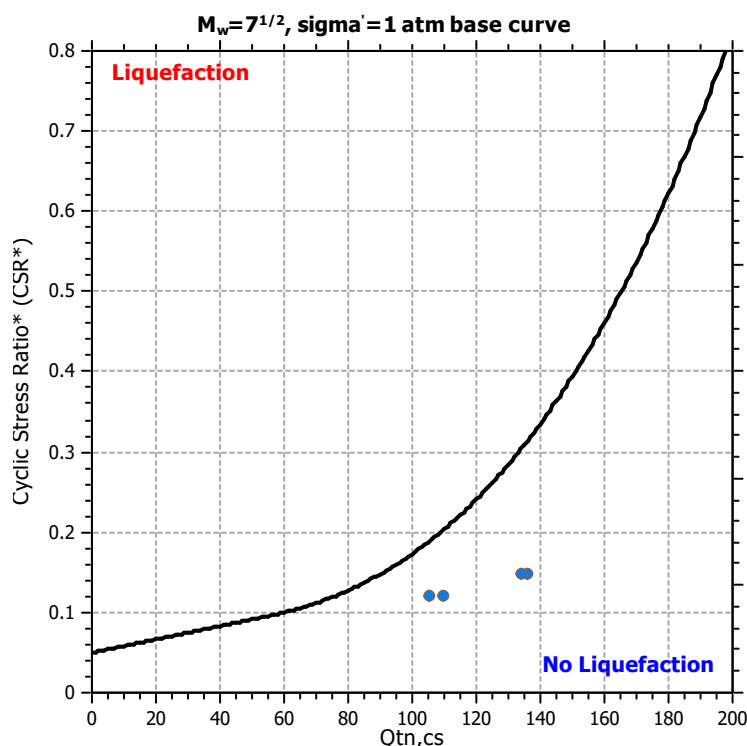
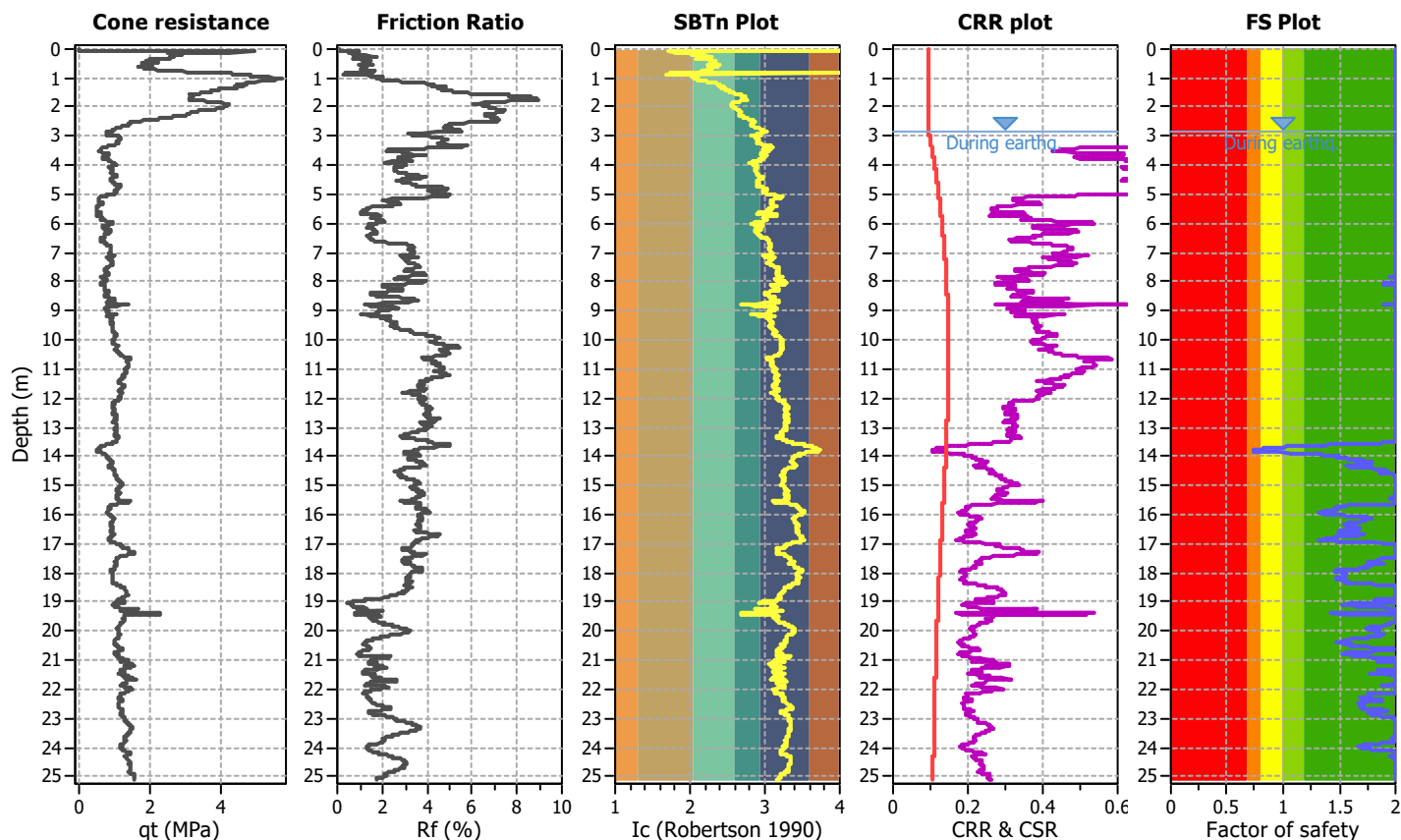
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU11

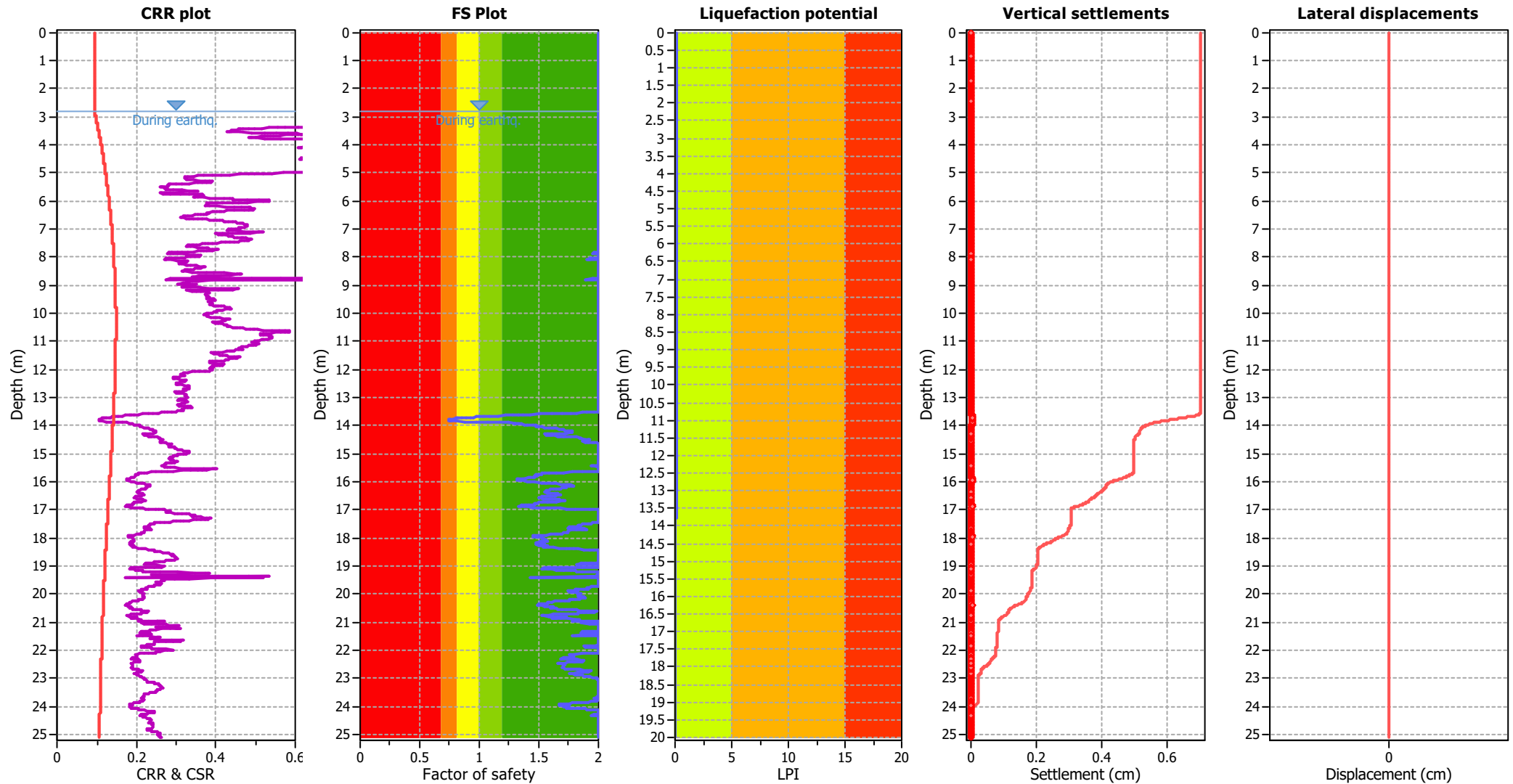
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.82 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.82 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.82 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.82 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

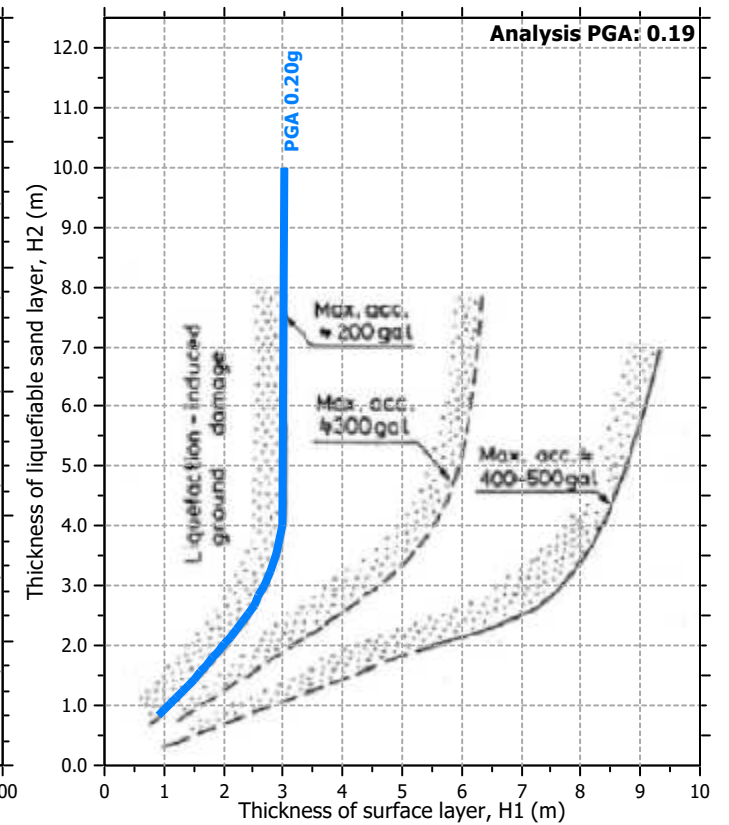
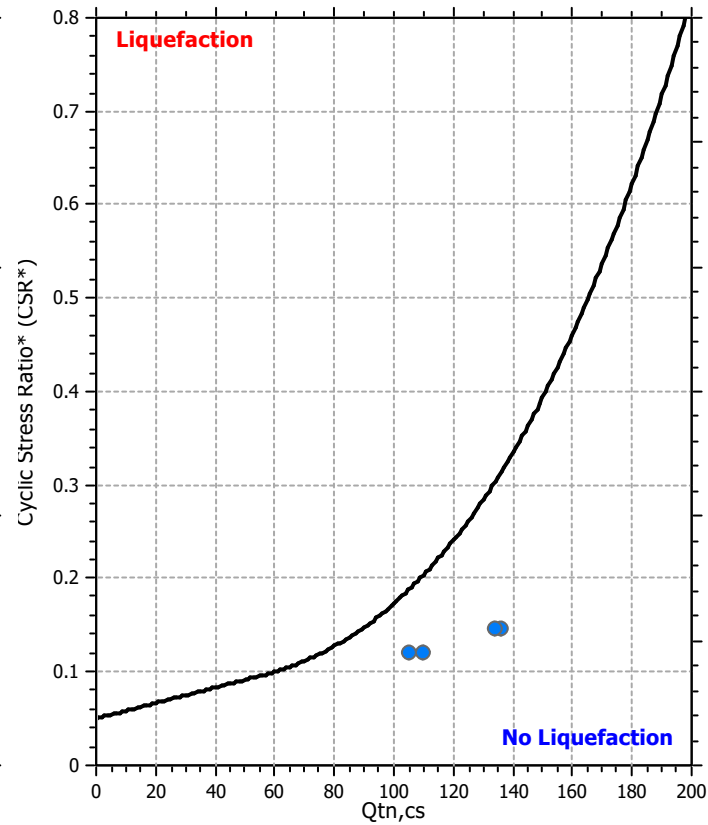
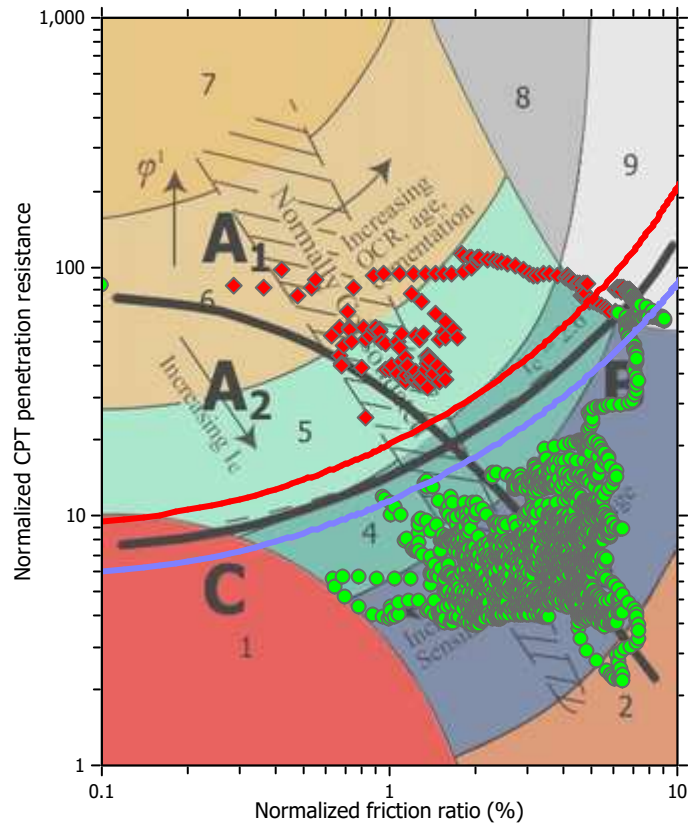
F.S. color scheme

■	Almost certain it will liquefy
■	Very likely to liquefy
■	Liquefaction and no liq. are equally likely
■	Unlike to liquefy
■	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

■	Very high risk
■	High risk
■	Low risk

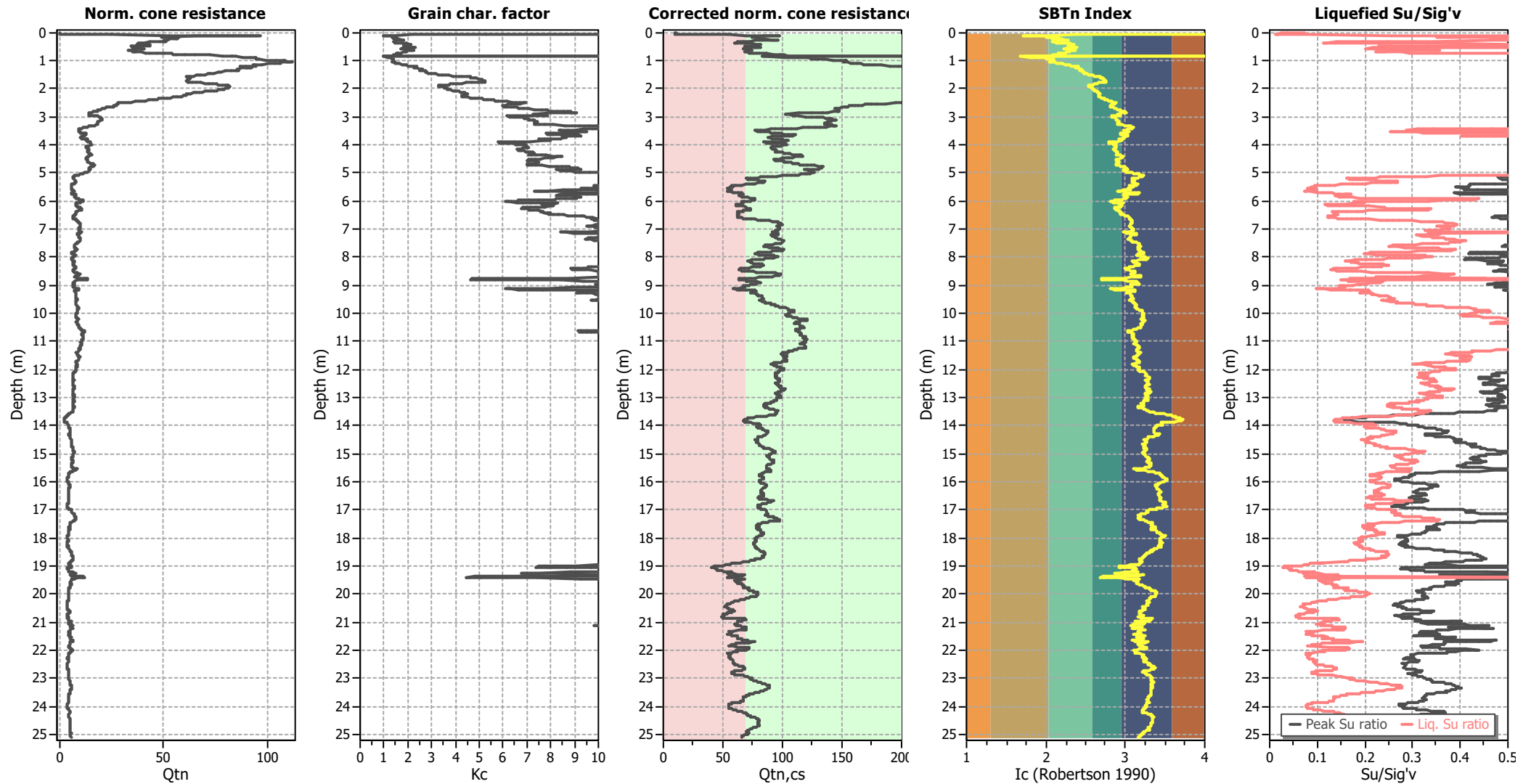
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.82 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.82 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.82 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.82 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

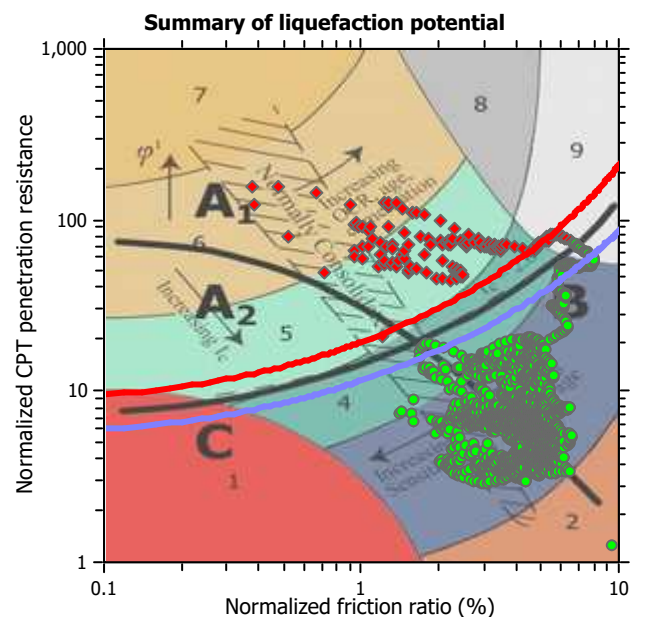
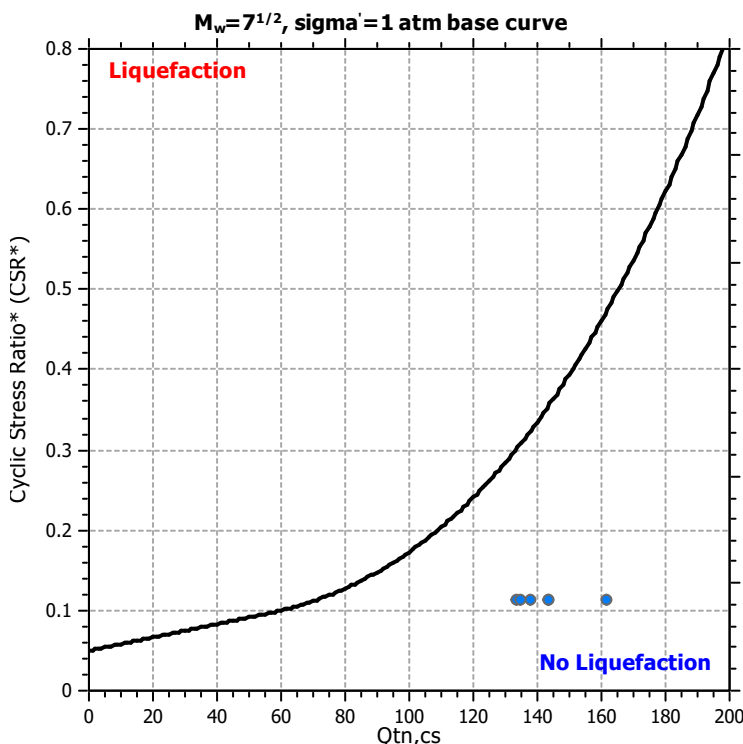
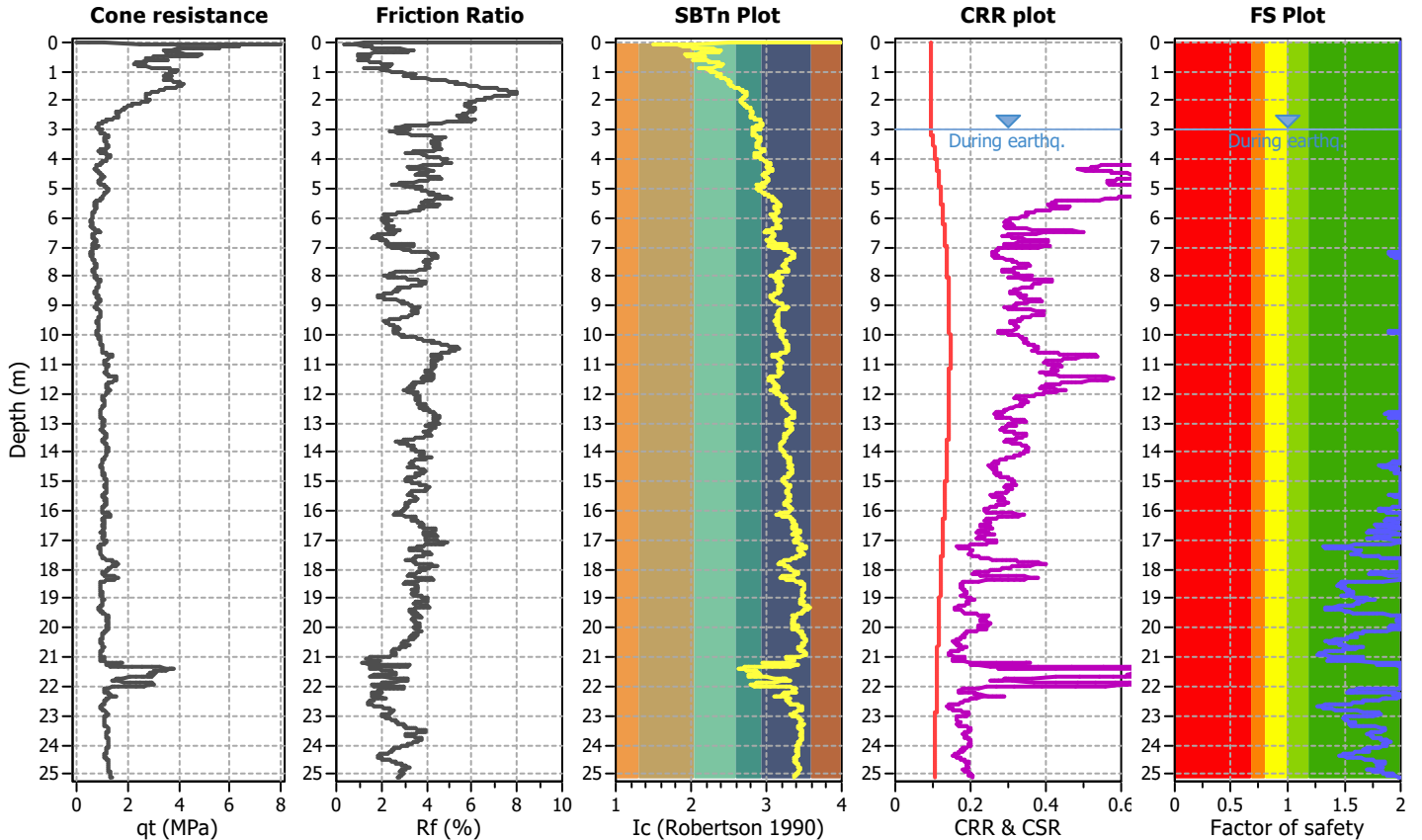
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU12

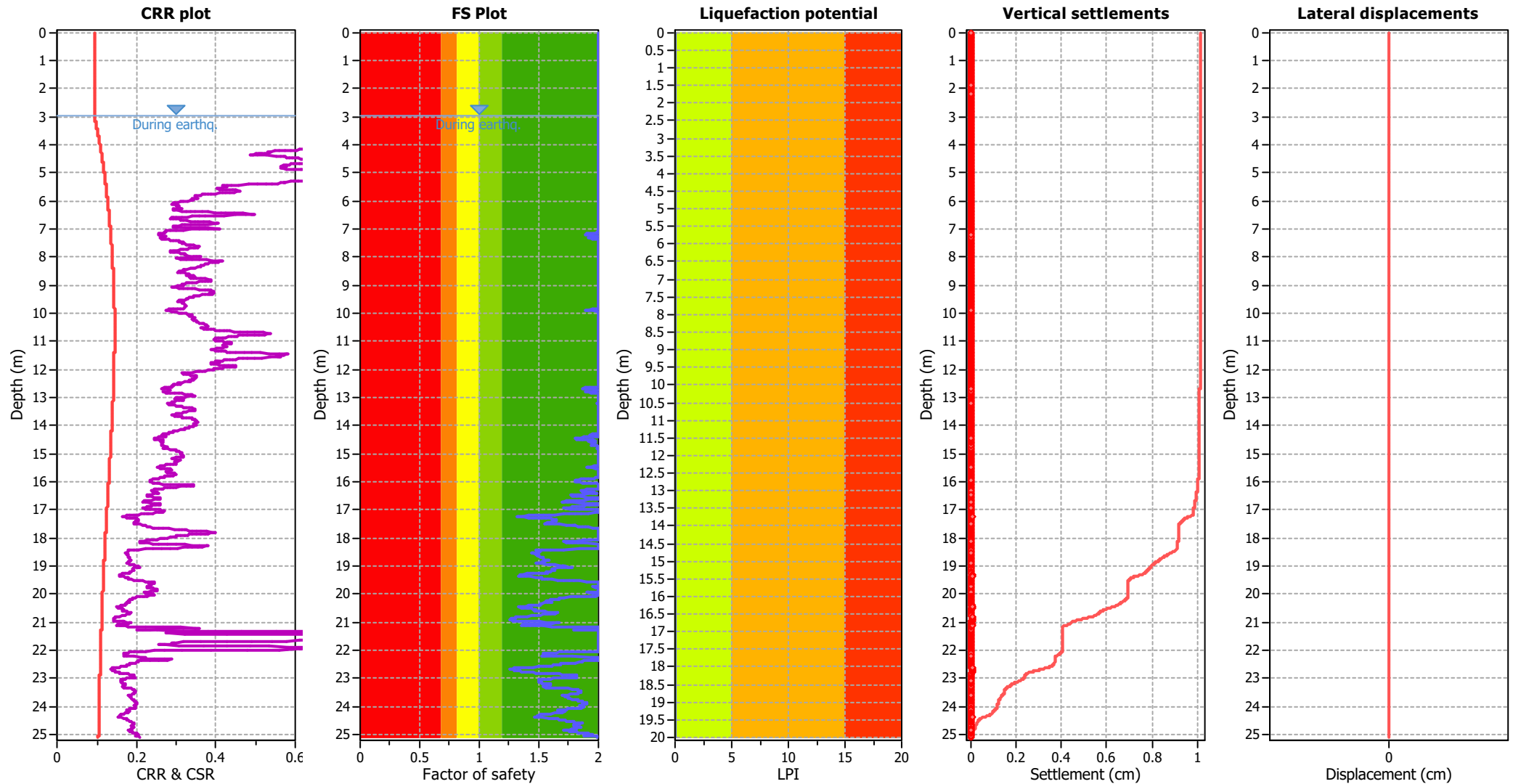
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	2.98 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	2.98 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.98 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.98 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

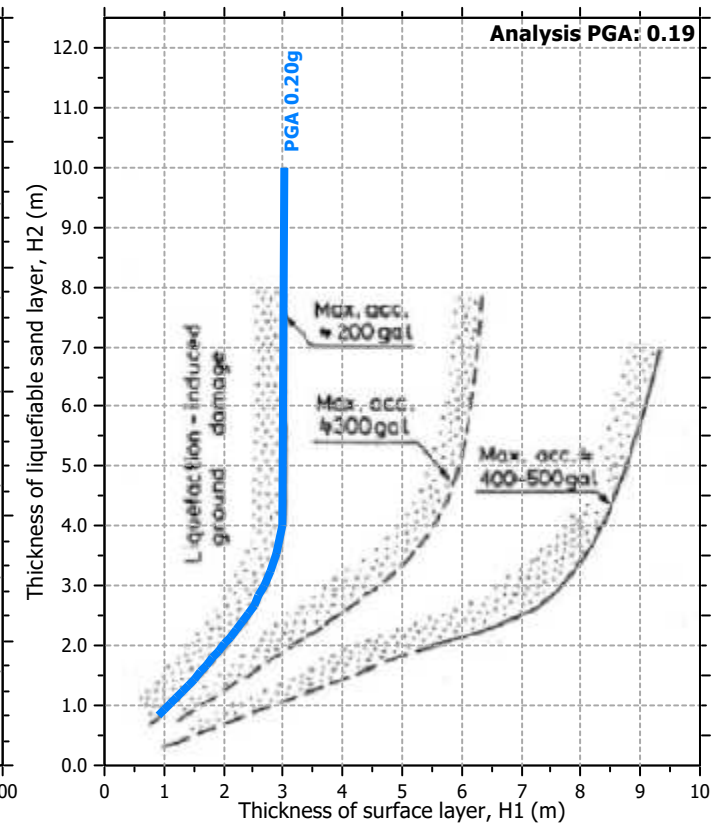
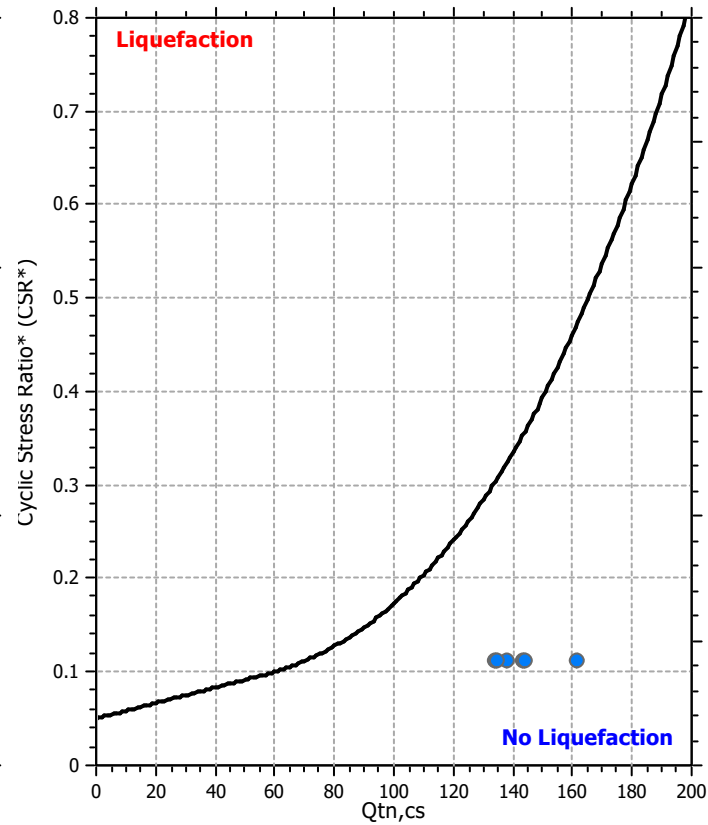
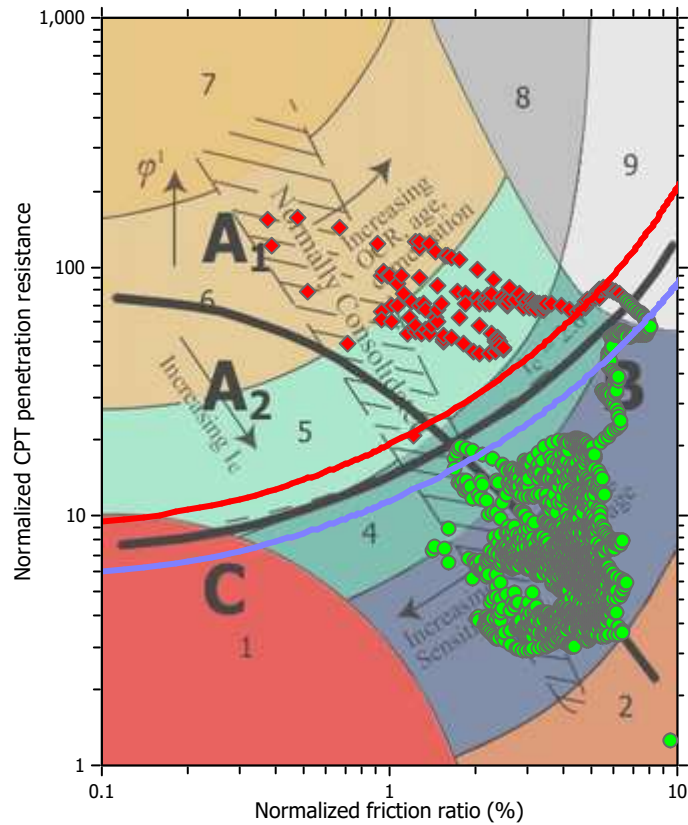
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

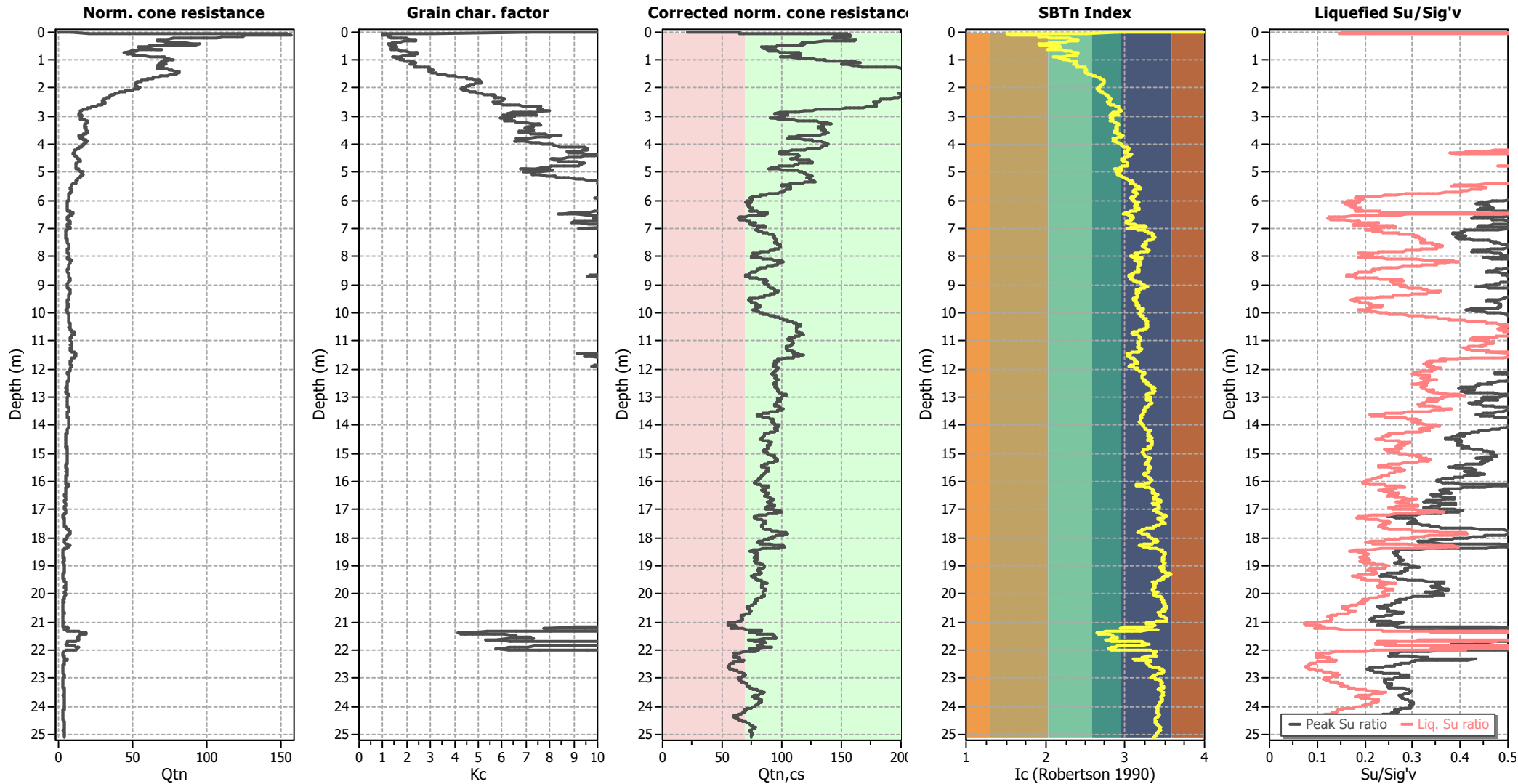
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	2.98 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.98 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	2.98 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	2.98 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

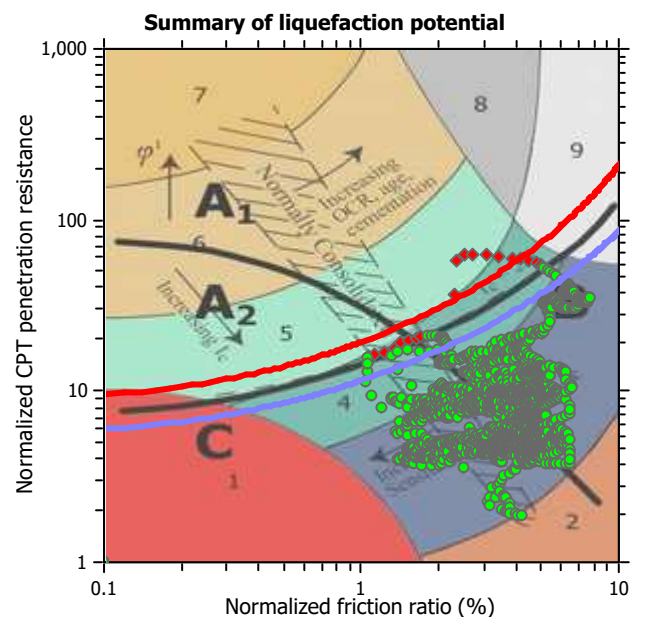
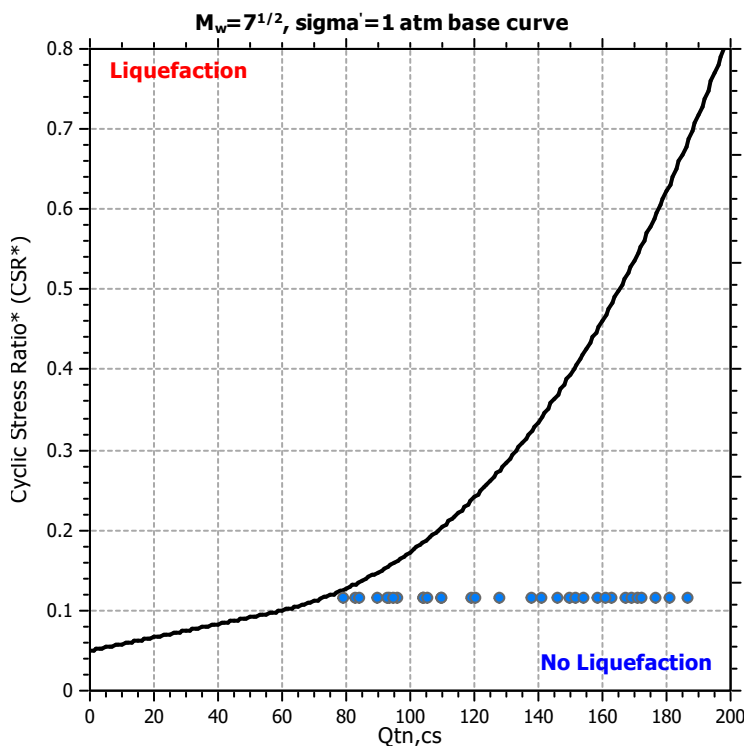
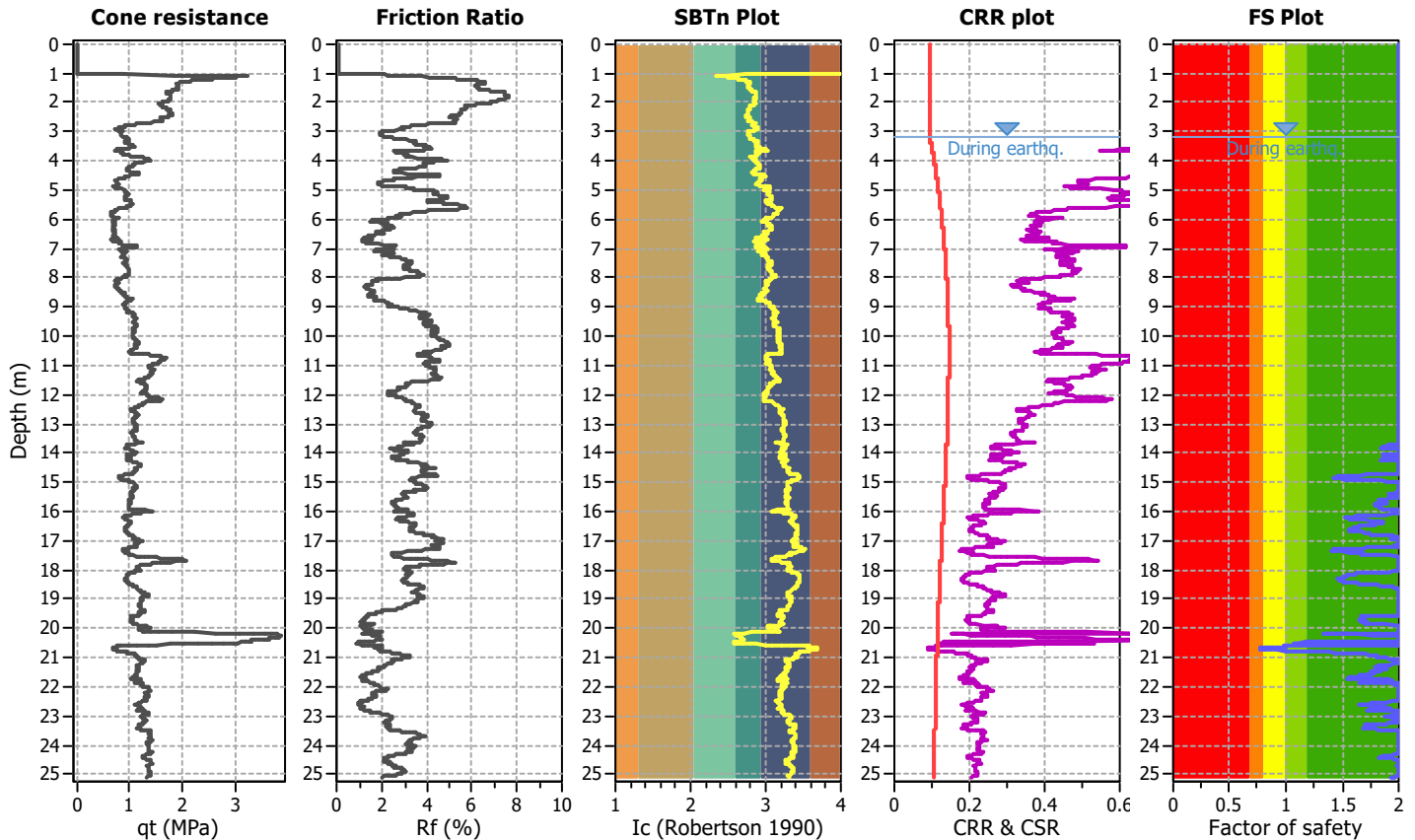
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU13

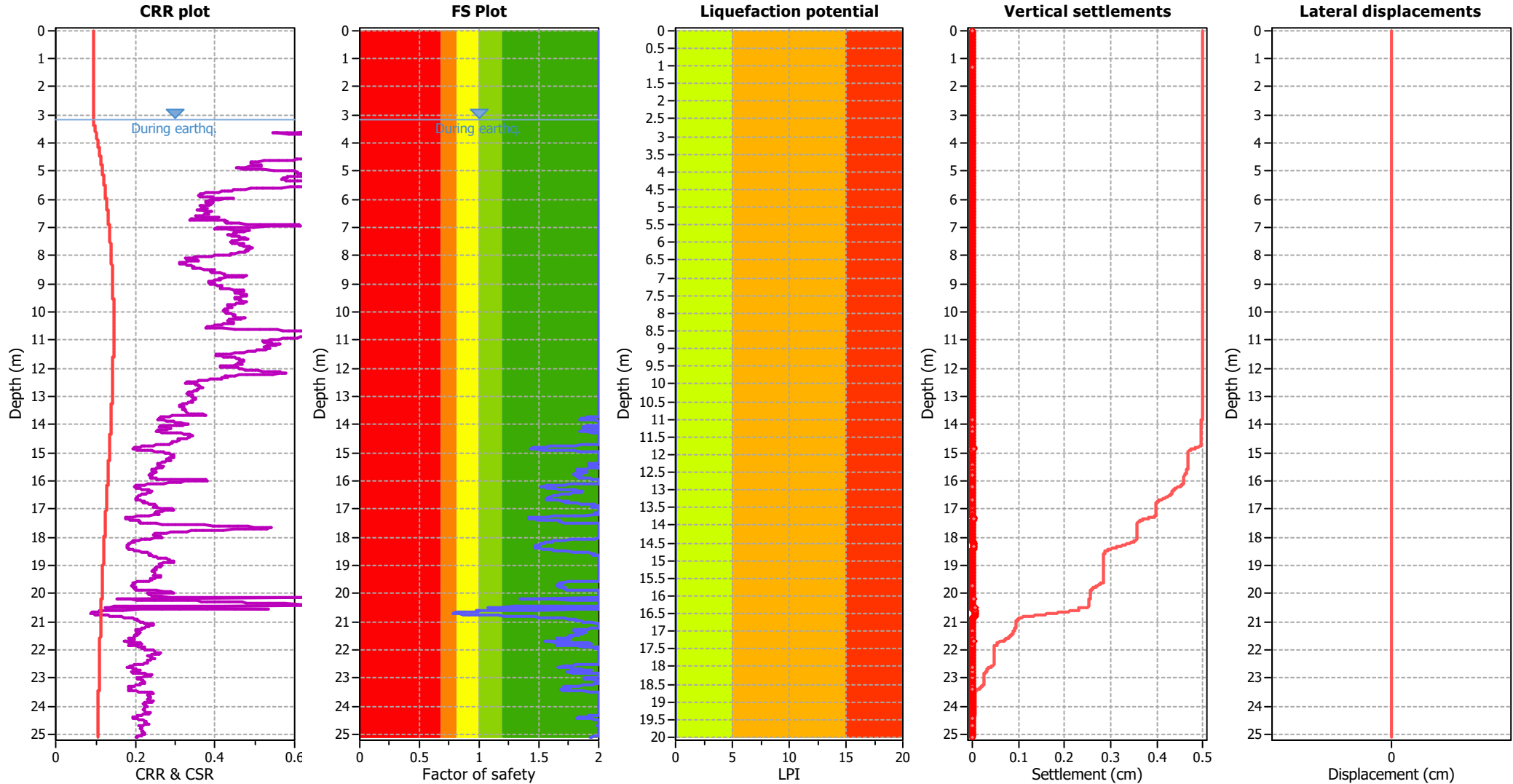
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	3.19 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	3.19 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.19 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.19 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

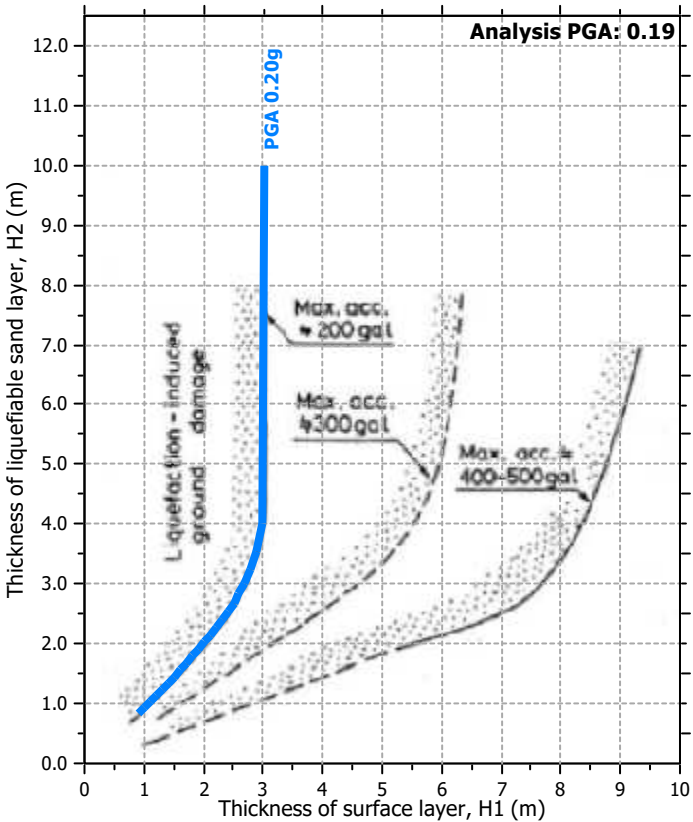
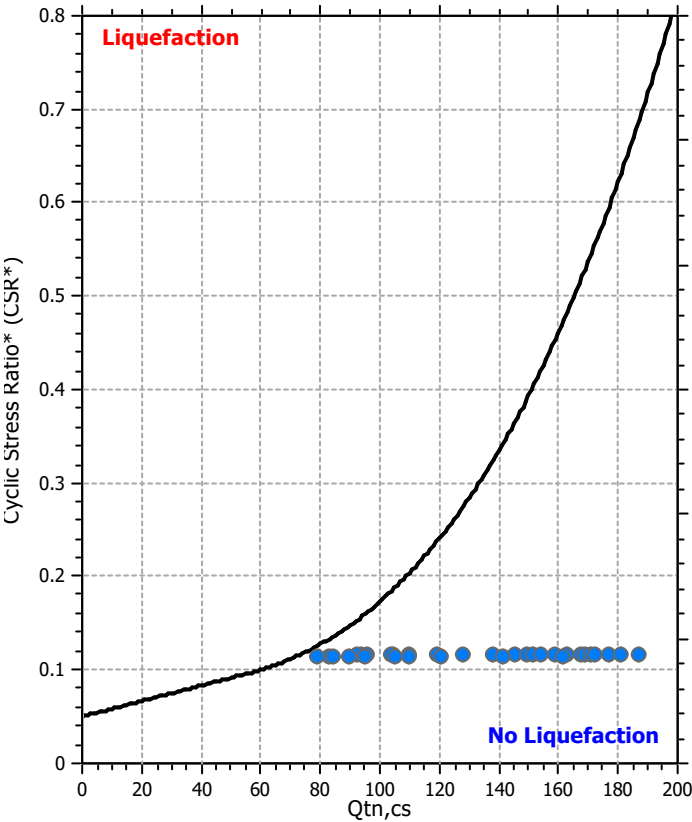
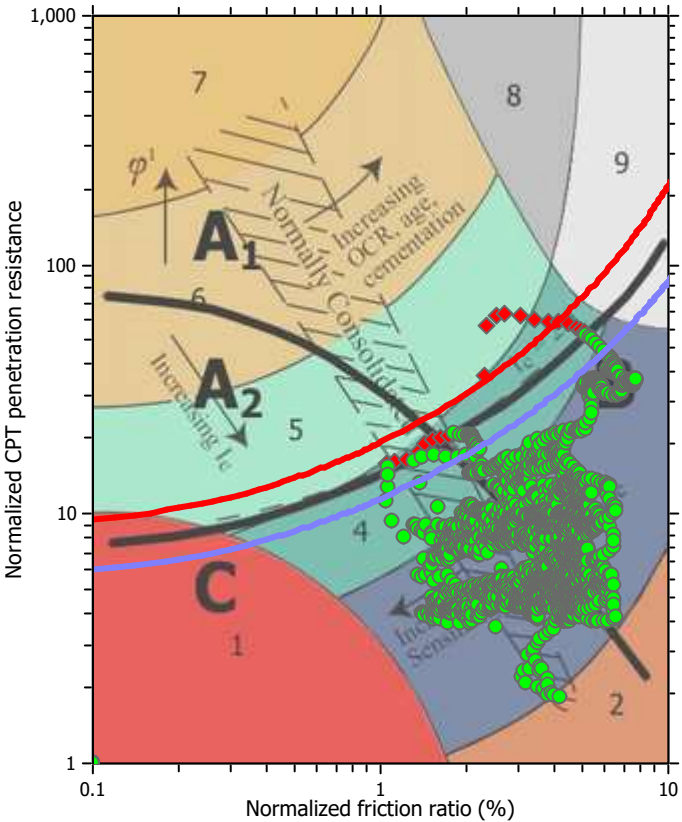
F.S. color scheme

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

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

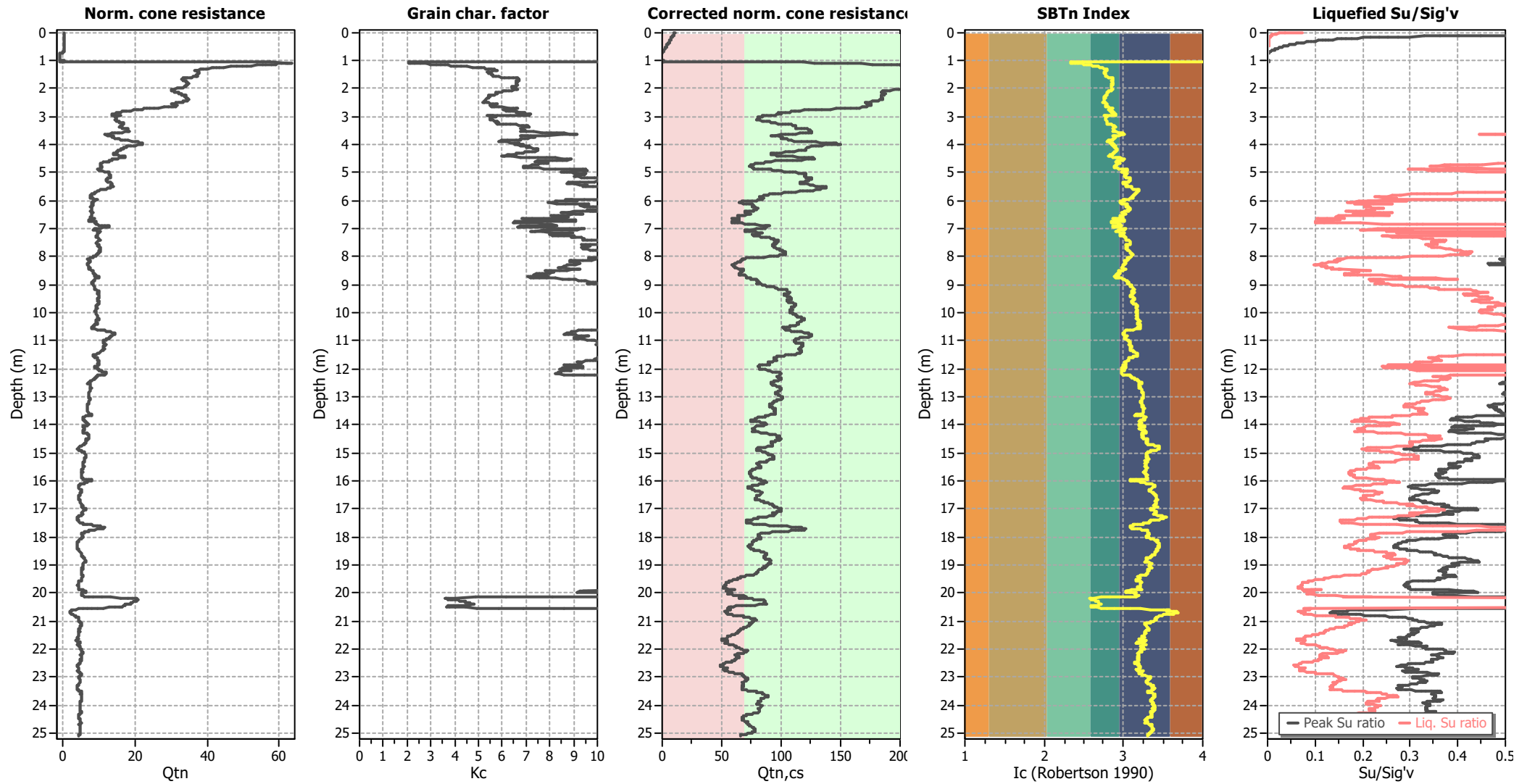
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.19 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.19 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.19 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.19 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

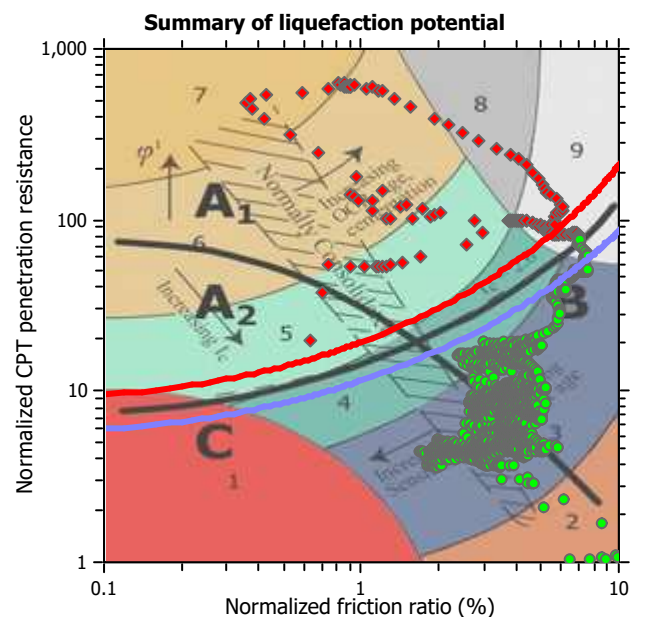
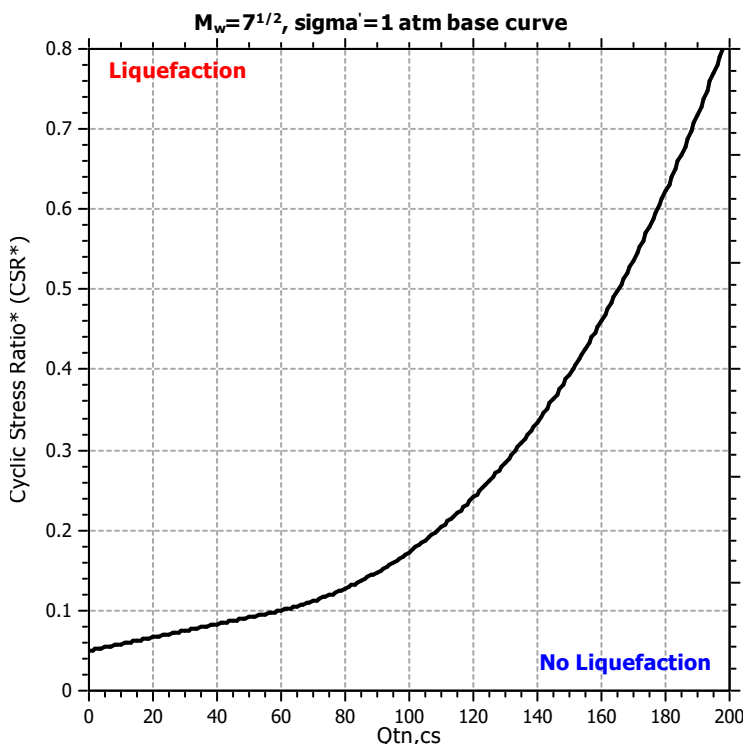
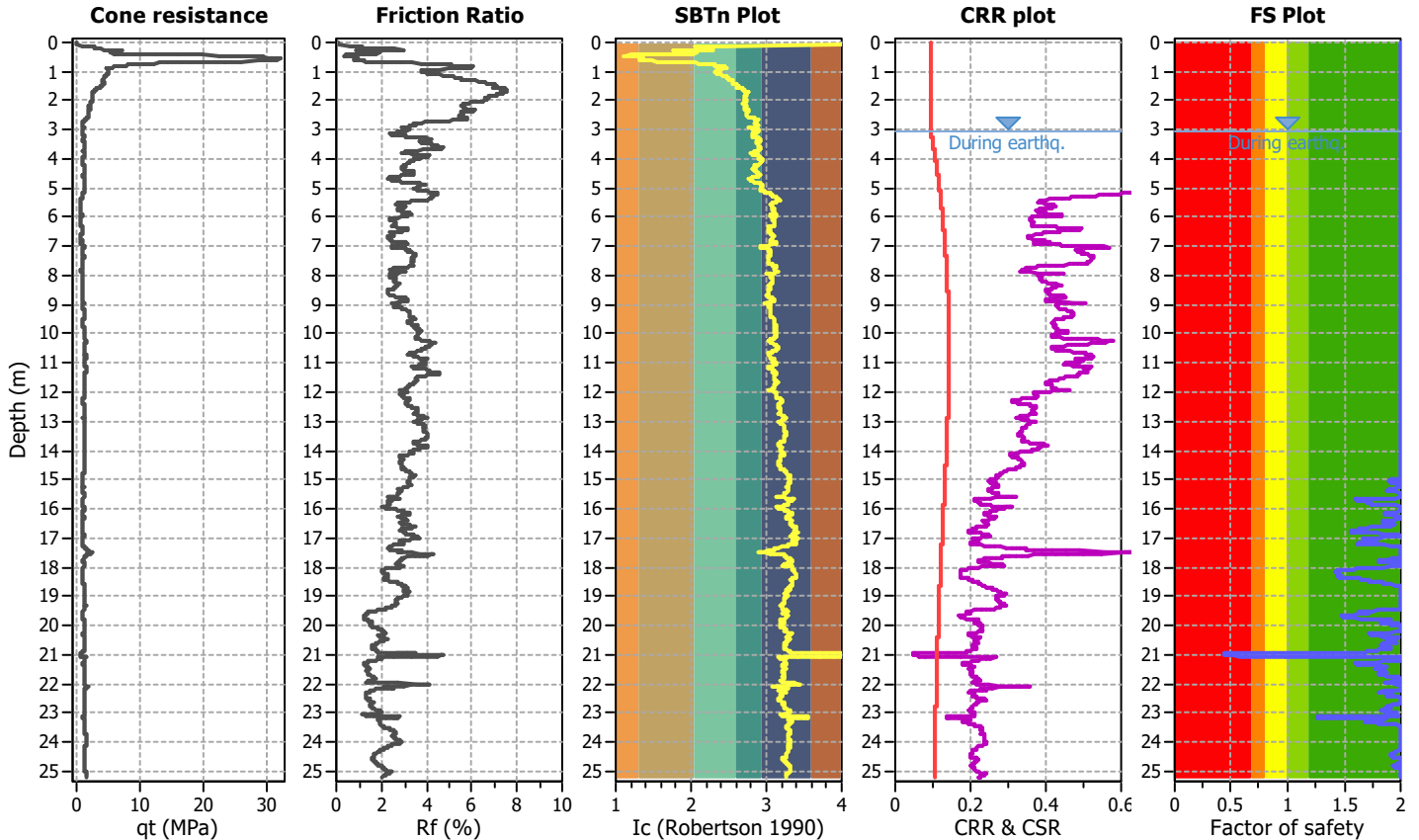
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU14

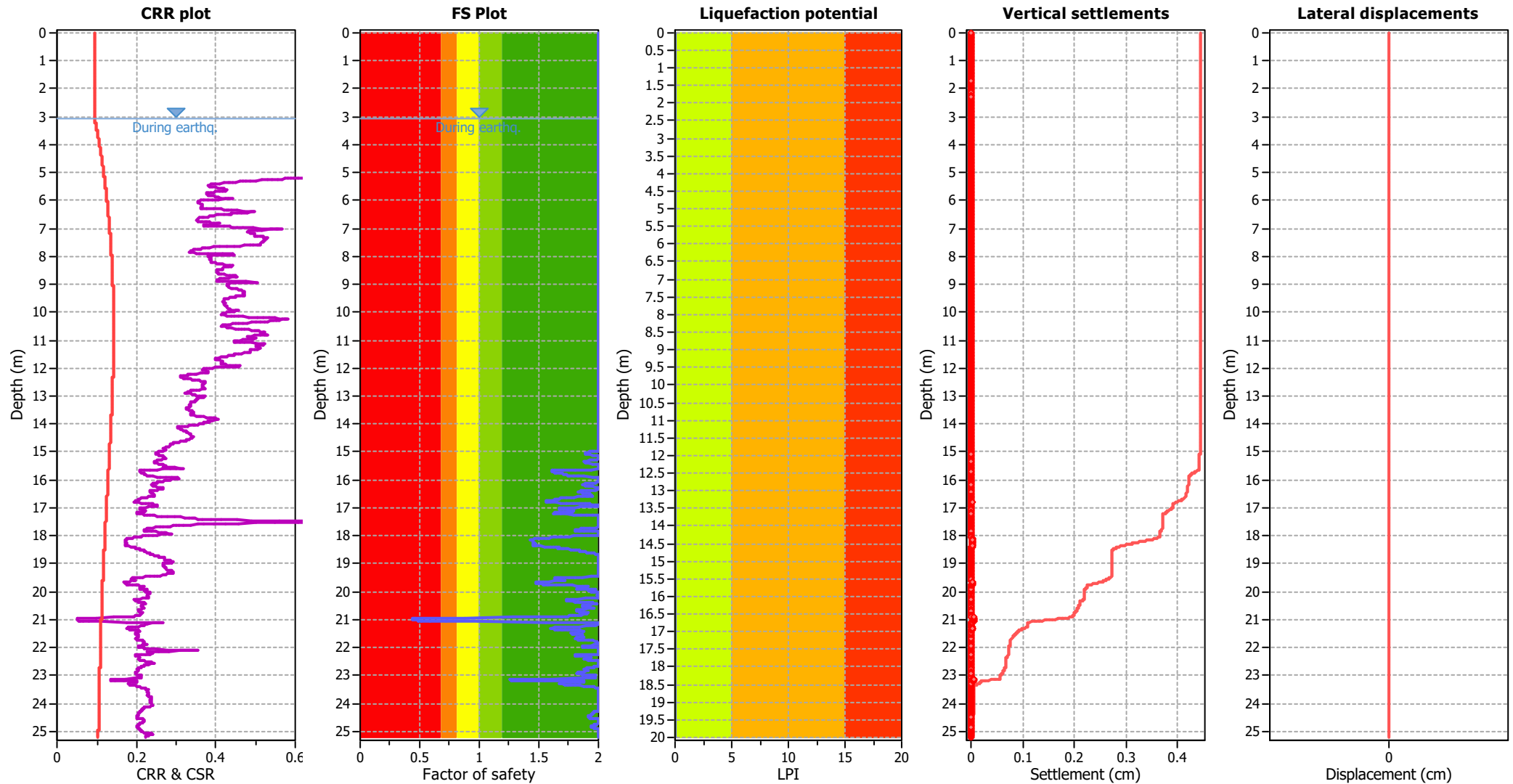
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	3.05 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	3.05 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.05 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.05 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

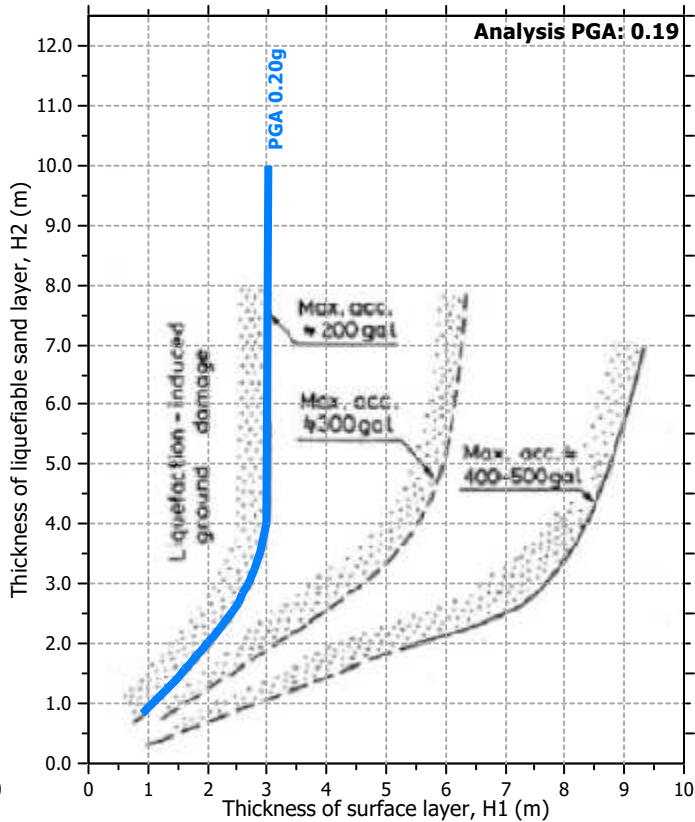
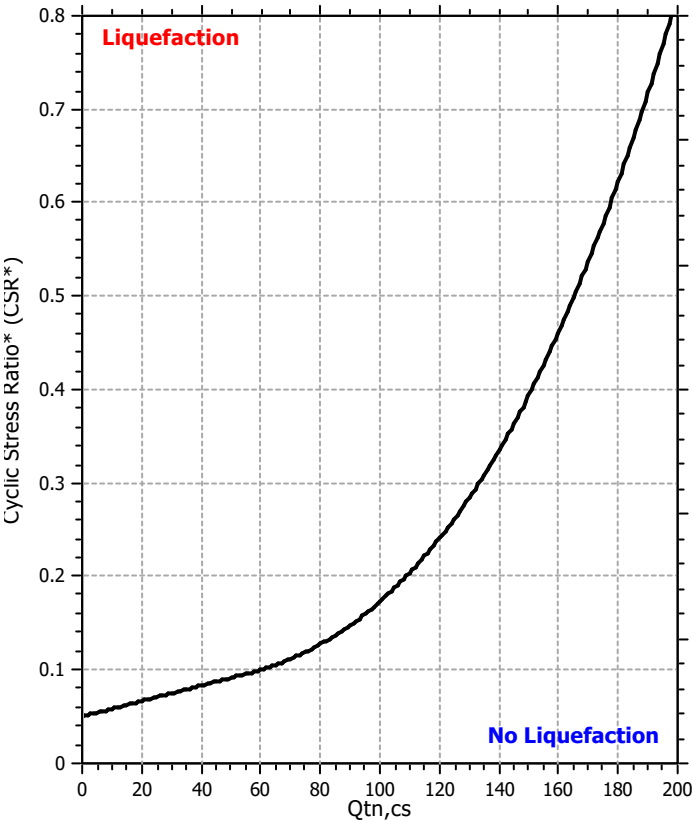
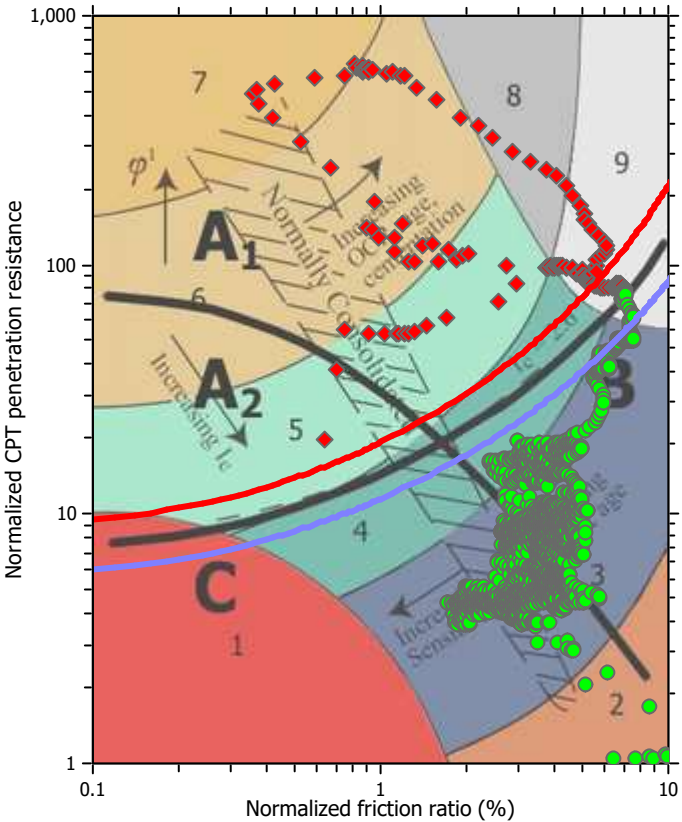
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

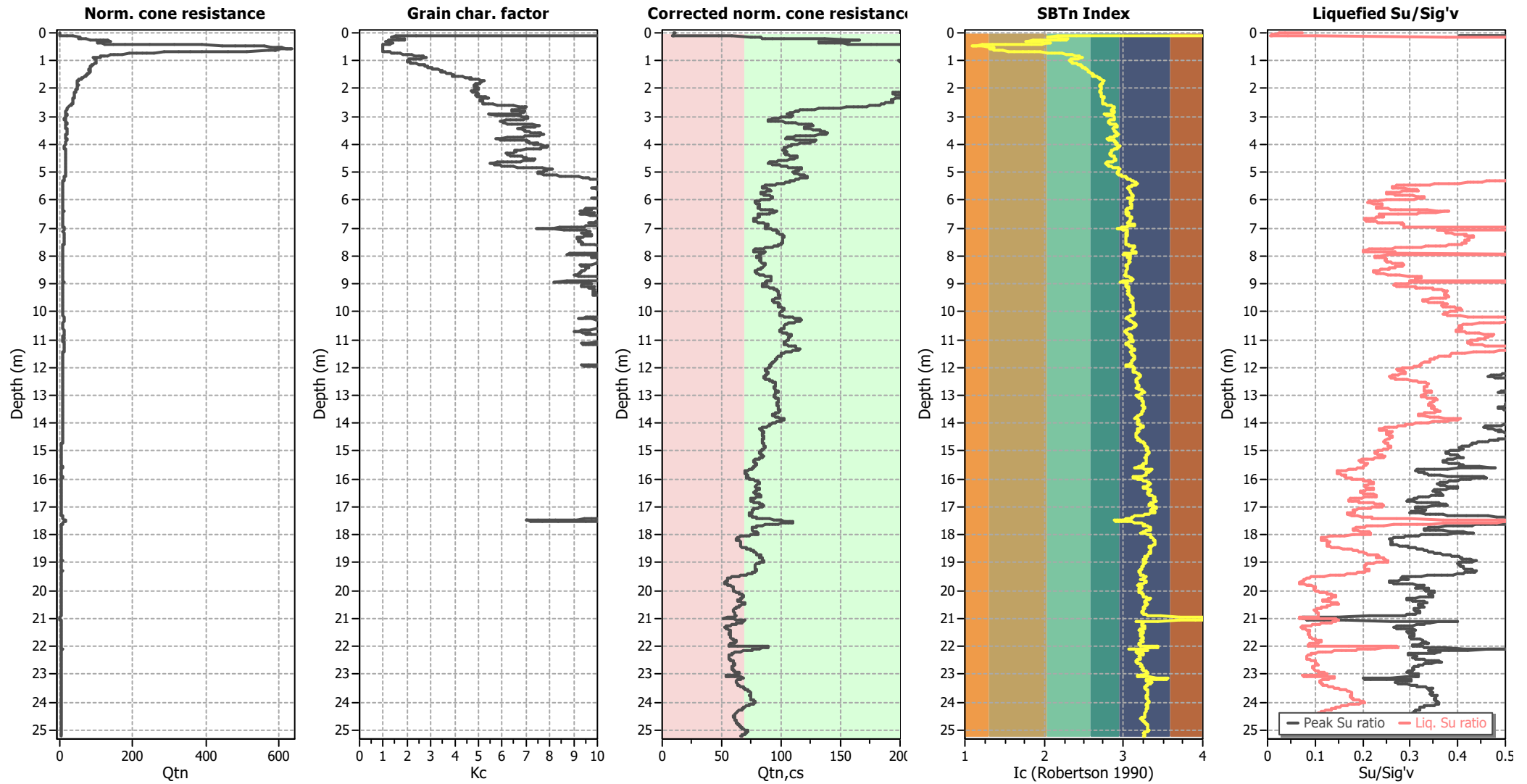
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.05 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.05 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.05 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.05 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

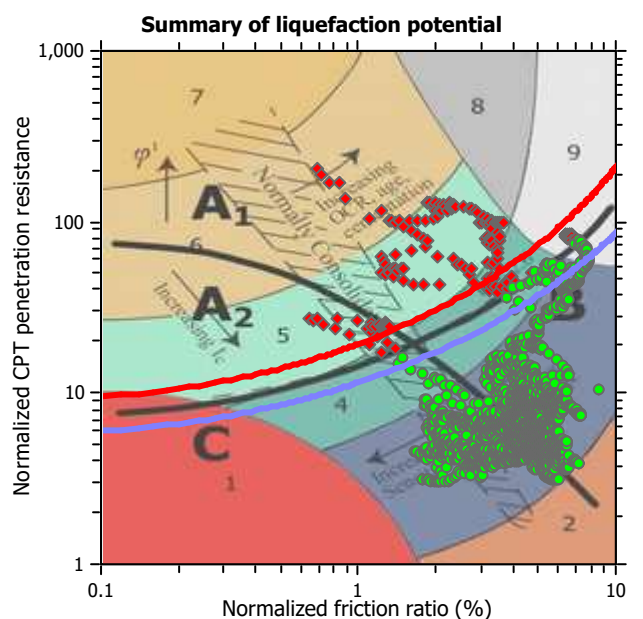
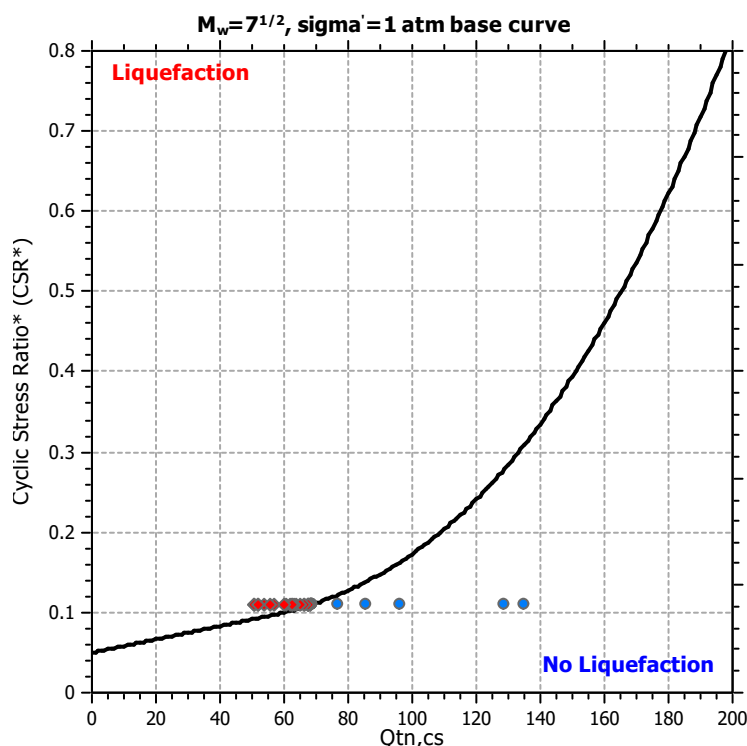
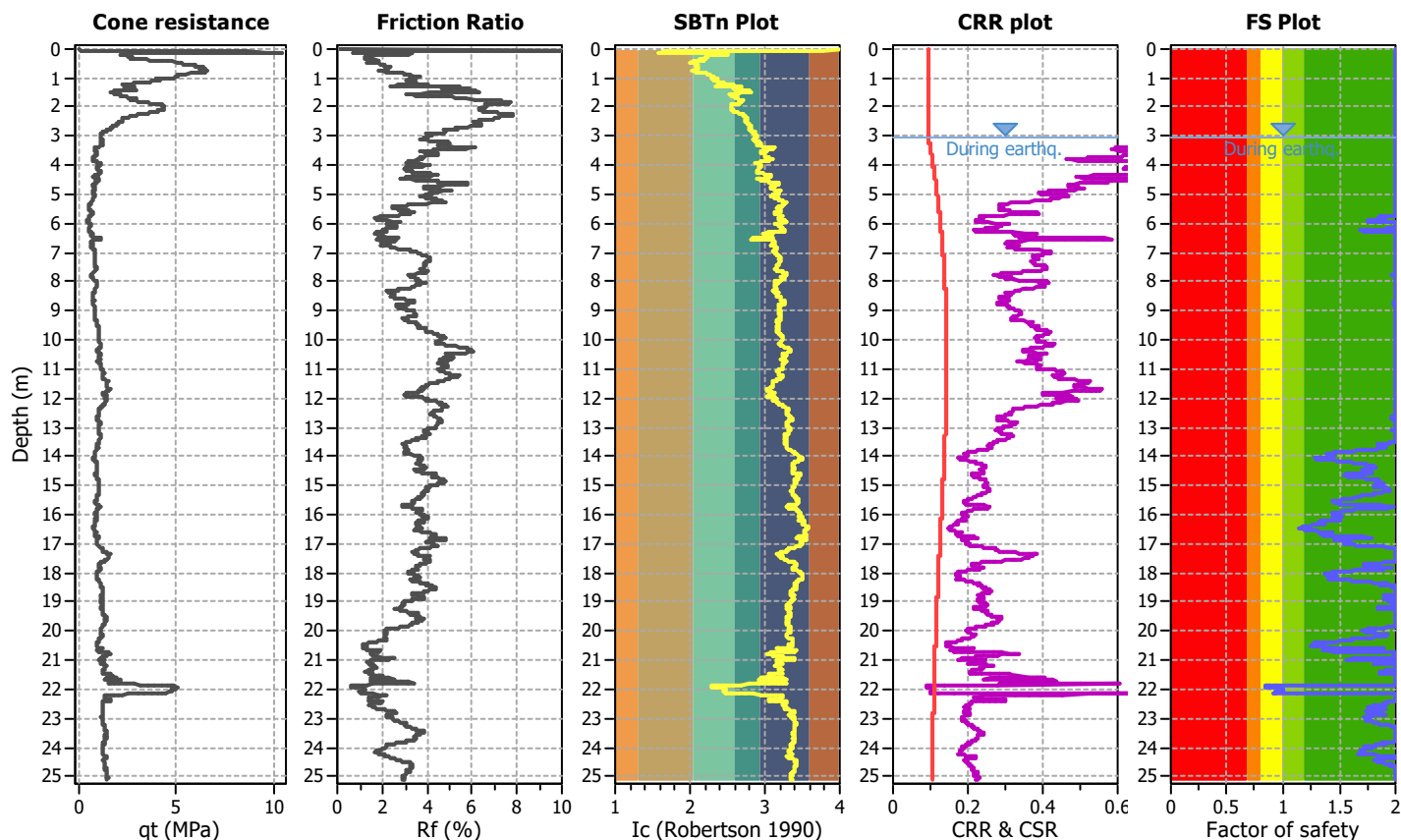
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU15

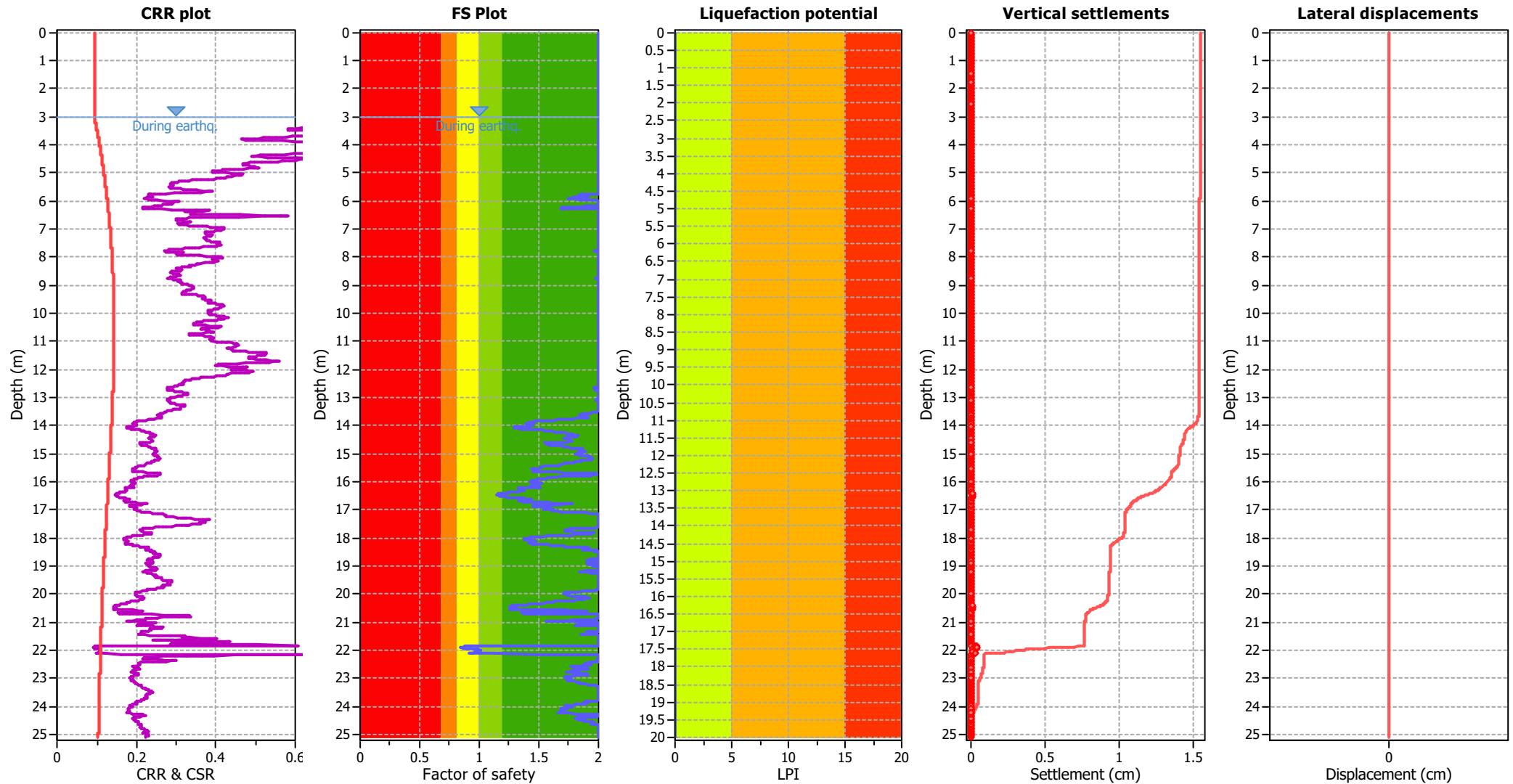
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	3.02 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	3.02 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.02 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.02 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

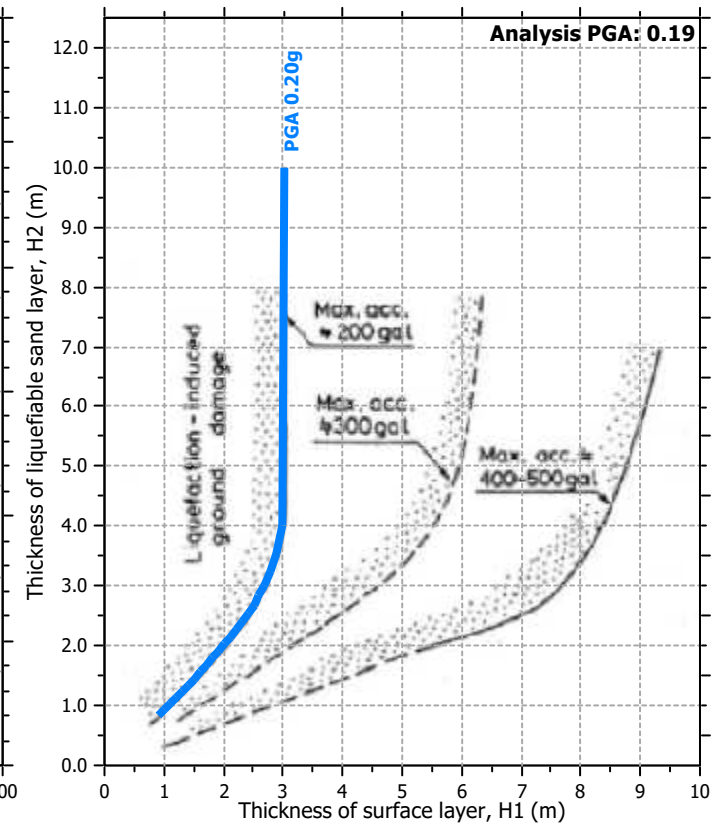
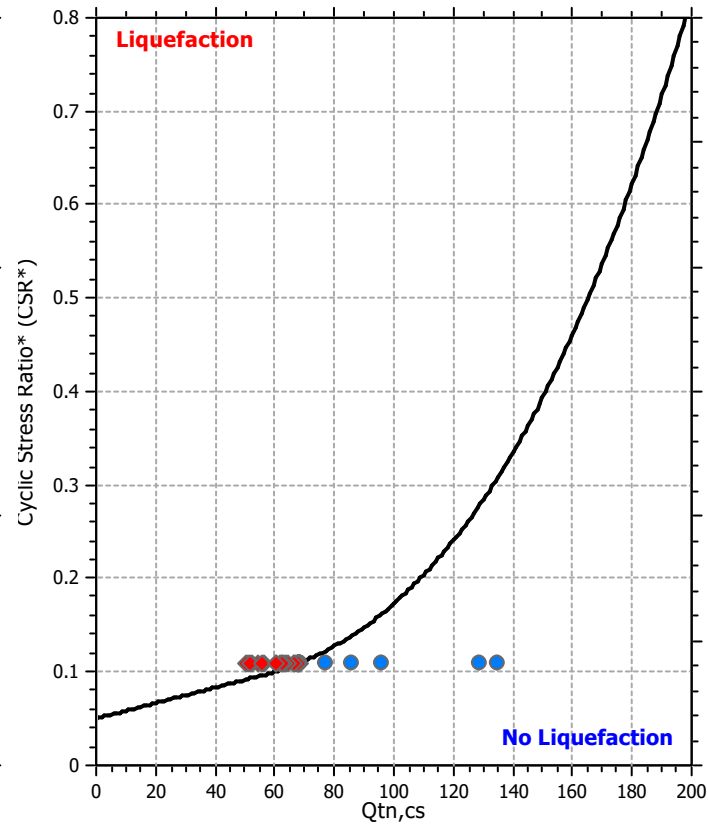
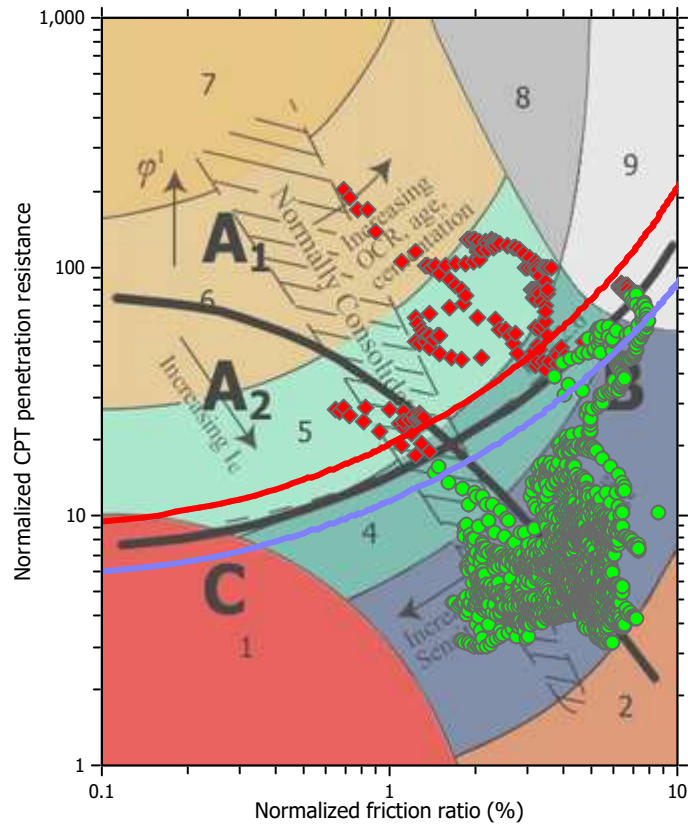
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

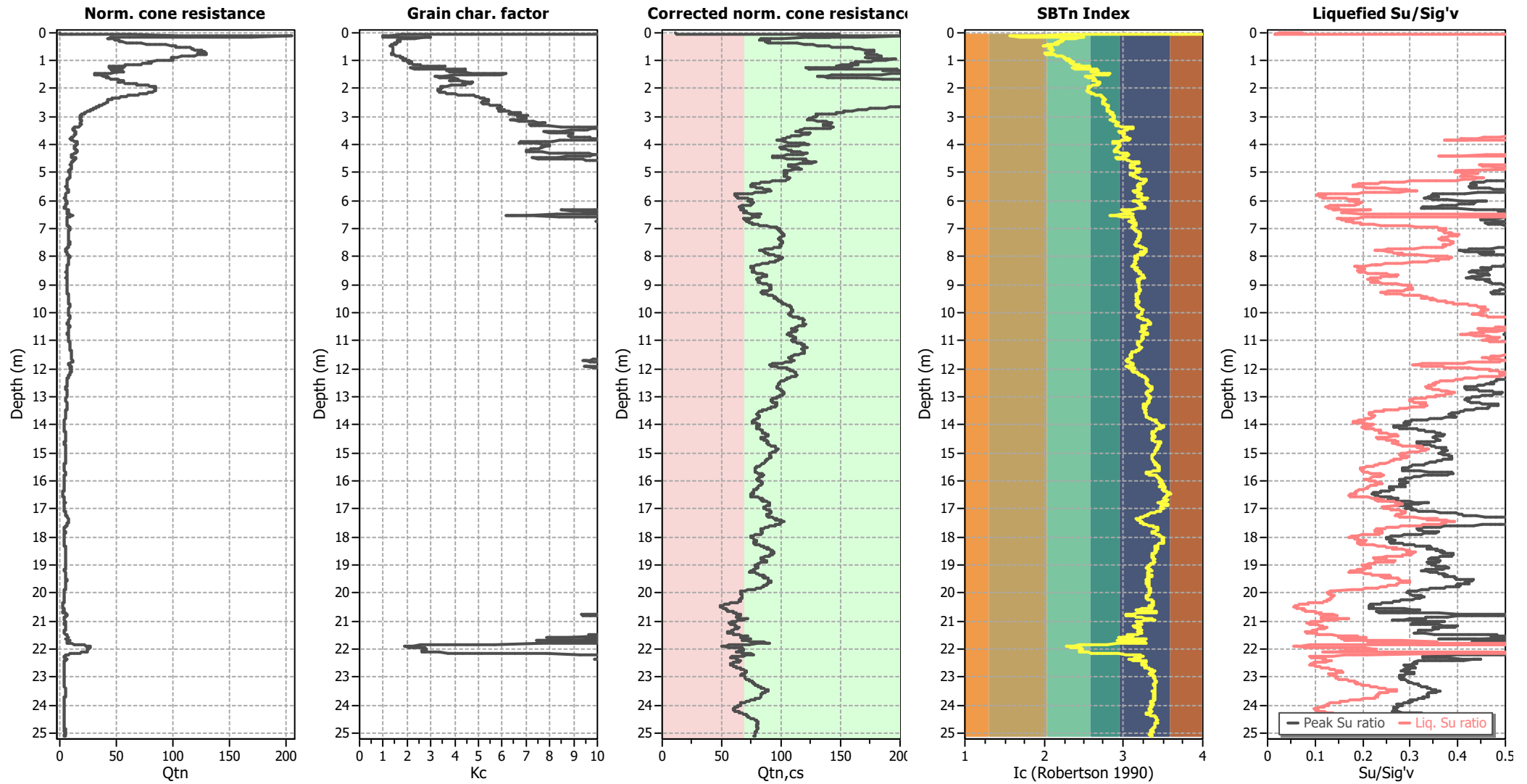
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.02 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.02 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.02 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.02 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

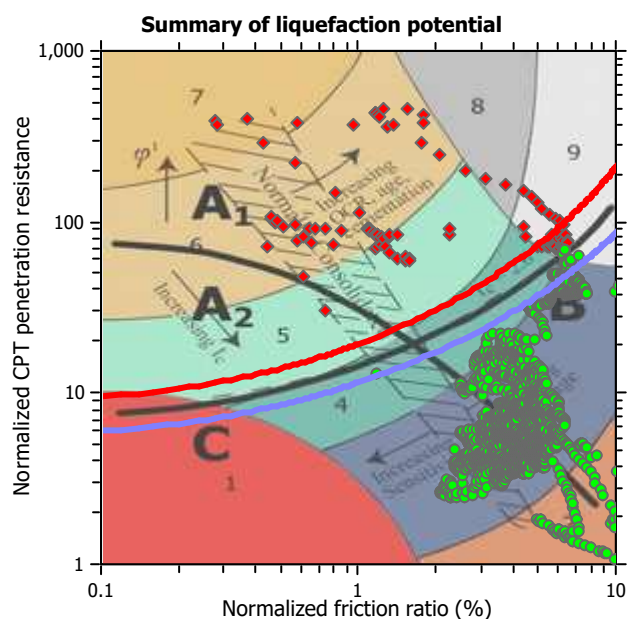
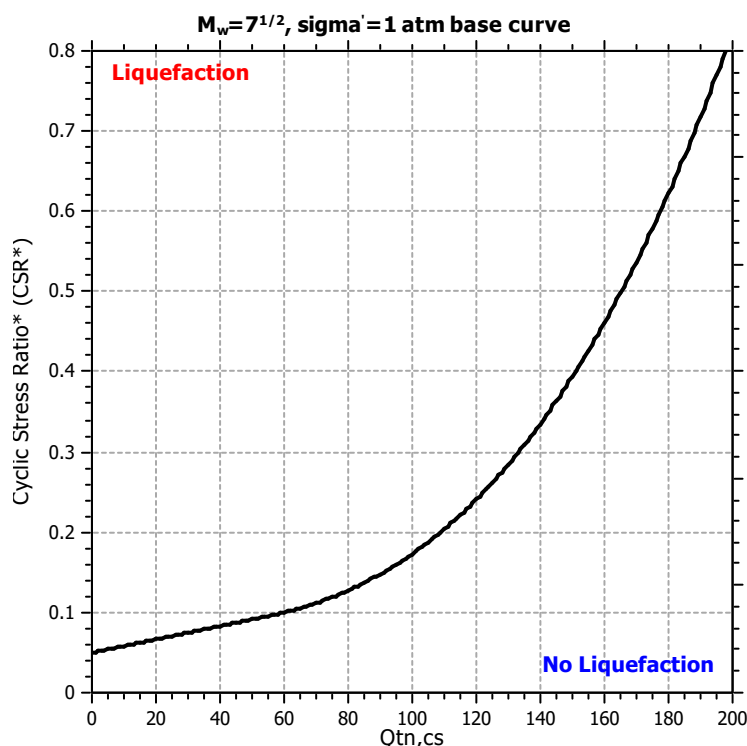
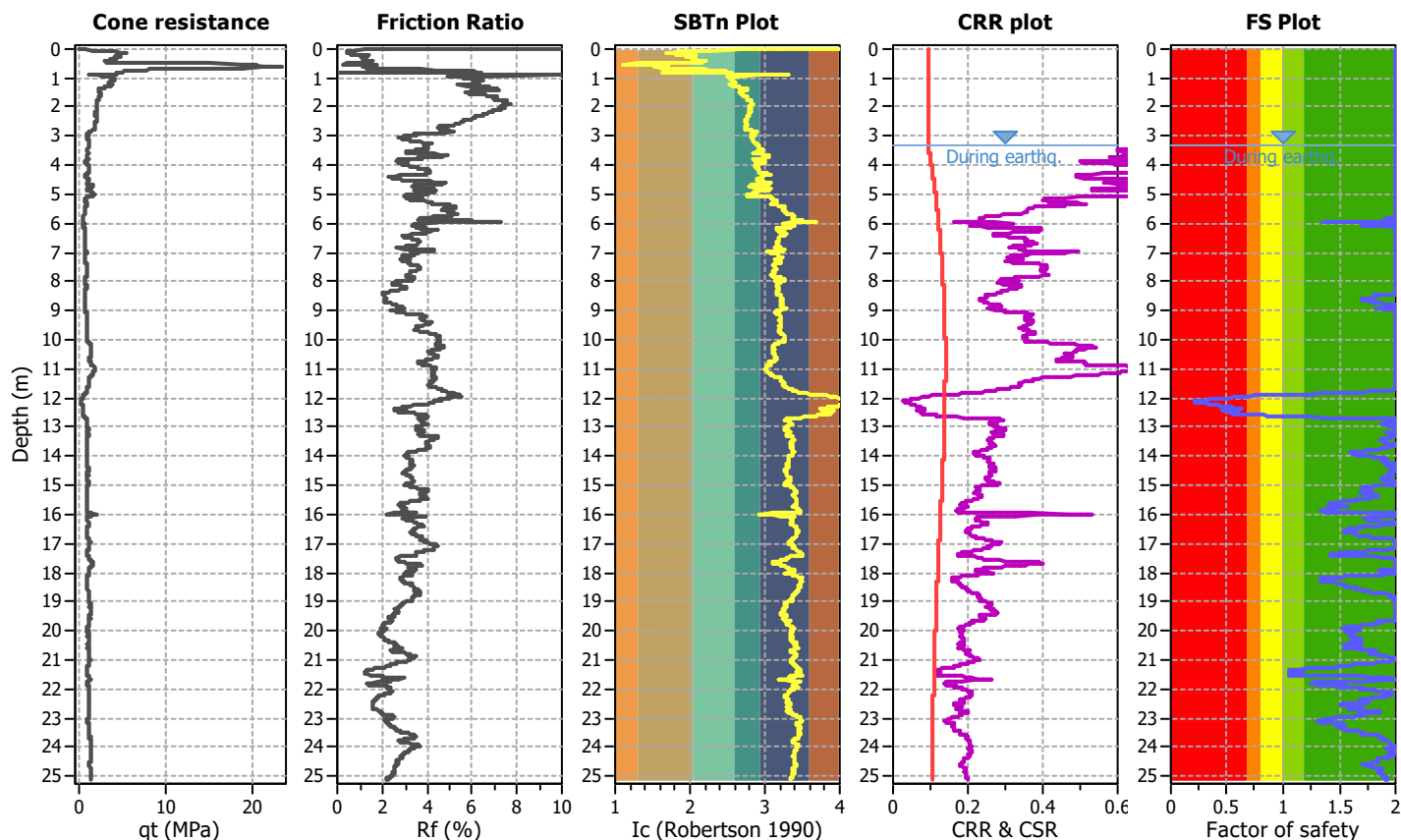
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU16

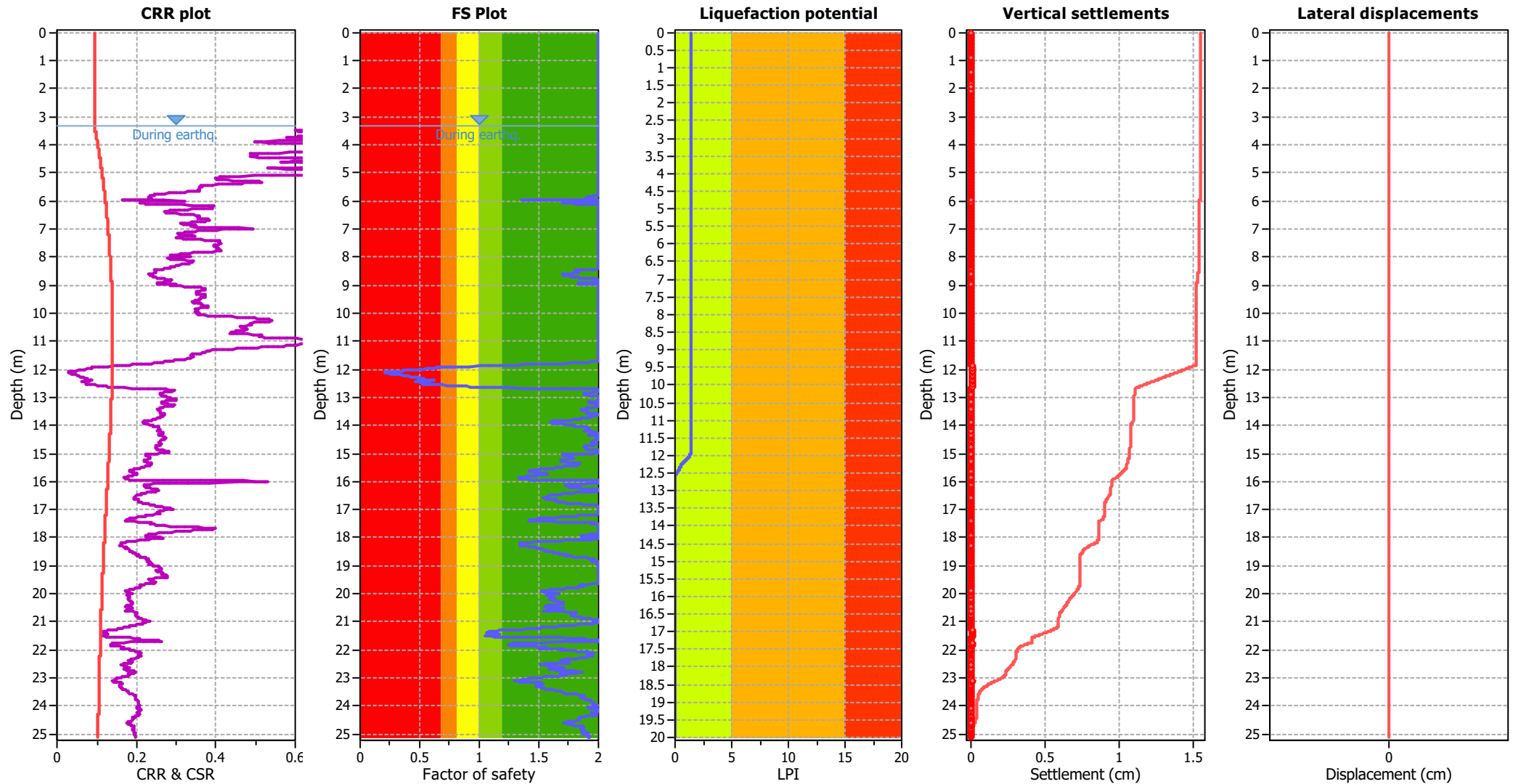
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	3.32 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	3.32 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A1: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A2: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.32 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.32 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

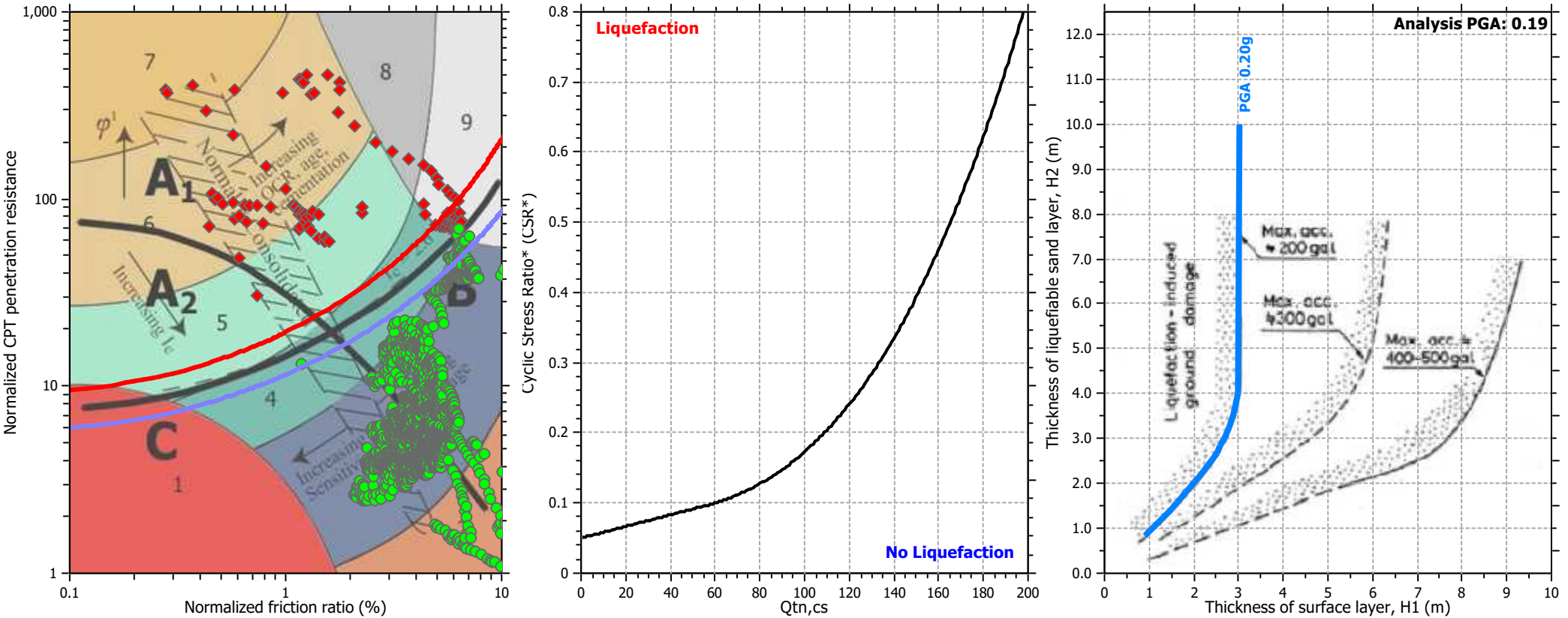
F.S. color scheme

■	Almost certain it will liquefy
■	Very likely to liquefy
■	Liquefaction and no liq. are equally likely
■	Unlike to liquefy
■	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

■	Very high risk
■	High risk
■	Low risk

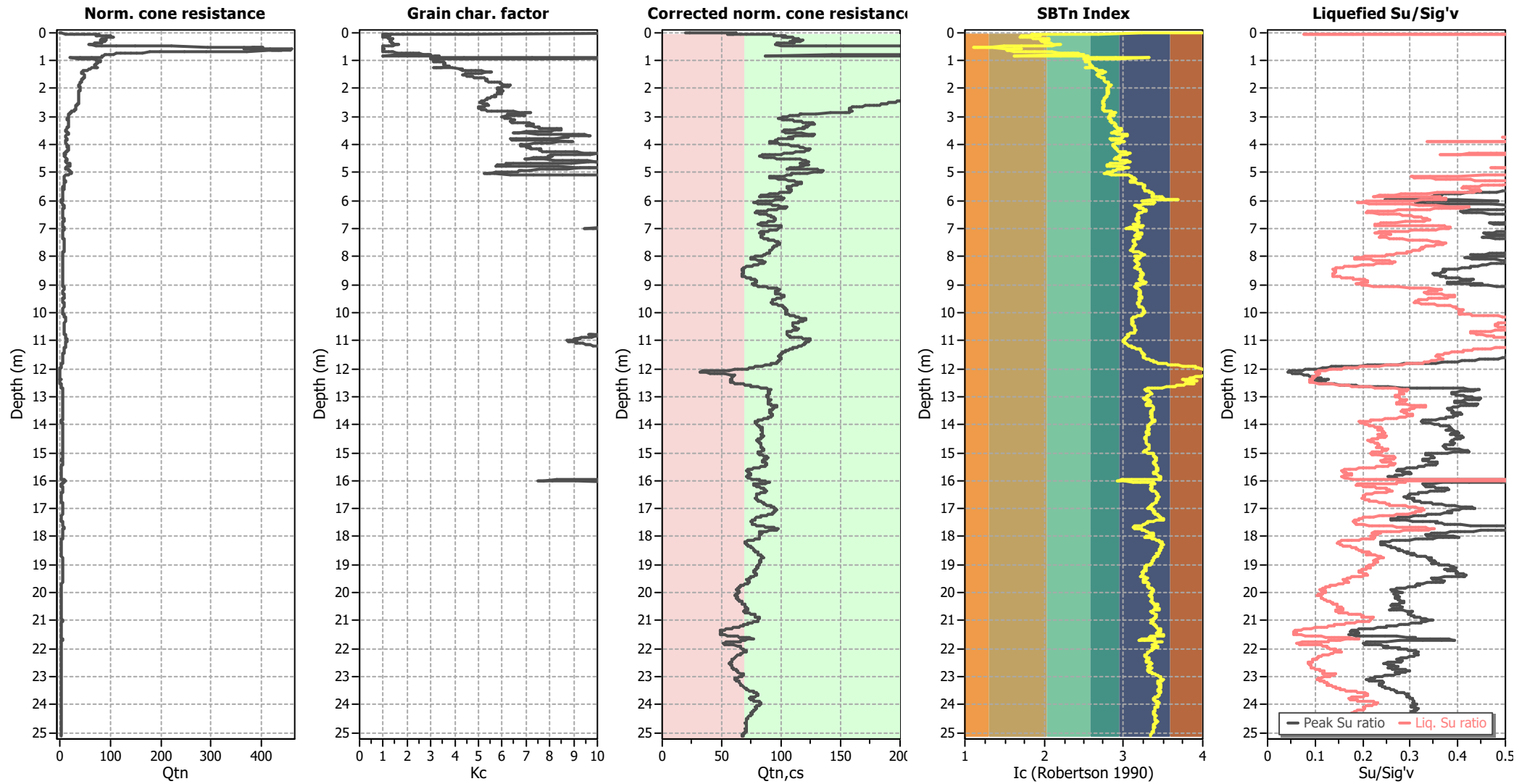
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.32 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.32 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.32 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.32 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

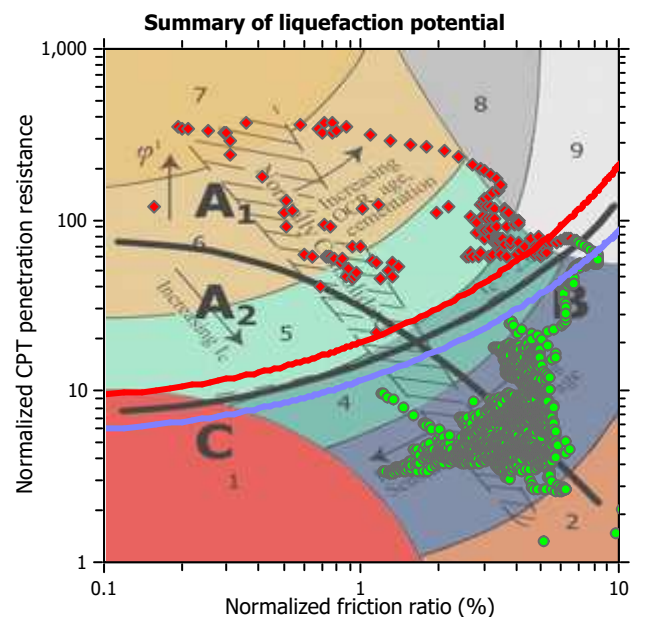
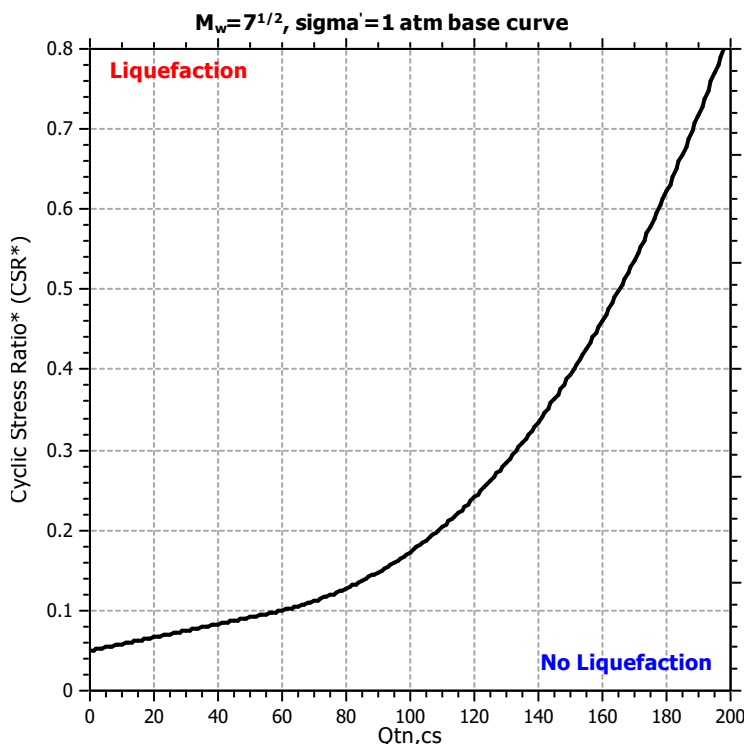
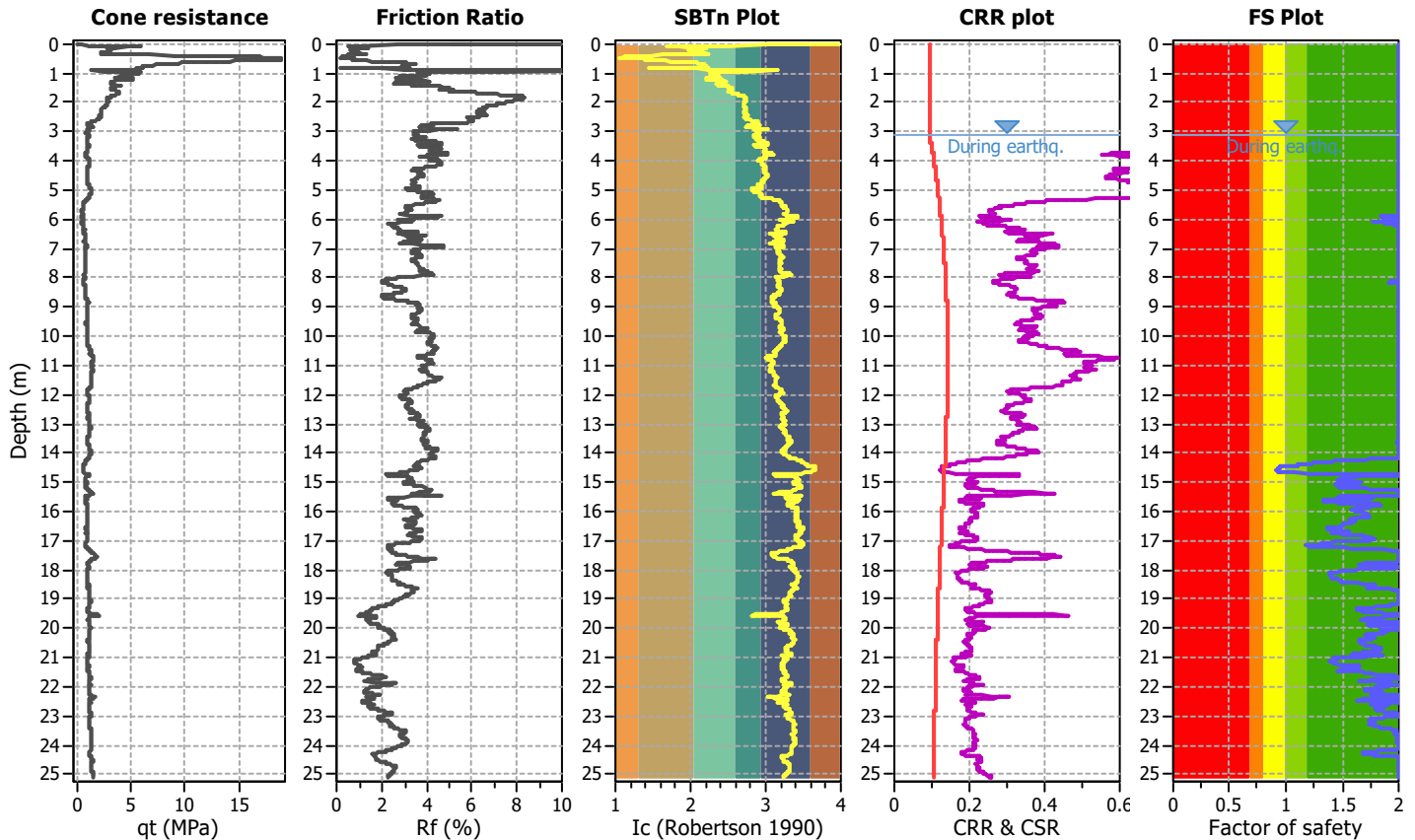
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU17

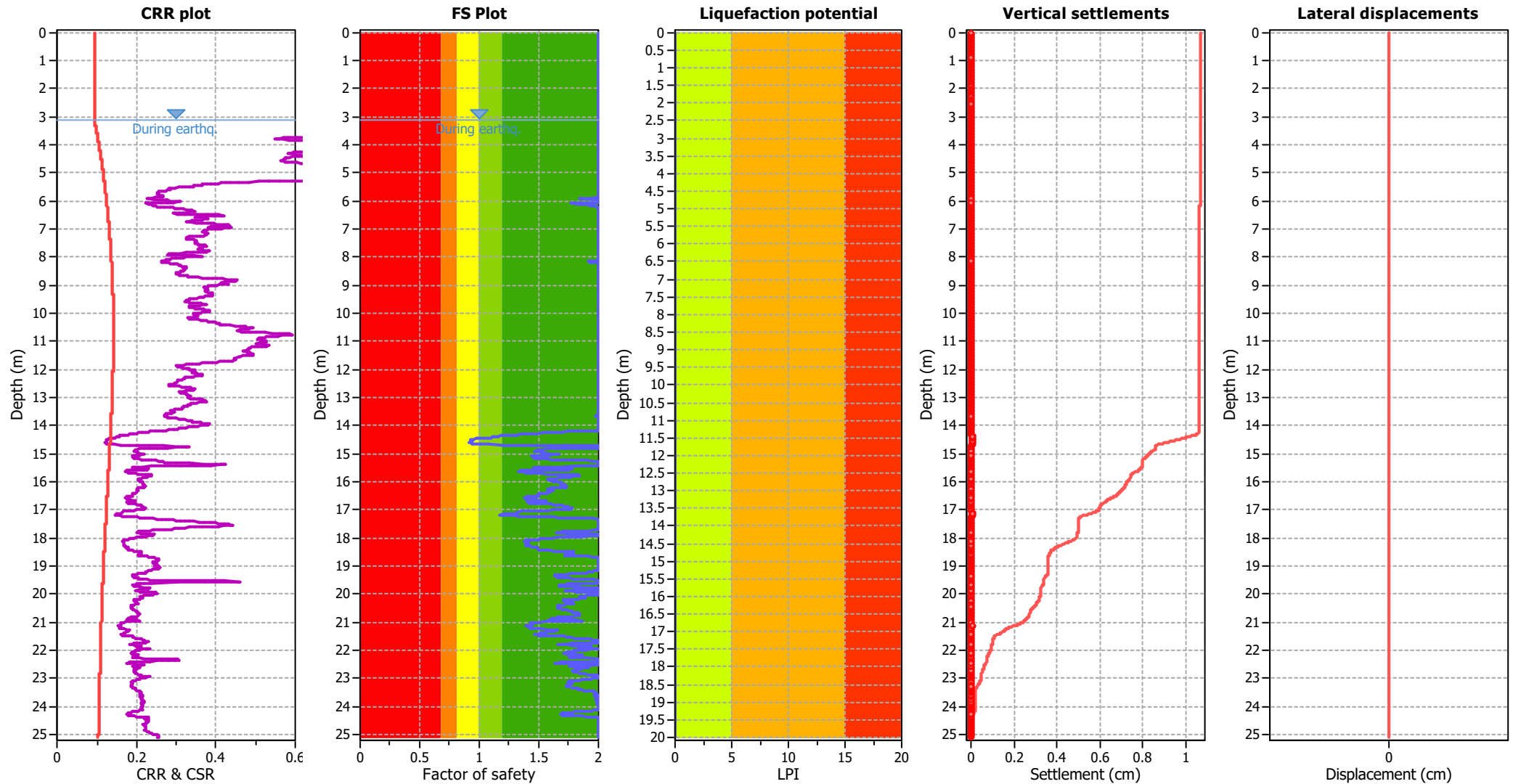
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	3.13 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	3.13 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_o applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.13 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.13 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

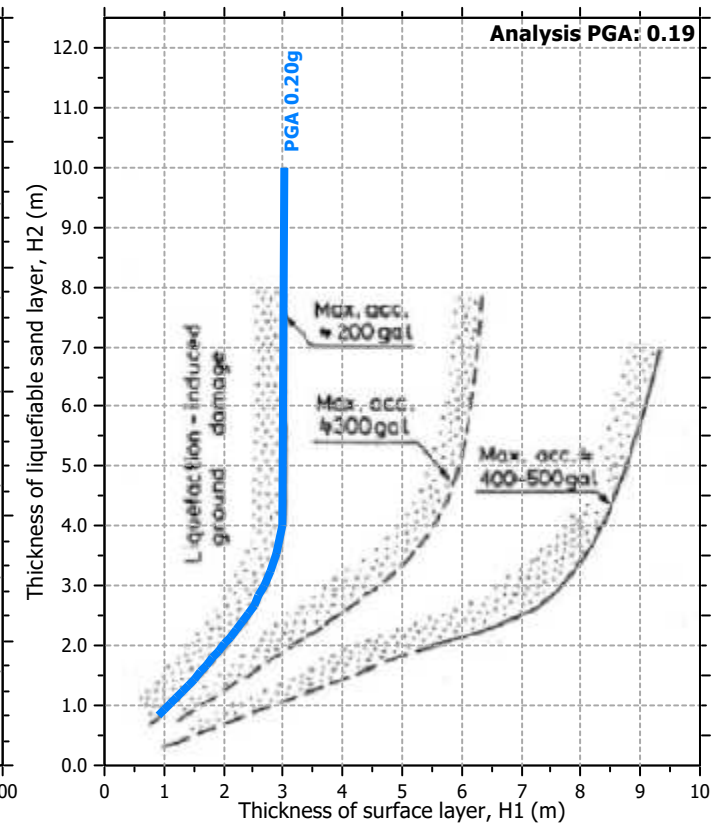
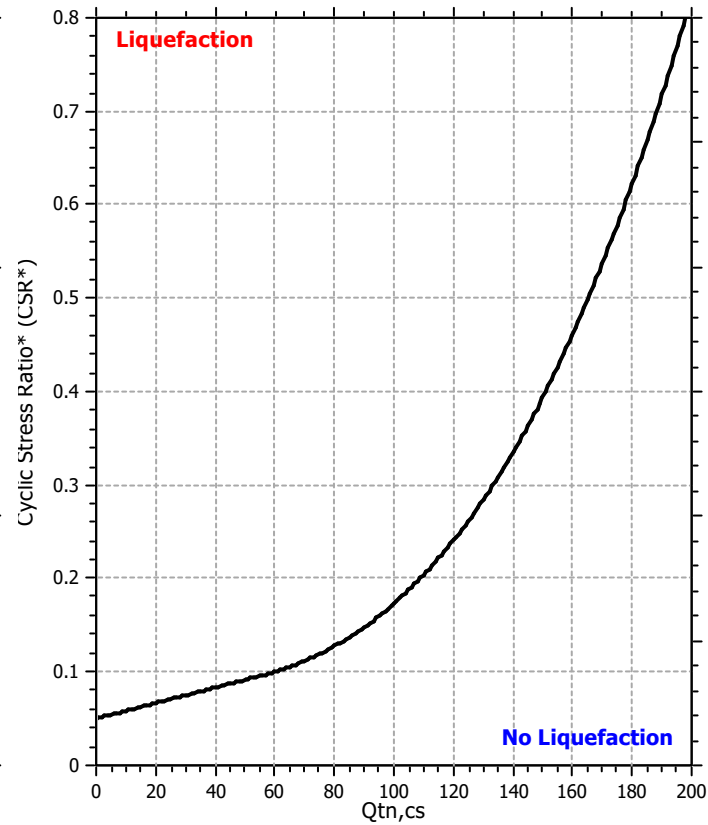
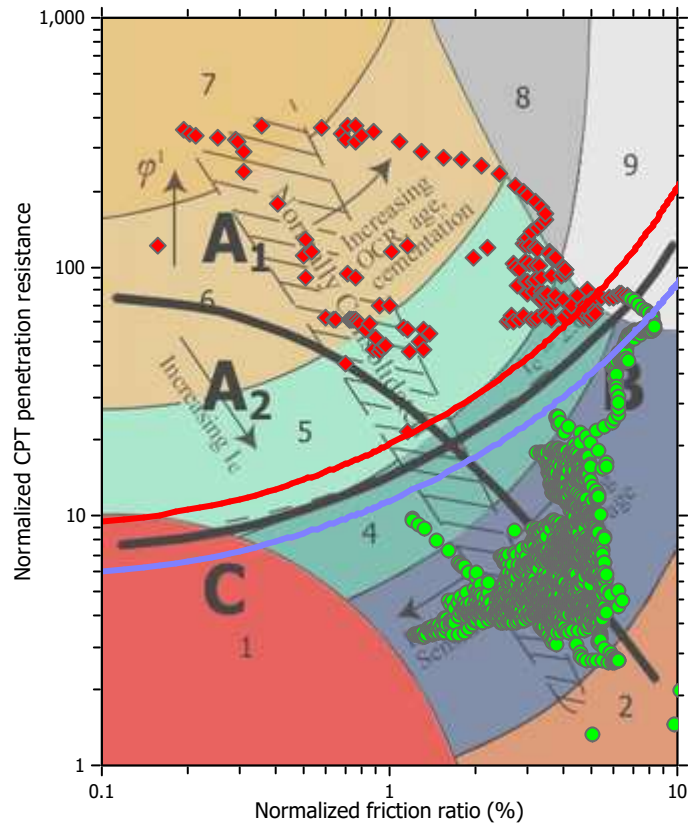
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

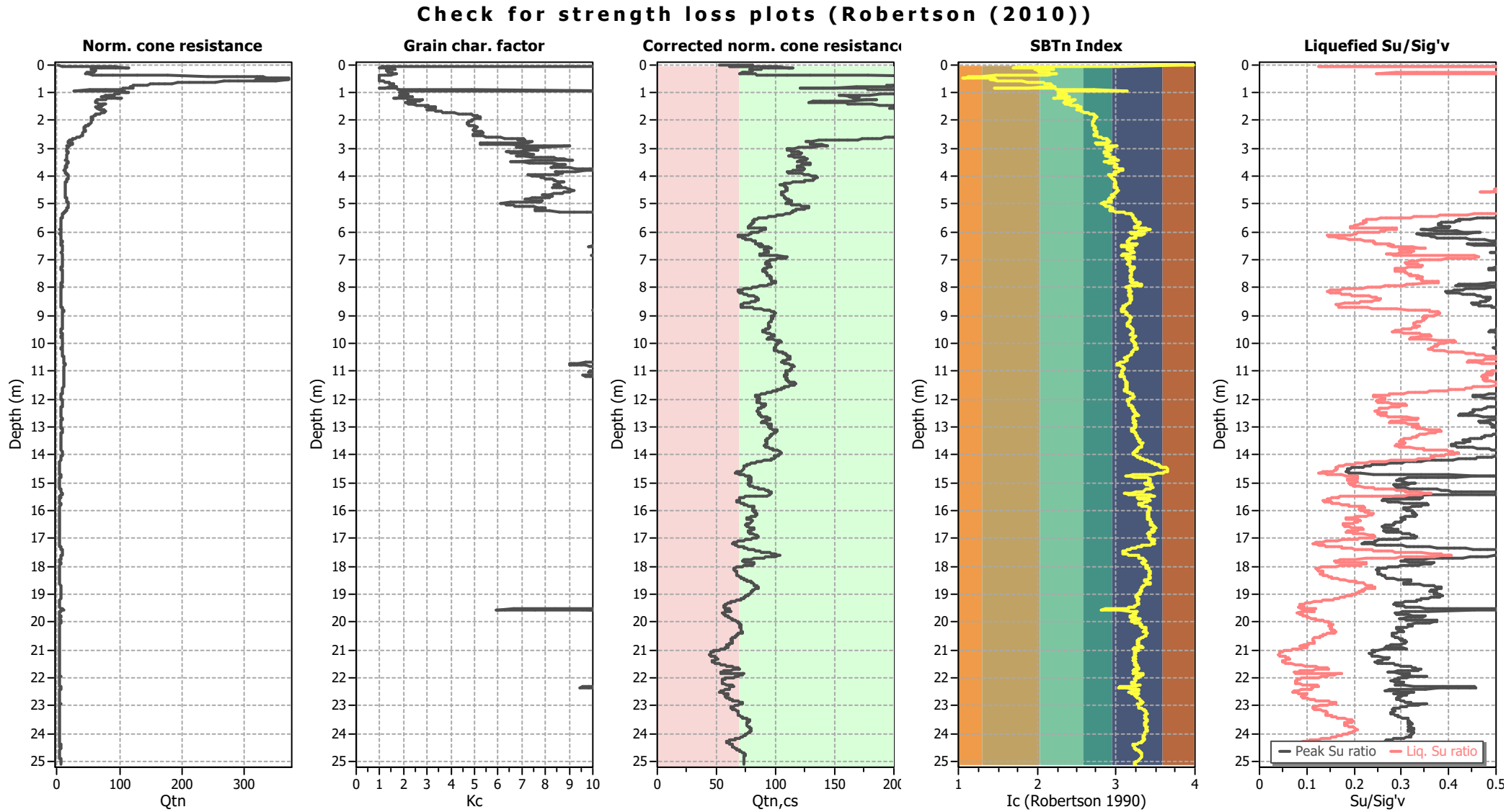
Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.13 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.13 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.13 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.13 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

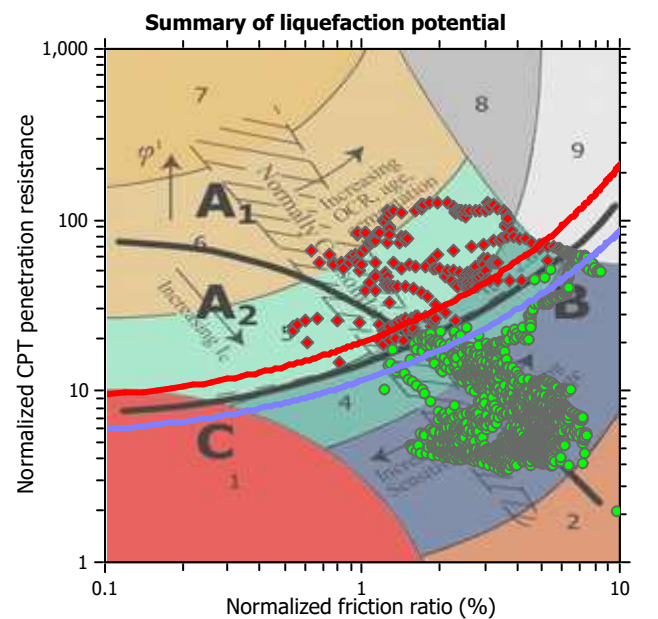
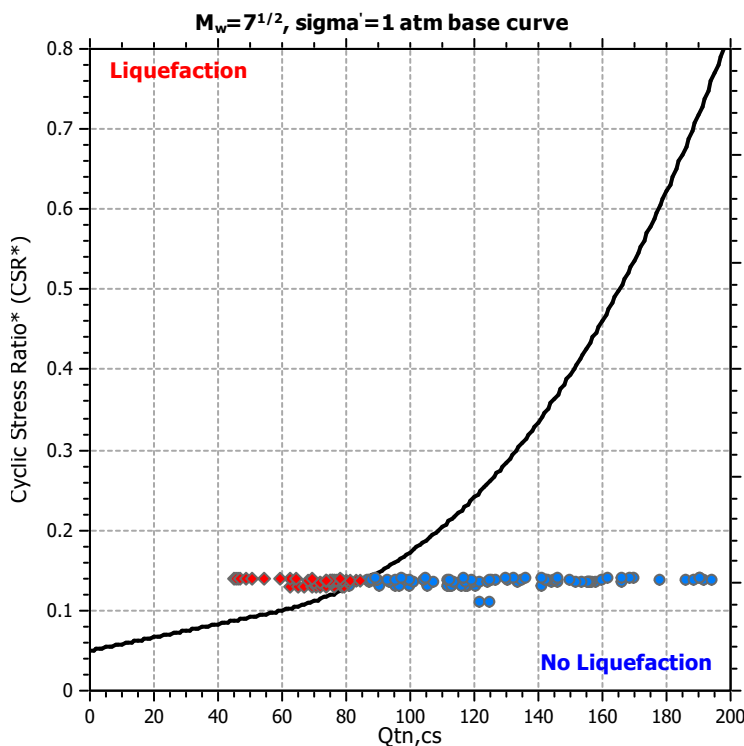
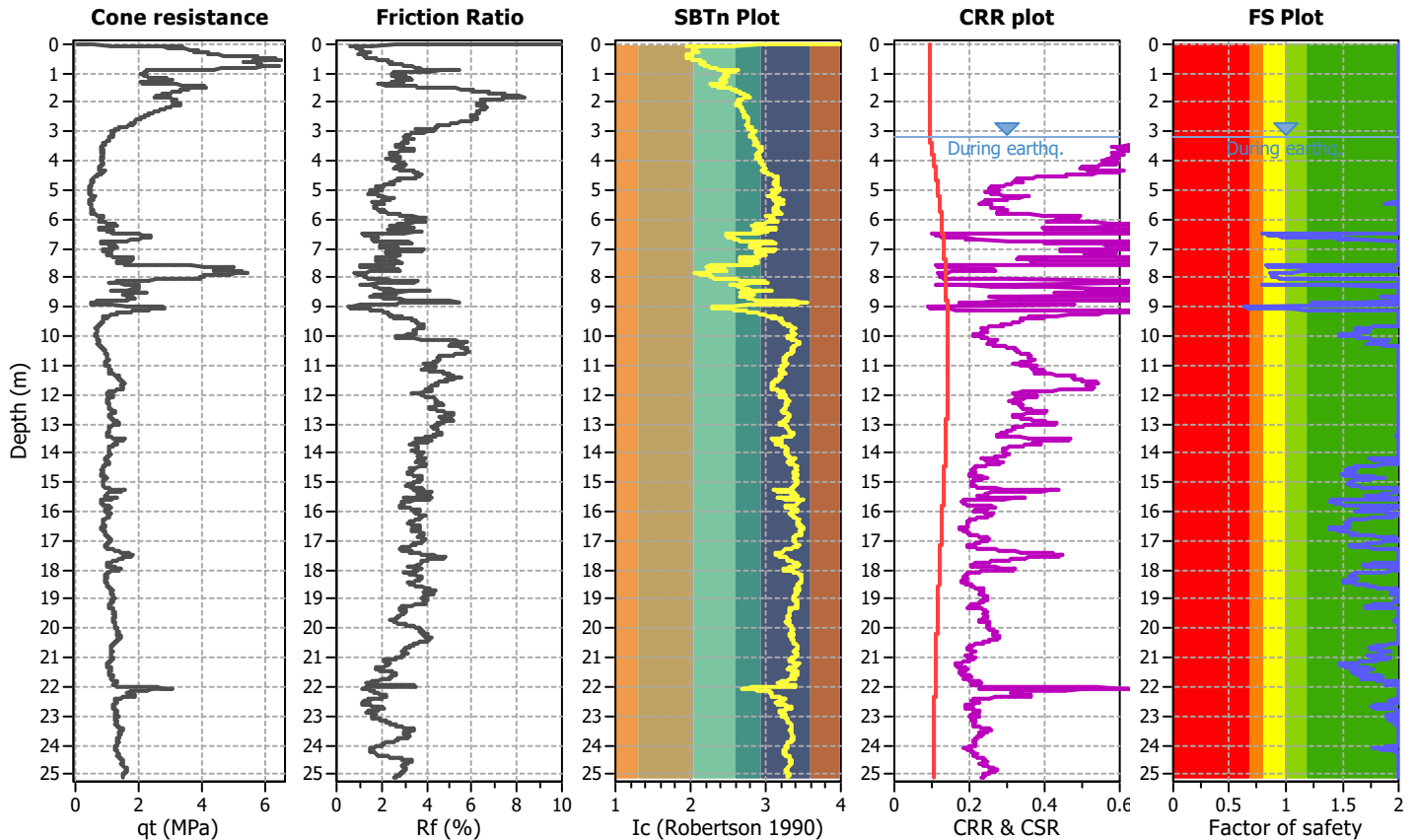
Project title : Progetto C4 - PAI Parma

Location : Strada Nuova Naviglio, 43122 Parma

CPT file : CPTU18

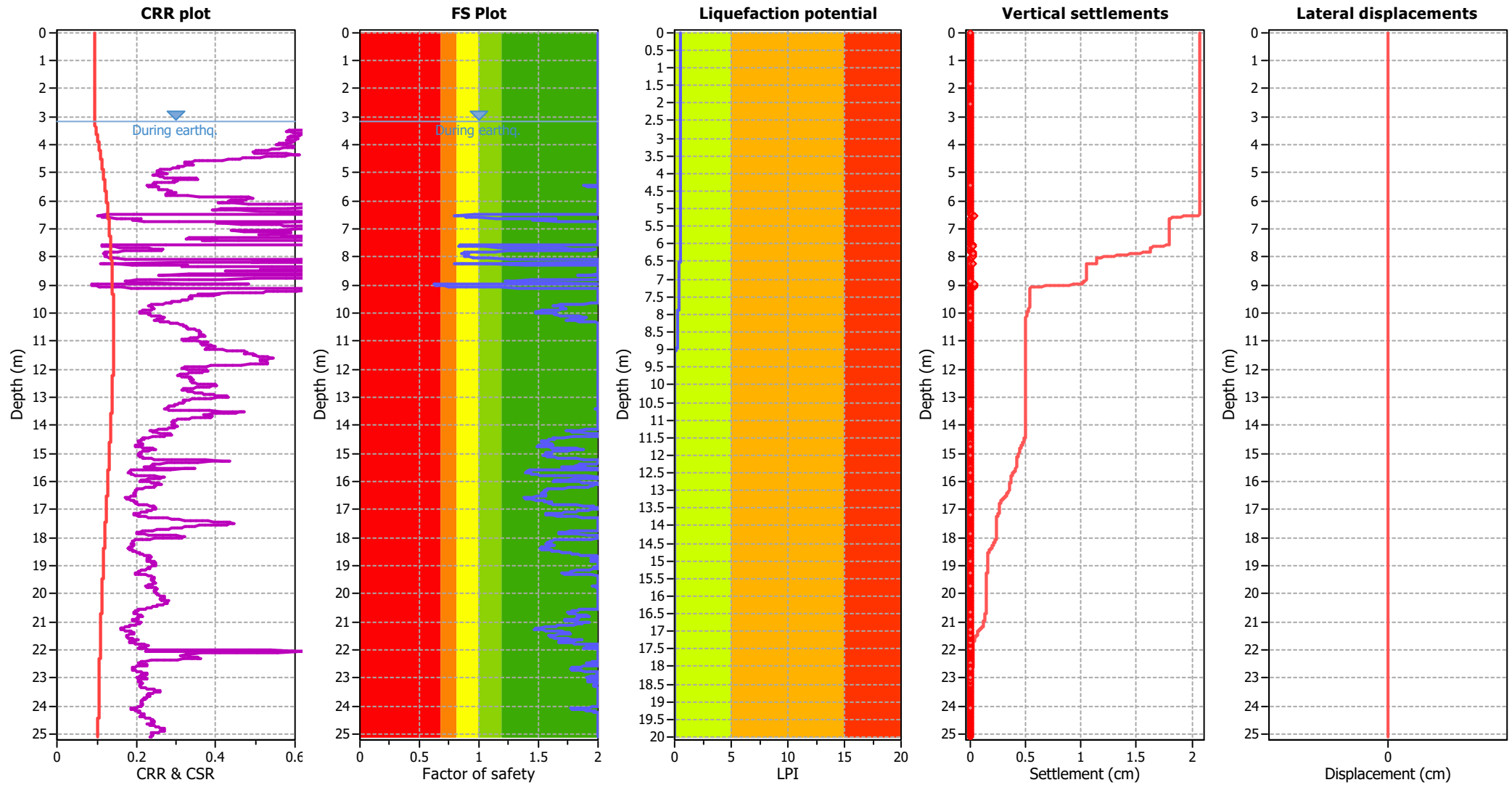
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	3.15 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	3.15 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.19	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_σ applied:	No	MSF method:	Method based



Zone A₁: Cyclic liquefaction likely depending on size and duration of cyclic loading
Zone A₂: Cyclic liquefaction and strength loss likely depending on loading and ground geometry
Zone B: Liquefaction and post-earthquake strength loss unlikely, check cyclic softening
Zone C: Cyclic liquefaction and strength loss possible depending on soil plasticity, brittleness/sensitivity, strain to peak undrained strength and ground geometry

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.15 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.15 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

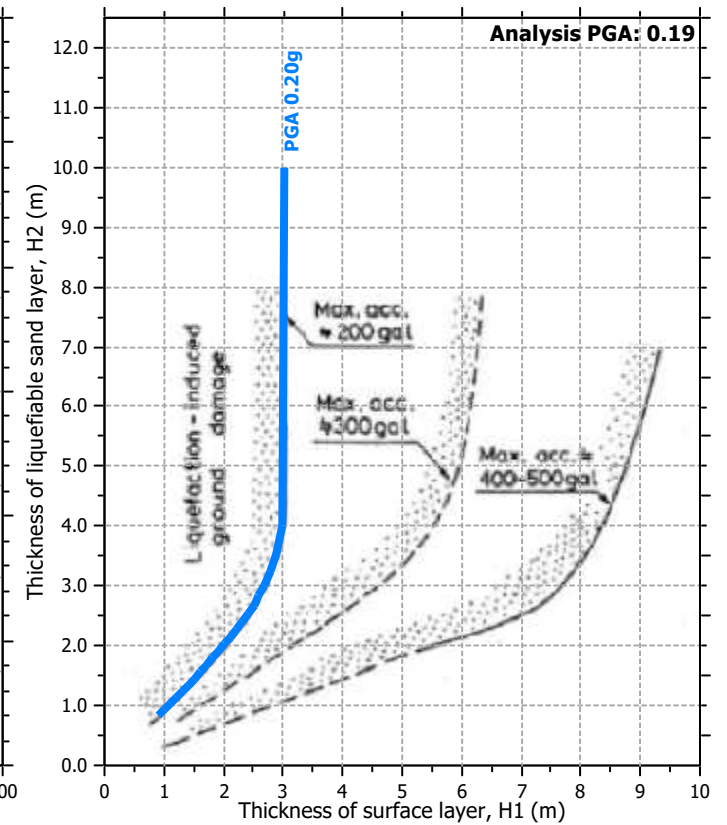
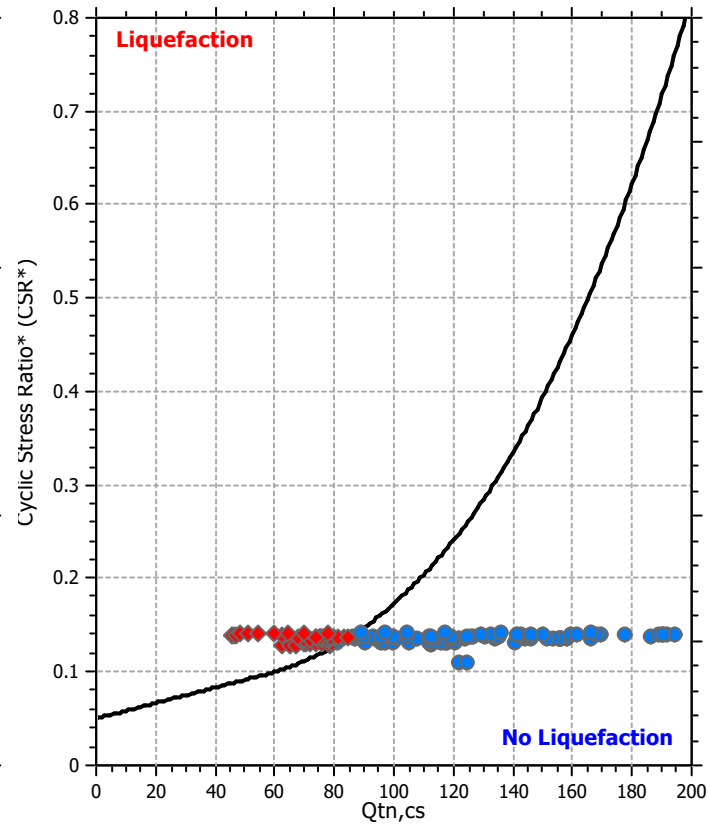
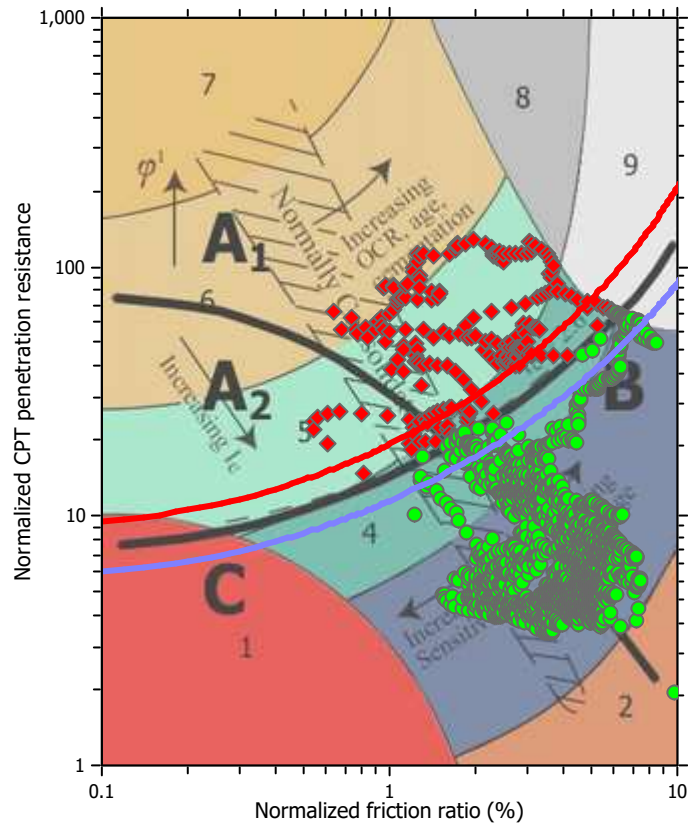
F.S. color scheme

■	Almost certain it will liquefy
■	Very likely to liquefy
■	Liquefaction and no liq. are equally likely
■	Unlike to liquefy
■	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

■	Very high risk
■	High risk
■	Low risk

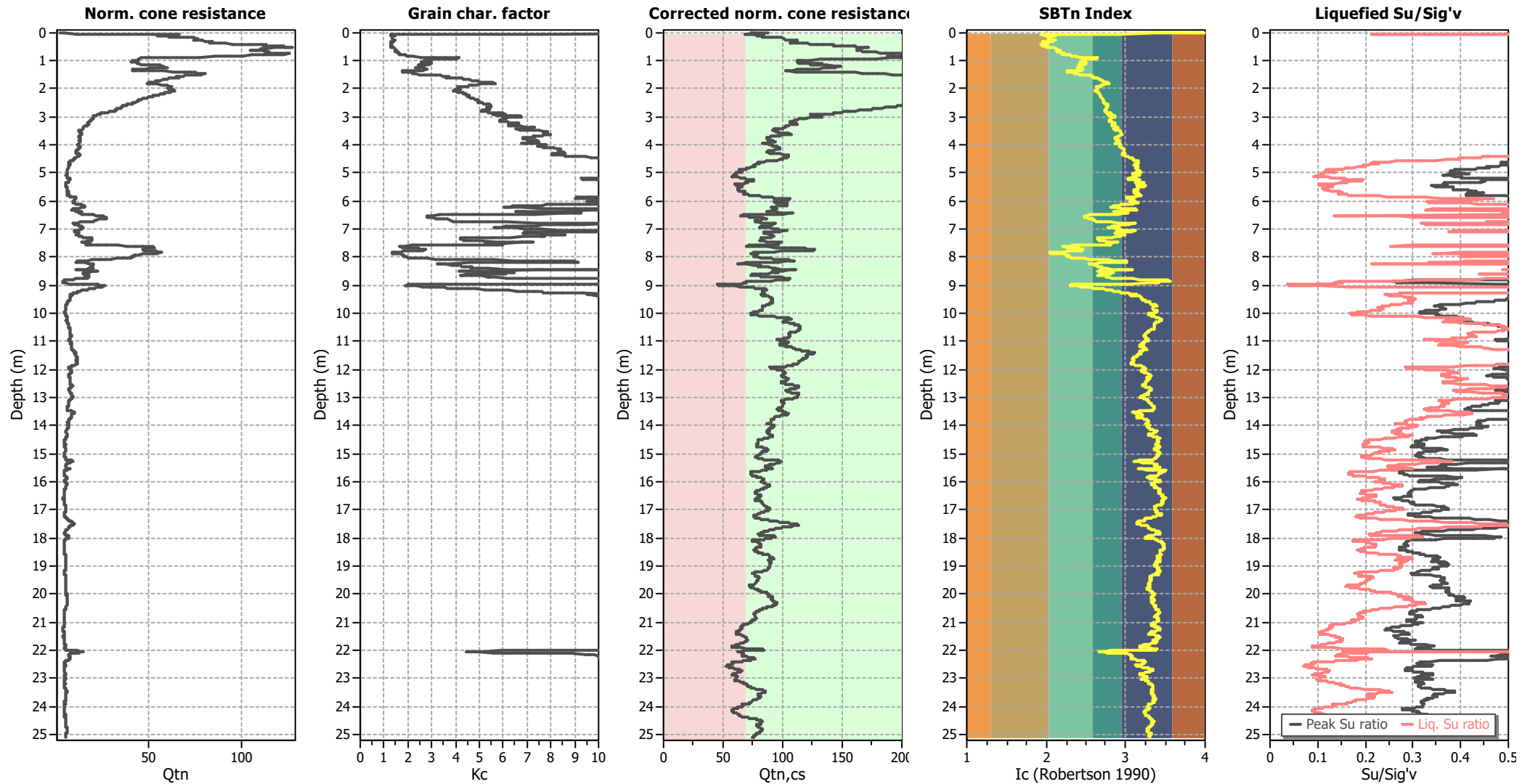
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	3.15 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	No
Earthquake magnitude M _w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.15 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	3.15 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	Robertson (2009)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_o applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.80	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.19	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	3.15 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Allegato 10 – Risposta Sismica Locale di III Livello

1. PREMESSE

Il presente documento illustra i risultati dell'analisi di risposta sismica locale di terzo livello a corredo del progetto "Comparto C4: impianto di stoccaggio, messa in riserva e pretrattamento di rifiuti solidi urbani e speciali e area logistica Comparto C1", la cui realizzazione è prevista in Strada della Lupa nel Comune di Parma (PR).

Sebbene gli strumenti di pianificazione regionali e comunali e in particolare le Norme per la riduzione del rischio sismico, non prescrivano che la progettazione esecutiva di nuove costruzioni ricadenti in classe d'uso II, debba essere effettuata sulla base di analisi di risposta sismica locale, nella presente relazione si è preferito effettuare ugualmente tale verifica, al fine di valutare analiticamente la risposta sismica locale del terreno interessato.

2. RISPOSTA SISMICA LOCALE - PROCEDURA DI CALCOLO

La risposta sismica locale, intesa come l'applicazione di metodi numerici specifici, descrive nel dettaglio il comportamento di un sito in condizioni dinamiche, se e in quale misura il segnale sismico di base viene amplificato, a quali frequenze del terreno, con quali modalità e a quali frequenze dell'oscillatore semplice, che viene assimilato alla struttura di progetto.

Il programma informatico utilizzato in questo studio per il calcolo della risposta sismica è STRATA (Albert R. Kottke, Ellen M. Rathje, University of Texas, Austin).

La procedura di calcolo adoperata per la valutazione della funzione di trasferimento dal bedrock alla superficie del moto sismico richiede, come base di partenza, l'acquisizione di sette accelerogrammi spettrocompatibili e opportunamente scalati messi a disposizione dalla Regione Emilia-Romagna (TR475_ID15163 - Tempo di Ritorno di 475 anni) e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- modulo di taglio normalizzato in funzione della deformazione;
- coefficiente di smorzamento viscoso in funzione della deformazione;
- spessore;

Il programma informatico Strata esegue l'analisi della risposta equivalente-lineare del sito nel dominio della frequenza utilizzando i moti di ingresso nel dominio del tempo o i metodi della teoria delle vibrazioni casuali (RVT) e consente la randomizzazione delle proprietà del sito.

Il programma fornisce una analisi della propagazione delle onde elastiche lineari equivalenti, utilizzando sia il metodo delle serie temporali che quello della teoria delle vibrazioni casuali. Con il metodo delle serie temporali, un singolo moto viene propagato attraverso il sito per calcolare il moto del terreno compatibile con la deformazione alla superficie del sito o a qualsiasi profondità della colonna di terreno. Utilizzando la teoria delle vibrazioni casuali, la risposta massima attesa viene calcolata da uno spettro medio di ampiezza di Fourier (solo ampiezza) e dalla durata.

STRATA calcola la risposta dinamica del sito di una colonna di terreno monodimensionale utilizzando la propagazione lineare delle onde, con le proprietà dinamiche del terreno dipendenti dalla deformazione. Questo metodo è comunemente chiamato metodo di analisi lineare equivalente e

calcola solo la risposta per le onde di taglio a propagazione verticale e polarizzate orizzontalmente, propagate attraverso un sito con strati orizzontali (metodo 1D).

Per la propagazione lineare elastica e monodimensionale delle onde, si ipotizza che il terreno si comporti come un solido di Kelvin-Voigt, in cui la risposta dinamica è descritta utilizzando una molla puramente elastica e uno smorzatore puramente viscoso (Kramer 1996).

3. RISULTATI

Di seguito vengono riportati i dati di input inseriti nel programma informatico STRATA, i valori di accelerazione di picco alla superficie del terreno indotti dai sette accelerogrammi e la media di tali accelerazioni.

Dalla regolarizzazione dei 7 accelerogrammi opportunamente scalati per l'area interessata dall'intervento e messi a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, si vede come il valore dello S_e nel tratto T_B - T_C dello spettro regolarizzato sia pari a 0,376g (curva rossa nel grafico di regolarizzazione dello spettro medio di accelerazione), inferiore rispetto al valore dello S_e nello stesso tratto dello spettro di risposta orizzontale per un terreno di tipo D – Classe d'uso II per lo Stato limite SLV delle NTC 2018 (con T_R di 475 anni), pari a 0,557g (curva verde chiaro) e inferiore anche al valore dello S_e per un terreno di tipo C, pari a 0.464 g (curva verde).

Reggio nell'Emilia, 29 ottobre 2023



Dott. Geol. STEFANO RIGHETTI
Sez A Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna n.936

Comparto C4: impianto di stoccaggio, messa in riserva e pretrattamento di rifiuti solidi urbani e speciali e area logistica Comparto C1 – Strada della Lupa – Parma.

Spettri di risposta elastici da studi di RSL III livello – dati in ingresso

Soil Profile

	Name	Unit Weight (kN/m ³)	G/G_max Model	Damping Model	Damp. Limit (%)
1	Argilla marrone	18.63	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0,5
2	Argilla grigia	18.63	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0,5
3	Argilla a	18.63	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0,5
4	Torba	18.63	Torba	Torba	0,5
5	Argilla b	18.63	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0,5
6	Argilla c	18.63	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0,5
7	Argilla limosa	18.15	Argilla limosa	Argilla limosa	0,5
8	Sabbie fini	17.51	Idriss (1990), Sand	Idriss (1990), Sand	0,5
9	Ghiaia	17.41	Rollins 1998 ghiaie	Rollins 1998 ghiaie	0,5
10	Sabbie fini a	17.48	Idriss (1990), Sand	Idriss (1990), Sand	0,5
11	Ghiaia a	17.16	Rollins 1998 ghiaie	Rollins 1998 ghiaie	0,5
12	Argilla d	18.63	Idriss (1990), Clay	Idriss (1990), Clay	0,5
13	Sabbie	17.51	Idriss (1990), Sand	Idriss (1990), Sand	0,5
14	Ghiaie e sabbie	17.41	Ghiaie e sabbie	Ghiaie e sabbie	0,5

Soil Types

	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	1.00	Argilla marrone	185.00
2	1.00	1.00	Argilla grigia	230.00
3	2.00	2.00	Argilla a	230.00
4	4.00	4.00	Torba	200.00
5	8.00	5.00	Argilla b	160.00
6	13.00	5.00	Argilla c	160.00
7	18.00	4.00	Argilla limosa	165.00
8	22.00	5.00	Sabbie fini	165.00
9	27.00	4.00	Ghiaia	250.00
10	31.00	4.00	Sabbie fini a	328.00
11	35.00	3.40	Ghiaia a	380.00
12	38.40	4.30	Argilla d	420.00
13	42.70	4.70	Sabbie	605.00
14	47.40	30.60	Ghiaie e sabbie	750.00
15	78.00	Half-Space	Bedrock	800.00

Period T (s)	Peak Ground Acceleration							
	1 (g)	2 (g)	3 (g)	4 (g)	5 (g)	6 (g)	7 (g)	media (g)
0.01	0.14371164	0.12198643	0.13445865	0.13993131	0.15328406	0.14853475	0.15074632	0.1418076
0.02	0.14549398	0.12241444	0.136774	0.14034864	0.15367462	0.14879666	0.15175411	0.1427509
0.03	0.14902934	0.12336124	0.14139877	0.14111933	0.15439157	0.14935252	0.15320136	0.1445506
0.04	0.15470595	0.12445663	0.14620454	0.14380477	0.15513429	0.16246242	0.15555641	0.1489036
0.05	0.16169332	0.12492649	0.15169124	0.14619288	0.15645032	0.16192753	0.15291795	0.1508285
0.06	0.17363784	0.12779695	0.15669776	0.15082832	0.15958449	0.21150798	0.15791436	0.1625668
0.07	0.18919337	0.1303622	0.16545678	0.16012552	0.1631272	0.21919725	0.18941934	0.1738402
0.08	0.1954545	0.15390715	0.20542143	0.18104575	0.16837312	0.23919321	0.19305903	0.1909220
0.09	0.20989911	0.16458422	0.28158539	0.2040681	0.17222295	0.24298439	0.2541935	0.2185054
0.1	0.22452389	0.19296511	0.34791851	0.20062969	0.18485154	0.27378286	0.33820998	0.2518402
0.11	0.23507025	0.23741983	0.36813857	0.21369941	0.17764714	0.25577028	0.31448414	0.2574614
0.12	0.2324819	0.20349831	0.37315683	0.2808616	0.20704337	0.3114779	0.37089617	0.2827737
0.13	0.23175538	0.18184725	0.3552972	0.29458734	0.22996259	0.32295324	0.47712899	0.2990760
0.14	0.3126069	0.1776994	0.34730721	0.33808402	0.2308797	0.2756602	0.55232593	0.3192233
0.15	0.38563563	0.2024611	0.290507	0.38783363	0.23079219	0.32423407	0.52338008	0.3349777
0.16	0.47536488	0.19951603	0.25564247	0.4070453	0.22105622	0.32728599	0.57844536	0.3520509
0.17	0.50060347	0.19957787	0.23466602	0.3951405	0.23846792	0.26509648	0.50490809	0.3340658
0.18	0.4444459	0.18919774	0.22701122	0.4279299	0.24753497	0.2586469	0.57222509	0.3381417
0.19	0.37007514	0.23660779	0.23900866	0.44932406	0.27708553	0.29720764	0.50708352	0.3394846
0.2	0.39726145	0.25005369	0.27013148	0.5028823	0.2995375	0.3232211	0.6055531	0.3783772
0.21	0.41573328	0.25950313	0.30478421	0.51485834	0.31152347	0.2883841	0.58988685	0.3835248
0.22	0.49397133	0.26193542	0.33233813	0.53925511	0.2919452	0.306261	0.54147963	0.3953123
0.23	0.60457905	0.2564049	0.35224393	0.53821022	0.32089572	0.3103209	0.50793831	0.4129419
0.24	0.75259372	0.27990344	0.39435765	0.49766645	0.29683621	0.32661825	0.57197819	0.4457077
0.25	0.7500767	0.251383	0.43337488	0.45931469	0.29621391	0.30892394	0.53507914	0.4334809
0.26	0.73807968	0.23027608	0.45677342	0.48040127	0.30460655	0.31254257	0.52847085	0.4358786
0.27	0.67114935	0.2433913	0.46477016	0.48635958	0.27373969	0.31311997	0.5721238	0.4320934
0.28	0.57705565	0.28636919	0.45923904	0.49522712	0.30529616	0.31750066	0.57390718	0.4306564
0.29	0.50475516	0.29325831	0.44347785	0.48157956	0.29741309	0.338803	0.49318423	0.4074959

0.3	0.56967125	0.33555494	0.42132194	0.4278884	0.31336546	0.36472455	0.39606376	0.4040843
0.31	0.59177084	0.34314766	0.42070957	0.46285796	0.3110579	0.37588371	0.33893645	0.4063377
0.32	0.59096495	0.33326234	0.41609986	0.49282695	0.32548747	0.36856054	0.28761549	0.4021168
0.33	0.55757564	0.31076481	0.40329472	0.49434641	0.34064987	0.36018366	0.24832546	0.3878772
0.34	0.48891727	0.26802214	0.38432657	0.48709431	0.35337773	0.34443011	0.26033121	0.3694999
0.35	0.40042652	0.25519953	0.36112864	0.47387896	0.36080823	0.32372074	0.2546812	0.3471205
0.36	0.31472897	0.25212672	0.33577907	0.45555391	0.35286056	0.30656886	0.24363939	0.3230368
0.37	0.26763744	0.2496752	0.30994509	0.43635412	0.33334797	0.29298552	0.23103665	0.3029974
0.38	0.24520936	0.24160423	0.28532447	0.41420892	0.31287255	0.27870421	0.22535771	0.2861831
0.39	0.22932847	0.22900806	0.26325154	0.40859427	0.29648171	0.25778201	0.22635646	0.2729718
0.4	0.22673766	0.21582511	0.24491	0.38856596	0.28071872	0.24397679	0.22374346	0.2606397
0.41	0.23659934	0.2073971	0.23117157	0.35568387	0.27040232	0.23340364	0.22058794	0.2507494
0.42	0.25010027	0.21727724	0.22233368	0.31673533	0.27983647	0.22190481	0.207176	0.2450520
0.43	0.25921342	0.23491955	0.21822118	0.27434861	0.28262955	0.21801611	0.18969137	0.2395771
0.44	0.27134332	0.25082367	0.21809841	0.22957811	0.27991363	0.21977213	0.17251495	0.2345777
0.45	0.29514992	0.26346883	0.22089631	0.19042646	0.27362319	0.22382311	0.17983801	0.2353180
0.46	0.30770375	0.27071399	0.22542115	0.19659212	0.26687802	0.22656706	0.18714241	0.2401455
0.47	0.3101145	0.27002918	0.23071196	0.19841282	0.26206057	0.22415967	0.18883963	0.2406183
0.48	0.3051381	0.25975267	0.23592599	0.19718705	0.25837152	0.21552549	0.18403843	0.2365628
0.49	0.29551214	0.241436	0.24047069	0.19367197	0.25294568	0.20353542	0.17491709	0.2289270
0.5	0.28372251	0.21840892	0.24392749	0.1980609	0.24371901	0.19008215	0.16352384	0.2202064
0.51	0.27184373	0.19442145	0.24607663	0.20577601	0.23103424	0.17754975	0.15045968	0.2110231
0.52	0.26150226	0.17492412	0.24684618	0.20944454	0.21679672	0.16824117	0.13603568	0.2019701
0.53	0.25353358	0.16345021	0.24625876	0.21001036	0.20379874	0.16035039	0.12154051	0.1941346
0.54	0.24814416	0.16328563	0.24441328	0.20787734	0.19509087	0.1518294	0.1094097	0.1885786
0.55	0.24504382	0.16515672	0.24146578	0.20302635	0.19311366	0.14520948	0.10252695	0.1850775
0.56	0.24295918	0.17202155	0.2376965	0.19536761	0.19844968	0.14308776	0.10092213	0.1843578
0.57	0.23987441	0.1837162	0.23325979	0.18480189	0.20938775	0.14434458	0.10199621	0.1853401
0.58	0.23458713	0.19476777	0.22832255	0.17169524	0.222944	0.14697081	0.10427657	0.1862234
0.59	0.2275998	0.20705048	0.22300642	0.15715983	0.23636863	0.14979692	0.10530949	0.1866131
0.6	0.21819563	0.21822783	0.21740573	0.15348689	0.24761465	0.15160424	0.10340697	0.1871346
0.61	0.20656637	0.22161112	0.21596455	0.16346526	0.25556638	0.15138413	0.103522	0.1882971

0.62	0.19366944	0.2214422	0.21470156	0.17061445	0.25975188	0.14957209	0.10953587	0.1884696
0.63	0.18163654	0.22214696	0.21320228	0.17556617	0.26029763	0.14810892	0.11216745	0.1875894
0.64	0.17466219	0.2200476	0.21143485	0.17888122	0.25767981	0.14893106	0.11287317	0.1863586
0.65	0.16544093	0.21550207	0.20950195	0.18100973	0.25268178	0.15251283	0.11299491	0.1842349
0.66	0.15441551	0.21446662	0.20743051	0.18213803	0.24861823	0.15798073	0.11316135	0.1826016
0.67	0.14208102	0.22937267	0.20511217	0.18215217	0.27194861	0.16455065	0.1166245	0.1874060
0.68	0.1417424	0.23995224	0.20242496	0.1808078	0.29017784	0.1723563	0.12285023	0.1929017
0.69	0.14924564	0.24612235	0.20277076	0.17794548	0.30250642	0.18193321	0.12957644	0.1985858
0.7	0.15253085	0.24824714	0.21070694	0.17351467	0.30934359	0.1931577	0.13591788	0.2033455
0.71	0.15074385	0.25839769	0.21662531	0.1676775	0.31181995	0.20499049	0.14059399	0.2072641
0.72	0.14454352	0.26666111	0.22054993	0.16068051	0.31105007	0.21642401	0.14395904	0.2091240
0.73	0.13556501	0.27266866	0.22261112	0.15285786	0.30780882	0.22737357	0.14369317	0.2089397
0.74	0.13145781	0.27689581	0.22303321	0.14454943	0.30895224	0.23856542	0.13885781	0.2089017
0.75	0.13136374	0.28244902	0.22202235	0.1361096	0.30668204	0.25063444	0.139144	0.2097722
0.76	0.13220509	0.29442412	0.21985931	0.12787674	0.30006565	0.26338884	0.14408433	0.2117006
0.77	0.13989619	0.30488337	0.21684989	0.12021905	0.28945565	0.27605189	0.14782912	0.2135979
0.78	0.14634678	0.31458547	0.21327481	0.11346419	0.28214037	0.28795015	0.1502441	0.2154294
0.79	0.15209039	0.3240794	0.20935044	0.10789569	0.28745589	0.30492565	0.15635311	0.2203072
0.8	0.15790503	0.33371714	0.20519297	0.10365666	0.29169625	0.32385723	0.16001016	0.2251479
0.81	0.16469915	0.34370415	0.20084047	0.10075059	0.29480893	0.34162513	0.16112901	0.2296511
0.82	0.17322445	0.35432987	0.19629343	0.09902318	0.296873	0.35769314	0.15977433	0.2338873
0.83	0.18375275	0.36579507	0.19156675	0.0981946	0.29805248	0.3712691	0.15612743	0.2378226
0.84	0.19588136	0.37812102	0.18672458	0.09792838	0.29855158	0.38176834	0.15047589	0.2413502
0.85	0.20879616	0.39091569	0.18273951	0.09790395	0.30025702	0.38889742	0.14319991	0.2446728
0.86	0.22156219	0.40348531	0.17870503	0.09785788	0.30148885	0.39278698	0.13473318	0.2472313
0.87	0.23344156	0.41521602	0.17453597	0.0976121	0.30222992	0.39385567	0.13637079	0.2504660
0.88	0.24394882	0.42570119	0.17027252	0.09707289	0.30262602	0.39271459	0.14434052	0.2538109
0.89	0.25962204	0.43472083	0.16591791	0.09622275	0.30283434	0.38987173	0.14966461	0.2569792
0.9	0.27305206	0.44206474	0.16147541	0.09511111	0.30291802	0.38559707	0.15274816	0.2589952
0.91	0.28372478	0.44765296	0.15697306	0.093837	0.30302304	0.3800155	0.15408179	0.2599012
0.92	0.29117597	0.45152929	0.15246281	0.09253757	0.30325697	0.37320817	0.15418025	0.2597644
0.93	0.29497152	0.46120656	0.15078285	0.09135586	0.31543468	0.36531769	0.15350968	0.2617970

0.94	0.29488179	0.46874517	0.15213596	0.0904448	0.32777101	0.35653722	0.15248131	0.2632853
0.95	0.29089078	0.47314114	0.15237636	0.08993309	0.33784152	0.34933493	0.15138505	0.2635576
0.96	0.28329594	0.47543251	0.15156299	0.08992238	0.34510977	0.34134649	0.15038483	0.2624364
0.97	0.27275691	0.47842781	0.14978268	0.09047051	0.34948815	0.33276395	0.1495064	0.2604566
0.98	0.26020438	0.47720824	0.14759145	0.0915963	0.35107377	0.32397691	0.14870107	0.2571932
0.99	0.24664053	0.47196232	0.14618381	0.09326821	0.35735559	0.31530038	0.14782015	0.2540759
1	0.23476215	0.4630307	0.14436097	0.09542143	0.36546258	0.30682356	0.14668592	0.2509353
1.01	0.22370658	0.4509635	0.14209426	0.09796876	0.37006558	0.30012077	0.14511021	0.2471471
1.02	0.21365092	0.43622441	0.13939062	0.10080878	0.37076025	0.29499066	0.14293529	0.2426801
1.03	0.20502214	0.41917578	0.13624238	0.10383621	0.36724135	0.2896105	0.14002816	0.2373081
1.04	0.19793879	0.40042201	0.1326501	0.10695007	0.36748148	0.28347078	0.13632919	0.2321775
1.05	0.19226515	0.38075831	0.12862266	0.11005635	0.37310121	0.27619702	0.13181611	0.2275453
1.06	0.18766456	0.36107154	0.12421755	0.11307998	0.3778109	0.267544	0.12652228	0.2225587
1.07	0.18373693	0.34231982	0.11951491	0.11594887	0.38150802	0.25747864	0.12051551	0.2172890
1.08	0.18015065	0.32536578	0.11456726	0.11861046	0.38421638	0.24612871	0.11390143	0.2118487
1.09	0.17664558	0.31096305	0.10944409	0.12102689	0.38605482	0.23372811	0.10681648	0.2063827
1.1	0.17303395	0.30262823	0.10421886	0.12317513	0.3870458	0.22056209	0.10128193	0.2017066
1.11	0.16922188	0.29933813	0.09896406	0.12503906	0.38699387	0.20784465	0.09528634	0.1975269
1.12	0.1651834	0.29471121	0.09372855	0.12662013	0.38574237	0.19843829	0.08897471	0.1933427
1.13	0.16090864	0.29315707	0.08856306	0.12792806	0.38344981	0.18866584	0.08248307	0.1893079
1.14	0.15640523	0.29904712	0.08351524	0.12897319	0.38041376	0.17869772	0.07596502	0.1861453
1.15	0.15174769	0.30712234	0.07863134	0.12978625	0.37674532	0.1695396	0.07442693	0.1839999
1.16	0.14704037	0.31604769	0.07394825	0.13038572	0.37233675	0.16290331	0.07362544	0.1823268
1.17	0.14240836	0.32489816	0.06948923	0.13081175	0.36704	0.15606793	0.07276665	0.1804974
1.18	0.1380044	0.33312223	0.06527282	0.13108889	0.36080308	0.15143078	0.07198321	0.1788151
1.19	0.13403096	0.34044617	0.06132657	0.13126022	0.35380834	0.14819505	0.07101409	0.1771545
1.2	0.13063398	0.34666166	0.05767069	0.13135209	0.34634457	0.14486277	0.069889	0.1753450
1.21	0.1278995	0.35157258	0.05528302	0.1314038	0.33858259	0.1414152	0.06862326	0.1735400
1.22	0.12585216	0.35500067	0.05400901	0.1314415	0.33042234	0.13783697	0.06723567	0.1716855
1.23	0.12444703	0.35681062	0.0527598	0.13149593	0.32826946	0.13411985	0.06574324	0.1705208
1.24	0.1235104	0.35707085	0.051527	0.13159465	0.33743429	0.1302888	0.0641587	0.1707978
1.25	0.12279227	0.3560388	0.05030912	0.1317678	0.34387928	0.12636142	0.06249369	0.1705203

1.26	0.12268183	0.35402189	0.04910776	0.13204347	0.34711491	0.12237482	0.06076397	0.1697298
1.27	0.12279347	0.35609604	0.04792434	0.13244722	0.34689312	0.11836105	0.05897622	0.1690702
1.28	0.12254862	0.35754805	0.04676226	0.13297673	0.34309889	0.11434536	0.05714218	0.1677746
1.29	0.12171501	0.35823618	0.04562545	0.1336024	0.33582531	0.11035205	0.05527386	0.1658043
1.3	0.12015839	0.35819604	0.04451309	0.13428673	0.32721773	0.1064027	0.05515474	0.1637042
1.31	0.11785611	0.35744075	0.04341941	0.13499059	0.31657432	0.10289206	0.0562303	0.1613434
1.32	0.11486669	0.35583389	0.04233944	0.13568903	0.303409	0.10043847	0.0570327	0.1585156
1.33	0.11130001	0.35313816	0.04126868	0.13635886	0.2882682	0.09804184	0.05754306	0.1551313
1.34	0.10731011	0.34918697	0.04021271	0.13697827	0.27184084	0.09570822	0.05775692	0.1512849
1.35	0.10310428	0.34398333	0.03918479	0.13753636	0.2548641	0.09344341	0.05768445	0.1471144
1.36	0.09892437	0.33764491	0.03818732	0.13801798	0.24178822	0.09125442	0.05826941	0.1434409
1.37	0.09504282	0.33038706	0.0372224	0.13842048	0.23397421	0.08914973	0.05953973	0.1405338
1.38	0.09172474	0.32245579	0.03627537	0.13873438	0.22548337	0.09089275	0.06054328	0.1380157
1.39	0.09031617	0.31395635	0.03533162	0.13895445	0.22129891	0.09213596	0.06127321	0.1361810
1.4	0.08929076	0.30627778	0.03438849	0.13908039	0.21859066	0.09281239	0.06172809	0.1345955
1.41	0.08834674	0.30091702	0.03346088	0.13911465	0.21529644	0.09292123	0.06190848	0.1331379
1.42	0.08742611	0.29458587	0.03257159	0.13905221	0.21141356	0.09294917	0.061822	0.1314029
1.43	0.08809265	0.28745504	0.03172876	0.13890051	0.20692648	0.09258133	0.06147823	0.1295947
1.44	0.08982274	0.2799013	0.03091381	0.13865581	0.20184613	0.09157429	0.06088723	0.1276573
1.45	0.09202756	0.27230773	0.0301057	0.1383233	0.1965832	0.0899437	0.06006867	0.1256228
1.46	0.0944784	0.26487255	0.02928899	0.13789875	0.19490758	0.08772474	0.05903468	0.1240294
1.47	0.09698177	0.25762547	0.02847896	0.13738631	0.19323428	0.08501444	0.05781075	0.1223617
1.48	0.09939216	0.25053832	0.02833176	0.13678144	0.19168081	0.08193476	0.05641405	0.1207248
1.49	0.10160106	0.24360569	0.02819931	0.13608706	0.19038925	0.07893632	0.05486856	0.1190982
1.5	0.10351789	0.23679042	0.02805736	0.13530329	0.18941123	0.07687202	0.05320061	0.1175933
1.51	0.10504514	0.23005582	0.02790981	0.13442982	0.19000592	0.07440981	0.05143234	0.1161841
1.52	0.10610848	0.22335251	0.02775197	0.13347462	0.18964728	0.07164638	0.04958831	0.1145099
1.53	0.10667455	0.21671039	0.02756938	0.13243449	0.18813784	0.06869036	0.04769451	0.1125588
1.54	0.10675009	0.21024923	0.02735791	0.13131974	0.18635704	0.06648534	0.04577325	0.1106132
1.55	0.10634102	0.20412379	0.02712106	0.13013013	0.18561319	0.06651813	0.04384798	0.1090993
1.56	0.10542513	0.19845372	0.0268647	0.12887568	0.18504966	0.0663905	0.04194072	0.1075714
1.57	0.10396632	0.19326021	0.02659214	0.12755867	0.18463761	0.06610554	0.04007339	0.1060277

1.58	0.10216996	0.18850877	0.0263009	0.12619146	0.18420555	0.06566872	0.03826538	0.1044730
1.59	0.1027811	0.18413876	0.02598514	0.12478059	0.18354335	0.06509089	0.03653337	0.1032647
1.6	0.10291526	0.18011396	0.02564474	0.12333608	0.18253792	0.06438616	0.03489416	0.1019755
1.61	0.10258111	0.17639031	0.02528508	0.12187086	0.18123583	0.0635691	0.03336025	0.1006132
1.62	0.10176608	0.17290855	0.02491268	0.12039585	0.17984064	0.06265434	0.0319435	0.0992031
1.63	0.10042189	0.16955155	0.02452961	0.11892205	0.17861226	0.06165795	0.03065241	0.0977640
1.64	0.09927678	0.16617676	0.02413487	0.11797489	0.17774641	0.06059588	0.02949228	0.0964854
1.65	0.0991812	0.1626597	0.02372574	0.12006645	0.17728692	0.05948338	0.02908419	0.0959268
1.66	0.09901374	0.15893722	0.02330144	0.12166004	0.17710822	0.05833438	0.02875775	0.0953018
1.67	0.09884215	0.1550276	0.02286193	0.12277888	0.17696829	0.057161	0.02840693	0.0945781
1.68	0.10018309	0.15101858	0.02241046	0.12344507	0.17660144	0.05597305	0.02802833	0.0939514
1.69	0.1020718	0.14704561	0.02195088	0.12368217	0.17581791	0.05477846	0.0276293	0.0932823
1.7	0.10383201	0.14420296	0.02148751	0.12349848	0.17454296	0.05358398	0.02720757	0.0926222
1.71	0.10541603	0.141771	0.0210225	0.12290567	0.17284183	0.05239104	0.02676833	0.0918738
1.72	0.10678007	0.1396652	0.02055753	0.12191995	0.17089006	0.05119712	0.02631203	0.0910460
1.73	0.10790332	0.13798809	0.02009355	0.12056234	0.16888295	0.05030719	0.02584012	0.0902254
1.74	0.10878048	0.13675408	0.019631	0.11885865	0.16698522	0.05042427	0.02535724	0.0895416
1.75	0.10942108	0.13588125	0.01916678	0.11683541	0.16527658	0.0505105	0.02486111	0.0888504
1.76	0.10982153	0.135212	0.01869843	0.11451849	0.16375094	0.05056514	0.02463613	0.0881718
1.77	0.10997045	0.13455904	0.01822519	0.1119343	0.16234788	0.05058656	0.02471311	0.0874766
1.78	0.10985488	0.13376774	0.01774955	0.10910932	0.16099428	0.05057255	0.02481255	0.0866944
1.79	0.10947991	0.13275919	0.01727563	0.10607066	0.15963507	0.05052057	0.02492463	0.0858094
1.8	0.10886169	0.13155121	0.0168097	0.10284146	0.15824111	0.05042804	0.025041	0.0848249
1.81	0.10803856	0.13022514	0.01635739	0.09944476	0.15679678	0.05029257	0.02515372	0.0837584
1.82	0.10703391	0.12888781	0.01591908	0.09590584	0.15528274	0.05011216	0.02525461	0.0826280
1.83	0.10586058	0.12762413	0.01549312	0.09224444	0.15366159	0.04988538	0.02533967	0.0814441
1.84	0.10450424	0.12645529	0.01507442	0.08866352	0.15188613	0.04961142	0.0254018	0.0802281
1.85	0.10295153	0.12535371	0.0147485	0.08723538	0.14991881	0.04929131	0.0254376	0.0792767
1.86	0.10118921	0.12425147	0.01457437	0.0858155	0.14775209	0.04892487	0.02544403	0.0782788
1.87	0.09923565	0.12309463	0.01439134	0.08440573	0.14541882	0.04851292	0.02541771	0.0772110
1.88	0.09712544	0.12185576	0.01419841	0.08300837	0.14297466	0.04805741	0.02535679	0.0760824
1.89	0.09491167	0.12056307	0.0139963	0.08162472	0.14133765	0.04756089	0.02525997	0.0750363

1.9	0.09264475	0.1192777	0.01378864	0.08025852	0.14045239	0.04702648	0.02512652	0.0740821
1.91	0.09036712	0.11807849	0.0135805	0.07902483	0.13951907	0.04645773	0.0249562	0.0731406
1.92	0.08925145	0.11702659	0.0133743	0.07814875	0.13855641	0.04585853	0.02474922	0.0724236
1.93	0.08807927	0.11615437	0.01317164	0.07727938	0.13756832	0.04523316	0.02450622	0.0717132
1.94	0.08681235	0.11545535	0.01297202	0.07641559	0.13827557	0.04458792	0.02422896	0.0712497
1.95	0.08542797	0.1148849	0.01277343	0.07555763	0.13994209	0.04392527	0.02391824	0.0709185
1.96	0.08392891	0.11438552	0.0125748	0.07470567	0.14137638	0.0432493	0.02357548	0.0705423
1.97	0.08235055	0.1138939	0.01237459	0.0738599	0.14263064	0.04256616	0.02320305	0.0701255
1.98	0.08073852	0.11336432	0.01217394	0.07302121	0.14376637	0.04187863	0.02280325	0.0696780
1.99	0.07914015	0.11275956	0.01197298	0.07218903	0.14563761	0.04118924	0.02237779	0.0693238
2	0.07758204	0.11205797	0.01177374	0.07136338	0.14895221	0.04050406	0.02192985	0.0691662
2.01	0.07606187	0.11124403	0.01157618	0.07054441	0.15226283	0.03982212	0.02163783	0.0690213
2.02	0.07455134	0.1103045	0.01138081	0.06973227	0.15552722	0.03914913	0.02176591	0.0689159
2.03	0.07300885	0.1092286	0.0111868	0.06892713	0.15867094	0.03848347	0.02187152	0.0687682
2.04	0.07139708	0.10801148	0.01099324	0.06812914	0.16159807	0.0378296	0.02195475	0.0685591
2.05	0.06969998	0.10665826	0.01080012	0.06733847	0.16422655	0.03718499	0.02201586	0.0682749
2.06	0.06835685	0.10518553	0.01060693	0.06655526	0.16650326	0.03655381	0.02205526	0.0679738
2.07	0.06698138	0.10361701	0.01041495	0.06577959	0.16842606	0.03593264	0.02207346	0.0676036
2.08	0.06559383	0.10309046	0.010233	0.06501148	0.17002469	0.03532385	0.02207112	0.0673355
2.09	0.0642388	0.10355382	0.0100842	0.06425092	0.17135768	0.03472542	0.02204898	0.0671800
2.1	0.06294708	0.10398177	0.00993968	0.06349789	0.17248133	0.03413709	0.02200785	0.0669990
2.11	0.06173132	0.10438096	0.00980014	0.06275234	0.17343831	0.03355891	0.02194886	0.0668015
2.12	0.06057981	0.1047372	0.00966572	0.06201428	0.17425439	0.03298821	0.02187297	0.0665875
2.13	0.05946159	0.10502439	0.00953564	0.06128412	0.17493015	0.03242663	0.02178095	0.0663491
2.14	0.05833818	0.10520835	0.00940885	0.06056167	0.17546816	0.0318711	0.02167381	0.0660757
2.15	0.05717188	0.10525867	0.00928421	0.05984662	0.17586959	0.03132155	0.0215527	0.0657579
2.16	0.05594027	0.10515649	0.00916079	0.05913889	0.17616169	0.03077784	0.02141905	0.0653936
2.17	0.05464283	0.10490694	0.00903817	0.05843836	0.1763874	0.03023777	0.02127338	0.0649893
2.18	0.05330033	0.1045279	0.00891645	0.05774495	0.17660385	0.02970271	0.02111686	0.0645590
2.19	0.05194927	0.10405743	0.00879615	0.05705862	0.17686581	0.02917079	0.02095089	0.0641213
2.2	0.05063326	0.1035289	0.00867801	0.05637966	0.17720693	0.02864175	0.02077585	0.0636921
2.21	0.04941703	0.10297318	0.00856268	0.05570847	0.17762545	0.02811668	0.0205932	0.0632852

2.22	0.04844959	0.10240185	0.00845055	0.05504441	0.17807754	0.02759386	0.02040351	0.0629173
2.23	0.04758458	0.10180963	0.00834167	0.05438745	0.17847994	0.02707443	0.02020761	0.0625550
2.24	0.04684109	0.1011766	0.00823569	0.05373755	0.17872616	0.02655839	0.02000654	0.0621831
2.25	0.04621964	0.10046992	0.008132	0.05309464	0.17869869	0.02604518	0.01980057	0.0617801
2.26	0.04570268	0.09965869	0.00802991	0.05245923	0.17830566	0.02553644	0.01959081	0.0613262
2.27	0.04525709	0.09872133	0.00792878	0.05183097	0.17749259	0.02503165	0.01937764	0.0608057
2.28	0.04484249	0.09765334	0.00782824	0.05120951	0.17626517	0.02453092	0.01916153	0.0602130
2.29	0.04441957	0.09647128	0.00772823	0.05059483	0.17469012	0.02403593	0.01894307	0.0595547
2.3	0.04395702	0.09520964	0.00762901	0.0499869	0.17288294	0.02354616	0.01872302	0.0588478
2.31	0.04343608	0.09391232	0.00753107	0.04938571	0.17098863	0.02307091	0.01850153	0.0581180
2.32	0.04285291	0.09262938	0.00743497	0.04879155	0.1691474	0.02285188	0.01827904	0.0574267
2.33	0.04221691	0.09139949	0.0073412	0.04820412	0.16747763	0.02263498	0.01805595	0.0567615
2.34	0.041547	0.09025041	0.00725006	0.04762313	0.16605285	0.02241994	0.01783259	0.0561394
2.35	0.04086813	0.08919264	0.00716165	0.0470485	0.16489341	0.02220677	0.01760929	0.0555686
2.36	0.04020675	0.08821896	0.00707582	0.04648017	0.16396688	0.02199564	0.0173863	0.0550472
2.37	0.03958789	0.08730663	0.00699225	0.04591809	0.16319769	0.02178678	0.01716392	0.0545648
2.38	0.03903341	0.08642342	0.00691051	0.04536226	0.16247519	0.02158041	0.01694261	0.0541040
2.39	0.03855671	0.08553342	0.00683017	0.04481268	0.16167926	0.02137677	0.01672229	0.0536445
2.4	0.03816345	0.08460397	0.00675089	0.04426933	0.1606996	0.0211761	0.01650308	0.0531666
2.41	0.03785072	0.08361284	0.00667243	0.04373223	0.15945617	0.02100738	0.01628532	0.0526596
2.42	0.03760873	0.08254959	0.00659478	0.04341923	0.15791159	0.02088853	0.01606931	0.0521488
2.43	0.03742096	0.08141658	0.0065181	0.04323533	0.15607362	0.02076778	0.01585472	0.0516124
2.44	0.03726913	0.08022799	0.00644266	0.04301236	0.15399214	0.02064596	0.01564217	0.0510332
2.45	0.03713589	0.0790039	0.00636877	0.04275062	0.15174434	0.02052386	0.01543137	0.0504227
2.46	0.03700464	0.07776533	0.0062967	0.04245227	0.14941763	0.02040095	0.01522254	0.0497943
2.47	0.03686229	0.07652683	0.00622658	0.04211804	0.14709363	0.02027754	0.01501573	0.0491601
2.48	0.03669897	0.07529611	0.00615843	0.04174841	0.1448363	0.02015473	0.01481094	0.0485291
2.49	0.03650736	0.07407162	0.00609778	0.04134568	0.14268504	0.02003225	0.0146082	0.0479068
2.5	0.03628232	0.07284316	0.0060426	0.04091252	0.14065269	0.01990991	0.01440762	0.0472930
2.51	0.03602058	0.07159415	0.00598917	0.04076778	0.1387276	0.01978788	0.01420889	0.0467280
2.52	0.03572085	0.07030516	0.00593761	0.04070696	0.13687885	0.0196672	0.01401259	0.0461756
2.53	0.03538411	0.06895827	0.00588782	0.0406037	0.13506382	0.01954717	0.01381803	0.0456090

2.54	0.03501404	0.06754159	0.00583957	0.04046012	0.13323742	0.01942766	0.01362571	0.0450209
2.55	0.03461732	0.06605367	0.00579247	0.04027815	0.13136129	0.01930867	0.0134354	0.0444067
2.56	0.03420402	0.06450461	0.00574602	0.04005925	0.12941357	0.01919101	0.01324682	0.0437665
2.57	0.03378595	0.06291614	0.00569964	0.03980553	0.12738817	0.01907394	0.01306054	0.0431043
2.58	0.0333762	0.06132061	0.00565285	0.0395178	0.1253015	0.01895718	0.01287605	0.0424289
2.59	0.03298859	0.05975643	0.00560529	0.03919826	0.12318281	0.01884064	0.01269323	0.0417522
2.6	0.03263461	0.05826254	0.00555678	0.03884811	0.12107295	0.01872492	0.0125125	0.0410875
2.61	0.03232387	0.0568737	0.00550731	0.03846883	0.11901317	0.01860943	0.01233354	0.0404471
2.62	0.03206155	0.05561837	0.00545704	0.0380622	0.11703936	0.01849374	0.01215616	0.0398412
2.63	0.03185039	0.05451607	0.00540624	0.0376288	0.11517716	0.01837768	0.01198045	0.0392767
2.64	0.03168814	0.05357758	0.00535529	0.03717068	0.11343808	0.01826168	0.01180668	0.0387569
2.65	0.03156897	0.05280187	0.0053046	0.03676383	0.11181855	0.0181453	0.01163437	0.0382911
2.66	0.03148495	0.05218066	0.00525458	0.03681088	0.11033031	0.01802801	0.01146351	0.0379361
2.67	0.0314231	0.05169922	0.00520563	0.03683605	0.10971947	0.01790965	0.01129422	0.0377268
2.68	0.03137006	0.05133344	0.00515808	0.03683968	0.1091901	0.01779068	0.01112666	0.0375441
2.69	0.03131013	0.05105598	0.00511217	0.03682136	0.10870415	0.01767066	0.01096045	0.0373764
2.7	0.03122745	0.05083641	0.00506804	0.03678184	0.10821833	0.0175491	0.01079558	0.0372110
2.71	0.03110773	0.05064357	0.00502571	0.036721	0.10768823	0.01742583	0.01063204	0.0370349
2.72	0.03093938	0.05044821	0.00498509	0.03663935	0.10707086	0.0173014	0.01047013	0.0368363
2.73	0.03071496	0.05022575	0.00494596	0.03653749	0.10632578	0.01717528	0.0103096	0.0366050
2.74	0.03043205	0.04995972	0.00490804	0.03641606	0.1054198	0.01704711	0.01015034	0.0363333
2.75	0.03009339	0.04964057	0.00487101	0.03627582	0.10433634	0.01691681	0.00999236	0.0360180
2.76	0.02970629	0.04926693	0.00483457	0.0361176	0.10307858	0.01678507	0.00983564	0.0356607
2.77	0.02928145	0.04884691	0.00479843	0.03594235	0.1016683	0.01665124	0.00968036	0.0352670
2.78	0.02883142	0.04839083	0.00476239	0.03575105	0.10014396	0.0165151	0.00952652	0.0348459
2.79	0.02836909	0.04791539	0.00472629	0.03554446	0.09855132	0.01637664	0.00937395	0.0344082
2.8	0.0279065	0.04743713	0.00469008	0.03532343	0.09694143	0.01623668	0.00922265	0.0339654
2.81	0.027454	0.04697208	0.00465377	0.0350888	0.09536485	0.01609444	0.00907263	0.0335287
2.82	0.02702054	0.04653526	0.00461741	0.03484133	0.09386689	0.01594988	0.00892391	0.0331079
2.83	0.02661091	0.04613965	0.00458108	0.03458184	0.0924872	0.01580307	0.0087765	0.0327115
2.84	0.02622948	0.04579423	0.0045449	0.03431131	0.09125613	0.01565489	0.00863059	0.0323459
2.85	0.02587643	0.04550492	0.00450897	0.03403044	0.09019386	0.01550458	0.00848607	0.0320150

2.86	0.02555201	0.04527437	0.00447338	0.0337401	0.08931055	0.01535221	0.00834291	0.0317208
2.87	0.0252526	0.0451017	0.0044382	0.03344123	0.08860587	0.01519789	0.0082011	0.0314627
2.88	0.02497503	0.04498262	0.00440347	0.03313479	0.08806599	0.01504239	0.00806068	0.0312379
2.89	0.02471375	0.04490977	0.0043692	0.03282163	0.08766947	0.01488523	0.00792167	0.0310415
2.9	0.02446389	0.044874	0.00433537	0.0325025	0.08738355	0.01472643	0.00778408	0.0308671
2.91	0.02421932	0.04486235	0.00430193	0.03217801	0.08716952	0.01456613	0.00764795	0.0307065
2.92	0.02397582	0.04486253	0.0042688	0.03184838	0.08698559	0.01442224	0.00751329	0.0305538
2.93	0.02372873	0.04486232	0.0042359	0.03151396	0.08679007	0.01430534	0.00738012	0.0304024
2.94	0.02347516	0.04485023	0.00420315	0.03117497	0.08654583	0.01418785	0.00724851	0.0302408
2.95	0.02321368	0.04481654	0.00417049	0.03083151	0.0862223	0.01406984	0.00711853	0.0300633
2.96	0.02294386	0.04475487	0.00413787	0.03048413	0.0857967	0.01395137	0.00699011	0.0298656
2.97	0.02266595	0.04466045	0.00410527	0.03013293	0.08525614	0.01383272	0.00686327	0.0296452
2.98	0.02238102	0.04453019	0.00407273	0.02977869	0.08459603	0.01371393	0.00673803	0.0294015
2.99	0.02209034	0.04436268	0.00404026	0.02942152	0.0838169	0.01359487	0.00661443	0.0291344
3	0.02179511	0.04415704	0.00400796	0.02906194	0.082925	0.01347563	0.00649249	0.0288450
3.01	0.02149616	0.04391239	0.0039759	0.02870074	0.08193045	0.01335628	0.00646699	0.0285484
3.02	0.02119392	0.04362757	0.00394415	0.02833818	0.08084191	0.01323688	0.00644278	0.0282322
3.03	0.02088811	0.04329929	0.00391281	0.02797475	0.07966959	0.01311752	0.00641776	0.0278971
3.04	0.02063574	0.04292347	0.00388197	0.02761094	0.07842446	0.01299826	0.00639178	0.0275524
3.05	0.02057087	0.04249594	0.00385172	0.02724722	0.07711362	0.01287947	0.00636475	0.0272177
3.06	0.02050346	0.04200928	0.00382216	0.02688399	0.07574783	0.01276095	0.00633692	0.0268664
3.07	0.02043161	0.04145768	0.00379334	0.02652149	0.07433431	0.01264275	0.00630817	0.0264985
3.08	0.02035284	0.04083322	0.00376532	0.02616006	0.07288341	0.01252494	0.0062784	0.0261140
3.09	0.02026429	0.04013081	0.00373815	0.02580006	0.07140717	0.01240758	0.00624784	0.0257137
3.1	0.02016285	0.03934544	0.00371183	0.02544165	0.06992	0.01229073	0.00621642	0.0252984
3.11	0.02004556	0.0385831	0.00368634	0.02508507	0.06843908	0.01217444	0.00618403	0.0248854
3.12	0.01990985	0.03878844	0.00366162	0.02473091	0.06698423	0.01205875	0.0061508	0.0246121
3.13	0.01975397	0.03890533	0.0036376	0.02437911	0.06557858	0.01194373	0.00611684	0.0243307
3.14	0.01957733	0.03892309	0.00361417	0.02403015	0.06424594	0.01182949	0.00608196	0.0240432
3.15	0.01938057	0.03883642	0.0035912	0.02368434	0.06301066	0.01171616	0.00604617	0.0237522
3.16	0.01916552	0.03864432	0.00356854	0.02334182	0.06280464	0.01160362	0.00600982	0.0235912
3.17	0.01893528	0.03835234	0.00354606	0.02300287	0.0635664	0.01149193	0.0059726	0.0235525

3.18	0.01869401	0.03797451	0.00352365	0.02266778	0.06429771	0.01138112	0.00593454	0.0234962
3.19	0.0184467	0.03757638	0.00350118	0.02236144	0.06500113	0.01127124	0.00589582	0.0234363
3.2	0.01819776	0.0372124	0.0034786	0.02255651	0.065683	0.01116231	0.00585643	0.0234496
3.21	0.0179526	0.03679224	0.00345584	0.02299447	0.0663528	0.01105435	0.00581627	0.0234884
3.22	0.01771501	0.03631198	0.00343288	0.02344283	0.06702185	0.01094739	0.00577535	0.0235210
3.23	0.01748872	0.0357811	0.00340973	0.02390394	0.06770205	0.01084144	0.00573397	0.0235516
3.24	0.01727692	0.03521054	0.00338641	0.0243927	0.0684049	0.01073651	0.00569191	0.0235857
3.25	0.0170813	0.03461097	0.00336295	0.02487953	0.06914067	0.01063262	0.00564916	0.0236225
3.26	0.01690308	0.03399307	0.00333939	0.02536188	0.06991702	0.01052977	0.00560578	0.0236643
3.27	0.01674272	0.03336555	0.00331579	0.02583756	0.07073914	0.01042799	0.00556202	0.0237130
3.28	0.01659997	0.03273681	0.0032922	0.02630461	0.07160984	0.01032729	0.00551765	0.0237698
3.29	0.01647401	0.03211309	0.00326866	0.02676144	0.07252752	0.01022782	0.0054727	0.0238350
3.3	0.01636344	0.03150083	0.00324524	0.02720673	0.07348801	0.01012945	0.00542719	0.0239087
3.31	0.01626614	0.03090504	0.00322198	0.02763953	0.0744834	0.01003221	0.00538141	0.0239900
3.32	0.01617969	0.03033131	0.00319892	0.02805898	0.07550192	0.00993608	0.00533513	0.0240774
3.33	0.01610126	0.02978431	0.00317611	0.02846439	0.07652925	0.00984106	0.00528836	0.0241692
3.34	0.01602793	0.02926883	0.00315359	0.02885539	0.07754767	0.00974714	0.00524115	0.0242631
3.35	0.01595642	0.02878992	0.00313139	0.02923133	0.07853821	0.00965431	0.00519366	0.0243565
3.36	0.01588315	0.02835302	0.00310954	0.02959174	0.07947966	0.00956254	0.00514585	0.0244465
3.37	0.01580528	0.02796271	0.00308805	0.02993651	0.08035114	0.00947182	0.00509766	0.0245305
3.38	0.01571968	0.0276237	0.00306695	0.0302654	0.08145257	0.00938215	0.00504913	0.0246514
3.39	0.01562411	0.02734097	0.00304622	0.03057848	0.08248435	0.00929351	0.00500027	0.0247668
3.4	0.01551681	0.02711726	0.00302588	0.03087602	0.0833975	0.00920592	0.00495132	0.0248701
3.41	0.01539706	0.02695536	0.0030059	0.03115849	0.08417858	0.00911938	0.0049021	0.0249596
3.42	0.01527378	0.02685643	0.00298626	0.03142652	0.08482081	0.00903389	0.00485264	0.0250358
3.43	0.01517652	0.02681991	0.00296694	0.03168098	0.08532462	0.00894945	0.00480296	0.0251031
3.44	0.01506749	0.02684422	0.0029479	0.03192226	0.08569758	0.00886606	0.00475309	0.0251569
3.45	0.01494799	0.02692654	0.00292912	0.03215111	0.08595128	0.00878369	0.00470319	0.0251990
3.46	0.01482045	0.02713904	0.00291057	0.03236777	0.08610037	0.00870231	0.00465319	0.0252420
3.47	0.01468681	0.02740974	0.00289221	0.03257243	0.08616233	0.00862192	0.00460307	0.0252784
3.48	0.01454983	0.02771954	0.00287404	0.03276517	0.08615761	0.00854246	0.00455286	0.0253088
3.49	0.01441175	0.02806353	0.00285603	0.03294602	0.08610745	0.00846393	0.00450257	0.0253359

3.5	0.01427505	0.02843701	0.00283817	0.03311518	0.08603301	0.0083863	0.00445225	0.0253624
3.51	0.01414132	0.02883542	0.00282045	0.03327312	0.08595306	0.00830954	0.00440204	0.0253907
3.52	0.01401262	0.02925471	0.00280288	0.03341994	0.08588492	0.00825407	0.00435184	0.0254259
3.53	0.01388972	0.02969051	0.00278544	0.03355637	0.08584381	0.00822155	0.00430166	0.0254699
3.54	0.01377338	0.03013847	0.00276814	0.03368294	0.08584197	0.00818721	0.00425153	0.0255205
3.55	0.01366434	0.03059512	0.00275099	0.03380064	0.08588913	0.00815149	0.00420145	0.0255790
3.56	0.01356218	0.03105552	0.002734	0.03391014	0.08599235	0.00811431	0.00415147	0.0256457
3.57	0.01346648	0.0315159	0.00271717	0.03401206	0.08615517	0.00807606	0.0041016	0.0257206
3.58	0.01337684	0.03197078	0.0027005	0.03410703	0.08637839	0.00803688	0.00405197	0.0258032
3.59	0.01329194	0.03241467	0.00268402	0.03419525	0.08665915	0.00799683	0.00400248	0.0258920
3.6	0.01321035	0.03284141	0.00266771	0.0342768	0.08699235	0.00795631	0.00395316	0.0259854
3.61	0.01313086	0.03324406	0.0026516	0.03435174	0.08736859	0.00791537	0.00390402	0.0260809
3.62	0.01305131	0.03361492	0.00263569	0.03442032	0.08777656	0.00787408	0.00385508	0.0261754
3.63	0.01296986	0.03394647	0.00261997	0.03448297	0.08820172	0.00783275	0.00380636	0.0262657
3.64	0.01288457	0.03422935	0.00260445	0.03453977	0.08862701	0.00779153	0.00375788	0.0263478
3.65	0.01279318	0.03445562	0.00258912	0.03459065	0.08903355	0.00775045	0.00370966	0.0264175
3.66	0.01269403	0.03461648	0.00257399	0.03463537	0.08940171	0.00770964	0.00366173	0.0264704
3.67	0.01258513	0.03470488	0.00255904	0.03467322	0.08971001	0.00766947	0.00361416	0.0265023
3.68	0.01246532	0.03471488	0.00254426	0.03470365	0.08993923	0.0076299	0.00356688	0.0265092
3.69	0.01233358	0.0346421	0.00252964	0.03472617	0.09007054	0.00759104	0.00351992	0.0264876
3.7	0.01218955	0.0344848	0.00251516	0.03474047	0.09008871	0.00755301	0.00347329	0.0264350
3.71	0.01203363	0.03424384	0.00250081	0.0347463	0.08998237	0.00751606	0.00342702	0.0263500
3.72	0.01186653	0.03398446	0.00248657	0.03474337	0.08974482	0.00748021	0.0033811	0.0262410
3.73	0.01169004	0.03364997	0.00247242	0.0347313	0.08937449	0.00744548	0.00333555	0.0260999
3.74	0.01150598	0.03324081	0.00245835	0.03470994	0.08887521	0.00741195	0.0032904	0.0259275
3.75	0.01131694	0.03276692	0.00244435	0.03467941	0.08825523	0.00737966	0.00324564	0.0257269
3.76	0.01112563	0.03224021	0.00243039	0.03463971	0.0875272	0.00734883	0.0032013	0.0255019
3.77	0.01093471	0.03167306	0.00241649	0.03459117	0.08670763	0.00731931	0.00315738	0.0252571
3.78	0.01074694	0.03164265	0.00240263	0.0345342	0.0858146	0.00729112	0.00311389	0.0250780
3.79	0.01056497	0.03157824	0.00238881	0.03446924	0.0848682	0.00726428	0.00307085	0.0248864
3.8	0.01039094	0.03147027	0.00237503	0.03439673	0.08388836	0.00723881	0.00302826	0.0246841
3.81	0.01022668	0.03132845	0.00236131	0.03431711	0.08289458	0.00721488	0.00298615	0.0244756

3.82	0.0100737	0.03116214	0.00234764	0.0342303	0.08190468	0.00719234	0.00294453	0.0242650
3.83	0.00993309	0.03098019	0.00233403	0.03413586	0.08093541	0.00717206	0.00290338	0.0240563
3.84	0.0098057	0.03079018	0.00232049	0.03403325	0.08000043	0.00718109	0.00286272	0.0238563
3.85	0.00969186	0.0305989	0.00230703	0.03393426	0.07911173	0.00719051	0.00282255	0.0236653
3.86	0.00959168	0.03041212	0.00229365	0.03387444	0.07827882	0.00720025	0.00278288	0.0234905
3.87	0.00950505	0.03023453	0.00228036	0.03380714	0.07750956	0.0072102	0.00274372	0.0233272
3.88	0.00943164	0.03006985	0.00226717	0.03373253	0.0768086	0.00722029	0.00270507	0.0231764
3.89	0.00937097	0.02992105	0.00225408	0.0336507	0.07617977	0.00723042	0.00266693	0.0230391
3.9	0.00932252	0.02978978	0.00224109	0.03356181	0.07562431	0.00724052	0.00262932	0.0229156
3.91	0.00928539	0.02967718	0.00222822	0.0334659	0.07514191	0.00725051	0.00259224	0.0228059
3.92	0.00925868	0.02958359	0.00221546	0.03336295	0.07473071	0.00726034	0.00255659	0.0227098
3.93	0.00924137	0.02950826	0.00220282	0.03325299	0.07438729	0.00726998	0.00253933	0.0226289
3.94	0.00923232	0.02944996	0.0021903	0.03313623	0.07410692	0.00727938	0.00252208	0.0225596
3.95	0.00923027	0.02940699	0.00217791	0.03301291	0.07388333	0.00728852	0.00250486	0.0225007
3.96	0.00923381	0.02937638	0.00216564	0.03288335	0.0737086	0.00729743	0.00248765	0.0224504
3.97	0.00924138	0.02935496	0.0021535	0.03274805	0.07357434	0.00730607	0.00247047	0.0224070
3.98	0.00925131	0.02933901	0.00214149	0.03260762	0.07347005	0.00731438	0.00245331	0.0223682
3.99	0.00926177	0.02932394	0.00212961	0.03246272	0.07338474	0.00732231	0.00243617	0.0223316
4	0.00927103	0.0293051	0.00211787	0.03231417	0.07330634	0.00732983	0.00241906	0.0222948
4.01	0.00927691	0.0292774	0.00210625	0.03216259	0.07322192	0.00733689	0.00240198	0.0222548
4.02	0.00927734	0.02923544	0.00209475	0.03200866	0.07311859	0.00734343	0.00238494	0.0222090
4.03	0.00927061	0.02917406	0.00208339	0.03185243	0.07298278	0.00734941	0.00236792	0.0221544
4.04	0.0092545	0.02908831	0.00207215	0.03169364	0.07280196	0.00735486	0.00236054	0.0220894
4.05	0.00922763	0.02897376	0.00206103	0.03153187	0.07257047	0.00735969	0.00236513	0.0220128
4.06	0.00918834	0.02882671	0.00205003	0.03136673	0.07256559	0.00736382	0.00236975	0.0219616
4.07	0.00913558	0.0286444	0.00203914	0.03119792	0.07248819	0.00736722	0.00237437	0.0218924
4.08	0.00906888	0.02842527	0.00202836	0.03102528	0.0723287	0.00736985	0.002379	0.0218036
4.09	0.00898787	0.02816927	0.00201768	0.03084886	0.07208027	0.0073717	0.00238361	0.0216942
4.1	0.00894045	0.02787711	0.00200709	0.03066869	0.0717391	0.00737276	0.00238819	0.0215705
4.11	0.00899203	0.02755103	0.0019966	0.03048487	0.07130465	0.0073732	0.00239274	0.0214422
4.12	0.00903449	0.02719461	0.00198619	0.03029762	0.07077962	0.00737285	0.00239723	0.0212947
4.13	0.00906625	0.02681186	0.00197585	0.03010722	0.07016964	0.00737173	0.00240166	0.0211292

4.14	0.00908644	0.02640776	0.0019656	0.02991403	0.06948287	0.00736986	0.00240601	0.0209475
4.15	0.009094	0.0259877	0.00195542	0.02971848	0.06872943	0.00736725	0.00241029	0.0207518
4.16	0.00908892	0.02555724	0.0019453	0.02952112	0.06792121	0.0073639	0.00241447	0.0205446
4.17	0.00907112	0.0251219	0.00193526	0.02932245	0.06707039	0.00735998	0.00241854	0.0203285
4.18	0.00904111	0.02468698	0.00192528	0.02914533	0.06618994	0.00735534	0.00242251	0.0201095
4.19	0.00899959	0.02425711	0.00191536	0.02903164	0.06529222	0.00734996	0.00242636	0.0198960
4.2	0.00894738	0.02383658	0.00190551	0.02891676	0.06438926	0.00734385	0.00243008	0.0196813
4.21	0.00888565	0.02356737	0.00189573	0.02880093	0.06349204	0.00733698	0.00243366	0.0194875
4.22	0.00881526	0.02333164	0.00188602	0.02868441	0.06261077	0.00732939	0.00243711	0.0192992
4.23	0.00873769	0.02309646	0.00187637	0.02856756	0.06175389	0.00732114	0.0024404	0.0191134
4.24	0.00865371	0.02286483	0.0018668	0.0284505	0.06092944	0.00731209	0.00244355	0.0189316
4.25	0.00856462	0.0226393	0.00185729	0.02833349	0.06014349	0.00730224	0.00244653	0.0187553
4.26	0.0084714	0.02242203	0.00184785	0.0282168	0.05940135	0.00729157	0.00244934	0.0185858
4.27	0.00837489	0.02221473	0.00183849	0.02810073	0.05870747	0.0072801	0.00245198	0.0184241
4.28	0.00827615	0.02201872	0.0018292	0.0279854	0.05806476	0.00726797	0.00245445	0.0182709
4.29	0.00817593	0.021835	0.00181999	0.02787101	0.05747577	0.0072551	0.00245674	0.0181271
4.3	0.00807491	0.0216644	0.00181085	0.0277578	0.05694193	0.00724148	0.00245884	0.0179929
4.31	0.00797377	0.02150725	0.00180179	0.02764597	0.05646437	0.00722714	0.00246075	0.0178687
4.32	0.0078732	0.02136368	0.0017928	0.0275356	0.05604299	0.00721212	0.00246247	0.0177547
4.33	0.00777378	0.0212338	0.00178389	0.02742683	0.05556774	0.00719653	0.00246399	0.0176509
4.34	0.00767597	0.02111726	0.00177506	0.02731985	0.05536668	0.00718043	0.00246532	0.0175572
4.35	0.00758025	0.02101359	0.00176631	0.02721475	0.05510931	0.00716374	0.00246644	0.0174735
4.36	0.00748709	0.02092228	0.00175763	0.02711157	0.05490295	0.00714651	0.00246736	0.0173993
4.37	0.00739693	0.02084244	0.00174903	0.02701039	0.05474483	0.00712875	0.00246807	0.0173343
4.38	0.00731017	0.02077308	0.00174052	0.02691134	0.05463188	0.00713538	0.00246857	0.0172816
4.39	0.00722722	0.02071307	0.00173207	0.02681442	0.05455992	0.00717031	0.00246886	0.0172408
4.4	0.00714842	0.02066114	0.00172371	0.02671962	0.05452449	0.00720478	0.00246894	0.0172073
4.41	0.00707413	0.02061582	0.00171542	0.02662692	0.05452021	0.00723881	0.00246881	0.0171800
4.42	0.00700466	0.02057551	0.00170721	0.02653635	0.05454145	0.00727238	0.00246846	0.0171580
4.43	0.00694029	0.02053844	0.00169907	0.02644793	0.05458159	0.00730543	0.00246789	0.0171401
4.44	0.00688125	0.0205029	0.00169101	0.02636156	0.05463358	0.0073379	0.00246711	0.0171250
4.45	0.00682773	0.02046692	0.00168301	0.02627722	0.05468992	0.00736975	0.00246611	0.0171115

4.46	0.00677986	0.0204287	0.00167508	0.0261949	0.05474234	0.00740093	0.00246489	0.0170981
4.47	0.0067377	0.02038644	0.00166722	0.02611456	0.0547831	0.0074314	0.00246348	0.0170834
4.48	0.00670115	0.0203384	0.00165942	0.0260362	0.05480365	0.00746112	0.00246186	0.0170660
4.49	0.00667005	0.02028305	0.00165168	0.02595977	0.054796	0.00749006	0.00246001	0.0170444
4.5	0.00664412	0.02021894	0.00164399	0.02588522	0.05475269	0.00751819	0.00245796	0.0170173
4.51	0.00662301	0.0201447	0.00163635	0.02581249	0.05466687	0.00754549	0.00245568	0.0169835
4.52	0.00660623	0.02014553	0.00162877	0.0257415	0.05453269	0.00757193	0.00245319	0.0169543
4.53	0.00659322	0.02017344	0.00162123	0.02567214	0.05434557	0.00759751	0.00245048	0.0169219
4.54	0.00658335	0.02018838	0.00161372	0.02560431	0.05410246	0.00762223	0.00244756	0.0168803
4.55	0.0065759	0.02018954	0.00160626	0.02553795	0.05380175	0.0076461	0.00244443	0.0168288
4.56	0.00657015	0.02017688	0.00159884	0.02547284	0.05344349	0.00766912	0.00244109	0.0167675
4.57	0.00656536	0.0201505	0.00159145	0.02540882	0.05302939	0.00769133	0.00243754	0.0166963
4.58	0.00656083	0.02011104	0.00158409	0.0253457	0.05256226	0.00771273	0.00243378	0.0166158
4.59	0.00655589	0.02005961	0.00157677	0.0252834	0.05204638	0.00773334	0.00242982	0.0165265
4.6	0.00654996	0.0199974	0.00156947	0.02522167	0.05148701	0.00775317	0.00242565	0.0164292
4.61	0.00654251	0.01992617	0.00156221	0.02516033	0.05088986	0.00777227	0.00242128	0.0163249
4.62	0.00653315	0.0198476	0.00155498	0.02509924	0.05026155	0.00779067	0.0024167	0.0162148
4.63	0.00652154	0.01976366	0.00154778	0.02503829	0.04960845	0.00780838	0.00241197	0.0161000
4.64	0.00650748	0.01967635	0.00154062	0.02497724	0.04893729	0.0078254	0.00240704	0.0159816
4.65	0.00649084	0.01958765	0.00153349	0.0249161	0.04825457	0.00784184	0.00240191	0.0158609
4.66	0.00647161	0.01949946	0.0015264	0.02485459	0.04756645	0.00785767	0.0023966	0.0157390
4.67	0.00644984	0.01941355	0.00151935	0.02479266	0.04687856	0.00787297	0.00239109	0.0156169
4.68	0.00642555	0.01933167	0.00151235	0.02473018	0.04619637	0.00788776	0.00238541	0.0154956
4.69	0.00639889	0.01925525	0.00150538	0.02466697	0.04552453	0.0079021	0.00237954	0.0153761
4.7	0.00637002	0.01918571	0.00149845	0.0246029	0.04486733	0.00791596	0.00237349	0.0152591
4.71	0.00633913	0.01912413	0.00149158	0.02453785	0.04422847	0.0079293	0.00236726	0.0151454
4.72	0.00630645	0.01907151	0.00148474	0.02447168	0.04361114	0.00794207	0.00236086	0.0150355
4.73	0.00627226	0.01902874	0.00147796	0.02440427	0.04301801	0.00795422	0.00235429	0.0149300
4.74	0.00623671	0.01899642	0.00147122	0.02433552	0.04245132	0.00796571	0.00234756	0.0148292
4.75	0.00620001	0.01897505	0.00146452	0.02426531	0.04191306	0.00797652	0.00234066	0.0147336
4.76	0.0061624	0.01896502	0.00145788	0.02419355	0.04140452	0.00798663	0.00233336	0.0146434
4.77	0.00612406	0.01896657	0.00145128	0.02412016	0.04092696	0.00799602	0.00232639	0.0145588

4.78	0.00608522	0.01897983	0.00144474	0.02404513	0.04048127	0.00800468	0.00231905	0.0144800
4.79	0.00604606	0.01900482	0.00143824	0.02396828	0.04006808	0.00801267	0.00231156	0.0144071
4.8	0.00600679	0.01904147	0.00143179	0.02397359	0.03968778	0.00801996	0.00230392	0.0143522
4.81	0.00596757	0.0190896	0.00142539	0.0240112	0.03934054	0.00802658	0.00229614	0.0143081
4.82	0.00592855	0.01914899	0.00141903	0.02404861	0.03902659	0.00803255	0.00228821	0.0142704
4.83	0.00588987	0.01921924	0.00141273	0.02408566	0.03874566	0.00803797	0.00228015	0.0142388
4.84	0.00585169	0.01929986	0.00140647	0.02412213	0.03849771	0.00804285	0.00227196	0.0142132
4.85	0.00581414	0.01939037	0.00140027	0.0241578	0.03828228	0.00804729	0.00226363	0.0141937
4.86	0.00577736	0.01949007	0.0013941	0.0241925	0.03809889	0.00805138	0.00225518	0.0141799
4.87	0.00574147	0.01959825	0.00138799	0.02422613	0.03794706	0.00805519	0.0022466	0.0141718
4.88	0.00570659	0.01971398	0.00138192	0.02425859	0.03782597	0.00805871	0.0022379	0.0141691
4.89	0.00567283	0.01983627	0.0013759	0.02428978	0.03773474	0.00806185	0.00222909	0.0141715
4.9	0.00564031	0.01996399	0.00136993	0.02431963	0.03767246	0.00806453	0.00222016	0.0141787
4.91	0.00560912	0.02009582	0.001364	0.02434807	0.03763782	0.00806674	0.00221112	0.0141904
4.92	0.00557937	0.02023025	0.00135811	0.02437501	0.03762958	0.00806838	0.00220198	0.0142061
4.93	0.00555113	0.02036569	0.00135227	0.02440035	0.03764609	0.00806944	0.00219275	0.0142254
4.94	0.00552448	0.02050015	0.00134647	0.02442399	0.03768564	0.00806987	0.00218342	0.0142477
4.95	0.00549949	0.02063165	0.00134072	0.0244458	0.03774625	0.00806968	0.002174	0.0142725
4.96	0.0054762	0.02075799	0.001335	0.02446568	0.03782568	0.00806882	0.00216449	0.0142991
4.97	0.00545466	0.02087677	0.00132933	0.02448356	0.03792143	0.0080673	0.00215488	0.0143268
4.98	0.00543487	0.02098558	0.0013237	0.02449936	0.03803089	0.00806508	0.00214519	0.0143550
4.99	0.00541684	0.02108188	0.00131811	0.02451301	0.03815102	0.00806217	0.00213541	0.0143826
5	0.00540052	0.02116315	0.00131256	0.02452444	0.03827868	0.00805861	0.00212555	0.0144091
5.01	0.00538586	0.02122691	0.00130704	0.02453365	0.03841048	0.00805434	0.00211561	0.0144334
5.02	0.00537277	0.02127082	0.00130156	0.02454056	0.03854298	0.00804937	0.0021056	0.0144548
5.03	0.00536113	0.02129233	0.00129612	0.02454503	0.03867247	0.0080437	0.00209551	0.0144723
5.04	0.00535079	0.02128877	0.00129071	0.02454698	0.03879534	0.00803735	0.00208536	0.0144850
5.05	0.00534156	0.0212575	0.00128533	0.02454615	0.03890792	0.00803036	0.00207514	0.0144920
5.06	0.00533323	0.02119627	0.00127998	0.02454235	0.03900668	0.00802271	0.00206485	0.0144923
5.07	0.00532556	0.02111584	0.00127467	0.0245354	0.03908835	0.0080144	0.00205451	0.0144870
5.08	0.00531829	0.02130475	0.00126938	0.02452518	0.03914992	0.00800545	0.00204411	0.0145167
5.09	0.00531115	0.02147216	0.00126412	0.02451161	0.03918873	0.00799587	0.00203366	0.0145396

5.1	0.00530385	0.02161747	0.00125889	0.02449461	0.03920274	0.00798574	0.00202315	0.0145552
5.11	0.00529613	0.02173869	0.00125369	0.02447418	0.03919023	0.00797501	0.00201261	0.0145629
5.12	0.00528775	0.02183367	0.00124851	0.0244632	0.03915024	0.0079637	0.00200204	0.0145642
5.13	0.00527841	0.021899	0.00124336	0.02451936	0.03908226	0.00795185	0.00199142	0.0145665
5.14	0.00526789	0.02193135	0.00123824	0.02457263	0.03898653	0.00793946	0.00198076	0.0145596
5.15	0.00525599	0.021929	0.00123314	0.02462301	0.03886376	0.00792654	0.00197007	0.0145431
5.16	0.00524255	0.02189146	0.00122806	0.02467053	0.03871526	0.0079131	0.00195934	0.0145172
5.17	0.00522749	0.02181927	0.00122302	0.02471519	0.03854286	0.00789915	0.00194858	0.0144822
5.18	0.00521072	0.02171356	0.00121799	0.02475698	0.03834882	0.00788469	0.00193779	0.0144387
5.19	0.00519218	0.02157631	0.001213	0.0247959	0.03813573	0.00786971	0.00192697	0.0143871
5.2	0.00517184	0.02140968	0.00120803	0.02483196	0.03790642	0.0078542	0.00191614	0.0143283
5.21	0.00514976	0.02121638	0.00120308	0.02486516	0.03766373	0.00783814	0.00190528	0.0142631
5.22	0.00512604	0.02099918	0.00119817	0.0248955	0.03741055	0.00782152	0.0018944	0.0141922
5.23	0.0051007	0.02076106	0.00119328	0.02492297	0.03714981	0.00780432	0.00188351	0.0141165
5.24	0.00507383	0.02050503	0.00118842	0.02494759	0.03688432	0.00778654	0.00187261	0.0140369
5.25	0.00504559	0.020234	0.00118359	0.02496936	0.03661668	0.00776815	0.00186169	0.0139542
5.26	0.0050161	0.01995071	0.00117879	0.02498829	0.03634937	0.00774916	0.00185077	0.0138690
5.27	0.00498545	0.01965772	0.00117402	0.02500439	0.03608461	0.00772958	0.00183984	0.0137822
5.28	0.00495376	0.01935746	0.00116927	0.02501768	0.03582436	0.00770939	0.0018289	0.0136944
5.29	0.00492123	0.01905209	0.00116456	0.02502818	0.03557044	0.00768862	0.00181797	0.0136062
5.3	0.00488793	0.01874365	0.00115988	0.02503589	0.03532441	0.00766726	0.00180704	0.0135180
5.31	0.00485397	0.01843386	0.00115523	0.02504079	0.03508773	0.00764538	0.00179611	0.0134304
5.32	0.00481947	0.01812431	0.0011506	0.02504284	0.03486163	0.007623	0.00178518	0.0133439
5.33	0.00478457	0.01781636	0.00114601	0.02504208	0.03464723	0.00760016	0.00177426	0.0132587
5.34	0.00474932	0.01751133	0.00114145	0.02503846	0.03444552	0.00757692	0.00176335	0.0131752
5.35	0.00471381	0.0172101	0.00113692	0.02503193	0.03425731	0.00755335	0.00175246	0.0130937
5.36	0.00467813	0.01691364	0.00113241	0.02502256	0.03408335	0.00752953	0.00174158	0.0130145
5.37	0.00464237	0.01662262	0.00112794	0.02501023	0.03392429	0.00750553	0.00173072	0.0129377
5.38	0.00460658	0.01633767	0.0011235	0.02499497	0.03378068	0.00748142	0.00171988	0.0128635
5.39	0.0045708	0.01605933	0.00111908	0.02497676	0.033653	0.00745724	0.00170906	0.0127922
5.4	0.0045351	0.01578794	0.0011147	0.02495551	0.0335417	0.00743299	0.00169825	0.0127237
5.41	0.00449952	0.01552387	0.00111034	0.02493127	0.03344712	0.00741136	0.00168747	0.0126587

5.42	0.00446413	0.01526733	0.00110602	0.02490393	0.03336955	0.00739324	0.00167671	0.0125973
5.43	0.00442893	0.01501847	0.00110172	0.02487349	0.03330927	0.00737474	0.00166598	0.0125389
5.44	0.00439397	0.01477741	0.00109745	0.02483998	0.03326647	0.00735582	0.00165527	0.0124838
5.45	0.00435928	0.01454433	0.00109321	0.02480334	0.03324137	0.0073364	0.00164459	0.0124318
5.46	0.00432488	0.01431915	0.00108899	0.0247637	0.03323405	0.00731648	0.00163394	0.0123830
5.47	0.00429081	0.01410201	0.00108481	0.02472102	0.03324463	0.007296	0.00162332	0.0123375
5.48	0.0042571	0.01389282	0.00108065	0.0246754	0.03327319	0.00727492	0.00161273	0.0122953
5.49	0.00422376	0.01369156	0.00107652	0.02462682	0.03331975	0.00725324	0.00160218	0.0122563
5.5	0.00419082	0.01349825	0.00107242	0.02457536	0.03338431	0.00723095	0.00159166	0.0122205
5.51	0.00415832	0.01331282	0.00106835	0.02452101	0.03346682	0.00720804	0.00158117	0.0121881
5.52	0.00412627	0.01313521	0.0010643	0.02446383	0.0335672	0.00718449	0.00157073	0.0121589
5.53	0.00409471	0.01296535	0.00106028	0.0244038	0.03368535	0.00716968	0.00156032	0.0121342
5.54	0.00406365	0.0128032	0.00105629	0.02434101	0.03382109	0.00717788	0.00154996	0.0121162
5.55	0.00403315	0.0126487	0.00105232	0.02427546	0.03397418	0.00718548	0.0015426	0.0121017
5.56	0.00400321	0.01250178	0.00104838	0.02420725	0.03414435	0.00719237	0.00153604	0.0120905
5.57	0.00397389	0.01236238	0.00104447	0.02413638	0.03433126	0.00719853	0.00152937	0.0120823
5.58	0.00394521	0.01223044	0.00104059	0.02406302	0.03453445	0.00720393	0.00152261	0.0120772
5.59	0.00391722	0.0121059	0.00103673	0.02398716	0.03475341	0.00720856	0.00151576	0.0120750
5.6	0.00388995	0.0119887	0.00103289	0.02390885	0.03498752	0.00721245	0.00150881	0.0120756
5.61	0.00386347	0.0118788	0.00102909	0.02382817	0.03523605	0.00721561	0.00150178	0.0120790
5.62	0.00383783	0.0117761	0.00102531	0.02374504	0.03549811	0.00721804	0.00149467	0.0120850
5.63	0.00381306	0.01168053	0.00102155	0.02365954	0.03577273	0.00721975	0.00148749	0.0120935
5.64	0.00378921	0.01159197	0.00101782	0.0235716	0.03605869	0.00722081	0.00148023	0.0121043
5.65	0.00376635	0.01151034	0.00101412	0.0234813	0.03635473	0.00722121	0.0014729	0.0121173
5.66	0.00374453	0.01143557	0.00101044	0.02338857	0.03665929	0.007221	0.0014655	0.0121321
5.67	0.00372382	0.01136747	0.00100679	0.0232935	0.03697067	0.00722016	0.00145802	0.0121486
5.68	0.00370427	0.01130587	0.00100316	0.02319613	0.037287	0.00721874	0.00145049	0.0121665
5.69	0.00368592	0.01125058	0.00099955	0.02309648	0.03760607	0.0072167	0.00144289	0.0121855
5.7	0.00366881	0.01120137	0.00099597	0.02299465	0.03792566	0.00721404	0.00143523	0.0122051
5.71	0.00365302	0.01115801	0.00099241	0.02289069	0.03824319	0.00721075	0.00142752	0.0122251
5.72	0.00363858	0.01112018	0.00098888	0.02278466	0.03855603	0.00720681	0.00141976	0.0122450
5.73	0.00362551	0.01108753	0.00098537	0.02267666	0.03886137	0.00720219	0.00141196	0.0122644

5.74	0.00361382	0.01105965	0.00098188	0.0225667	0.03915628	0.00719691	0.00140412	0.0122828
5.75	0.00360352	0.01103614	0.00097841	0.02245489	0.03943775	0.00719092	0.00139623	0.0122997
5.76	0.00359462	0.01101651	0.00097496	0.02234126	0.03970296	0.00718422	0.0013883	0.0123147
5.77	0.00358711	0.01100026	0.00097153	0.02222586	0.03994887	0.00717682	0.00138033	0.0123273
5.78	0.00358092	0.01098684	0.00096813	0.02210881	0.04017265	0.00716868	0.00137233	0.0123369
5.79	0.00357601	0.01097568	0.00096473	0.02199012	0.04037154	0.0071598	0.0013643	0.0123432
5.8	0.0035723	0.0109662	0.00096136	0.02192119	0.04054284	0.00715021	0.00135623	0.0123529
5.81	0.00356969	0.01095784	0.000958	0.02189736	0.04082522	0.00713992	0.00134814	0.0123852
5.82	0.0035681	0.01094999	0.00095466	0.02187186	0.04125075	0.00712891	0.00134003	0.0124378
5.83	0.00356741	0.01094207	0.00095133	0.02184473	0.04164778	0.00711721	0.00133189	0.0124861
5.84	0.00356748	0.01093353	0.00094802	0.02181601	0.04201372	0.00710486	0.00132374	0.0125296
5.85	0.00356818	0.01092394	0.00094472	0.02178572	0.04234649	0.00709183	0.00131558	0.0125681
5.86	0.00356934	0.01091275	0.00094143	0.02175389	0.04264445	0.00707818	0.00130741	0.0126011
5.87	0.00357083	0.01089966	0.00093816	0.02172053	0.04290659	0.00706387	0.00129922	0.0126284
5.88	0.00357249	0.01088427	0.00093489	0.02168566	0.04313227	0.00704892	0.00129103	0.0126499
5.89	0.00357418	0.01086638	0.00093164	0.02164932	0.0433215	0.00703333	0.00128283	0.0126656
5.9	0.00357577	0.01084573	0.0009284	0.02161156	0.04347465	0.00701711	0.00127462	0.0126754
5.91	0.00357712	0.01082231	0.00092517	0.02157241	0.04359245	0.00700025	0.00126641	0.0126794
5.92	0.00357812	0.01079597	0.00092195	0.02153191	0.04367596	0.00698277	0.0012582	0.0126778
5.93	0.00357866	0.0107668	0.00091874	0.02149011	0.04372646	0.00696468	0.00125	0.0126708
5.94	0.00357866	0.01073483	0.00091555	0.02144708	0.04374544	0.00694596	0.00124179	0.0126585
5.95	0.00357804	0.01070018	0.00091236	0.02140284	0.04373468	0.00692664	0.0012336	0.0126412
5.96	0.00357677	0.01066309	0.00090919	0.02135742	0.04369608	0.00690672	0.00122541	0.0126192
5.97	0.00357478	0.01062367	0.00090603	0.02131089	0.04363182	0.0068862	0.00121723	0.0125929
5.98	0.00357203	0.0105822	0.00090288	0.02126325	0.04354412	0.00686509	0.00120906	0.0125627
5.99	0.00356852	0.01053893	0.00089974	0.02121451	0.04343538	0.0068434	0.00120091	0.0125288
6	0.00356424	0.01049408	0.00089661	0.02116467	0.04330792	0.00682113	0.00119278	0.0124916
6.01	0.00355919	0.010448	0.0008935	0.02111372	0.04316434	0.00679829	0.00118913	0.0124523
6.02	0.00355339	0.01040085	0.0008904	0.02106166	0.04300697	0.00679107	0.00118784	0.0124132
6.03	0.00354686	0.01035299	0.00088732	0.02100846	0.04283818	0.00678726	0.00118652	0.0123725
6.04	0.00353964	0.01030459	0.00088425	0.02095419	0.04266026	0.00678312	0.00118516	0.0123302
6.05	0.00353174	0.01025597	0.00088119	0.02089881	0.04247533	0.00677856	0.00118377	0.0122865

6.06	0.0035232	0.01020729	0.00087815	0.0208424	0.0422854	0.0067736	0.00118235	0.0122418
6.07	0.00351405	0.01015882	0.00087512	0.02078489	0.04209232	0.00676827	0.00118089	0.0121963
6.08	0.00350433	0.01011071	0.0008721	0.02072633	0.04189785	0.00676248	0.00117941	0.0121505
6.09	0.00349411	0.0100632	0.0008691	0.02066667	0.04170343	0.00675635	0.0011779	0.0121044
6.1	0.0034834	0.01001638	0.00086612	0.02060589	0.04151058	0.00674976	0.00117635	0.0120584
6.11	0.00347223	0.00997049	0.00086315	0.02054399	0.04132045	0.00674278	0.00117478	0.0120126
6.12	0.00346066	0.00992559	0.0008602	0.02048095	0.0411343	0.00673537	0.00117317	0.0119672
6.13	0.0034487	0.00988184	0.00085726	0.02041679	0.04095309	0.00672754	0.00117153	0.0119224
6.14	0.00343643	0.00983933	0.00085434	0.0203515	0.04077773	0.00671931	0.00116986	0.0118784
6.15	0.00342385	0.00979813	0.00085143	0.02028512	0.04060904	0.00671063	0.00116817	0.0118352
6.16	0.00341098	0.00975839	0.00084854	0.02021771	0.04044774	0.00670157	0.00116644	0.0117931
6.17	0.00339787	0.00972012	0.00084566	0.02014928	0.04029447	0.00669207	0.00116468	0.0117520
6.18	0.00338455	0.00968337	0.00084279	0.02007989	0.04014984	0.0066822	0.0011629	0.0117122
6.19	0.00337105	0.00964825	0.00083995	0.02000963	0.04001428	0.00667189	0.00116108	0.0116737
6.2	0.00335737	0.00961473	0.00083711	0.01993856	0.03988831	0.00666124	0.00115924	0.0116367
6.21	0.00334355	0.00958288	0.0008343	0.0198668	0.03977225	0.00665018	0.00115737	0.0116010
6.22	0.0033296	0.00955274	0.00083149	0.01979439	0.03966656	0.00663879	0.00115548	0.0115670
6.23	0.00331556	0.00952427	0.00082871	0.01972137	0.03957148	0.00662701	0.00115355	0.0115346
6.24	0.00330143	0.00949752	0.00082593	0.01964786	0.0394873	0.00661492	0.0011516	0.0115038
6.25	0.00328722	0.00947251	0.00082317	0.01957381	0.03941427	0.00660248	0.00114963	0.0114747
6.26	0.00327296	0.00944919	0.00082043	0.01949934	0.03935263	0.00658975	0.00114763	0.0114474
6.27	0.00325865	0.00942759	0.0008177	0.01942443	0.03930258	0.00657669	0.00114561	0.0114219
6.28	0.00324431	0.00940769	0.00081498	0.01934912	0.0392643	0.00656336	0.00114356	0.0113982
6.29	0.00322996	0.00938944	0.00081228	0.01927346	0.03923795	0.00654974	0.00114148	0.0113763
6.3	0.00321559	0.00937288	0.00080959	0.01919743	0.03922369	0.00653585	0.00113939	0.0113563
6.31	0.00320122	0.00935793	0.00080692	0.01912107	0.03922163	0.00652171	0.00113727	0.0113382
6.32	0.00318685	0.00934455	0.00080426	0.01904441	0.03923189	0.0065073	0.00113513	0.0113221
6.33	0.0031725	0.00933275	0.00080161	0.01896752	0.03925459	0.00649269	0.00113296	0.0113078
6.34	0.00315818	0.0093224	0.00079898	0.01889042	0.0392898	0.00647781	0.00113078	0.0112955
6.35	0.00314387	0.00931356	0.00079636	0.01881312	0.03933761	0.00646273	0.00112857	0.0112851
6.36	0.0031296	0.00930607	0.00079376	0.0187356	0.0393981	0.00644742	0.00112634	0.0112767
6.37	0.00311535	0.00929992	0.00079116	0.01865779	0.03947134	0.00643189	0.0011241	0.0112702

6.38	0.00310115	0.009295	0.00078858	0.01857965	0.03955733	0.00641617	0.00112183	0.0112657
6.39	0.003087	0.00929127	0.00078601	0.01850109	0.03965612	0.00640024	0.00111954	0.0112630
6.4	0.00307289	0.00928858	0.00078346	0.01842207	0.03976769	0.00638409	0.00111724	0.0112623
6.41	0.00305883	0.00928689	0.00078092	0.01834252	0.03989205	0.00636776	0.00111491	0.0112634
6.42	0.00304482	0.00928601	0.00077839	0.01826243	0.04002915	0.00635123	0.00111257	0.0112664
6.43	0.00303086	0.00928591	0.00077587	0.01818174	0.04017893	0.0063345	0.00111021	0.0112711
6.44	0.00301696	0.00928637	0.00077336	0.0181004	0.04034135	0.00631756	0.00110783	0.0112777
6.45	0.00300312	0.00928727	0.00077087	0.01801842	0.04051625	0.00630041	0.00110544	0.0112860
6.46	0.00298934	0.00928847	0.00076839	0.01793577	0.04070345	0.00628307	0.00110303	0.0112959
6.47	0.00297562	0.00928972	0.00076592	0.01785246	0.04090285	0.00626552	0.00110061	0.0113075
6.48	0.00296196	0.00929086	0.00076346	0.0177685	0.04111412	0.00624775	0.00109817	0.0113207
6.49	0.00294837	0.00929171	0.00076101	0.0176839	0.04133707	0.00622975	0.00109571	0.0113354
6.5	0.00293484	0.00929197	0.00075857	0.01759867	0.04157135	0.00621151	0.00109324	0.0113515
6.51	0.00292137	0.0092914	0.00075615	0.01751285	0.04181655	0.00619306	0.00109076	0.0113689
6.52	0.00290798	0.00928971	0.00075373	0.01742646	0.04207226	0.00617437	0.00108825	0.0113875
6.53	0.00289466	0.00928665	0.00075133	0.01733951	0.04233802	0.00615542	0.00108574	0.0114073
6.54	0.00288141	0.00928186	0.00074893	0.01725202	0.0426132	0.00613624	0.00108321	0.0114281
6.55	0.00286823	0.009275	0.00074655	0.01716401	0.04289723	0.00611682	0.00108066	0.0114498
6.56	0.00285513	0.00926569	0.00074417	0.0170755	0.04318938	0.00609714	0.00107811	0.0114722
6.57	0.0028421	0.00925354	0.00074181	0.0169865	0.04348887	0.00607725	0.00107554	0.0114951
6.58	0.00282916	0.00931546	0.00073945	0.01689701	0.0437947	0.00605711	0.00107295	0.0115294
6.59	0.0028163	0.00942024	0.00073711	0.01680704	0.04410581	0.00603674	0.00107035	0.0115705
6.6	0.00280352	0.00952852	0.00073477	0.01671662	0.04442096	0.00601618	0.00106774	0.0116126
6.61	0.00279083	0.00964002	0.00073244	0.01662578	0.04473876	0.00599538	0.00106512	0.0116555
6.62	0.00277824	0.00975441	0.00073013	0.0165345	0.04505761	0.00597441	0.00106249	0.0116988
6.63	0.00276574	0.00987134	0.00072782	0.0164428	0.04537592	0.00595323	0.00105984	0.0117424
6.64	0.00275334	0.00999042	0.00072552	0.01635069	0.04569179	0.0059319	0.00105718	0.0117858
6.65	0.00274105	0.01011111	0.00072323	0.01625816	0.04600325	0.00591039	0.00105452	0.0118288
6.66	0.00272887	0.01023287	0.00072094	0.01616525	0.04630817	0.00588874	0.00105184	0.0118710
6.67	0.0027168	0.01035508	0.00071867	0.01607195	0.04660435	0.00586694	0.00104915	0.0119118
6.68	0.00270485	0.01047715	0.0007164	0.01597826	0.04688942	0.00584502	0.00104645	0.0119511
6.69	0.00269303	0.01059839	0.00071414	0.01588425	0.04716088	0.00582298	0.00104374	0.0119882

6.7	0.00268133	0.01071796	0.0007119	0.0157899	0.0474162	0.00580082	0.00104102	0.0120227
6.71	0.00266977	0.01083516	0.00070965	0.01569525	0.04765282	0.00577857	0.00103829	0.0120542
6.72	0.00265835	0.01094915	0.00070742	0.01560034	0.0478682	0.00575623	0.00103556	0.0120822
6.73	0.00264708	0.01105904	0.0007052	0.01550521	0.04805985	0.00573381	0.00103281	0.0121061
6.74	0.00263595	0.01116406	0.00070298	0.01540989	0.04822543	0.00571131	0.00103006	0.0121257
6.75	0.00262497	0.01126331	0.00070078	0.0153522	0.0483627	0.00568874	0.0010273	0.0121457
6.76	0.00261416	0.01135595	0.00069858	0.0153054	0.04846962	0.0056661	0.00102453	0.0121620
6.77	0.0026035	0.01144125	0.00069639	0.0152583	0.04854445	0.00564341	0.00102175	0.0121727
6.78	0.002593	0.01151834	0.00069422	0.01521084	0.04858573	0.00562066	0.00101897	0.0121774
6.79	0.00258266	0.01158667	0.00069205	0.01516305	0.04859229	0.00559786	0.00101618	0.0121758
6.8	0.00257249	0.01164553	0.00068989	0.01511493	0.04856337	0.005575	0.00101338	0.0121678
6.81	0.00256247	0.01169434	0.00068774	0.01506645	0.04849869	0.0055521	0.00101058	0.0121532
6.82	0.00255262	0.01173277	0.0006856	0.01501767	0.04839827	0.00552912	0.00100777	0.0121320
6.83	0.00254292	0.01176047	0.00068347	0.01496858	0.04826256	0.00550612	0.00100495	0.0121042
6.84	0.00253338	0.01177713	0.00068136	0.01491921	0.04809236	0.00548304	0.00100213	0.0120698
6.85	0.00252399	0.01178265	0.00067925	0.01486959	0.04788885	0.00545993	0.00099931	0.0120291
6.86	0.00251474	0.01177719	0.00067716	0.01481975	0.04765324	0.00543675	0.00099648	0.0119822
6.87	0.00250563	0.01176069	0.00067507	0.01476969	0.04738693	0.00541351	0.00099365	0.0119293
6.88	0.00249666	0.01173337	0.000673	0.01471947	0.04709144	0.00539023	0.00099081	0.0118707
6.89	0.00248781	0.01169567	0.00067094	0.01466906	0.04676826	0.00536688	0.00098797	0.0118067
6.9	0.00247908	0.01164792	0.0006689	0.01461852	0.04641914	0.00534348	0.00098513	0.0117375
6.91	0.00247046	0.01159053	0.00066686	0.01456784	0.04604602	0.00532002	0.00098228	0.0116634
6.92	0.00246194	0.0115242	0.00066484	0.01451705	0.04565094	0.00529649	0.00097943	0.0115850
6.93	0.00245353	0.01144942	0.00066282	0.01446615	0.04544016	0.00527293	0.00097658	0.0115317
6.94	0.0024452	0.01136677	0.00066082	0.01441516	0.04529126	0.0052493	0.00097372	0.0114860
6.95	0.00243695	0.01127714	0.00065884	0.01436411	0.04511683	0.00522561	0.00097086	0.0114358
6.96	0.00242878	0.01118095	0.00065686	0.01431298	0.0449188	0.00520188	0.000968	0.0113812
6.97	0.00242068	0.01107908	0.0006549	0.0142618	0.04469912	0.00517808	0.00096514	0.0113227
6.98	0.00241264	0.01097206	0.00065294	0.01421058	0.04445985	0.00515425	0.00096227	0.0112607
6.99	0.00240466	0.01086067	0.000651	0.01415932	0.04420298	0.00513037	0.0009594	0.0111955
7	0.00239673	0.01086775	0.00064907	0.01410803	0.04393064	0.00510645	0.00095653	0.0111450
7.01	0.00238885	0.01089179	0.00064715	0.01405671	0.04364476	0.00508248	0.00095366	0.0110951

7.02	0.00238101	0.01090918	0.00064524	0.01400539	0.0433473	0.0050585	0.00095079	0.0110425
7.03	0.00237321	0.01092035	0.00064334	0.01395404	0.04304017	0.00503446	0.00094792	0.0109876
7.04	0.00236545	0.0109257	0.00064146	0.0139027	0.04272519	0.00501043	0.00094504	0.0109309
7.05	0.00235772	0.01092561	0.00063958	0.01385134	0.04240399	0.00498636	0.00094217	0.0108724
7.06	0.00235003	0.01092044	0.00063771	0.0138	0.04207821	0.00496228	0.00093929	0.0108126
7.07	0.00234236	0.01091063	0.00063586	0.01374864	0.04174938	0.0049382	0.00093642	0.0107516
7.08	0.00233472	0.01089646	0.00063401	0.0136973	0.04141876	0.00491409	0.00093355	0.0106898
7.09	0.00232711	0.01087835	0.00063217	0.01364595	0.04108771	0.00488999	0.00093067	0.0106274
7.1	0.00231952	0.01085661	0.00063035	0.01359462	0.04075727	0.00486589	0.0009278	0.0105646
7.11	0.00231195	0.01083156	0.00062853	0.01354329	0.04042844	0.00484178	0.00092493	0.0105015
7.12	0.00230441	0.01080353	0.00062672	0.01349199	0.0401022	0.00481768	0.00092206	0.0104384
7.13	0.0022969	0.01077282	0.00062492	0.01344069	0.0397793	0.00479359	0.00091919	0.0103753
7.14	0.0022894	0.01073972	0.00062313	0.01338942	0.03946045	0.00476949	0.00091632	0.0103126
7.15	0.00228193	0.01070447	0.00062135	0.01333816	0.03914628	0.00474539	0.00091346	0.0102501
7.16	0.00227448	0.01066732	0.00061958	0.01328693	0.03883734	0.00472133	0.00091059	0.0101882
7.17	0.00226705	0.0106285	0.00061781	0.01323571	0.03853414	0.00469727	0.00090773	0.0101269
7.18	0.00225965	0.01058826	0.00061606	0.01318451	0.03823708	0.00467322	0.00090487	0.0100662
7.19	0.00225227	0.01054675	0.00061431	0.01313332	0.03794648	0.00464917	0.00090202	0.0100063
7.2	0.00224491	0.01050416	0.00061257	0.01308214	0.03766275	0.00462516	0.00089916	0.0099473
7.21	0.00223758	0.01046065	0.00061084	0.01303096	0.03738604	0.00460116	0.00089631	0.0098891
7.22	0.00223027	0.01041637	0.00060912	0.01297978	0.03711667	0.00457717	0.00089346	0.0098318
7.23	0.00222299	0.0103715	0.0006074	0.01292861	0.03685478	0.0045532	0.00089062	0.0097756
7.24	0.00221574	0.01032613	0.00060569	0.01287743	0.03660053	0.00452927	0.00088778	0.0097204
7.25	0.00220851	0.01028036	0.000604	0.01282624	0.03635403	0.00450537	0.00088494	0.0096662
7.26	0.0022013	0.01023432	0.0006023	0.01277505	0.0361154	0.00448591	0.00088211	0.0096138
7.27	0.00219413	0.01018812	0.00060062	0.01272385	0.03588472	0.00447735	0.00087928	0.0095640
7.28	0.00218698	0.01014178	0.00059894	0.01267265	0.03566203	0.0044686	0.00087645	0.0095153
7.29	0.00217986	0.01009546	0.00059728	0.01262144	0.03544737	0.0044597	0.00087363	0.0094678
7.3	0.00217278	0.01004915	0.00059561	0.01257022	0.03524075	0.00445062	0.00087081	0.0094214
7.31	0.00216572	0.01000294	0.00059396	0.01251901	0.03504225	0.00444138	0.000868	0.0093762
7.32	0.00215869	0.0099569	0.00059231	0.01246781	0.03485179	0.00443201	0.00086519	0.0093321
7.33	0.00215169	0.00991103	0.00059068	0.01241662	0.03466939	0.00442247	0.00086239	0.0092892

7.34	0.00214472	0.00986542	0.00058904	0.01236544	0.03449507	0.00441279	0.00085959	0.0092474
7.35	0.00213779	0.00982006	0.00058742	0.01231427	0.03432874	0.004403	0.0008568	0.0092069
7.36	0.00213089	0.009775	0.0005858	0.01226311	0.03417044	0.00439307	0.00085401	0.0091675
7.37	0.00212402	0.00973026	0.00058419	0.01221196	0.0340201	0.00438301	0.00085122	0.0091293
7.38	0.00211719	0.00968585	0.00058259	0.01216083	0.03387768	0.00437287	0.00084845	0.0090922
7.39	0.00211039	0.00964182	0.00058099	0.01210969	0.0337432	0.0043626	0.00084567	0.0090563
7.4	0.00210363	0.0095981	0.0005794	0.01205856	0.03361658	0.00435223	0.00084291	0.0090216
7.41	0.0020969	0.00955481	0.00057782	0.01200742	0.03349777	0.00434179	0.00084015	0.0089881
7.42	0.00209021	0.00951185	0.00057625	0.01195627	0.03338676	0.00433124	0.0008374	0.0089557
7.43	0.00208356	0.00946928	0.00057468	0.01190511	0.0332835	0.00432061	0.00083465	0.0089245
7.44	0.00207694	0.00942709	0.00057312	0.01185394	0.03318799	0.00430991	0.00083191	0.0088944
7.45	0.00207036	0.00938521	0.00057156	0.01180274	0.03310015	0.00429912	0.00082918	0.0088655
7.46	0.00206382	0.00934377	0.00057002	0.01175152	0.03301997	0.00428826	0.00082645	0.0088377
7.47	0.00205732	0.00930263	0.00056848	0.01170027	0.0329474	0.00427734	0.00082372	0.0088110
7.48	0.00205086	0.0092618	0.00056694	0.01164901	0.03288242	0.00426632	0.00082101	0.0087855
7.49	0.00204444	0.00922135	0.00056541	0.01159771	0.032825	0.00425525	0.0008183	0.0087611
7.5	0.00203807	0.00918114	0.00056389	0.01154639	0.03277512	0.00424411	0.00081559	0.0087378
7.51	0.00203173	0.00914122	0.00056238	0.01149503	0.03273274	0.00423288	0.00081289	0.0087156
7.52	0.00202544	0.00910158	0.00056087	0.01144364	0.03269784	0.0042216	0.0008102	0.0086945
7.53	0.00201919	0.00906213	0.00055937	0.01139223	0.0326704	0.00421025	0.00080752	0.0086744
7.54	0.00201299	0.0090229	0.00055788	0.01134077	0.0326504	0.00419881	0.00080484	0.0086555
7.55	0.00200683	0.00898386	0.00055639	0.01128929	0.03263781	0.00418732	0.00080217	0.0086377
7.56	0.00200071	0.00894493	0.00055491	0.01123776	0.03263263	0.00417576	0.0007995	0.0086209
7.57	0.00199465	0.0089061	0.00055344	0.01118619	0.03263482	0.00416411	0.00079685	0.0086052
7.58	0.00198863	0.00886739	0.00055197	0.01113458	0.03264437	0.0041524	0.00079419	0.0085905
7.59	0.00198266	0.00882865	0.00055051	0.01108292	0.03266126	0.00414062	0.00079155	0.0085769
7.6	0.00197675	0.00878991	0.00054906	0.01103123	0.03268546	0.00412876	0.00078891	0.0085643
7.61	0.00197088	0.00875116	0.00054761	0.01097949	0.03271697	0.00411683	0.00078628	0.0085527
7.62	0.00196507	0.00871226	0.00054617	0.01092771	0.03275575	0.00410484	0.00078366	0.0085422
7.63	0.00195931	0.00867319	0.00054473	0.01087588	0.0328018	0.00409276	0.00078104	0.0085327
7.64	0.0019536	0.00863398	0.0005433	0.01082402	0.03285507	0.00408062	0.00077843	0.0085241
7.65	0.00194795	0.00859447	0.00054188	0.01077212	0.03291552	0.00406842	0.00077583	0.0085166

7.66	0.00194236	0.00855461	0.00054047	0.0107202	0.03298313	0.00405614	0.00077324	0.0085100
7.67	0.00193683	0.00851445	0.00053906	0.01066828	0.03305784	0.0040438	0.00077065	0.0085044
7.68	0.00193136	0.00847381	0.00053765	0.01061634	0.03313964	0.00403142	0.00076807	0.0084998
7.69	0.00192595	0.00843261	0.00053626	0.01056441	0.03322843	0.00401896	0.0007655	0.0084960
7.7	0.0019206	0.00839093	0.00053487	0.01051251	0.03332417	0.00400644	0.00076293	0.0084932
7.71	0.00191532	0.00834855	0.00053348	0.01046065	0.03342678	0.00399388	0.00076037	0.0084913
7.72	0.0019101	0.00830539	0.00053211	0.01040883	0.03353618	0.00398127	0.00075782	0.0084902
7.73	0.00190496	0.00826151	0.00053074	0.01035707	0.03365225	0.00396861	0.00075528	0.0084901
7.74	0.00189988	0.0082167	0.00052937	0.01030541	0.03377494	0.00395588	0.00075275	0.0084907
7.75	0.00189488	0.00817086	0.00052801	0.01025383	0.03390406	0.00394315	0.00075022	0.0084921
7.76	0.00188995	0.00812402	0.00052666	0.01020235	0.03403948	0.00393035	0.0007477	0.0084944
7.77	0.00188509	0.00810928	0.00052531	0.01015101	0.03418105	0.00391751	0.00074519	0.0085021
7.78	0.00188032	0.00813965	0.00052397	0.0100998	0.0343286	0.00390464	0.00074268	0.0085171
7.79	0.00187562	0.00817042	0.00052264	0.01004874	0.03448191	0.00389174	0.00074019	0.0085330
7.8	0.00187101	0.00820148	0.00052131	0.00999784	0.03464075	0.0038788	0.0007377	0.0085498
7.81	0.00186648	0.00823278	0.00051999	0.00994712	0.03480486	0.00386582	0.00073522	0.0085675
7.82	0.00186203	0.00826435	0.00051868	0.00989659	0.034974	0.00385282	0.00073275	0.0085859
7.83	0.00185768	0.008296	0.00051737	0.00984627	0.03514781	0.0038398	0.00073028	0.0086050
7.84	0.00185341	0.00832764	0.00051606	0.00979615	0.03532598	0.00382675	0.00072783	0.0086248
7.85	0.00184923	0.00835928	0.00051476	0.00974626	0.03550812	0.00381367	0.00072538	0.0086452
7.86	0.00184515	0.00839072	0.00051347	0.0096966	0.0356938	0.00380057	0.00072294	0.0086662
7.87	0.00184116	0.00842183	0.00051219	0.00964719	0.03588256	0.00378747	0.00072051	0.0086876
7.88	0.00183727	0.00845259	0.00051091	0.00959802	0.03607391	0.00377435	0.00071809	0.0087093
7.89	0.00183348	0.00848275	0.00050963	0.00954911	0.03626728	0.0037612	0.00071567	0.0087313
7.9	0.00182978	0.00851221	0.00050836	0.00950046	0.03646211	0.00374804	0.00071326	0.0087535
7.91	0.00182619	0.00854081	0.0005071	0.00945206	0.03665768	0.00373488	0.00071087	0.0087757
7.92	0.00182269	0.00856832	0.00050584	0.00940392	0.0368533	0.00372172	0.00070848	0.0087978
7.93	0.0018193	0.00859468	0.00050459	0.00935603	0.03704819	0.00370854	0.00070609	0.0088196
7.94	0.001816	0.00861954	0.00050334	0.0093084	0.03724154	0.00369535	0.00070372	0.0088411
7.95	0.00181281	0.00864285	0.00050209	0.00926101	0.03743243	0.00368217	0.00070136	0.0088621
7.96	0.00180971	0.00866425	0.00050085	0.00921386	0.03761999	0.00366899	0.000699	0.0088824
7.97	0.00180671	0.00868366	0.00049962	0.00916694	0.03780322	0.00365581	0.00069665	0.0089018

7.98	0.0018038	0.00870071	0.00049839	0.00912026	0.03798111	0.00364263	0.00069432	0.0089202
7.99	0.00180098	0.00871531	0.00049716	0.00907379	0.03815261	0.00362945	0.00069199	0.0089373
8	0.00179826	0.00872708	0.00049594	0.00902755	0.03831667	0.00361629	0.00068966	0.0089531
8.01	0.00179562	0.00873588	0.00049473	0.00898153	0.03847223	0.00360315	0.00068735	0.0089672
8.02	0.00179305	0.00874143	0.00049351	0.00893572	0.03861819	0.00359001	0.00068505	0.0089796
8.03	0.00179057	0.00874347	0.0004923	0.00889011	0.03875345	0.00357689	0.00068275	0.0089899
8.04	0.00178815	0.00874185	0.0004911	0.00884471	0.03887693	0.00356379	0.00068047	0.0089981
8.05	0.00178579	0.00873626	0.00048989	0.00879951	0.0389876	0.00355073	0.00067819	0.0090040
8.06	0.00178349	0.00872651	0.00048869	0.00875452	0.03908445	0.00353769	0.00067592	0.0090073
8.07	0.00178124	0.00871246	0.00048749	0.00870973	0.03916652	0.00352468	0.00067366	0.0090080
8.08	0.00177902	0.00869385	0.0004863	0.00866514	0.03923298	0.00351169	0.00067141	0.0090058
8.09	0.00177683	0.00867055	0.0004851	0.00862074	0.03928322	0.00349876	0.00066916	0.0090006
8.1	0.00177467	0.00864249	0.00048391	0.00857655	0.03931689	0.00348587	0.00066693	0.0089925
8.11	0.00177251	0.00860949	0.00048272	0.00853254	0.0393342	0.00347302	0.00066471	0.0089813
8.12	0.00177036	0.00857146	0.00048154	0.00848872	0.03933637	0.00346021	0.00066249	0.0089673
8.13	0.0017682	0.00852845	0.00048035	0.00844509	0.03932678	0.00344744	0.00066028	0.0089509
8.14	0.00176601	0.00848039	0.00047917	0.00840165	0.03930913	0.00343473	0.00065808	0.0089327
8.15	0.0017638	0.00842729	0.00047798	0.00835838	0.03927957	0.00342206	0.0006559	0.0089121
8.16	0.00176154	0.00836923	0.0004768	0.0083153	0.03923366	0.00340944	0.00065372	0.0088885
8.17	0.00175924	0.00830635	0.00047562	0.00827239	0.03916924	0.00339687	0.00065154	0.0088616
8.18	0.00175687	0.00823871	0.00047444	0.00822966	0.03908523	0.00338433	0.00064938	0.0088312
8.19	0.00175444	0.00816649	0.00047327	0.00818709	0.03898117	0.00337186	0.00064723	0.0087974
8.2	0.00175192	0.00808997	0.00047209	0.00814469	0.03885701	0.00335943	0.00064508	0.0087600
8.21	0.00174933	0.00800927	0.00047091	0.00810244	0.03871316	0.00334703	0.00064295	0.0087193
8.22	0.00174664	0.0079247	0.00046974	0.00806036	0.03855027	0.00333468	0.00064082	0.0086753
8.23	0.00174385	0.00783656	0.00046857	0.00801842	0.03836944	0.00332236	0.0006387	0.0086283
8.24	0.00174097	0.00774508	0.0004674	0.00797664	0.03817208	0.00331009	0.0006366	0.0085784
8.25	0.00173798	0.00765068	0.00046623	0.00793499	0.03796008	0.00329785	0.0006345	0.0085260
8.26	0.00173488	0.00755357	0.00046506	0.00789347	0.03773558	0.00328564	0.0006324	0.0084715
8.27	0.00173167	0.00745422	0.00046389	0.00785207	0.03749993	0.00327346	0.00063032	0.0084151
8.28	0.00172834	0.00735284	0.00046273	0.00781078	0.03725351	0.00326132	0.00062825	0.0083568
8.29	0.0017249	0.00724989	0.00046156	0.0077696	0.03699618	0.00324919	0.00062619	0.0082968

8.3	0.00172136	0.00714564	0.0004604	0.00772852	0.03672768	0.00323709	0.00062413	0.0082350
8.31	0.0017177	0.00704041	0.00045925	0.00768752	0.03644806	0.003225	0.00062208	0.0081714
8.32	0.00171394	0.00699198	0.00045809	0.00764661	0.03615772	0.00321294	0.00062005	0.0081145
8.33	0.00171007	0.0069529	0.00045694	0.00760577	0.03585725	0.0032009	0.00061802	0.0080574
8.34	0.0017061	0.00691184	0.00045579	0.00756499	0.03554742	0.00318886	0.000616	0.0079987
8.35	0.00170204	0.00686912	0.00045464	0.00752427	0.03522911	0.00317683	0.00061399	0.0079386
8.36	0.00169788	0.00682484	0.0004535	0.0074836	0.03490327	0.00316482	0.00061198	0.0078771
8.37	0.00169363	0.00677897	0.00045236	0.00744297	0.03457085	0.00315282	0.00060999	0.0078145
8.38	0.0016893	0.00673156	0.00045122	0.00740238	0.03423286	0.00314082	0.000608	0.0077509
8.39	0.0016849	0.00668283	0.00045009	0.00736184	0.03389032	0.00312882	0.00060603	0.0076864
8.4	0.00168042	0.00663301	0.00044896	0.00732133	0.03354421	0.00311684	0.00060406	0.0076213
8.41	0.00167588	0.00658227	0.00044783	0.00728085	0.03319547	0.00310487	0.0006021	0.0075556
8.42	0.00167127	0.00653067	0.00044671	0.0072404	0.03284505	0.0030929	0.00060015	0.0074896
8.43	0.00166661	0.00647829	0.00044559	0.00719998	0.03249378	0.00308093	0.00059821	0.0074233
8.44	0.0016619	0.00642524	0.00044448	0.00715961	0.03214251	0.00306899	0.00059628	0.0073570
8.45	0.00165715	0.00637164	0.00044337	0.00711927	0.03179196	0.00305705	0.00059435	0.0072907
8.46	0.00165235	0.00631762	0.00044226	0.00707898	0.03144289	0.00304513	0.00059243	0.0072245
8.47	0.00164752	0.00626329	0.00044116	0.00703872	0.03109588	0.00303323	0.00059053	0.0071586
8.48	0.00164267	0.00620877	0.00044006	0.00699852	0.03075152	0.00302135	0.00058863	0.0070931
8.49	0.00163778	0.00615415	0.00043897	0.00695837	0.03041038	0.0030095	0.00058674	0.0070280
8.5	0.00163288	0.00609952	0.00043788	0.00691828	0.03007288	0.00299768	0.00058486	0.0069634
8.51	0.00162796	0.00604494	0.0004368	0.00687825	0.02973943	0.00298588	0.00058298	0.0068995
8.52	0.00162303	0.00599048	0.00043572	0.00683829	0.0294104	0.00297413	0.00058112	0.0068362
8.53	0.00161809	0.00593619	0.00043465	0.0067984	0.02908609	0.00296242	0.00057926	0.0067736
8.54	0.00161314	0.00588213	0.00043357	0.00675859	0.02876678	0.00295075	0.00057741	0.0067118
8.55	0.00160819	0.00582836	0.00043251	0.00671886	0.02845269	0.00293912	0.00057557	0.0066508
8.56	0.00160324	0.00577493	0.00043145	0.00667922	0.02814403	0.00292755	0.00057374	0.0065906
8.57	0.00159829	0.0057219	0.00043039	0.00663967	0.02784092	0.00291603	0.00057192	0.0065313
8.58	0.00159334	0.0056693	0.00042934	0.00660022	0.02754353	0.00290457	0.0005701	0.0064729
8.59	0.00158841	0.00561717	0.00042829	0.00656087	0.02725192	0.00289316	0.00056829	0.0064154
8.6	0.00158348	0.00556557	0.00042725	0.00652164	0.02696621	0.00288181	0.00056649	0.0063589
8.61	0.00157857	0.00551453	0.00042621	0.00648252	0.02668642	0.00287053	0.0005647	0.0063034

8.62	0.00157367	0.00546408	0.00042518	0.00644353	0.02641259	0.00285931	0.00056292	0.0062488
8.63	0.00156879	0.00541424	0.00042415	0.00640466	0.02614474	0.00284815	0.00056114	0.0061951
8.64	0.00156392	0.00536503	0.00042312	0.00636593	0.02588289	0.00283705	0.00055938	0.0061425
8.65	0.00155908	0.00531649	0.0004221	0.00632735	0.02562701	0.00282604	0.00055762	0.0060908
8.66	0.00155425	0.00526863	0.00042108	0.00628893	0.02537707	0.00281508	0.00055587	0.0060401
8.67	0.00154944	0.00522145	0.00042007	0.00625066	0.02513305	0.0028042	0.00055412	0.0059904
8.68	0.00154465	0.00517498	0.00041906	0.00621256	0.02489487	0.00279338	0.00055239	0.0059417
8.69	0.00153988	0.00512922	0.00041806	0.00617464	0.02466248	0.00278263	0.00055066	0.0058939
8.7	0.00153514	0.00508418	0.00041706	0.0061369	0.02443586	0.00277195	0.00054894	0.0058471
8.71	0.00153041	0.00503985	0.00041606	0.00609935	0.0242149	0.00276133	0.00054723	0.0058013
8.72	0.00152572	0.00499625	0.00041507	0.00606201	0.02399953	0.00275078	0.00054553	0.0057564
8.73	0.00152104	0.00495337	0.00041408	0.00602486	0.02378967	0.00274029	0.00054383	0.0057124
8.74	0.00151639	0.00491122	0.0004131	0.00598792	0.02358524	0.00272985	0.00054214	0.0056694
8.75	0.00151177	0.00486978	0.00041212	0.0059512	0.02338615	0.00271949	0.00054046	0.0056273
8.76	0.00150717	0.00482907	0.00041114	0.0059147	0.02319233	0.00270917	0.00053879	0.0055861
8.77	0.00150259	0.00478907	0.00041017	0.00587842	0.02300366	0.00269891	0.00053713	0.0055457
8.78	0.00149804	0.00474977	0.0004092	0.00584238	0.02282006	0.00268869	0.00053547	0.0055062
8.79	0.00149352	0.00471118	0.00040824	0.00580656	0.02264144	0.00267852	0.00053382	0.0054676
8.8	0.00148902	0.00467328	0.00040728	0.00577097	0.0224677	0.0026684	0.00053218	0.0054298
8.81	0.00148455	0.00463608	0.00040632	0.00574276	0.02229875	0.00265832	0.00053055	0.0053939
8.82	0.0014801	0.00459955	0.00040537	0.00572489	0.02213449	0.00264827	0.00052892	0.0053602
8.83	0.00147568	0.00456369	0.00040442	0.00570703	0.02197483	0.00263826	0.0005273	0.0053273
8.84	0.00147129	0.00452849	0.00040347	0.00568918	0.02181967	0.00262828	0.00052569	0.0052952
8.85	0.00146692	0.00449394	0.00040253	0.00567135	0.02166892	0.00261833	0.00052409	0.0052637
8.86	0.00146257	0.00446003	0.00040159	0.00565355	0.0215225	0.00260842	0.00052249	0.0052330
8.87	0.00145825	0.00442675	0.00040066	0.00563579	0.02138032	0.00259853	0.0005209	0.0052030
8.88	0.00145396	0.0043941	0.00039972	0.00561806	0.02124228	0.00258867	0.00051932	0.0051737
8.89	0.00144969	0.00436205	0.0003988	0.00560038	0.02110829	0.00257883	0.00051775	0.0051451
8.9	0.00144545	0.0043306	0.00039787	0.00558276	0.02097828	0.00256901	0.00051618	0.0051172
8.91	0.00144123	0.00429973	0.00039695	0.00556519	0.02085216	0.00255922	0.00051462	0.0050899
8.92	0.00143703	0.00426944	0.00039604	0.0055477	0.02072985	0.00254945	0.00051307	0.0050632
8.93	0.00143286	0.00423972	0.00039512	0.00553028	0.02061126	0.00253972	0.00051152	0.0050372

8.94	0.00142872	0.00421055	0.00039421	0.00551294	0.02049632	0.00253001	0.00050999	0.0050118
8.95	0.00142459	0.00418192	0.00039331	0.00549569	0.02038495	0.00252033	0.00050846	0.0049870
8.96	0.00142049	0.00415382	0.0003924	0.00547853	0.02027708	0.00251067	0.00050693	0.0049628
8.97	0.00141641	0.00412624	0.0003915	0.00546147	0.02017264	0.00250104	0.00050542	0.0049392
8.98	0.00141236	0.00409917	0.0003906	0.00544451	0.02007155	0.00249144	0.00050391	0.0049162
8.99	0.00140833	0.00407259	0.00038971	0.00542767	0.01997374	0.00248188	0.00050241	0.0048938
9	0.00140432	0.00404651	0.00038882	0.00541093	0.01987915	0.00247235	0.00050092	0.0048719
9.01	0.00140033	0.00402091	0.00038793	0.00539432	0.01978773	0.00246286	0.00049943	0.0048505
9.02	0.00139637	0.00399577	0.00038705	0.00537784	0.0196994	0.00245341	0.00049795	0.0048297
9.03	0.00139243	0.00397108	0.00038617	0.00536149	0.01961411	0.00244398	0.00049648	0.0048094
9.04	0.00138851	0.00394685	0.00038529	0.0053453	0.01953178	0.0024346	0.00049501	0.0047896
9.05	0.00138461	0.00392304	0.00038442	0.0053293	0.01945237	0.00242526	0.00049356	0.0047704
9.06	0.00138073	0.00389967	0.00038355	0.0053136	0.01937583	0.00241596	0.0004921	0.0047516
9.07	0.00137687	0.00387671	0.00038268	0.00529818	0.01930208	0.00240671	0.00049066	0.0047334
9.08	0.00137303	0.00385416	0.00038181	0.00528293	0.01923109	0.0023975	0.00048922	0.0047157
9.09	0.00136921	0.003832	0.00038095	0.00526784	0.01916282	0.00238833	0.00048779	0.0046984
9.1	0.00136542	0.00381023	0.00038009	0.00525289	0.01909721	0.00237921	0.00048636	0.0046816
9.11	0.00136164	0.00378884	0.00037924	0.00523805	0.0190342	0.00237014	0.00048495	0.0046653
9.12	0.00135788	0.00376782	0.00037838	0.00522332	0.01897376	0.00236112	0.00048354	0.0046494
9.13	0.00135414	0.00374716	0.00037753	0.00520869	0.01891584	0.00235215	0.00048213	0.0046339
9.14	0.00135042	0.00372685	0.00037669	0.00519415	0.0188604	0.00234323	0.00048073	0.0046189
9.15	0.00134672	0.00370688	0.00037584	0.00517969	0.01880739	0.00233437	0.00047934	0.0046043
9.16	0.00134304	0.00368724	0.000375	0.00516531	0.01875679	0.00232556	0.00047796	0.0045901
9.17	0.00133938	0.00366793	0.00037416	0.00515101	0.01870854	0.0023168	0.00047658	0.0045763
9.18	0.00133574	0.00365214	0.00037333	0.00513678	0.01866262	0.0023081	0.00047521	0.0045634
9.19	0.00133211	0.00363964	0.0003725	0.00512261	0.01861898	0.00229946	0.00047384	0.0045513
9.2	0.0013285	0.00362752	0.00037167	0.0051085	0.01857761	0.00229087	0.00047249	0.0045396
9.21	0.00132491	0.00361577	0.00037084	0.00509445	0.01853845	0.00228234	0.00047113	0.0045283
9.22	0.00132134	0.00360853	0.00037002	0.00508046	0.01850148	0.00227387	0.00046979	0.0045179
9.23	0.00131778	0.0036032	0.0003692	0.00506652	0.01846667	0.00226545	0.00046845	0.0045082
9.24	0.00131424	0.00359817	0.00036838	0.00505263	0.01843398	0.00225708	0.00046712	0.0044988
9.25	0.00131072	0.00359343	0.00036756	0.00503878	0.01840339	0.00224878	0.00046579	0.0044898

9.26	0.00130721	0.00358899	0.00036675	0.00502498	0.01837486	0.00224053	0.00046447	0.0044811
9.27	0.00130372	0.00358484	0.00036594	0.00501121	0.01834838	0.00223233	0.00046316	0.0044728
9.28	0.00130025	0.00358099	0.00036513	0.00499748	0.01832391	0.00222418	0.00046185	0.0044648
9.29	0.00129679	0.00357743	0.00036433	0.00498379	0.01830143	0.00221608	0.00046055	0.0044572
9.3	0.00129335	0.00357418	0.00036353	0.00497012	0.01828092	0.00220803	0.00045925	0.0044499
9.31	0.00128993	0.00357123	0.00036273	0.00495648	0.01826234	0.00220002	0.00045796	0.0044430
9.32	0.00128652	0.00356859	0.00036193	0.00494286	0.01824567	0.00219205	0.00045668	0.0044363
9.33	0.00128312	0.00356626	0.00036114	0.00492926	0.01823088	0.00218413	0.0004554	0.0044300
9.34	0.00127974	0.00356423	0.00036034	0.00491568	0.01821796	0.00217624	0.00045413	0.0044240
9.35	0.00127638	0.00356251	0.00035956	0.00490212	0.01820688	0.0021684	0.00045286	0.0044184
9.36	0.00127303	0.00356111	0.00035877	0.00488857	0.01819762	0.00216059	0.0004516	0.0044130
9.37	0.00126969	0.00356002	0.00035799	0.00487503	0.01819017	0.00215282	0.00045035	0.0044080
9.38	0.00126637	0.00355925	0.00035721	0.00486151	0.01818448	0.00214507	0.0004491	0.0044033
9.39	0.00126307	0.00355879	0.00035643	0.004848	0.01818053	0.00213736	0.00044786	0.0043989
9.4	0.00125978	0.00355866	0.00035565	0.00483449	0.01817831	0.00212968	0.00044662	0.0043947
9.41	0.0012565	0.00355885	0.00035488	0.00482101	0.01817781	0.00212202	0.00044539	0.0043909
9.42	0.00125324	0.00355936	0.00035411	0.00480753	0.01817898	0.00211439	0.00044416	0.0043874
9.43	0.00124999	0.0035602	0.00035334	0.00479406	0.0181818	0.00210678	0.00044294	0.0043842
9.44	0.00124675	0.00356136	0.00035257	0.00478061	0.01818627	0.0020992	0.00044173	0.0043812
9.45	0.00124353	0.00356285	0.00035181	0.00476717	0.01819233	0.00209165	0.00044052	0.0043786
9.46	0.00124032	0.00356467	0.00035105	0.00475375	0.01819999	0.00208412	0.00043931	0.0043762
9.47	0.00123713	0.00356683	0.00035029	0.00474035	0.01820919	0.00207661	0.00043812	0.0043741
9.48	0.00123395	0.00356931	0.00034954	0.00472696	0.01821994	0.00206913	0.00043692	0.0043722
9.49	0.00123078	0.00357213	0.00034878	0.00471359	0.01823218	0.00206166	0.00043574	0.0043707
9.5	0.00122762	0.00357528	0.00034803	0.00470025	0.01824591	0.00205422	0.00043456	0.0043694
9.51	0.00122448	0.00357877	0.00034728	0.00468693	0.01826106	0.00204679	0.00043338	0.0043684
9.52	0.00122135	0.00358259	0.00034654	0.00467362	0.01827764	0.00203939	0.00043221	0.0043676
9.53	0.00121823	0.00358675	0.00034579	0.00466035	0.01829559	0.002032	0.00043104	0.0043671
9.54	0.00121513	0.00359124	0.00034505	0.00464709	0.01831487	0.00202463	0.00042988	0.0043668
9.55	0.00121204	0.00359607	0.00034431	0.00463385	0.01833548	0.00201728	0.00042873	0.0043668
9.56	0.00120896	0.00360122	0.00034357	0.00462064	0.01835735	0.00200995	0.00042758	0.0043670
9.57	0.00120589	0.00360672	0.00034284	0.00460745	0.01838043	0.00200264	0.00042643	0.0043675

9.58	0.00120284	0.00361254	0.00034211	0.00459428	0.01840469	0.00199534	0.0004253	0.0043682
9.59	0.0011998	0.0036187	0.00034138	0.00458114	0.0184301	0.00198807	0.00042416	0.0043690
9.6	0.00119677	0.00362518	0.00034065	0.00456801	0.01845658	0.00198081	0.00042303	0.0043701
9.61	0.00119376	0.003632	0.00033992	0.00455489	0.01848408	0.00197356	0.00042191	0.0043714
9.62	0.00119075	0.00363912	0.0003392	0.0045418	0.01851255	0.00196633	0.00042079	0.0043729
9.63	0.00118776	0.00364657	0.00033848	0.00452872	0.01854192	0.00195912	0.00041967	0.0043746
9.64	0.00118478	0.00365433	0.00033776	0.00451565	0.01857214	0.00195193	0.00041857	0.0043765
9.65	0.00118181	0.0036624	0.00033705	0.0045026	0.01860312	0.00194475	0.00041746	0.0043785
9.66	0.00117886	0.00367077	0.00033633	0.00448955	0.0186348	0.0019376	0.00041636	0.0043806
9.67	0.00117592	0.00367943	0.00033562	0.00447653	0.0186671	0.00193046	0.00041527	0.0043829
9.68	0.00117299	0.00368839	0.00033491	0.00446351	0.01869992	0.00192334	0.00041418	0.0043853
9.69	0.00117007	0.00369762	0.0003342	0.00445049	0.01873319	0.00191625	0.0004131	0.0043878
9.7	0.00116717	0.00370711	0.0003335	0.0044375	0.01876679	0.00190919	0.00041202	0.0043905
9.71	0.00116428	0.00371687	0.00033279	0.0044245	0.01880063	0.00190215	0.00041094	0.0043932
9.72	0.0011614	0.00372688	0.00033209	0.00441152	0.0188346	0.00189513	0.00040987	0.0043959
9.73	0.00115853	0.00373711	0.00033139	0.00439855	0.01886858	0.00188814	0.00040881	0.0043987
9.74	0.00115568	0.00374756	0.0003307	0.00438558	0.01890245	0.00188118	0.00040775	0.0044016
9.75	0.00115284	0.00375822	0.00033	0.00437262	0.01893608	0.00187426	0.00040669	0.0044044
9.76	0.00115001	0.00376905	0.00032931	0.00435967	0.01896933	0.00186736	0.00040564	0.0044072
9.77	0.0011472	0.00378006	0.00032862	0.00434673	0.01900204	0.0018605	0.0004046	0.0044100
9.78	0.0011444	0.00379121	0.00032793	0.0043338	0.0190341	0.00185367	0.00040356	0.0044127
9.79	0.00114162	0.00380248	0.00032725	0.00432088	0.0190653	0.00184688	0.00040252	0.0044153
9.8	0.00113884	0.00381386	0.00032656	0.00430796	0.01909551	0.00184013	0.00040149	0.0044178
9.81	0.00113609	0.0038253	0.00032588	0.00429505	0.01912451	0.00183342	0.00040046	0.0044201
9.82	0.00113334	0.00383679	0.0003252	0.00428215	0.01915217	0.00182675	0.00039944	0.0044223
9.83	0.00113061	0.0038483	0.00032452	0.00426925	0.01917826	0.00182012	0.00039843	0.0044242
9.84	0.0011279	0.00385979	0.00032385	0.00425636	0.0192026	0.00181354	0.00039741	0.0044259
9.85	0.0011252	0.00387123	0.00032318	0.00424347	0.01922499	0.001807	0.0003964	0.0044274
9.86	0.00112252	0.00388259	0.00032251	0.00423059	0.01924523	0.0018005	0.0003954	0.0044285
9.87	0.00111985	0.00389383	0.00032184	0.0042177	0.0192631	0.00179405	0.0003944	0.0044293
9.88	0.0011172	0.0039049	0.00032117	0.00420483	0.01927842	0.00178764	0.0003934	0.0044297
9.89	0.00111457	0.00391576	0.00032051	0.00419195	0.01929094	0.00178128	0.00039241	0.0044296

9.9	0.00111195	0.00392637	0.00031984	0.00417907	0.01930051	0.00177496	0.00039143	0.0044292
9.91	0.00110935	0.00393669	0.00031918	0.0041662	0.01930691	0.00176869	0.00039044	0.0044282
9.92	0.00110677	0.00394667	0.00031853	0.00415332	0.01930994	0.00176247	0.00038947	0.0044267
9.93	0.0011042	0.00395624	0.00031787	0.00414044	0.01930944	0.0017563	0.00038849	0.0044247
9.94	0.00110166	0.00396537	0.00031722	0.00412757	0.01930521	0.00175017	0.00038752	0.0044221
9.95	0.00109913	0.00397399	0.00031656	0.0041147	0.01929711	0.00174409	0.00038656	0.0044189
9.96	0.00109662	0.00398205	0.00031592	0.00410183	0.01939858	0.00173806	0.0003856	0.0044312
9.97	0.00109413	0.00398949	0.00031527	0.00408896	0.01954616	0.00173208	0.00038464	0.0044501
9.98	0.00109166	0.00399626	0.00031462	0.00407609	0.01969402	0.00172614	0.00038369	0.0044689
9.99	0.00108921	0.00400229	0.00031398	0.00406324	0.01984175	0.00172025	0.00038274	0.0044876
10	0.00108678	0.00400752	0.00031334	0.00405039	0.01998902	0.0017144	0.0003818	0.0045062

