



**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte
solare e relative opere connesse della potenza di
24,586 MWp**

**Provincia di Piacenza
Comune di Cortemaggiore, Località Morlenzo**

**RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA SISMICA
IMPIANTO FOTOVOLTAICO**



30/09/2024	00	Emissione finale	A. Carpena	L. Marabeti G. D'Amico	F. Boni Castagnetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale Futuro Solare 1 S.r.L.			ID Documento Appaltatore 1914_Relazione geologica-geotecnica sismica impianto fotovoltaico		

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 2 / 114
		Numero Revisione
		00

Sommario

1	INTRODUZIONE.....	4
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE.....	9
2.1	Inquadramento geologico strutturale.....	9
2.2	Quadro geologico locale	10
2.3	Assetto stratigrafico locale.....	11
3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	15
3.1	Lineamenti geomorfologici.....	15
4	RISCHIO IDRAULICO.....	16
4.1	Piano Gestione Rischio Alluvioni.....	16
5.1	Lineamenti idrogeologici generali	19
5.2	Idrogeologia locale.....	22
5.3	Vulnerabilità degli acquiferi	24
6	ANALISI SISMICA	25
6.1	Zonazione sismogenetica	25
6.2	Sismicità di base.....	28
6.3	Classificazione regionale	30
6.4	Pericolosità sismica di base.....	31
6.5	Microzonazione sismica del Comune di Cortemaggiore	34
6.5.1	Analisi di Livello I	34
6.5.2	Studio di Microzonazione Sismica di Livello 2.....	35
7.1	Acquisizione dati.....	38
7.2	Modalità operative	39
7.3	Elaborazione e restituzione dei dati	40
7.4	Analisi dei risultati	40
7.5	Caratterizzazione sismica del sito – determinazione parametro V_{seq}	44
8	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE	45
9	AZIONE SISMICA.....	46
10	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	53

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 3 / 114
		Numero Revisione
		00

10.1	Dati di input per l'analisi di RSL	53
10.1.1	Accelerogrammi.....	53
10.1.2	Modello sismo-stratigrafico	58
10.2	Grafici di output della RSL.....	61
11	INDAGINI GEOGNOSTICHE E ANALISI DI LABORATORIO	71
11.1	Prova penetrometrica statica con piezocono CPTU.....	71
11.2	Trincee esplorative con escavatore	77
11.3	Sondaggio a carotaggio continuo e prove di laboratorio	78
11.4	Prove di penetrazione dinamica SPT	83
11.4.1	Attrezzatura di prova.....	83
11.4.2	Esecuzione della prova.....	84
11.5	Fattori di correzione per la normalizzazione di N.....	85
11.6	Prove di laboratorio.....	86
11.6.1	Analisi granulometrica.....	88
11.6.2	Limiti di Atterberg	89
11.6.3	Prova di compressione non confinata (ELL)	90
11.6.4	Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande	90
12	MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO	92
12.1	Assetto stratigrafico	92
12.2	Parametrizzazione geotecnica	93
13	VERIFICA DELLA POSSIBILITA' DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE.....	98
13.1	Analisi dei risultati	102
14	CONCLUSIONI.....	106

ALLEGATO 01 - ELABORAZIONE CPTU

ALLEGATO 02 - SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

ALLEGATO 03 - PROVE DI LABORATORIO

ALLEGATO 04 - VERIFICHE LIQUEFAZIONE

ALLEGATO 05 - CARTOGRAFIA

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 4 / 114
		Numero Revisione
		00

1 INTRODUZIONE

In questa sede viene redatto uno studio geologico-geomorfologico-idrogeologico-geotecnico e sismico a supporto del Progetto definitivo di un impianto fotovoltaico, ubicato nei pressi della località Morlenzo nel Comune di Cortemaggiore PC (v. Figura 1).


L'area occupata dal futuro impianto fotovoltaico, che interessa una superficie pari a circa 28,89 ha (superficie misurata alla recinzione perimetrale), è ubicata nella pianura piacentina in adiacenza dell'autostrada A21 (diramazione Fiorenzuola d'Arda).

L'area è ubicata nell'estremità settentrionale del territorio comunale di Cortemaggiore, a nord ovest del centro abitato di Cortemaggiore (circa 1,2 Km) e in prossimità del confine comunale con San Pietro in Cerro (PC).

L'area risulta facilmente raggiungibile dalla S.P. n°587, svoltando verso nord in "Via Morlenzetto". I toponimi più vicini all'area di progetto sono "Colombarola di Sopra", situato nei pressi del confine meridionale, "Colombarola di Sotto", Morlenzetto" e "Cascina Bassa", situati lungo "Via Morlenzetto", "La Barattiera" situato nei pressi del confine nord.




Figura 1: Ubicazione dell'area di studio su ortofoto (in rosso le aree dell'impianto, in blu i cavidotti di connessione alla rete elettrica pubblica, in verde la nuova sottostazione elettrica)

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO		Pagina
			5 / 114
			Numero Revisione
			00

L'impianto fotovoltaico in progetto, suddiviso in 5 sottocampi (denominati A, B, C, D, E), ricade nella porzione di territorio che borda l'autostrada A21 per un buffer di 300 m di ampiezza, compreso tra i toponimi di Colombarola di Sopra e La Barattiera.



Figura 2: Inquadramento su foto aerea dell'area di progetto (fonte: Google Earth ®). In rosso è l'indicata l'area dell'impianto fotovoltaico, in blu la linea di connessione elettrica MT, in verde l'area della sottostazione elettrica, in magenta la linea di connessione AT e in giallo le servitù di accesso.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 6 / 114
		Numero Revisione
		00


Sotto il profilo cartografico l'area è ricompresa nei seguenti elementi:

- Foglio alla scala 1:25.000 n° 180NE, 162SE
- Sezione alla scala 1:10.000 n° 180030, 162150, 162160.

Nella seguente figura viene mostrata la visione prospettica di un adeguato intorno dell'area di insediamento del futuro impianto fotovoltaico.



Figura 3: Prospettica area impianto fotovoltaico ripresa da sud verso nord (agosto 2024)


	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 7 / 114
		Numero Revisione
		00

Lo studio è stato articolato attraverso lo sviluppo dei seguenti punti:

- a) Relazione geologica – geomorfologica –idrogeologica - geotecnica – sismica.
- b) Parametrizzazione geotecnica dei terreni desunta dall'estrapolazione dei dati ricavati da:
 - **n. 5 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU01-05)** eseguite nell'area dell'impianto
 - **n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (S01)** eseguito nell'ambito del progetto definitivo della nuova sottostazione elettrica a servizio dell'impianto stesso con esecuzione di SPT in foro (Standard penetration test), prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati e relative analisi di laboratorio geotecnico
 - **n. 3 trincee esplorative con escavatore (TR01-03).**
- c) Analisi della Risposta Sismica Locale (RSL); a tal fine, in data 4 settembre 2024, è stata eseguita una **indagine sismica in foro di tipo Down-Hole (DH1)**, al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico le unità geolitologiche dei materiali carotati in foro di sondaggio, definendo un modello sismo-stratigrafico in termini di V_p , V_{sh} e dei rispettivi moduli dinamici; l'elaborazione finale ha consentito inoltre la determinazione del parametro V_{seq} per la definizione della categoria sismica del suolo di fondazione ai sensi del Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 (pubblicato sul supplemento ordinario nr. 42 della Gazzetta Ufficiale del 20 febbraio 2018 – “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”).
- d) Azioni sismiche: definizione delle classi d'uso, coefficiente d'uso (C_u), periodo di riferimento V_R , definizione dei periodi di ritorno dell'azione sismica T_R , pericolosità sismica di sito e calcolo degli spettri di progetto delle componenti orizzontali e verticali (rif. NTC2018).

La redazione del presente Studio geologico ha seguito i criteri imposti dalla Legislazione vigente di cui si riportano gli estremi:

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri nr. 3274 del 20/03/2003 e s.m.;
- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. nr. 7 del 17/01/2018;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Autorità di Bacino Po, approvato con D.P.C.M. 24/05/2001;
- P.T.C.P. della provincia di Piacenza, approvato con Delibera del Consiglio provinciale n. 69 del 2 febbraio 2010 e s.m.i.;
- Piano Strutturale Comunale del Comune di Cortemaggiore – Sistema Ambientale Naturale - Relazione geologica generale, maggio 2015;
- Norme AGI 1977 – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche;
- Norme AGI 2005 – Aspetti Geotecnici della progettazione in zona sismica;
- DGR 476/2021 (e DGR integrativa n. 564/2021)

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 8 / 114
		Numero Revisione
		00

Il lavoro è stato completato dall'esame di ulteriori dati pubblicati (sia su supporto cartaceo che informatico) quali:

- Carta Geologica di Pianura dell'Emilia-Romagna;
- Studio di Microzonazione sismica del Comune di Cortemaggiore (MS2+CLE).

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 9 / 114
		Numero Revisione
		00

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE

2.1 Inquadramento geologico strutturale generale

Il territorio comunale di Cortemaggiore ricade nell'area di raccordo fra la parte esterna della catena appenninica strutturata nel Miocene superiore-Pliocene inferiore e il settore padano-adriatico in cui le deformazioni, sepolte, sono prevalentemente Pliocene superiore-quadernarie, parte delle quali tuttora attive.

L'assetto geostrutturale delle formazioni prequadernarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche, la cui strutturazione è il frutto di spinte deformative provenienti da Sud-Ovest, che hanno provocato la deformazione secondo un modello a falde sovrapposte ed embrici NE vergenti (Pieri & Groppi, 1982).

Le grandi direttrici strutturali (fronti di accavallamento, pieghe, faglie), hanno pertanto direzione Nord-Ovest/Sud-Est, analogamente a quanto si riscontra in quasi tutto l'Appennino Tosco-Emiliano.

In tale schema la pianura piacentina è compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasci di thrust: il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (Pedeappenninic Thrust Front, PTF), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (External Thrust Front, ETF), definisce il limite dell'appennino sepolto.

L'analisi della sismotettonica dell'Emilia-Romagna, condotta dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione, ha messo in evidenza come parte delle strutture sepolte che interessano il riempimento sedimentario Plio-Pleistocenico siano caratterizzate da attività molto recente ad attuale.

Nello specifico del territorio oggetto del presente Studio risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza-Parma.

Dal punto di vista strutturale l'unica struttura importante che mostra attività tardo-quadernaria è il fronte sepolto dell'alto di Chero-Carpaneto, localizzato in pianura poco a sud di Piacenza tra le valli del Tidone e dello Stirone, prosecuzione verso SE del thrust di Stradella descritto da Benedetti et alii (2003).

La parte sommitale della copertura sedimentaria del bacino è costituita, al di sopra dei depositi pliocenici marini, da sedimenti quadernari che sono suddivisibili, dal basso verso l'alto, in: depositi marini di ambiente prevalentemente litorale, depositi continentali fini riferibili ad ambienti di piana di inondazione alluvionale e depositi continentali grossolani alternati ad argille e limi associabili ad ambienti di conoide alluvionale. Questi ultimi rappresentano i sedimenti più recenti rinvenibili all'interno del bacino.

Tale successione di sedimenti è stata deposta sulla parte frontale del cuneo orogenico appenninico in strutturazione dopo che, con la fase tettonica intra-messiniana, la falda ligure nel settore considerato ha cessato di avanzare.

I principali eventi deformativi all'interno della successione padana di wedge top affiorante e sepolta sono registrati da discontinuità e lacune di vario ordine gerarchico, da corpi caotici e da vari tipi di strutture di crescita.

Nel sottosuolo i depositi di wedge-top della pianura costituiscono un cuneo che si allarga procedendo dal margine appenninico verso nord; all'interno del territorio comunale di Cortemaggiore lo spessore massimo di questi depositi arriva ad oltre 150 metri.

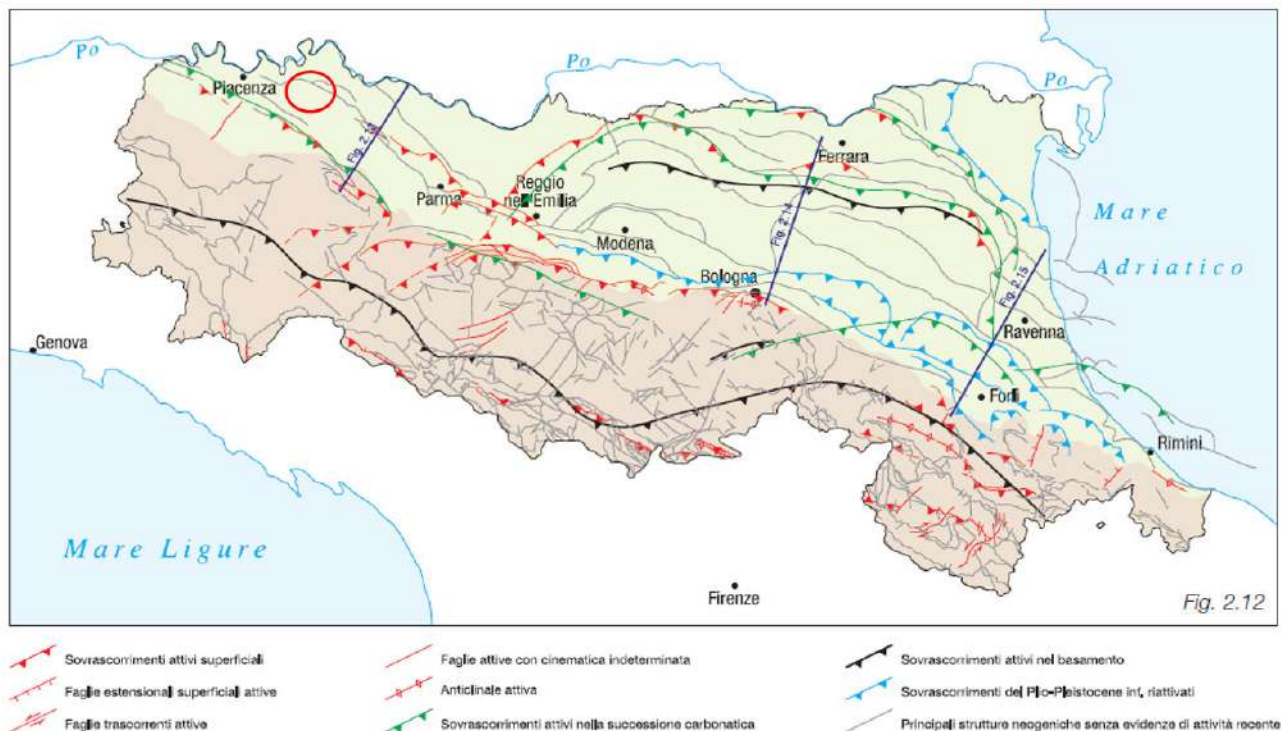


Figura 4: Strutture attive della Regione Emilia-Romagna (Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:250.000 – SGSS Regione Emilia-Romagna a cura di M. Boccaletti e L. Martelli)


2.2 Quadro geologico locale

La porzione di territorio in esame si colloca nella bassa-media pianura piacentina ed è compresa fra il Fiume Po ed i torrenti Arda e Chiavenna.

La conformazione dell'area è sub-pianeggiante, con una lieve inclinazione da SSO a NNE con acclività molto blanda ed uniforme (0,1 - 0,2%).

Sotto il profilo geologico tutta l'area comunale risulta impostata su depositi alluvionali di età quaternaria, in giacitura sub-orizzontale, che ricoprono un substrato marino piegato e fagliato, appartenente all'ambiente morfologico dell'Appennino.

La topografia regolare della pianura è così il risultato di un equilibrio, più o meno stabile, tra la velocità di sprofondamento, dovuto alla subsidenza, e l'apporto solido della sedimentazione. Di fatto,

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 11 / 114
		Numero Revisione
		00

la subsidenza naturale è stata attiva per alcuni milioni di anni e ha creato spazio per la deposizione di ingenti spessori di sedimenti.

I depositi alluvionali presenti nel sottosuolo comunale sono generalmente di origine fluviale, con qualche episodio di tipo lacustre-palustre. Si tratta in altre parole di sedimenti continentali che prendono origine dal Fiume Po e dai suoi affluenti, in funzione delle vicende climatiche che si sono susseguite nel Pleistocene (glaciazioni) e nell'Oligocene (avvicendamento di magre e di piene).

Le litofacies presenti nei depositi alluvionali risultano estremamente mutevoli, con frequenti fenomeni di eteropia e discordanza: si può dunque osservare che i litotipi predominanti, sia in superficie che attraverso le diagrafie dei pozzi, sono rappresentati da sabbie e limi, con la presenza di alcuni livelli torbosi.

2.3 Assetto stratigrafico locale

La base conoscitiva dell'assetto geologico dell'area è rappresentata dalla Carta Geologica dell'Emilia-Romagna alla scala 1:10.000, consultabile anche on line nel sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

I depositi alluvionali sono riferibili a due principali e successivi cicli deposizionali limitati alla base e al tetto da superfici di discontinuità o dalle superfici concordanti correlabili con esse, convenzionalmente denominati:

- “Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore” (SERI o AEI), che costituisce lo spessore di alluvioni più profonde e sovrapposte ai depositi marini plio-pleistocenici (di età compresa da circa 0,7 Ma a circa 0,45/0,4 Ma);
- “Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore” (SERS o AES), di età compresa da 0,45/0,4 Ma all'attuale (RER & ENI-Agip, 1998).

Il territorio in esame è caratterizzato da una coltre di riempimento alluvionale caratterizzata da alternanze di ghiaie, sabbie, limi e argille (in relazione dell'evoluzione delle facies deposizionali dominanti), di età Pleistocene medio-Olocene e attribuibili ai principali fiumi della zona.

In base ai dati del Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna, nel sottosuolo di Cortemaggiore i sedimenti alluvionali olocenici e pleistocenici, presentano spessori di oltre 150 m.

Nel complesso i depositi presenti nel sottosuolo della porzione di territorio in esame appartengono ai cicli sedimentari AES e AEI (Sintema emiliano-romagnolo superiore e Sintema emiliano-romagnolo inferiore) e sono costituiti da estesi corpi tabulari di alternanze cicliche di argille organiche, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale. Tali sedimenti di origine continentale appoggiano su depositi di pro-delta, piattaforma, piana deltizia e di delta-conoide a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso-sabbiosa affioranti nelle aree collinari del territorio provinciale assieme ai depositi delle formazioni marine pre-Quaternarie.

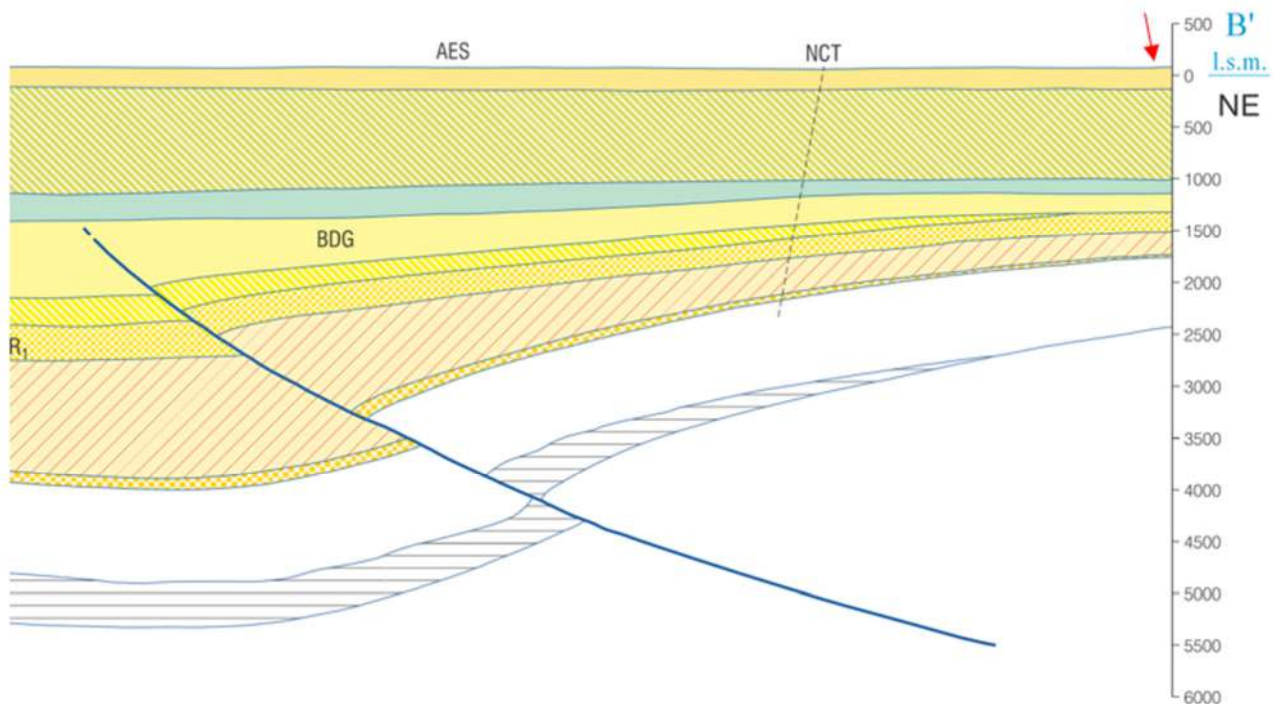


Figura 5: Stralcio sezione geologica 004 (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione E-R).

Per quanto riguarda i depositi più superficiali (circa 20 metri di profondità), secondo quanto riportato nella più recente Cartografia redatta dalla Regione Emilia-Romagna, l'area ricade nell'**Unità di Modena (AES8a)**, una sotto – unità del “Sintema Emiliano – Romagnolo Superiore”.

Dal punto di vista litologico, l'Unità di Modena è costituita da ghiaie e sabbie con intercalazioni di materiale fine, ricoperte da una coltre limoso – argillosa discontinua; i sedimenti appartengono ad un ambiente di conoide alluvionale e/o interconoide.

In particolare, l'area di studio si trova in un settore in cui l'Unità di Modena si presenta con una tessitura prevalente “**sabbie limose**”, tipica di un ambiente di piana alluvionale (v. Figura 6).

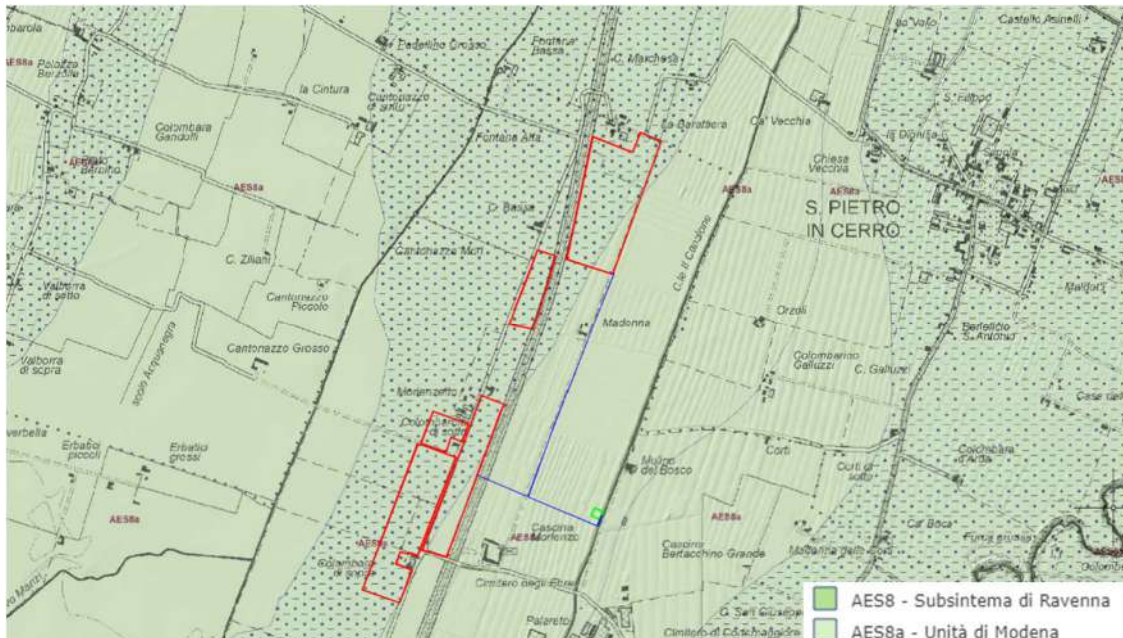


Figura 6: Estratto della Carta geologica della Regione Emilia-Romagna.

All'interno del Piano Strutturale Comunale di Cortemaggiore, è presente la Carta geologica, di cui si riporta uno stralcio nella seguente Figura 7, che riprende, in maggior dettaglio, quanto riportato in Figura 6.

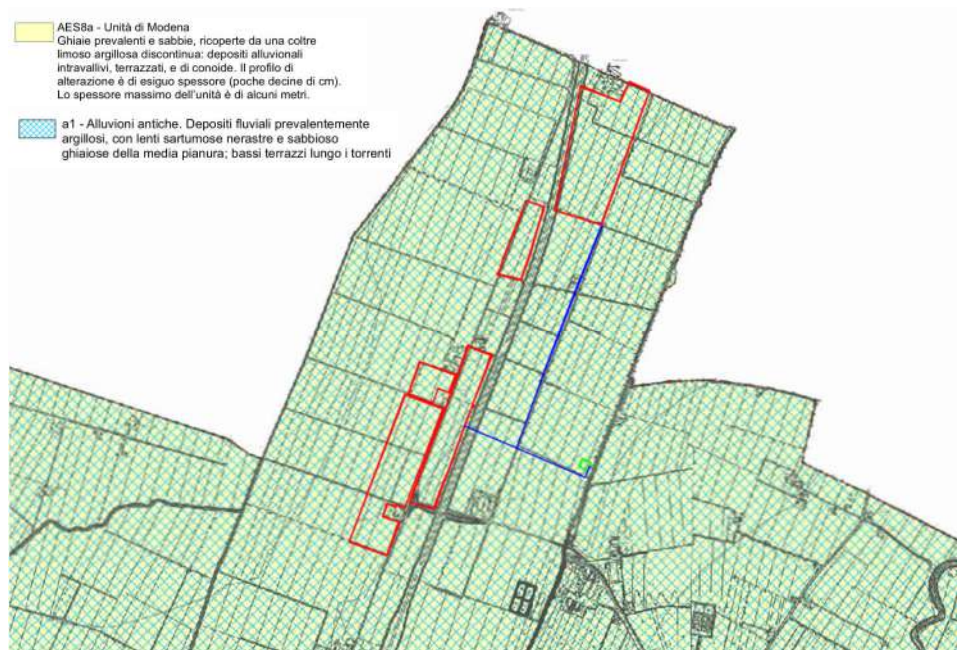


Figura 7: Estratto della Carta GEO 1 - Carta geologica del PSC di Cortemaggiore

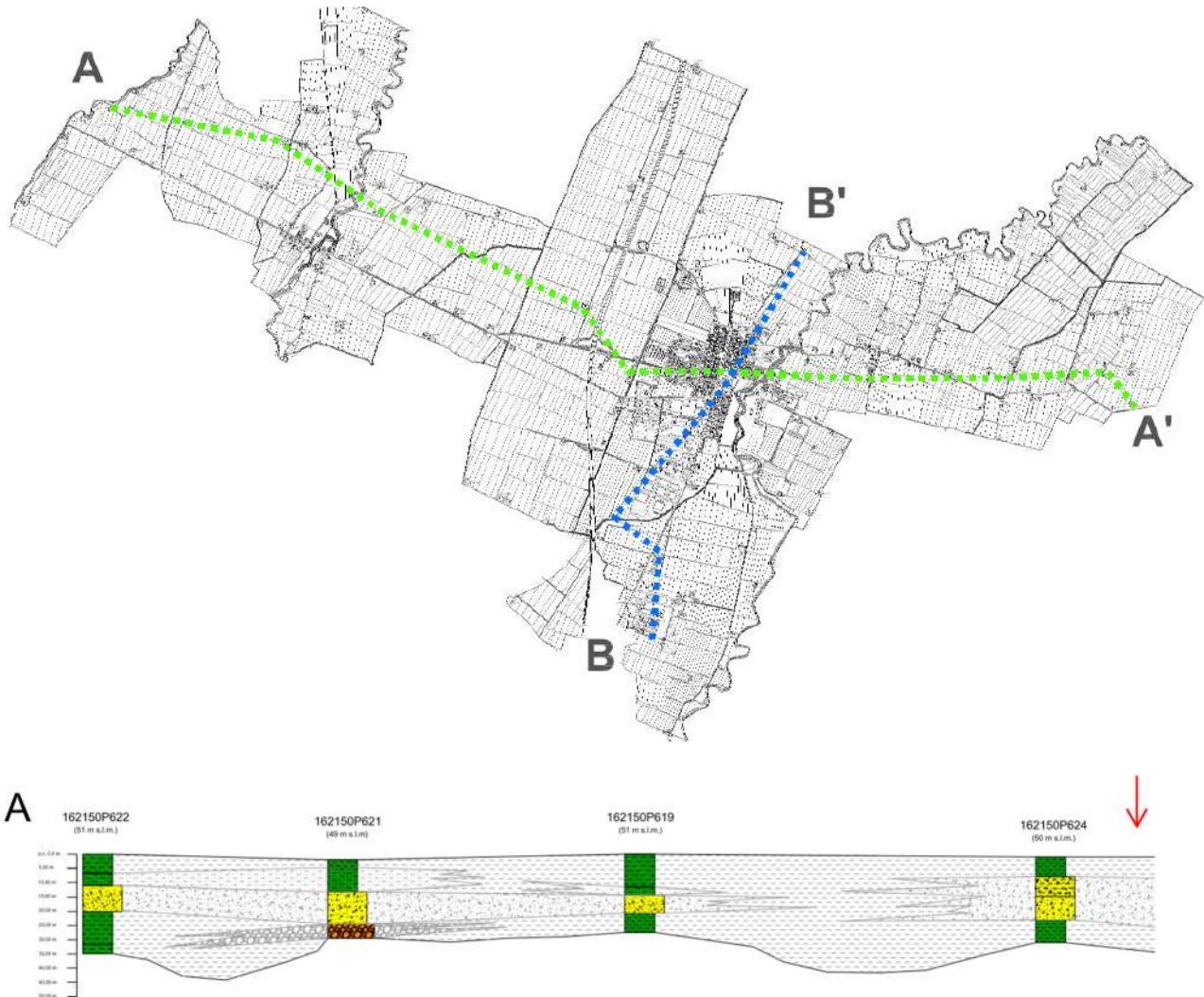



Figura 8: Estratto della Carta GEO 10 – Profili stratigrafici del PSC di Cortemaggiore

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 15 / 114
		Numero Revisione
		00

3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

3.1 Lineamenti geomorfologici

La porzione di territorio in esame si sviluppa nella medio-bassa pianura della provincia di Piacenza.

Lo scheletro della struttura paesaggistica nasce dall'opera dei torrenti Arda e Chiavenna e, in passato, anche da quella del Fiume Po; gli alvei minori, naturali o artificiali, hanno successivamente solcato e segnato profondamente l'intero territorio comunale.

In tempi più recenti, tuttavia, l'azione antropica è diventata preponderante; si potrebbe anzi affermare che l'intervento antropico di bonifica, che si è andato sempre più intensificando dall'età pre-romana in poi, ha in gran parte modificato e poi interrotto l'evoluzione degli eventi naturali, diminuendo fino in pratica ad annullare la dinamica evolutiva del reticolo idrografico.

La porzione di pianura considerata presenta un assetto morfologico caratterizzato dalla assenza di rilievi o depressioni; essa si sviluppa sul ripiano formato da depositi alluvionali antichi.

La conformazione dell'area è sub-pianeggiante, con una lieve inclinazione da SSO a NNE con acclività molto blanda ed uniforme (0,1 - 0,2%).

Si tratta di un'area a morfologia pianeggiante, con quote altimetriche ricomprese tra 44 e 49 m s.l.m.

Nota: il rilievo geomorfologico effettuato evidenzia la stabilità complessiva della porzione di territorio su cui insisteranno le opere previste; non si prevedono infatti processi morfo-dinamici in grado di provocare trasformazioni nel medio-lungo termine.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 16 / 114
		Numero Revisione
		00

4 RISCHIO IDRAULICO

4.1 Piano Gestione Rischio Alluvioni

Il **PGRA** definisce gli obiettivi e un elenco delle misure necessarie per la riduzione della pericolosità e vulnerabilità degli elementi esposti a rischio, per la riduzione dei danni attesi in caso di eventi calamitosi e per il mantenimento e miglioramento dei sistemi idrografici.

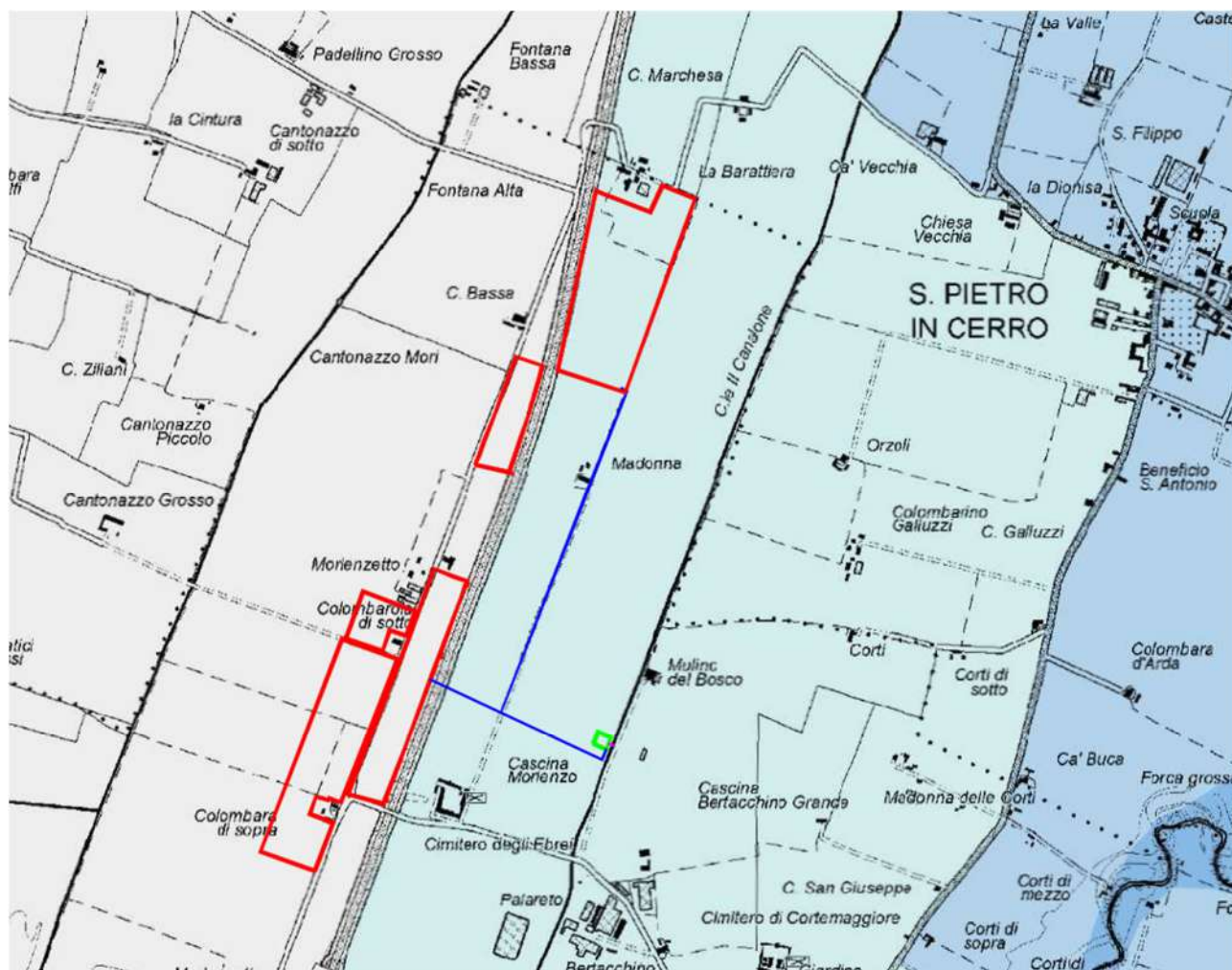
Nella versione attualmente pubblicata sono disponibili alla consultazione i dati di pericolosità relativi al secondo ciclo di attuazione della Direttiva 2007/60/CE, conclusosi nel dicembre 2021, definitivamente approvati dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po con Decreto Segretariale (DS) n. 43/2022 del 11 aprile 2022.

Le mappe di pericolosità più recenti del PGRA vigente accolgono i dati relativi all'ultima fase del percorso di aggiornamento delle mappe (2021-2022), che includono le osservazioni recepite a seguito della fase di partecipazione prevista dalla Direttiva e la correzione di alcuni errori materiali.

Con la DGR 1300/2016 la Regione Emilia-Romagna ha emanato le prime disposizioni concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico. La Delibera chiarisce che, l'assetto delle fasce fluviali del PAI vigente/PTCP avente valore ed effetto di PAI ai sensi delle intese, è confermato (fascia A, B, B di progetto e C) ma, poiché il nuovo quadro conoscitivo può aver modificato l'estensione delle aree potenzialmente allagabili, a tali modifiche si devono applicare le nuove disposizioni, come dettagliate per i singoli Reticoli individuati dal Piano.

Sulla base di quanto riportato nella Mappa di pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti del bacino del Po, l'area di intervento ricade:

1. per quanto riguarda il Reticolo Principale – RP (Figura 9):
 - a) l'area afferente all'impianto fotovoltaico risulta esterna alle aree allagabili dal reticolo principale, fatta eccezione per il sottocampo più settentrionale, che ricade nelle aree allagabili P1-L (Alluvioni rare: scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi),
 - b) la linea di connessione elettrica MT (interrata) ricade per intero nelle aree allagabili P1-L (Alluvioni rare),
 - c) la sottostazione elettrica MT/AT ricade nelle aree allagabili P1-L (Alluvioni rare),
 - d) la linea di connessione elettrica AT (interrata) ricade per intero nelle aree allagabili P1-L (Alluvioni rare).
2. per quanto riguarda il Reticolo Secondario di Pianura – RSP (Figura 10):
 - a) l'area di impianto ricade per intero nelle aree allagabili P2-M (Alluvioni poco frequenti),
 - b) la linea di connessione elettrica MT (interrata) ricade in parte nelle aree P2-M (Alluvioni poco frequenti) e in parte nelle aree P3-H (Alluvioni frequenti),
 - c) la sottostazione elettrica MT/AT ricade nelle aree allagabili P3-H (Alluvioni frequenti).
 - d) la linea di connessione elettrica AT interrata ricade per intero nelle aree allagabili P3-H (Alluvioni frequenti).



PUOM_Alluvioni_frequenti_H_P3_ITN008FHMHRPRER_2022




PUOM_Alluvioni_poco_frequenti_M_P2_ITN008FHMMRPRER_2022



PUOM_Alluvioni_rare_L_P1_ITN008FHMLRPRER_2022



Figura 9: “Scenari di pericolosità” del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – Reticolo Principale. In rosso è l’indicata l’area dell’impianto fotovoltaico, in blu la linea di connessione elettrica MT, in verde l’area della sottostazione elettrica..

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 19 / 114
		Numero Revisione
		00

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

5.1 Lineamenti idrogeologici generali

Nel sottosuolo della Regione Emilia-Romagna si riconoscono tre Gruppi Acquiferi (A, B e C), separati da barriere di permeabilità, ad estensione regionale (v. Figura 11).

Gli scambi idrici tra i tre gruppi acquiferi sono contenuti, salvo che nella stretta fascia collinare, sede delle aree di ricarica.

I tre gruppi acquiferi sono suddivisi in tredici unità idrostratigrafiche inferiori, denominate complessi acquiferi. La distinzione tra gruppo acquifero e complesso acquifero è effettuata sulla base del volume immagazzinato (maggiore nel primo), oltre che sullo spessore e sulla continuità areale dei livelli impermeabili delle diverse unità.

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

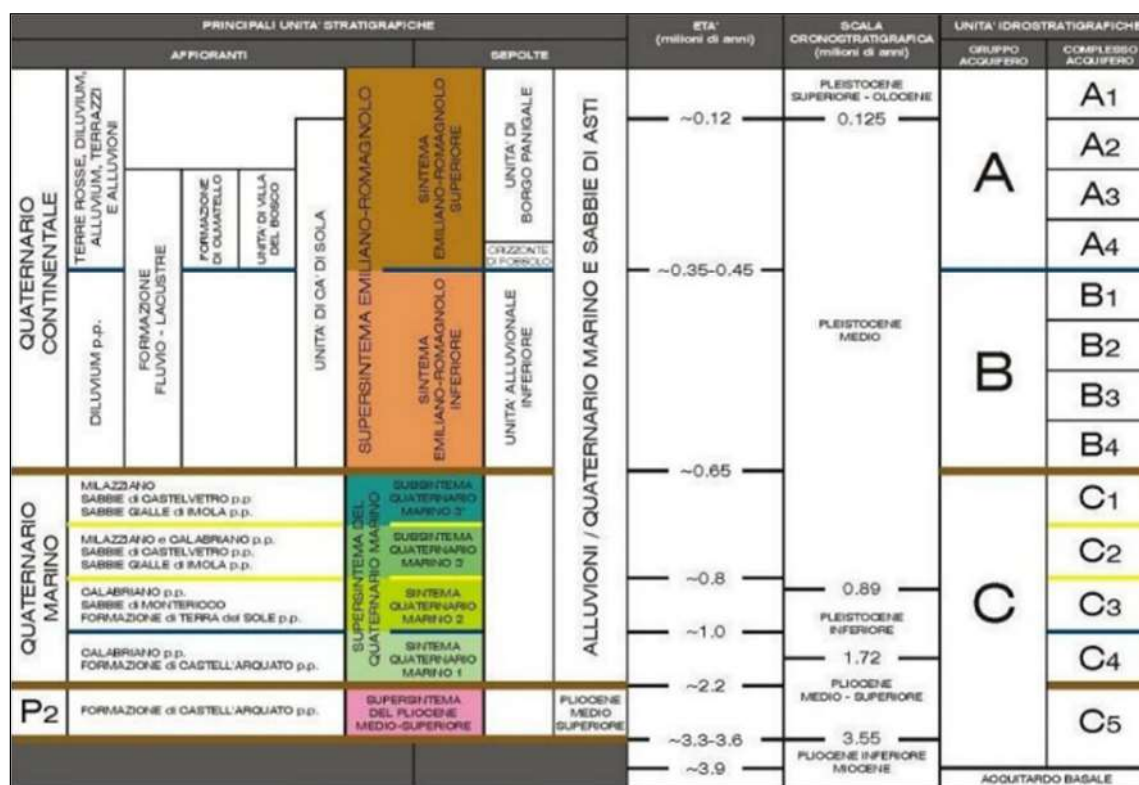




Figura 11: Schema stratigrafico dei depositi plio – quaternari del bacino padano con indicazione delle principali unità stratigrafiche, sequenze deposizionali ed unità idrostratigrafiche. (Gasperi & Pizziolo, 2009).

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 20 / 114
		Numero Revisione
		00

- Il Gruppo Acquifero A, attualmente sfruttato in modo intensivo, è costituito da ghiaie e conglomerati, sabbie e peliti di terrazzo e conoide alluvionale organizzati in strati lenticolari di spessore estremamente variabile, da alcune decine di centimetri a svariati metri, in genere costituiti da un letto di conglomerati eterometrici ed eterogenei, con matrice sabbiosa, talora disorganizzati, talora embriciati, generalmente poco cementati, e da un tetto sabbioso – limoso. La base degli strati è fortemente erosiva; sono presenti paleosuoli. La potenza dell'unità in affioramento è variabile da qualche metro fino ad alcune decine di metri. Il contatto con le unità idrogeologiche sottostanti B e C e le unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è frequentemente discordante. L'età di questo Gruppo Acquifero A è Pleistocene medio – Olocene.
- Il Gruppo Acquifero B, sfruttato solo localmente, è costituito da prevalenti argille limose di pianura alluvionale con talora intercalati livelli discontinui di ghiaie e conglomerati eterometrici ed eterogenei e sabbie; sono anche presenti alcuni paleosuoli. La potenza dell'unità in affioramento è variabile da qualche metro fino ad alcune decine di metri. Il contatto sulle unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è frequentemente discordante. I depositi appartenenti a questa unità risalgono al Pleistocene medio.
- Il Gruppo Acquifero C, isolato rispetto alla superficie per gran parte della sua estensione, è raramente sfruttato ed è formato da depositi di delta conoide e marino – marginali costituiti da prevalenti sabbie e areniti, generalmente poco cementate o con cementazione disomogenea, ben selezionate con granulometria media e fine, talora grossolana, in genere ben stratificate e con evidente laminazione incrociata; spesso sono massive e ricche in bioclasti, con frequenti intercalazioni, da sottili a molto spesse, di conglomerati eterogenei ed eterometrici e di peliti. La potenza dell'unità in affioramento raramente è maggiore di cento metri. Il contatto, sulle unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è generalmente netto, di tipo erosivo ed in discordanza angolare. I depositi appartenenti a questa unità risalgono al Pliocene inferiore – Pleistocene medio.

L'aquitardo basale delle sovrastanti unità idrogeologiche è rappresentato da un insieme di unità complessivamente impermeabili che, estendendosi nel sottosuolo della pianura ed affiorando sul Margine Appenninico Padano, costituiscono il limite della circolazione idrica sotterranea qui presente. Si riconoscono:

- una prima unità costituita da orizzonti limo – argillosi e subordinatamente sabbiosi con intercalazioni torbose, correlabili a depositi continentali delle formazioni medio pleistoceniche – oloceniche, avente spessori complessivi compresi tra gli 80 e i 400 m;
- una seconda unità formata da argille con intercalazioni sabbiose, riconducibile al Quaternario marino, generalmente permeato da acque salmastre, la cui base ha un andamento con profondità mediamente pari a 2.500 – 3.000 m;
- una terza unità (basale) comprendente le formazioni del Pliocene e Miocene, costituita da orizzonti argillosi, marnosi, sabbioso – arenacei, con presenza di piccoli strati gessosi e/o calcareo – arenacei, di ambiente deposizionale marino.

	<p style="text-align: center;">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 21 / 114
		Numero Revisione
		00

L'assetto idrogeologico è schematizzato nella sezione geologica riportata in Figura 12, tratta dal volume "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia – Romagna".

La sezione mostra la presenza sulla verticale dei tre gruppi acquiferi sopracitati.

Ciascun gruppo acquifero a sua volta viene suddiviso in diversi complessi acquiferi e acquitardi, secondo un modello di suddivisione gerarchico per ranghi via via più piccoli sulla base della dimensione e dell'estensione areale dei corpi idrogeologici che li compongono.

Sulla base di alcune loro caratteristiche geometriche, gli acquiferi nel sottosuolo si distinguono in:

- **acquifero monostrato**: si sviluppa nella zona a ridosso dell'Appennino dove troviamo un unico acquifero costituito da ghiaie che dalla superficie continuano nel sottosuolo per decine e decine di metri senza soluzione di continuità; tale zona corrisponde anche alla zona di ricarica degli acquiferi;
- **acquifero multistrato**: si sviluppa più a nord del precedente dove i corpi di ghiaie e sabbie si separano gli uni dagli altri per la presenza di intercalazioni di terreni più fini (limi e argille) e costituiscono quindi diversi acquiferi verticalmente sovrapposti (è il caso dell'area di interesse).

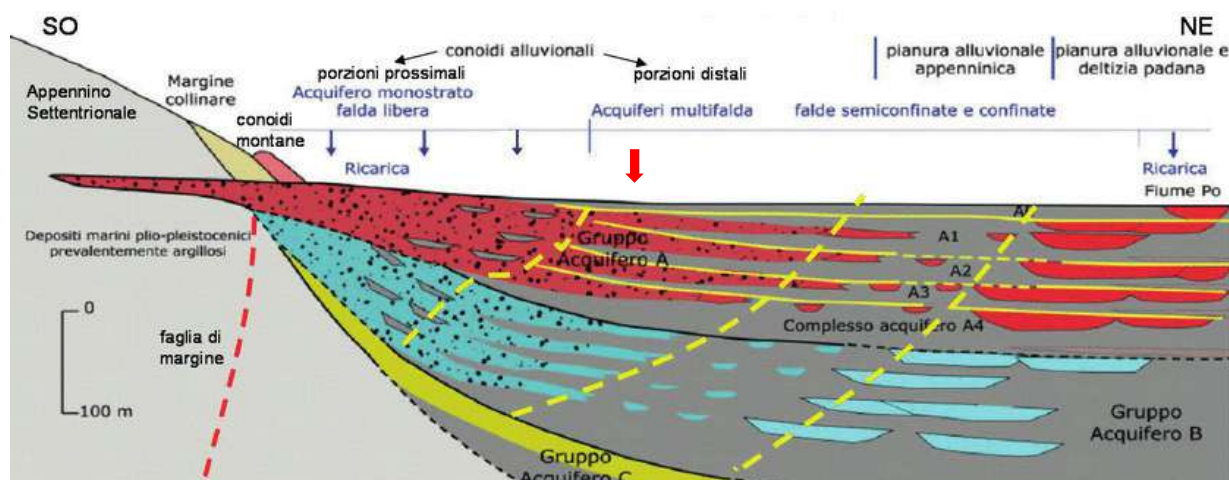



Figura 12: Distribuzione schematica dei corpi idrici e delle unità idrostratigrafiche nel sottosuolo della pianura emiliano – romagnola (la freccia indica la situazione del Comune di Gattatico).

Laddove l'acquifero è monostrato, esso è freatico (o libero); la falda può oscillare liberamente all'interno del deposito permeabile in cui è contenuta e la porzione più alta di questo deposito è insatura (asciutta).

Diversamente, i singoli acquiferi che costituiscono l'acquifero multistrato, sono acquiferi in pressione (o confinati); in questo caso l'acqua, all'interno dei depositi permeabili, è confinata superiormente dalla presenza di depositi impermeabili o poco permeabili (acquitardi). L'acquifero è sempre completamente riempito d'acqua sotto pressione e, se perforato, all'interno del foro l'acqua salirà ad una quota più alta del limite superiore dei depositi che la contengono.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 22 / 114
		Numero Revisione
		00

5.2 Idrogeologia locale

Come detto in precedenza, i litotipi che caratterizzano la porzione di territorio in esame, sono costituiti da una successione di orizzonti prevalentemente sabbioso limosi e sabbioso ghiaiosi alternati a sequenze prevalentemente argilloso limose - limoso argillose.

Gli orizzonti prevalentemente sabbiosi che formano il sottosuolo della zona presentano variazioni laterali di potenza e ad andamento blandamente ondulato al letto ed al tetto.

Secondo quanto indicato nella Relazione Geologica Generale del PSC di Cortemaggiore, l'acquifero superficiale (potenzialmente interferente con le strutture in progetto) presenta un *andamento caratterizzato da un senso di flusso principale diretto verso i quadranti nord-occidentali, con un asse di drenaggio diretto SSW-NNE*.

L'alimentazione del sistema acquifero è legata parzialmente al contributo di filtrazione delle acque di alveo e di subalveo della rete idrica superficiale e al contributo di percolazione delle piogge efficaci attraverso le litologie di superficie all'interno del territorio comunale.

È tuttavia presente un contributo notevole agli apporti proveniente dalle zone pedeappenniniche sede di aree di ricarica diretta degli acquiferi ovvero zone in cui la litologia superficiale non è ricoperta da coperture impermeabili ma è costituita da materiali ghiaioso sabbiosi estremamente permeabili ed in connessione diretta con i depositi sabbioso-ghiaiosi che costituiscono il primo acquifero utile all'interno del Comune di Cortemaggiore.

Nella porzione di territorio in esame la falda superficiale presenta quote di circa 35 – 39 m s.l.m. per una soggiacenza variabile tra 8 – 9 metri dal piano campagna.

Si evidenzia che falda superficiale risulta fortemente influenzata dal ciclo meteo-climatico stagionale; in relazione alle variabilità degli apporti idrici è possibile ipotizzare che il livello piezometrico possa subire variazioni stagionali significative, tali comunque da non interferire direttamente con le opere in elevazione (salvo che con eventuali fondazioni profonde delle strutture).

Nota: all'interno del foro residuo del sondaggio a carotaggio continuo eseguito all'interno dell'area, la presenza di acqua sotterranea è stata rilevata a partire dalla profondità di circa 8,5 metri.




Legenda

- - - Confine comunale
 - Ubicazione pozzi ad uso privato
 - ◆ Campo pozzi a servizio dell'acquedotto di Cortemaggiore
 - Fascia di rispetto pozzi pubblici
- SOGGIACENZA DELLA FALDA (in m dal P.C.)**
- | | |
|--|---------|
| | 3 - 6 |
| | 6 - 8 |
| | 8 - 11 |
| | 11 - 14 |
| | 14 - 18 |

Fonte dei dati: Banca Dati Geognostici Emilia Romagna e PTCP 2007

Figura 13: Estratto della Carta GEO 3 – Carta idrogeologica del PSC di Cortemaggiore

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 24 / 114
		Numero Revisione
		00

5.3 Vulnerabilità degli acquiferi

La vulnerabilità naturale degli acquiferi all'inquinamento rappresenta un indicatore ambientale di suscettibilità delle falde idriche all'inquinamento dovuto al carico antropico esistente.

Come indicato dalla Tavola G06 – Carta della vulnerabilità dell'acquifero superficiale del PSC di Cortemaggiore (cfr. Figura 14), l'area di progetto ricade in Classe di vulnerabilità bassa e media.

La realizzazione della carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi è basata essenzialmente sullo studio di tre parametri in particolare:

- Litologia di superficie,
- Profondità del tetto delle ghiaie,
- Suddivisione tra falde a pelo libero e in pressione.

La metodologia utilizzata, derivata dagli "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi" (GNDCI-CNR; M.VV., 1988), esplicita diversi gradi di suscettibilità all'inquinamento sulla base delle possibili combinazioni tra i suddetti fattori geologici e idrogeologici

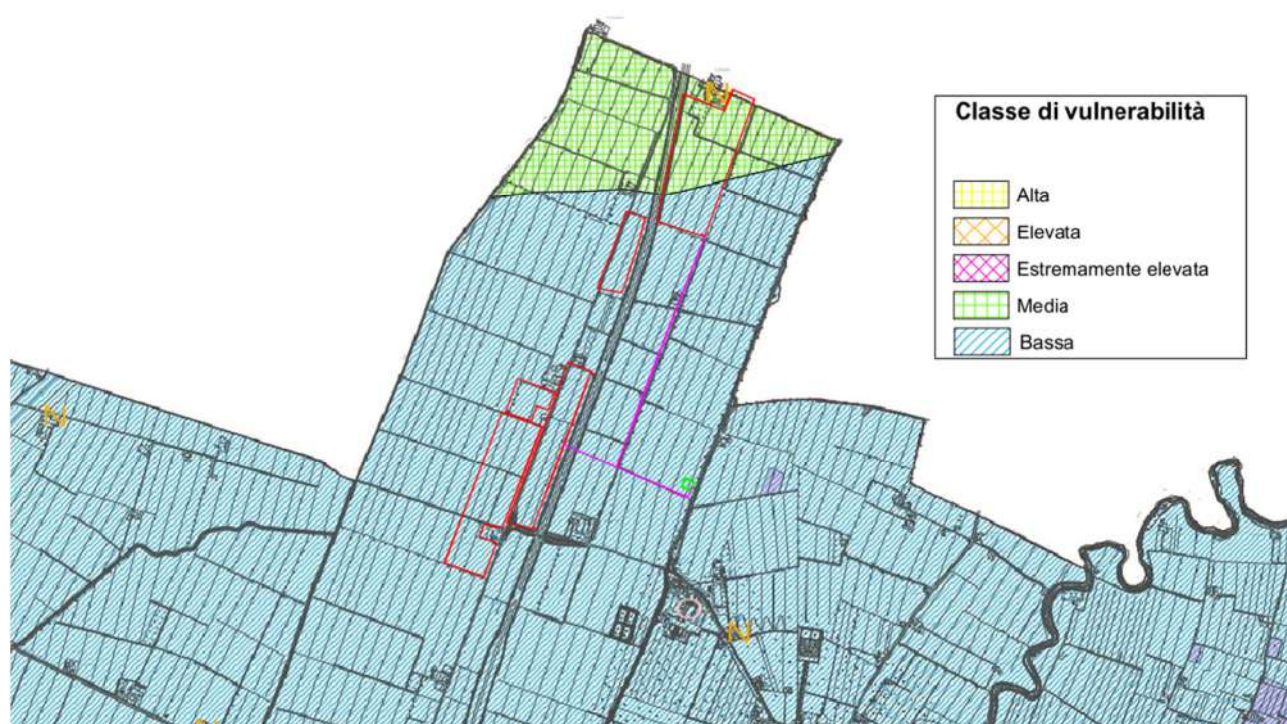



Figura 14 – Estratto della Carta GEO 05 – Carta della vulnerabilità dell'acquifero superficiale del PSC di Cortemaggiore

	<p style="text-align: center;">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 25 / 114
		Numero Revisione
		00

6 ANALISI SISMICA

6.1 Zonazione sismogenetica

L'inquadramento macrosismico di riferimento si basa sulla zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS9, elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Tale zonazione, effettuata con lo scopo di creare una base per la stima della pericolosità sismica (*hazard*) del territorio nazionale, si fonda su un modello sismotettonico riferibile alla correlazione dei seguenti elementi:

- Il modello strutturale 3D della penisola italiana e dei mari adiacenti;
- la distribuzione spaziale dei terremoti storici e attuali per le diverse classi di magnitudo;
- il modello cinematico dell'area mediterranea centrale, riferito agli ultimi 6 milioni di anni.

Per zone sorgente, o sismogenetiche, si intendono quelle aree che si possono considerare omogenee dal punto di vista geologico – strutturale e soprattutto cinematico.

Il modello sismogenetico usato in Italia [Meletti et al., 2004], introdotto appositamente per la redazione della mappa di pericolosità 2004, è la cosiddetta zonazione ZS9 per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da “A” a “F” fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F).

Per ogni zona sismogenetica è stata effettuata una stima della profondità media dei terremoti e del meccanismo di fagliazione prevalente. Si è valutato, inoltre, il grado di incertezza nella definizione dei limiti delle zone.

L'area oggetto di studio (come l'intero territorio comunale di Cortemaggiore ricade nella zona sismogenetica definita con il codice 911 (Figura 15).

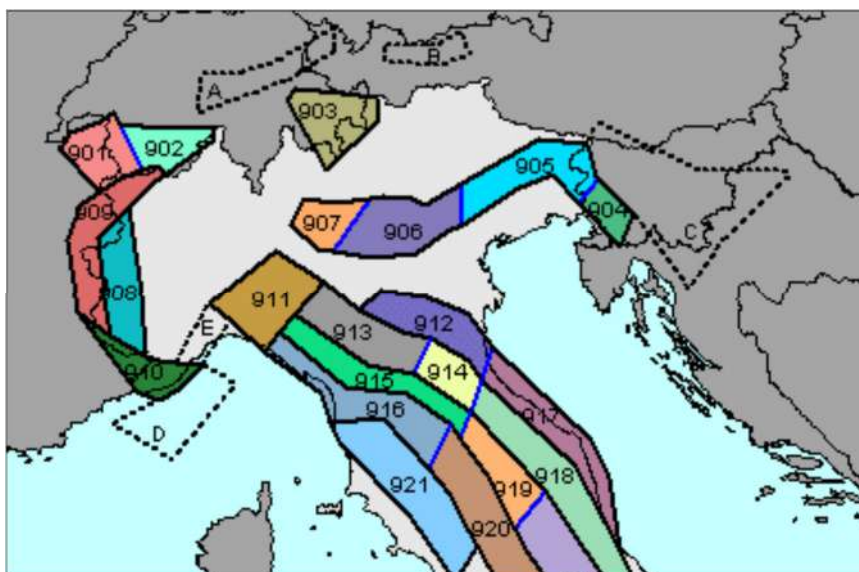



Figura 15: Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV).

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 26 / 114
		Numero Revisione
		00

La Zona Sismogenetica 911 rappresenta la porzione più esterna ed occidentale della fascia in compressione dell'Appennino Settentrionale, caratterizzata dallo sprofondamento passivo della litosfera adriatica (placca tettonica "Adria") sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale (placca tettonica "Northern Apenninic Arc") con cinematismi attesi di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti aventi assi SW-NE. I terremoti storici hanno raggiunto il valore massimo pari a $M_d = 4,1$; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 8 e 12 Km con profondità efficace di 8 km; nella Zona Sismogenetica 911 si prevede, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{max} = 6,14$.

Il database DISS v. 3.3.0 (DISS Working Group, 2021) riporta le principali sorgenti sismogeniche che interessano il territorio.

Il database rappresenta la sintesi di tutte le evidenze geologiche e storiche relative alla fagliazione sismogenetica, con apporti derivanti dai dati della sismicità strumentale, dalla geodinamica a larga scala e dai caratteri geomorfologici. Il territorio comunale è in prossimità di due sorgenti sismogenetiche denominata ITCS044 "Portalbera - Cremona" e ITCS009 "Busseto – Cavriago".

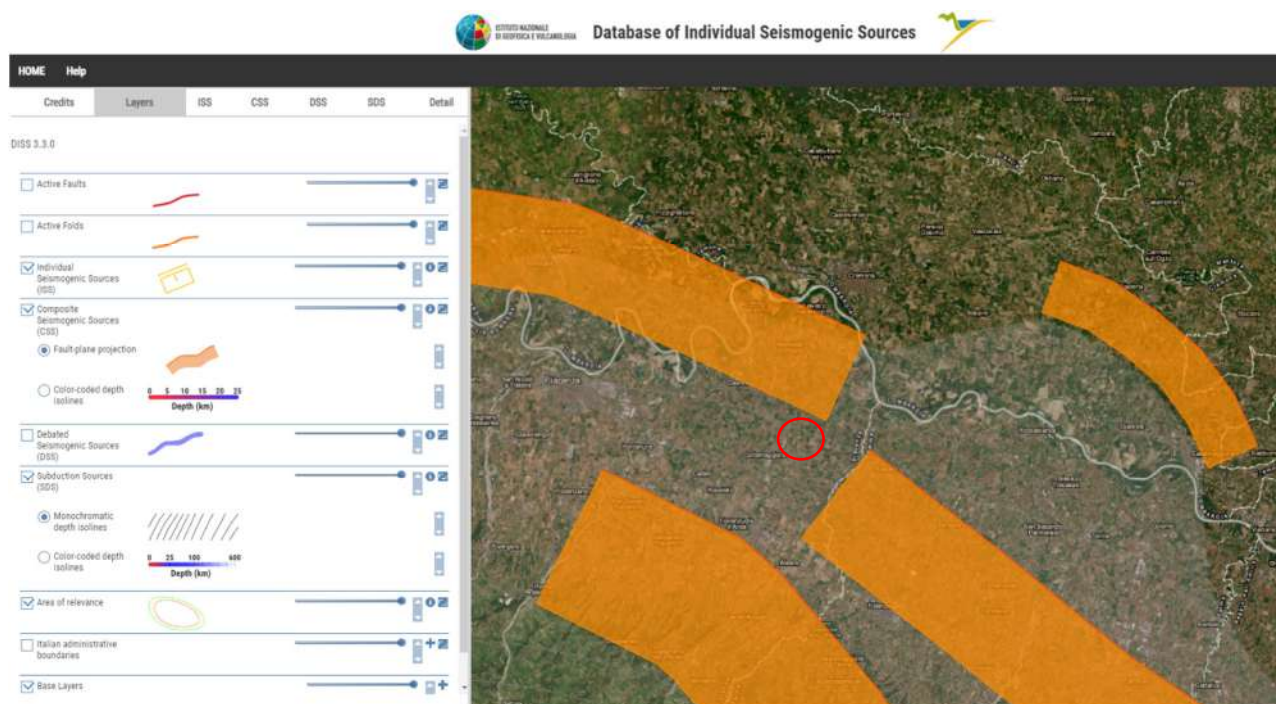



Figura 16: Strutture sismogenetiche nella fascia pedemontana adriatica (Rif. DISS – Database of Individual Seisogenic Source – Versione 3.3.0).

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 27 / 114
		Numero Revisione
		00

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS044
Name	Portalbera-Cremona
Compiler(s)	Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), D'Ambrogi C.(2), Maesano F.E.(1), Toscani G.(3)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Università di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
Created	17/10/2013
Updated	19/06/2015
Display map	
Related sources	

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS009
Name	Busseto-Cavriago
Compiler(s)	Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), D'Ambrogi C.(2), Maesano F.E.(1), Toscani G.(3)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Università di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
Created	17/10/2013
Updated	19/06/2015
Display map	
Related sources	

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	7.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	30...115	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on geological data from various authors.

PARAMETRIC INFORMATION


Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	120...140	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on geological data from various authors.

Figura 17: Dati relativi alle sorgenti estratte dal database

La sorgente sismogenetica ITCS044 “Portalbera - Cremona si estende a cavallo della regione dalle città di Pavia (a ovest) a Cremona (a est), tra le valli del Ticino e dell'Adda R., e appartiene al fronte di spinta esterno dell'Appennino settentrionale. Questo fronte è un sistema di faglie con vertice N-NE all'estremità nord-occidentale della catena dell'Appennino settentrionale, ben all'interno della Pianura Padana.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una sismicità intermedia sparsa ($4,5 < M_w < 5,0$) in questa regione, con ad eccezione del terremoto del 28 luglio 1276 (M_w 5.1) e dell'evento del 15 maggio 1951 (M_w 5.2) che colpì il Lodigiano.

La sorgente sismogenetica ITCS009 “Busseto – Cavriago si estende a cavallo della regione dalle città di Reggio Emilia (a sud-est) verso Parma e prosegue verso NW, e appartiene al fronte di spinta esterno dell'Appennino settentrionale. Questo fronte è un sistema di faglie tendente a NE posto all'estremità nord-occidentale della catena dell'Appennino Settentrionale, tra le Prealpi e la Pianura Padana.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 28 / 114
		Numero Revisione
		00

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) evidenziano numerosi terremoti dannosi su tutto il territorio; da nord-ovest a sudest sono: il 5 novembre 1738 (Mw 5.4, Parma), l'11 giugno 1438 (Mw 5.6, Parmense), il 15 luglio 1971 (Mw 5.6, Parmense), il 13 marzo 1832 (Mw 5.6, Reggiano), e Terremoti dell'11 settembre 1831 (Mw 5.5, Reggiano).

6.2 Sismicità di base

Le informazioni relative alla sismicità storica del Comune di Cortemaggiore sono state desunte dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani, redatto grazie all'INGV dal Gruppo di lavoro CPTI (CPTI-15 v.4.0), che elenca tutti i terremoti avvenuti dal 1000 al 2020.

I terremoti più prossimi alla località in oggetto con epicentro a distanza inferiore ai 40 km dall'area di studio (Lat. 45,0083 – Lon. 9,9263), estratti da questo catalogo, sono riportati nella mappa riportata in Figura 18.

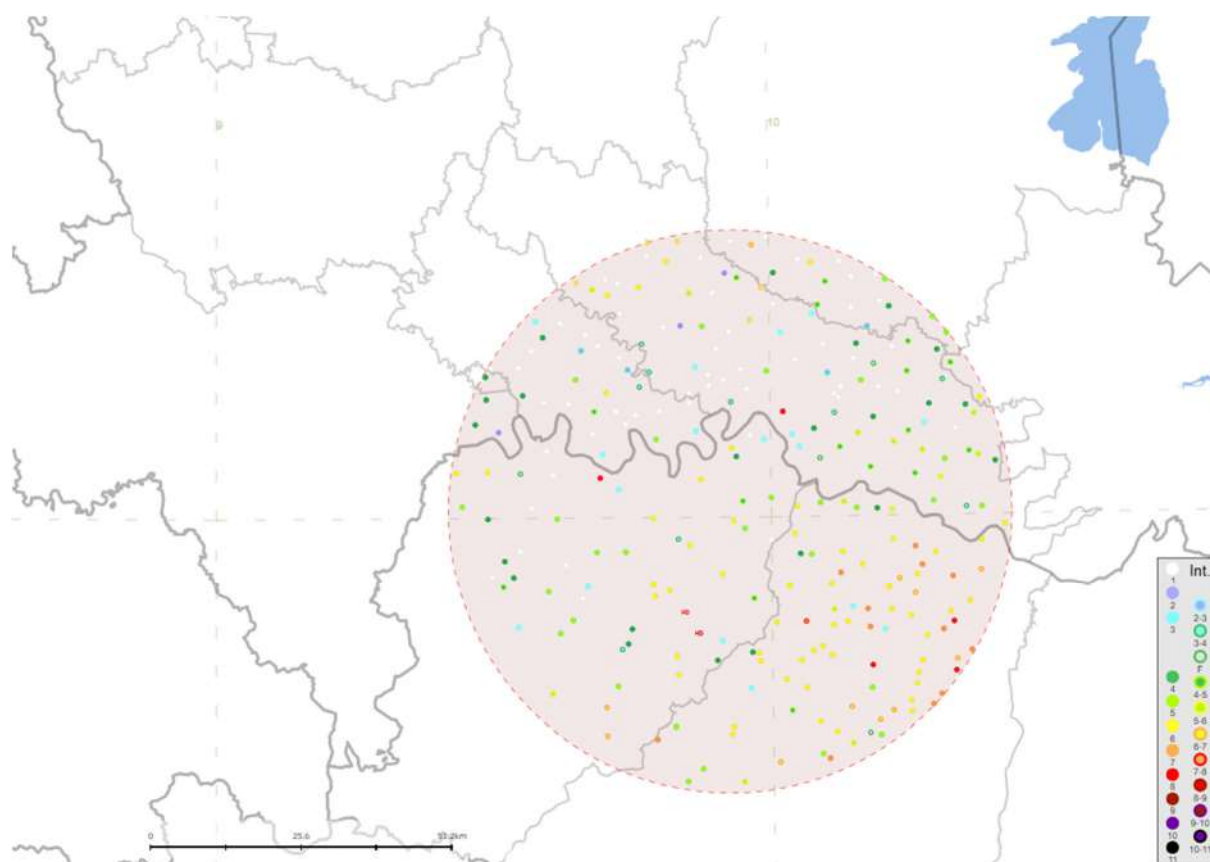
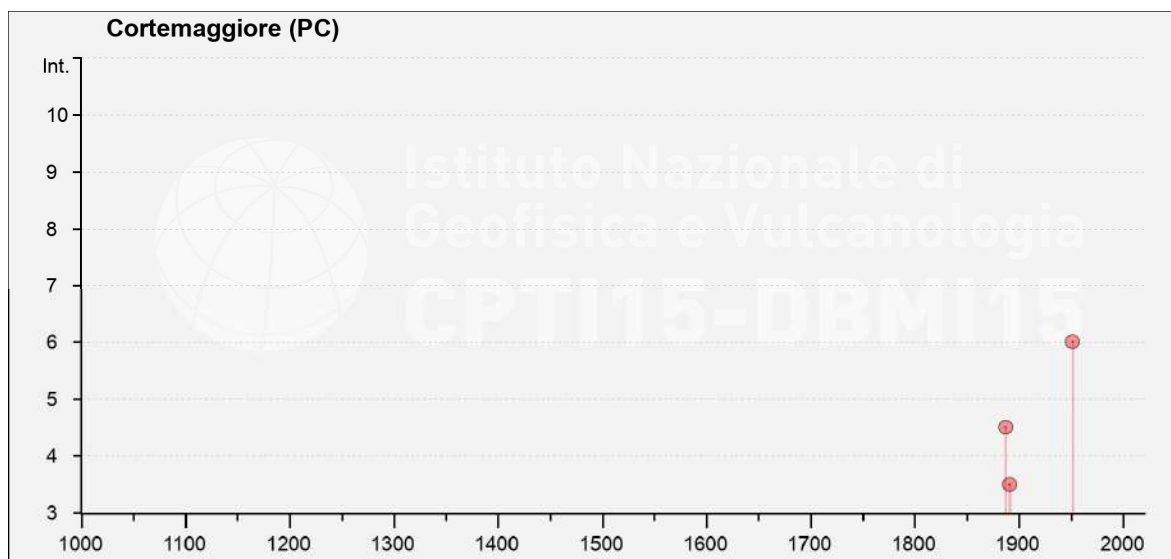



Figura 18: Distribuzione degli eventi sismici estratta dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A., 2022. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>)



Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
4-5	🔗	1887	02	23	05	21	5 Liguria occidentale	1511	9	6.27			
3-4	🔗	1891	06	07	01	06	1 Valle d'Illasi	403	8-9	5.87			
NF	🔗	1906	08	25	03	11	Parmense	31	5	4.25			
NF	🔗	1912	10	01	18	10	Piacenza	23	4	3.70			
6	🔗	1951	05	15	22	54	Lodigiano	179	6-7	5.17			
NF	🔗	1986	12	06	17	07	1 Ferrarese	604	6	4.43			
2	🔗	1991	10	31	09	31	1 Emilia occidentale	134	5	4.33			
NF	🔗	2000	06	18	07	42	0 Pianura emiliana	304	5-6	4.40			
NF	🔗	2005	04	18	10	59	1 Valle del Trebbia	284	4	3.97			

Figura 19: Eventi sismici di maggiore intensità verificatisi nel Comune di Cortemaggiore

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 30 / 114
		Numero Revisione
		00

6.3 Classificazione regionale

Con Delibera G.R. Emilia-Romagna 06/02/2023, n. 146, la Regione Emilia-Romagna ha predisposto l'aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni della Regione, la quale prevede che il territorio comunale di Cortemaggiore venga classificato in classe 3, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compreso tra 0,05 - 0,15 (a g /g).

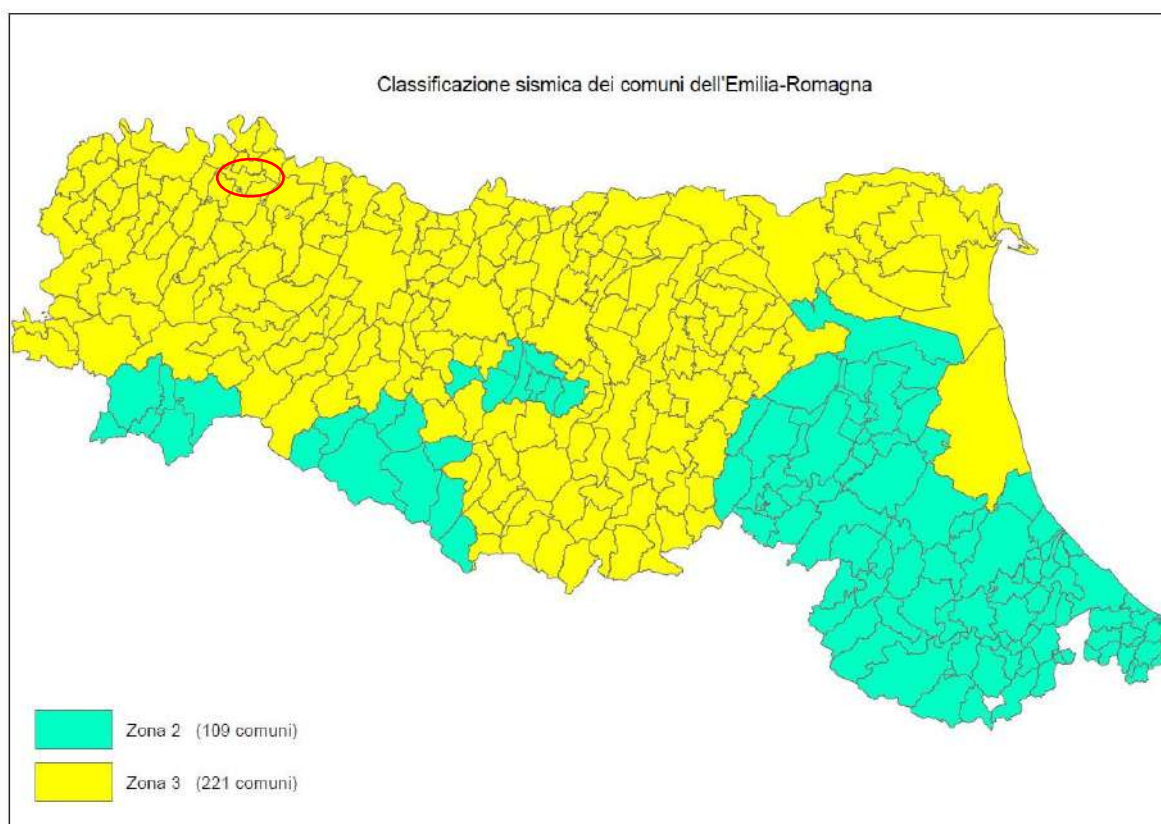



Figura 20: Classificazione sismica regionale (aggiornamento 2023).

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 31 / 114
		Numero Revisione
		00

6.4 Pericolosità sismica di base

La valutazione della Pericolosità sismica di un sito si realizza attraverso quattro diverse fasi:

- Identificazione e caratterizzazione di tutte le sorgenti di eventi sismici in grado di produrre uno scuotimento significativo al sito. La caratterizzazione delle sorgenti include la definizione di ogni geometria di sorgente e relativo potenziale sismico.
- Individuazione della distribuzione di probabilità dei terremoti o relazione di ricorrenza delle sorgenti considerate, che specifica il tasso medio di superamento di un terremoto di definita magnitudo.
- Valutazione dello scuotimento del suolo prodotto dagli eventi sismici attraverso le relazioni di attenuazione.
- Combinazione delle incertezze per ottenere la probabilità che un parametro descrittivo dello scuotimento del terreno sia superato in un determinato intervallo temporale.

L'analisi di pericolosità, definita anche PSHA (*Probabilistic Seismic Hazard Assessment*), necessita quindi di:

- Sorgenti sismogenetiche
- Cataloghi sismici (storici e/o strumentali)
- Relazioni di attenuazione

Gli effetti di tutti i terremoti di differente magnitudo, a differente distanza, in differenti zone sismogenetiche e a differente probabilità di occorrenza sono integrati nelle curve di pericolosità sismica che mostrano la probabilità di eccedenza di differenti valori di un dato parametro descrittivo dello scuotimento, ad esempio l'accelerazione, durante uno specificato periodo di tempo.

Nuove carte sulla pericolosità sismica sono state recentemente prodotte dall'Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia (INGV); tale cartografia, realizzata per tutto il territorio italiano, si basano quindi su studi accurati che prevedono l'utilizzo dei dati contenuti nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15 v.4.0), delle informazioni relative alla Zonazione Sismogenetica ZS9 e dei relativi modelli cinematici di sviluppo della tettonica crostale, ed infine di una serie relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo.

Il valore del parametro di scuotimento fornito dall'analisi di pericolosità sismica non corrisponde quindi ad un particolare evento ma, deve essere considerato come il prodotto, espresso in termini probabilistici, degli effetti combinati di tutti gli eventi di differente magnitudo e distanza rappresentativi dell'intera storia sismica dell'area in esame.

La carta di riferimento per valutazioni di pericolosità sismica è rappresentata dalla distribuzione probabilistica dell'accelerazione massima al suolo, definita PGA (*Peak Ground Acceleration*) ed espressa come frazione dell'accelerazione di gravità "g", pari a $9,81 \text{ m/sec}^2$.

La carta che riveste una particolare importanza dal punto di vista progettuale è quella in cui il valore di PGA è caratterizzato da tempi di ritorno di 475 anni, corrispondente ad una probabilità di accadimento del 10% in 50 anni (cfr. Figura 21).

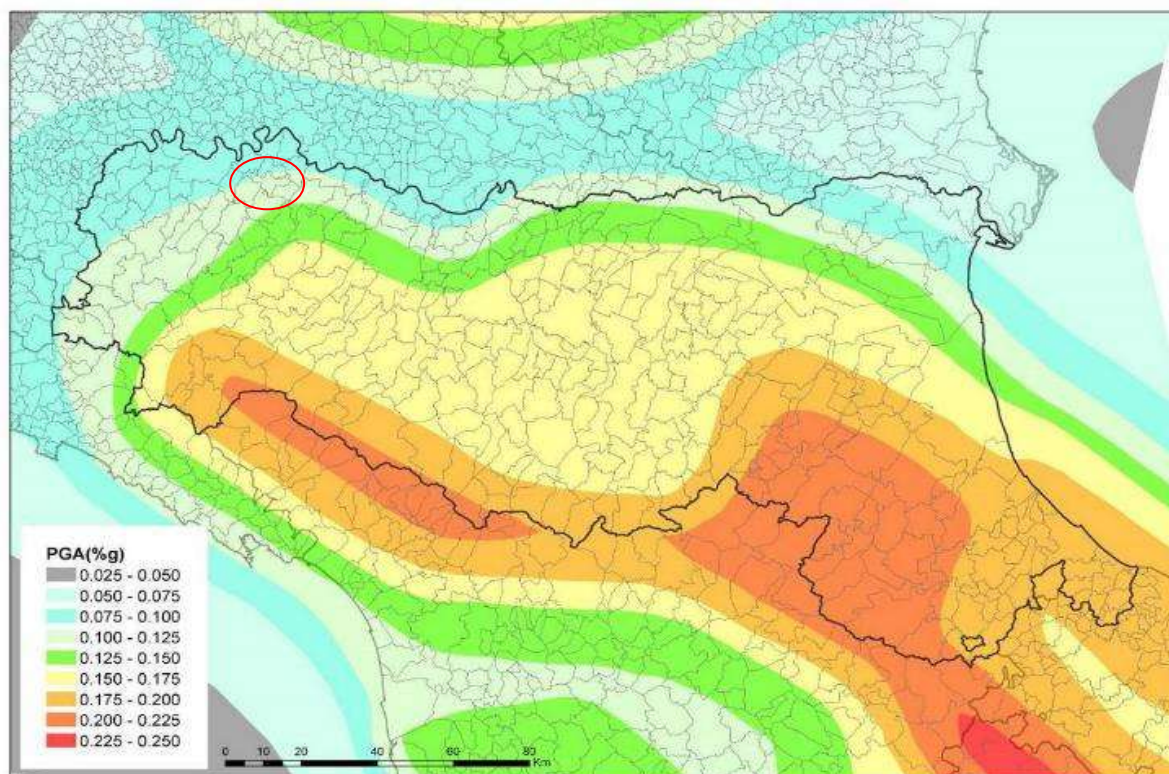



Figura 21: Mappa di pericolosità sismica della Regione Emilia-Romagna espressa in accelerazione massima riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/sec; Cat. A) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 33 / 114
		Numero Revisione
		00

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> (cfr. Figura 22).




Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Figura 22: Mappatura dell'accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g) con tempi di ritorno di 475 anni.

Il sito in esame, ricadente nel Comune di Cortemaggiore, si trova in una zona caratterizzata da nodi della griglia con valori di a_g compresi tra 0,075 e 0.125 per probabilità di superamento in 50 anni del 10 %.

Occorre tuttavia sottolineare che i valori di accelerazione massima indicati sono riferiti a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/sec; Cat. A); per tale motivo, le carte di pericolosità sismica non tengono conto dei possibili fenomeni di amplificazione dovuti a condizioni geologiche locali, che sono invece oggetto delle analisi di risposta sismica locale (RSL).

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 34 / 114
		Numero Revisione
		00

6.5 Microzonazione sismica del Comune di Cortemaggiore

6.5.1 Analisi di Livello I

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

Nell'elaborato GEO 12 – Carta di sintesi del PSC di Cortemaggiore, già adeguata al PTCP 2007 di Piacenza, sono state individuate le zone che possono produrre effetti di sito quali fenomeni di amplificazioni litologiche, liquefazione e cedimenti.

Tale elaborato del PSC rappresenta una sintesi delle informazioni delle aree suscettibili di effetti locali, in cui:

- le aree che necessitano dell'analisi semplificata (secondo livello di approfondimento) sono rappresentate con colore giallo;
- le aree per le quali è richiesta un'analisi approfondita (terzo livello di approfondimento) sono rappresentate con colore rosso.

Dall'analisi dello stralcio della Carta di sintesi del PSC di Cortemaggiore si evince che, in relazione alla presenza di depositi sabbiosi in parte saturi, per la caratterizzazione sismica dell'area in oggetto è richiesta un'analisi approfondita di terzo livello.

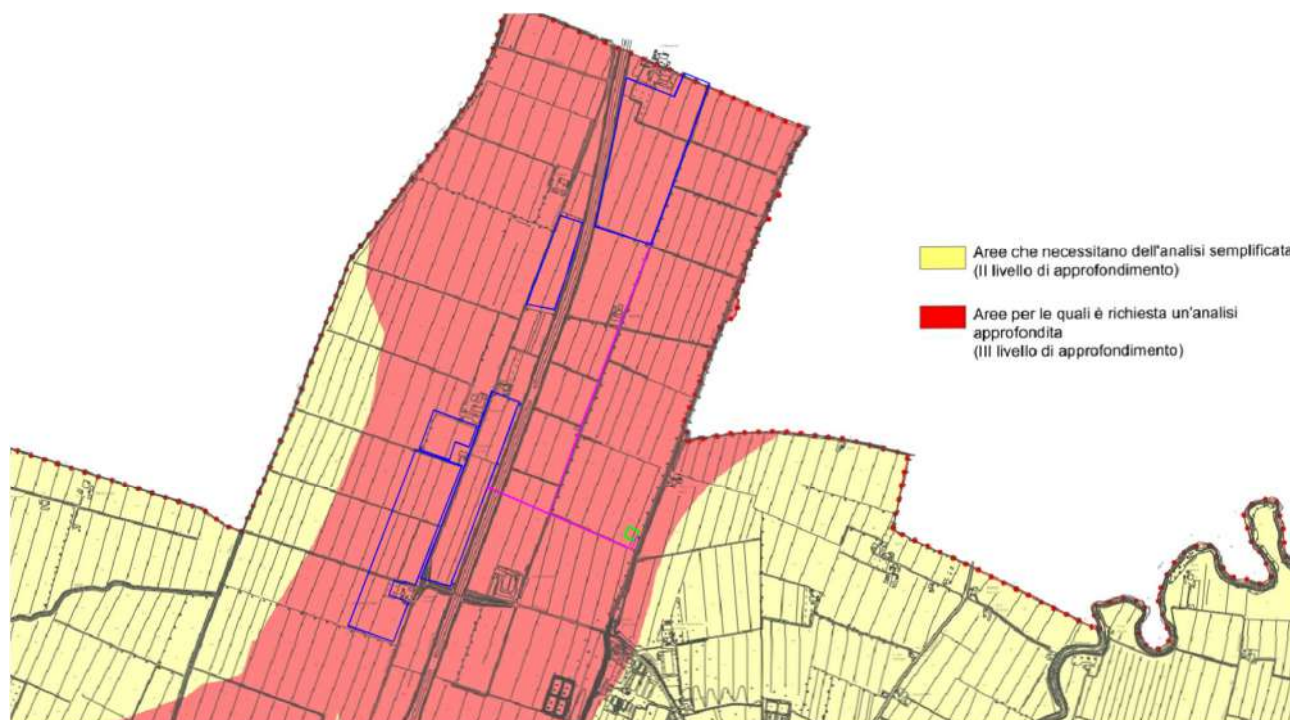


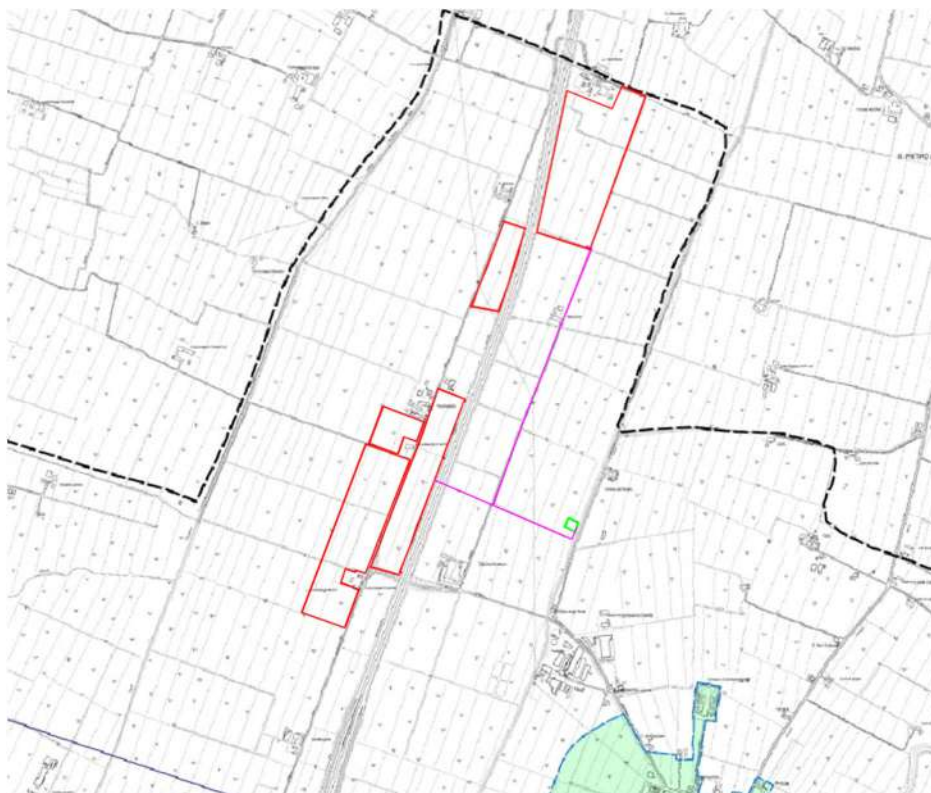
Figura 23 – Estratto dell'Elaborato GEO 12 – Carta di sintesi del PSC di Cortemaggiore

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 35 / 114
		Numero Revisione
		00

6.5.2 Studio di Microzonazione Sismica di Livello 2

Il Comune di Cortemaggiore è dotato di Studio di Microzonazione Sismica di 2° Livello con l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE), validato da parte della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica del Dipartimento della Protezione Civile in data 09/10/2020.

L'area di Studio non risulta essere stata interessata direttamente da tale Studio, ma ricade nelle vicinanze della *Zona 2001 - Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente argilloso - limosi di spessore variabile tra 11 e 18 metri, che ricoprono sabbie limose con ghiaietto di spessore variabile tra 10 e 13 metri, seguiti da argille limose che si estendono fino a - 30 da p.c.*, individuata nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS (v. Figura 24).




Zone suscettibili di amplificazioni locali

2001

Zona 1

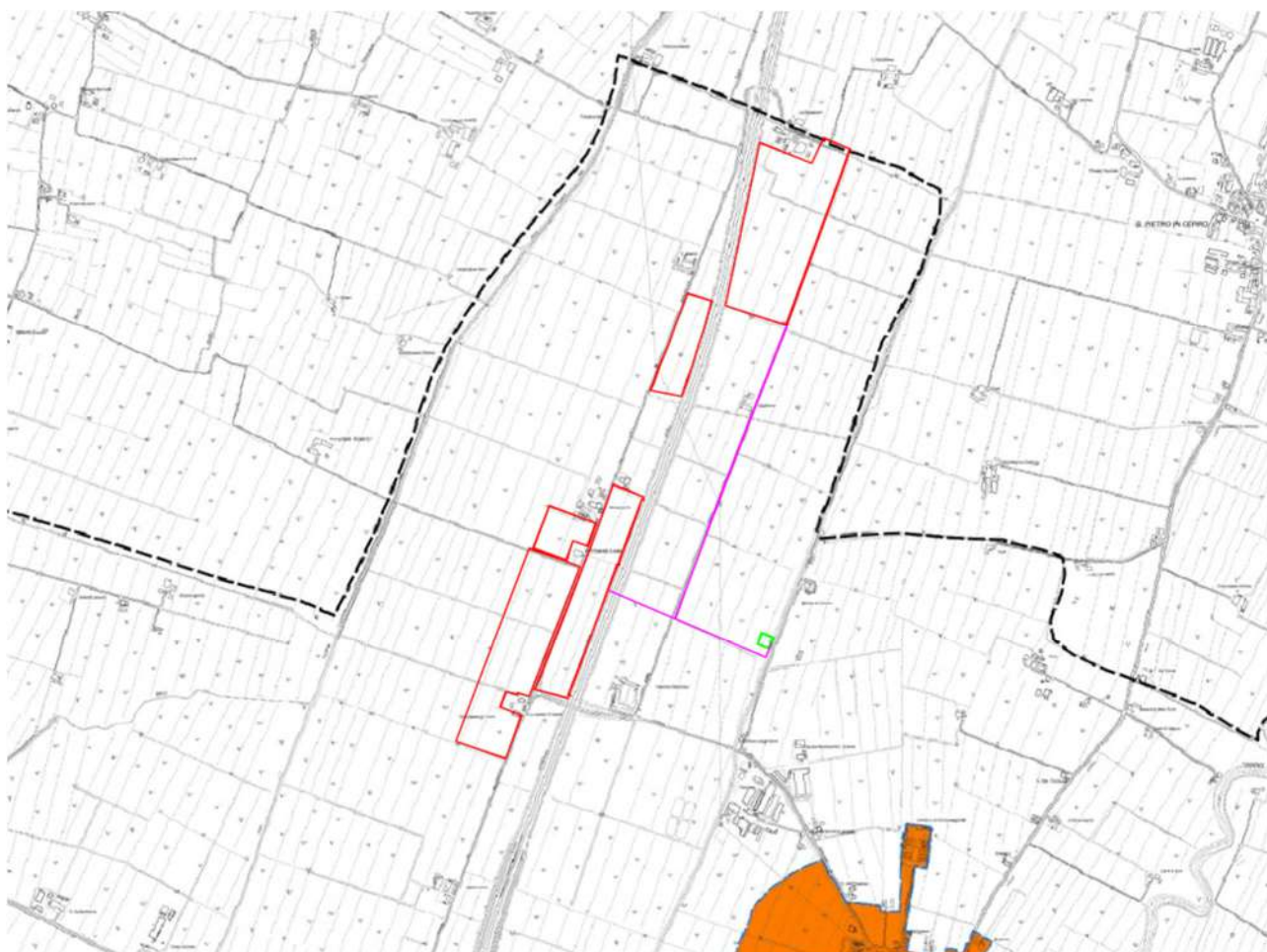
Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente argilloso - limosi di spessore variabile tra 11 e 18 metri, che ricoprono sabbie limose con ghiaietto di spessore variabile tra 10 e 13 metri, seguiti da argille limose che si estendono fino a - 30 da p.c.

Figura 24: Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica Studio di MS2 del Comune di Cortemaggiore

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 36 / 114
		Numero Revisione
		00

Per la Zona 2001 sono stati stimati fattori di amplificazione del segnale sismico:

- F.A. $P_{GA} = 1,7 - 1,8$
- F.A. $SA_{(0.1 - 0.5 s)} = 1.7 - 1.8$



Zone suscettibili di amplificazione locale



FA P.G.A. = 1.7 - 1.8



FA SA 0.1 - 0.5 s = 1.7 - 1.8

Figura 25: Stralcio Carta microzonazione sismica livello 2 FA PGA e FA SA (0.1 - 0.5s) dello Studio di MS2 del Comune di Cortemaggiore

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 37 / 114
		Numero Revisione
		00

7 INDAGINE SISMICA IN FORO DI TIPO DOWN-HOLE


Al fine di caratterizzazione dal punto di vista sismico le unità geo litologiche del sottosuolo dell'area in esame, definendo un modello sismo-stratigrafico in termini di V_p , V_{sh} e dei rispettivi moduli dinamici, in data 4 settembre 2024 è stata effettuata una indagine sismica in foro di tipo down-hole.

L'elaborazione finale ha consentito la determinazione del parametro V_{seq} per la definizione della categoria sismica del suolo di fondazione ai sensi delle NTC 2018.

La prova è stata registrata tra il p.c. e -30 m dal p.c. di un foro di sondaggio opportunamente attrezzato denominato S1.



Figura 26: Stralcio Ubicazione territoriale della prova DH-S1.

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 38 / 114
		Numero Revisione
		00

7.1 Acquisizione dati

La tecnica del Down-Hole consiste nel misurare i tempi di arrivo delle onde sismiche P e SH, generate da una specifica sorgente a geofoni tridimensionali posti in un foro di sondaggio a profondità crescenti (v. Figura 27).

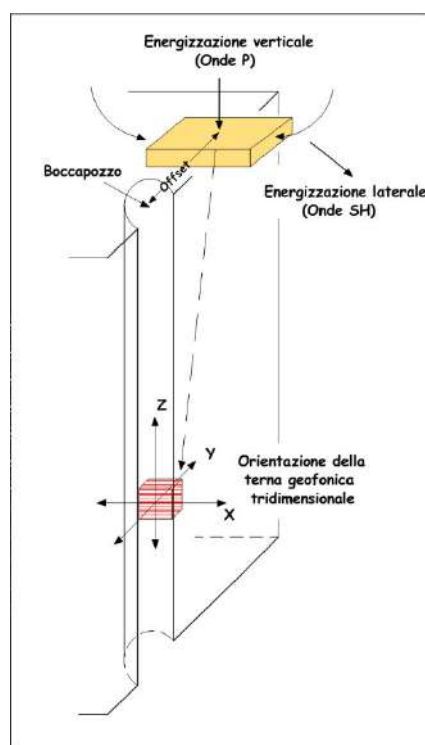



Figura 27: Schema prova Down-Hole

Le onde di compressione (P) sono create con impulsi verticali generati da una massa battente agente su una piastra posta in prossimità del sondaggio.

Le onde di taglio (SH), sono generate con impulsi orizzontali ottenuti battendo su lati opposti di due tavole rese solidali con il terreno dal peso del veicolo d'appoggio.

Il sistema di ricezione si compone di un ricevitore, costituito da un contenitore cilindrico contenente una terna di trasduttori di velocità (geofoni) orientati secondo le componenti di una terna ortonormale in modo che uno sia orientato secondo la lunghezza del contenitore (trasduttore verticale) e gli altri ad esso perpendicolari (trasduttori orizzontali). I trasduttori devono possedere appropriate caratteristiche di frequenza e sensitività.

La strumentazione si compone, inoltre, di un "trigger" dotato di sensore collegato al sistema di acquisizione dati che permette di far partire la registrazione del segnale sismico acquisito dai geofoni nell'istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 39 / 114
		Numero Revisione
		00

Il trigger è realizzato mediante un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente (martello) colpisce la sorgente.

Il sistema di acquisizione e registrazione dei dati (sismografo) è composto da un sistema multicanale in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda, ed è collegato a ciascuno dei trasduttori del ricevitore e al sensore del trigger oltre che ad un pc portatile per la visualizzazione dei dati acquisiti.


7.2 Modalità operative

Le operazioni da seguire per l'esecuzione della prova Down-Hole sono le seguenti:

- si predispose il piano d'appoggio per le sorgenti togliendo le eventuali asperità rendendo la superficie liscia;
- il sistema di ricezione (ricevitore e relativi trasduttori) è inserito nel foro fino a raggiungere la profondità di prova facendo sì che uno dei due trasduttori orizzontali del ricevitore risulti parallelo all'asse della sorgente;
- il ricevitore viene assicurato alle pareti del tubo di rivestimento del sondaggio;
- la sorgente di onde SH viene generata energizzando sui lati opposti di due tavole rese solidali al terreno mediante il peso del veicolo di appoggio, mentre la sorgente di onde P si genera energizzando verticalmente su una piastra (), allo stesso tempo inizia la registrazione del segnale (trigger e ricevitori);
- eseguite le registrazioni, la profondità viene modificata traslando il sistema di ricezione di 1.0 m e la procedura ripetuta fino a coprire l'intera lunghezza del sondaggio.



Figura 28: Fase di energizzazione durante l'acquisizione dati.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 40 / 114
		Numero Revisione
		00

7.3 Elaborazione e restituzione dei dati

Dai sismogrammi registrati sono stati “letti” i tempi di arrivo (picking) delle onde sismiche P e SH, ad ogni intervallo di profondità raggiunto dal geofono. Il calcolo delle velocità sismiche è stato realizzato attraverso la misura della differenza di tempi fra posizioni differenti del geofono ed il punto di energizzazione.

Si specifica che in fase di elaborazione per quanto riguarda le Vsh, sono stati analizzati solamente i film sismici dei “primi arrivi” migliori dal punto di vista qualitativo, inerenti a un solo dei due sensi di battitura.

Nei grafici, contenuti nel paragrafo 7.4 sono visualizzati i sismogrammi acquisiti con il relativo “picking”, l’andamento delle velocità sismiche Vp e Vsh calcolate per ciascun intervallo di profondità e le tabelle di sintesi dei dati elaborati, unitamente ai moduli dinamici calcolati sulla base dei parametri sismici e degli specifici valori di peso di volume (γ) delle litologie presenti. In dettaglio sono riportati:

- Velocità Onde P= Vp;
- Velocità Onde SH= Vsh;
- Rapporto Vp/Vs;
- Rapporto di Poisson σ ;
- Modulo di taglio G din;
- Modulo di Young E din;
- Modulo di compressione Ev;
- Densità ρ .

7.4 Analisi dei risultati

In termini di velocità sismiche **Vp** nei primi 2.0 m di spessore si registrano valori prossimi a 500 m/s. e Vs 100 m/s.

Al di sotto le Vp e le Vs incrementano progressivamente fino a raggiungere rispettivamente valori prossimi a 1400 m/s e 250 m/s a -10.0 m p.c.

Tra -10.0 e -14.0 m dal p.c. viceversa si registra un lieve decremento delle velocità con valori medi di Vp 1200 m/s e Vs 160 m/s.

A partire da -14.0 fino a -22.0 m dal p.c. si registra un netto incremento con velocità che si attestano su valori medi di Vp 1700 m/s e Vs 300 m/s.

Un ulteriore incremento di velocità Vp sino a 1900 m/s e di Vs sino 370 m/s si registra nell’intervallo compreso tra -22.0 a -24.0 m dal p.c.

A maggior profondità e sino a fondo foro le Vp decrementano e si attestano su valori medi di 1800 m/s, mentre le Vs fino a -28.0 m dal p.c. decrementano e si attestano su valori medi di 350 m/s per poi incrementare in modo più netto sino a valori 500 m/s.

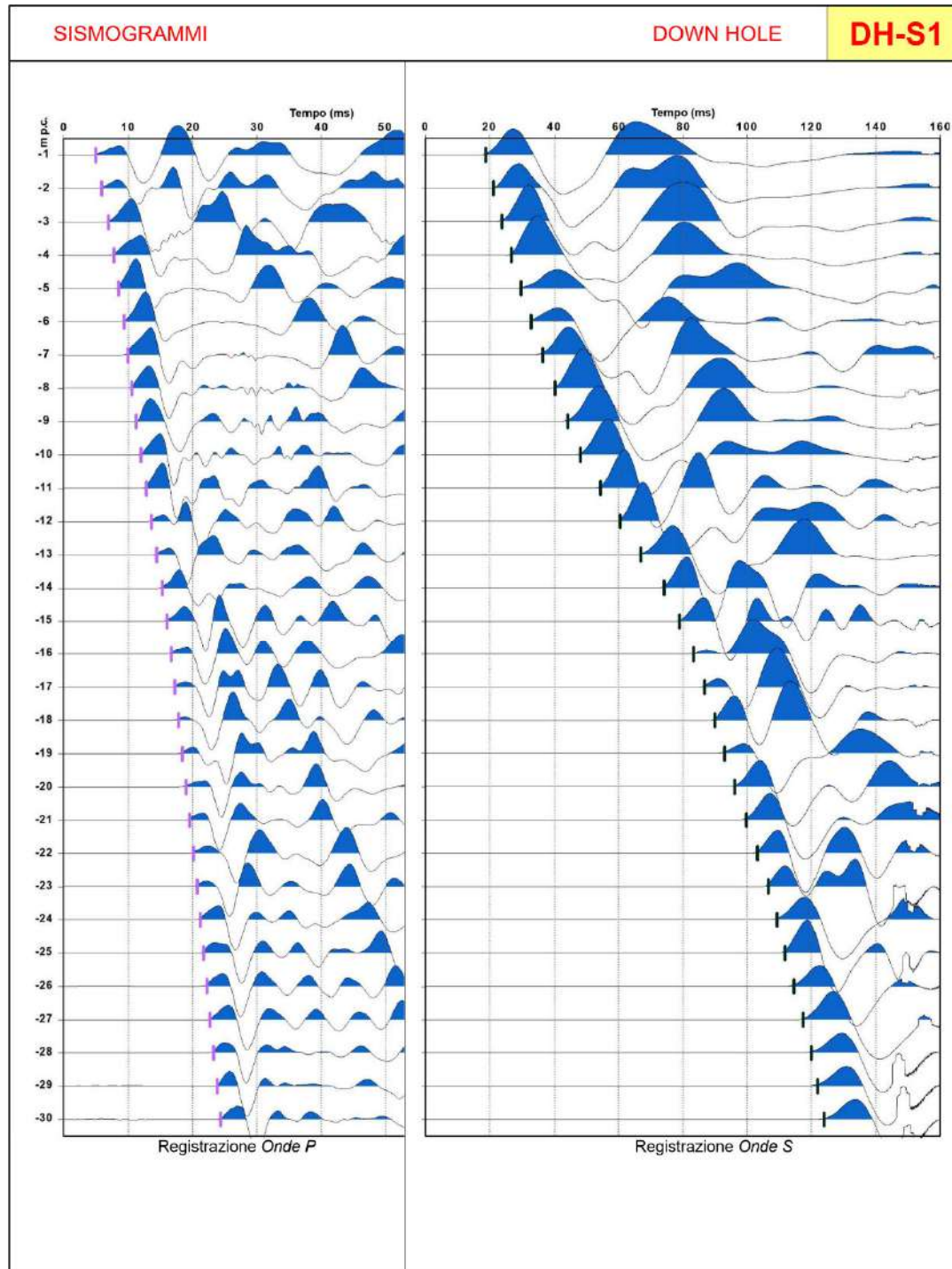


Figura 29: Sismogrammi relativi alla registrazione in onde P (a sinistra) ed in onde SH (a destra).

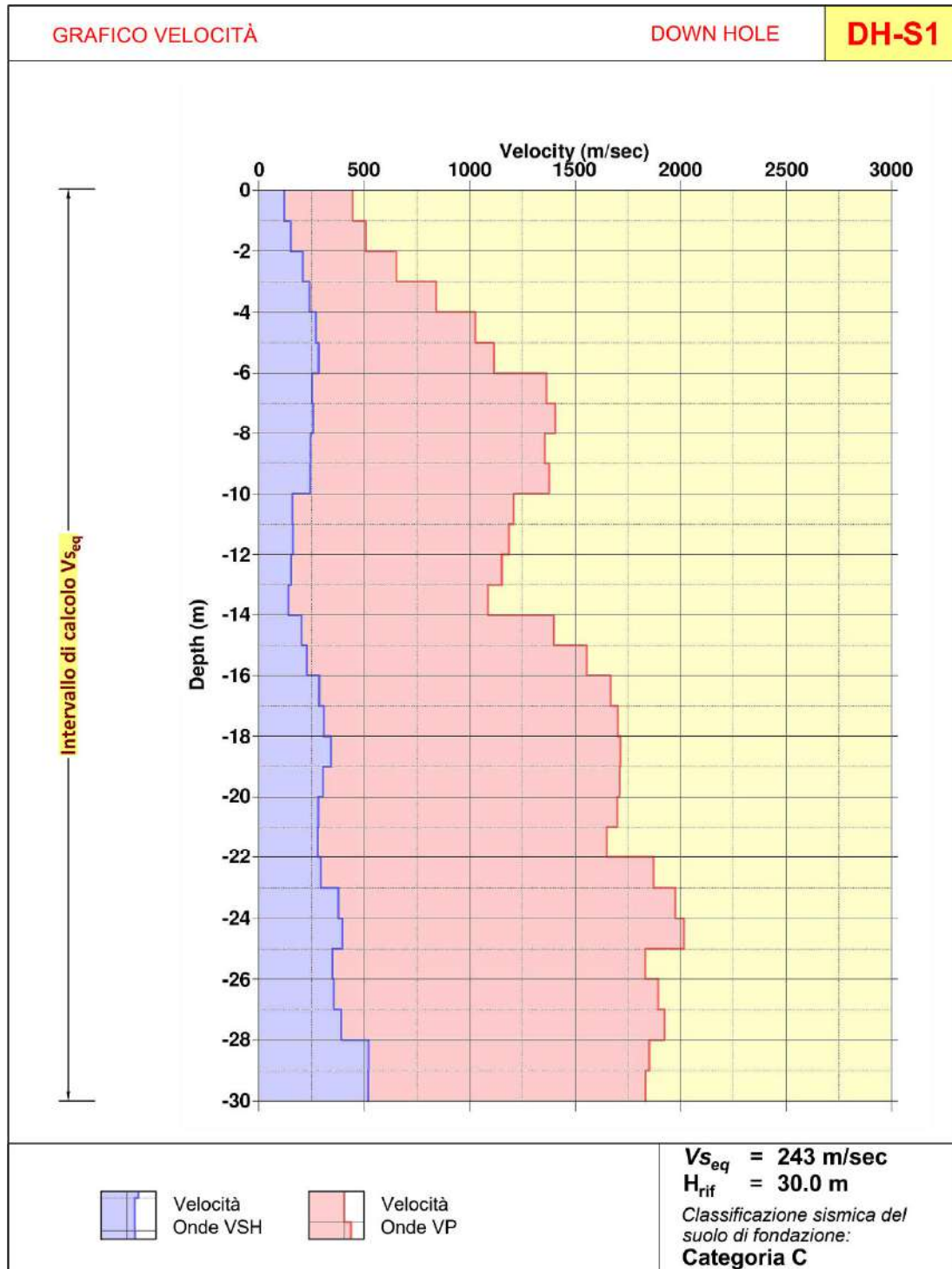



Figura 30: Grafico ottenuto di velocità in onde SH (colore viola) ed in onde P (colore magenta).

TABELLA PARAMETRI							DOWN HOLE			DH-S1		
Prof. (m)	TP letti (ms)	TP corretti (ms)	VP (m/s)	TSH letti (ms)	TSH corretti (ms)	VSH (m/s)	VP/VSH	Rapporto di Poisson	Mod. taglio G Gdin (MPa)	Mod. Young E Edin (MPa)	Mod. Comp. Vol. Ev (MPa)	Densità (t/m3)
0			446			119	3.75	0.46	2.5E+01	7.4E+01	3.2E+03	1.75
-1	5.014	2.242	446	18.790	8.403	119	3.75	0.46	2.5E+01	7.4E+01	3.2E+03	1.75
-2	5.960	4.215	507	21.250	15.026	151	3.36	0.45	4.1E+01	1.2E+02	4.0E+03	1.75
-3	6.909	5.748	652	23.837	19.834	208	3.13	0.44	7.7E+01	2.2E+02	6.6E+03	1.75
-4	7.756	6.937	841	26.833	24.000	240	3.50	0.46	1.0E+02	3.0E+02	1.1E+04	1.75
-5	8.520	7.911	1027	29.823	27.690	271	3.79	0.46	1.4E+02	4.0E+02	1.8E+04	1.80
-6	9.284	8.808	1115	32.913	31.224	283	3.94	0.47	1.5E+02	4.3E+02	2.1E+04	1.80
-7	9.923	9.541	1364	36.584	35.176	253	5.39	0.48	1.2E+02	3.5E+02	3.3E+04	1.80
-8	10.567	10.252	1407	40.254	39.052	258	5.45	0.48	1.2E+02	3.6E+02	3.5E+04	1.80
-9	11.257	10.989	1357	44.186	43.134	245	5.54	0.48	1.1E+02	3.3E+02	3.2E+04	1.80
-10	11.946	11.714	1378	48.168	47.232	244	5.65	0.48	1.1E+02	3.2E+02	3.3E+04	1.80
-11	12.746	12.541	1210	54.399	53.522	159	7.61	0.49	4.6E+01	1.4E+02	2.6E+04	1.80
-12	13.568	13.383	1187	60.518	59.695	162	7.33	0.49	4.8E+01	1.4E+02	2.5E+04	1.80
-13	14.418	14.251	1153	66.967	66.188	154	7.49	0.49	4.4E+01	1.3E+02	2.4E+04	1.80
-14	15.325	15.171	1087	74.127	73.382	139	7.82	0.49	3.6E+01	1.1E+02	2.1E+04	1.80
-15	16.025	15.884	1401	79.051	78.357	201	6.97	0.49	7.6E+01	2.3E+02	3.6E+04	1.85
-16	16.656	16.528	1554	83.407	82.763	227	6.85	0.49	9.7E+01	2.9E+02	4.4E+04	1.85
-17	17.245	17.127	1668	86.842	86.247	287	5.81	0.48	1.6E+02	4.6E+02	5.0E+04	1.85
-18	17.824	17.715	1701	90.055	89.504	307	5.54	0.48	1.8E+02	5.3E+02	5.2E+04	1.85
-19	18.400	18.299	1713	92.930	92.420	343	4.99	0.48	2.2E+02	6.6E+02	5.2E+04	1.85
-20	18.978	18.884	1709	96.198	95.720	303	5.64	0.48	1.7E+02	5.1E+02	5.3E+04	1.85
-21	19.561	19.473	1698	99.715	99.266	282	6.02	0.49	1.5E+02	4.5E+02	5.2E+04	1.85
-22	20.162	20.079	1650	103.275	102.850	279	5.91	0.49	1.5E+02	4.4E+02	4.9E+04	1.85
-23	20.691	20.614	1871	106.676	106.275	292	6.41	0.49	1.7E+02	4.9E+02	6.6E+04	1.90
-24	21.193	21.120	1974	109.298	108.921	378	5.22	0.48	2.8E+02	8.2E+02	7.2E+04	1.90
-25	21.685	21.616	2016	111.802	111.446	396	5.09	0.48	3.0E+02	9.0E+02	7.5E+04	1.90
-26	22.228	22.162	1831	114.649	114.311	349	5.25	0.48	2.4E+02	7.0E+02	6.2E+04	1.90
-27	22.753	22.691	1893	117.441	117.120	356	5.32	0.48	2.5E+02	7.3E+02	6.6E+04	1.90
-28	23.270	23.211	1923	119.983	119.678	391	4.92	0.48	3.0E+02	8.8E+02	6.8E+04	1.90
-29	23.807	23.751	1851	121.886	121.597	521	3.55	0.46	5.3E+02	1.5E+03	5.9E+04	1.90
-30	24.351	24.297	1832	123.798	123.524	519	3.53	0.46	5.2E+02	1.5E+03	5.8E+04	1.90

Figura 31: Tabella parametri sismici e geotecnici dinamici ottenuti dalla prova Down-Hole.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 44 / 114
		Numero Revisione
		00

7.5 Caratterizzazione sismica del sito – determinazione parametro V_{seq}

La normativa D.M. 14.01.08 “Norme tecniche per le costruzioni” aggiornata con D.M. del 17 gennaio 2018, afferma che ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto (punto 3.2.2), deve essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all’approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche per i terreni a grana fine.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall’espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

h_i 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 le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano d’imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano d’imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

L’analisi dei dati relativi alla velocità delle onde di taglio (V_{sh}) inerenti alla prova Down-Hole eseguita, ha consentito quindi di definire un valore V_{seq} pari a **243 m/s**

	<p style="text-align: center;">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 45 / 114
		Numero Revisione
		00

8 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE


In applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) viene prevista la suddivisione dei suoli di fondazione nelle seguenti categorie:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 32: Categorie di sottosuolo previste dalle NTC 2018

Sulla base delle analisi precedentemente descritte, per le quali le V_{seq} assumono un valore medio di **243 m/sec**, il suolo di fondazione dell'area di studio ricade nella **categoria di tipo C**.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 46 / 114
		Numero Revisione
		00

9 AZIONE SISMICA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo, la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare il **periodo di riferimento**;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative probabilità di superamento è possibile stabilire il **periodo di ritorno** associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base per il sito** interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri (OPCM) 3519/2006.


Nel DM 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, il periodo di riferimento – che non può essere inferiore a 35 anni – è dato dalla seguente relazione:

- $V_R = V_N * C_U$
- V_R = periodo di riferimento
- V_N = vita nominale
- C_U = coefficiente d'uso

La **vita nominale di un'opera strutturale** V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetti alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso in esame, su indicazione del progettista, viene presa in considerazione la **Vita nominale 50 anni**.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 47 / 114
		Numero Revisione
		00

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro **classi d'uso** a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.


Il **valore di C_U** varia a seconda della classe d'uso, come indicato nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame, su indicazione del progettista, viene presa in considerazione la **classe d'uso IV** a cui è associato il coefficiente d'uso **$C_U = 2$** .

Ricavati i valori di V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 2 = 100 \text{ anni.}$$

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 48 / 114
		Numero Revisione
		00

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili **stati limite (SL)** individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). *Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.*

Gli stati limite di esercizio sono:


- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una **probabilità di superamento PVR**, ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	PVR = 81%
Stato limite di esercizio: danno	SLD	PVR = 63%
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	PVR = 10%
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	PVR = 5%

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 49 / 114
		Numero Revisione
		00

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il **periodo di ritorno dell'azione sismica** T_R , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Poiché è $V_R = 100$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:


Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 60$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 101$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 949$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 1950$

Di seguito si riportano i valori dei parametri riferiti al punto d'indagine.

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	60	0,047	2,529	0,248
SLD	101	0,058	2,545	0,265
SLV	949	0,130	2,538	0,299
SLC	1950	0,163	2,565	0,306

Come sopra detto, a questo punto è possibile definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera. In particolare, il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Per la definizione degli effetti sull'azione sismica legati alla stratigrafia si utilizza un approccio semplificato che si basa sulla definizione delle "categorie di sottosuolo".

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 50 / 114
		Numero Revisione
		00

Come riportato nel Capitolo 6, sulla base degli esiti dell'indagine down hole ($V_{seq} = 243 \text{ m/sec}$), il suolo di fondazione dell'area di studio ricade nella categoria di **tipo C**.

Per quanto riguarda il contributo derivante dalla morfologia superficiale sull'azione sismica, nel caso in cui la topografia non presenti particolare complessità, è possibile adottare la seguente classificazione:


<i>Categoria</i>	<i>Caratteristiche della superficie topografica</i>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $i \geq 30^\circ$

Trattandosi di zona pianeggiante e quindi con inclinazione media inferiore ai 15° , l'area in oggetto (nel comune di Cortemaggiore), ricade nella categoria **T1**, a cui non è attribuibile alcun fenomeno di amplificazione sismica legato alle condizioni topografiche.

Dal punto di vista progettuale, lo spettro di risposta elastico in accelerazione riveste particolare importanza nella definizione delle azioni sismiche da adottare. Esso viene riferito ad uno smorzamento η convenzionale pari al 5% e la sua forma spettrale dipende dai fattori precedentemente citati (pericolosità di base a_g , stratigrafia, topografia, probabilità di superamento nel periodo di riferimento riferiti agli stati limite di progetto).

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Stati limite	c_u	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]	S_s [-]	C_c [-]	S_t [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,047	2,529	0,248	1,500	1,660	1,000	1,500	1,000	0,137	0,411	1,789
SLD	1	0,058	2,545	0,265	1,500	1,630	1,000	1,500	1,000	0,144	0,433	1,831
SLV	1	0,130	2,538	0,299	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	2,121
SLC	1	0,163	2,565	0,306	1,450	1,550	1,000	1,450	1,000	0,158	0,475	2,252

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO									Pagina
										51 / 114
										Numero Revisione
										00

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Stati limite	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,047	2,529	0,248	1,000	1,660	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,058	2,545	0,265	1,000	1,630	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,130	2,538	0,299	1,000	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,163	2,565	0,306	1,000	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

dove:

- S_s e C_c sono espressione dell'effetto di amplificazione stratigrafica e dipendono da F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale), dal rapporto ag/g e da T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale);
- S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche: T1: $S_T = 1.0$; T2: $S_T = 1.20$; T3: $S_T = 1.20$; T4: $S_T = 1.40$.
- S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_s e di amplificazione topografica S_T .

Espressioni dei parametri dipendenti:

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^*$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$$

Di seguito vengono riportati gli spettri in accelerazione orizzontale e gli spettri in accelerazione verticale relativi agli stati limite per l'area ricadente nel comune di Cortemaggiore.

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

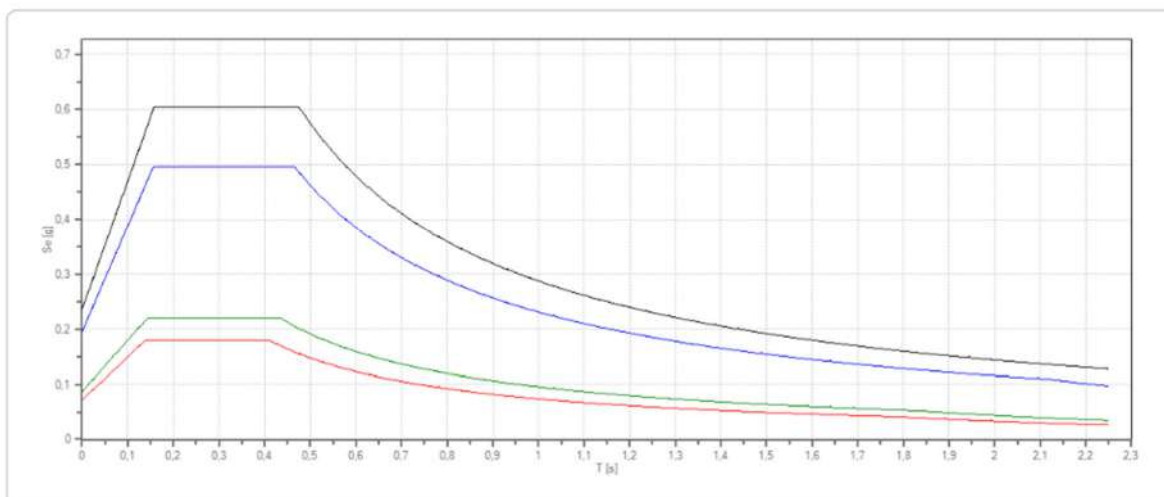


Figura 33: Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali.

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

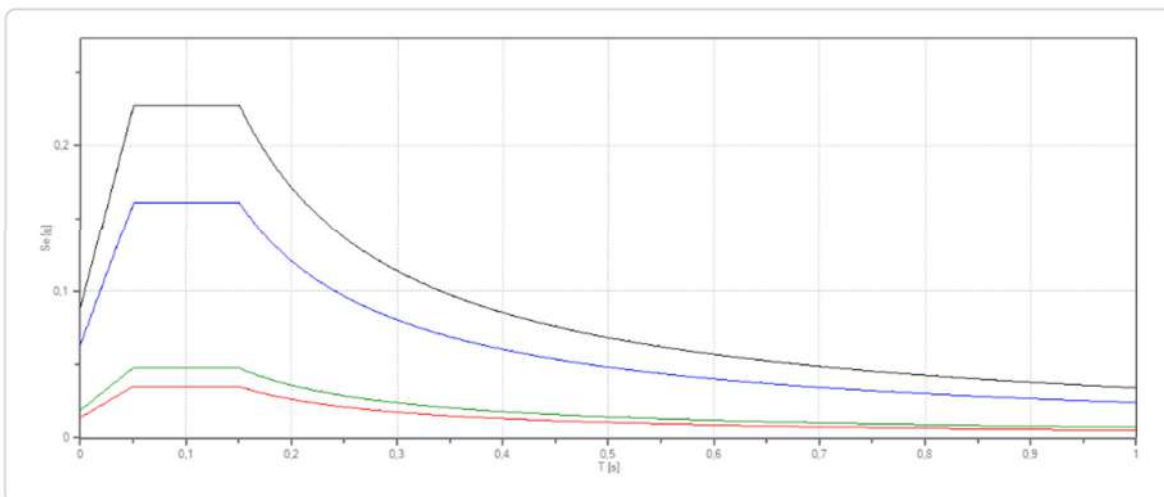



Figura 34: Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 53 / 114
		Numero Revisione
		00

10 RISPOSTA SISMICA LOCALE

10.1 Dati di input per l'analisi di RSL

10.1.1 Accelerogrammi

Gli accelerogrammi utilizzati per uno studio di RSL dovrebbero essere rappresentativi della sismicità del sito, prendendo in considerazione alcuni parametri fondamentali quali:

- Caratteristiche sismogenetiche della sorgente (meccanismo focale);
- Magnitudo;
- Distanza epicentrale;
- Sito di registrazione (categoria di sottosuolo sismico di appartenenza, preferibilmente cat. A);
- Massima accelerazione orizzontale attesa al sito.

In uno studio di RSL possono essere utilizzati accelerogrammi sintetici e/o accelerogrammi naturali; questi ultimi sono dotati di un più realistico contenuto in frequenze e numero di cicli, conservando le caratteristiche specifiche del sisma in termini di “Intensità I” nel sito di registrazione, “Magnitudo M” dell'evento, e “Distanza d” dal sito all'epicentro tramite la legge di attenuazione, pertanto vengono generalmente preferiti ai primi.

L'operazione che consente di stabilire quali sono i “range” caratteristici dei parametri sismici che concorrono alla definizione della pericolosità sismica (con metodo probabilistico) di un determinato sito, prende il nome di “Disaggregazione”.


Dal sito dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>), oltre alla “Mappa di pericolosità sismica” (v. Figura 35), per il territorio del Comune di Cortemaggiore, è possibile estrapolare il relativo grafico della “Disaggregazione” (v. Figura 36).

Nel caso in esempio si può notare come la massima percentuale, pari al 17,4% sia definita per terremoti di magnitudo compresa fra 4,5-5 M, nel range di distanza tra 10-20 km.

Gli accelerogrammi naturali possono essere selezionati da archivi nazionali e internazionali grazie:

- all'ausilio del software gratuito REXEL (Iervolino et al., 2009);
- ad applicativi web-gis (SEISM-HOME della Fondazione EUCENTRE di Pavia);

che consentono di reperire dei set di accelerogrammi spettro compatibili secondo quanto indicato nelle “Norme Tecniche delle Costruzioni - NTC2008 e aggiornamento NTC2018”.

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 54 / 114
		Numero Revisione
		00

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

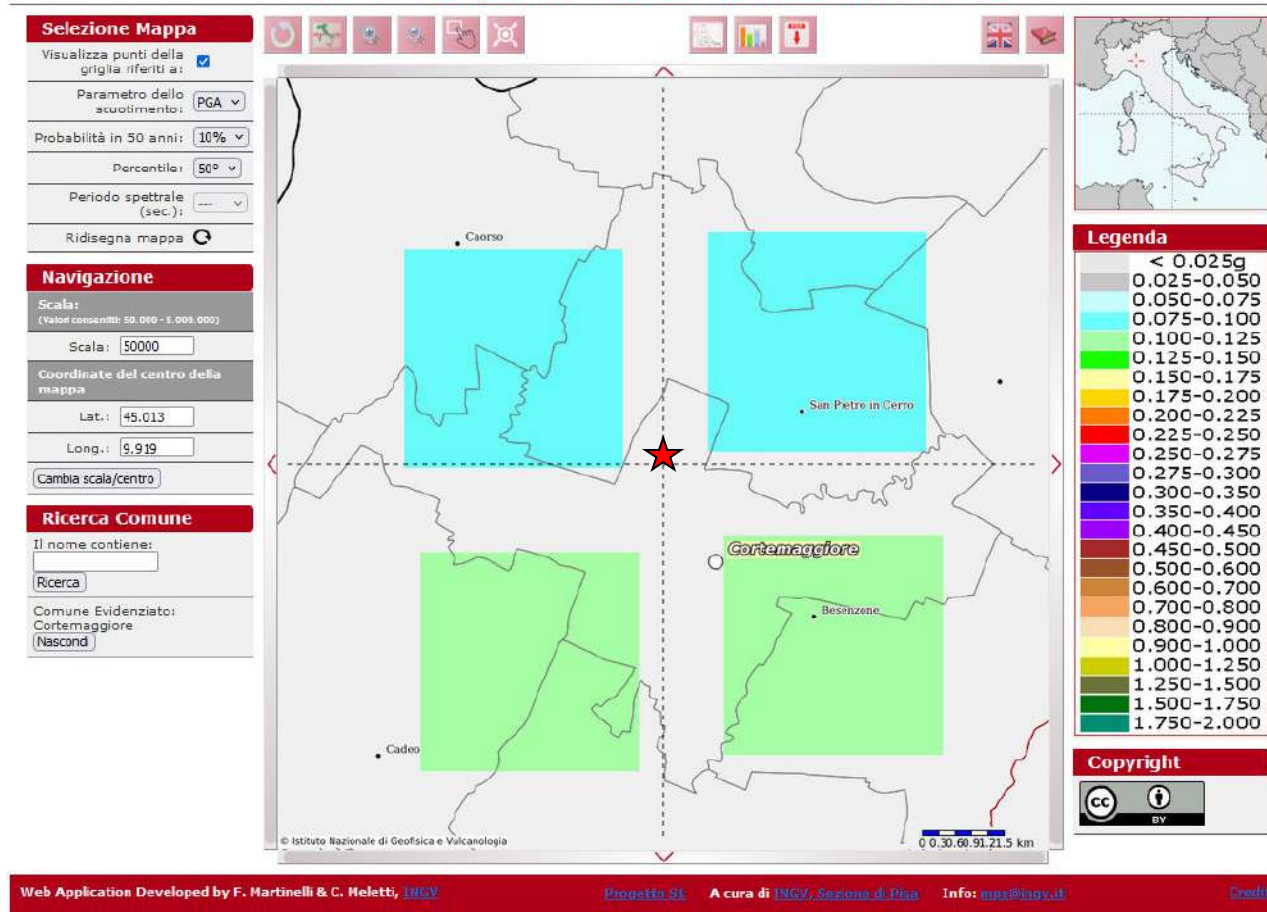
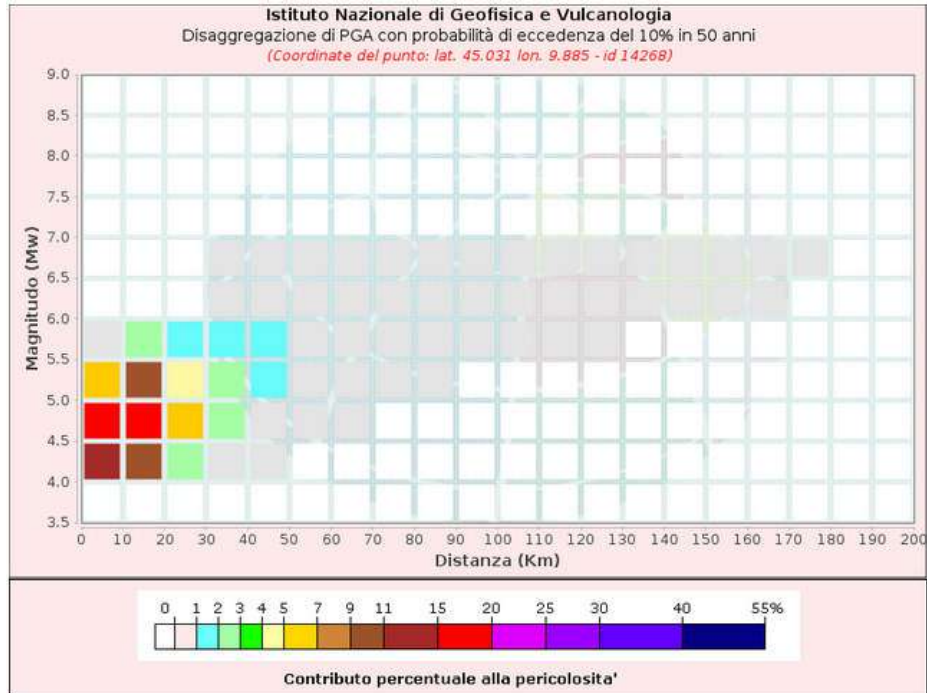



Figura 35: Mappa di pericolosità sismica per il territorio del Comune di Cortemaggiore espressa in termini di $a(g)$ e probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni ($TR = 475$ anni) (INGV); gli assi sono centrati sul sito di interesse.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 45.031 lon. 9.885 - id 14268)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	11.5000	15.0000	5.0400	0.0450	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	9.4900	17.4000	9.3100	2.3300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	2.4300	6.2000	4.8500	1.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.4720	2.3300	2.6100	1.2800	0.0280	0.0039	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0262	0.7350	1.5200	1.0600	0.2590	0.0415	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0952	0.6410	0.7430	0.4210	0.0755	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0027	0.2220	0.4820	0.3630	0.0691	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0536	0.2570	0.2360	0.0469	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.1100	0.1370	0.0292	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0393	0.0828	0.0196	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0135	0.0500	0.0134	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0031	0.0275	0.0087	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0123	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0024	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.68	17.7	0.944

Figura 36: Contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale (INGV)

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 56 / 114
		Numero Revisione
		00

Nel caso in esame, sono stati utilizzati nr. 7 accelerogrammi spettro compatibili estraendoli con l'ausilio software **REXEL - Versione 3.5**, scaricabile gratuitamente al seguente indirizzo:

<https://www.reluis.it/it/progettazione/software/rexel.html>

In Tabella 1 si riportano alcune informazioni relative agli accelerogrammi utilizzati.

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	EC8 Site class
103	28	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207	A
103	28	SRC0	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207	A
270	70	PNT	VAL COMINO EARTHQUAKE	07/05/1984	5.9	Normal	27.0005	A
281	71	PSC	VAL COMINO EARTHQUAKE	11/05/1984	5.5	Normal	9.0799	A
488	118	CSC	UMBRIA-MARCHE 3RD SHOCK	14/10/1997	5.6	Normal	22.0159	A
488	118	CSC	UMBRIA-MARCHE 3RD SHOCK	14/10/1997	5.6	Normal	22.0159	A
517	122	NCM	APP. UMBRO-MARCHIGIANO	16/10/1997	4.3	Strike-slip	13.7097	A
mean:					5.528571		18.094757	

Tabella 1: Dataset informativo relativo ai 7 accelerogrammi utilizzati nello studio di risposta sismica locale.

Gli accelerogrammi sono quindi stati inseriti nel software di elaborazione per il calcolo della “LSR 2D” - *Version 5.0.12 della STACEC*) già opportunamente scalati rispetto al valore di PGA al bedrock attesa in sito, considerando un sottosuolo rigido affiorante (Cat. A) e TR 475 anni (v. Figura 37).

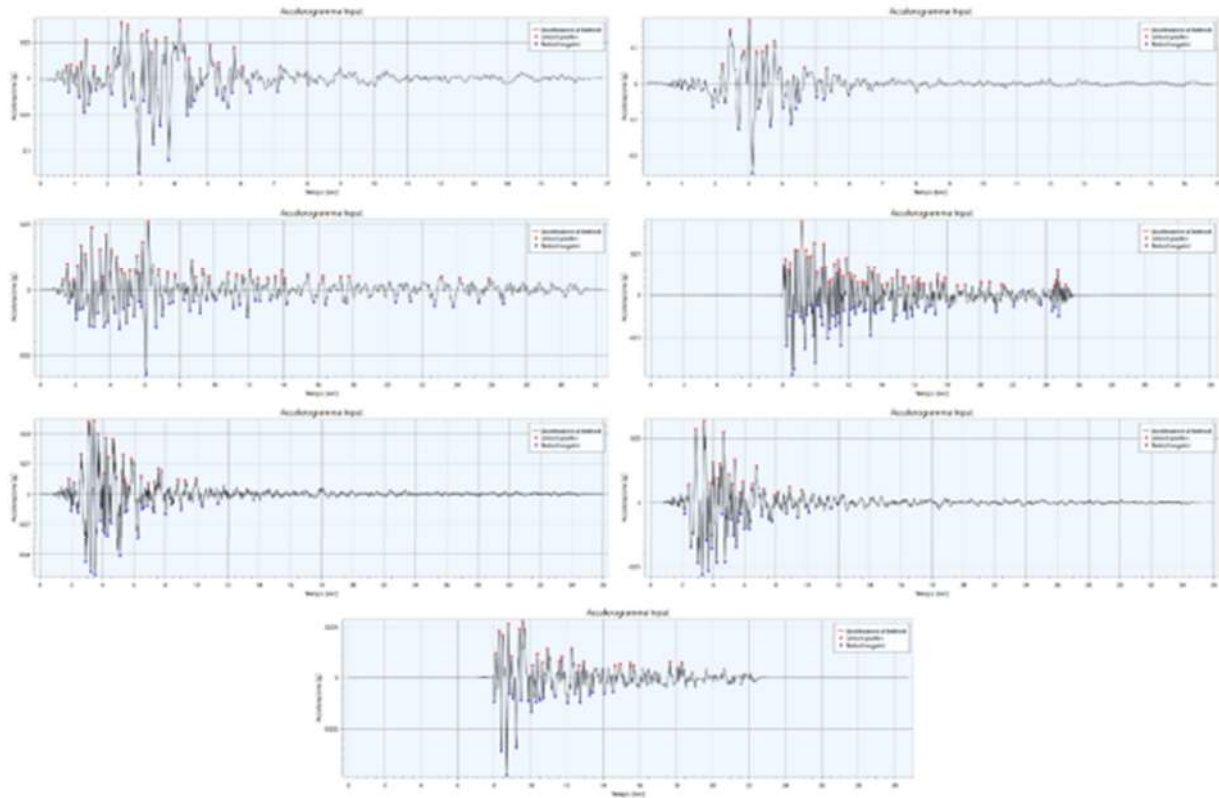


Figura 37: Serie temporali di input che vengono poi scalate in funzione della P.G.A.0 attesa al bedrock sismico.

In Figura 38 si riportano gli spettri di input associati agli accelerogrammi selezionati.

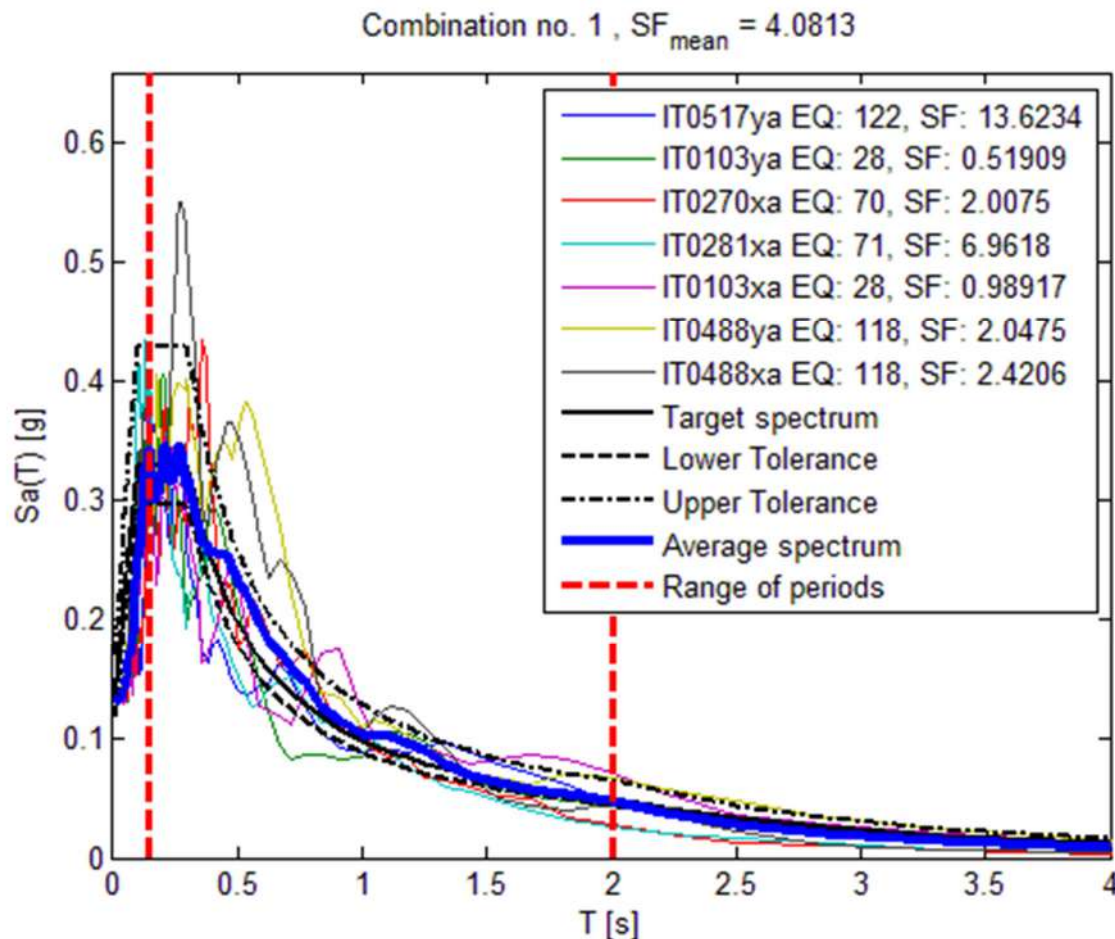


Figura 38: Spettri di input che fanno riferimento alle serie temporali degli accelerogrammi considerati, estrapolate con i software di riferimento o con gli applicativi webgis sopra indicati.

10.1.2 Modello sismo-stratigrafico

Attraverso le prove geotecniche e sismiche eseguite in sito e all'analisi dei dati estrapolati dal database cartografico della Regione Emilia-Romagna (<http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/index.htm>) relativi a pozzi e carotaggi realizzati nell'intorno dell'area d'interesse, si è ottenuto il modello sismo-stratigrafico semplificato riportato in Figura 39.

Attraverso il software di calcolo “*LSR 2D - Versione: 4.5.1*”, è stata quindi calcolata la risposta dinamica monodimensionale (1D), optando per una analisi equivalente lineare (EQL), basata su un modello di propagazione lineare delle onde in cui le proprietà dinamiche del terreno, quali “Modulo di taglio G” e “Rapporto di smorzamento D”, vengono fatti variare in funzione del livello deformativo.

Pertanto, a ciascuno strato definito nel modello sismo-stratigrafico (v. Figura 39) è stata associata una coppia di curve che definisce il comportamento non lineare del terreno in funzione di un aumento percentuale della deformazione di taglio:

- la curva di decadimento del Modulo di rigidezza al taglio G alle basse deformazioni espresso come rapporto G/G_0 (v. Figura 40);
- la curva di variazione dello smorzamento D (v. Figura 41).

Generale

Varie

Larghezza base stratigrafia [m] **1.00**

q [kN/m²] **0.00**

Caratteristiche bedrock

ρ [Kg/m³] **2400.00**

V_s [m/s] **950.00**

V_p [m/s] **1600.00**

Strati

	Nome	Spessore [m]	ρ [Kg/m ³]	V_s [m/s]	N_i	Modello geotecnico	Modello resistenza al taglio	Colore
1	Strato (0)	3.00	1700.00	120.00	0.36	PARMA_Limi argilloso sabbiosi...	Loose sand	
2	Strato (1)	7.50	1800.00	210.00	0.40	PARMA_Limi argilloso sabbiosi...	Loose sand	
3	Strato (2)	3.50	1740.00	140.00	0.35	MEZZANI - Sabbia medio fine...	Loose sand	
4	Strato (3)	2.00	1840.00	200.00	0.33	MEZZANI - Sabbia medio fine...	Loose sand	
5	Strato (4)	6.00	1930.00	280.00	0.30	MEZZANI - Sabbia medio fine...	Loose sand	
6	Strato (5)	6.00	1990.00	350.00	0.28	Ghiaie - ROLLINS et Alti	Loose sand	
7	Strato (6)	33.00	2100.00	520.00	0.25	PARMA_Limi argilloso sabbiosi...	Loose sand	
8	Strato (7)	36.00	2140.00	600.00	0.32	EPRI (93), 250-500 ft	Loose sand	

OK

Annulla

Figura 39: Schermate di Input tratte dal software “LSR 2D”, dove viene definito il modello sismo-stratigrafico del sito di interesse: ad ogni singolo strato viene attribuito un valore rappresentativo delle V_s e del Peso di volume; inoltre, ad ogni intervallo stratigrafico viene assegnata la relativa coppia di curve di decadimento del modulo di taglio G/G_0 e dello smorzamento D (%).

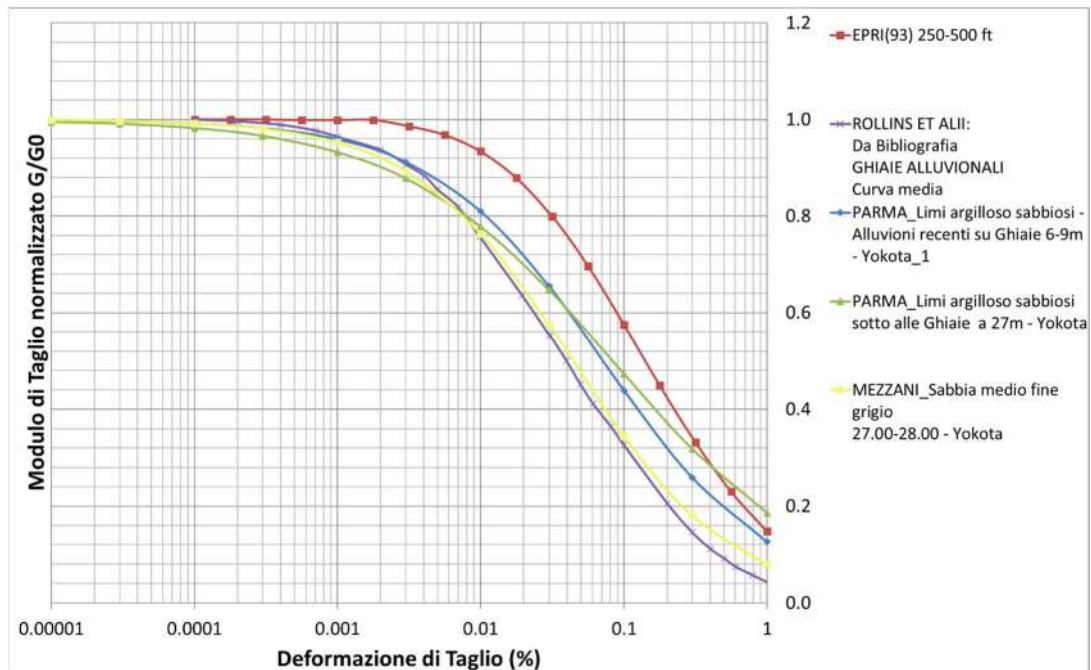


Figura 40: Curve di decadimento espresse come rapporto G/G_0 in funzione dello sforzo di taglio applicato, associate ad ogni singolo strato che definisce il modello sismo-stratigrafico di input

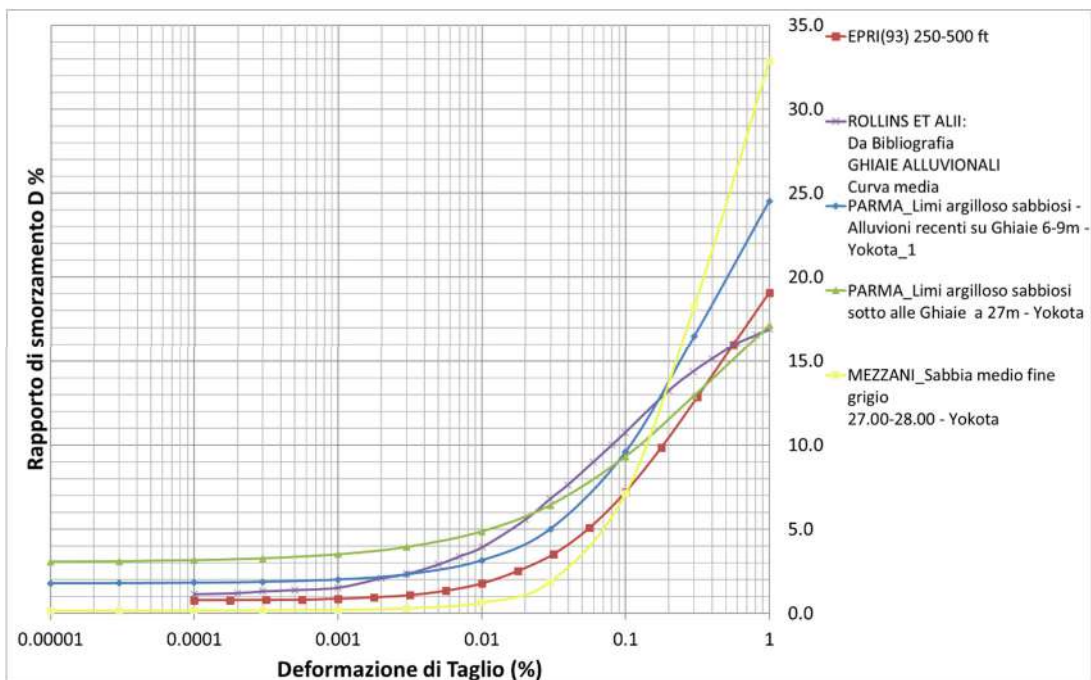


Figura 41: Curve dello smorzamento D (%) in funzione dello sforzo di taglio applicato, associate ad ogni singolo strato che definisce il modello sismo-stratigrafico di input

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 61 / 114
		Numero Revisione
		00

10.2 Grafici di output della RSL

A seguito della modellizzazione numerica e dei grafici di output ottenuti dalla simulazione in LSR 2D, possono essere ricavate diverse informazioni, che permettono di descrivere in maniera dettagliata il comportamento sismico della colonna stratigrafica soprastante il bedrock di riferimento.

I parametri di output vengono di seguito elencati:

- Arias Intensity Profile → Intensità di Arias;
- Damping Ratio → Rapporto di Smorzamento;
- Dissipated Energy Profile → Profilo di energia dissipata;
- Final Shear-Wave Velocity Profile → Velocità finale delle onde di taglio;
- Initial Shear-Wave Velocity Profile → Velocità iniziale delle onde di taglio;
- P.G.A → Peak Ground Acceleration Profile;
- P.G.D. → Peak Ground Displacement Profile;
- Maximum Error Profile → Massimo errore;
- Maximum Shear-Strain Profile → Massima deformazione di taglio;
- Maximum Shear-Stress Profile → Massimo modulo di taglio
- Peak Ground Velocity Profile → Massima Velocità per ogni profondità;
- Shear-Modulus Profile → Modulo di taglio;
- Stress Ratio Profile → Rapporto fra Massimo sforzo di taglio e Massimo sforzo efficace;
- Stress Reduction Coefficient (r_d) Profile → Coefficiente di riduzione dello sforzo di taglio
rd
- Vertical Total Stress Profile → Pressione vertical totale;
- Vertical Effective Stress Profile → Pressione verticale efficace;
- Time Series → le serie temporali in accelerazione, spostamento, velocità, deformazione di taglio e sforzo di taglio alle profondità desiderate;
- Acceleration Response Spectrum → Gli spettri di risposta in accelerazione;
- Fourier Amplitude Spectrum → Lo spettro di Fourier in ampiezza;
- Acceleration Transfer Function → La funzione di trasferimento dell'accelerazione → Rapporto degli spettri di Fourier delle accelerazioni;
- Spectral Ratio → Il Rapporto Spettrale (rapporto fra spettri di risposta);
- Strain Transfer Function → La funzione di trasferimento delle deformazioni ovvero il Rapporto fra spettro di Fourier delle deformazioni e spettro di Fourier delle accelerazioni;

Verranno prese in considerazione soltanto alcune delle informazioni ricavate dallo studio di RSL, in particolare quelle che possono avere una ricaduta più sostanziale ai fini progettuali dell'opera.

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 62 / 114
		Numero Revisione
		00

1) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Definisce la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità.

Consente di valutare l'entità dell'amplificazione locale, intesa come rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A.0 al bedrock (sottosuolo di categoria A) (v. Figura 42).

Si rammenta che per il Comune di Cortemaggiore si partiva da una a_{max} al suolo rigido pari a 0,129g.

Gli esiti mostrano le variazioni fra le risposte del modello di sottosuolo in relazione ai diversi input sismici assegnati: il rapporto PGA/PGA0 più cautelativo al suolo (cioè il più elevato) è ricavato dall'input:

- IT0281xa_4
- FA $PGA_{max} = 1,29$

mentre il valore F.A. medio definito su n.7 accelerogrammi è:

- FA $PGA_{medio} = 1,86$

INPUT SISMICO	PGA bedrock	Pga Superficie	F.A.
IT0103xa_1	0,129	0,259	2,00
IT0103va_2	0,129	0,218	1,69
IT0270xa_3	0,129	0,229	1,77
IT0281xa_4	0,129	0,302	2,34
IT0488xa_5	0,129	0,260	2,01
IT0488ya_6	0,129	0,209	1,62
IT0517ya_7	0,129	0,212	1,64
Media	0,129	0,241	1,86

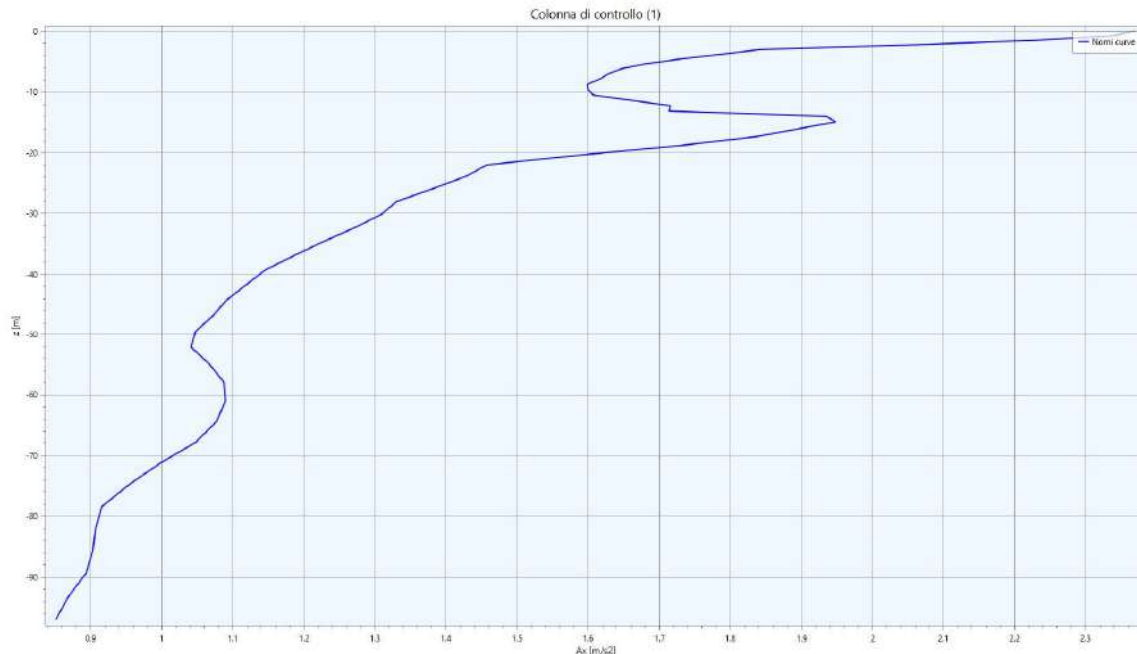


Figura 42: P.G.A. Profile: si può notare un incremento rilevante della PGA in corrispondenza degli orizzonti più superficiali (da circa 22 m di profondità fino a p.c., e in particolare i primi 10.5 m da p.c. rappresentati da orizzonti limoso-argillosi con $V_s < 360$ m/s)

2) Housner Intensity - Intensità di Housner

L'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) viene definita come segue:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T_0, \xi) dT_0$$

dove PSV è lo spettro di risposta di pseudo-velocità, T e ξ sono rispettivamente il periodo e lo smorzamento strutturale.

Questo parametro di severità del moto sismico è correlato al danno potenziale atteso per effetto del terremoto in esame, dal momento che la maggior parte delle strutture hanno un periodo fondamentale di vibrazione nell'intervallo compreso tra 0.1 e 2.5 secondi. Dimensionalmente l'intensità di Housner è uno spostamento (cm).

Di seguito il valore di "Intensità di Housner" viene presentato per i seguenti intervalli di riferimento:

- $0,1 < SI < 0,5$ (v. Figura 43);
- $0,5 < SI < 1,0$ (v. Figura 44);
- $0,5 < SI < 1,5$ (v. Figura 45).

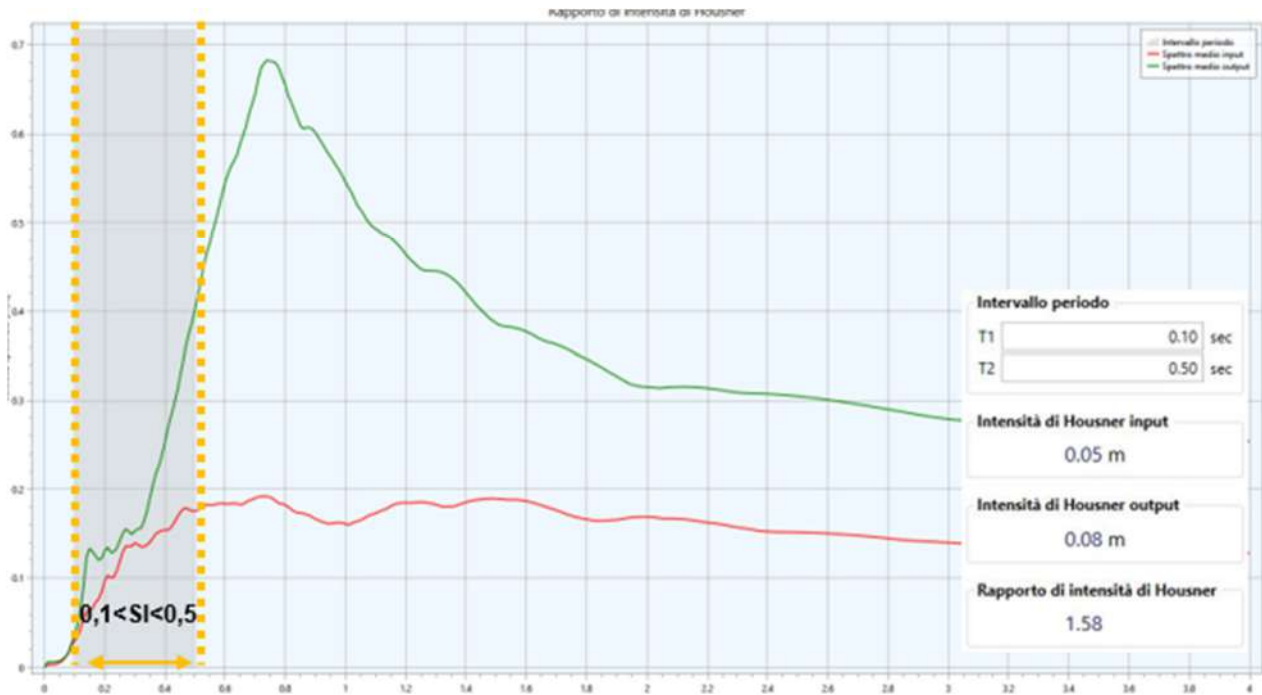


Figura 43: Intensità di Housner fra gli intervalli $0,1 < SI < 0,5$.

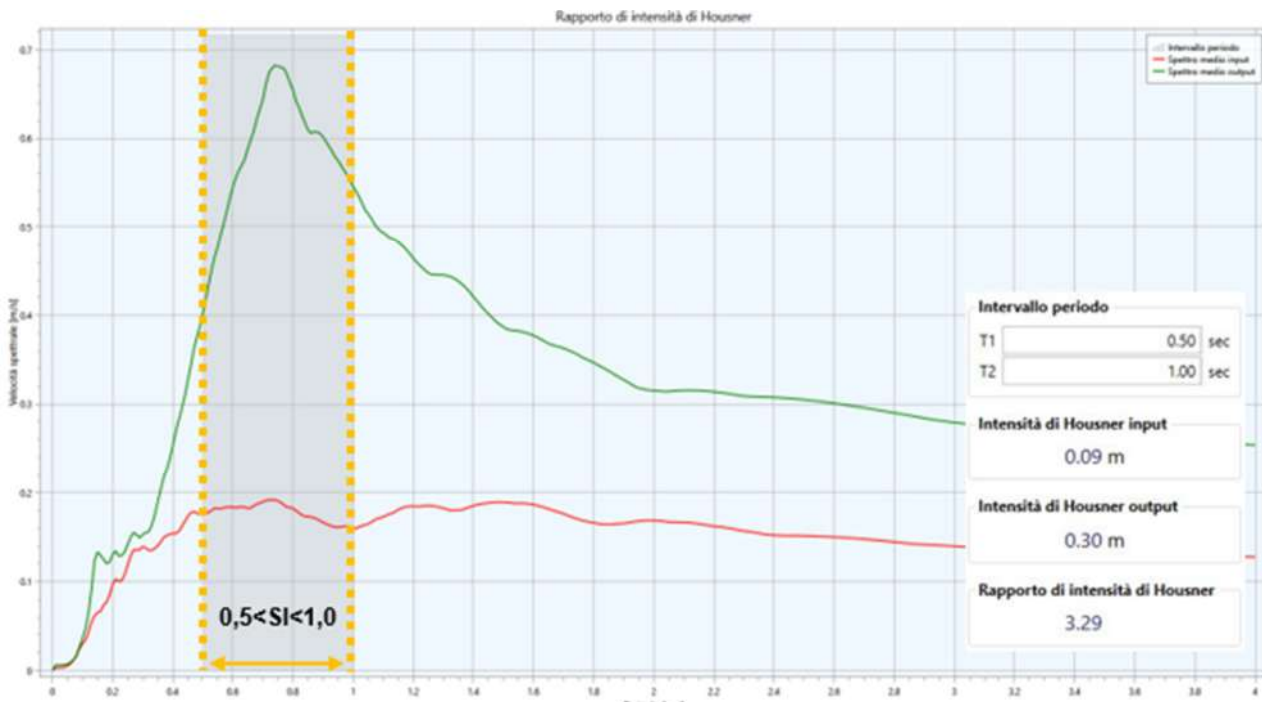


Figura 44: Intensità di Housner fra gli intervalli $0,5 < SI < 1,0$.

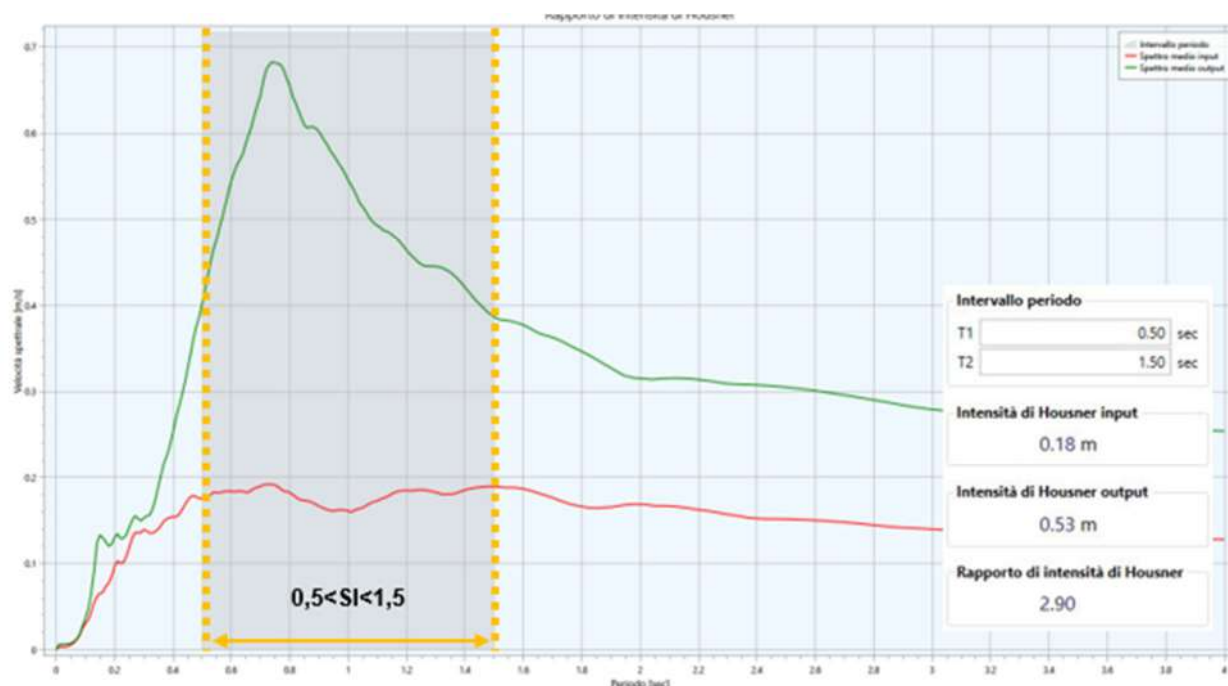


Figura 45: Intensità di Housner fra gli intervalli $0,5 < SI < 1,5$.

3) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Rappresenta l'elaborato fondamentale richiesto dagli strutturisti e in "LSR 2D" può essere calcolato sia in superficie che per una profondità di interesse.

Nel caso in esame (v. Figura 47) è stato calcolato per gli SLV a piano campagna, con un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del 5%. Sulla base delle indagini geofisiche effettuate, il sito presentava un valore di Vs30 di 243 m/s, ed è stato classificato in "Categoria C".

Osservando in dettaglio il grafico (v. Figura 47) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare leggermente al di sopra di quello semplificato di "Categoria C".

Lo spettro medio è stato poi parametrizzato secondo la tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della "media".

Resta compito dello strutturista definire il valore del periodo proprio e dello smorzamento della struttura, andando a modificare lo "spettro di progetto" in funzione del "Fattore di struttura q".

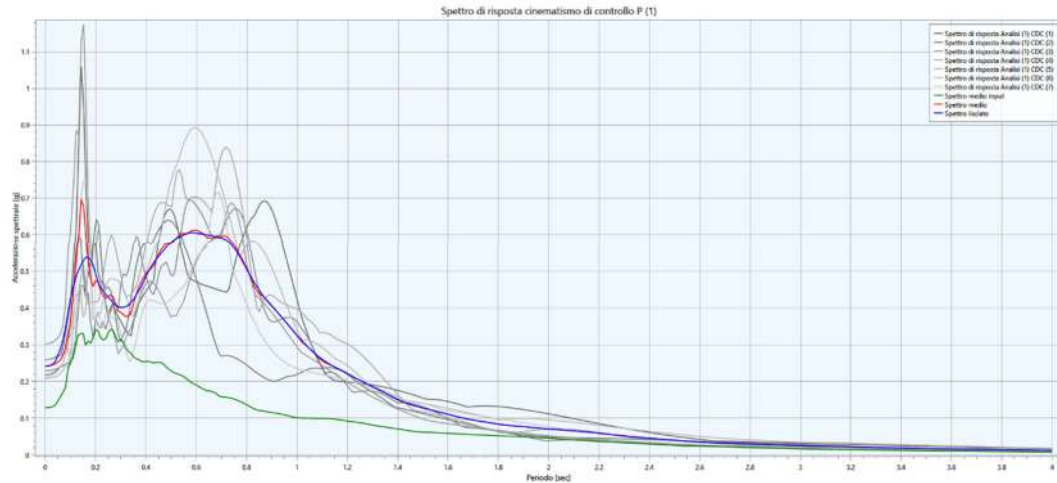


Figura 46: Spettri di output

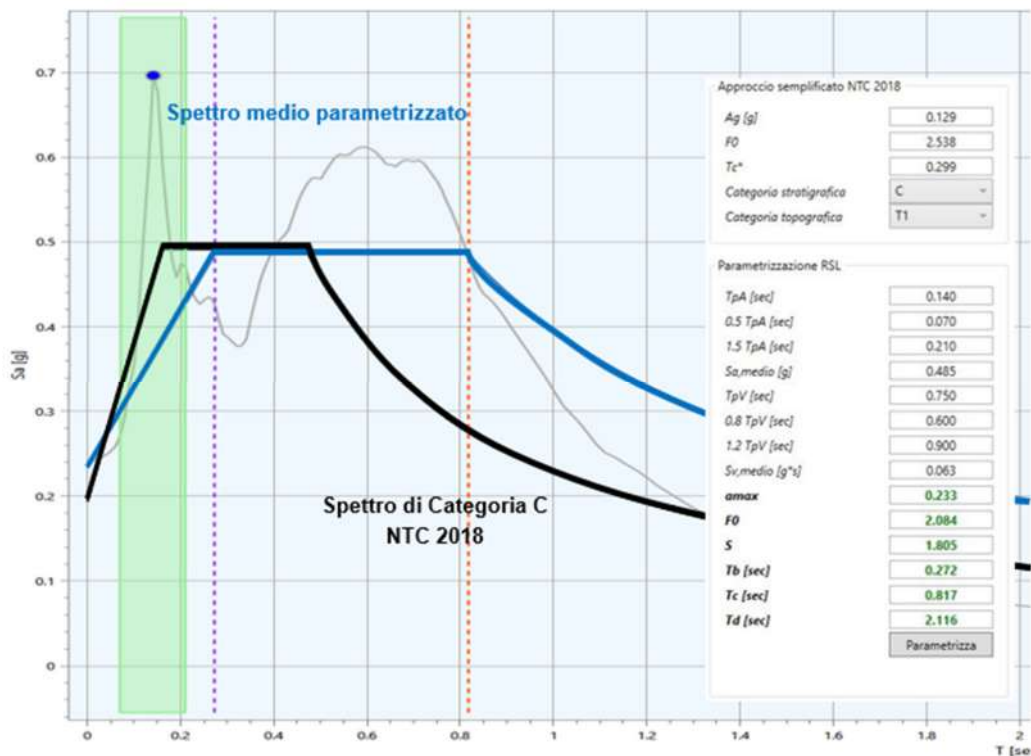



Figura 47: Spettro medio di risposta elastica in superficie, calcolato per gli SLV con smorzamento del 5%: si mette a confronto lo spettro medio parametrizzato secondo normativa (linea blu) con lo spettro ricavato dall'approccio semplificato secondo NTC2018, che fa riferimento alla "Categoria di sottosuolo sismico" (CATEGORIA C) determinata sulla base delle indagini geofisiche in sito (linea nera)

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 67 / 114
		Numero Revisione
		00

In ultima analisi (v. Tabella 2) è quindi possibile mettere a confronto i valori medi di F.A. calcolati nello studio di R.S.L. (v. Figura 48), con:

- i valori di F.A. determinati nello studio di Microzonazione Sismica comunale di 2° livello;
- i valori di F.A. ricavati con l'approccio semplificato, seguendo quanto indicato nella Delibera n. 476 del 12 aprile 2021, che rappresenta l'aggiornamento degli “Indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica”, atto d’indirizzo ai sensi dell’art. 16 della LR 20/2000 (Deliberazione dell’Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007).

In particolare, per il sito di interesse, gli abachi da utilizzare sono riportati di seguito.

I parametri di input considerati sono:

→ Vs30 medio= 243 m/s

PIANURA PADANA E COSTA ADRIATICA

Per la pianura e la costa sono stati individuati diversi ambienti caratterizzati da differenti caratteristiche litostratigrafiche, in particolare da diversa profondità dell’orizzonte che costituisce il substrato rigido, che in pianura non sempre coincide con l’orizzonte caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s.

Si individuano n.3 situazioni tipo che rappresentano a grandi linee la stratigrafia dell’area e a ciascuna di esse sono associate delle tabelle per la determinazione del Fattore di Amplificazione F.A. in funzione della Vs30:

- **PIANURA 1:** settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di un’importante discontinuità stratigrafica responsabile di un contrasto di impedenza significativo, tale da essere considerato coincidente con il tetto del substrato rigido, a profondità indicativa di 100 ± 20 m da p.c.;
- **PIANURA 2:** settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.;
- **PIANURA 3:** settore di pianura caratterizzato da elevati spessori di sedimenti prevalentemente fini e poco consolidati, alternanze di limi, argille e sabbie di ambiente alluvionale e transizionale, con substrato rigido a profondità non inferiore a 300 m da p.c.

Sulla base del modello stratigrafico e del modello sismico emerso in corrispondenza del sito di indagine, che conferma quanto osservabile sulla carta che definisce gli ambiti di applicazione degli abachi per ciascuna sottozona, si è scelto di utilizzare le tabelle relative all’ambito di PIANURA 1.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 68 / 114
		Numero Revisione
		00

I valori dei F.A. così determinati sono messi in evidenza dai rettangoli rossi applicati sopra le tabelle di interesse. Si considerano trascurabili gli effetti legati all'amplificazione topografica, pertanto l'entità dell'amplificazione sismica è imputabile ai soli fattori stratigrafici.

PIANURA 1: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di un'importante discontinuità stratigrafica responsabile di un contrasto di impedenza significativo, tale da essere considerato coincidente con il tetto del substrato rigido, a profondità indicativa di 100 ± 20 m da p.c.;

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

Fattore di Amplificazione **PGA**

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5
SA2	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,9
SA3	3,2	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2
SA4	3,1	3,0	2,7	2,4	2,2	2,0

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

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

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

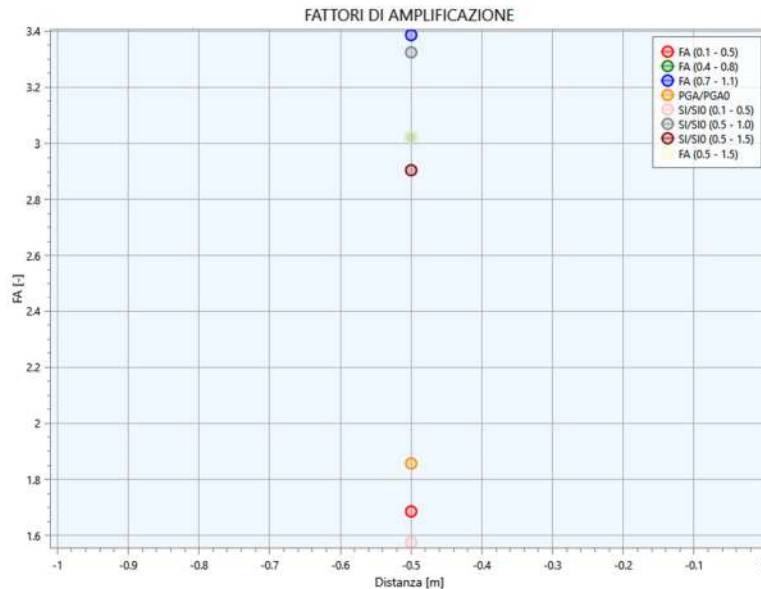



Figura 48: Grafico di sintesi che rappresenta i valori dei FA per gli intervalli considerati.

CONFRONTO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE F.A. DA ANALISI SEMPLIFICATA, MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO E DA RSL			
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	PROCEDURA SEMPLIFICATA DA ABACHI	MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	1,7	Area non considerata MOPS limitrofa 1,7-1,8	1,86
F.A. SA1 (0.1s < T ₀ < 0.5s)	1,8	Area non considerata MOPS limitrofa 1,7-1,8	1,68
F.A. SA2 (0.4s < T ₀ < 0.8s)	2,4	Area non considerata MOPS limitrofa 2,7	3,02
F.A. SA3 (0.7s < T ₀ < 1.1s)	3,0	Area non considerata MOPS limitrofa 3,2	3,38
F.A. SA4 (0.5s < T ₀ < 1.5s)	2,7	Area non considerata MOPS limitrofa 3,1	3,02
F.A. SI1 (0.1s < T ₀ < 0.5s)	1,9	Area non considerata MOPS limitrofa 2,0	1,58
F.A. SI2 (0.5s < T ₀ < 1.0s)	2,7	Area non considerata MOPS limitrofa 3,0	3,32
F.A. SI3 (0.5s < T ₀ < 1.5s)	2,9	Area non considerata MOPS limitrofa 3,3	2,90

Tabella 2: Confronto fra i valori del Fattore di Amplificazione F.A. ricavati tramite procedura semplificata - Allegato A2 del D.G.R n°476 del 12 aprile 2021, studio di Microzonazione Sismica - MZS di 2° livello e il presente studio di "Risposta Sismica Locale - RSL".

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 70 / 114
		Numero Revisione
		00

In Figura 49 si presenta il grafico riassuntivo dello spettro medio di output in accelerazione, calcolato per il sito di interesse.

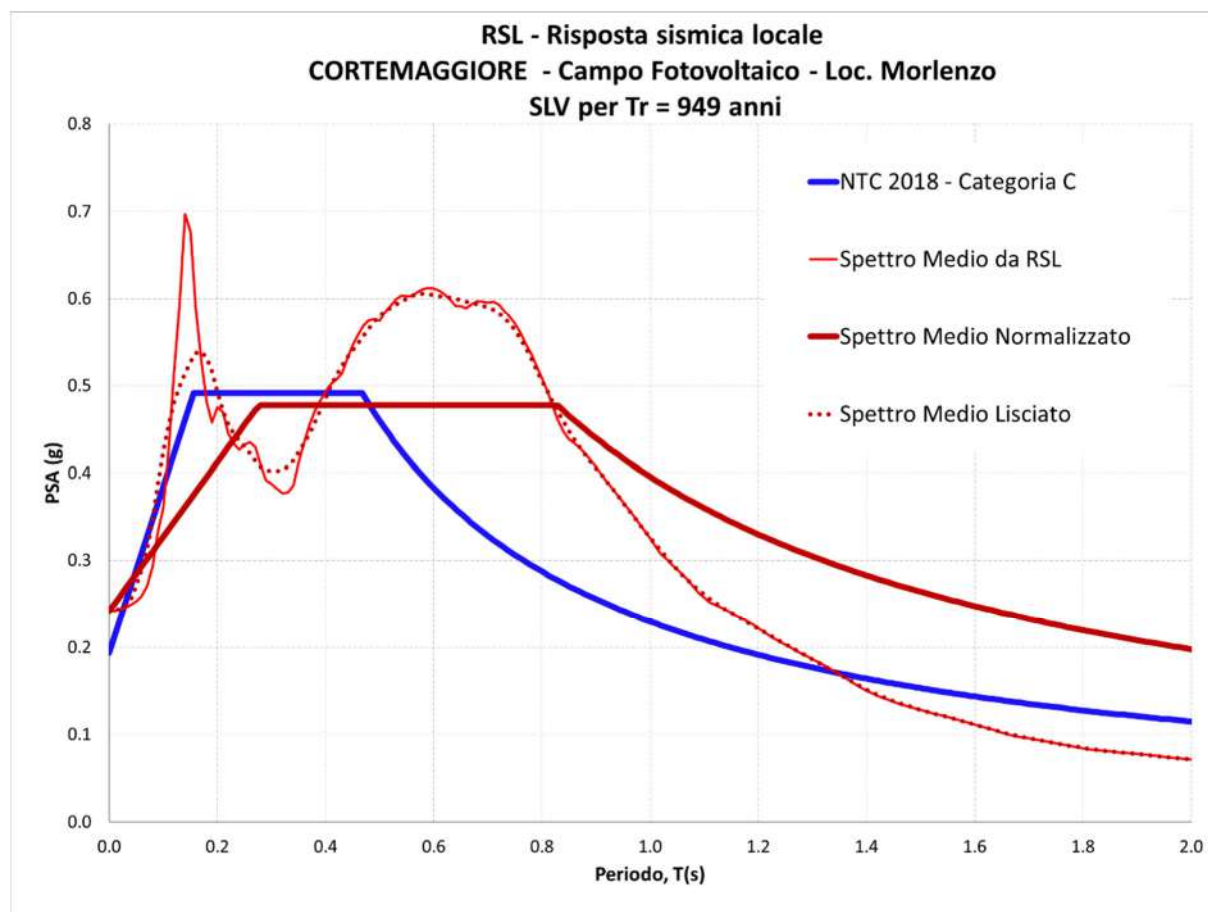



Figura 49: Grafico di sintesi che rappresenta lo spettro di output dello studio di RSL messo a confronto con lo spettro della categoria sismica di sottosuolo ricavato da procedura semplificata.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 71 / 114
		Numero Revisione
		00

11 INDAGINI GEOGNOSTICHE E ANALISI DI LABORATORIO

Al fine, come già detto, di definire i parametri geotecnici caratteristici dei terreni del sottosuolo dell'area dell'impianto fotovoltaico, è stato fatto riferimento ai dati provenienti dalle seguenti indagini:

- **n. 5 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU01-05)** eseguite nell'area dell'impianto
- **n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (S01)** eseguito nell'ambito del progetto definitivo della nuova sottostazione elettrica a servizio dell'impianto stesso con esecuzione di SPT in foro (Standard penetration test), prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati e relative analisi di laboratorio geotecnico
- **n. 3 trincee esplorative con escavatore (TR01-03).**

Di seguito vengono descritte brevemente le metodologie di indagine sopra citate.

11.1 Prova penetrometrica statica con piezocono CPTU

La prova C.P.T.U. consiste nell'infiggere nel terreno una punta strumentata elettricamente e dotata di un sensore per la misura della pressione dell'acqua nei pori del terreno (piezocono), ad una velocità costante di avanzamento pari a 2 cm/s, per mezzo di un dispositivo di spinta munito di un sistema automatico di acquisizione dati. Utilizzando il piezocono per prove CPTU è possibile acquisire ad ogni centimetro di profondità, durante il movimento continuo di spinta, i seguenti parametri principali:


- **qc** = resistenza di punta
- **fs** = attrito laterale
- **U** = pressione interstiziale

Le prove penetrometriche sono state eseguite secondo la seguente normativa e specifica di riferimento:

- ISSMFE Technical committee on penetration testing (1988) – Cone Penetration Test (CPT): International Reference Test Procedure;
- UNI EN 1997-2 (2007) – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 – Eurocode 7 – Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and Testing]
- ISO 24476-1 – Geotechnical investigation and testing – Field Testing – Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test.

Per l'esecuzione delle indagini si è utilizzato un penetrometro statico tipo Pagani TG 63-200, fornito delle seguenti componenti: e connessioni elettriche:

- TGAS-08 – Il sistema di acquisizione;

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 72 / 114
		Numero Revisione
		00

- ENCODER – Misura la profondità e la velocità di infissione;
- POWER SUPPLY – Il sistema viene alimentato elettricamente dalla batteria del penetrometro, tramite una presa montata di serie;
- ROD ADAPTER – Collega meccanicamente il piezocono alle aste di spinta;
- GPS-GPRS ANTENNA – Permette di acquisire le coordinate GPS e di inviare le prove tramite la rete GSM;
- CPTU-ACQ SOFTWARE – Installato su di un notebook permette di importare i test dal sistema TGAS-08.




Figura 50: Strumentazione utilizzata per la prova CPTU

Le caratteristiche del piezocono sono le seguenti:

Canali di misura:		Dimensioni:	
Resistenza di punta (qc)	50; 100 MPa	Angolo di apertura cono:	60°
Attrito laterale (fs)	1,6 MPa (titanio)	Diametro:	36 mm
Pressione nei pori (U)	2,5 MPa	Sezione di spinta:	10 cm ²
Inclinazione	0 – 20°	Superficie laterale:	150 cm ²
Tip area factor (a)	0,80	Peso:	2,1 kg
Sleeve area factor (b)	0	Lunghezza:	413 mm

Tabella 3: Caratteristiche del piezocono Pagani

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 73 / 114
		Numero Revisione
		00

La prova è stata eseguita secondo le procedure standard, ovvero attraverso l'infissione della punta (piezocono) a velocità costante di 2 cm/s, e registrazione dei valori della resistenza alla punta q_c e dell'attrito laterale f_s locale ogni centimetro. Tramite il piezocono, opportunamente saturato a grasso di litio prima dello svolgimento della prova, è stato possibile acquisire un terzo parametro cioè la pressione neutrale dell'acqua del terreno attraversato; quindi, sono state effettuate prove di dissipazione della sovrappressione indotta dalla penetrazione, registrando contemporaneamente la variazione di tale pressione nel tempo sino ad annullare il 60% della stessa oppure se quest'ultima non viene raggiunta.

L'inclinazione dello strumento durante l'avanzamento nel sottosuolo viene determinata per mezzo di inclinometri.

L'acquisizione e la restituzione dei dati è fornita tramite un sistema analogico digitale munito di "encoder" di sincronizzazione con l'avanzamento delle aste nel terreno, di registratore grafico di q_c , f_s , u , incl. di registratore grafico della variazione nel tempo della pressione interstiziale, per le prove di dissipazione.

Nel diagramma penetrometrico definitivo sono state riportate le curve di:

- q_c (R_p): resistenza alla punta;
- f_s : resistenza laterale;
- U : pressione neutrale;
- f_s/q_c : rapporto di frizione;
- inclinazione;
- grafici di dissipazione.

Nell'area in esame sono state realizzate n. 5 prove CPTU dalla Ditta specializzata Soil System di Piacenza, spinta sino al disancoraggio del mezzo.

L'elaborazione delle prove penetrometriche statiche con piezocono è riportata in **Allegato 01**.

L'ubicazione dell'indagine è riportata nella **Tavola 05 - Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche**.

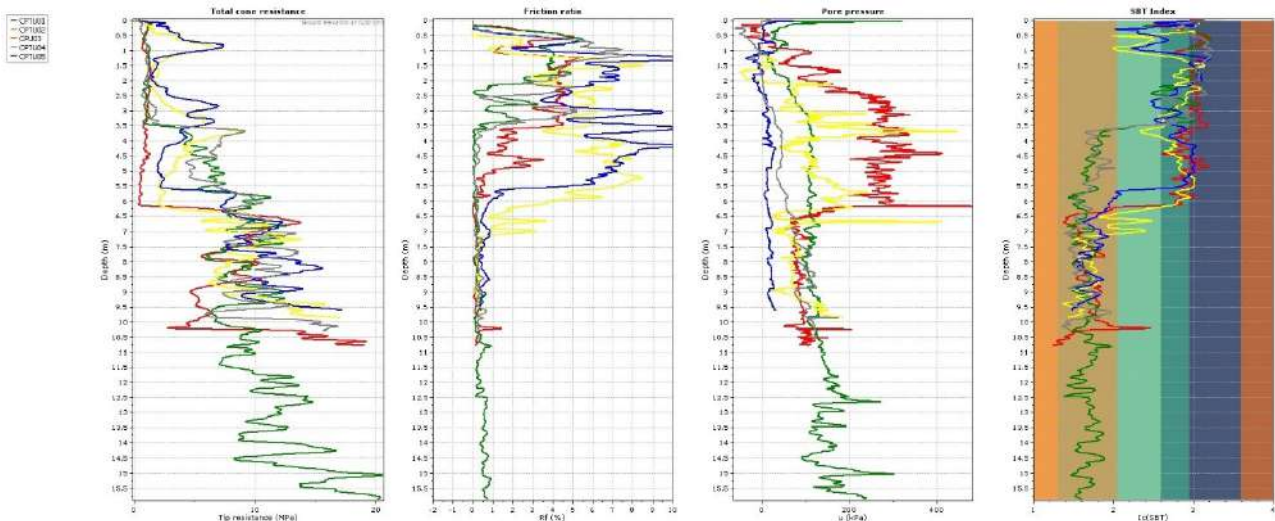


Figura 51: Sovrapposizione diagrammi e interpretazioni delle prove CPTU



Figura 52: Postazione CPTU 01

	<p>Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 75 / 114
		Numero Revisione
		00



Figura 53: Postazione CPTU 02



Figura 54: Postazione CPTU 03


	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 76 / 114
		Numero Revisione
		00



Figura 55: Postazione CPTU 04



Figura 56: Postazione CPTU 05

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO		Pagina
			77 / 114
			Numero Revisione
		00	

11.2 Trincee esplorative con escavatore


Nell'area in esame sono stati eseguiti n. 3 scavi esplorativi con escavatore spinti sino alla profondità di circa 3 metri da piano campagna con prelievo di campioni, sui quali effettuare analisi granulometriche di laboratorio.



Figura 57: Trincea esplorativa TR01



Figura 58: Trincea esplorativa TR02

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 78 / 114
		Numero Revisione
		00



Stratigrafia:

da 0 – 1 m – Terreno vegetale

da 1 – 3 m – Limo argilloso debolmente sabbioso

Figura 59: Trincea esplorativa TR03

11.3 Sondaggio a carotaggio continuo e prove di laboratorio

Nell'area in esame è stato eseguito un sondaggio geognostico a rotazione a carotaggio continuo, che ha raggiunto la profondità di 30 metri dal p.c.

Il sondaggio è stato eseguito sonda cingolata M.D.T. V80 dotata delle seguenti caratteristiche:

- Perforatrice montata su carro cingolato ad azionamento oleodinamico;
- Sistema di perforazione: rotazione a circolazione diretta, distruzione di nucleo con spurgo ad acqua, fango, aria;
- Torre: struttura tipo scatolato;
- Capacità max di tiro e spinta: 40 KN;
- Coppia di rotazione massima: 10000 Nm;
- Velocità di rotazione: 627 Rpm

L'intestazione del foro, tra 0 e 3 metri dal p.c., è stata realizzata usando tubi di rivestimento da 152 mm attrezzati con utensile in widia di pari diametro.

La perforazione è proseguita utilizzando un carotiere semplice di diametro 101 mm munito di corona in widia. Il foro è stato rivestito in avanzamento fino alla quota di progetto impiegando tubi di rivestimento di diametro di 127 mm con corona in widia.

Quando consentito dalle caratteristiche dei terreni perforati il carotaggio è stato eseguito a rotazione senza l'utilizzo di un fluido di perforazione.

Nei terreni di natura argillosa e limosa l'avanzamento è stato realizzato sfruttando il peso stesso delle aste e della testa di perforazione, limitando al minimo l'utilizzo della rotazione.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 79 / 114
		Numero Revisione
		00

Nel corso delle perforazioni di sondaggio sono stati prelevati campioni rimaneggiati ed indisturbati di terreno a mezzo campionatore Shelby, e sono state eseguite prove di resistenza alla penetrazione standard (SPT), i cui risultati sono visibili negli elaborati stratigrafici allegati unitamente alla documentazione fotografica delle cassette catalogatrici.

Il foro di sondaggio è stato attrezzato con tubazione per la successiva esecuzione di una indagine sismica tipo Down-Hole.

Nella seguente tabella si riporta una sintesi delle profondità raggiunte nel corso delle perforazioni di sondaggio, del numero e tipo di campioni prelevati e del numero di prove di resistenza alla penetrazione standard eseguite.

Data	Sondaggio	Profondità (m)	falda (m)	SPT				Campioni
				Prof. (m)	N colpi			Prof. (m)
					N1	N2	N3	
28 e 29 Agosto 2024	S 1	30.0	8.6	12.0	3	3	4	1)She 1.5-2.0
				15.0	12	17	21	2)She 4.5-5.0
				18.0	10	13	16	3)Rim 12.6-12.8
				22.5	8	14	18	4)Rim 16.0-16.3
				25.5	11	15	20	5)Rim 19.0-19.4
								6)Rim 22.0-22.5
								7)Rim 29.6-29.8

Tabella 4: Riepilogo attività svolte durante il sondaggio a carotaggio continuo


	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 80 / 114
		Numero Revisione
		00



Figura 60: Postazione sondaggio S01


Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici, munite di scomparti divisorii e coperchio apribile a cerniera.

Le modalità di campionamento distinguono i seguenti tipi di campione:

- "indisturbato", prelevato con adatto campionatore, in terreni coesivi e semicoesivi, e che mantengono inalterati:
 - contenuto naturale di acqua;
 - assetto strutturale dei grani.

A tale scopo, le due estremità dei campioni indisturbati devono essere sigillate subito dopo il prelievo con uno strato di paraffina fusa e tappo di protezione.

- "rimaneggiato", raccolto tra il carotaggio di qualsiasi composizione riposto in cassetta catalogatrice, e che non soddisfa le precedenti indicazioni.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 81 / 114
		Numero Revisione
		00

I campioni rimaneggiati vengono prelevati dal materiale recuperato con il carotaggio e sigillati in sacchetti o barattoli di plastica; la quantità necessaria per le prove di laboratorio è di circa 500 grammi per i terreni fini e di circa 5 kg per quelli grossolani.

I campioni sono stati contraddistinti da cartellini inalterabili, che indicano:

- 1) cantiere;
- 2) numero del sondaggio;
- 3) numero del campione;
- 4) profondità di prelievo;
- 5) tipo di campionatore impiegato;
- 6) data di prelievo;
- 7) parte alta (per campioni indisturbati).

Il numero del campione, il tipo di campionatore usato ed il metodo di prelievo sono stati, inoltre, riportati sulla stratigrafia alla relativa quota.

In **Allegato 02** al presente elaborato è riportata la **scheda stratigrafica del sondaggio** completa della descrizione del materiale carotato le osservazioni in merito alla falda idrica.

Di seguito si riporta la stratigrafia riscontrata durante il carotaggio (v. Figura 61)

SCALA 1:100

STRATIGRAFIA - S.1

Pagina 1/2

Ø mm	R v	A r	Pz	metri m	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 - 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1.		1) She < 1.00 2.00	0.1								ARGILLA ED ARGILLA LIMOSA DI COLORE NOCCIOLA, DA POCO CONSISTENTE A CONSISTENTE.
				2.			0.8								
				3.			1.5 1.2								
				4.			2.0 2.5								ARGILLA ED ARGILLA LIMOSA DI COLORE OSCILLANTE DA NOCCIOLA A GRIGIO-PLUMBEO, MEDIAMENTE MOLTO CONSISTENTE.
				5.		2) She < 4.00 5.00	3								
				6.			2.9								
				7.			3.5								
				8.			3								
				9.			3.2								
				10.			2.8								
				11.			3								
				12.			3.2								
				13.			2.8								
				14.			3.1								
				15.											SABBIA LIMOSA E LIMO SABBIOSO MODERATAMENTE ADDENSATA, DI COLORE GRIGIO SCURO.
				16.		3) Rim < 12.00 12.00			12.0	3-3-4		7			
				17.			0.3								
				18.			0.4								ARGILLA LIMOSA E LIMO ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO PLUMBEO, POCO CONSISTENTE.
				19.											
				20.											SABBIA LIMOSA MODERATAMENTE ADDENSATA, CON SPORADICA PRESENZA DI CIOTTOLI (Ø MAX 3 cm; Ø MEDIO 2 cm). DI COLORE GRIGIO SCURO.
						4) Rim < 16.00 16.00			15.0	12-17-21		38			
						5) Rim < 19.00 19.40			18.0	10-13-16		29			

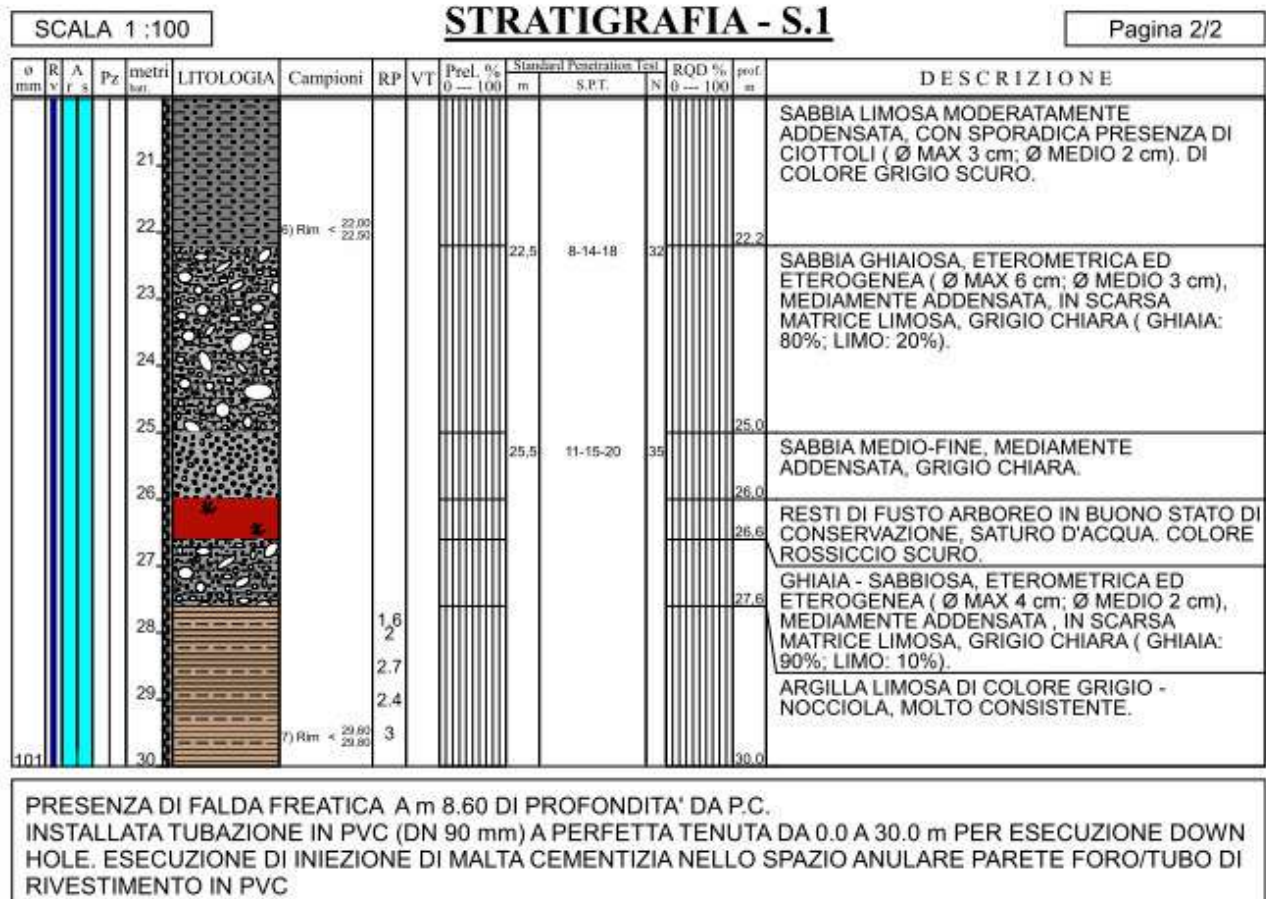


Figura 61: Stratigrafia sondaggio S01

11.4 Prove di penetrazione dinamica SPT


Nel foro di sondaggio sono state eseguite n. 5 prove di resistenza alla penetrazione standard (SPT).

Le caratteristiche dell'attrezzatura di prova e lo schema esecutivo della prova sono oggetto di standardizzazione da parte delle competenti commissioni europee (EN ISO 22476-3:2005), mentre una normativa è già da tempo operante negli Stati Uniti (ASTM D-1586-84) e a livello internazionale (Associazione geotecnica internazionale ISSMFE ISOPT 1-1988).

11.4.1 Attrezzatura di prova

L'attrezzatura di prova è costituita da un maglio da 63,5 Kg $\pm 0,5$ Kg e da una batteria di aste.

Il maglio viene rilasciato da un'altezza di caduta di 76 cm ± 1 cm e l'energia indotta dal maglio in caduta libera deve essere trasmessa alle aste mediante una testa di battuta. La massa totale del complesso di battuta non deve superare i 115 Kg. Le aste devono possedere una rigidità tale da

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 84 / 114
		Numero Revisione
		00

prevenire un loro svergolamento e devono avere massa inferiore ai 10 Kg/m. La batteria di aste deve collegare la testa di battuta a un campionatore. Le dimensioni del campionatore sono standardizzate. Il campionatore deve essere dotato di valvola di non ritorno avente dimensioni tali da permettere il libero deflusso dell'acqua e del fango durante l'infissione.

11.4.2 Esecuzione della prova


Il campionatore e la batteria di aste devono essere abbassati fino al fondo del foro, dopodiché si monta l'insieme di battitura. Il valore N (indice di resistenza alla penetrazione) è riferito al numero di colpi necessari per l'infissione di 15+15 cm (N1+N2), misurati dopo una prima infissione dinamica di 15 cm (N0) per il corretto posizionamento:

$$N=N1+N2$$

La prova può essere considerata conclusa quando N1 o N2 è uguale a 50. Dopo l'estrazione della batteria di aste, il campionatore va aperto e i campioni rappresentativi del terreno vanno posti in contenitori sigillati e a tenuta d'aria.



Tabella 5: Fase di esecuzione della prova SPT in corrispondenza del sondaggio

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 85 / 114
		Numero Revisione
		00

11.5 Fattori di correzione per la normalizzazione di N

Ai fini della normalizzazione di N, nel corso degli anni ci si è resi conto che le differenze nelle varie attrezzature utilizzate in molti paesi portano a risultati non omogenei e discordanti tra loro. Tali differenze sono principalmente da imputare alla preparazione del fondo del foro nel sondaggio, al diametro di quest'ultimo, al metodo di infissione delle aste, alla lunghezza delle aste, al metodo di campionamento e, soprattutto, all'energia efficace trasmessa dal sistema di infissione delle aste.

Per cercare di uniformare e standardizzare i risultati, Skempton (1986) propone una serie di fattori di correzione da applicare al valore N misurato in situ, riportando il valore di N a un'energia standardizzata al 60% secondo la seguente equazione:

$$N_{60} = N * C_e * C_b * C_s * C_r$$

e con la seguente equazione:

$$C_e = E_r/60$$

N = numero di colpi per l'affondamento di 30 cm misurato nella prova

N₆₀ = valore di N corretto per un'efficienza del 60%

C_e = correzione per il rapporto di energia

C_b = correzione per il diametro del foro

C_s = correzione per il metodo di campionamento


C_r = correzione per la lunghezza delle aste

E_r = rendimento del sistema di battitura secondo la norma ASTM D-4633-86

Nell'elaborazione dei risultati delle prove eseguite nel corso della presente campagna di sondaggi si è supposto un parametro E_r pari a 60 non avendo a disposizione una misura aggiornata eseguita con apposita strumentazione. Il valore di N₆₀ così ottenuto va normalizzato per la pressione litostatica efficace al fine di poter comparare prove eseguite a profondità diverse. La resistenza normalizzata è allora la seguente:

$$N_1(60) = C_n * N_{60}$$

Dove: C_n è stato ricavato utilizzando il metodo proposto da Liao e Whitman 1986 con $C_n = (P_a/s_v)$, $C_n < 1.7$ e $P_a = 101.32 \text{ kPa}$.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 86 / 114
		Numero Revisione
		00

SPT	N2	N3	NSPT	Cn	Cw	Cb	Cr	(N1)60
1	3	4	7	0,73	1,00	1,05	1,00	5
2	17	21	38	0,69	0,70	1,05	1,00	28
3	13	16	29	0,65	0,76	1,05	1,00	15
4	14	18	32	0,59	0,73	1,05	0,98	14
5	15	20	35	0,56	0,71	1,05	0,97	14

Tabella 6: Riepilogo risultati prove SPT

11.6 Prove di laboratorio


Sui campioni indisturbati (n. 2) e rimaneggiati (n. 5) prelevati durante la perforazione dei sondaggi geognostici sono state eseguite, presso il Laboratorio Geotecnologico Emiliano di Parma, prove geotecniche di laboratorio finalizzate alla identificazione geotecnica e alla definizione delle caratteristiche meccaniche di resistenza e deformabilità dei terreni campionati.

In particolare, le prove sono consistite in:

- analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)
- determinazione dei limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)
- prova di taglio diretto con scatola di Casagrande - rottura C.D. (UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)
- prova di compressione non confinata (ELL) (UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005)


I certificati delle prove di laboratorio sono allegati al presente elaborato (**Allegato 03**).

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei risultati desunti dalle prove condotte sui singoli campioni rimaneggiati ed indisturbati prelevati in corrispondenza della postazione di carotaggio

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 87 / 114
		Numero Revisione
		00

Campione	Profondità (m)	Tipo campione	Litologia	Granulometria	Limiti di Atterberg	TD	ELL
S1 - CI1	1,5-2,0	Ind.	Limo con sabbia argillosa.	x	x	x	x
S1 - CI2	4,5-5,0	Ind.	Argilla con limo debolmente sabbioso	x	x	x	x
S1 - CR1	12,6-12,9	Rim.	Sabbia con limo debolmente argilloso	x			
S1 - CR2	16,0-16,3	Rim.	Sabbia debolmente limosa debolmente argilloso	x			
S1 - CR3	19,0-19,4	Rim.	Sabbia limosa debolmente argillosa	x			
S1 - CR4	22,0-22,5	Rim.	Sabbia limosa debolmente argillosa debolmente ghiaiosa	x			
S1 - CR5	29,6-29,8	Rim.	Limo con argilla		x		x
TR1	3,0	Rim.	Limo con argilla debolmente sabbioso	x			
TR2	3,0	Rim.	Limo con argilla debolmente sabbioso	x			
TR3	3,0	Rim.	Limo con argilla debolmente sabbioso	x			

Tabella 7: Riepilogo analisi di laboratorio

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 88 / 114
		Numero Revisione
		00

11.6.1 Analisi granulometrica


L'analisi granulometrica è stata effettuata per setacciatura e sedimentazione.

L'analisi è stata eseguita secondo le norme UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005.

La curva granulometrica è la rappresentazione su un piano semilogaritmico dei diametri delle particelle costituenti un terreno in funzione della loro percentuale in peso. La misura dei diametri delle particelle è ottenuta tramite vagliatura per i diametri più grandi, mentre per quelle particelle così piccole ed impossibili da trattenere si ricorre alla sedimentazione, ovvero alla legge di Stokes, la quale mette in relazione la velocità di sedimentazione con il diametro e la quantità di particelle del terreno.

ANALISI GRANULOMETRICA						
Campione	Profondità (m)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Classificazione A.G.I.
S1 - CI1	1,5-2,0	0,1	27,6	50,5	21,8	Limo con sabbia argillosa
S1 - CI2	4,5-5,0	0,1	5,6	45,4	48,9	Argilla con limo debolmente sabbioso
S1 - CR1	12,6-12,9	0	56	31,4	12,6	Sabbia con limo debolmente argillosa
S1 - CR2	16,0-16,3	3,7	78,4	12,8	5,1	Sabbia debolmente limosa debolmente argillosa
S1 - CR3	19,0-19,4	2	69,6	20,4	8	Sabbia limosa debolmente argillosa
S1 - CR4	22,0-22,5	8,9	66	17,9	7,2	Sabbia limosa debolmente argillosa debolmente ghiaiosa
TR1	3,0	0,7	6,7	58,1	34,5	Limo con argilla debolmente sabbioso
TR2	3,0	0,9	9,7	69,4	20	Limo argilloso debolmente sabbioso
TR3	3,0	0,7	10,4	54,4	34,5	Limo con argilla debolmente sabbioso

Tabella 8: Risultati analisi granulometrica

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 89 / 114
		Numero Revisione
		00

11.6.2 Limiti di Atterberg

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua per il quale avviene il passaggio dallo stato semiliquido allo stato plastico (limite di liquidità) e dallo stato plastico allo stato semisolido (limite di plasticità).

La prova è stata eseguita secondo le norme UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005.

Il limite liquido (LL) è un valore di umidità determinato con l'ausilio del cucchiaino di Casagrande

Il limite plastico (LP) è quel contenuto d'acqua per il quale si ottiene la prima fessura su un cilindro di terreno di diametro 3,2 mm che viene "rollato" con il palmo della mano. Il limite plastico è definito come il contenuto d'acqua per il quale un bastoncino di argilla, plasmato a mano più volte, tende a disgregarsi per la riduzione di umidità.

L'Indice Plastico (IP), ottenuto come differenza tra il Limite Liquido ed il Limite Plastico.

Indice Plastico IP	Plasticità del terreno
$0 < IP \leq 5$	Non plastico
$5 < IP \leq 15$	Poco plastico
$15 < IP \leq 40$	Plastico
$IP > 40$	Molto plastico

Tabella 9: Plasticità del terreno in funzione dell'Indice Plastico (IP)

LIMITI DI ATTERBERG						
Campione	Profondità (m)	Umidità naturale (%)	Limite liquido (%)	Limite plastico (%)	Indice plastico (%)	Carta di plasticità di Casagrande
S1 - CI1	1,5-2,0	19,0	36,2	19,0	17,2	6 - Argille inorganiche di media plasticità
S1 - CI2	4,5-5,0	25,3	69,3	33,0	36,3	4 - Limi inorganici di alta compressibilità ed argille organiche 5 - Argille inorganiche di alta plasticità
S1 - CR5	29,6-29,8	23,6	62,4	27,4	35,0	5 - Argille inorganiche di alta plasticità

Tabella 10: Limiti di consistenza

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 90 / 114
		Numero Revisione
		00

11.6.3 Prova di compressione non confinata (ELL)

Dalla prova ELL si ottiene il valore a rottura in condizioni non drenate

La prova ELL è stata eseguita secondo le norme UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005.

La prova è stata eseguita su un unico campione cilindrico di dimensioni standard 38 mm di diametro per 76 mm di altezza).

Il provino è posizionato nella cella; tutti i sistemi di drenaggio della cella vengono chiusi, e a differenza della prova triassiale UU non viene imposta la pressione di cella ($\sigma_3=0$).

Dopo qualche minuto, necessario ad equilibrare le pressioni, viene quindi avviata la fase di compressione imponendo lo sforzo deviatorico ($\sigma_1-\sigma_3$).

La prova è condotta a volume costante e viene considerata conclusa a rottura, e comunque dopo aver raggiunto una deformazione pari al 20% dell'altezza iniziale del provino.

PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL)				
Campione	Profondità (m)	Sforzo a rottura kPa	Cu kPa	Deformazione assiale a rottura %
S1 - CI1	1,5-2,0	431,6	215,8	6,3
S1 - CI2	4,5-5,0	355,3	177,6	7,9
S1 - CR5	29,6-29,8	536,8	268,4	13,8

Tabella 11: Risultati prova di compressione non confinata (ELL)

11.6.4 Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande


Dalla prova di Taglio Diretto (TD) si ottiene il valore dell'angolo di attrito interno e della coesione.

La prova TD è stata eseguita secondo le norme UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005.

La prova di TD viene eseguita su tre provini che vengono consolidati a differenti pressioni e sottoposti poi alla fase di taglio utilizzando le medesime pressioni.

La prova viene eseguita inserendo un provino all'interno di una intelaiatura metallica (detta scatola di Casagrande) la quale è divisa in due semiscatole prismatiche poste una sopra l'altra; il provino è inserito in modo che la sua porzione centrale coincida con la giunzione delle semiscatole.

Le due semiscatole sono libere di muoversi l'una rispetto all'altra lungo la loro linea di giunzione, che è un piano orizzontale e che definirà il piano di rottura del provino. La semiscatola inferiore è vincolata ad un motore che la spinge in avanti, mentre la semiscatola superiore è vincolata ad un anello dinamometrico (o ad una cella di carico) che misura la resistenza che il terreno offre allo sforzo di taglio, resistenza che si sviluppa principalmente lungo il piano di giunzione delle semiscatole. Un carico verticale viene imposto durante il taglio, e in fase di prova vengono misurate, oltre alla


	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 91 / 114
		Numero Revisione
		00

resistenza, sia lo spostamento della semiscatola inferiore (deformazione orizzontale) sia il cedimento del provino ovvero la deformazione verticale.

La disposizione delle scatole sopra descritta permette sempre il drenaggio dell'acqua. Quindi l'unica possibile tipologia di prova eseguibile con il Taglio Diretto è quella Consolidata Drenata (CD).

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON SCATOLA DI CASAGRANDE					
Campione	Profondità (m)	Sforzo normale kPa	Resistenza al taglio kPa	Coesione kPa	Angolo di attrito °
S1 - CI1	1,5-2,0	100	66,3	20,9	23,6
		200	105,1		
		300	153,9		
S1 - CI2	4,5-5,0	100	62,6	19,9	25,6
		200	126,8		
		300	158,6		

Tabella 12: Risultati prova di prova di Taglio Diretto (TD)

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 92 / 114
		Numero Revisione
		00

12 MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO

12.1 Assetto stratigrafico

Le indagini eseguite, unitamente ai dati bibliografici in nostro possesso, hanno mostrato una situazione litologica caratterizzata sostanzialmente da nr. 5 livelli con proprietà geotecniche relativamente omogenee.

Nel dettaglio è stata riconosciuta la seguente stratigrafia:

Livello 0: si tratta di una miscela eterogenea di terreno in prevalenza vegetale/humifero, che si estende da piano campagna sino ad una profondità massima di circa $0,6 \div 1,2$ metri. È caratterizzato da una resistenza media alla punta R_p compresa fra 0,5 e 6 MPa.

Livello A: si tratta di terreno in prevalenza coesivo (argilla e argilla limosa a plasticità medio-alta) mediamente consistente, che si estende sino a profondità variabile da circa 3,5 a 6,5 metri da piano campagna. È caratterizzato da una resistenza media alla punta R_p compresa fra 1 e 3,5 MPa.

Livello A': si tratta di un livello discontinuo di terreno in prevalenza granulare (limi sabbiosi e sabbie limose), localmente inglobato all'interno del Livello A, che si estende generalmente dalla profondità di $2,5 \div 3$ metri fino a $4 \div 4,5$ metri da piano campagna. È caratterizzato da una resistenza media alla punta R_p compresa fra 3,5 e 9 Mpa.

Livello B: si tratta di terreno in prevalenza granulare (sabbie e limi sabbiosi), moderatamente addensati, che si estende sino a profondità variabile da circa 9 a 11,5 metri da piano campagna. È caratterizzato da una resistenza media alla punta R_p compresa fra 5 e 15 Mpa.

Livello C: si tratta di terreno in prevalenza granulare (sabbie e sabbie limose), addensate, che si estende sino a profondità di $20 \div 22$ metri da piano campagna. È caratterizzato da una resistenza media alla punta R_p compresa fra 9 e 19 Mpa e da valori di NSPT compresi tra 29 e 38.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 93 / 114
		Numero Revisione
		00

12.2 Parametrizzazione geotecnica

I valori di resistenza penetrometrica (statici e dinamici) sono stati elaborati attraverso specifici programmi di calcolo, in grado di determinare, sulla base delle correlazioni semi empiriche riconosciute in letteratura geotecnica, i parametri di resistenza al taglio e di deformabilità.

Si precisa che la determinazione dei parametri geotecnici di riferimento dei terreni in esame è stata condotta mediante elaborazione statistica di tutti i dati disponibili (compresi quelli della prova di taglio diretto), che ha permesso di determinare i principali elementi di statistica descrittiva della popolazione di dati, espressi da media, valore caratteristico e deviazione standard.

Di seguito si riporta il modello geotecnico adottato per le successive calcolazioni.

LIVELLO 0 (da p.c. a circa 0,6 ÷ 1,2 m da p.c.)

Materiale in prevalenza vegetale/humifero

$$\gamma = 17,5 - 19,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_K = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

LIVELLO A (da circa 0,6 ÷ 1,2 m da p.c. a 3,5 ÷ 6,5 m da p.c.)

Materiale coesivo prevalentemente argilloso mediamente consistente

$$\gamma = 17,5 - 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_K = 18,5 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 30 - 120 \text{ kPa}$$


$$C_{u_k} = 55 \text{ kPa}$$

$$M_{ed} = 2,5 - 6,5 \text{ MPa}$$

$$M_{ed_k} = 4,5 \text{ MPa}$$

$$\phi' = 19,5 - 24^\circ$$

$$\phi_{K'} = 21,5^\circ$$

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 94 / 114
		Numero Revisione
		00

LIVELLO A' (discontinuo da circa 2,5 ÷ 3 m da p.c. a 4 ÷ 4,5 m da p.c.):

Materiale granulare prevalentemente limoso sabbioso

$$\gamma = 18,5 - 19,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_K = 18,5 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$c'_k = 0 \text{ kPa}$$

$$E = 8 - 15,5 \text{ MPa}$$

$$E_k = 11,5 \text{ MPa}$$

$$\phi' = 25,5 - 32,5^\circ$$

$$\phi'_K = 28,5^\circ$$

LIVELLO B (da circa 3,5 ÷ 6,5 m da p.c. a 9 ÷ 11,5 m da p.c.):

Materiale granulare prevalentemente sabbioso e sabbioso limoso moderatamente addensato

$$\gamma = 18,5 - 20,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_K = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$c'_k = 0 \text{ kPa}$$

$$E = 7 - 18 \text{ MPa}$$

$$E_k = 13,5 \text{ MPa}$$

$$\phi' = 27 - 36^\circ$$

$$\phi'_k = 32^\circ$$

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 95 / 114
		Numero Revisione
		00

LIVELLO C (da circa 9,0 ÷ 11,5 m da p.c. a 20 ÷ 22 m da p.c.):

Materiale granulare prevalentemente sabbioso e sabbioso limoso moderatamente addensato

$$\gamma = 18,5 - 20,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_K = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$c'_k = 0 \text{ kPa}$$

$$E = 14 - 20 \text{ MPa}$$

$$E_k = 15 \text{ MPa}$$

$$\phi' = 32 - 38^\circ$$

$$\phi'_k = 35,5^\circ$$

dove:

γ = peso di volume naturale del terreno;

C_u = coesione in termine di sforzi totali,

c' = coesione in termini di sforzi efficaci,

Med = modulo edometrico;

E = modulo elastico

ϕ' = angolo di attrito in termine di sforzi efficaci (valore stimato).

con il pedice “K” è indicato il valore caratteristico del parametro.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 96 / 114
		Numero Revisione
		00

APPENDICE ALLA DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI WINKLER

Dal punto di vista fisico, come risaputo, il mezzo alla Winkler può essere assimilato ad un letto di molle elastiche mutualmente indipendenti, o meglio ad un liquido di peso specifico k nel quale la fondazione galleggia.

In effetti il coefficiente di reazione del terreno è, per definizione, il rapporto fra carico e cedimento. In un terreno reale il cedimento dipende, oltre che dai valori del carico e dalle proprietà del terreno, anche dalla forma e dalle dimensioni della fondazione e dalla costituzione del sottosuolo.

È evidente quindi che il coefficiente di sottofondo K non è una proprietà solo ed esclusivamente del terreno e quindi appare discutibile fornire valori tipici per tipo di terreno.

Inoltre, la determinazione di K non è semplice in quanto spesso il terreno è stratificato, ha diversi spessori e perciò il valore del coefficiente di sottofondo dovrebbe, almeno, dipendere dallo spessore dello strato di terreno interessato dalle sollecitazioni e dalle sue caratteristiche. Maggiore è lo spessore, minore sarà il valore di K .

L'uso del metodo di Winkler, nelle applicazioni, richiede pertanto un'attenta valutazione di un appropriato valore di K da adottare, caso per caso, in funzione di fattori quali il modello del sottosuolo e la dimensione e forma della fondazione.

Fortunatamente, i risultati del calcolo, in termini di caratteristiche della sollecitazione, non sono molto sensibili ai valori di K ; pertanto, non è indispensabile una valutazione molto accurata del parametro, ma basta una stima ragionevole.

Detto questo, riportiamo qui di seguito un range ragionevolmente rappresentativo del coefficiente di sottofondo K (da tabella Pozzati) rispettivamente per:

Livello 0: $K = 1 - 1,5 \text{ kg/cm}^3$

Livello A: $K = 8 - 10 \text{ kg/cm}^3$

Livello A': $K = 2 - 4 \text{ kg/cm}^3$

Livello B: $K = 8 - 10 \text{ kg/cm}^3$

Livello C: $K = 8 - 10 \text{ kg/cm}^3$

Nota: tali valori rappresentano valori puramente orientativi che potranno essere affinati e/o modificati, attraverso successive calcolazioni, da parte dello strutturista, in base all'effettivo stato tensionale della struttura stessa.

MODULO DI REAZIONE “VERTICALE” DEL TERRENO [WINKLER]

NATURA DEL TERRENO *K (Kg/cm³)*

torba leggera.....	0.6 ~ 1.2
torba pesante.....	1.2 ~ 1.8
terra vegetale.....	1.0 ~ 1.5
depositi recenti.....	1.0 ~ 2.0
sabbia di mare, fina.....	1.5 ~ 2.0
sabbia poco coerente.....	2.0 ~ 4.0
terra molto umida.....	2.0 ~ 3.5
terra poco umida.....	3.0 ~ 6.0
terra secca.....	5.0 ~ 10.0
argilla con sabbia.....	8.0 ~ 10.0
argilla grassa.....	10.0 ~ 12.0
sabbia compatta.....	8.0 ~ 15.0
ghiaia con sabbia.....	10.0 ~ 25.0
ghiaia compatta.....	20.0 ~ 30.0

(Tabella dei Moduli di Winkler secondo POZZATI)

Figura 62: Tabella Moduli di Winkler [da Prof. Pozzati]

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 98 / 114
		Numero Revisione
		00

13 VERIFICA DELLA POSSIBILITA' DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione interessa depositi sabbiosi e sabbioso-limosi saturi che durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino a che la nuova configurazione del terreno non è compatibile con la diminuita resistenza al taglio. I parametri che governano il fenomeno sono rappresentati in generale da:

- condizioni di drenaggio e grado di saturazione del deposito;
- granulometria del deposito;
- stato di addensamento;
- intensità, forma spettrale e durata delle sollecitazioni cicliche;
- stato tensionale iniziale;
- storia tensionale e deformativa del deposito;
- fenomeni di aging.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

Nelle NTC 2018, la materia è trattata approfonditamente al punto 7.11.3.3, in cui si stabilisce che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- 3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 39(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 39(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

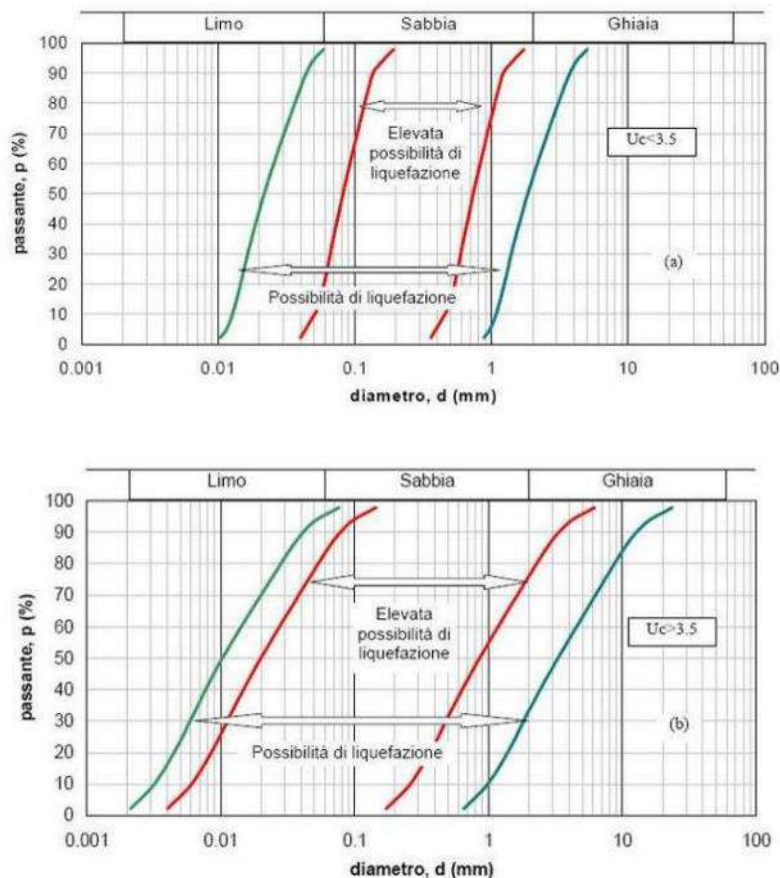


Figura 63: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

In relazione all'assetto stratigrafico dei primi 15-20 metri di profondità indagato che presenta anche livelli di sabbie, limi sabbiosi e sabbie ghiaiose, si è ritenuto necessario valutare il rischio di liquefazione, prendendo in considerazione le verticali d'indagine realizzate.

Il rischio di liquefazione può essere stimato con metodi semplificati da prove CPT mediante il calcolo dell'indice del potenziale di liquefazione LPI di *Iwasaki et al.* (1982). L'indice LPI è un parametro di sintesi che, mediante un valore numerico compreso tra 0 e 100, quantifica i possibili effetti della liquefazione in superficie, tenendo conto di severità dell'azione sismica, e di profondità, spessore e valore del fattore di sicurezza degli strati liquefacibili.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 100 / 114
		Numero Revisione
		00

Per valutare la severità degli effetti, *Iwasaki* ha proposto la scala riportata nella seguente Tabella 13:

Valori di LPI	Rischio di liquefazione
$I_L = 0$	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

Tabella 13: Valutazione del rischio di liquefazione secondo *Iwasaki*

Valutazioni più recenti riportate da *Sonmez* (2003), basate su sismi di magnitudo inferiore a quelli utilizzati da *Iwasaki* consigliano tuttavia di rimodulare le classi di pericolosità come riportato in Tabella 14:

LPI = 0.00 - Liquefaction risk nul
LPI between 0.00 and 2.00 - Liquefaction risk low
LPI between 2.00 and 5.00 - Liquefaction risk moderate
LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high
LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high


Tabella 14: Valutazione del rischio di liquefazione secondo *Sonmez*

L'indice LPI è calcolato con riferimento ad una verticale di prova. Gli effetti bi- e tri-dimensionali sono trascurati. Tale semplificazione può condurre talora a stime errate. In particolare, se la liquefazione in un sito è limitata a lenti isolate, la liquefazione in superficie può non manifestarsi anche per valori significativi di LPI. Viceversa, uno strato liquefatto sottile, profondo, molto diffuso ed esteso può determinare rottura del terreno e “*lateral spreading*” anche per bassi valori di LPI. La variabilità ed eterogeneità naturale delle condizioni stratigrafiche e geotecniche può spiegare la non sempre buona correlazione tra i valori dell'indice LPI e le evidenze di liquefazione.

L'indice LPI è definito nel modo seguente:

$$LPI = \int_0^{20} F W(LPIz) dz$$

Dove:

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina
		101 / 114
		Numero Revisione
		00

- $F(z)$ è una variabile con valori compresi tra 0 e 1, definita ad ogni profondità

$0 \leq z \leq 20$ in funzione del valore che, a quella profondità, assume il fattore di sicurezza alla liquefazione FSL

- $w(z)$ è un fattore di peso della profondità.

In sostanza il rischio di liquefazione tiene conto del fattore di sicurezza calcolato strato per strato, ma ne valuta la significatività su tutto lo spessore del deposito.

Il fattore di sicurezza alla liquefazione è definito nel modo seguente:

$$FSL = \frac{CRR_{7.5}}{CSR} \cdot MSF \cdot k_{\sigma}$$

dove:

$CRR_{7.5}$ = Rapporto di resistenza ciclica per $M=7.5$ (*Cyclic Resistance Ratio*)

MSF = fattore di scala della magnitudo (*Magnitude Scale Factor*)


K_{σ} = Fattore di correzione per la pressione di confinamento

CSR = rapporto di tensione ciclica (*Cyclic Stress Ratio*) = $CSR = 0.65 \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot r_d$

Nelle verifiche effettuate nel presente studio, per il calcolo del CRR è stato utilizzato il metodo di Robertson (2009) implementato dal programma CLIQ della *Geologismiki*.

Per la verifica, oltre ai dati della prova penetrometrica statica, è necessario fornire al programma l'accelerazione e la magnitudo attese al sito.

Quali dati di input, per l'accelerazione è stato utilizzato il valore ricavato dallo studio dell'analisi della risposta sismica locale realizzato per tale studio pari a 0.22 g (0,130 x 1,68). Per la magnitudo è stato utilizzato il valore massimo della zona sismogenetica di appartenenza 6,14

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 102 / 114
		Numero Revisione
		00

13.1 Analisi dei risultati

I terreni in esame risultano a rischio di liquefazione basso sia secondo il metodo di Iwasaki che quello di Sonmez per le verticali CPTU01-05, infatti, il valore ottenuto dalla verifica del rischio di liquefazione, è sempre inferiore a 2.

Si evidenzia che la prova maggiormente rappresentativa del potenziale rischio di liquefazione dell'area è la prova CPTU02 che raggiunge all'incirca i 15 m di profondità, nelle ulteriori 4 prove penetrometriche effettuate nell'area il penetrometro si è disancorato alla profondità di circa 10 metri dal piano campagna.

In Figura 64 si riporta il grafico in cui si notano i valori di potenziale di liquefazione.

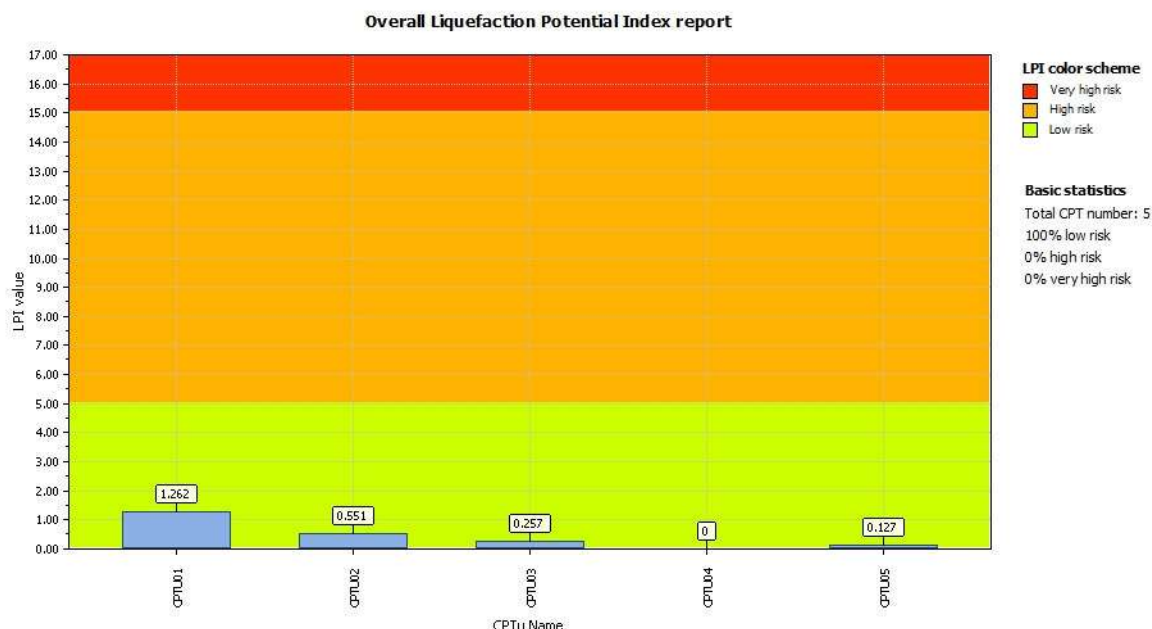


Figura 64: Grafico rappresentativo del rischio di liquefazione per le verticali indagate

Nelle seguenti figure vengono riportati i grafici del rapporto CSR/CRR, F_s e LPI, in cui si possono rilevare i livelli potenzialmente liquefacibili.

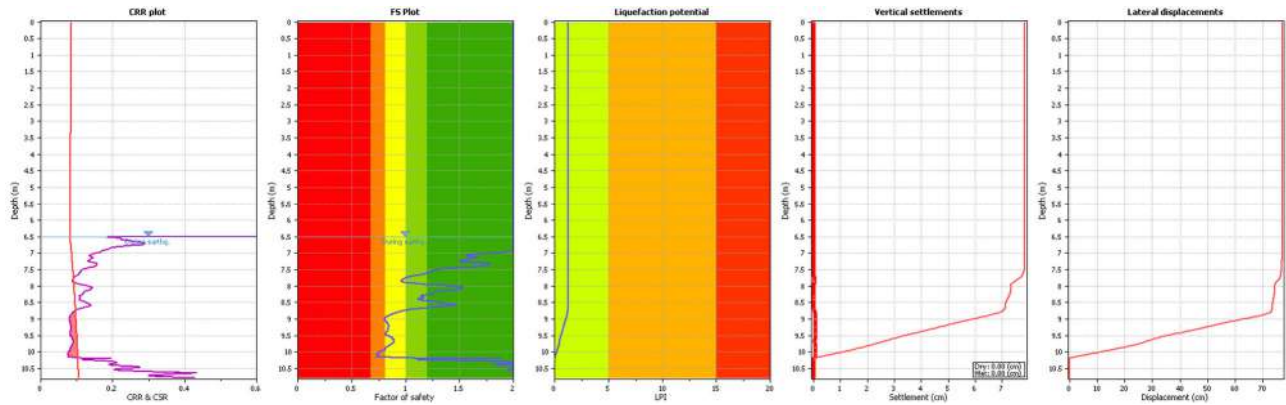


Figura 65: Grafici del rapporto CSR/CRR (CSR in rosso, CRR in viola), Fs e LPI relativi alla CPTU01

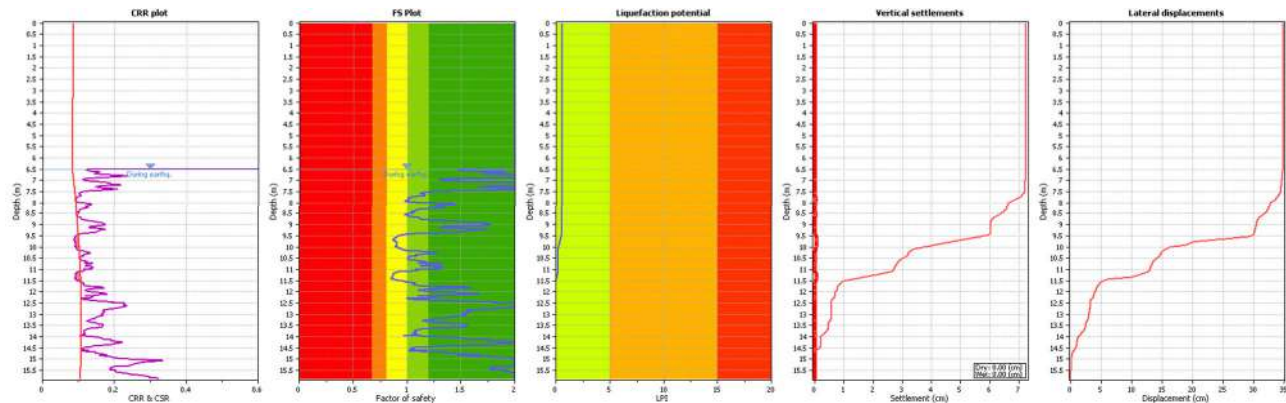


Figura 66: Grafici del rapporto CSR/CRR (CSR in rosso, CRR in viola), Fs e LPI relativi alla CPTU02

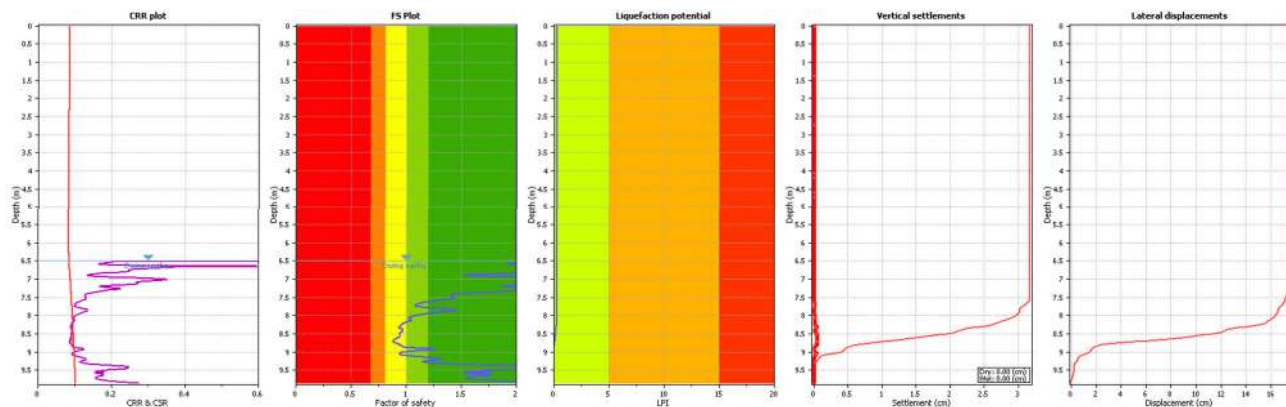


Figura 67: Grafici del rapporto CSR/CRR (CSR in rosso, CRR in viola), Fs e LPI relativi alla CPTU03

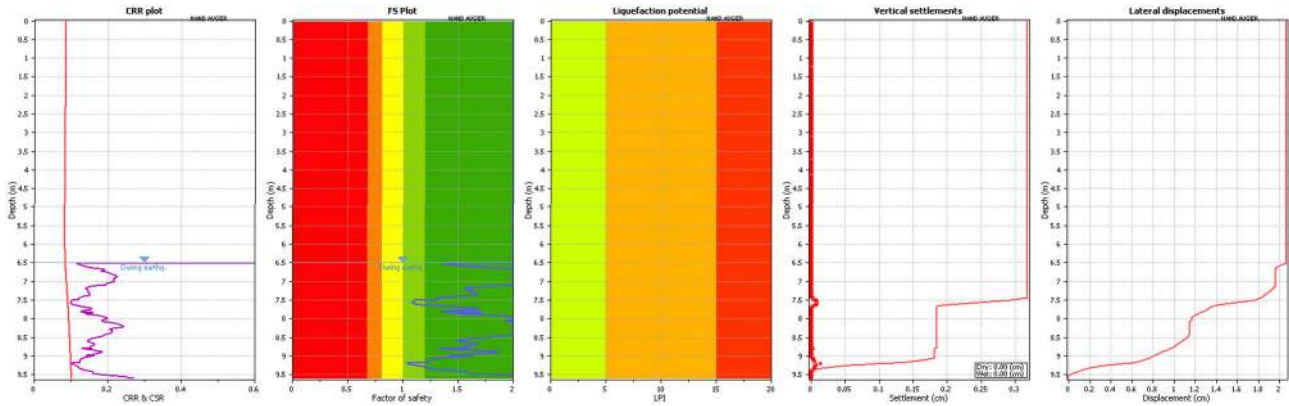


Figura 68: Grafici del rapporto CSR/CRR (CSR in rosso, CRR in viola), F_s e LPI relativi alla CPTU04

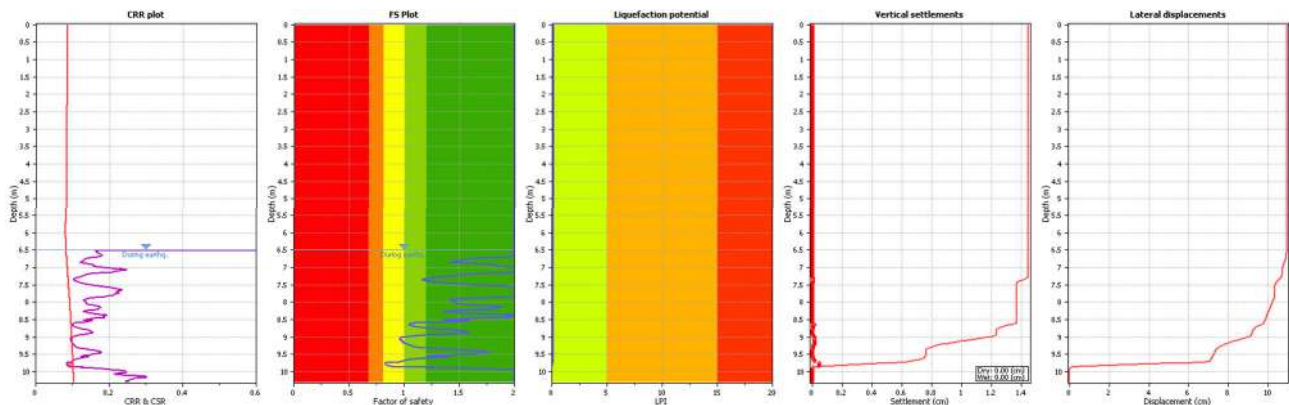


Figura 69: Grafici del rapporto CSR/CRR (CSR in rosso, CRR in viola), F_s e LPI relativi alla CPTU05

I cedimenti connessi al rischio di liquefazione sono stimabili all'incirca nell'ordine massimo di 7-8 cm.

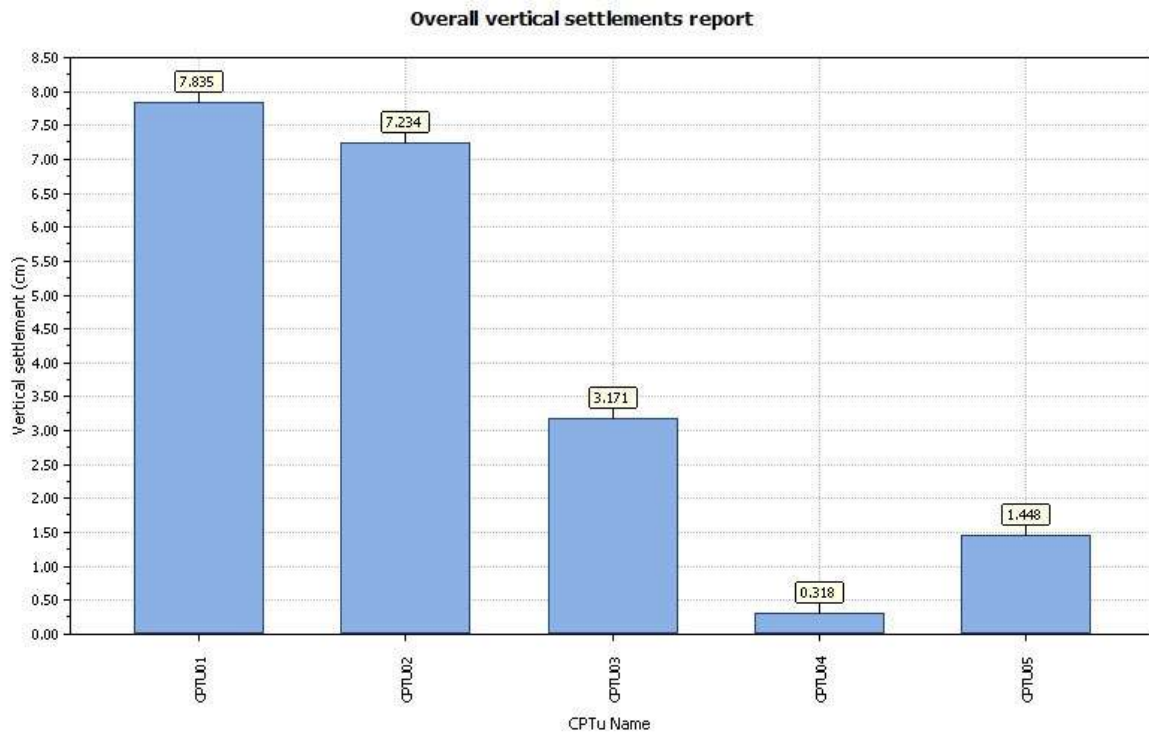



Figura 70: Grafico rappresentativo dei cedimenti

In **Allegato 04** è consultabile il report completo che contiene sia i grafici interpretativi della prova stessa (resistenze penetrometriche, litologia, ecc.), sia i grafici relativi alla liquefazione ed in particolare:

- Il confronto tra CSR e CRR
- La variazione del fattore di sicurezza
- La cumulata del valore di LPI
- La cumulata del valore dei cedimenti

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 106 / 114
		Numero Revisione
		00

14 CONCLUSIONI

Sulla base dei dati raccolti, rilievi e dei calcoli effettuati e descritti nei capitoli precedenti, si possono trarre le seguenti conclusioni.

L'area di studio ricade all'interno di un contesto di pianura alluvionale essenzialmente stabile e consolidato, nel cui ambito non si sono rilevati fenomeni erosivi e/o d'evoluzione morfologica evidenti.

Dal modello idrogeologico del Quadro Conoscitivo del PSC di Cortemaggiore, l'acquifero superficiale (potenzialmente interferente con le strutture in progetto) presenta un andamento caratterizzato da un senso di flusso principale diretto verso i quadranti nord-occidentali, con un asse di drenaggio diretto SSW-NNE.

Nella porzione di territorio in esame la falda superficiale presenta quote di circa 35 – 39 m s.l.m. per una soggiacenza variabile tra 8 – 9 metri dal piano campagna.


Si evidenzia che falda superficiale risulta fortemente influenzata dal ciclo meteo-climatico stagionale; in relazione alle variabilità degli apporti idrici è possibile ipotizzare che il livello piezometrico possa subire variazioni stagionali significative, tali comunque da non interferire direttamente con le opere in elevazione.

All'interno del foro residuo del sondaggio a carotaggio continuo eseguito all'interno dell'area la presenza di acqua sotterranea è stata rilevata a partire dalla profondità di circa 8,5 metri.

Come indicato dalla Tavola G06 – Carta della vulnerabilità dell'acquifero superficiale del PSC di Cortemaggiore, l'area di progetto ricade in Classe di vulnerabilità bassa e media.

Sulla base di quanto riportato nella Mappa di pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti del bacino del Po, l'area di intervento ricade:

- per quanto riguarda il Reticolo Principale – RP:
 - l'area afferente all'impianto fotovoltaico risulta esterna alle aree allagabili dal reticolo principale, fatta eccezione per il sottocampo più settentrionale, che ricade nelle aree allagabili P1-L (Alluvioni rare: scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi),
 - la linea di connessione elettrica MT (interrata) ricade per intero nelle aree allagabili P1-L (Alluvioni rare),
 - la sottostazione elettrica MT/AT ricade per intero nelle aree allagabili P1-L (Alluvioni rare),
 - la linea di connessione elettrica AT (interrata) ricade per intero nelle aree allagabili P1-L (Alluvioni rare),

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 107 / 114
		Numero Revisione
		00

- per quanto riguarda il Reticolo Secondario di Pianura – RSP:
 - l'area di impianto ricade per intero nelle aree allagabili P2-M (Alluvioni poco frequenti),
 - la linea di connessione elettrica MT (interrata) ricade in parte nelle aree P2-M (Alluvioni poco frequenti) e in parte nelle aree P3-H (Alluvioni frequenti),
 - la sottostazione elettrica MT/AT ricade per intero nelle aree allagabili P3-H (Alluvioni frequenti).
 - la linea di connessione elettrica AT interrata ricade per intero nelle aree allagabili P3-H (Alluvioni frequenti),

Al fine di definire i parametri geotecnici caratteristici dei terreni del sottosuolo dell'area dell'impianto fotovoltaico, sono state eseguite **n. 5 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU01-05) e n. 3 trincee esplorative con escavatore (TR01-03)**. È inoltre possibile fare riferimento ai dati provenienti da **n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (S01)** eseguito nell'ambito del progetto definitivo della nuova sottostazione elettrica a servizio dell'impianto stesso con esecuzione di SPT in foro (Standard penetration test), prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati e relative analisi di laboratorio geotecnico

Nel dettaglio è stata riconosciuta la seguente stratigrafia schematica:


Livello 0: si tratta di una miscela eterogenea di terreno in prevalenza vegetale/humifero, che si estende da piano campagna sino ad una profondità massima di circa $0,6 \div 1,2$ metri.

Livello A: si tratta di terreno in prevalenza coesivo (argilla e argilla limosa a plasticità medio-alta) mediamente consistente, che si estende sino a profondità variabile da circa 3,5 a 6,5 metri da piano campagna.

Livello A': si tratta di un livello discontinuo di terreno in prevalenza granulare (limi sabbiosi e sabbie limose), localmente inglobato all'interno del Livello A, che si estende generalmente dalla profondità di $2,5 \div 3$ metri fino a $4 \div 4,5$ metri da piano campagna.

Livello B: si tratta di terreno in prevalenza granulare (sabbie e limi sabbiosi), moderatamente addensati, che si estende sino a profondità variabile da circa 9 a 11,5 metri da piano campagna.

Livello C: si tratta di terreno in prevalenza granulare (sabbie e sabbie limose), addensate, che si estende sino a profondità di $20 \div 22$ metri da piano campagna.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 108 / 114
		Numero Revisione
		00

Riportiamo qui di seguito una sintesi dei risultati emersi dalle analisi sismiche eseguite nell'area di studio (per maggiori dettagli si rimanda ai capitoli sismici della presente relazione).

Il sito, ricadente nel Comune di Cortemaggiore, si trova in una zona caratterizzata da nodi della griglia con valori di $a_{(g)}$ compresi tra 0.075 e 0.125 per probabilità di superamento in 50 anni del 10 %.

Con Delibera G.R. Emilia-Romagna 06/02/2023, n. 146, la Regione Emilia-Romagna ha predisposto l'aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni della Regione, la quale prevede che il territorio comunale di Cortemaggiore venga classificato in classe 3.

Sulla base degli esiti dell'indagine sismica tipo Down hole, per i quali le V_{s30} (V_{seq}) assumono un valore di 243 m/sec, il suolo di fondazione dell'area di studio ricade nella categoria di tipo C.

Il Comune di Cortemaggiore è dotato di Studio di Microzonazione Sismica di 2° Livello con l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE), validato da parte della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica del Dipartimento della Protezione Civile in data 09/10/2020. L'area di Studio non è stata interessata direttamente da tale Studio, ma ricade nelle vicinanze della denominata Zona 2001 - Successione stratigrafica costituita da depositi prevalentemente argilloso - limosi di spessore variabile tra 11 e 18 metri, che ricoprono sabbie limose con ghiaietto di spessore variabile tra 10 e 13 metri, seguiti da argille limose che si estendono fino a - 30 da p.c., individuata nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS

Dall'analisi dell'elaborato GEO 12 – Carta di sintesi del PSC di Cortemaggiore si evince che, in relazione alla presenza di depositi sabbiosi in parte saturi, per la caratterizzazione sismica dell'area in oggetto è richiesta un'analisi approfondita di terzo livello, per tale motivo è stato effettuato uno specifico approfondimento di terzo livello.

Secondo quanto verificato attraverso lo Studio della Risposta Sismica Locale (RSL) effettuato il valore dello spettro medio si colloca leggermente al di sopra di quello semplificato di “Categoria C”.

Il confronto dei fattori di amplificazione F.A. ricavati da analisi semplificata, microzonazione sismica di 2° livello e da RSL sono sintetizzati nella seguente tabella:

Confronto dei fattori di amplificazione F.A. da analisi semplificata, microzonazione sismica di 2° livello e da RSL			
Fattore di amplificazione	Procedura semplificata da abachi	Microzonazione sismica di II livello	Risposta sismica locale
F.A. PGA	1,7	Area non considerata (MOPS limitrofa 1,7-1,8)	1,86
F.A. SA1(0.1s< t_0 <0.5s)	1,8	Area non considerata (MOPS limitrofa 1,7-1,8)	1,68

	<p align="center">Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO</p>	Pagina 109 / 114
		Numero Revisione
		00

In relazione all'assetto stratigrafico dei primi 15/20 metri di profondità che presenta anche livelli di sabbie e limi sabbiosi, si è ritenuto necessario valutare il rischio di liquefazione, prendendo in considerazione le verticali d'indagine realizzate.

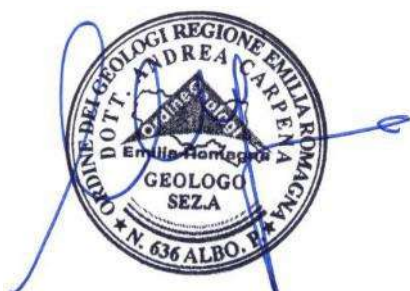
I terreni in esame risultano a rischio di liquefazione basso sia secondo il metodo di Iwasaki che quello di Sonmez per le verticali indagate, infatti, il valore ottenuto dalla verifica del rischio di liquefazione, è sempre inferiore a 2.

I cedimenti connessi al rischio di liquefazione sono stimabili all'incirca nell'ordine dei 7-8 cm.

Amministratore Unico e Rappresentante Legale


Dott. Geol. Andrea Carpena

(iscrizione all'Albo dei Geologi della Regione Emilia-Romagna: 636)

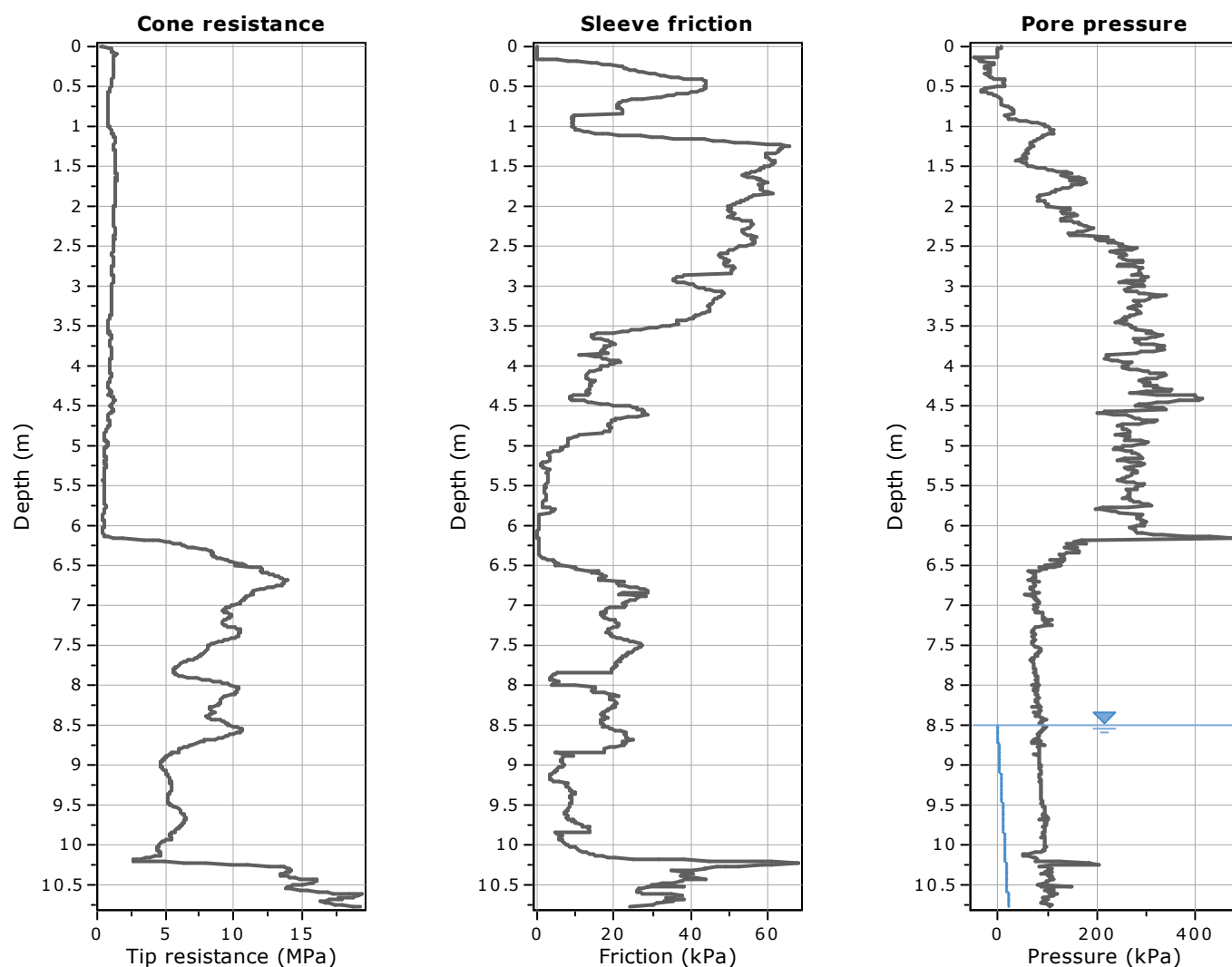


GEOREFLEX S.r.l.

Sede legale: Via Fioruzzi n. 15 - 29100 Piacenza (PC)
Capitale sociale Euro 30.000,00 i.v.
Reg. Imprese PC n° 0116440333 - REA 131568
c.f. 01164400333
p.IVA 01164400333

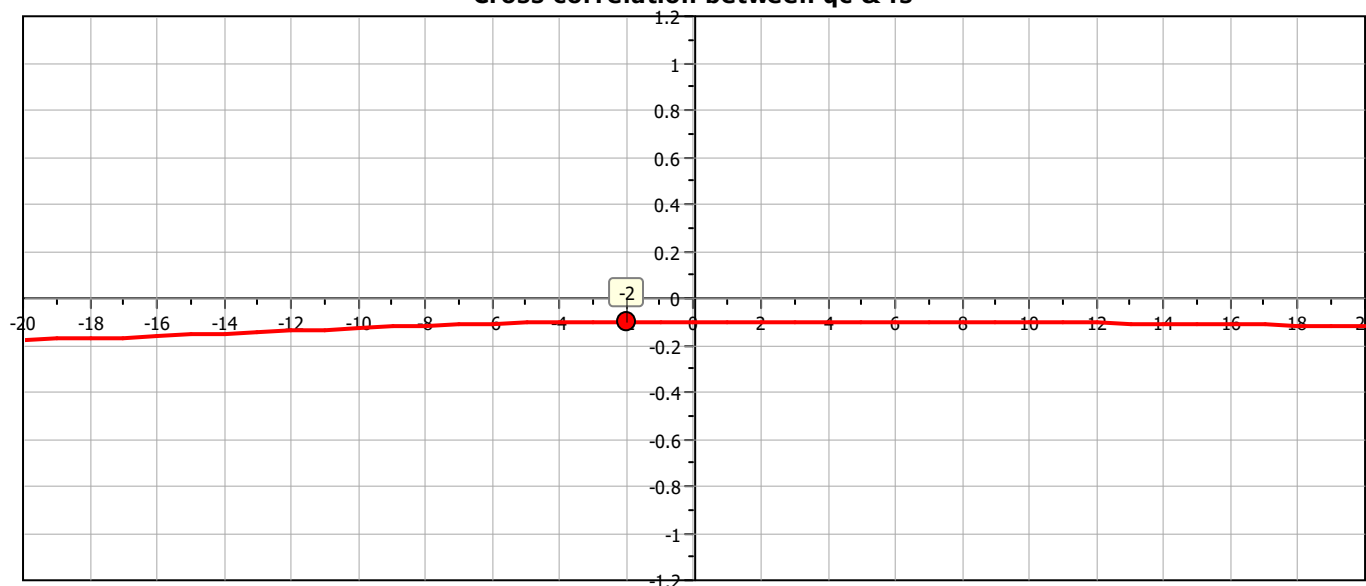
	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 110 / 114
		Numero Revisione
		00

ALLEGATO 01
ELABORAZIONE CPTU

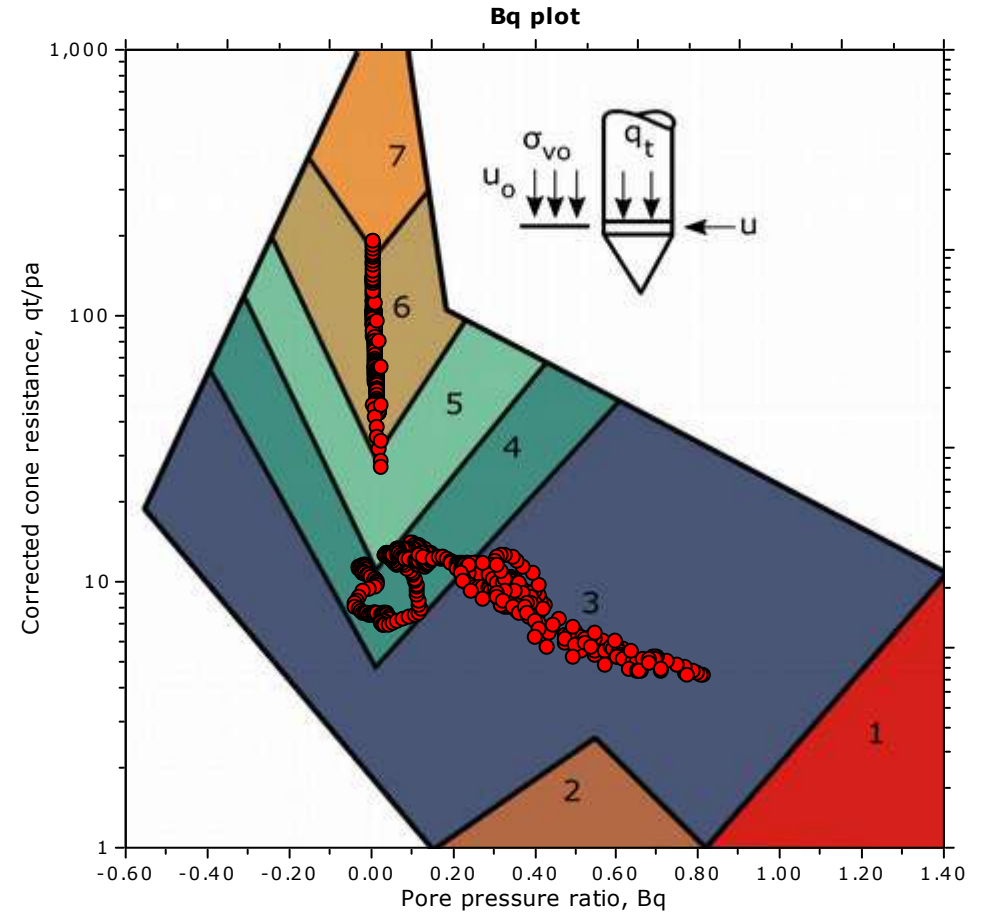
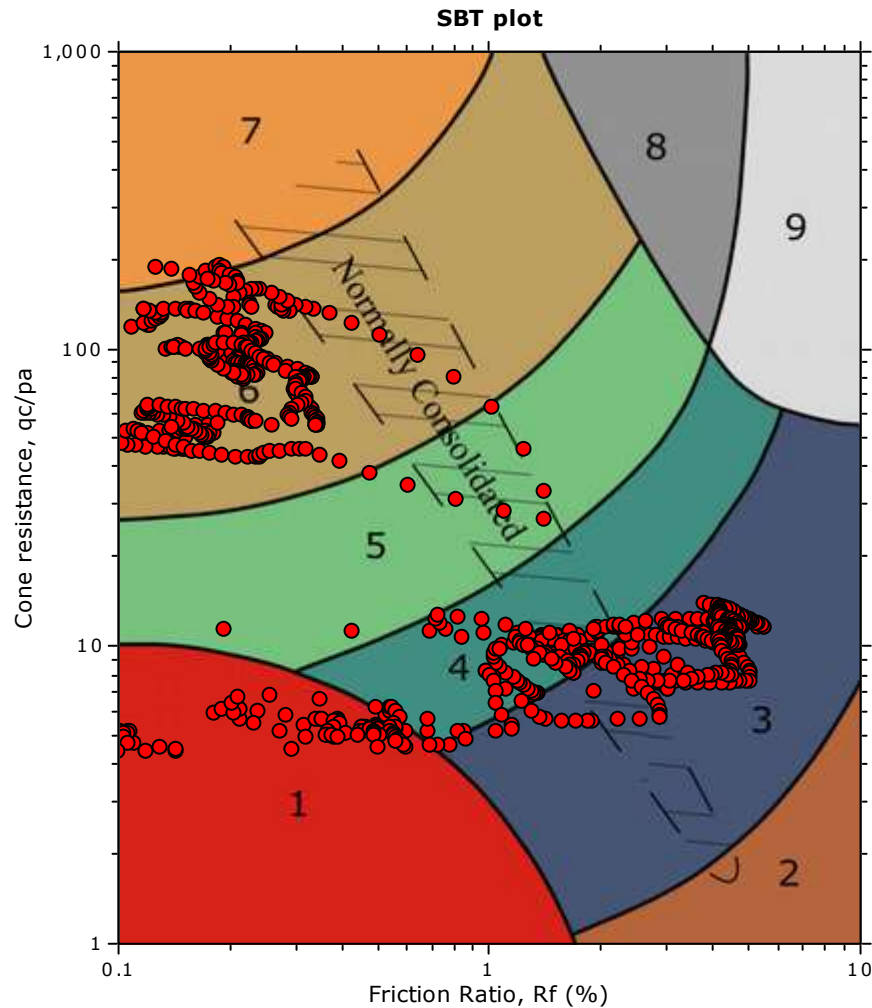


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).

Cross correlation between q_c & f_s



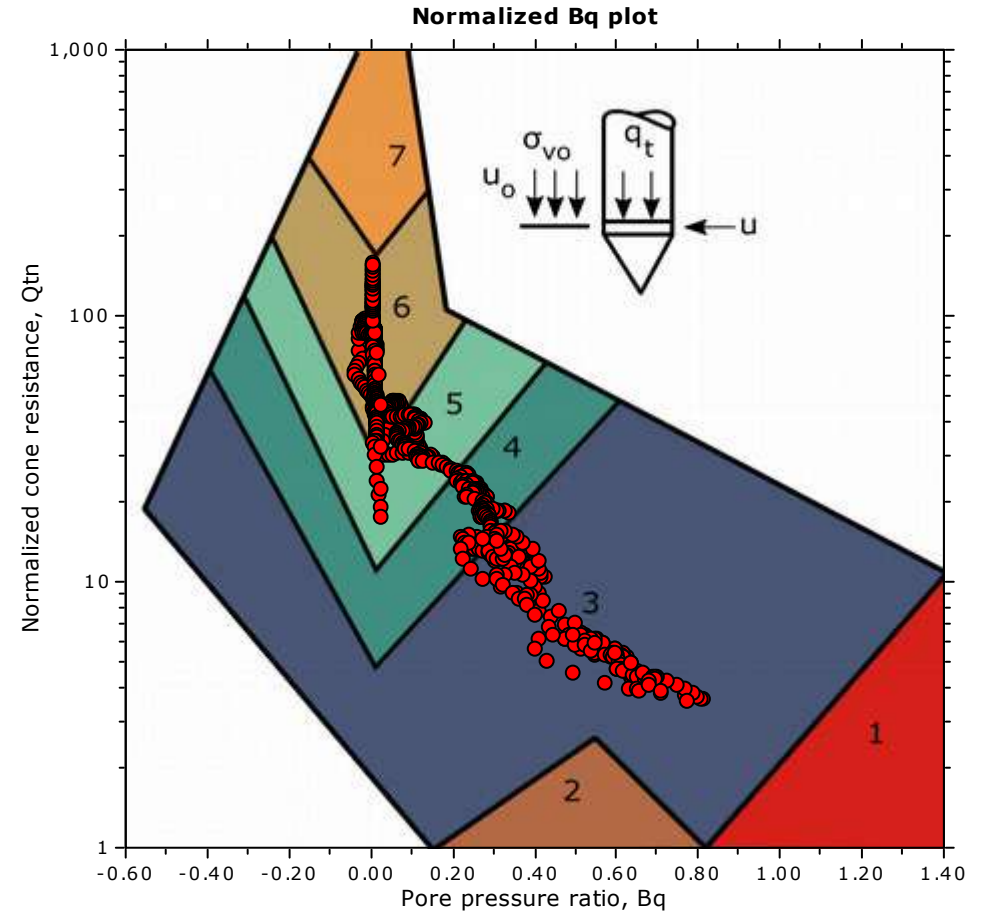
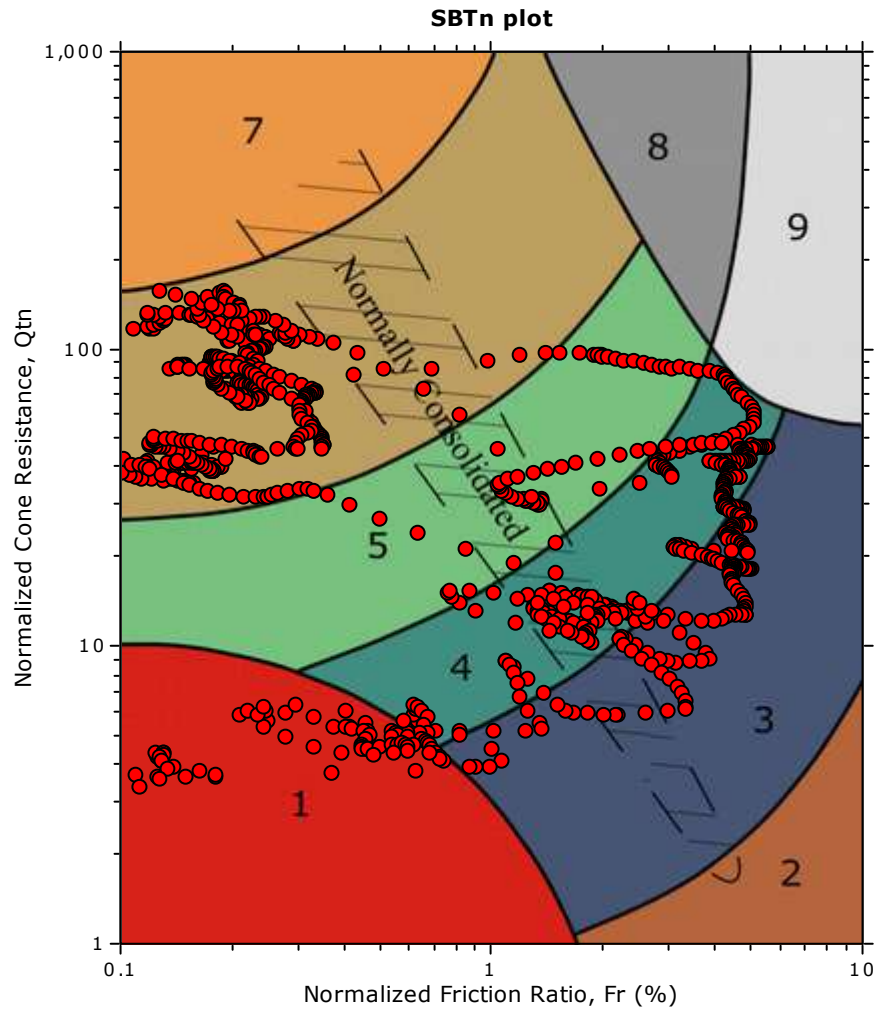
SBT - Bq plots



SBT legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely 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 |

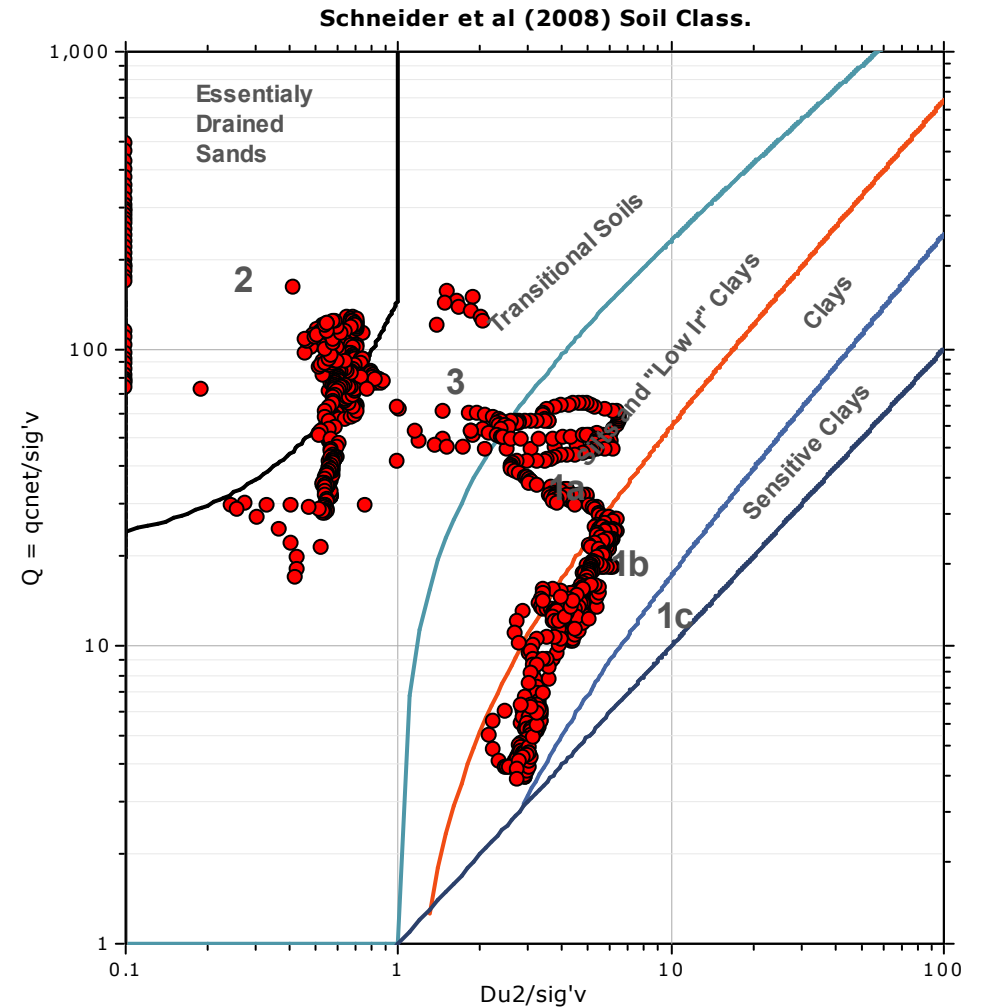
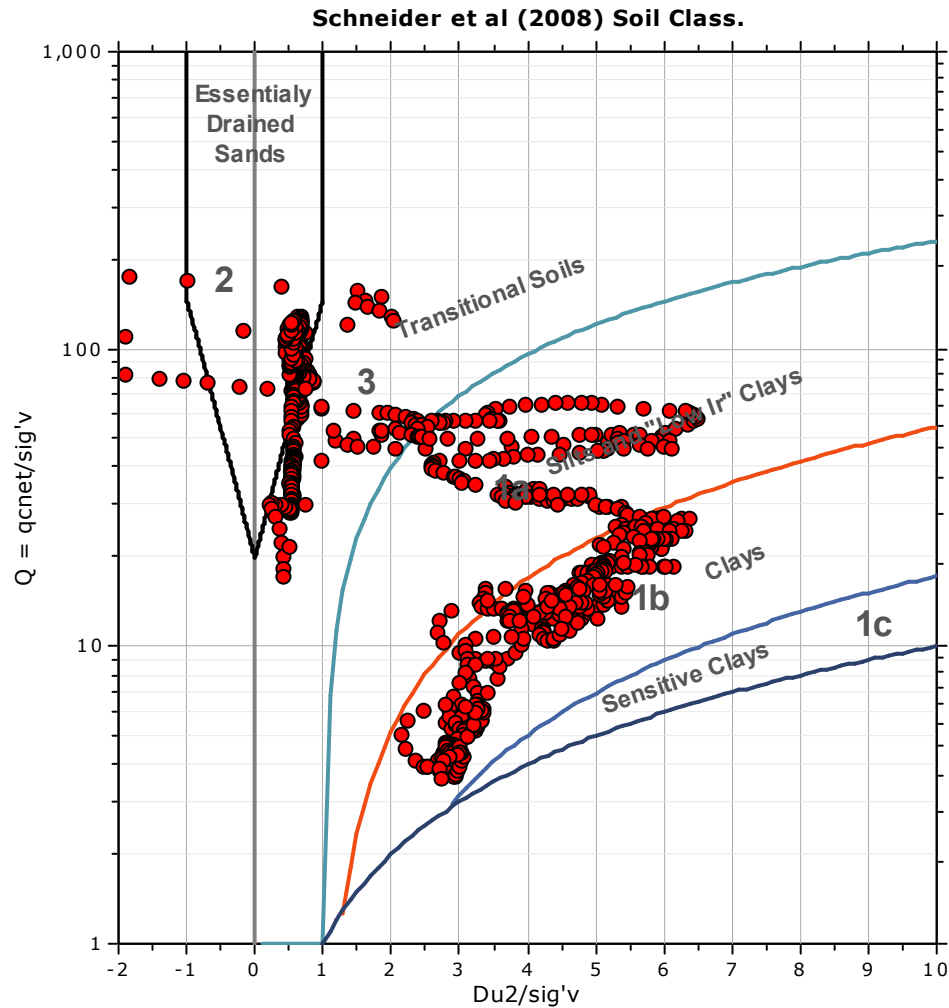
SBT - Bq plots (normalized)

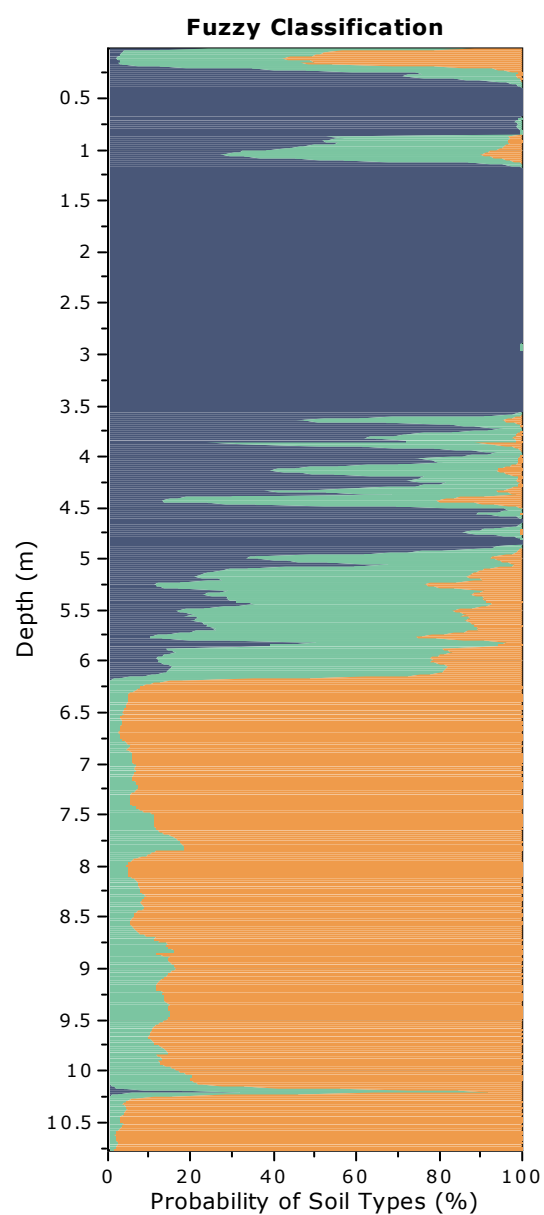
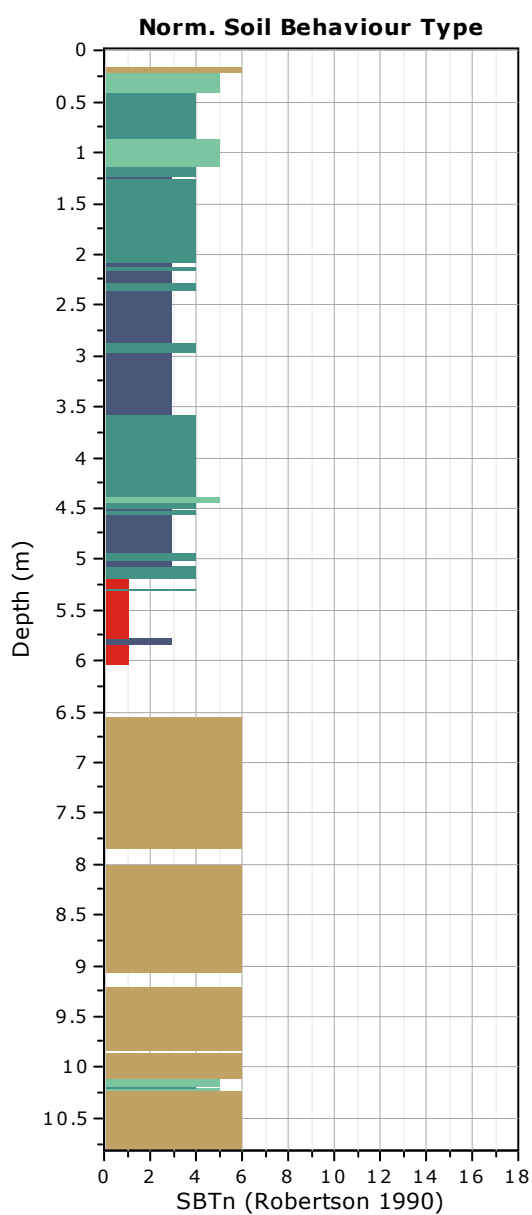


SBTn legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 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 |

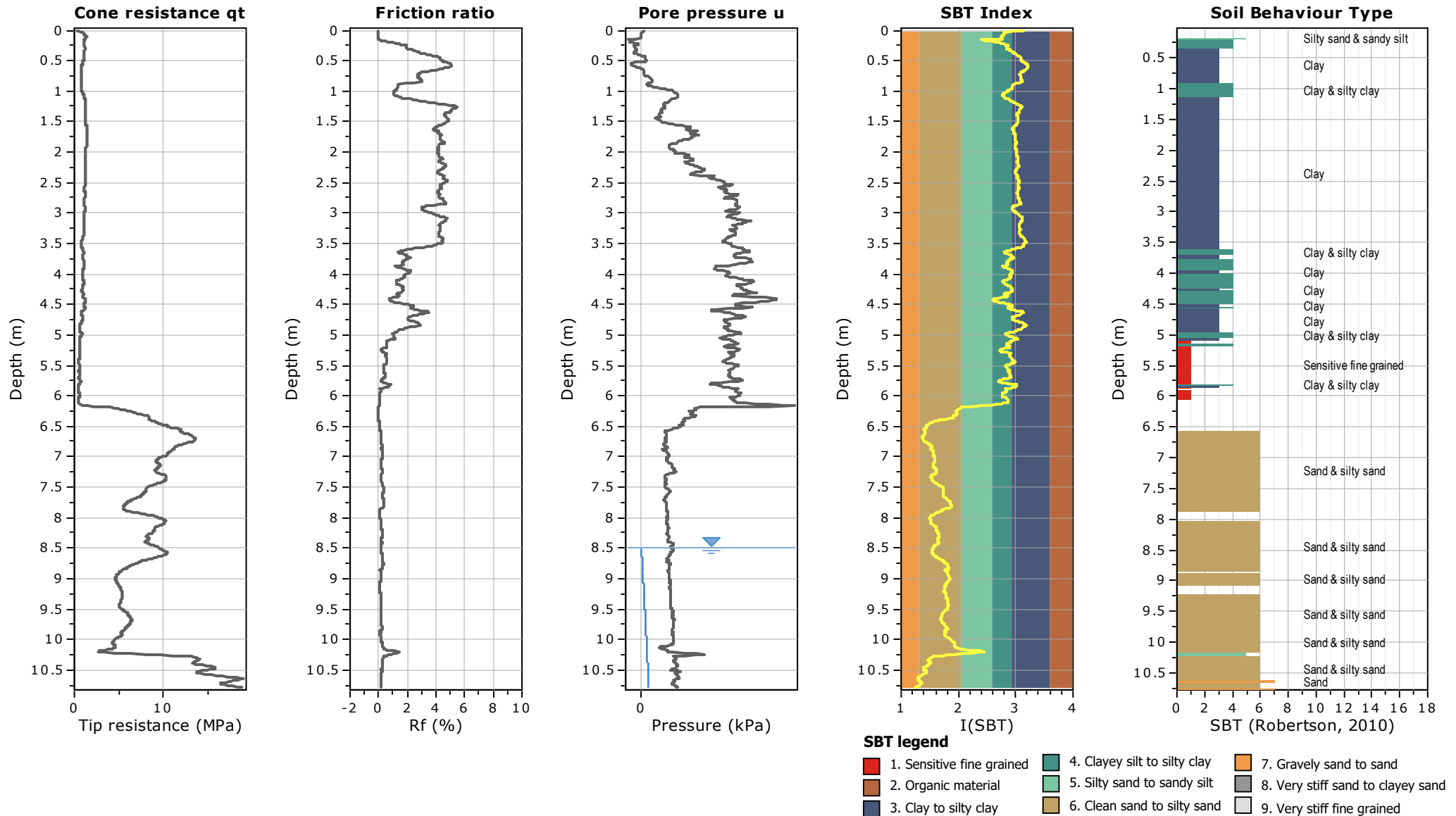
Bq plots (Schneider)





Fuzzy classification legend

- Highly probable clayey soil
- Highly probable mixture soil
- Highly probable sandy soil

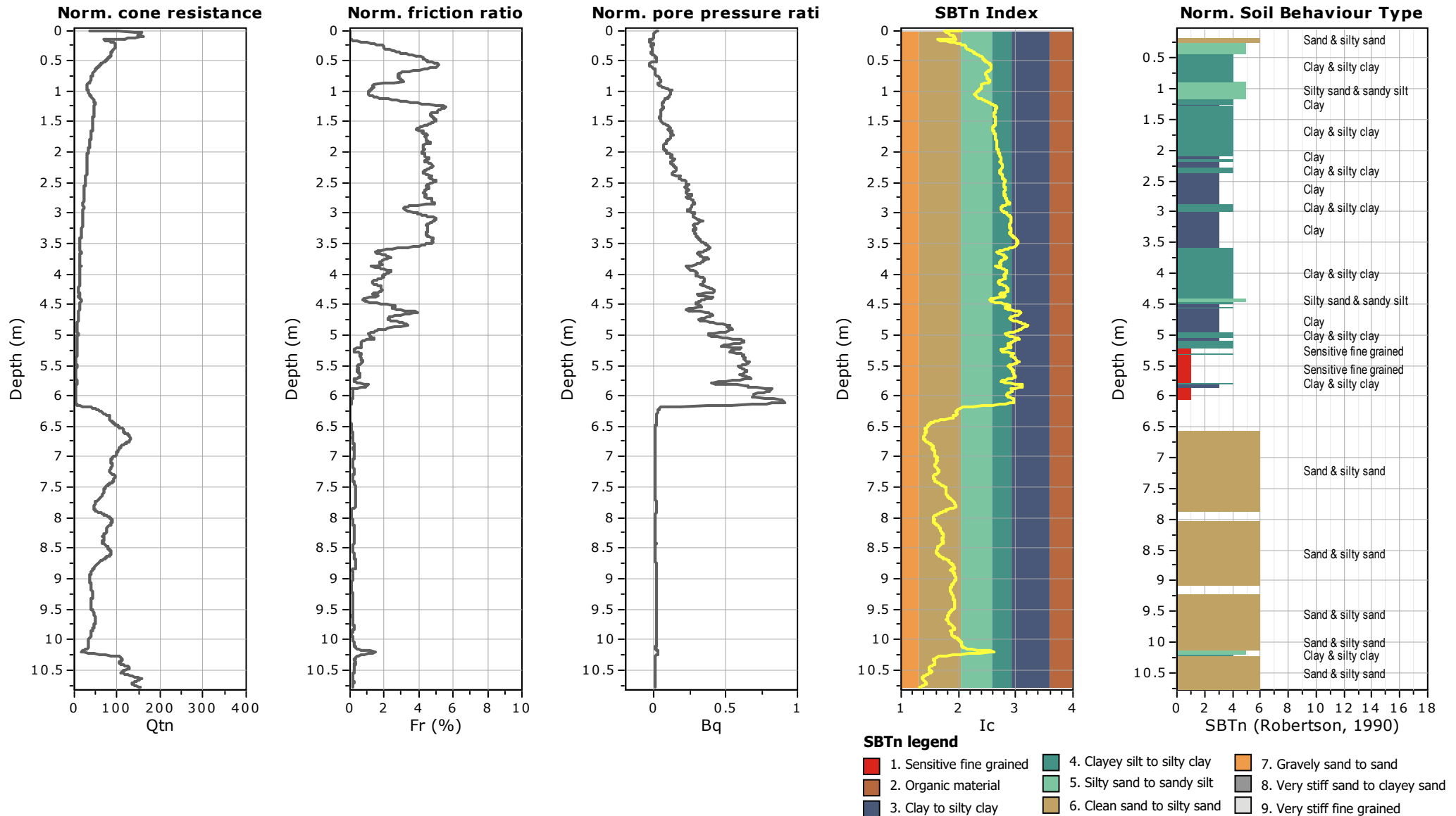


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU01

Total depth: 10.78 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System

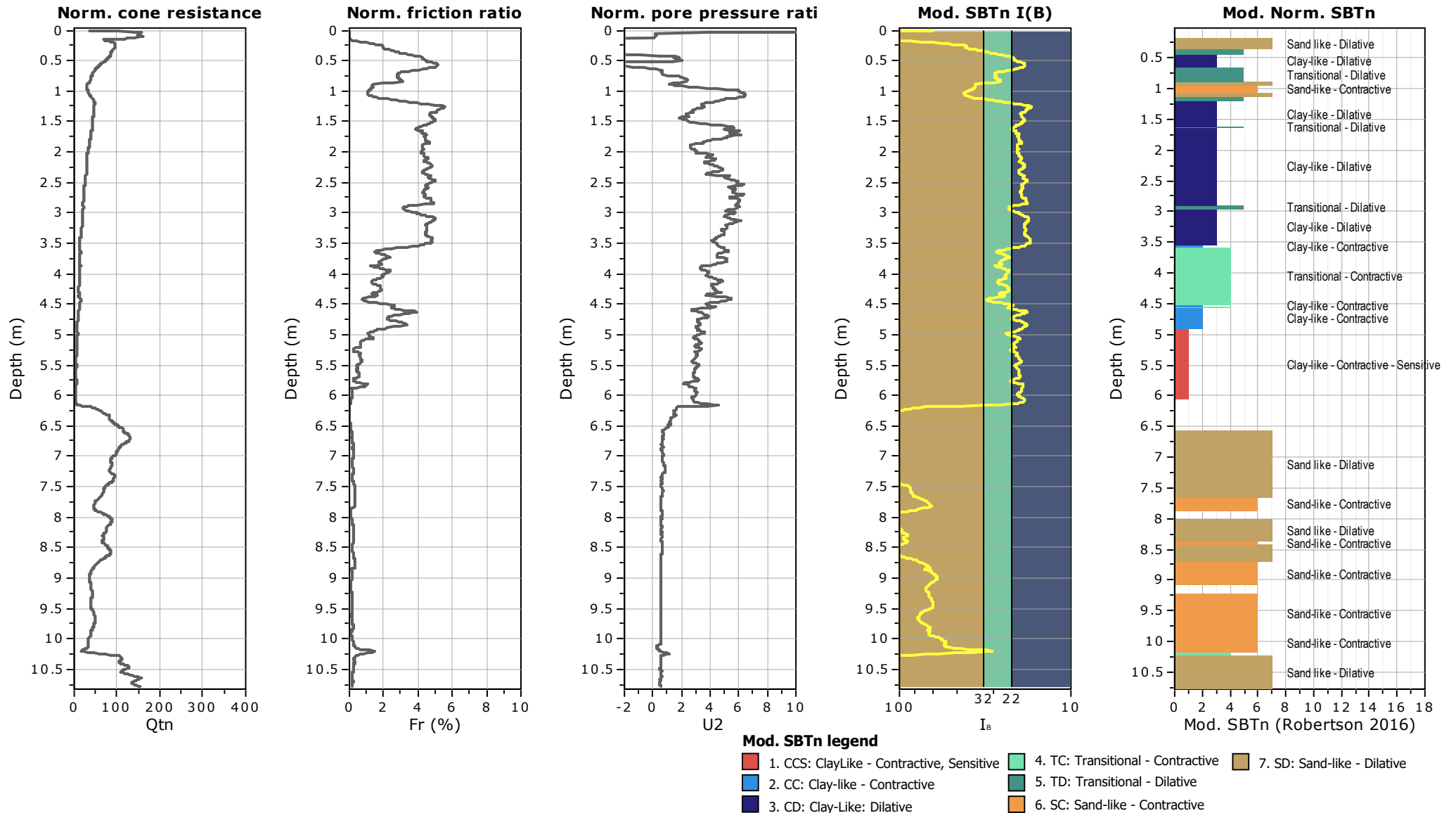


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

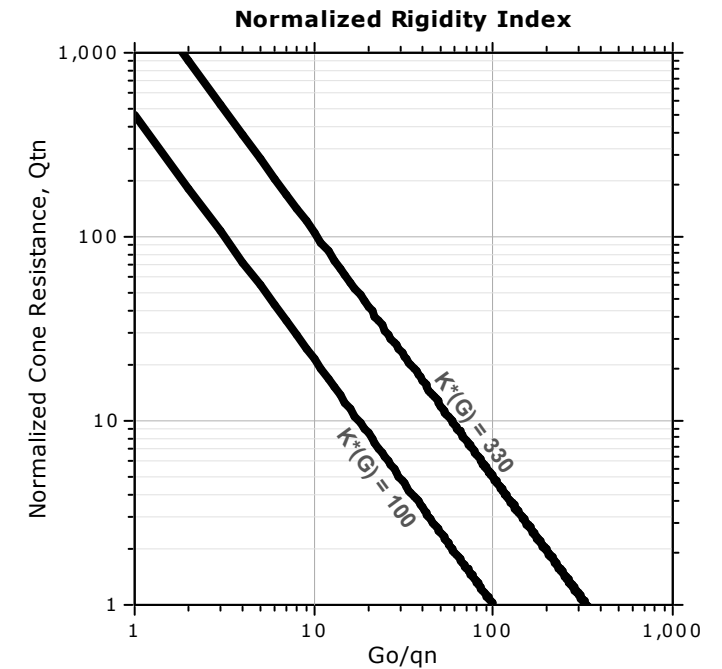
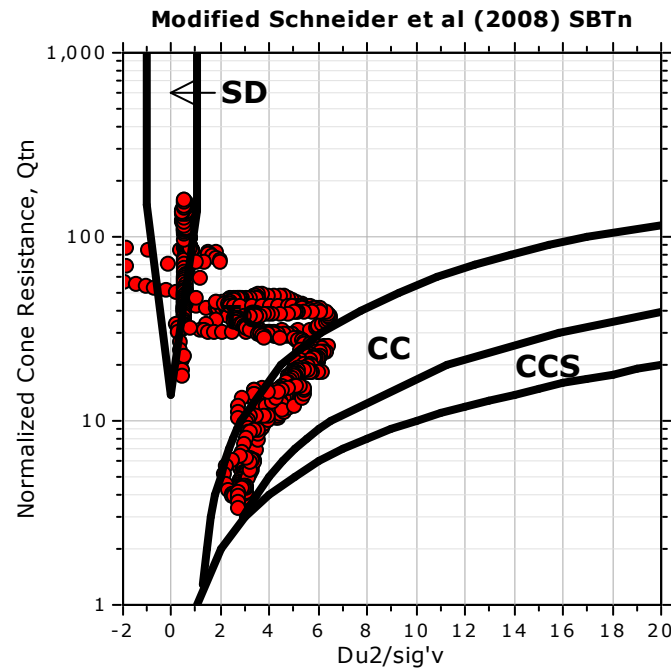
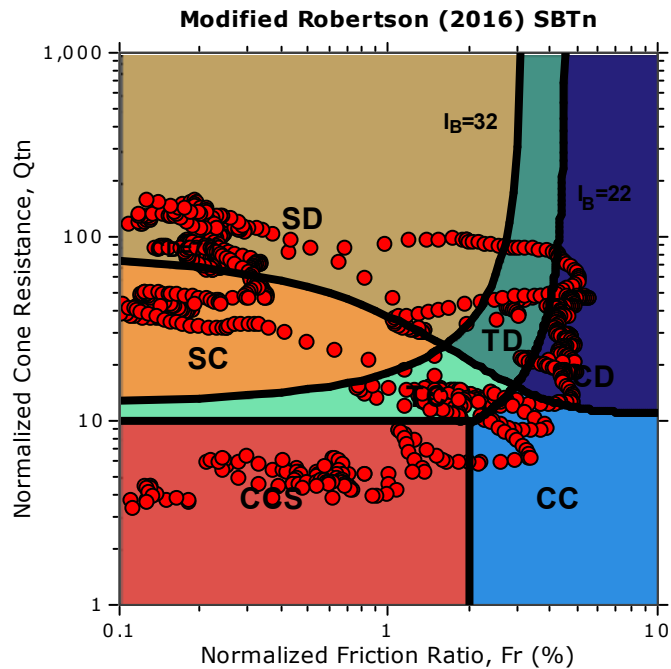
CPT: CPTU01

Total depth: 10.78 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



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

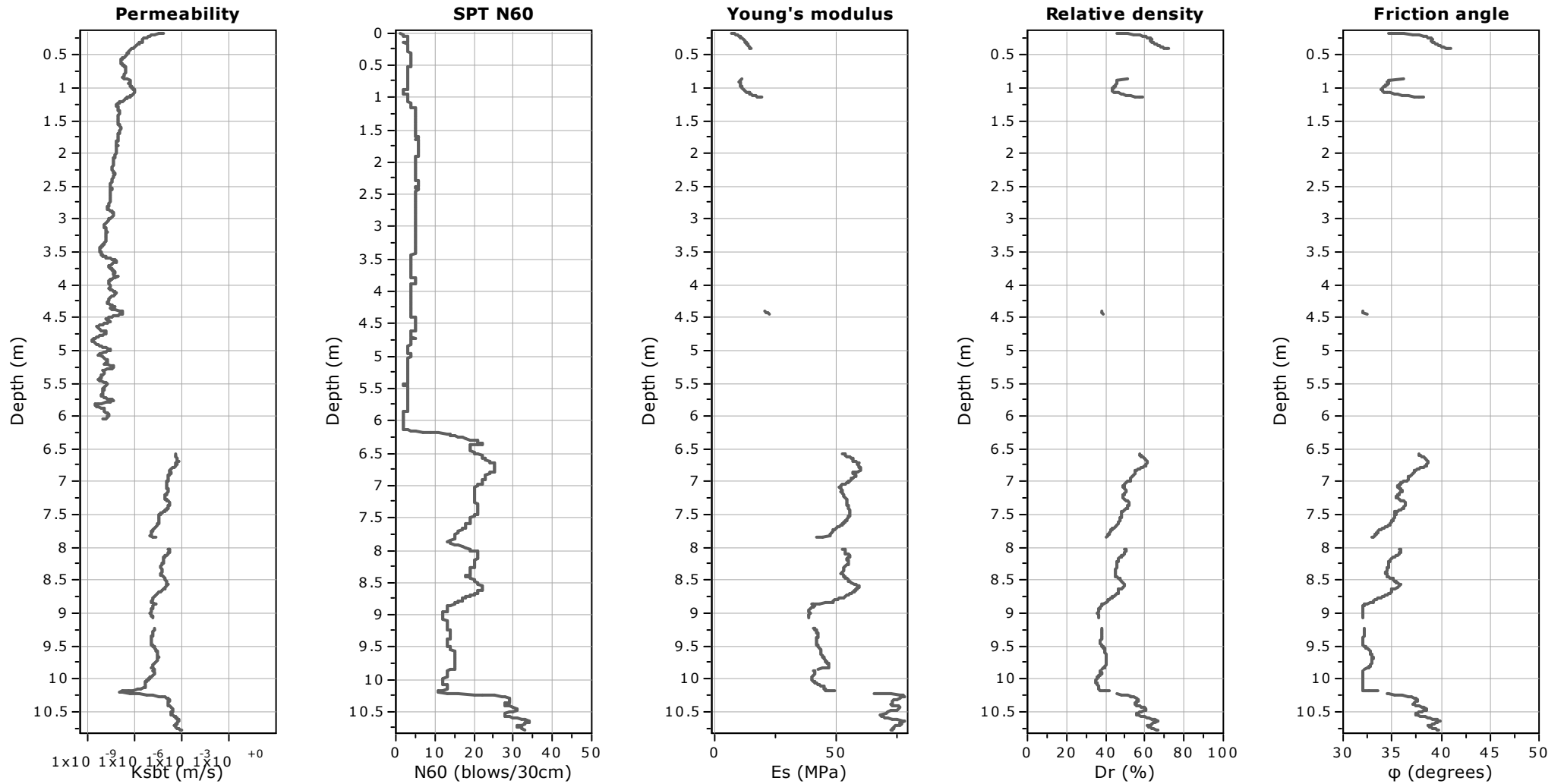
$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU01

Total depth: 10.78 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



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)

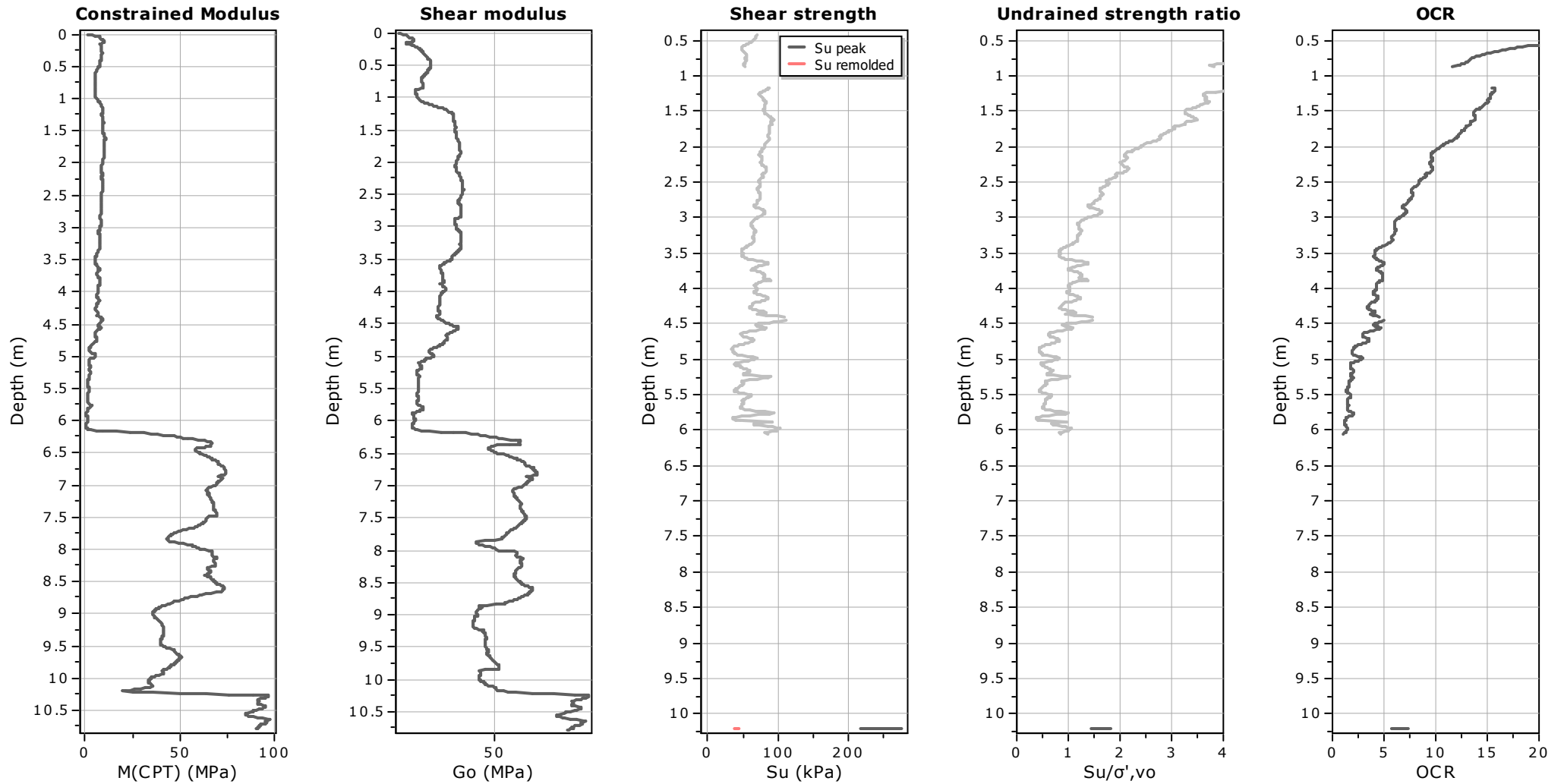
Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU01

Total depth: 10.78 m, Date: 27/08/2024
Cone Operator: Soil System



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} : 0.33

● Flat Dilatometer Test data

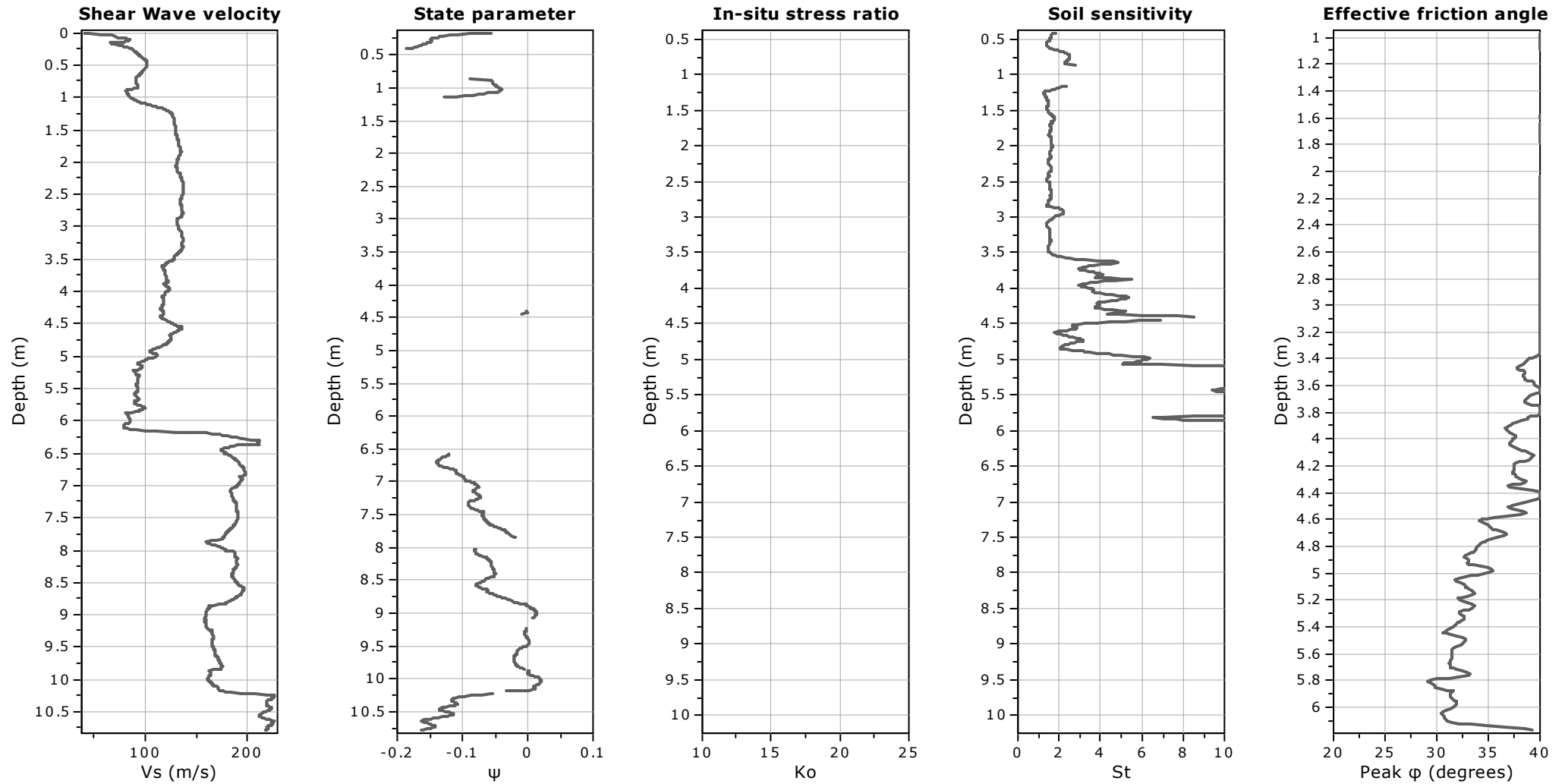
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU01

Total depth: 10.78 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



Calculation parameters

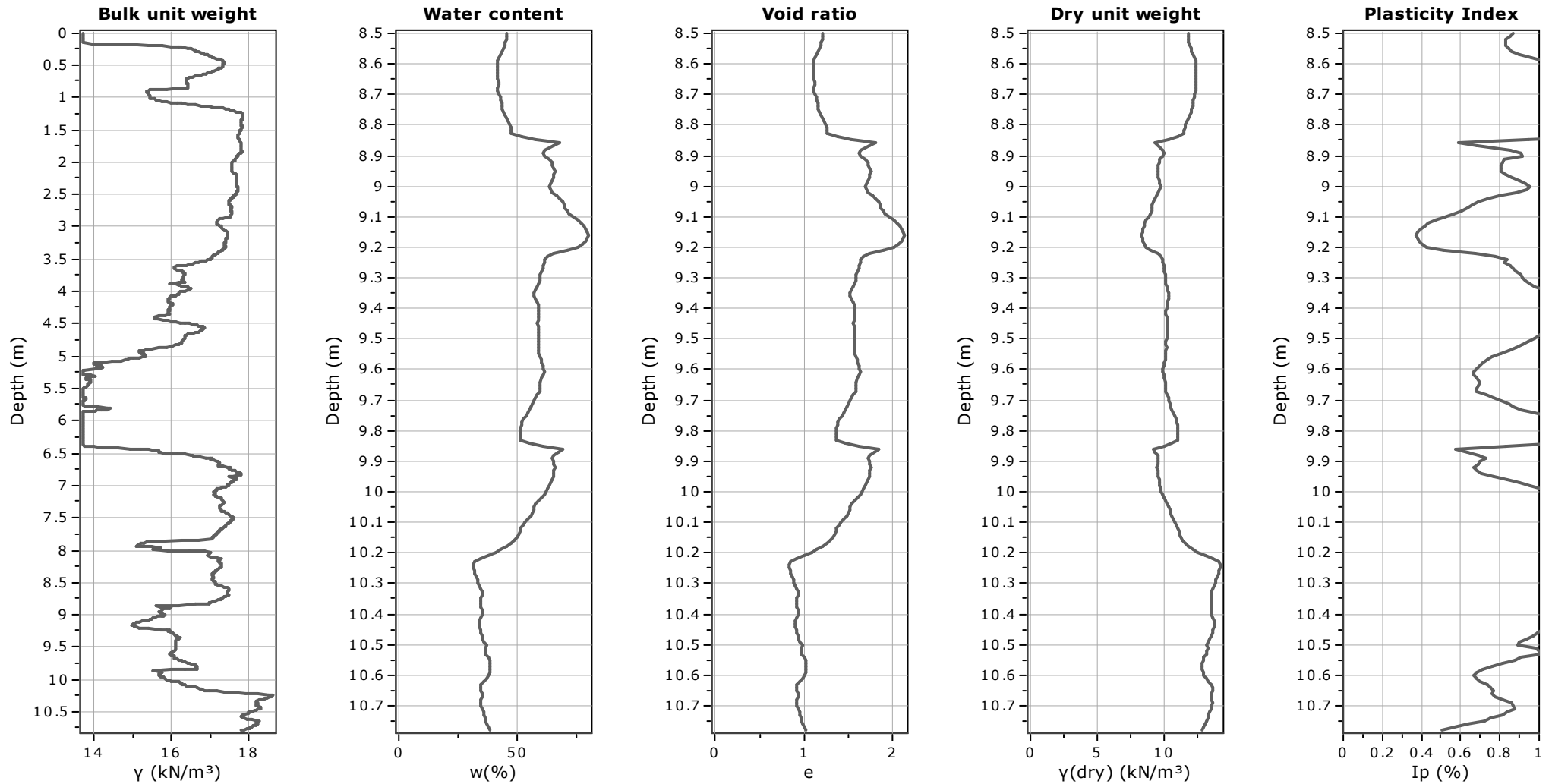
Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU01

Total depth: 10.78 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



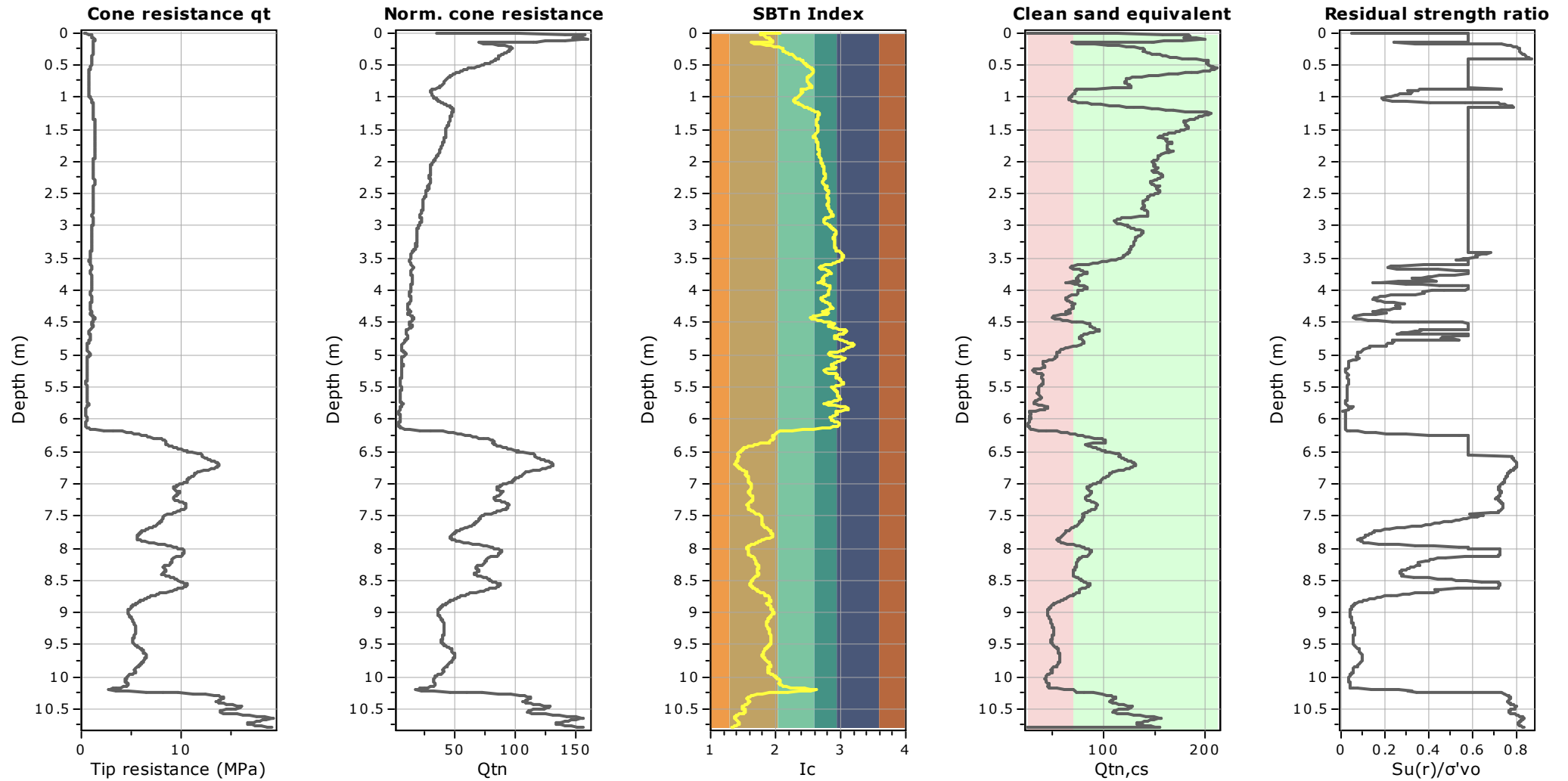
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU01

Total depth: 10.78 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System

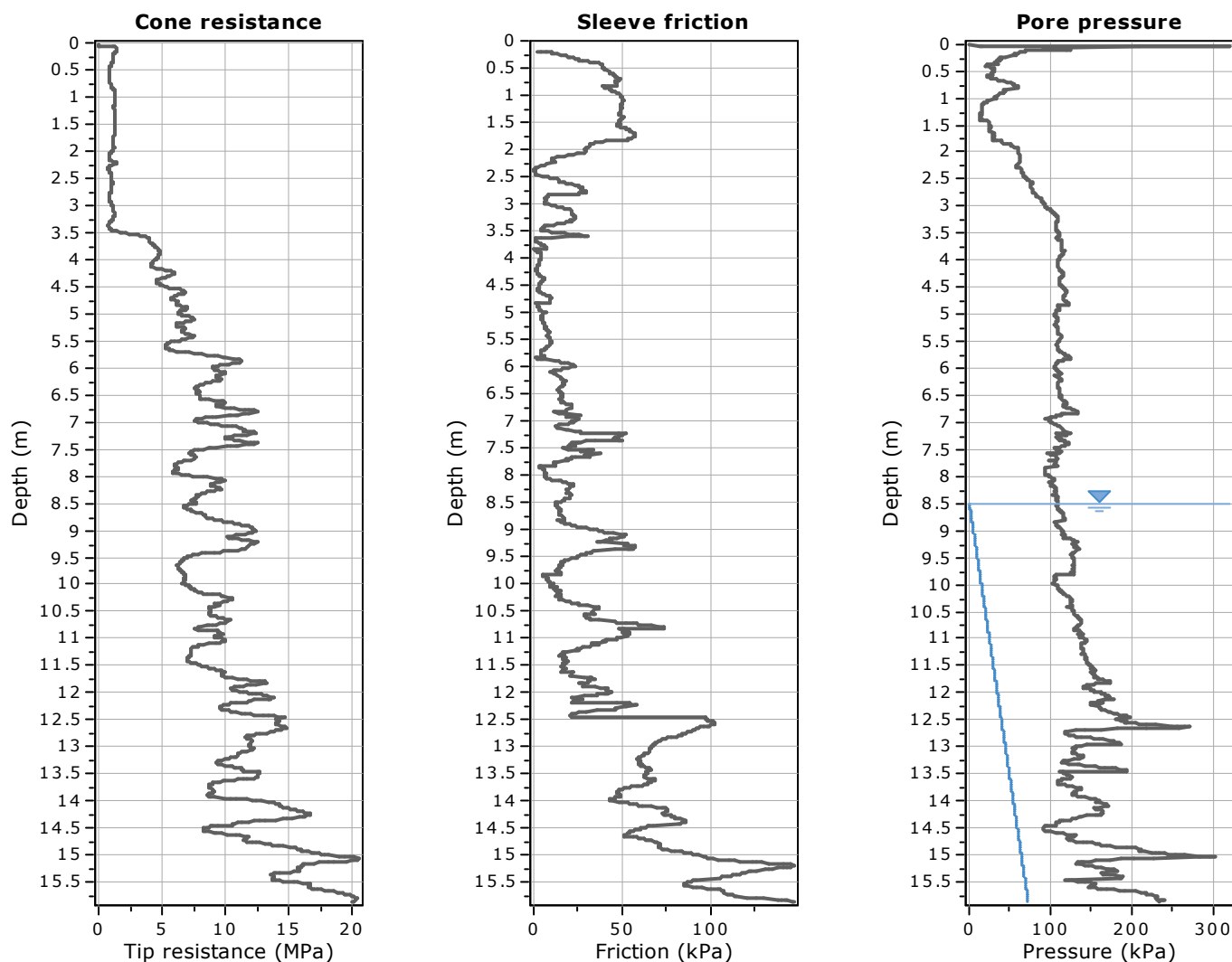


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

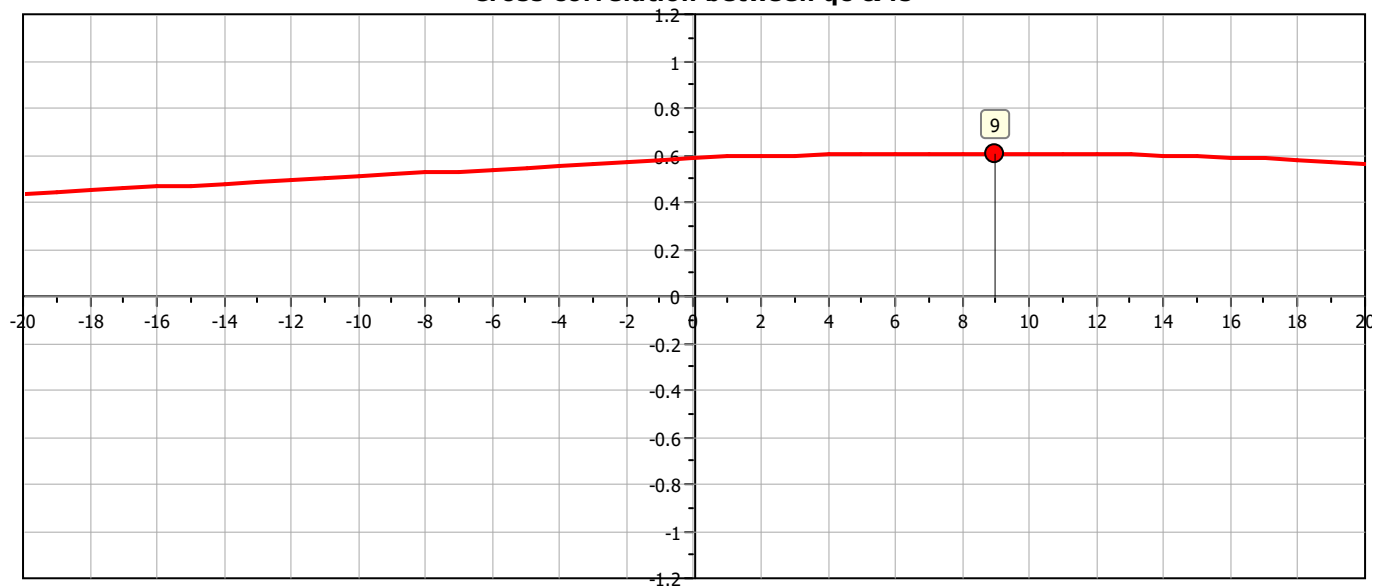
Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024

Location: Cortemaggiore (PC)

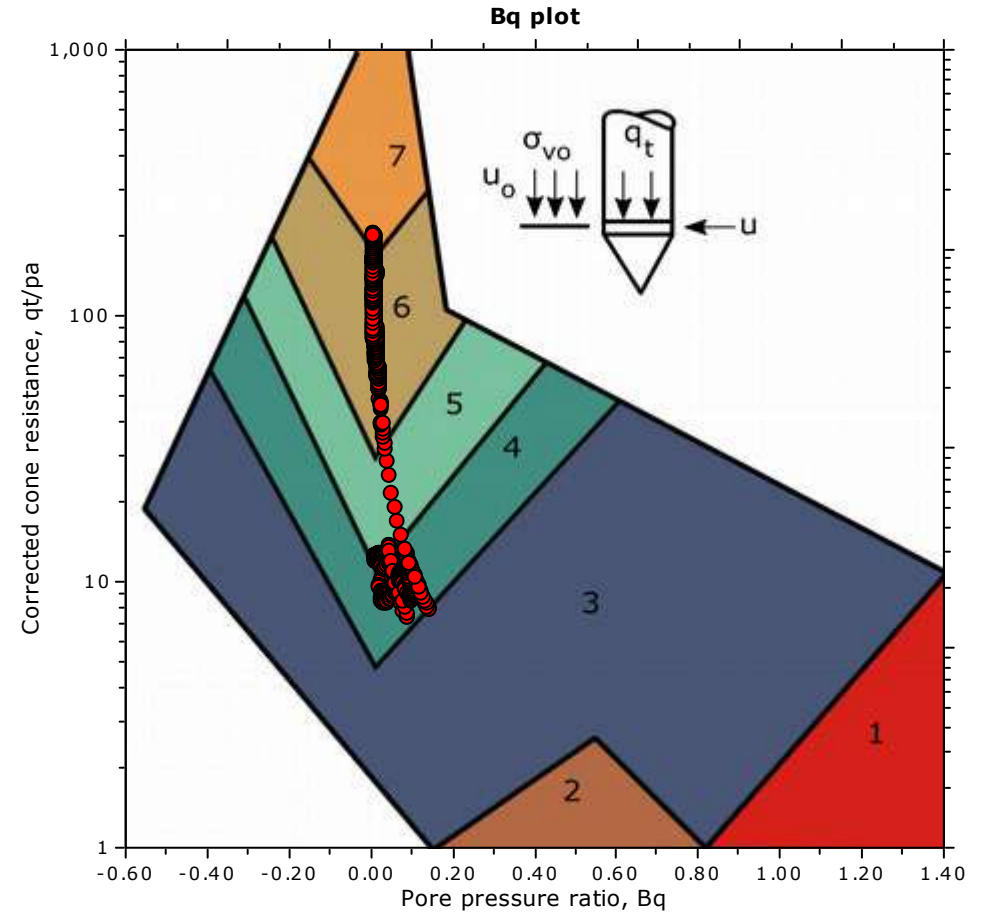
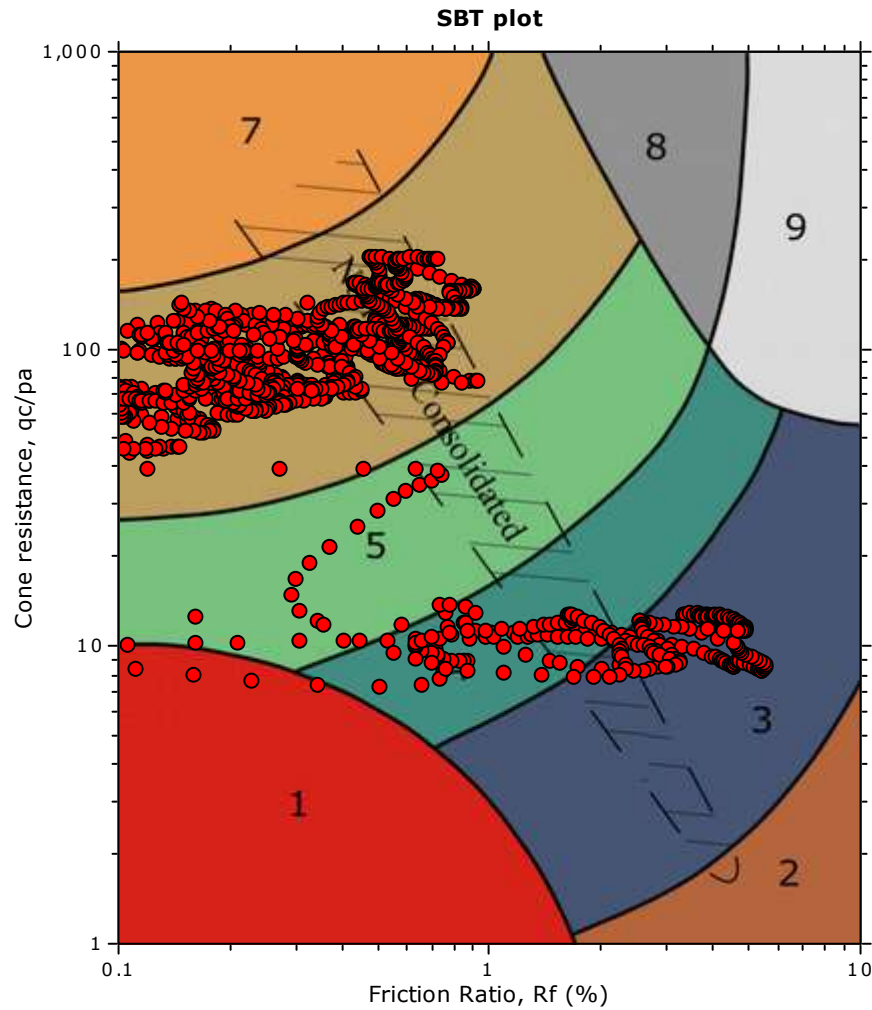
Cone Operator: Soil System



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).

Cross correlation between q_c & f_s


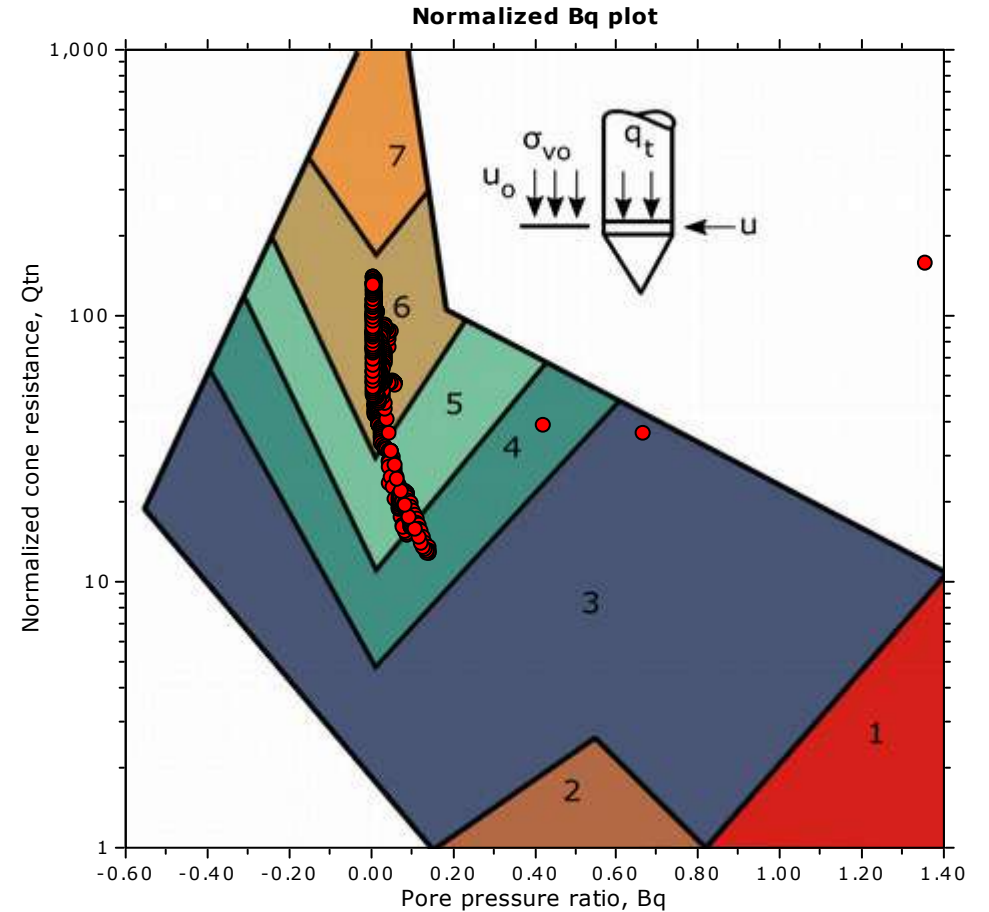
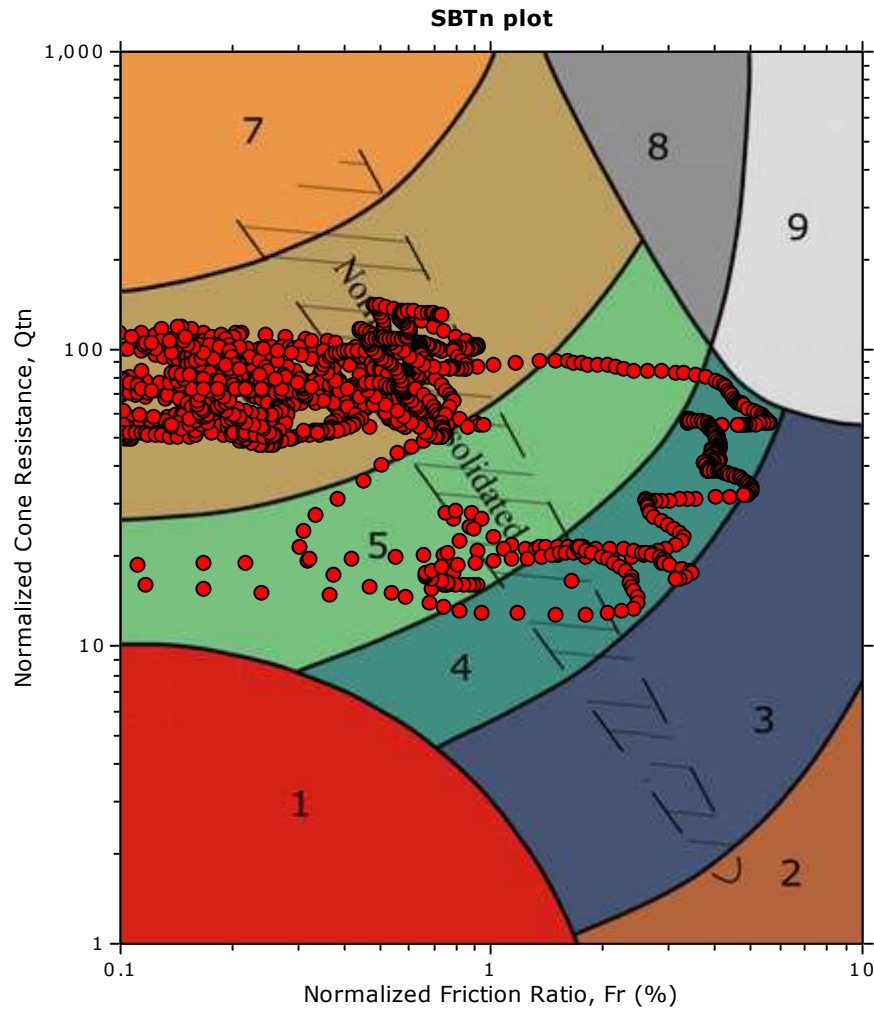
SBT - Bq plots



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 |

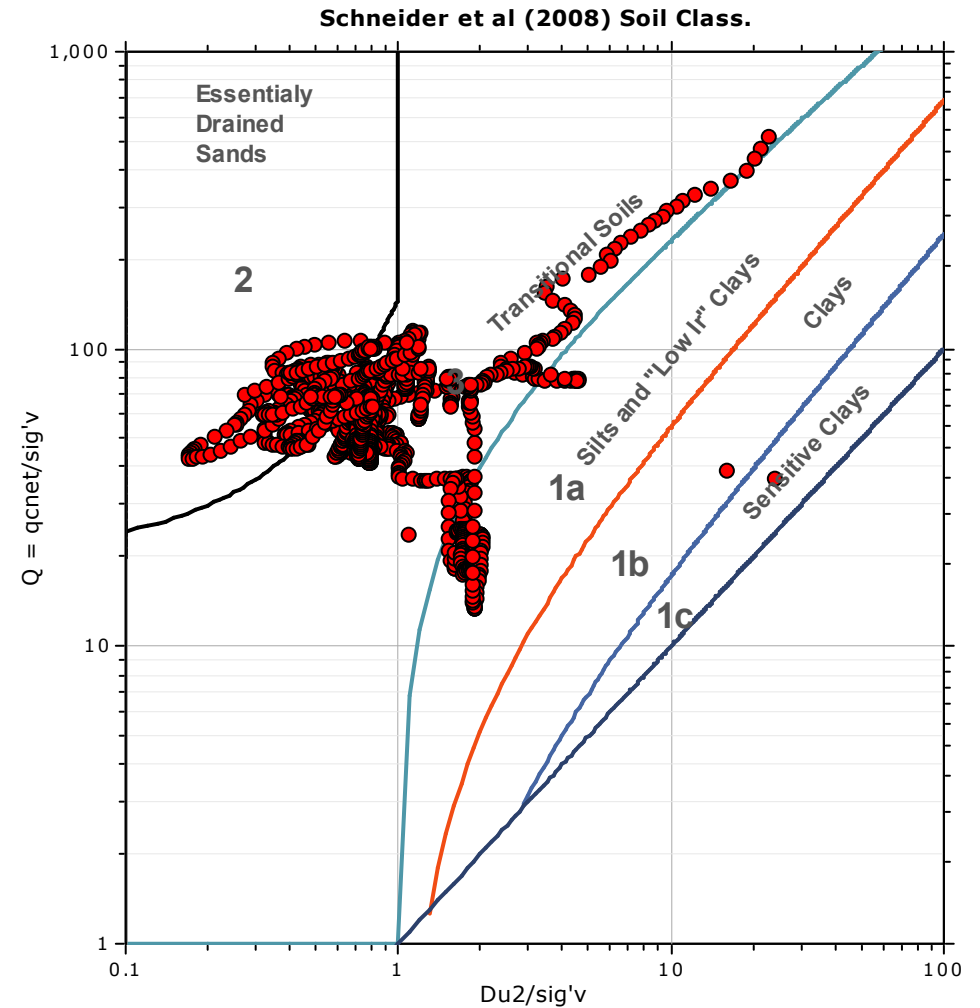
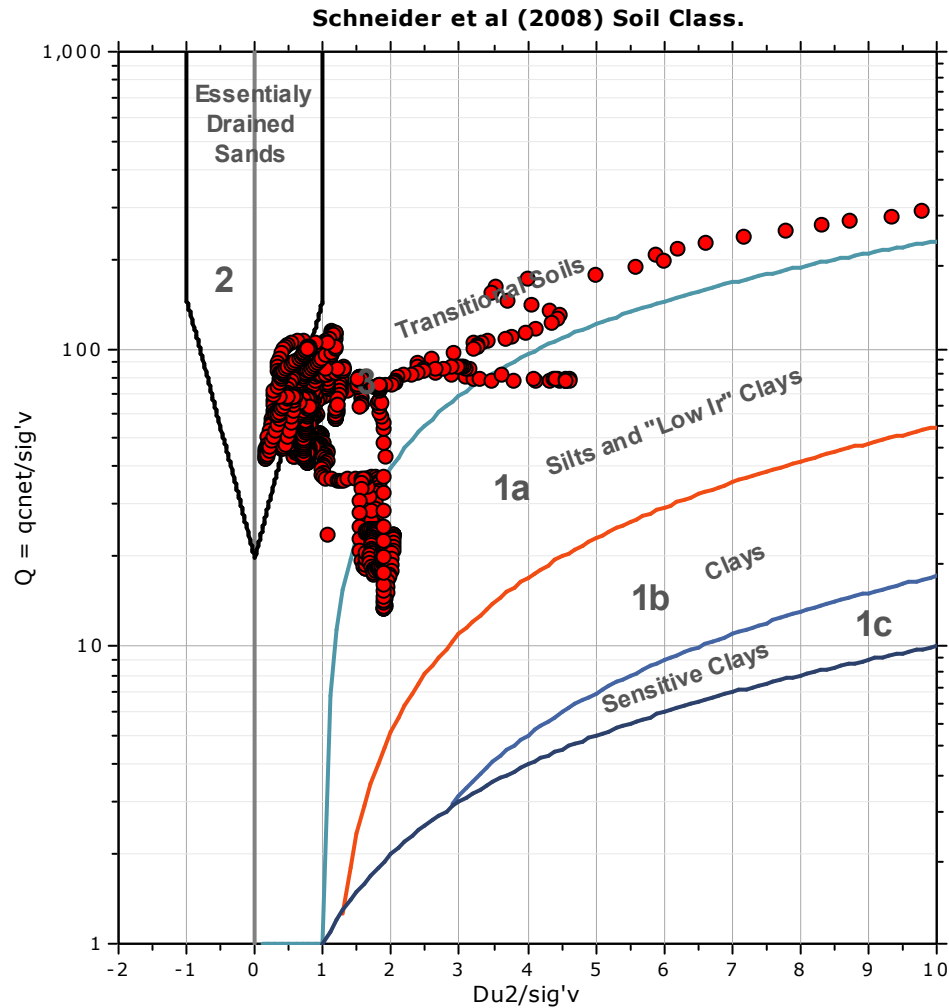
SBT - Bq plots (normalized)

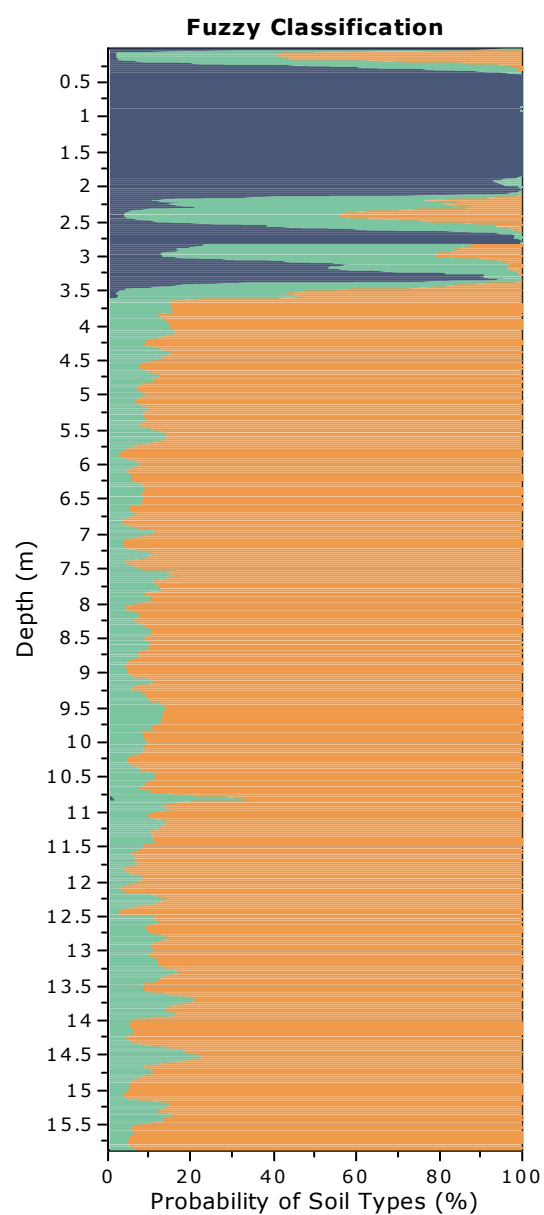
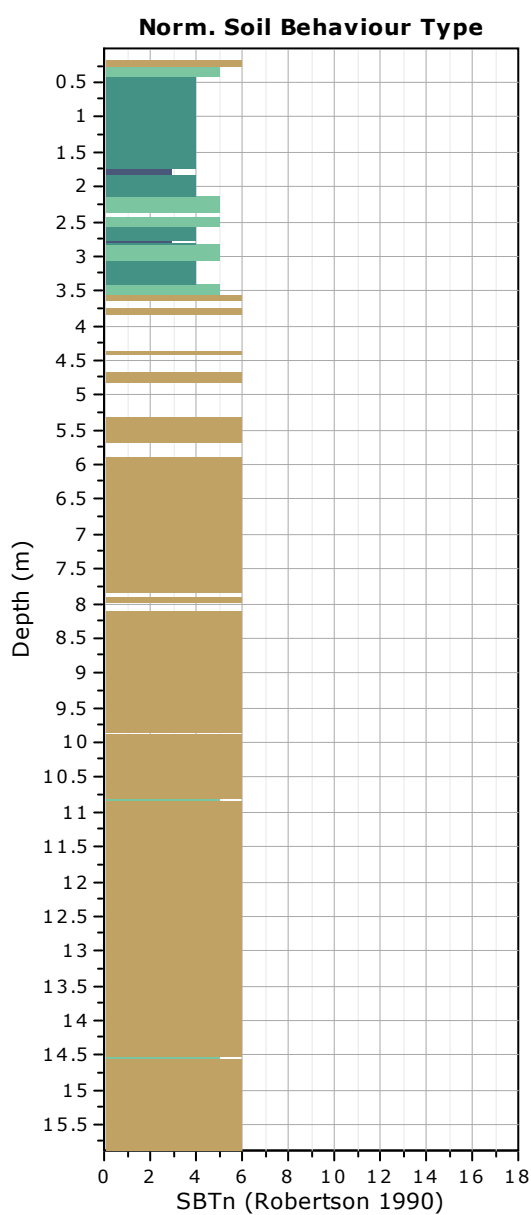


SBTn legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 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 |

Bq plots (Schneider)





Fuzzy classification legend

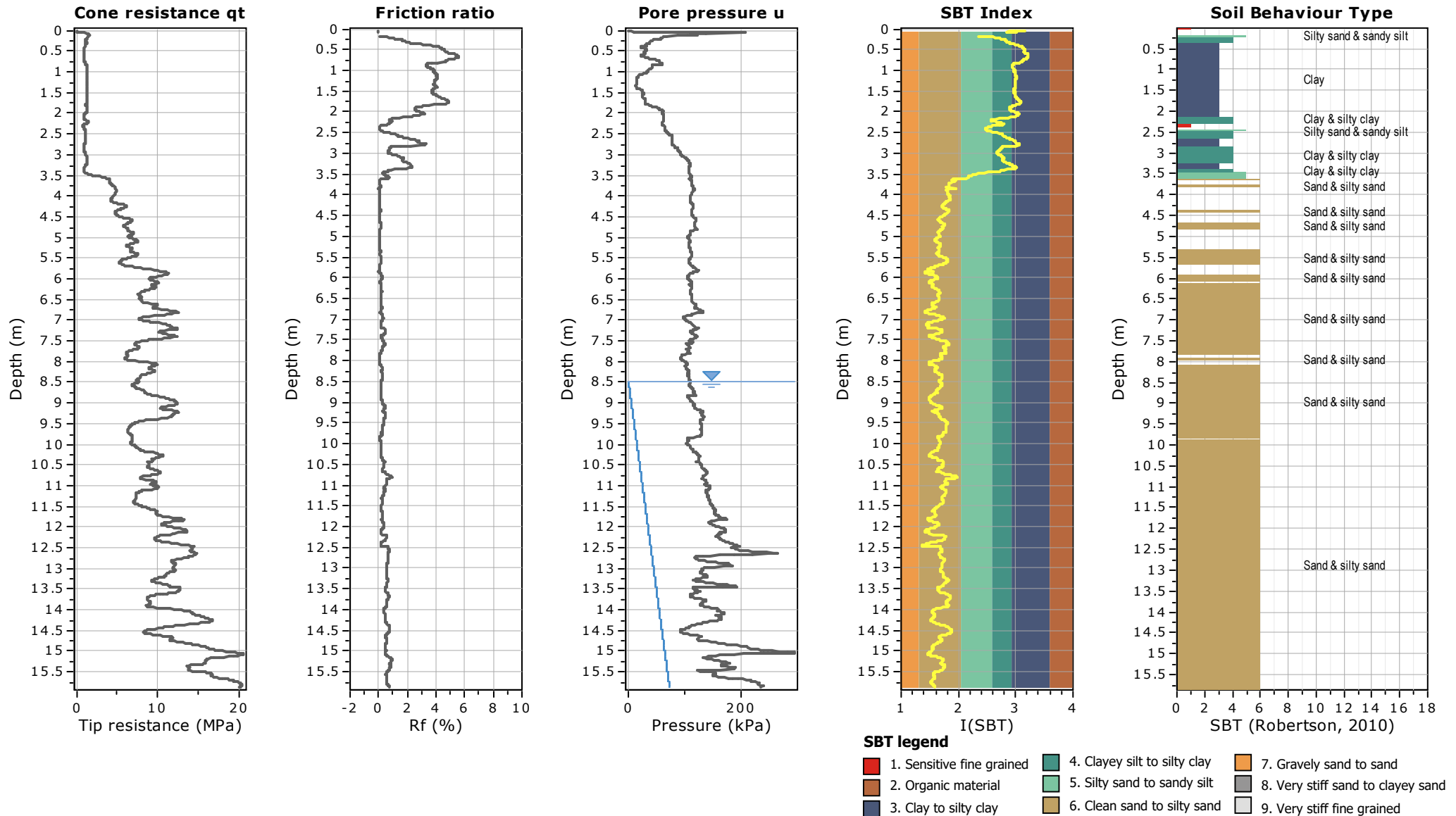
- Highly probable clayey soil
- Highly probable mixture soil
- Highly probable sandy soil

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU02

Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System

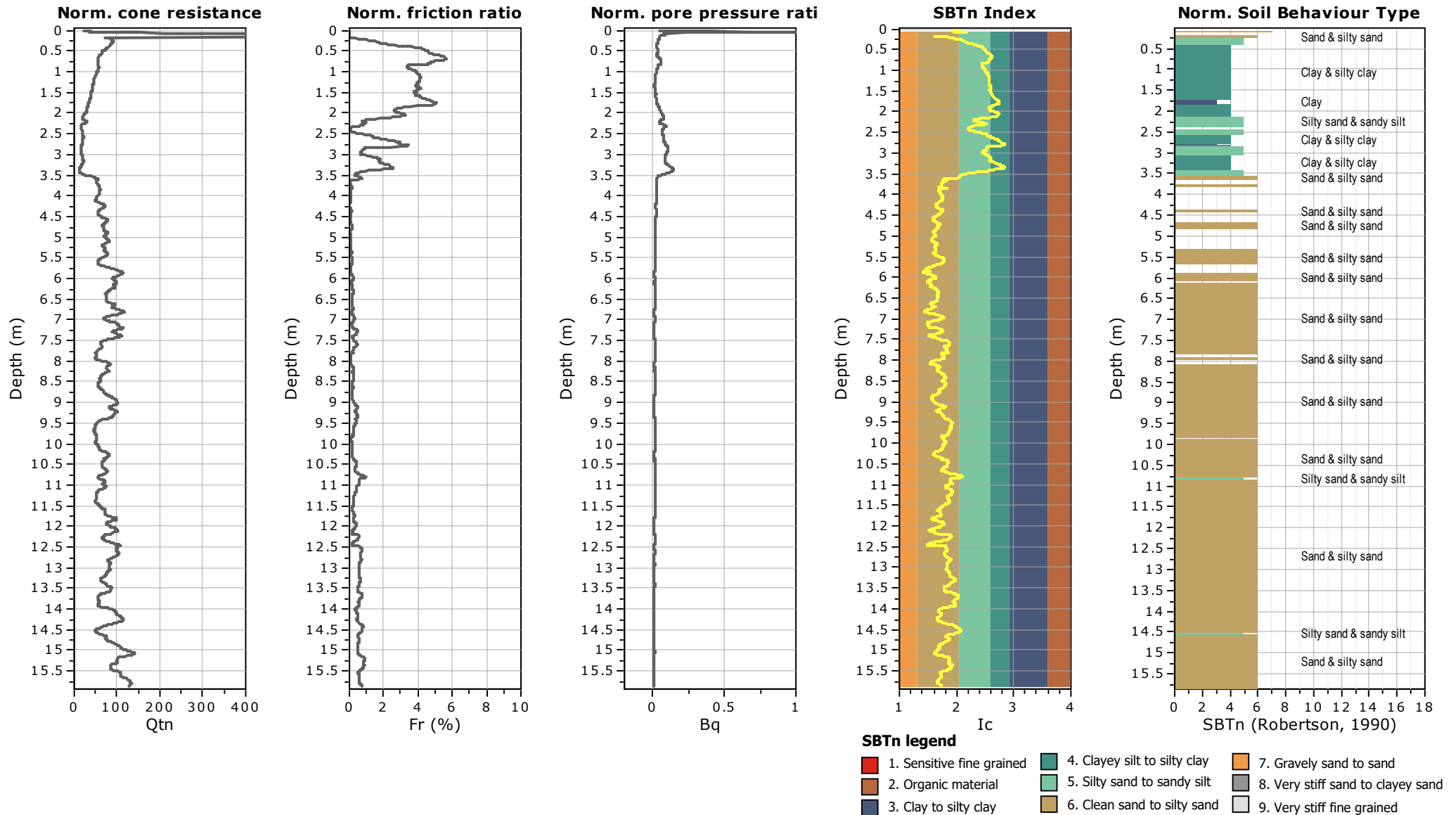


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU02

Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System

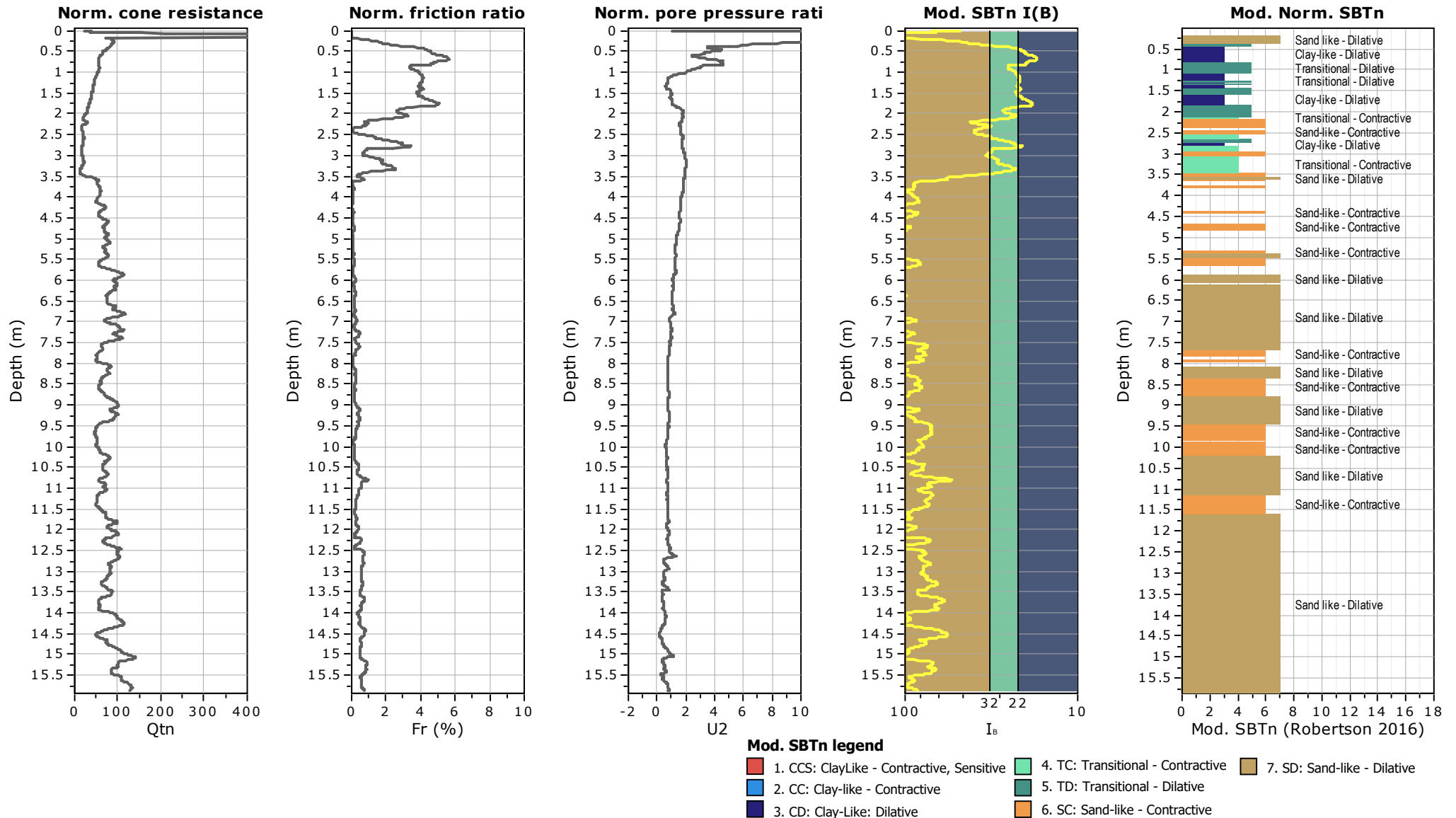


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

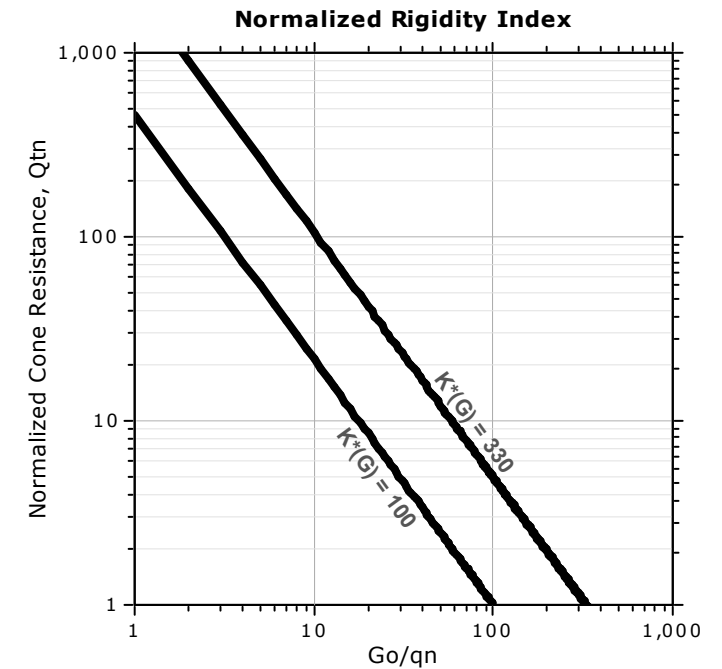
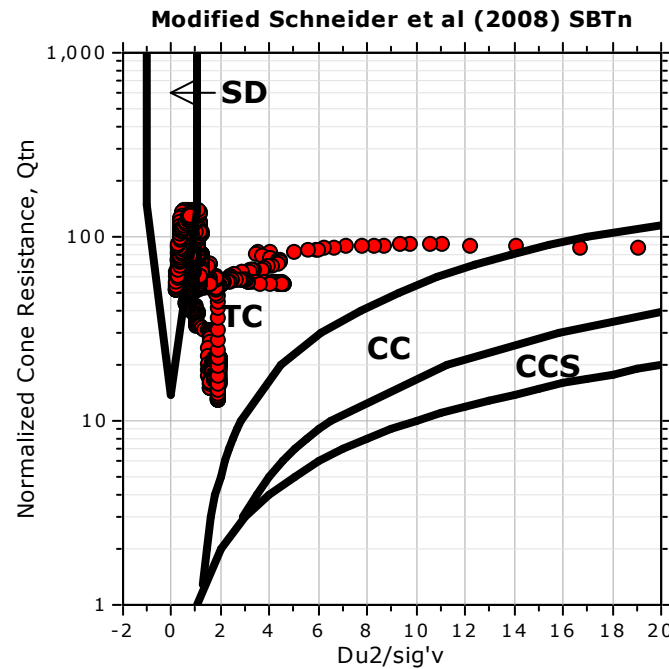
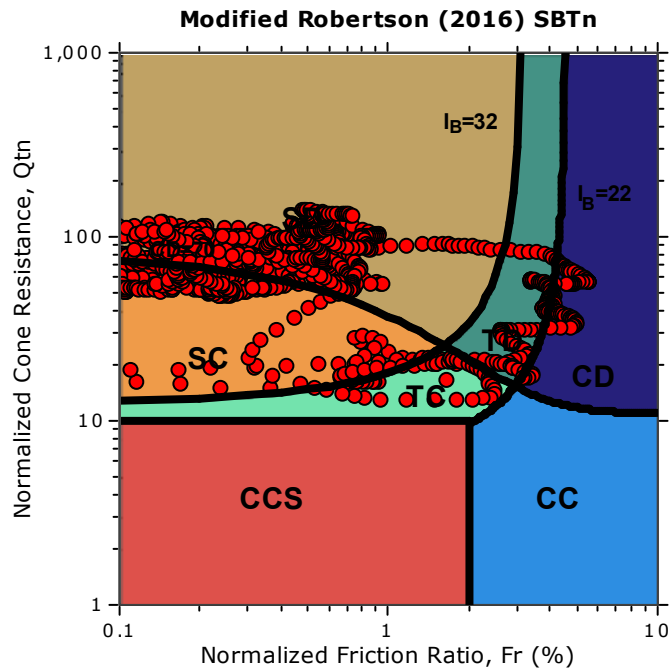
CPT: CPTU02

Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



Updated SBTn plots



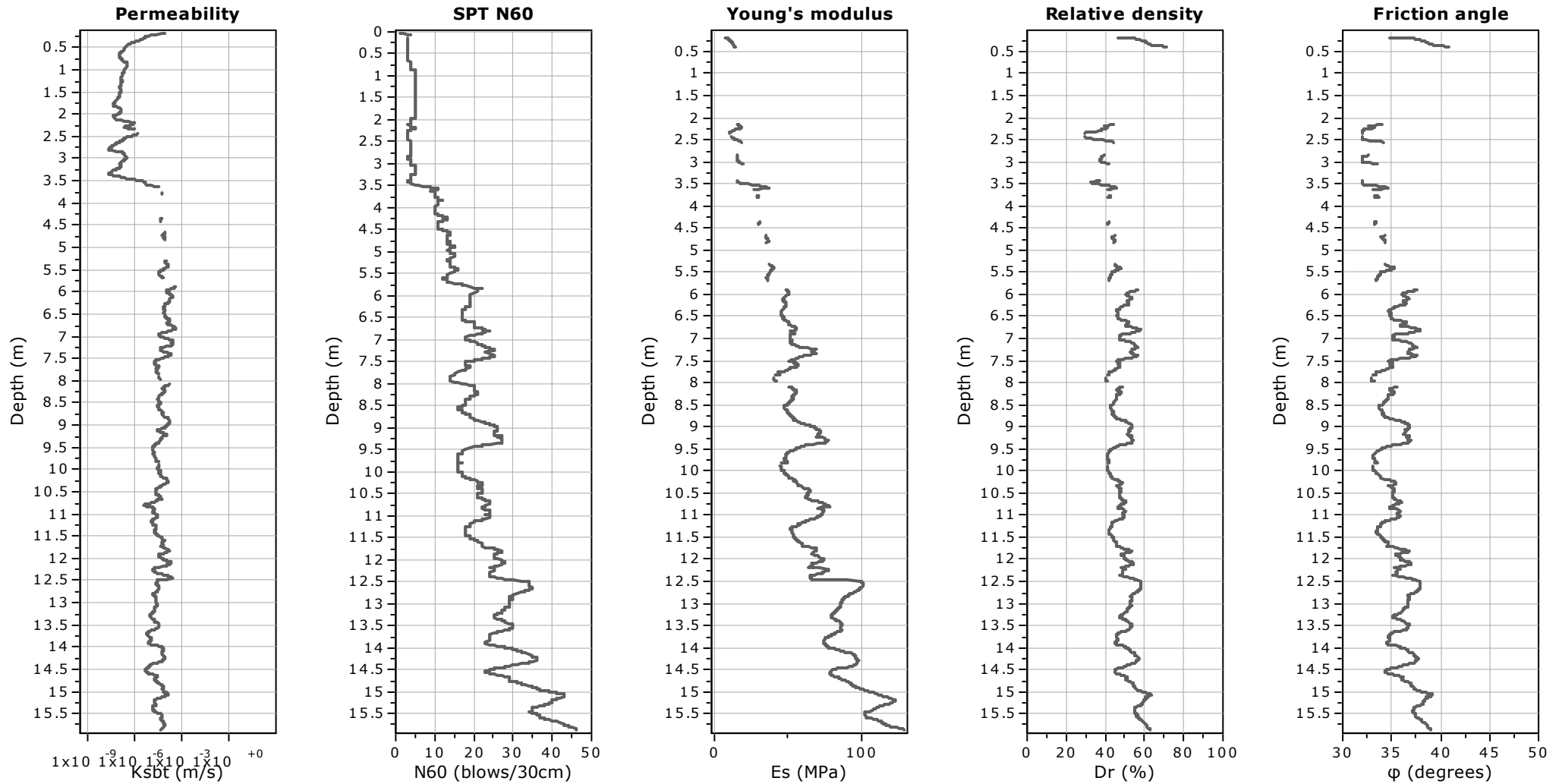
CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU02

Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024
Cone Operator: Soil System



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

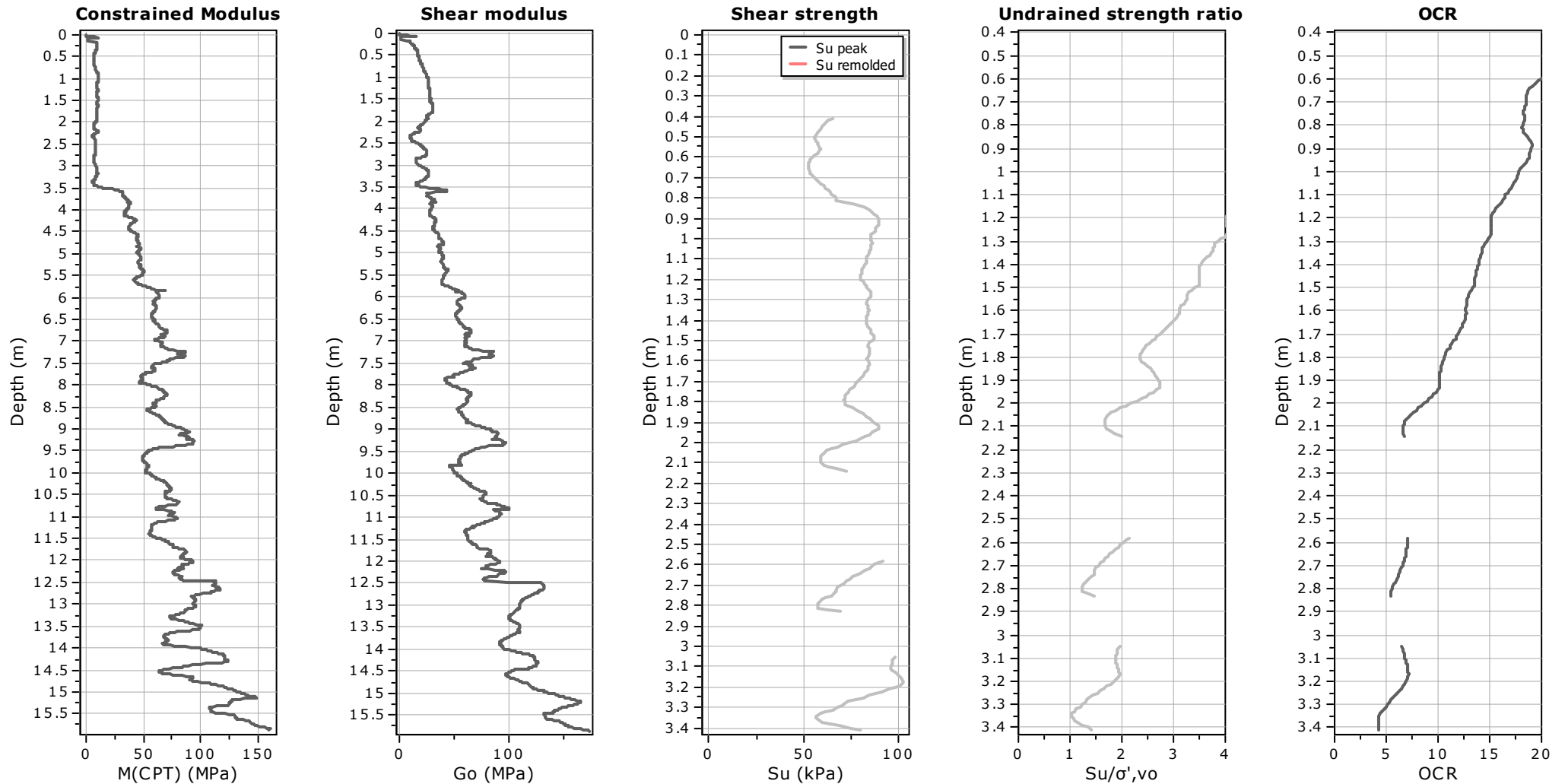
Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU02

Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



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} : 0.33

● Flat Dilatometer Test data

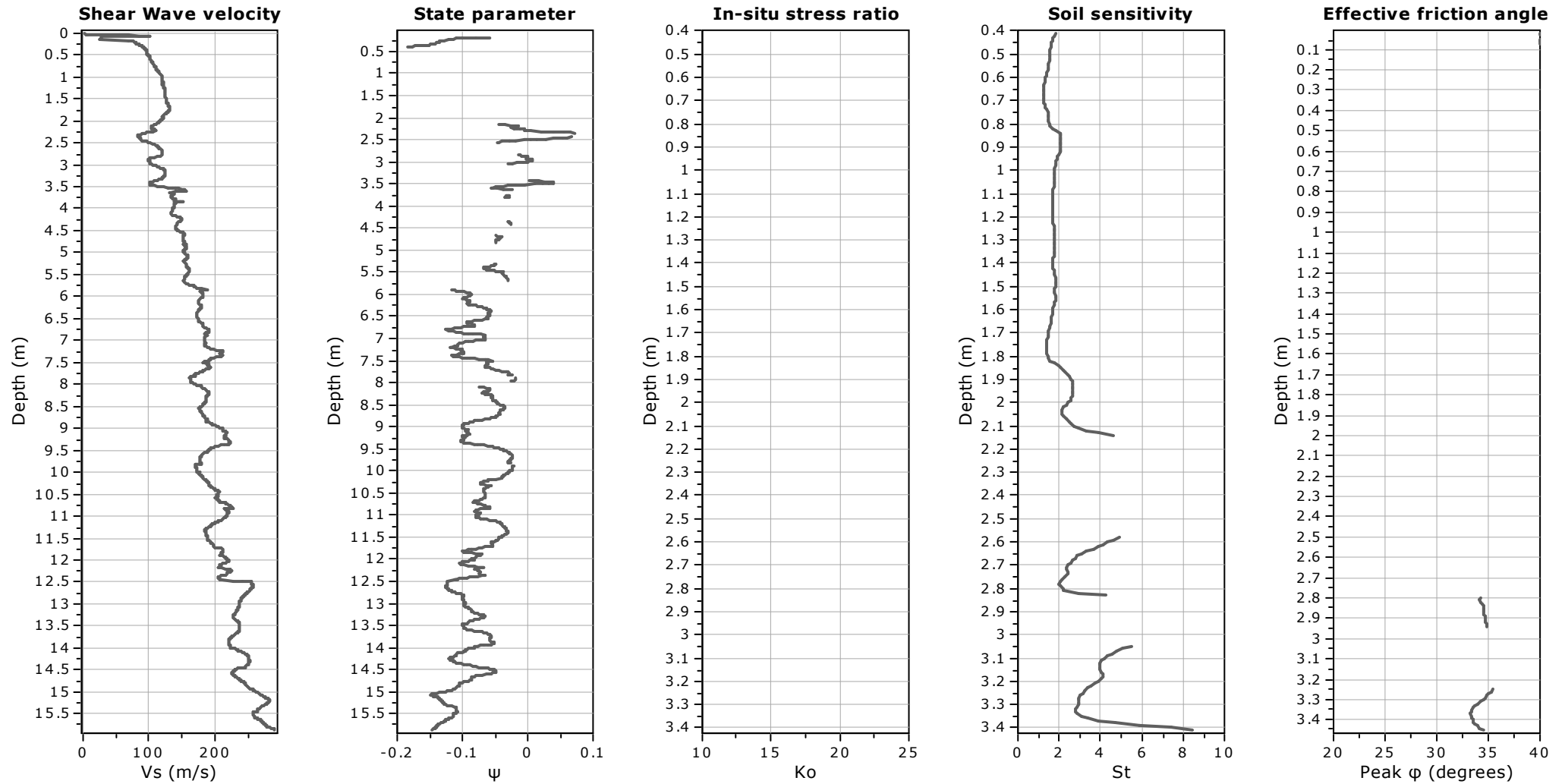
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU02

Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



Calculation parameters

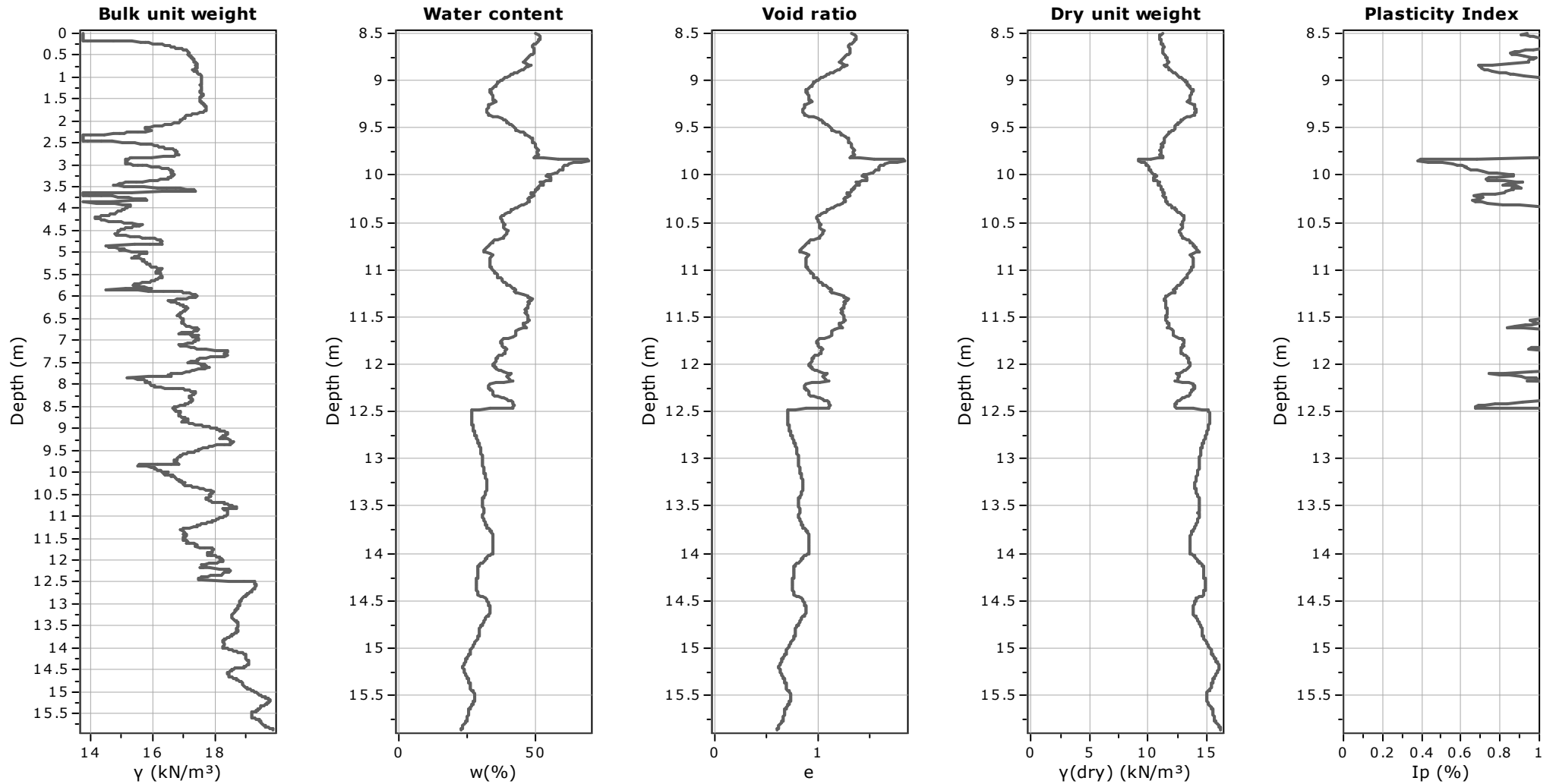
Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU02

Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



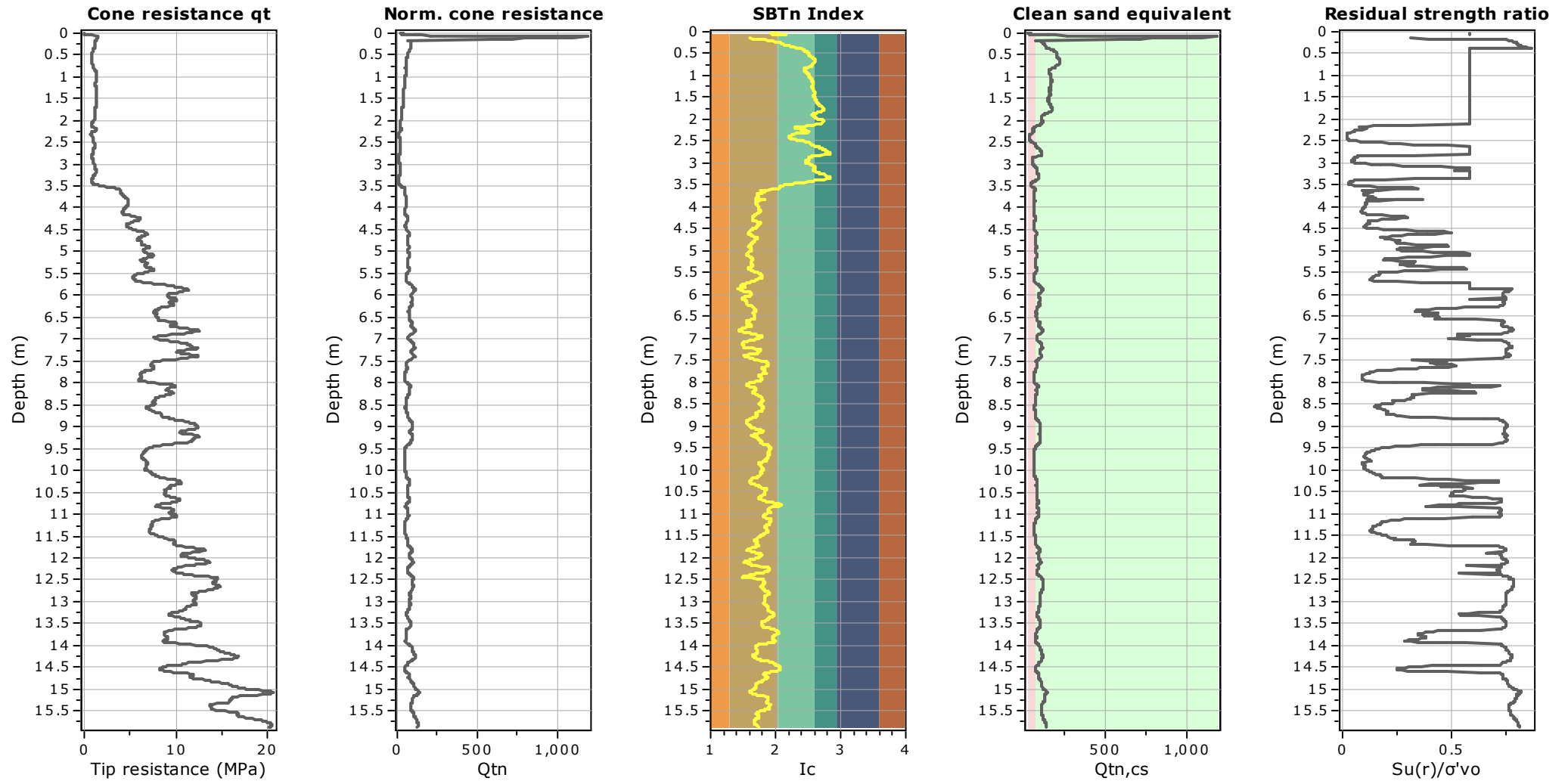
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

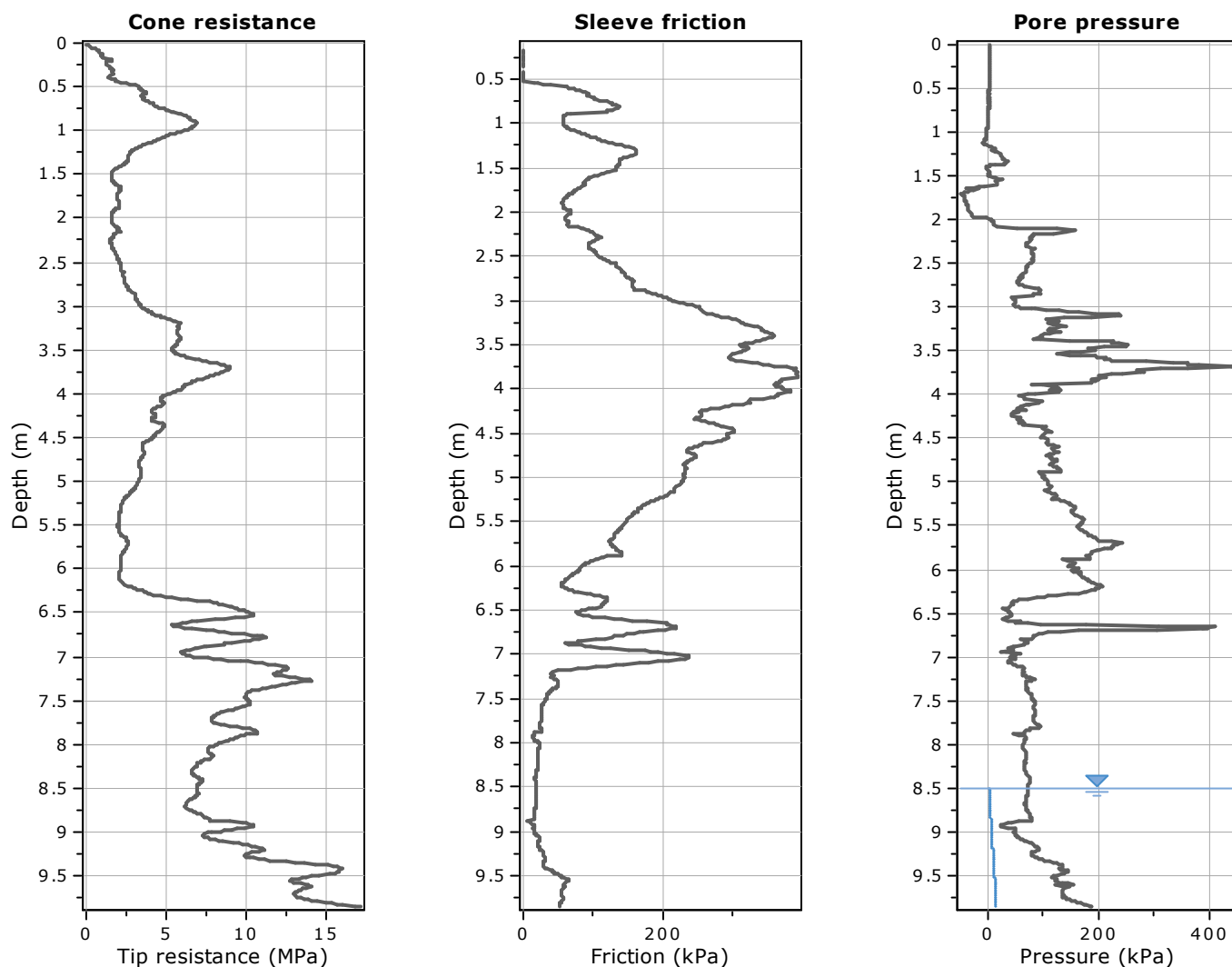
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU02

Total depth: 15.87 m, Date: 27/08/2024

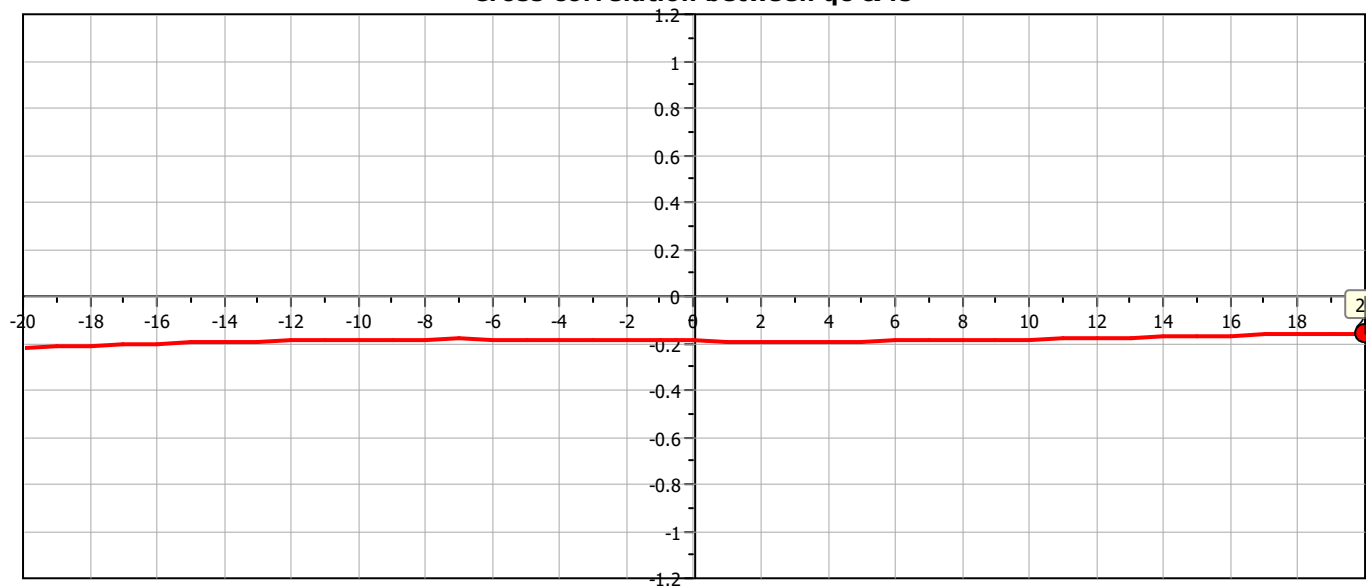
Cone Operator: Soil System



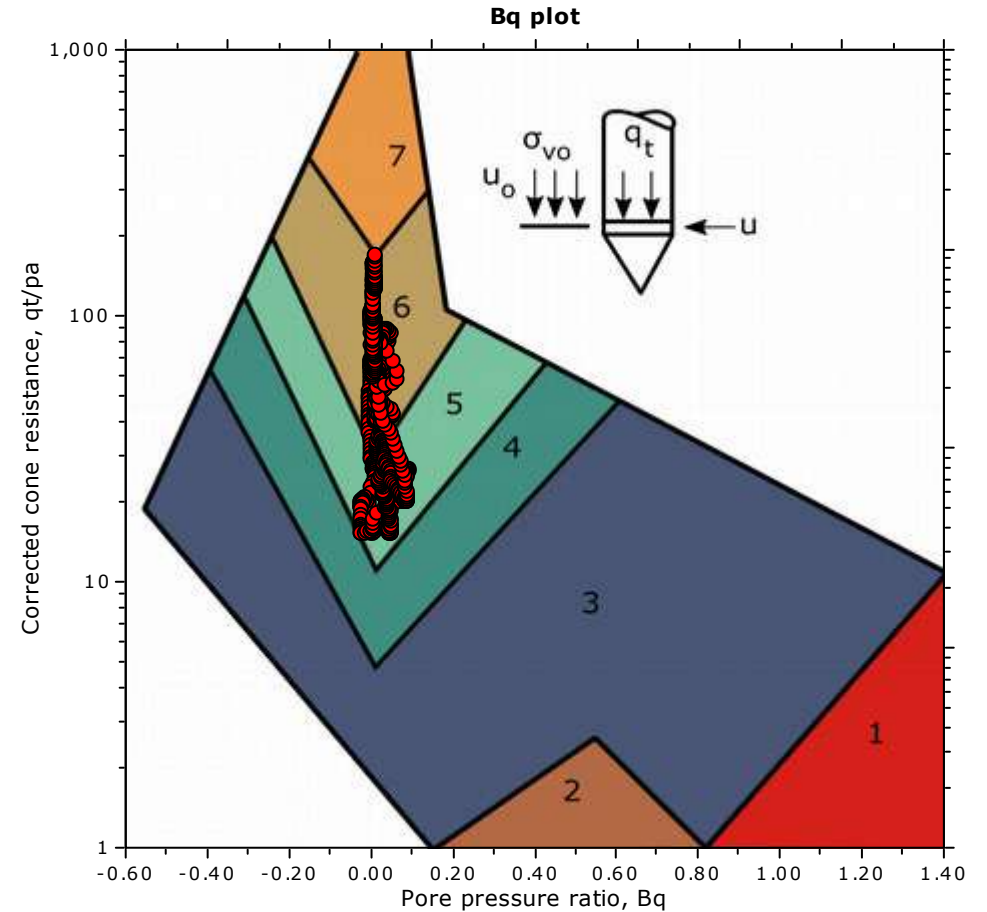
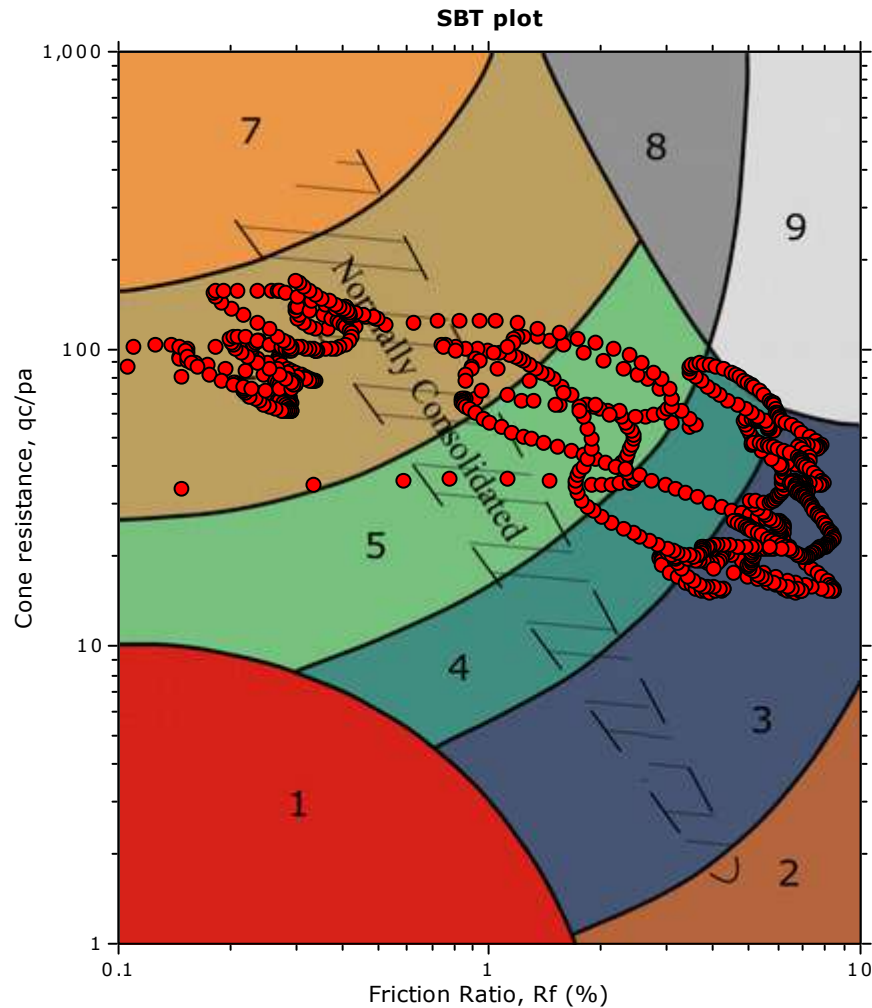


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).

Cross correlation between q_c & f_s



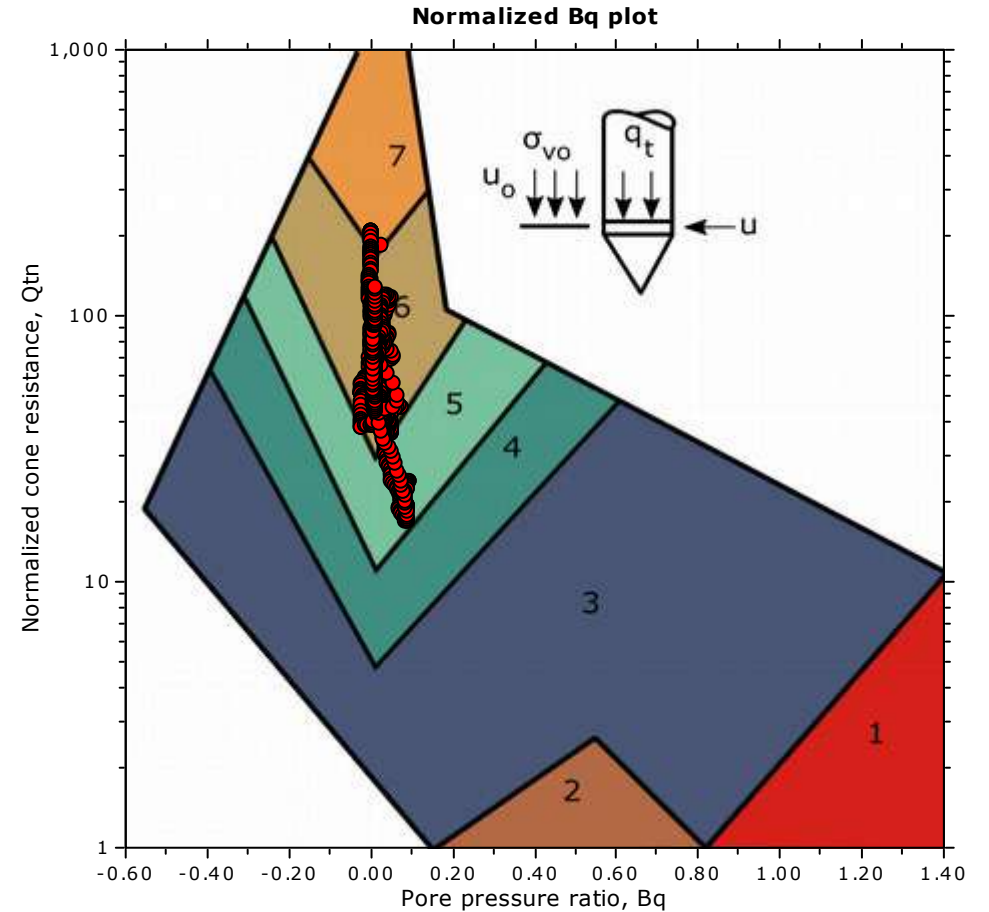
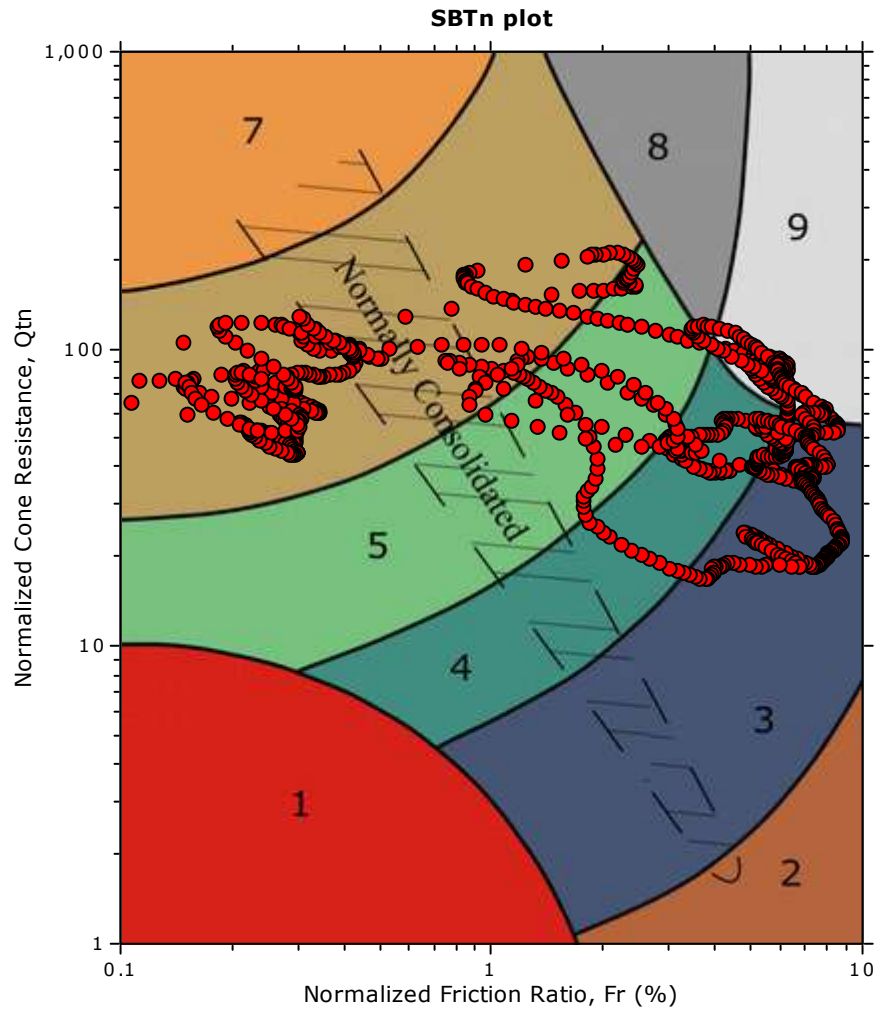
SBT - Bq plots



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 |

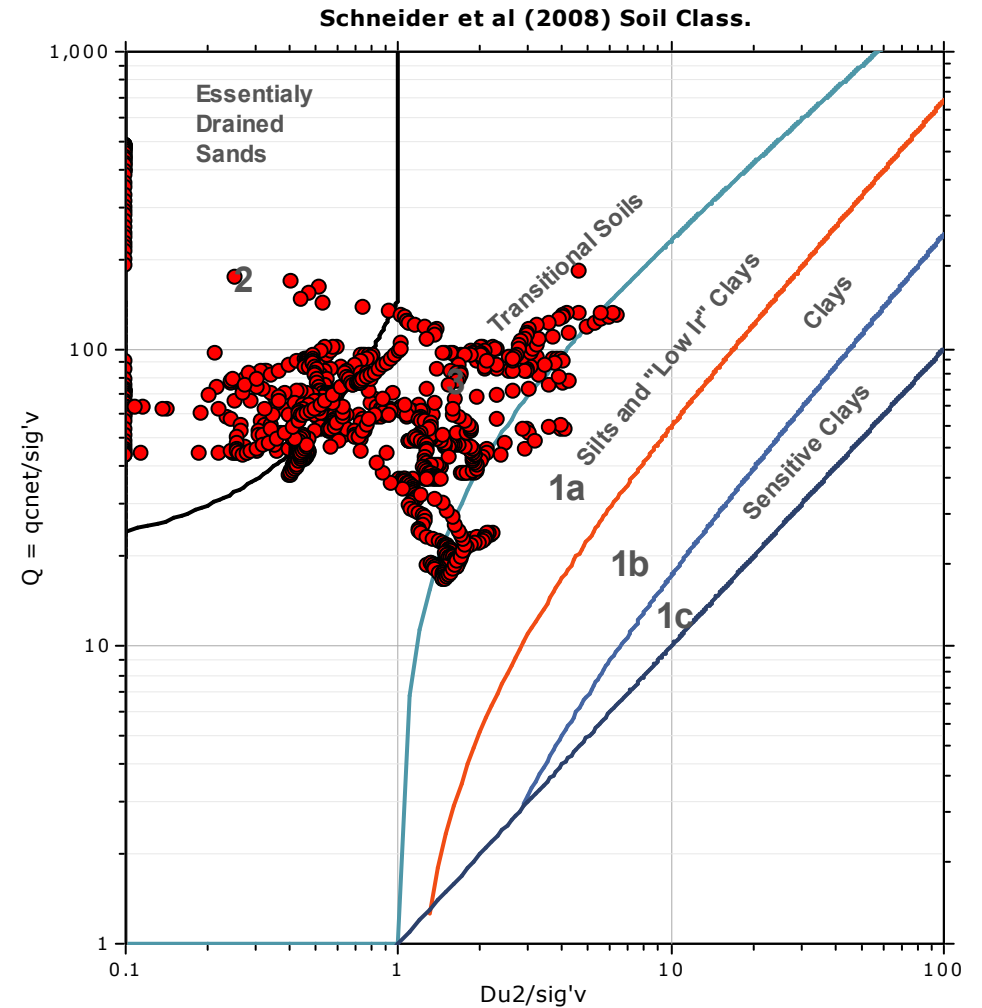
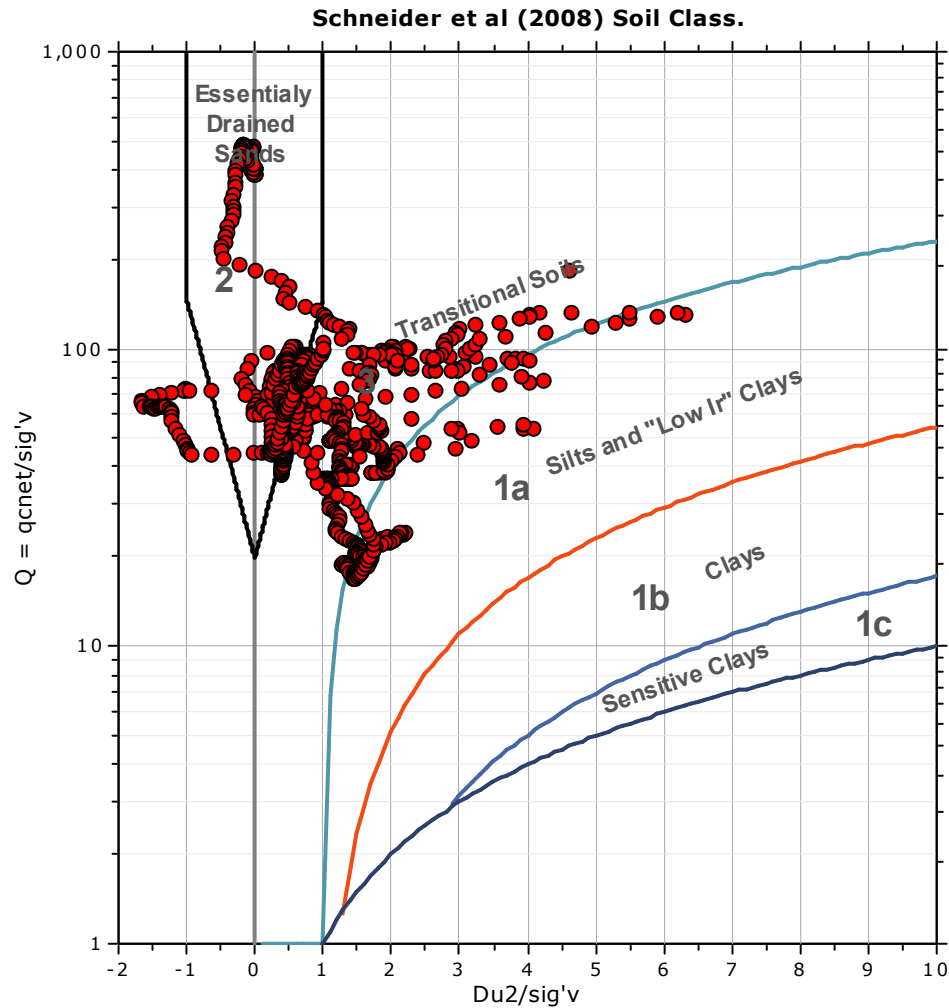
SBT - Bq plots (normalized)

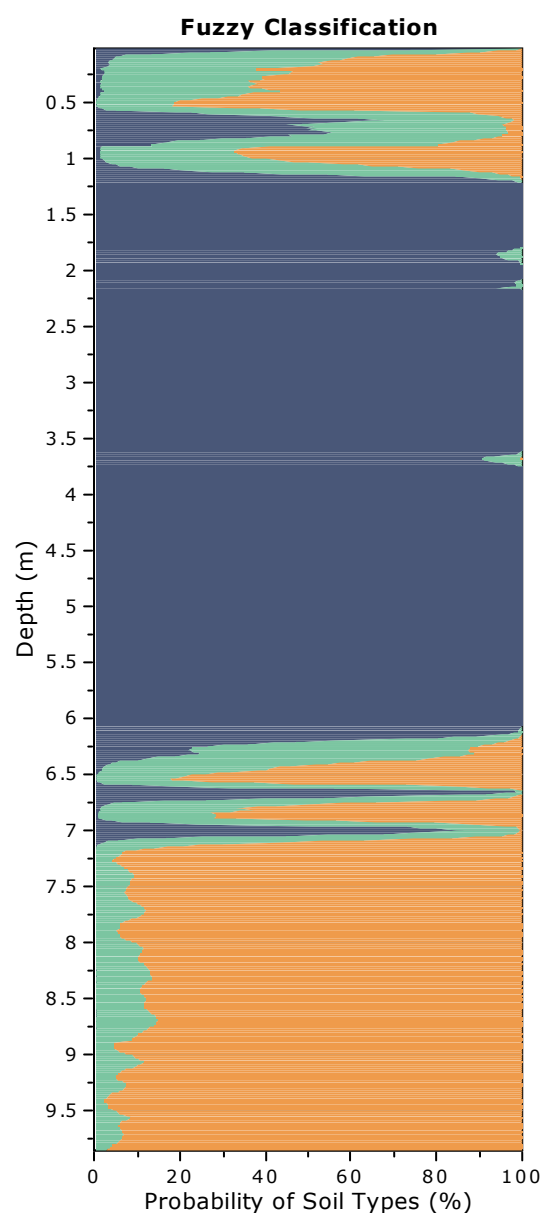
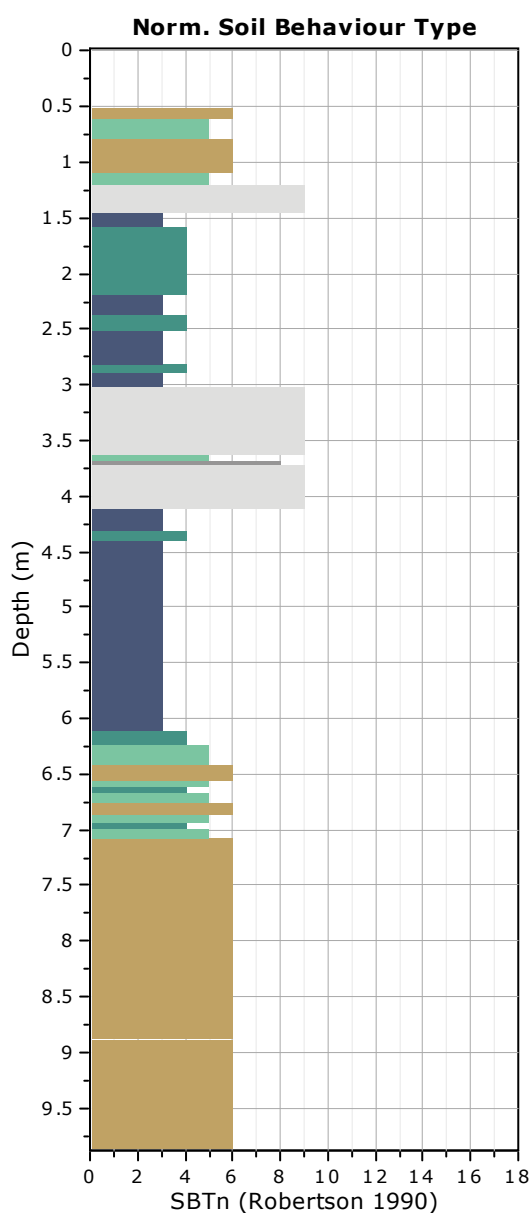


SBTn legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 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 |

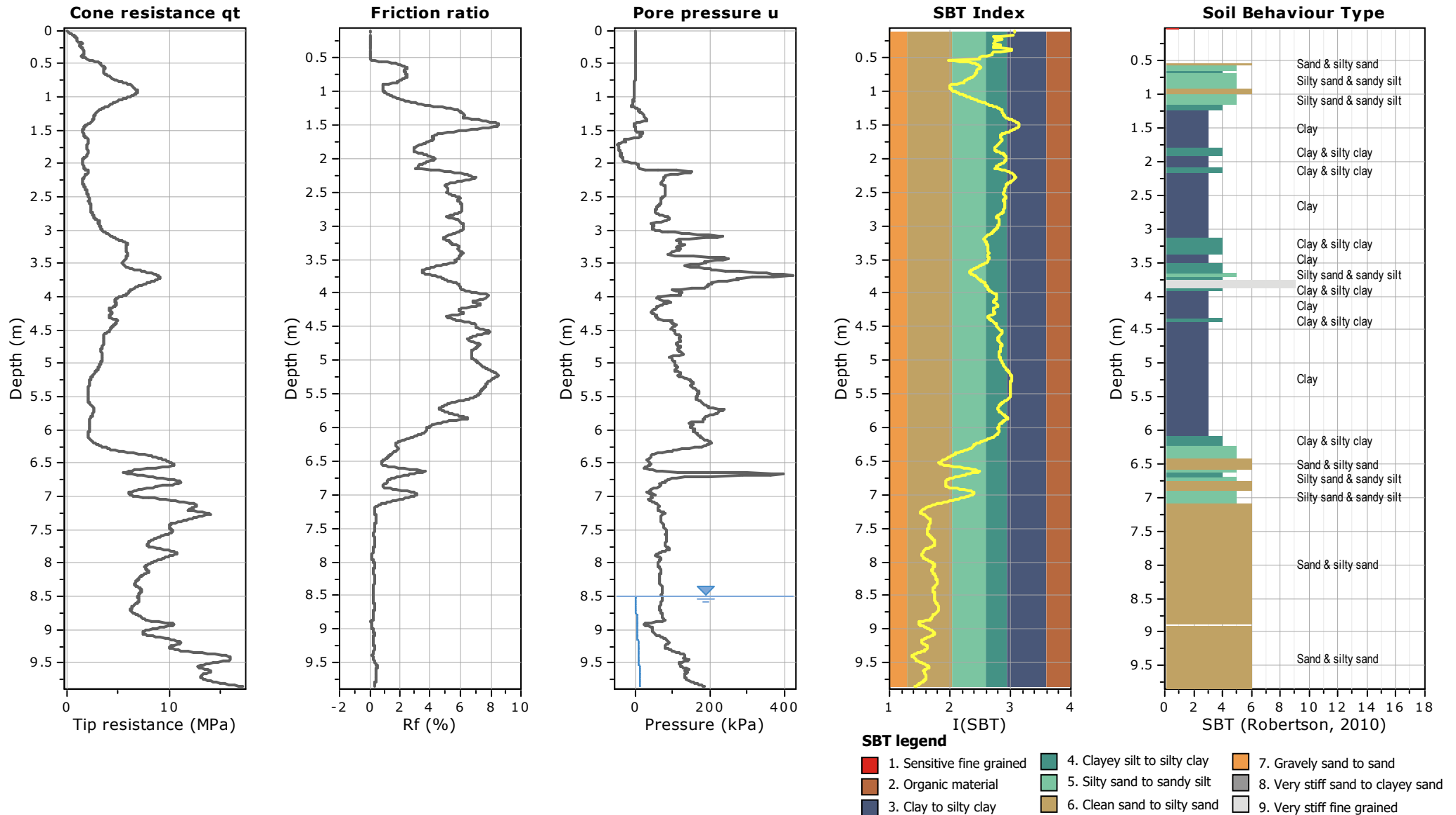
Bq plots (Schneider)

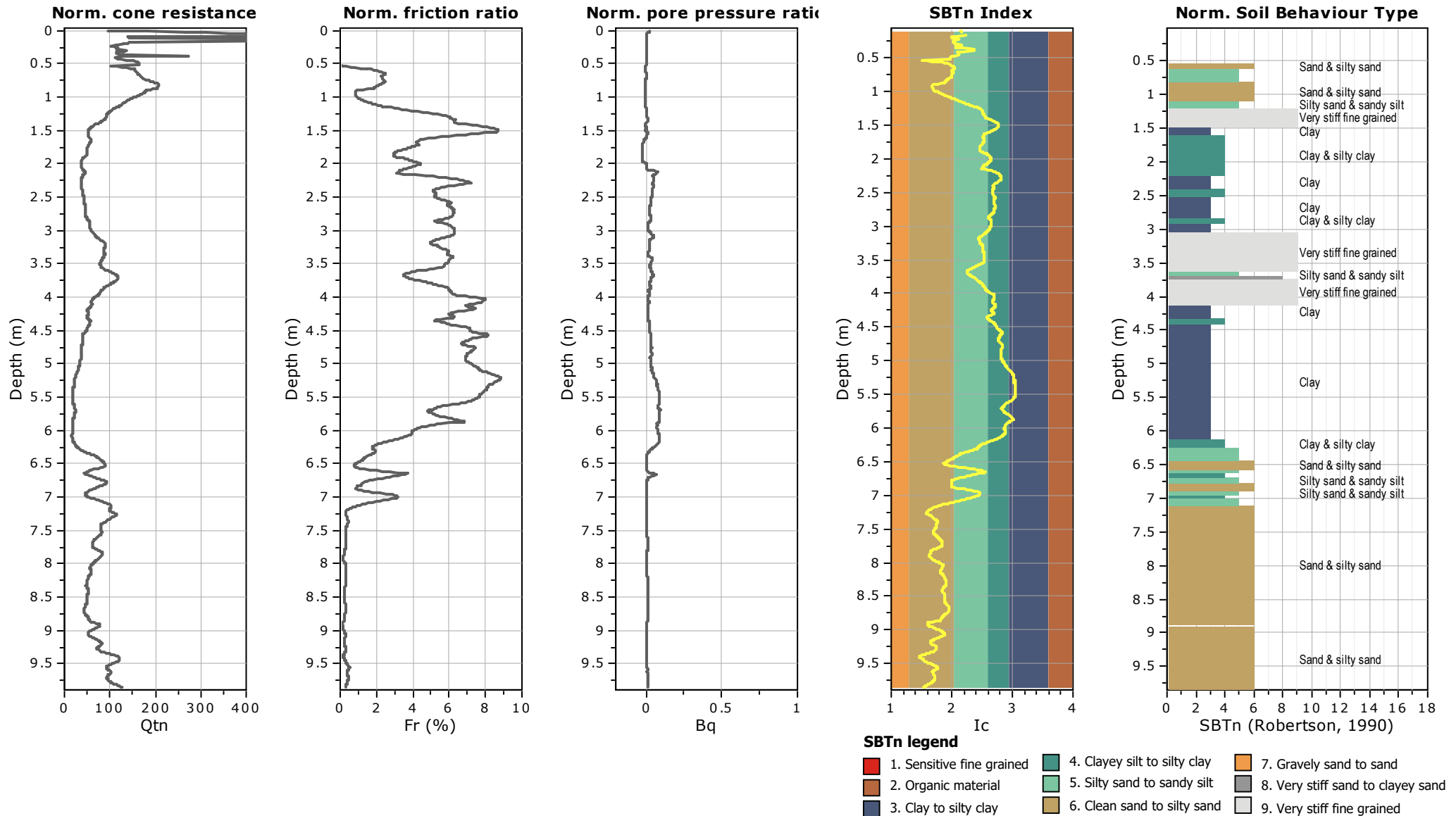


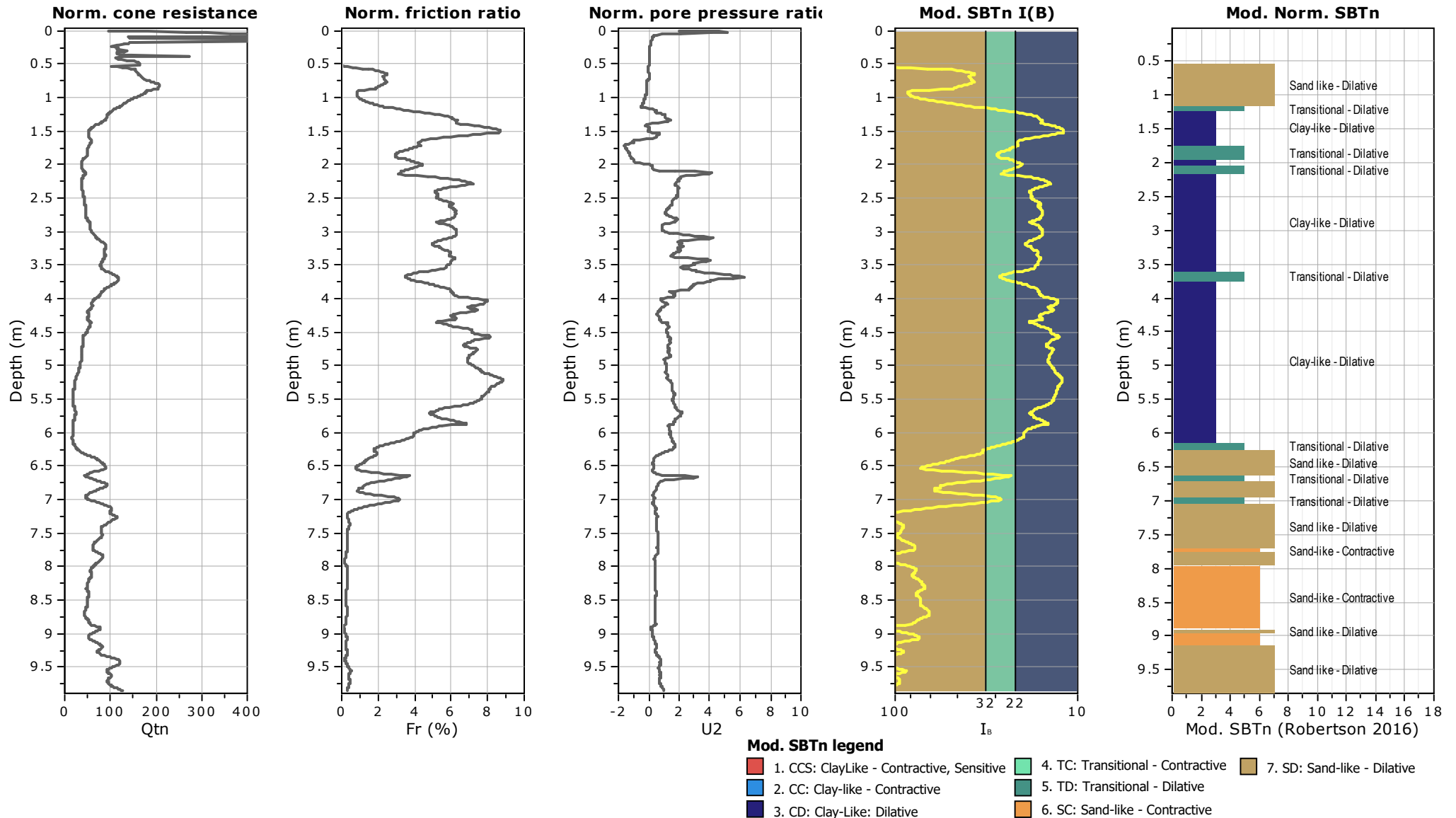


Fuzzy classification legend

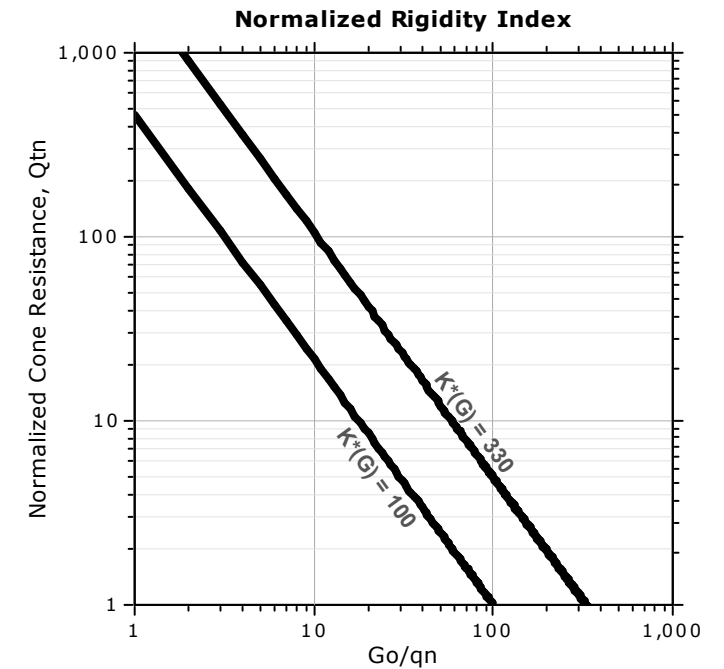
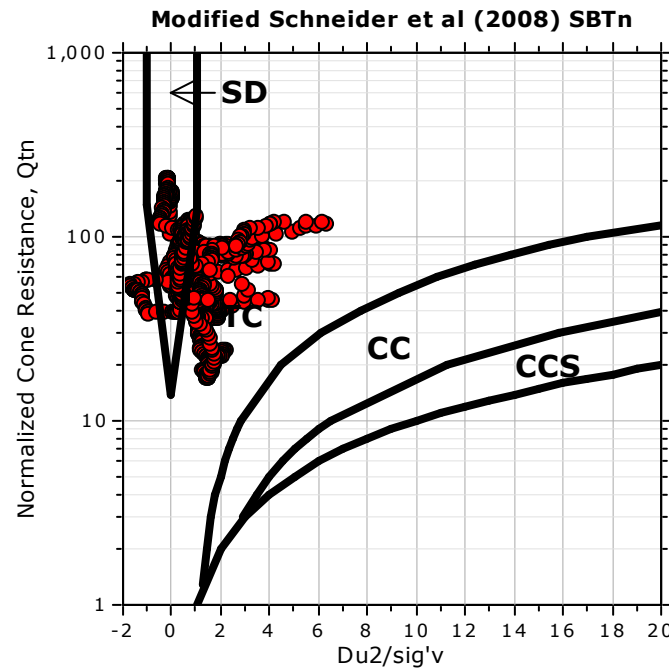
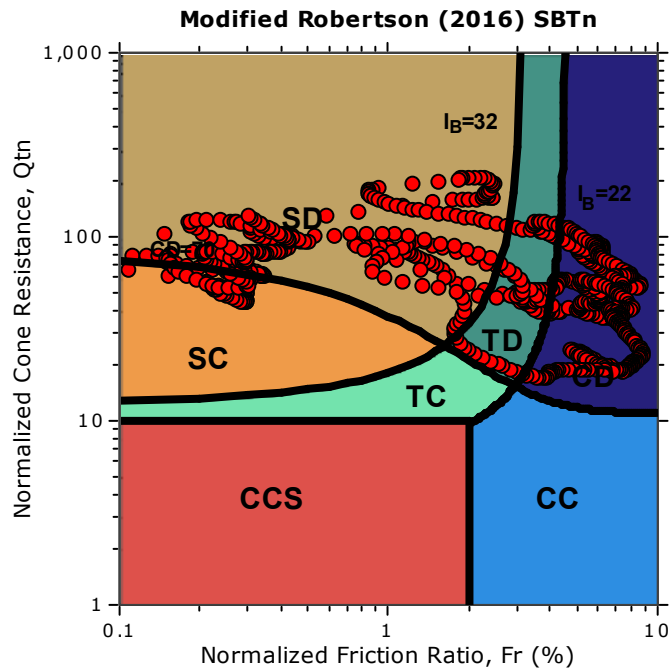
- Highly probable clayey soil
- Highly probable mixture soil
- Highly probable sandy soil







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

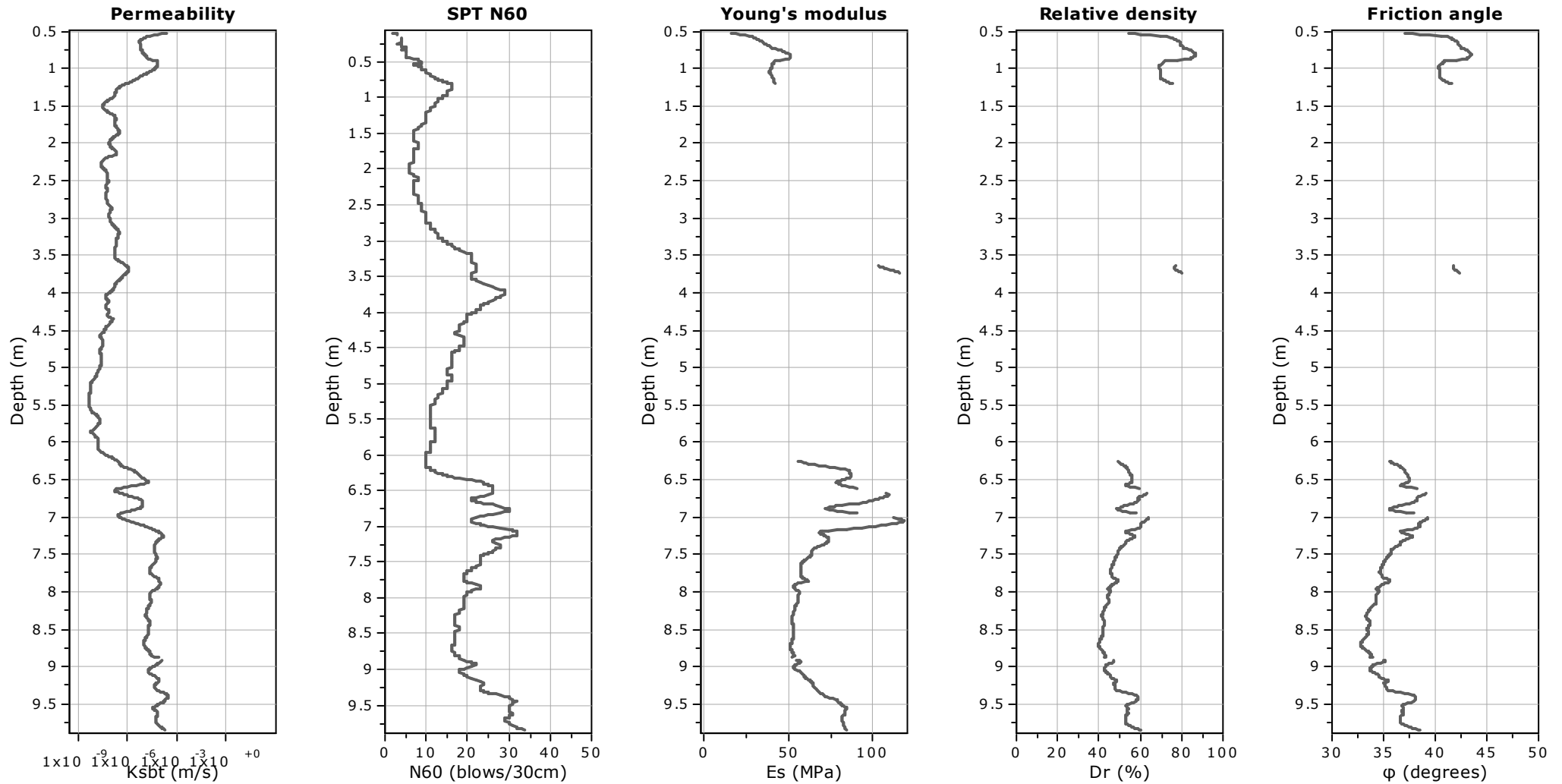
$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPU03

Total depth: 9.85 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



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

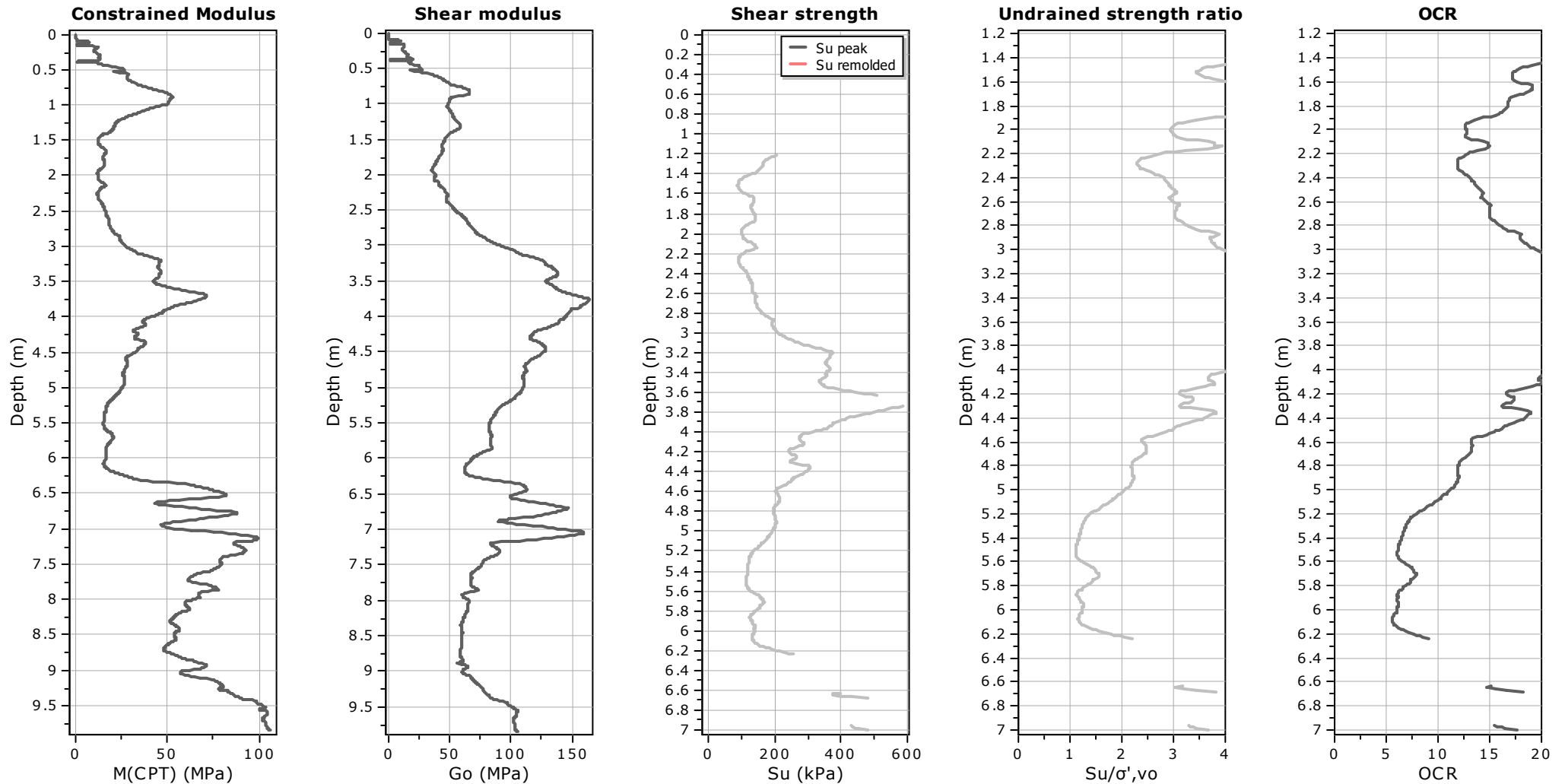
Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPU03

Total depth: 9.85 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



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} : 0.33

● Flat Dilatometer Test data

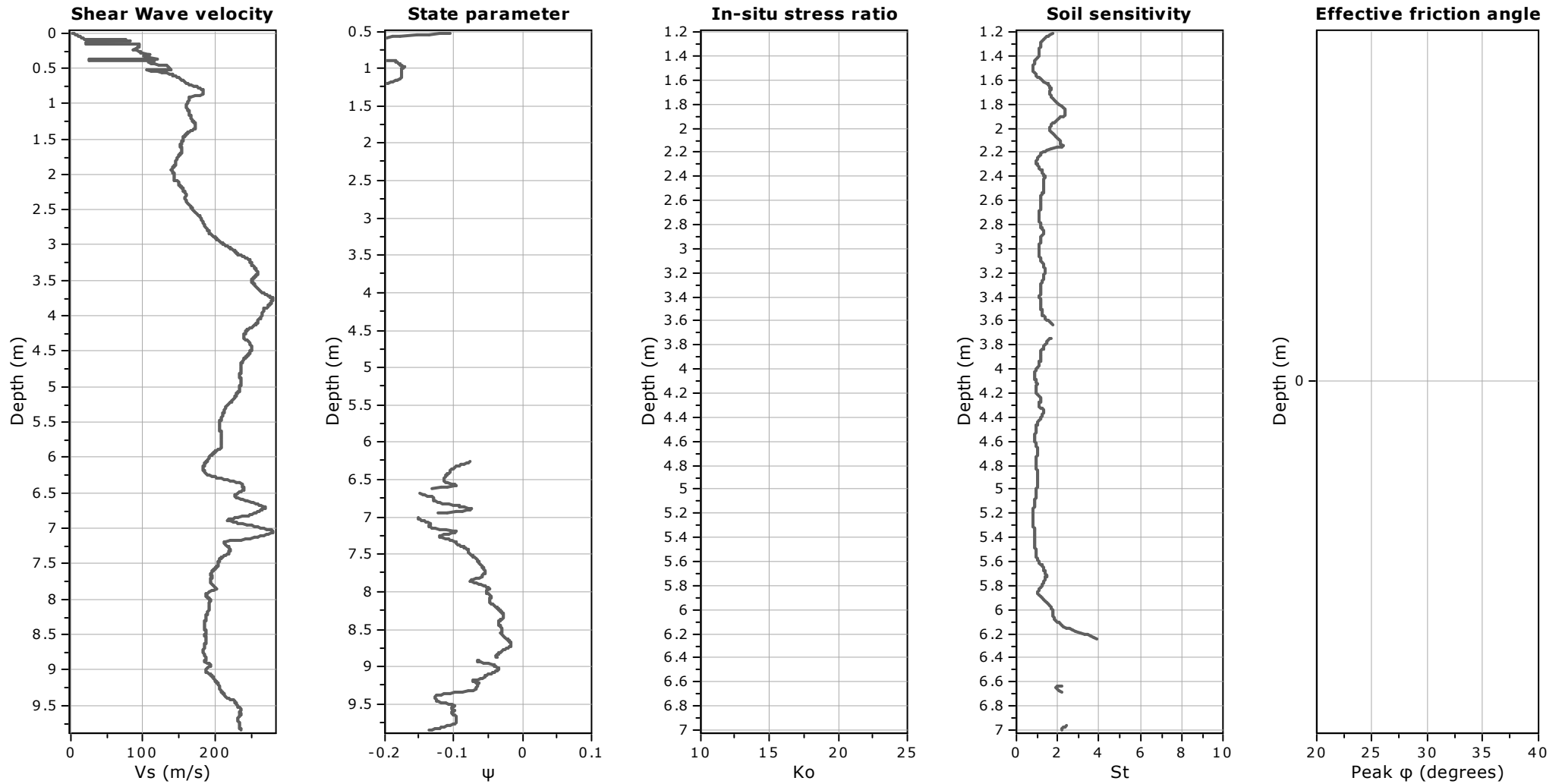
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPU03

Total depth: 9.85 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



Calculation parameters

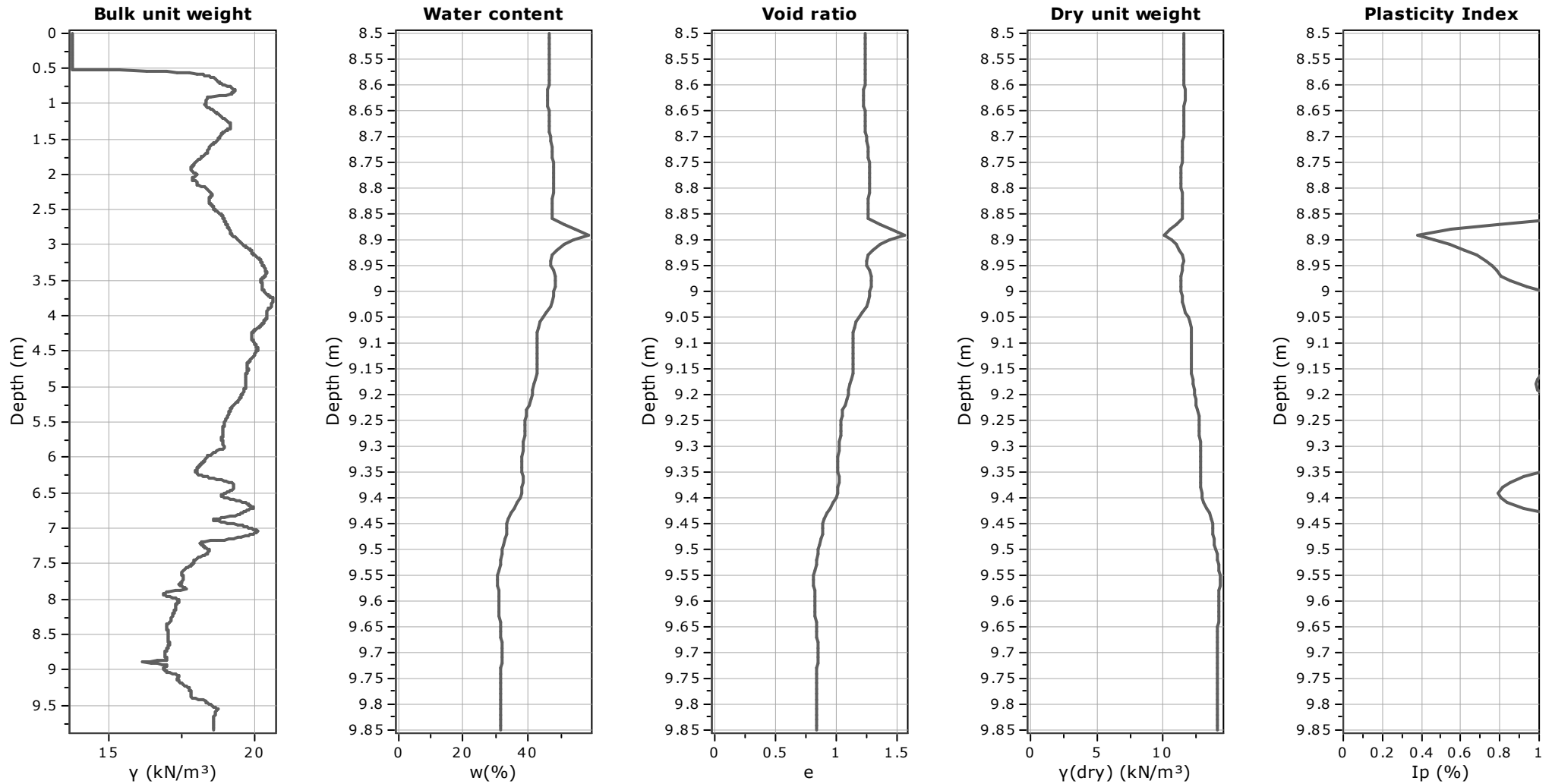
Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPU03

Total depth: 9.85 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



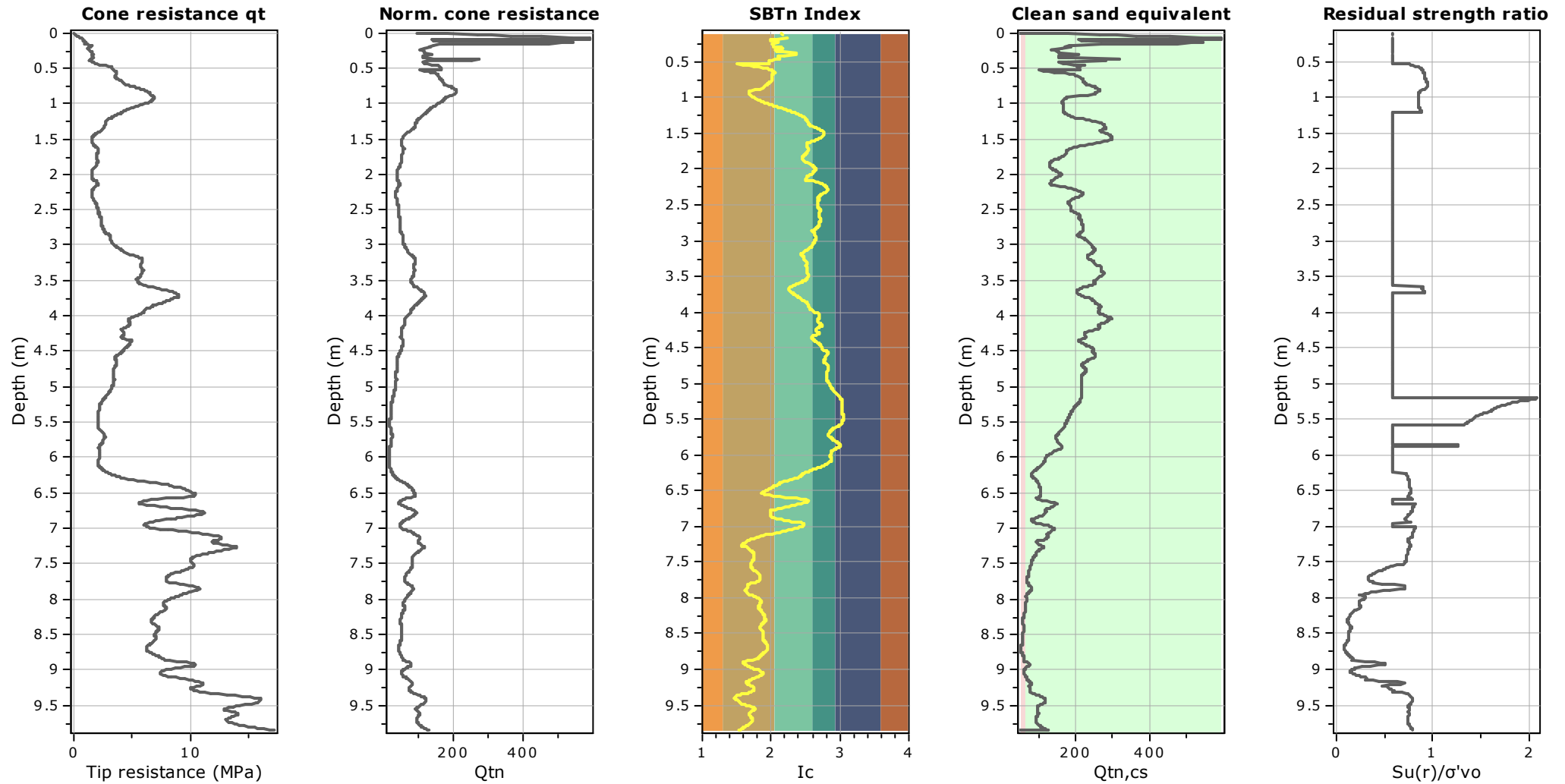
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

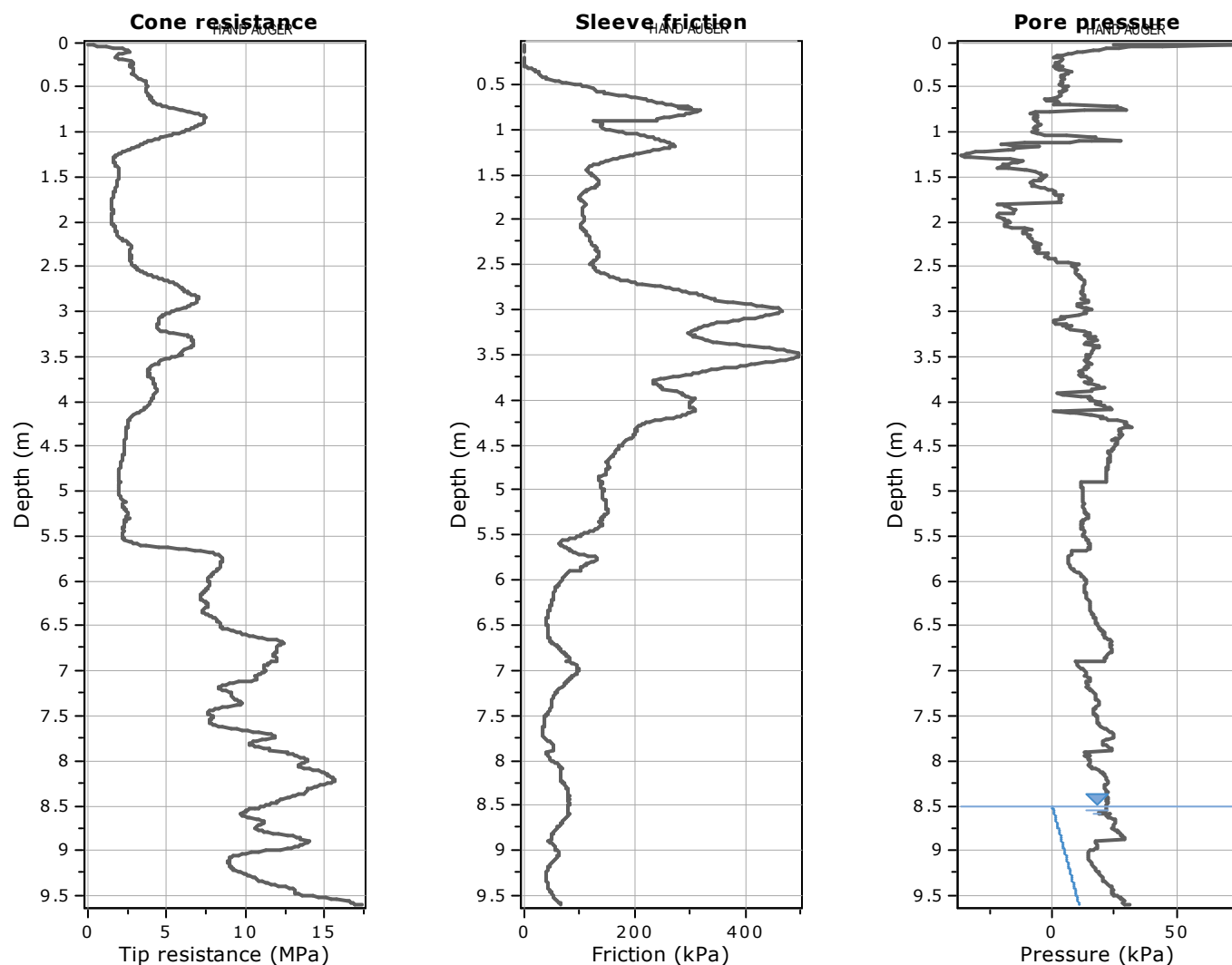
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPU03

Total depth: 9.85 m, Date: 27/08/2024

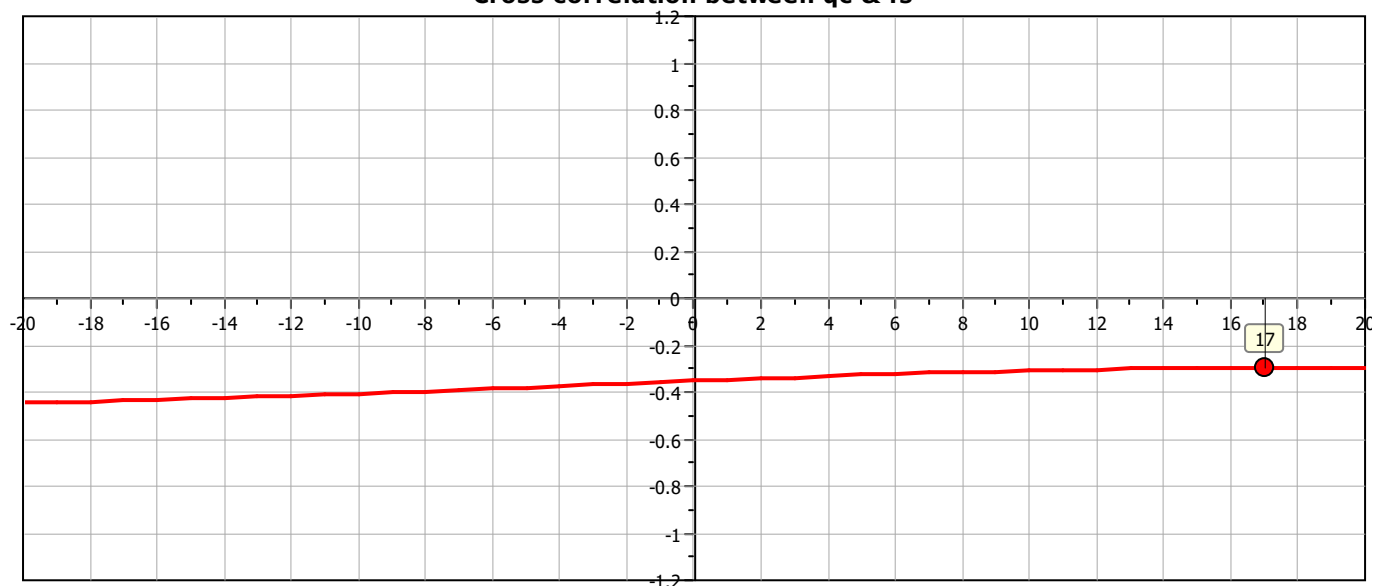
Cone Operator: Soil System



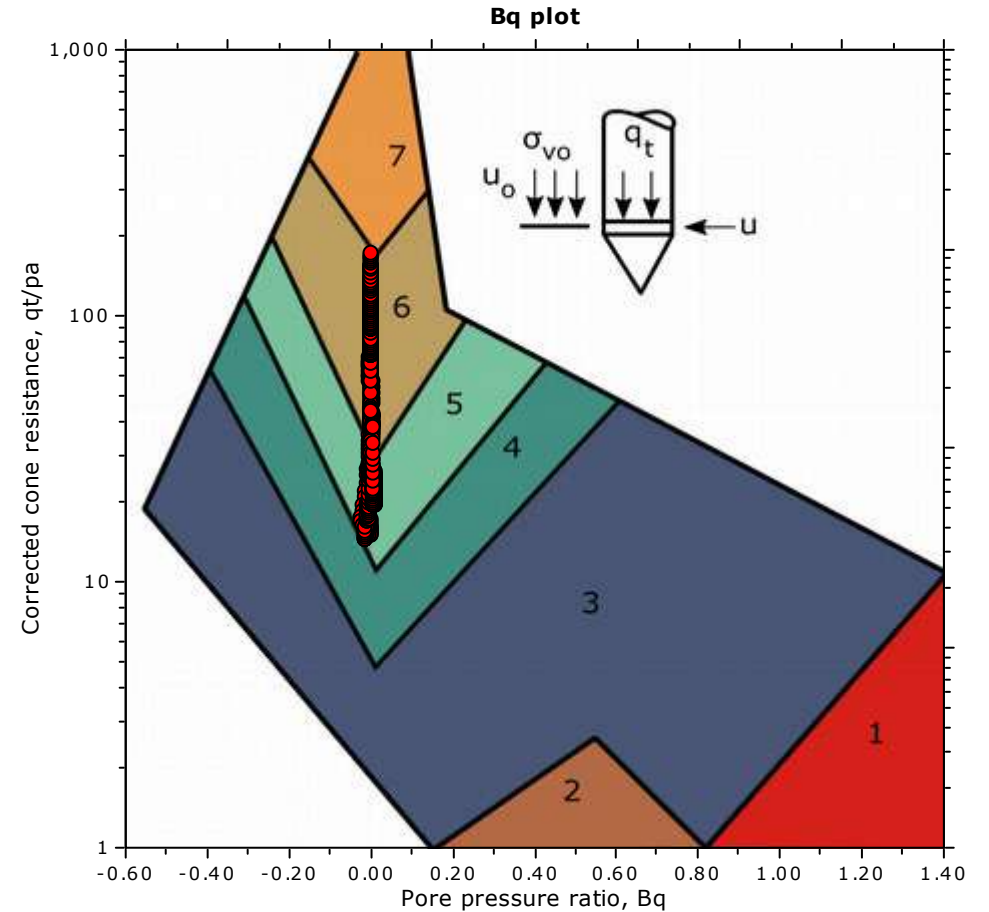
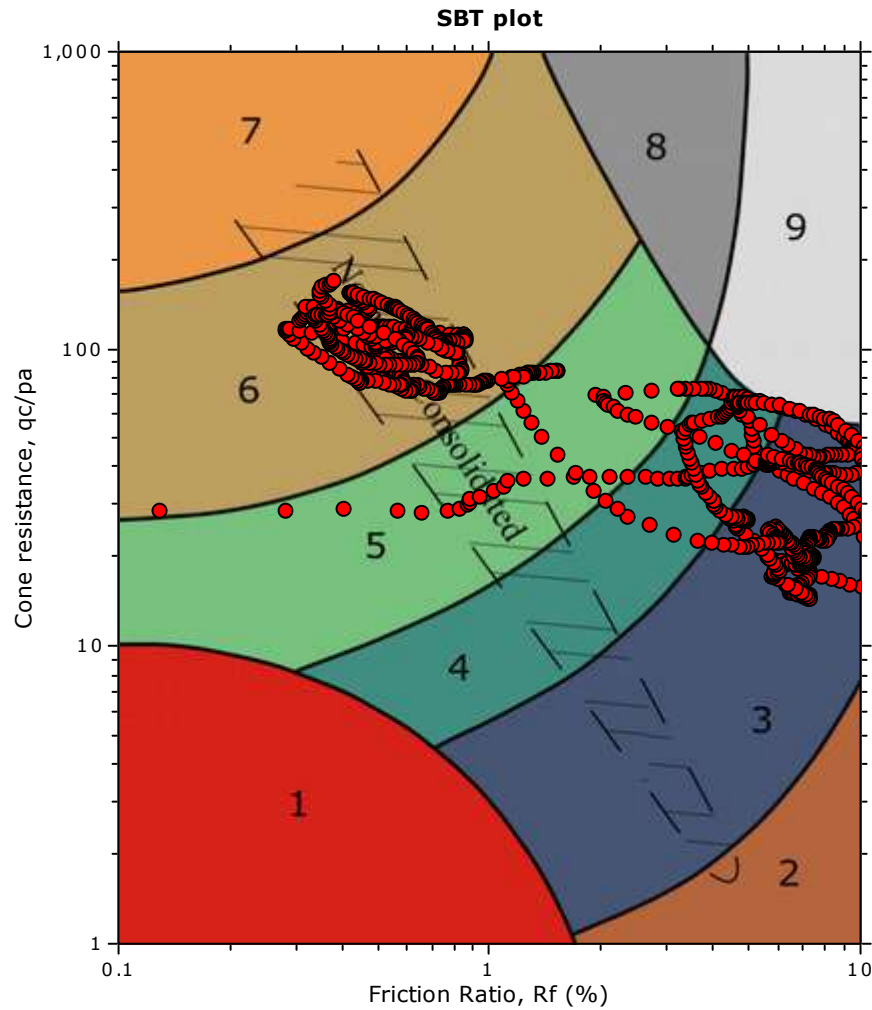


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).

Cross correlation between q_c & f_s



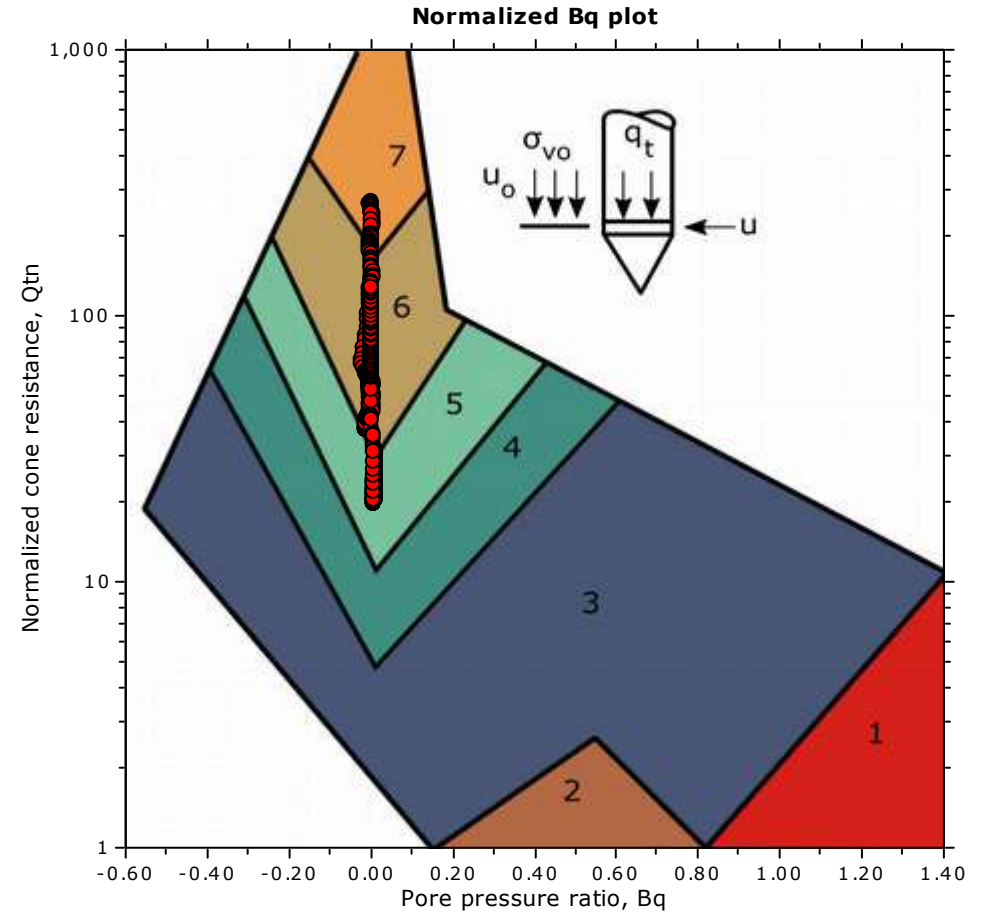
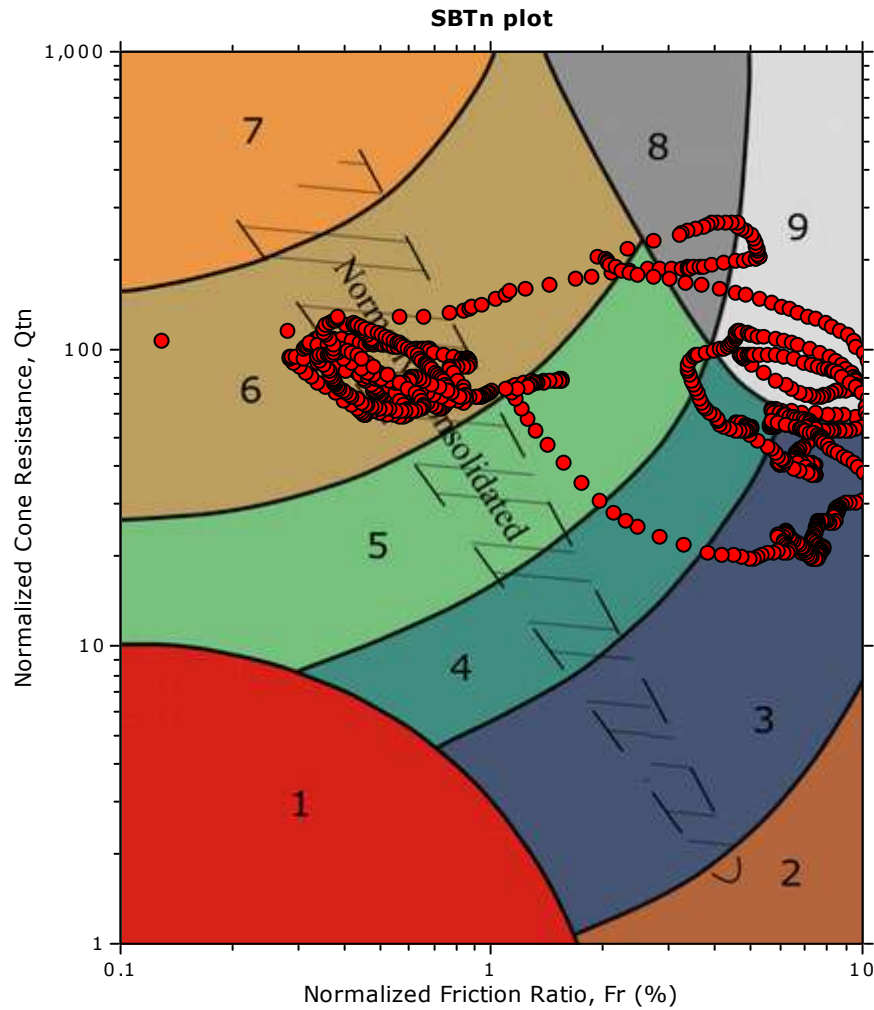
SBT - Bq plots



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 |

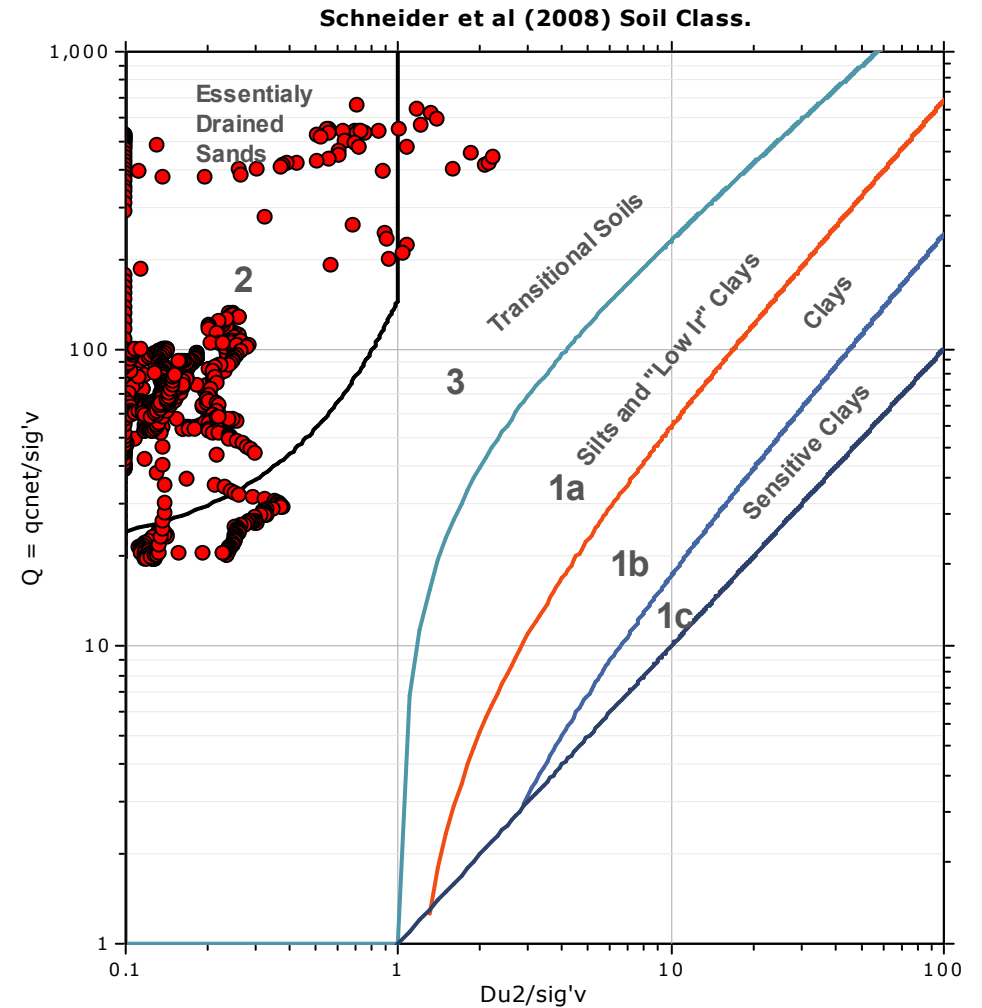
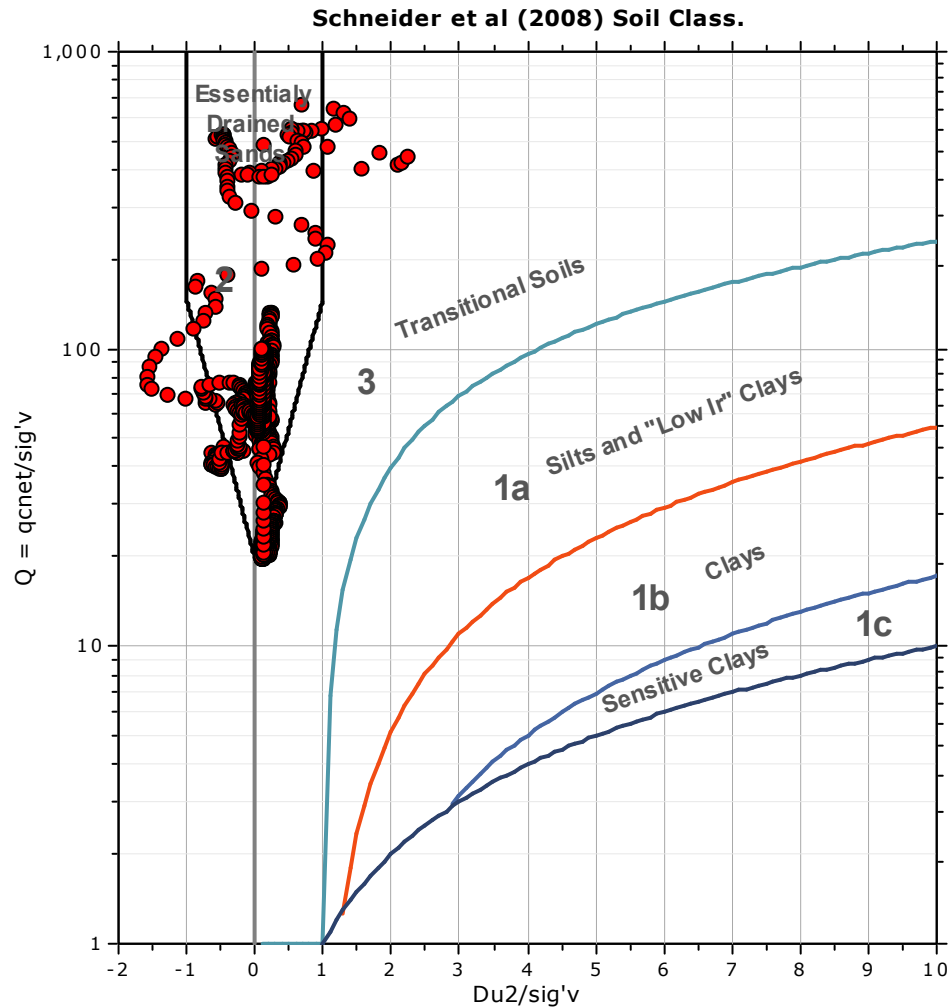
SBT - Bq plots (normalized)

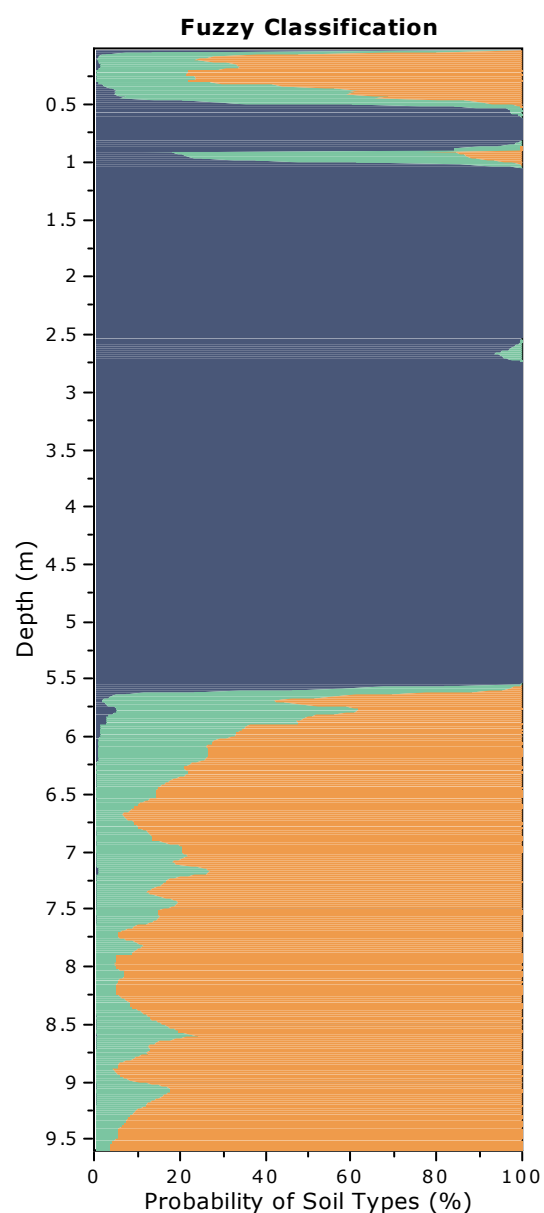
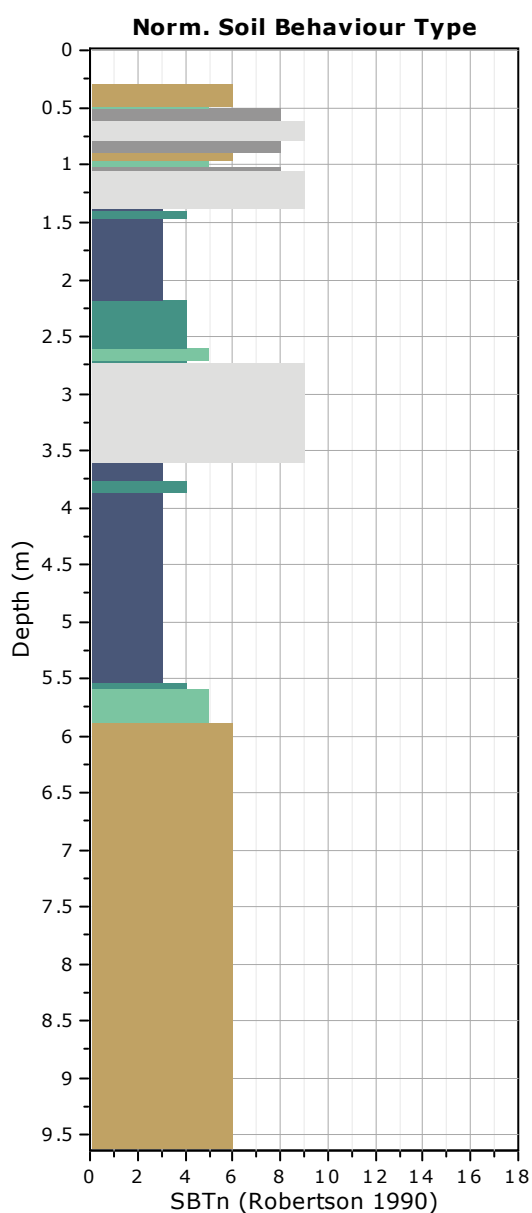


SBTn legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 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 |

Bq plots (Schneider)




Fuzzy classification legend

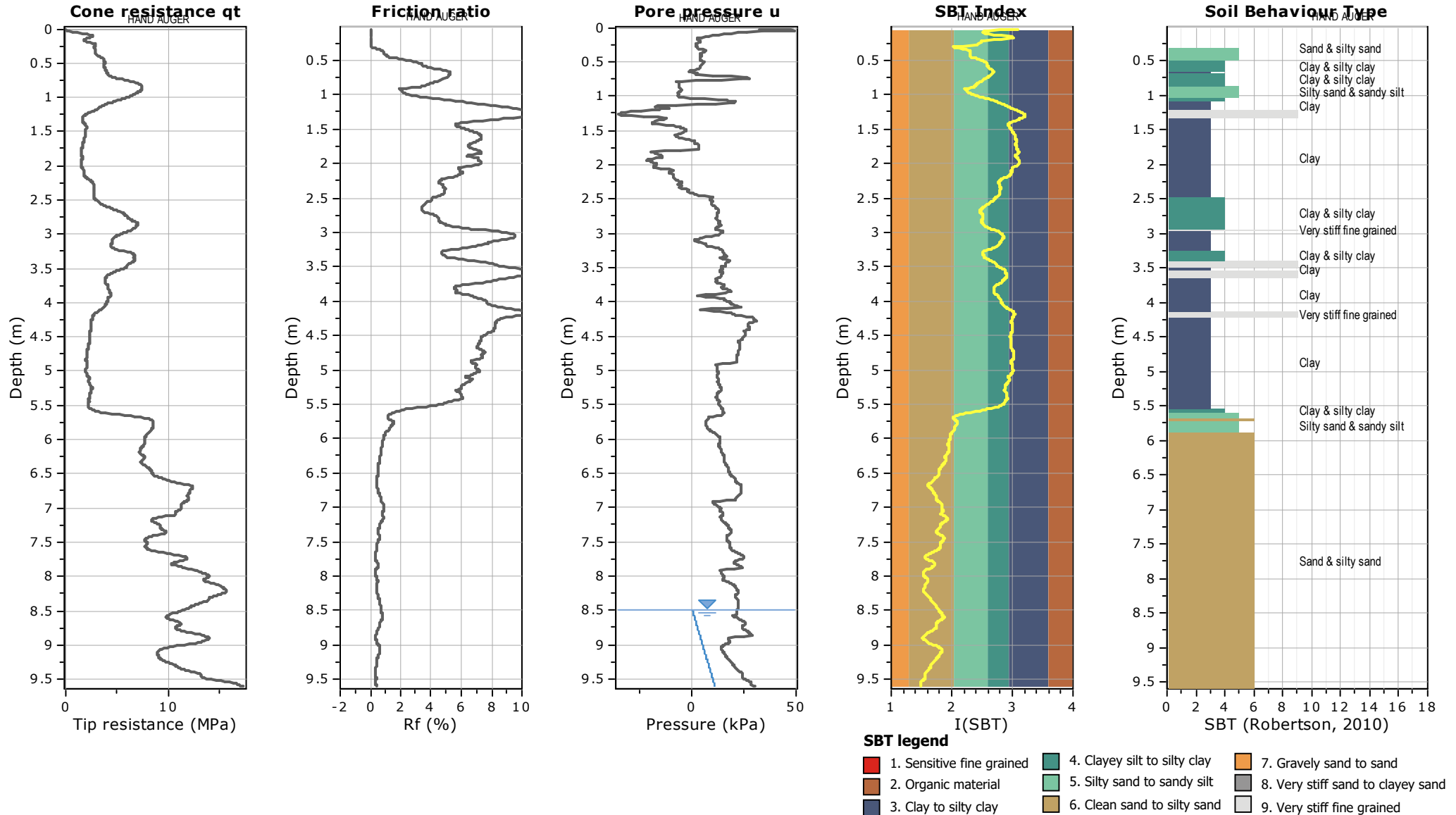
- Highly probable clayey soil
- Highly probable mixture soil
- Highly probable sandy soil

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU04

Total depth: 9.60 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System

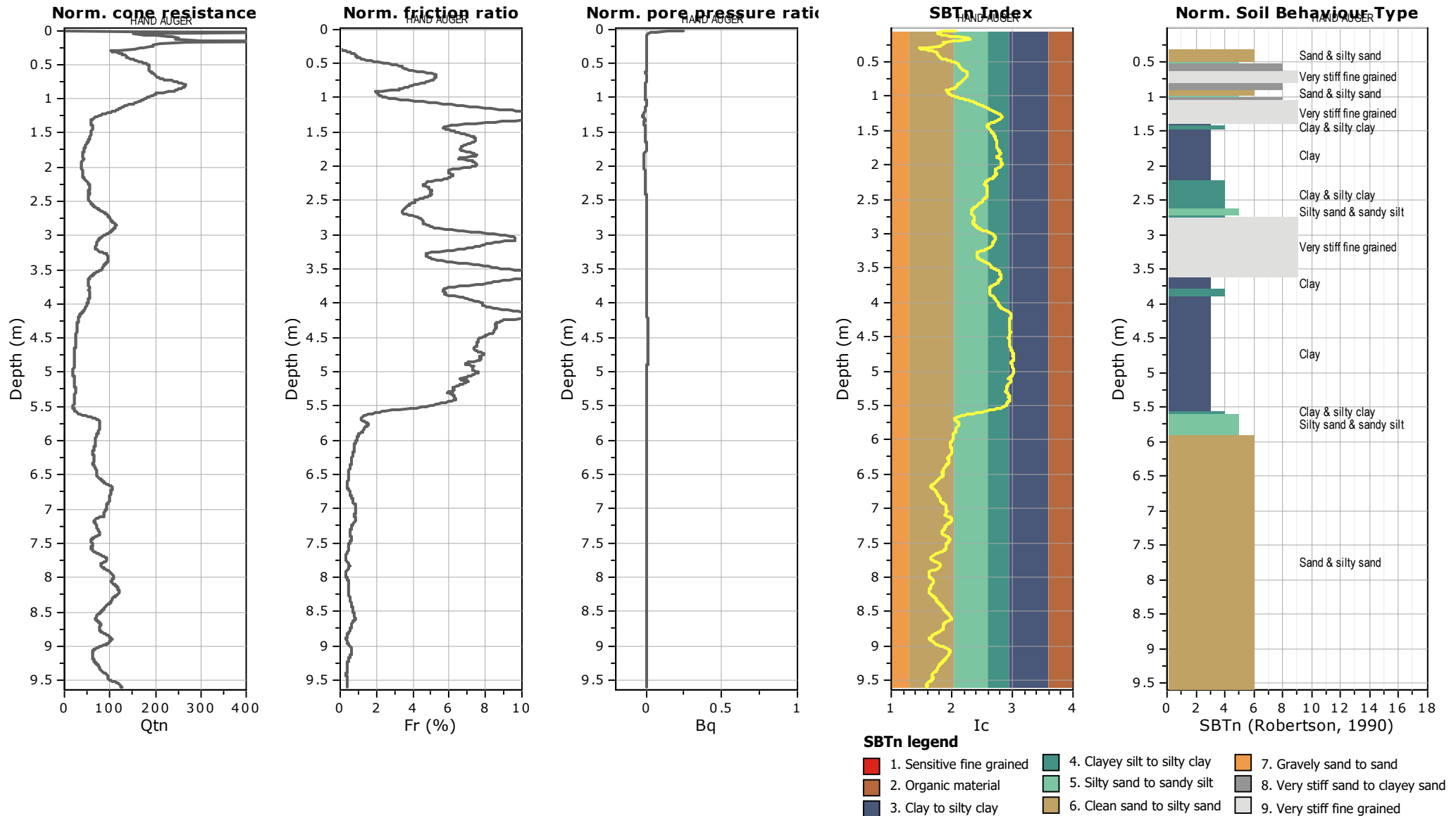


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU04

Total depth: 9.60 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System

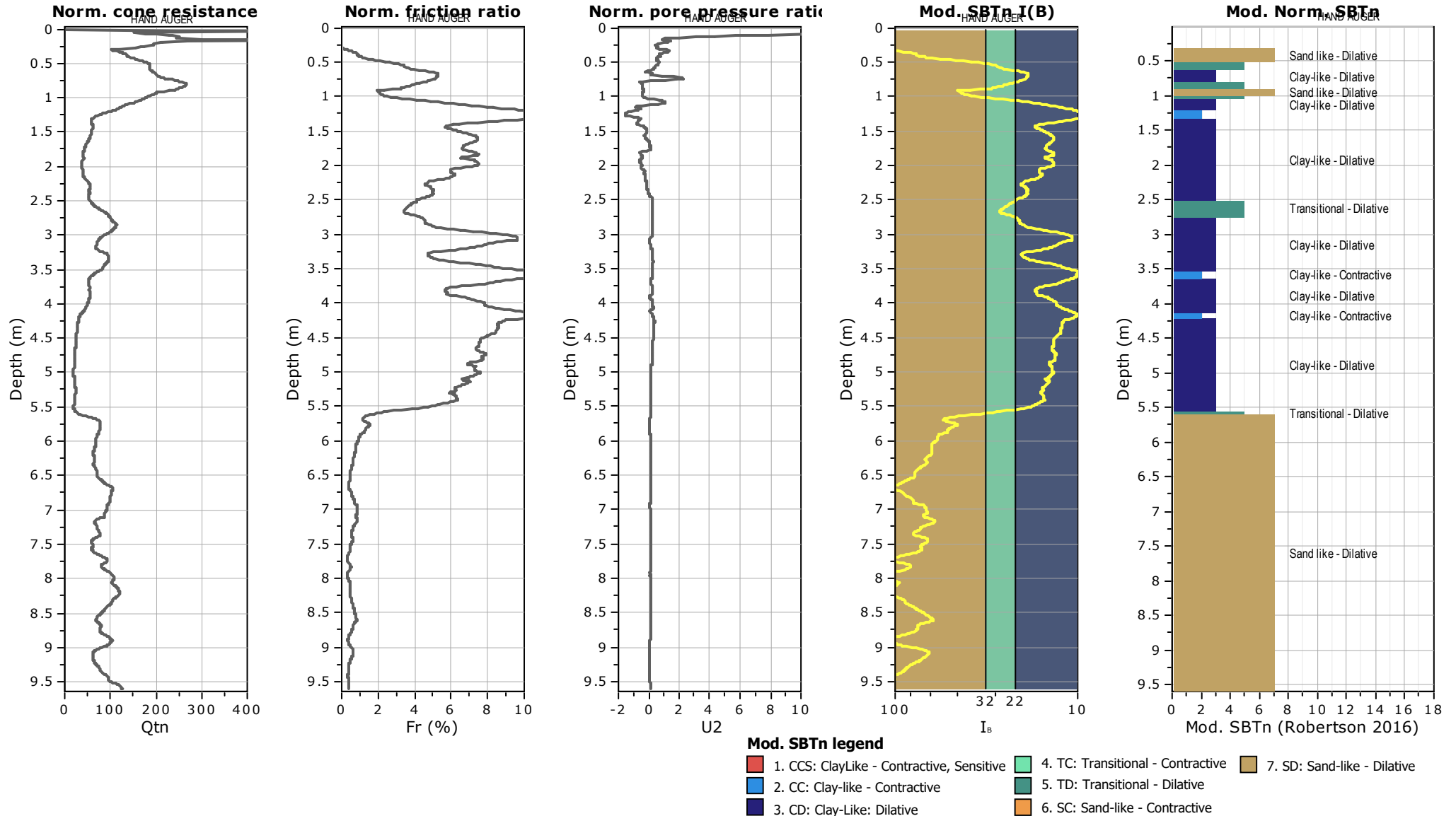


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

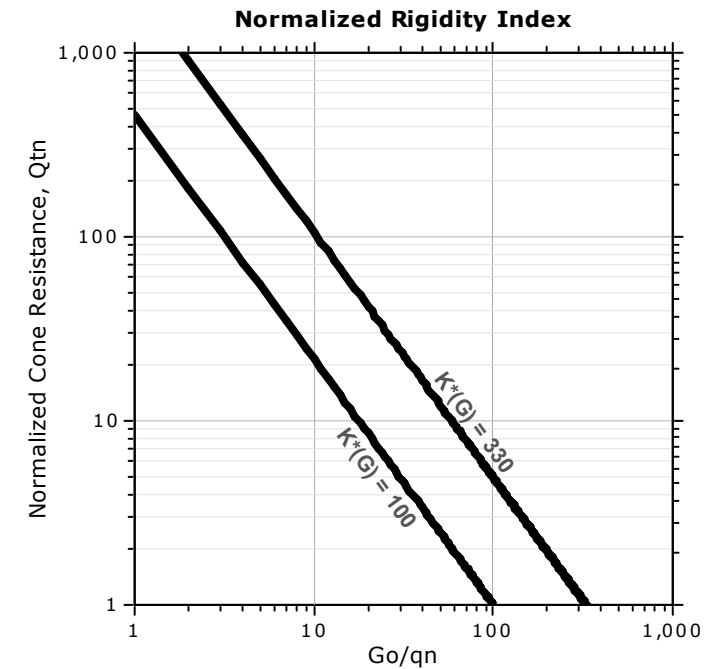
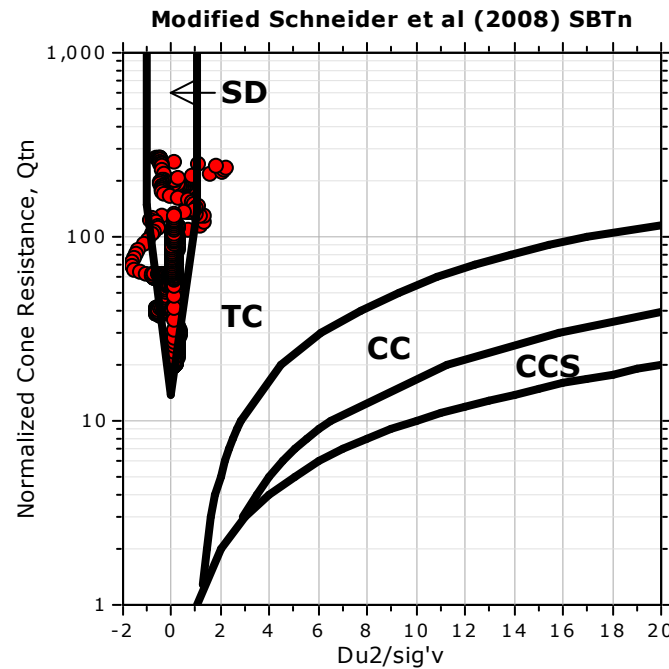
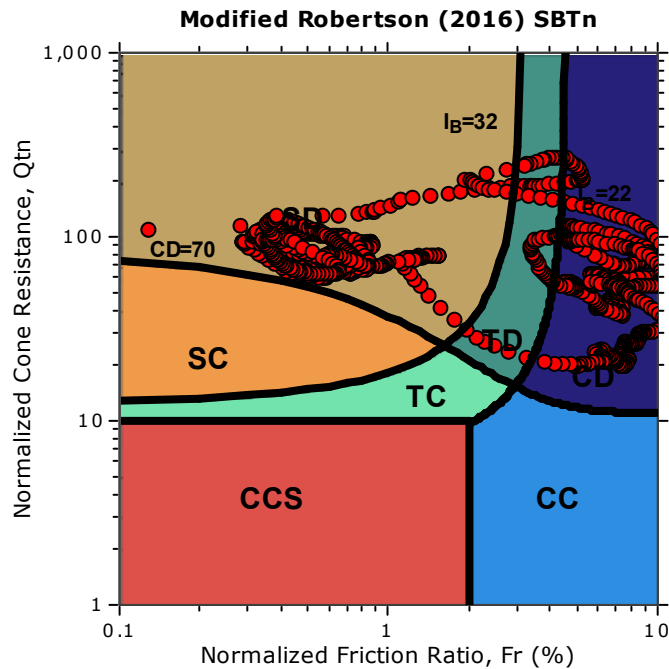
CPT: CPTU04

Total depth: 9.60 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



Updated SBTn plots



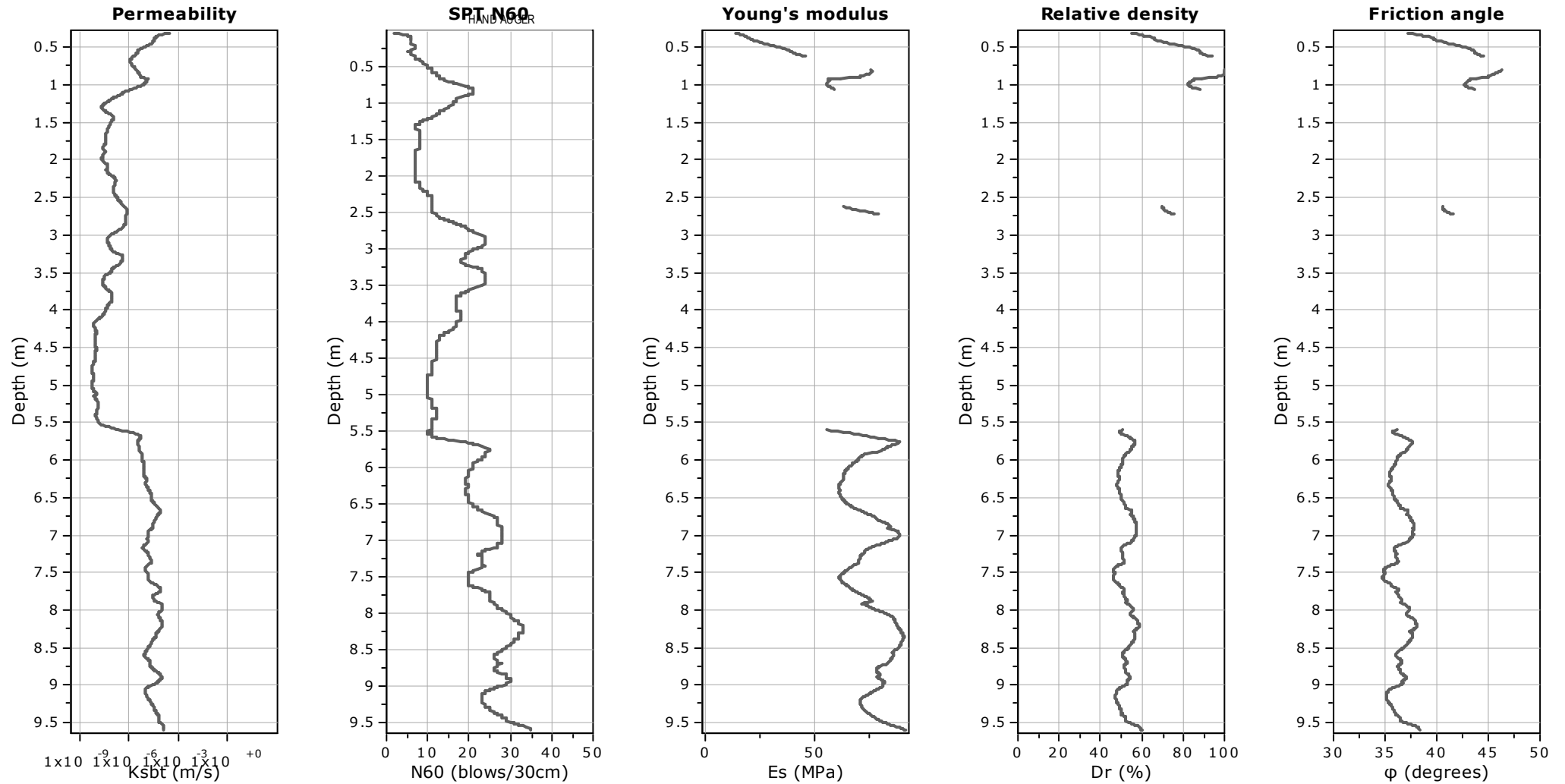
CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU04

Total depth: 9.60 m, Date: 27/08/2024
Cone Operator: Soil System



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)

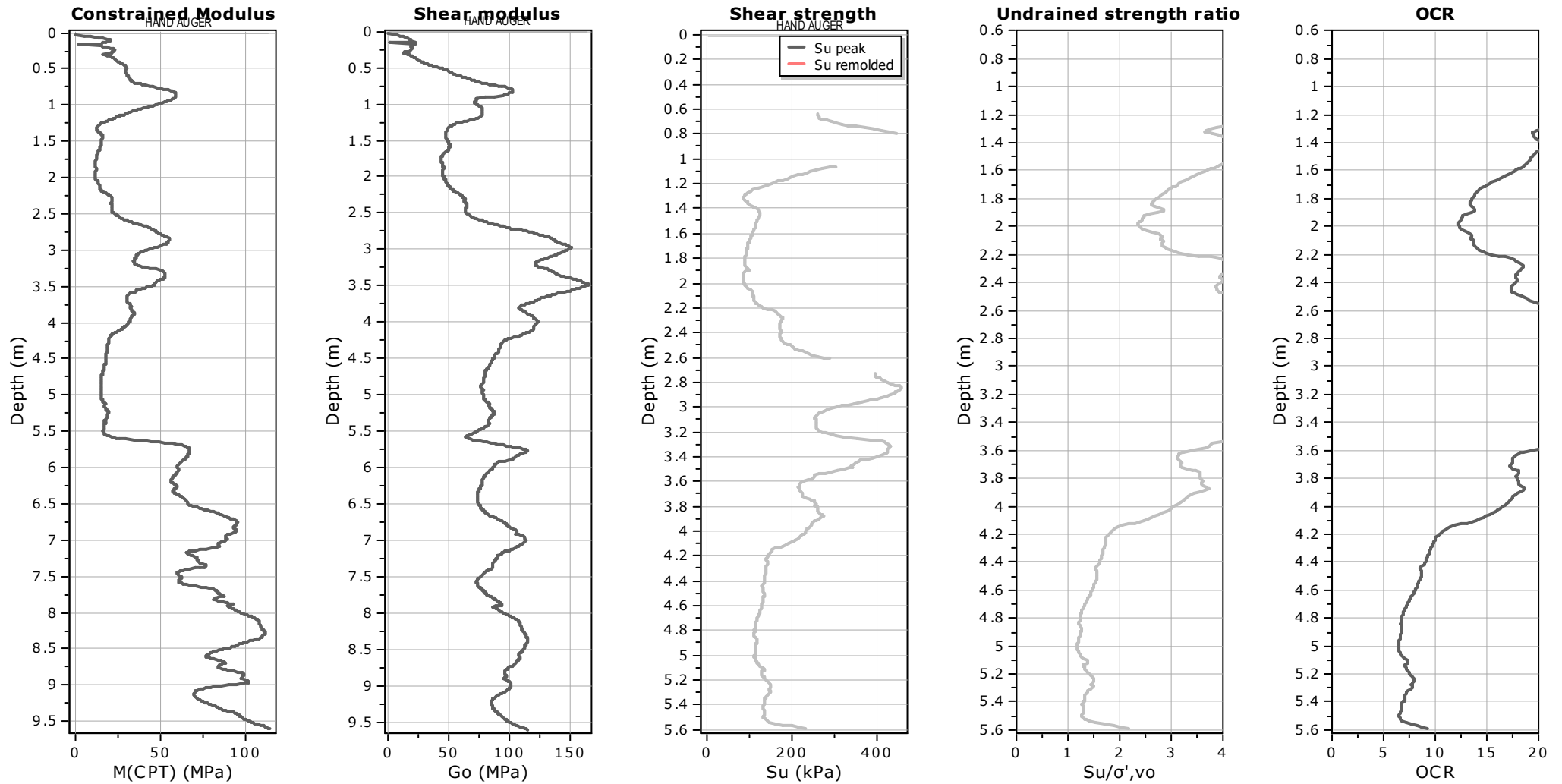
Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU04

Total depth: 9.60 m, Date: 27/08/2024
Cone Operator: Soil System



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} : 0.33

—●— Flat Dilatometer Test data

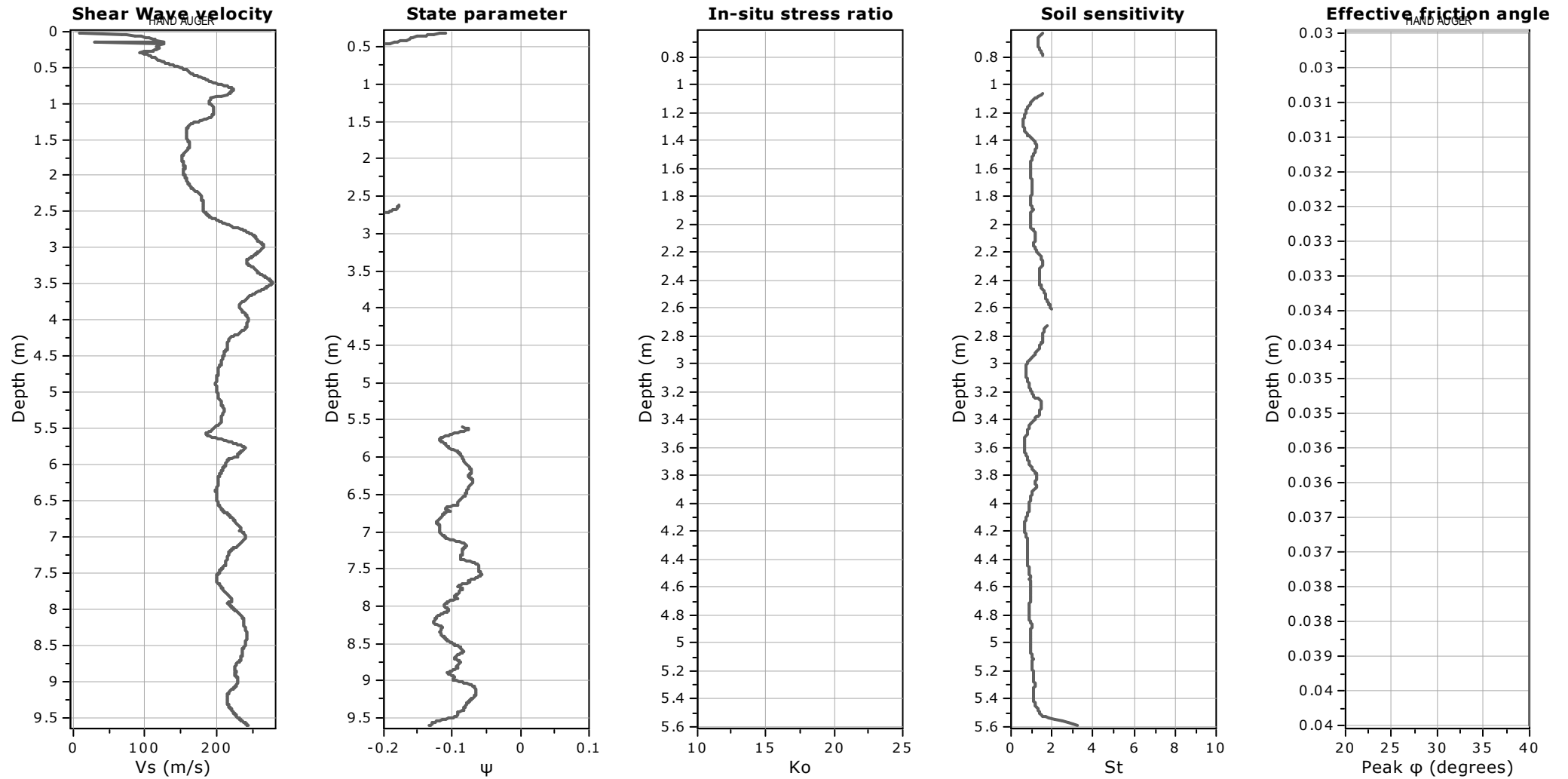
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU04

Total depth: 9.60 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



Calculation parameters

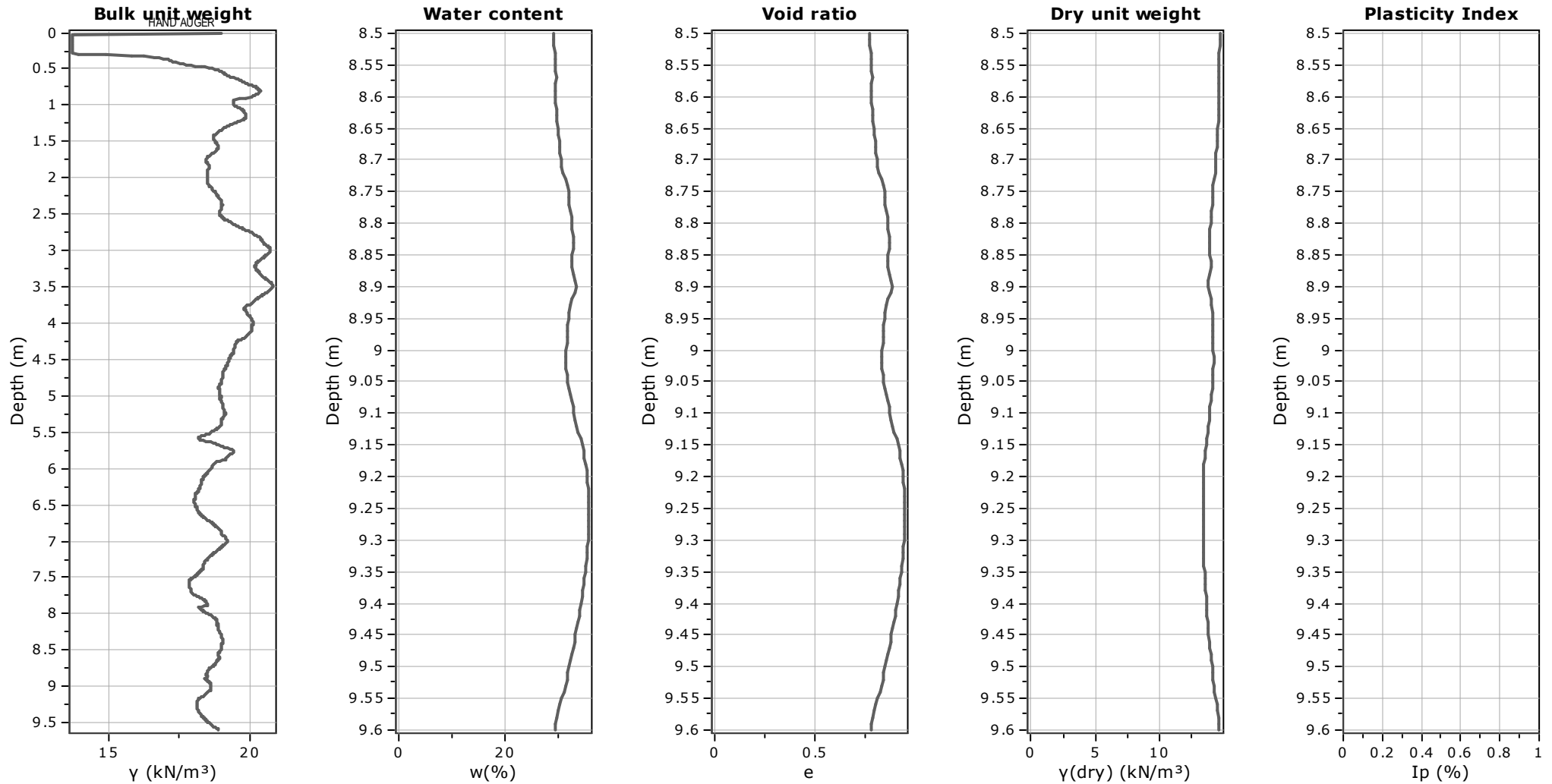
Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU04

Total depth: 9.60 m, Date: 27/08/2024

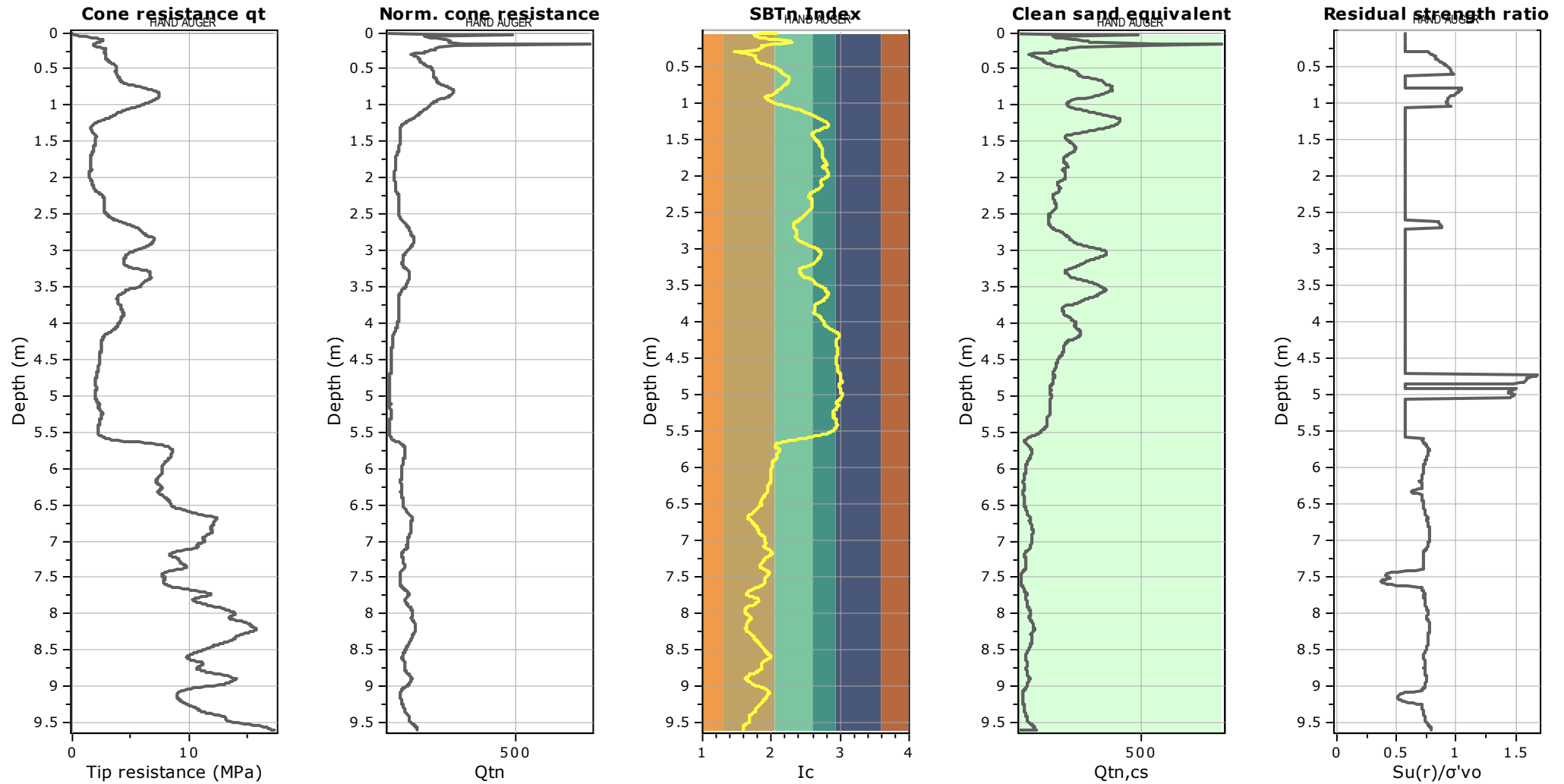
Cone Operator: Soil System

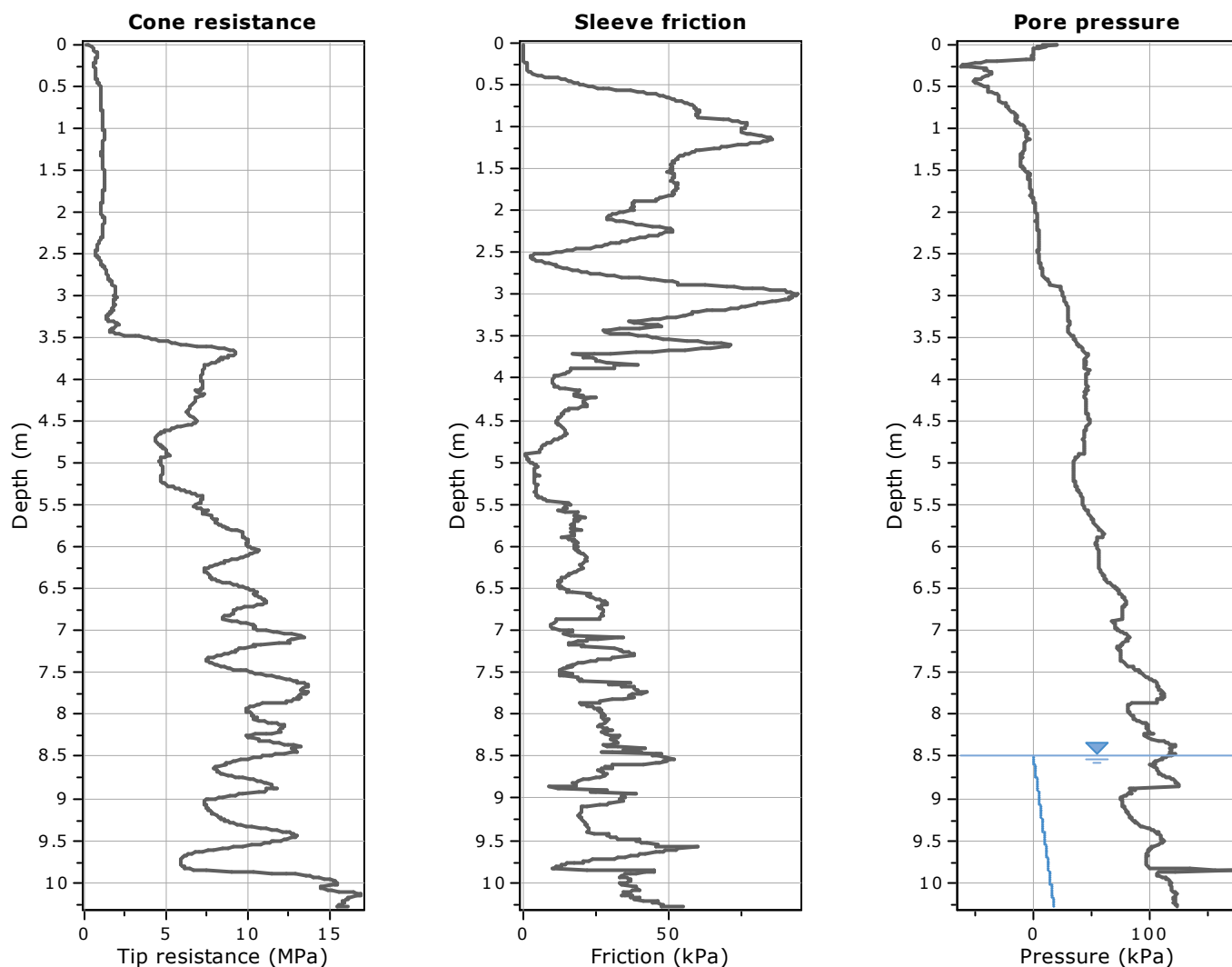


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU04

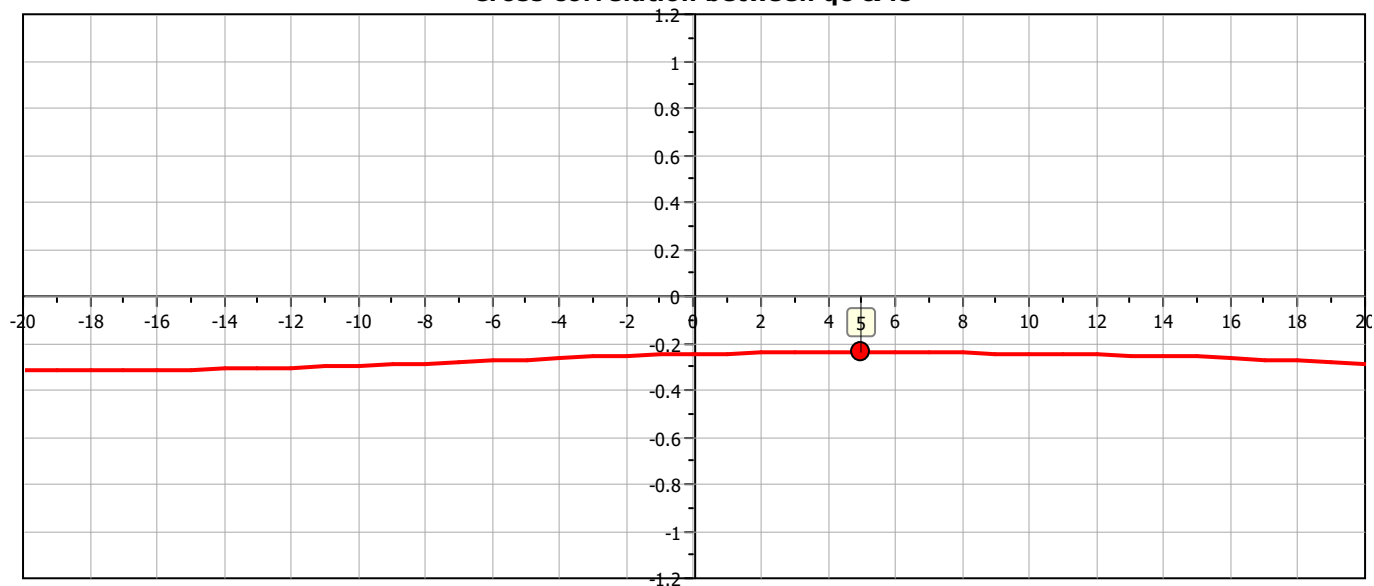
Total depth: 9.60 m, Date: 27/08/2024
Cone Operator: Soil System



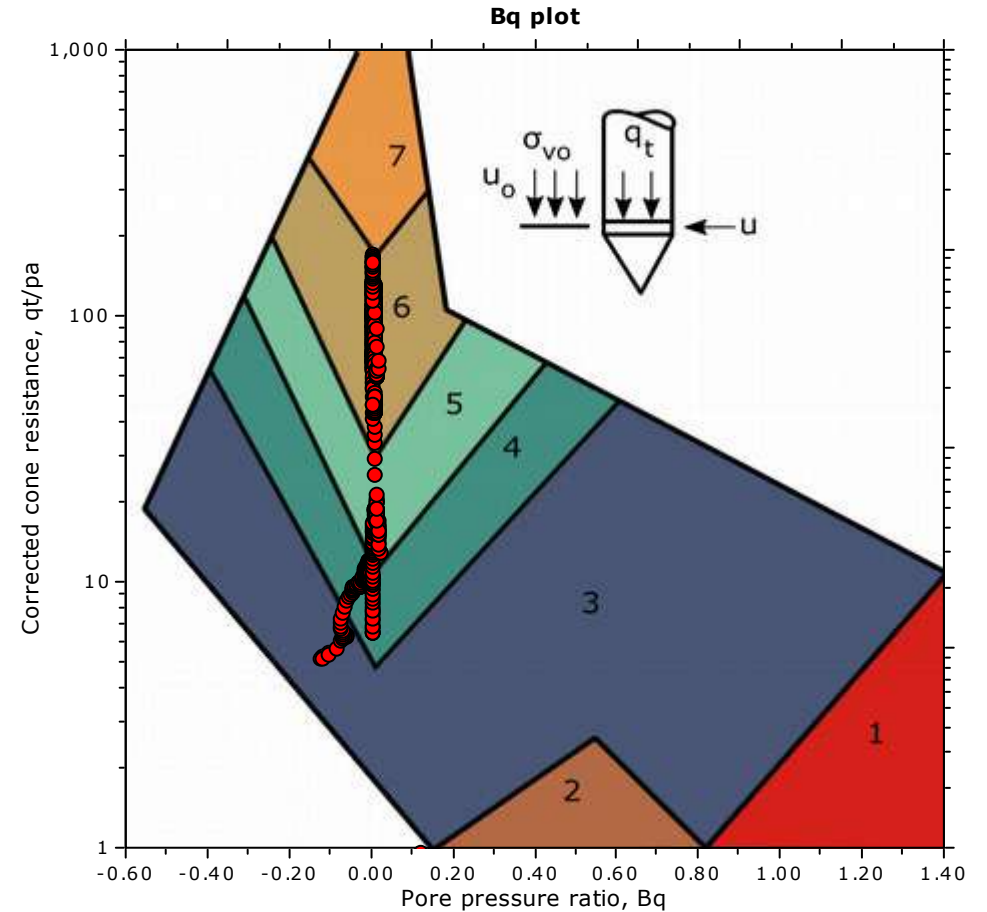
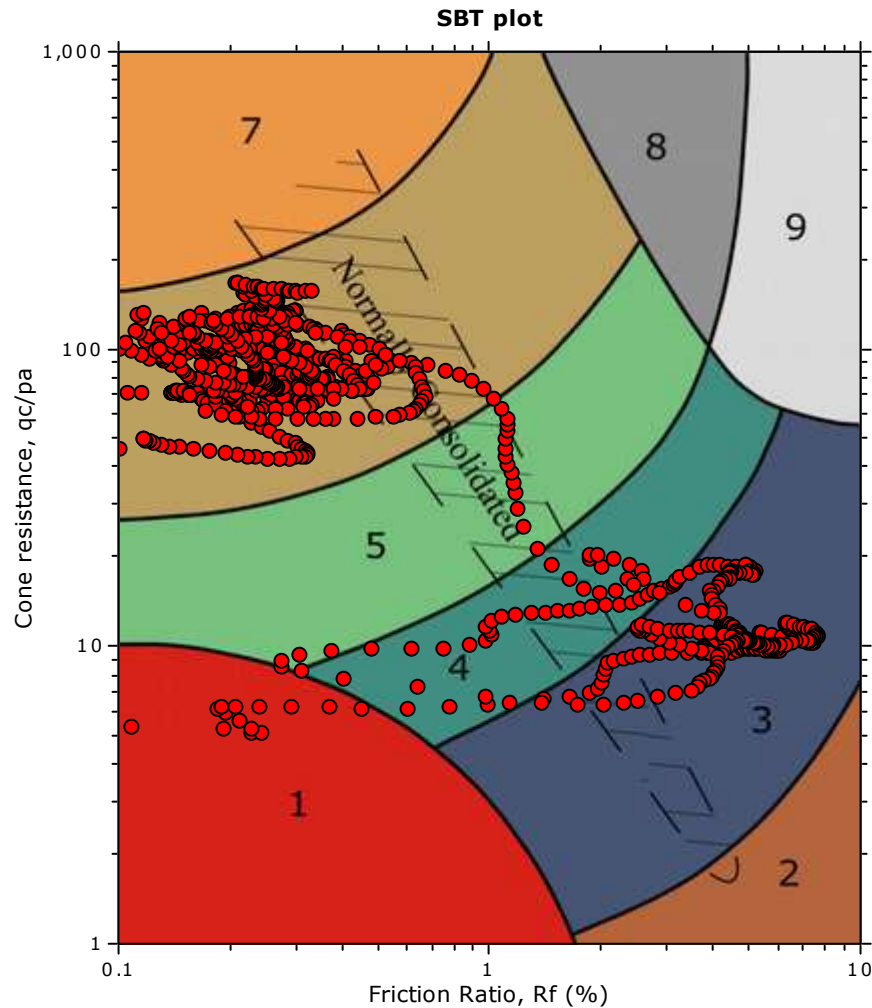


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).

Cross correlation between q_c & f_s



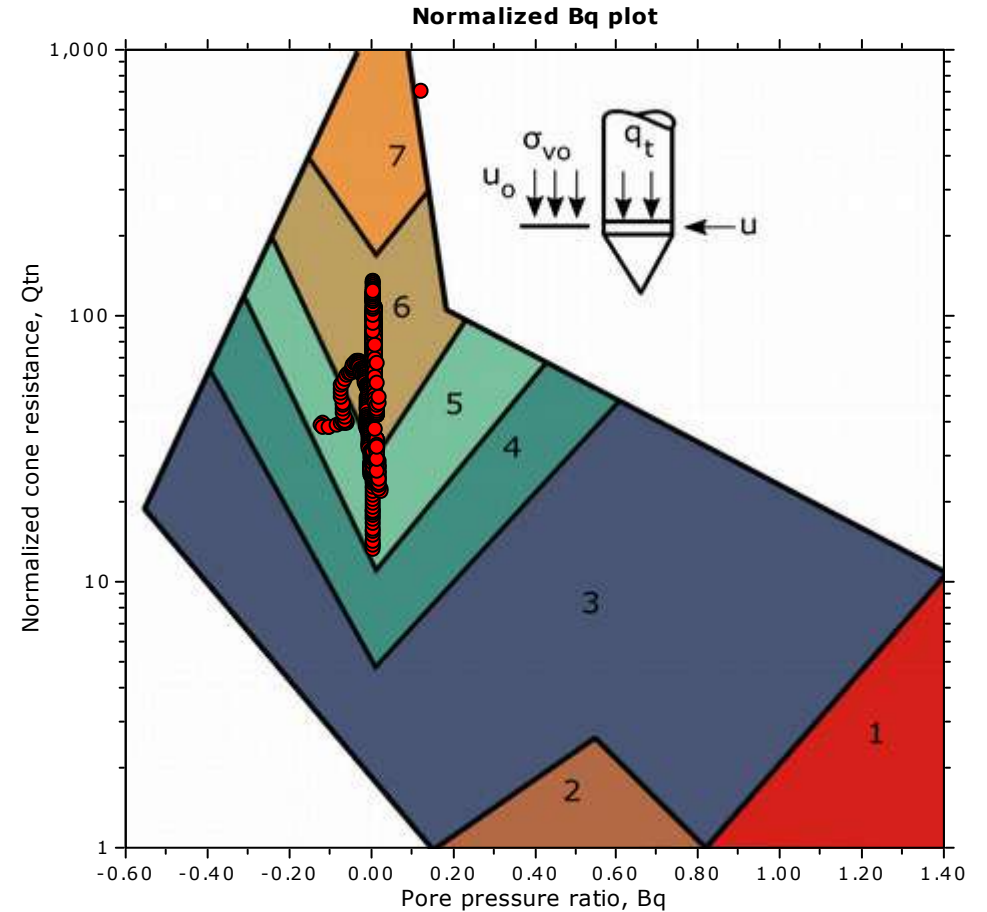
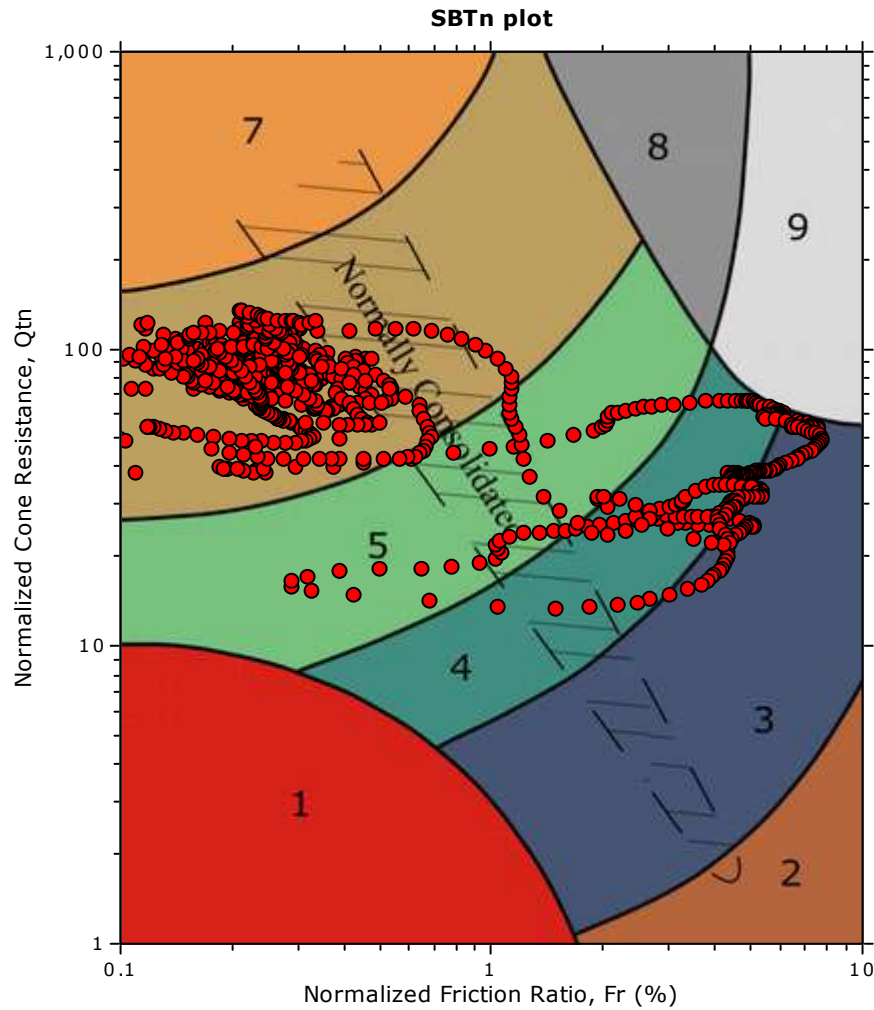
SBT - Bq plots



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 |

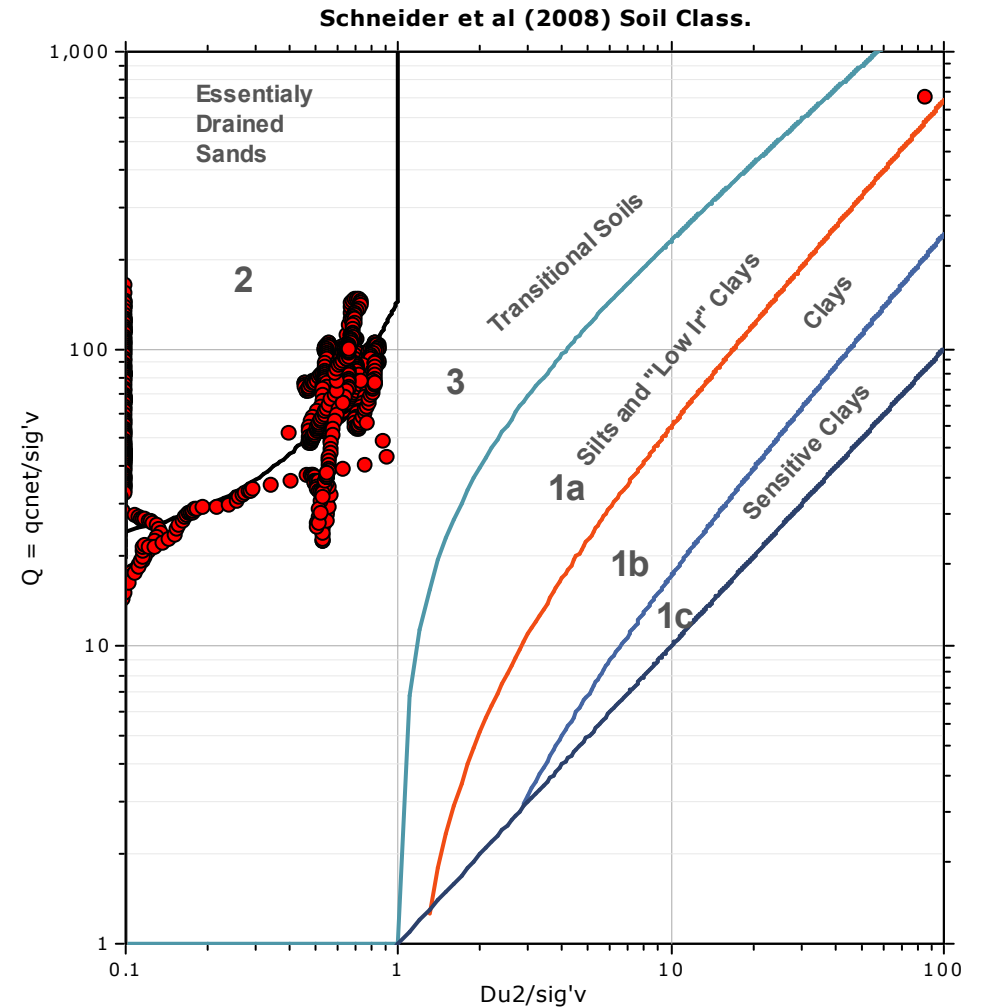
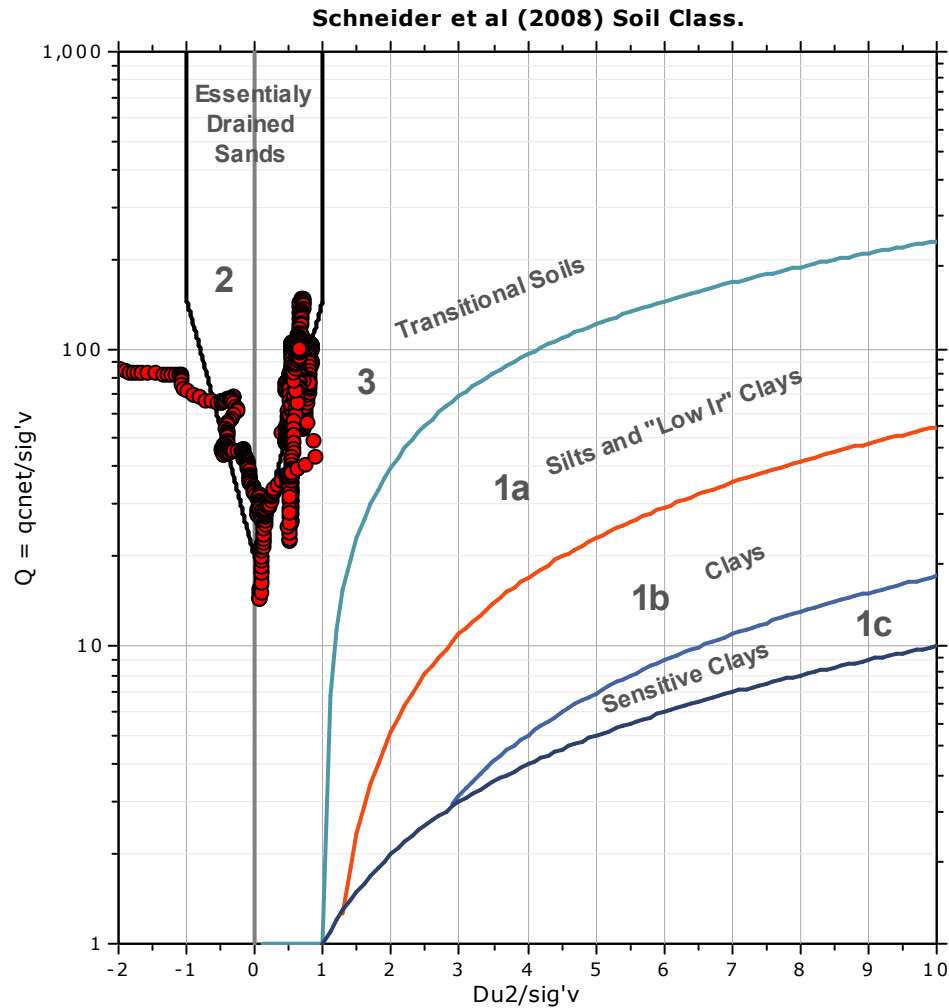
SBT - Bq plots (normalized)

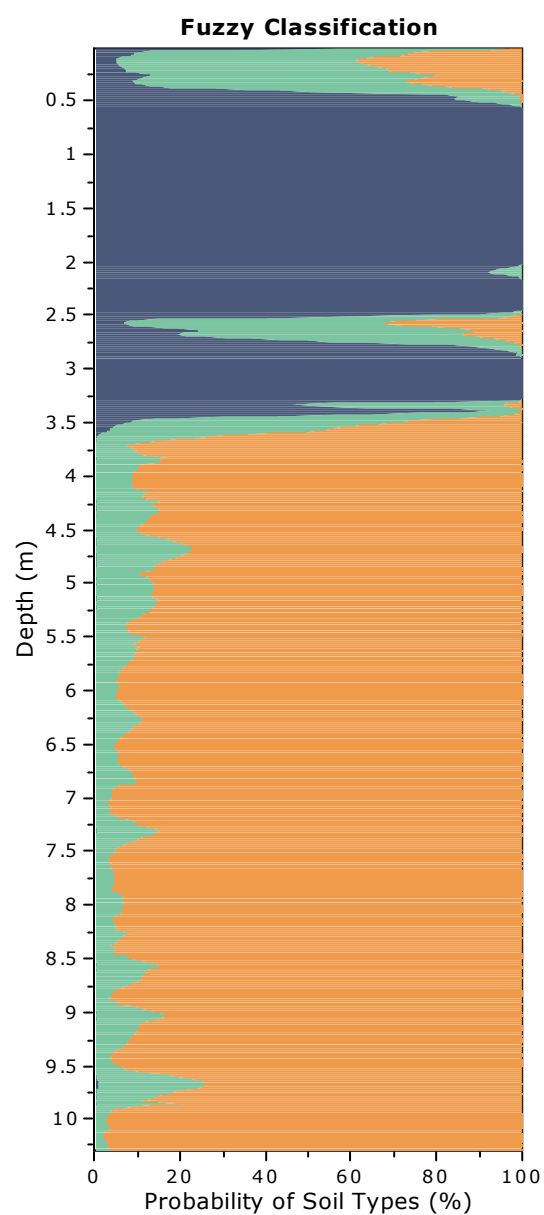
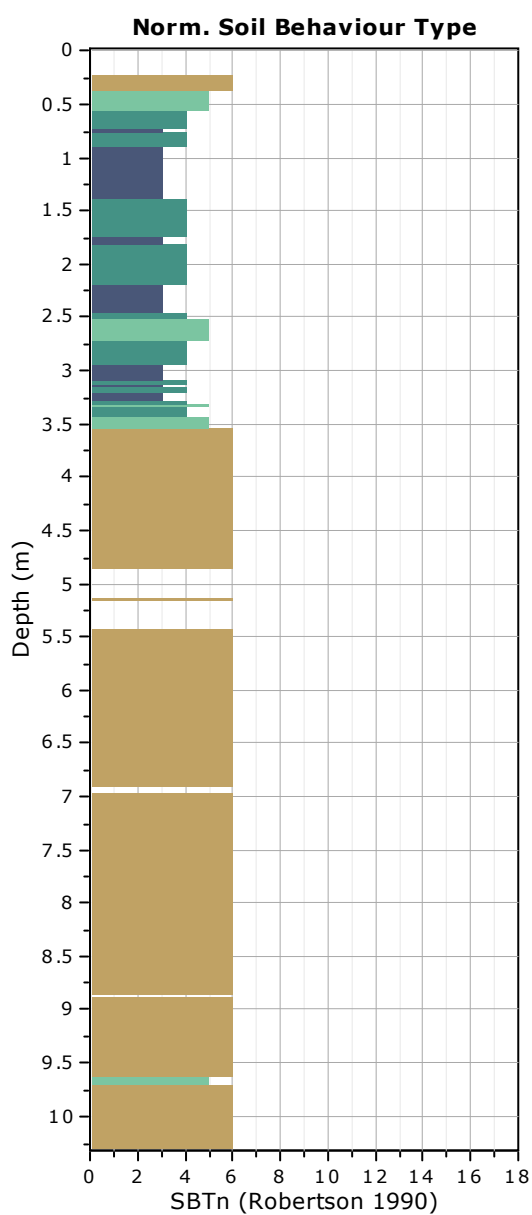


SBTn legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 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 |

Bq plots (Schneider)




Fuzzy classification legend

- Highly probable clayey soil
- Highly probable mixture soil
- Highly probable sandy soil

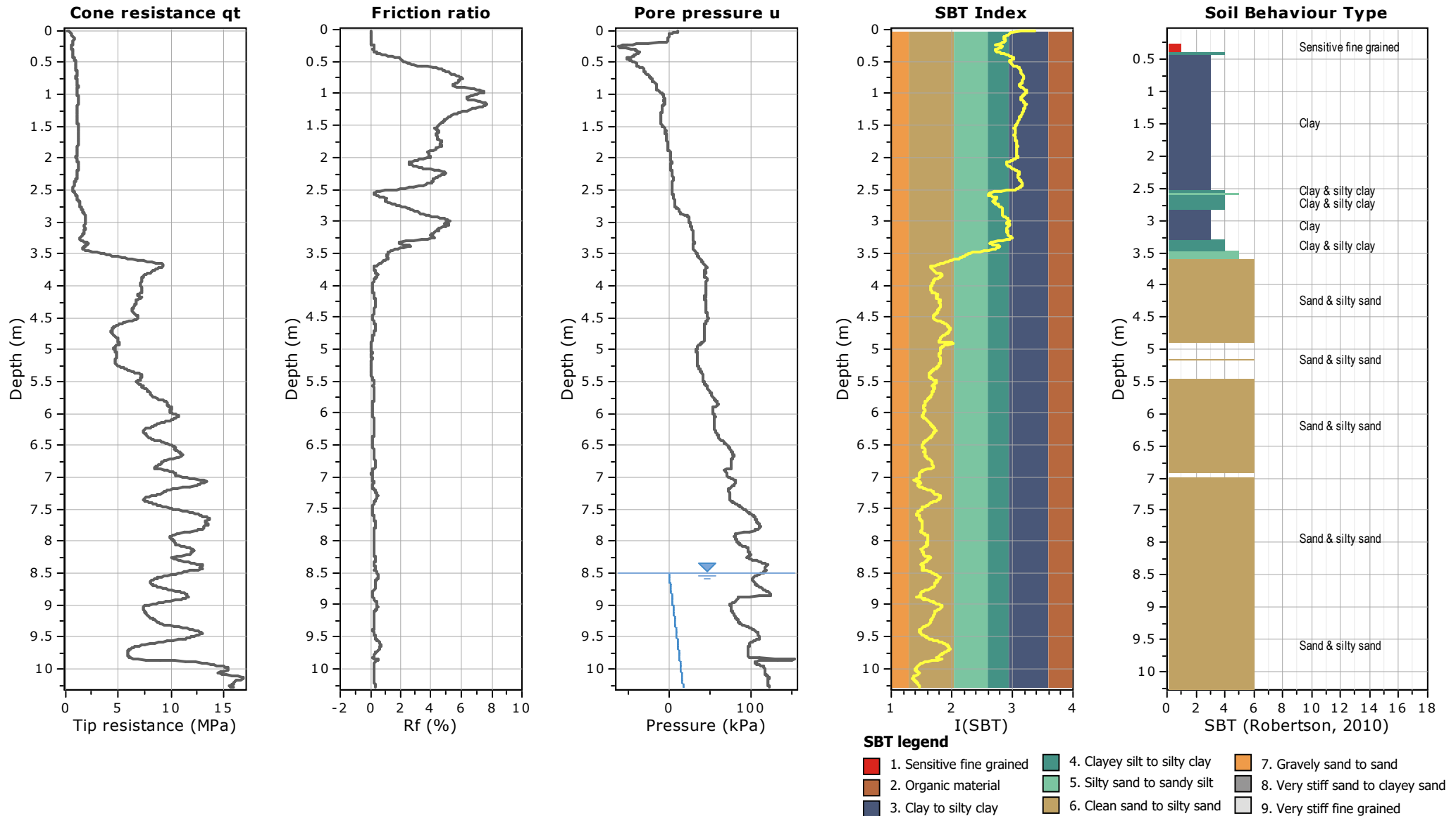
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU05

Total depth: 10.29 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System

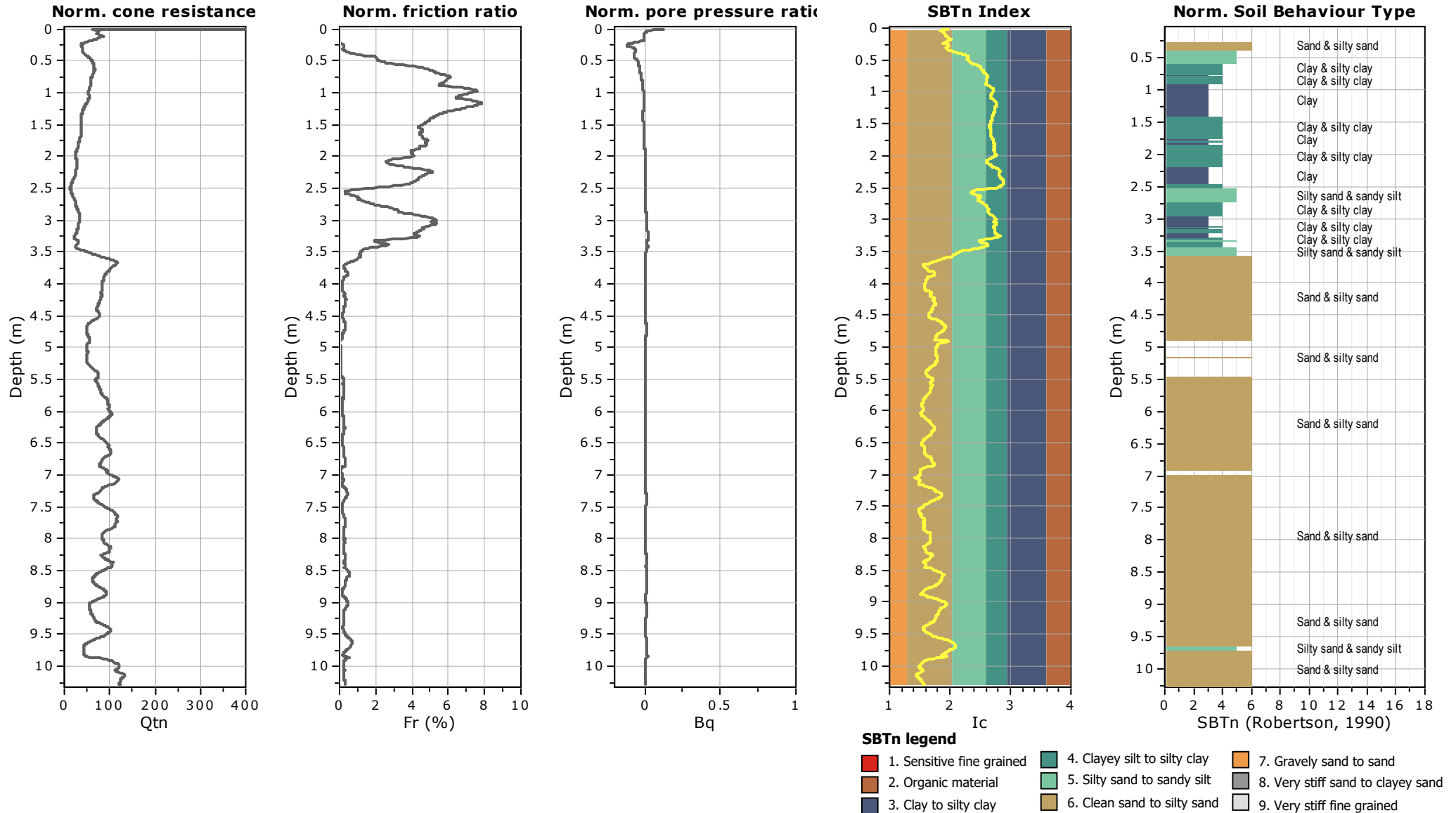


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU05

Total depth: 10.29 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System

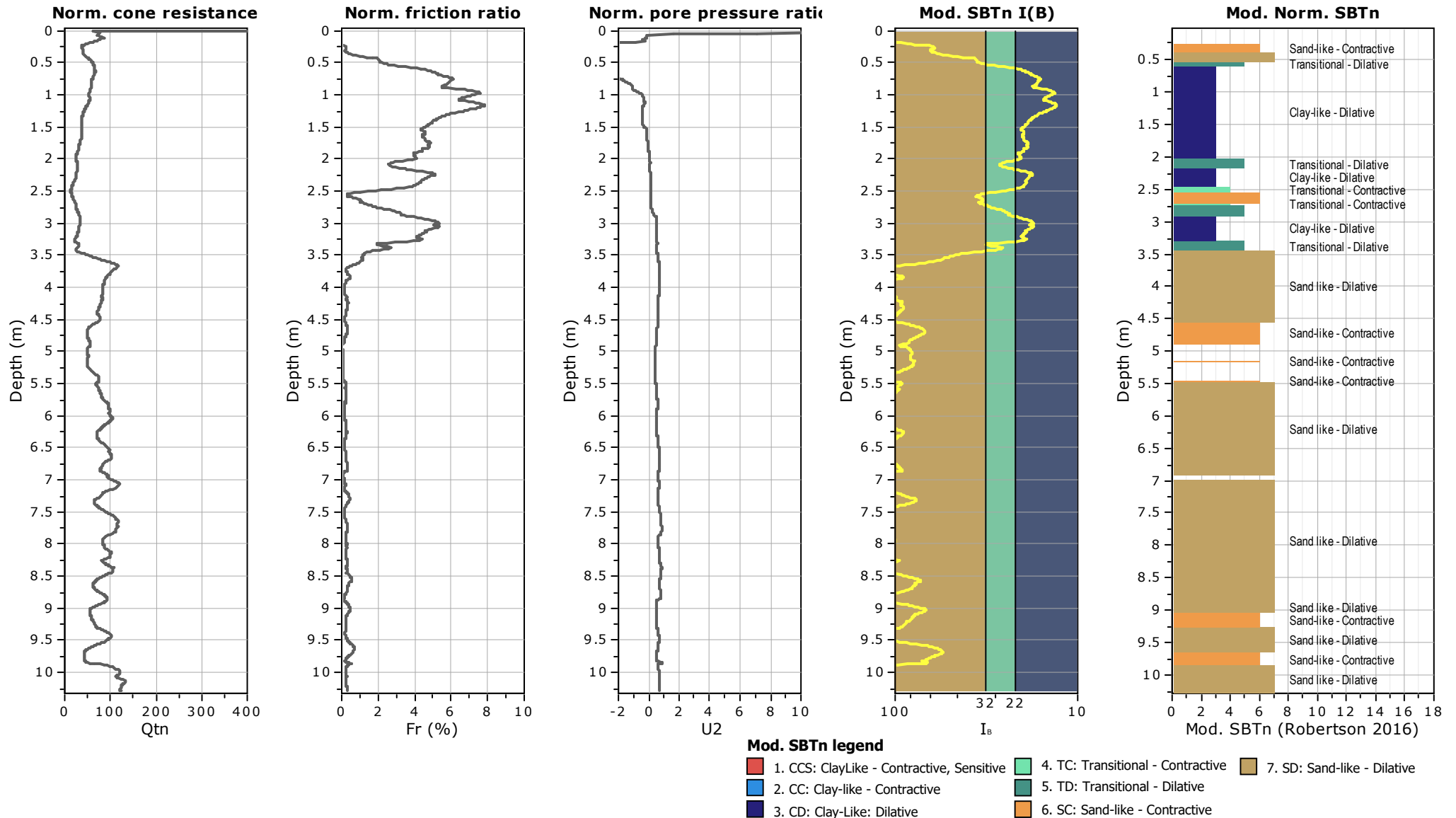


Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

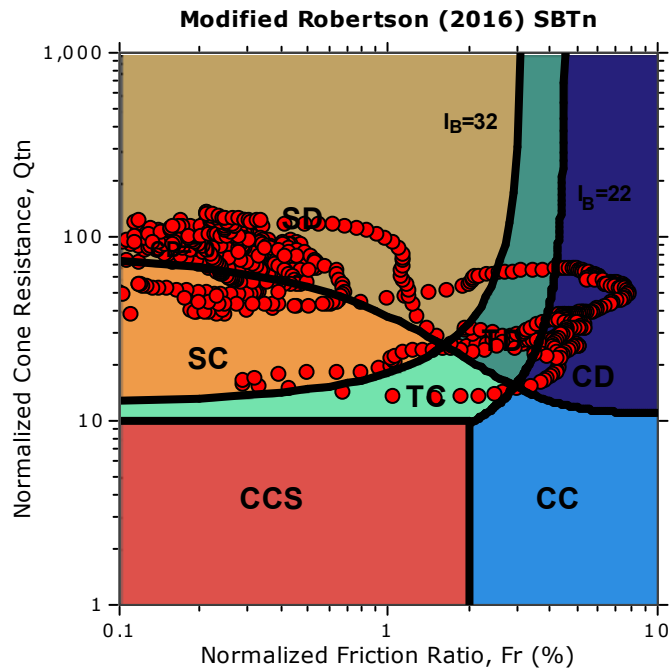
CPT: CPTU05

Total depth: 10.29 m, Date: 27/08/2024

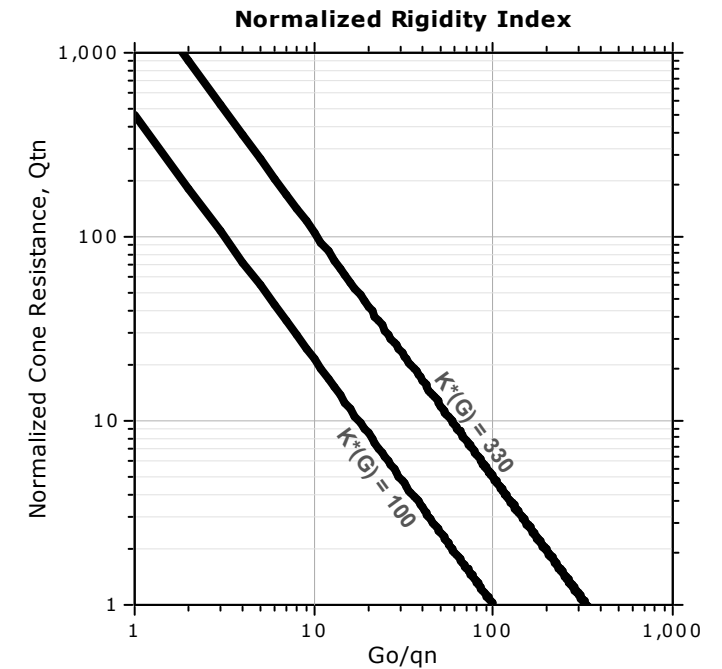
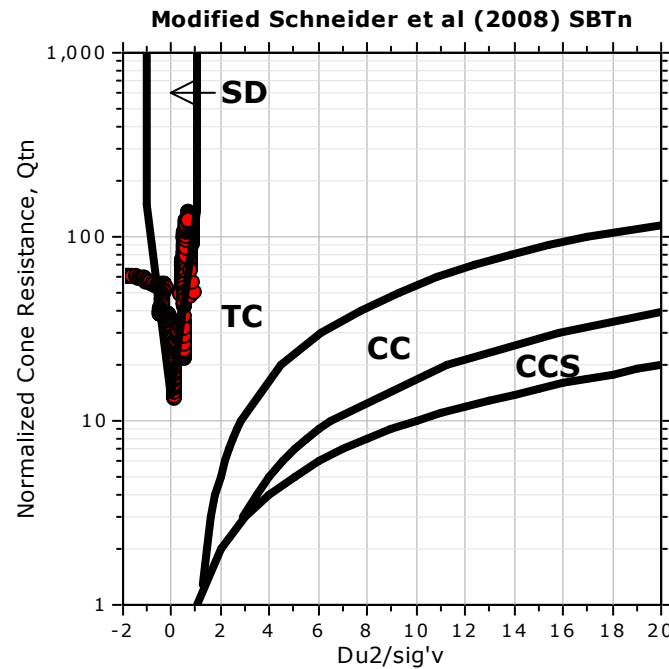
Cone Operator: Soil System



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

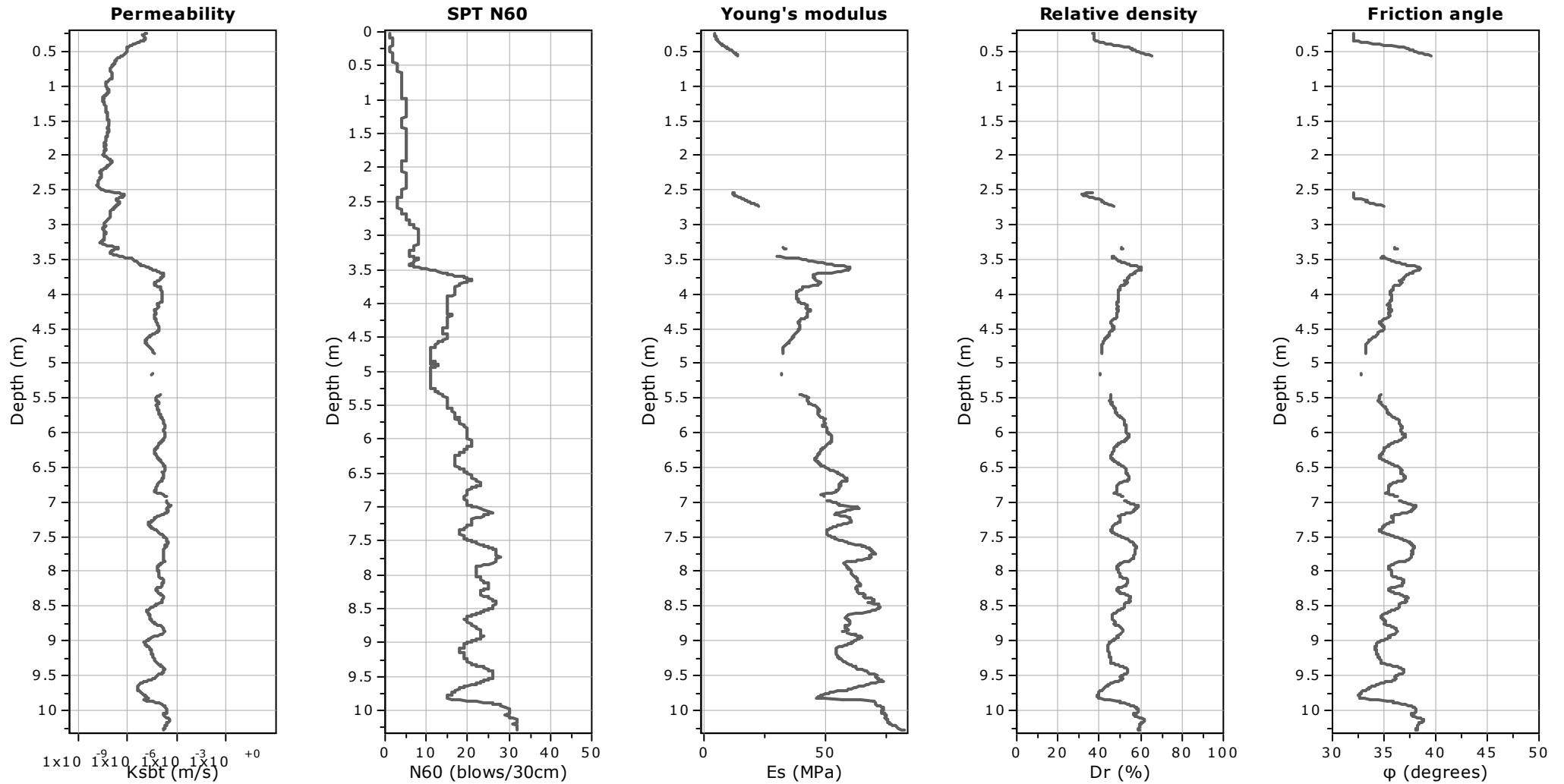


$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU05

Total depth: 10.29 m, Date: 27/08/2024
Cone Operator: Soil System



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

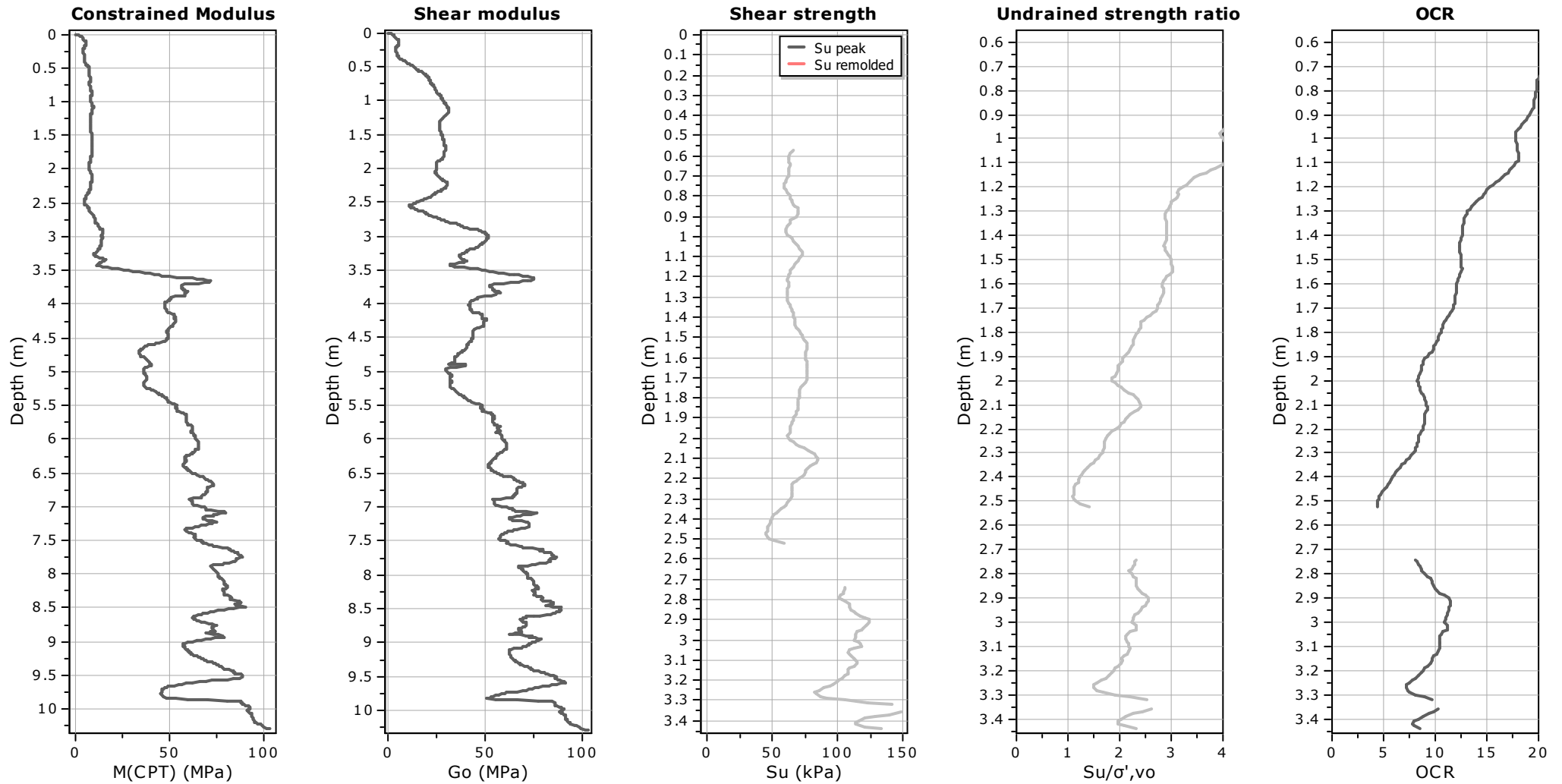
Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU05

Total depth: 10.29 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



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} : 0.33

—●— Flat Dilatometer Test data

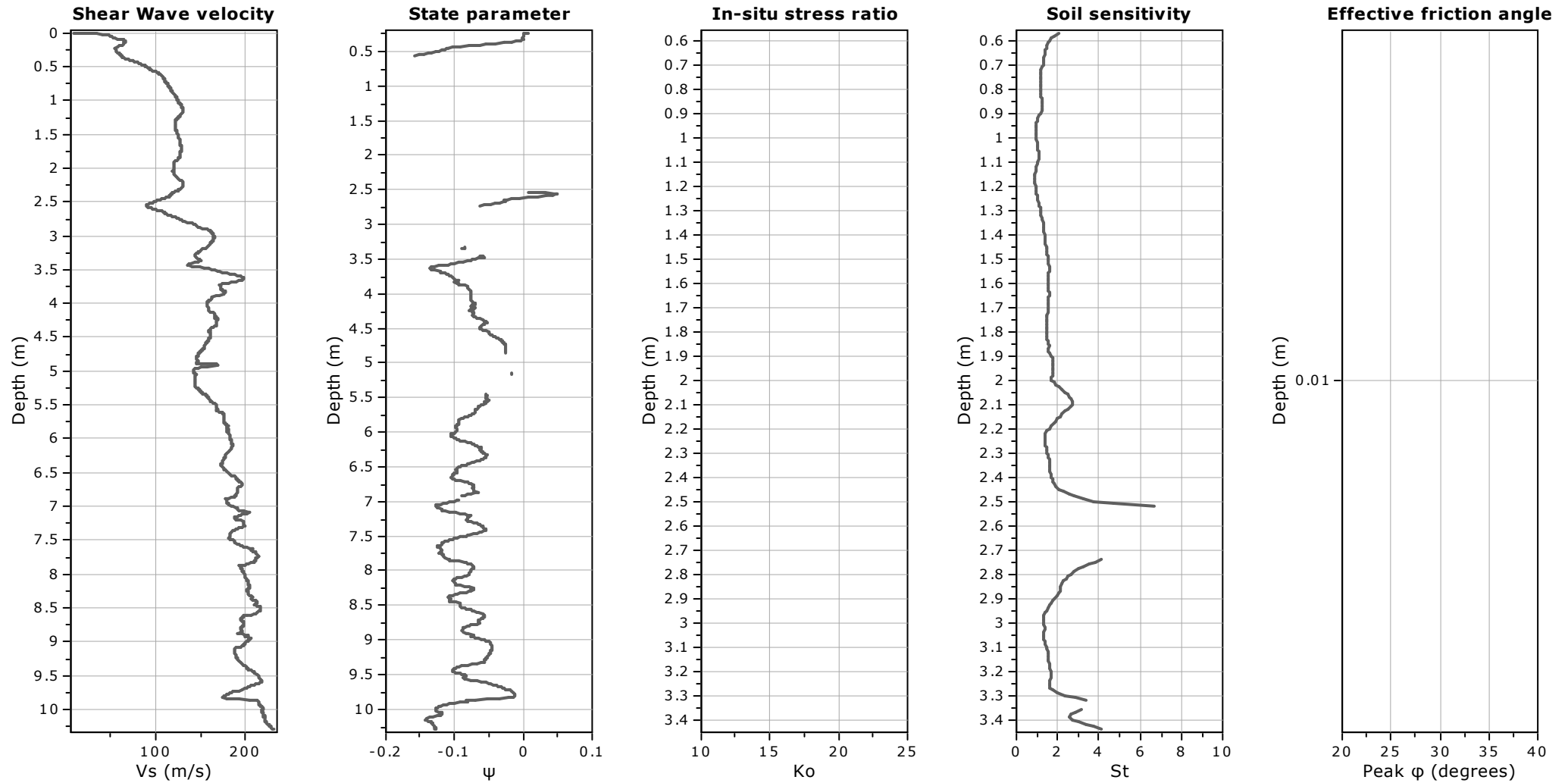
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo

Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU05

Total depth: 10.29 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



Calculation parameters

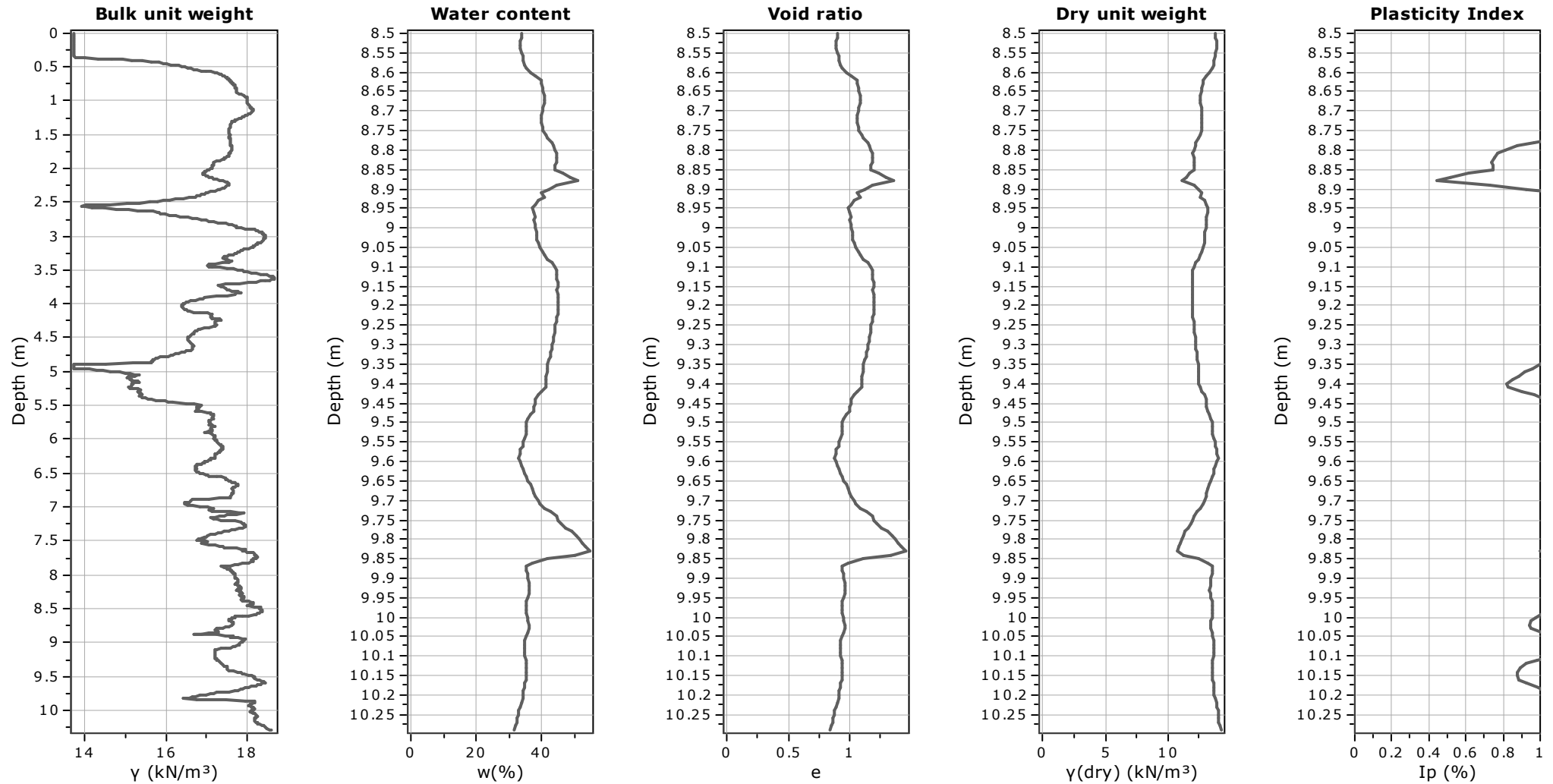
Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo
Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU05

Total depth: 10.29 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



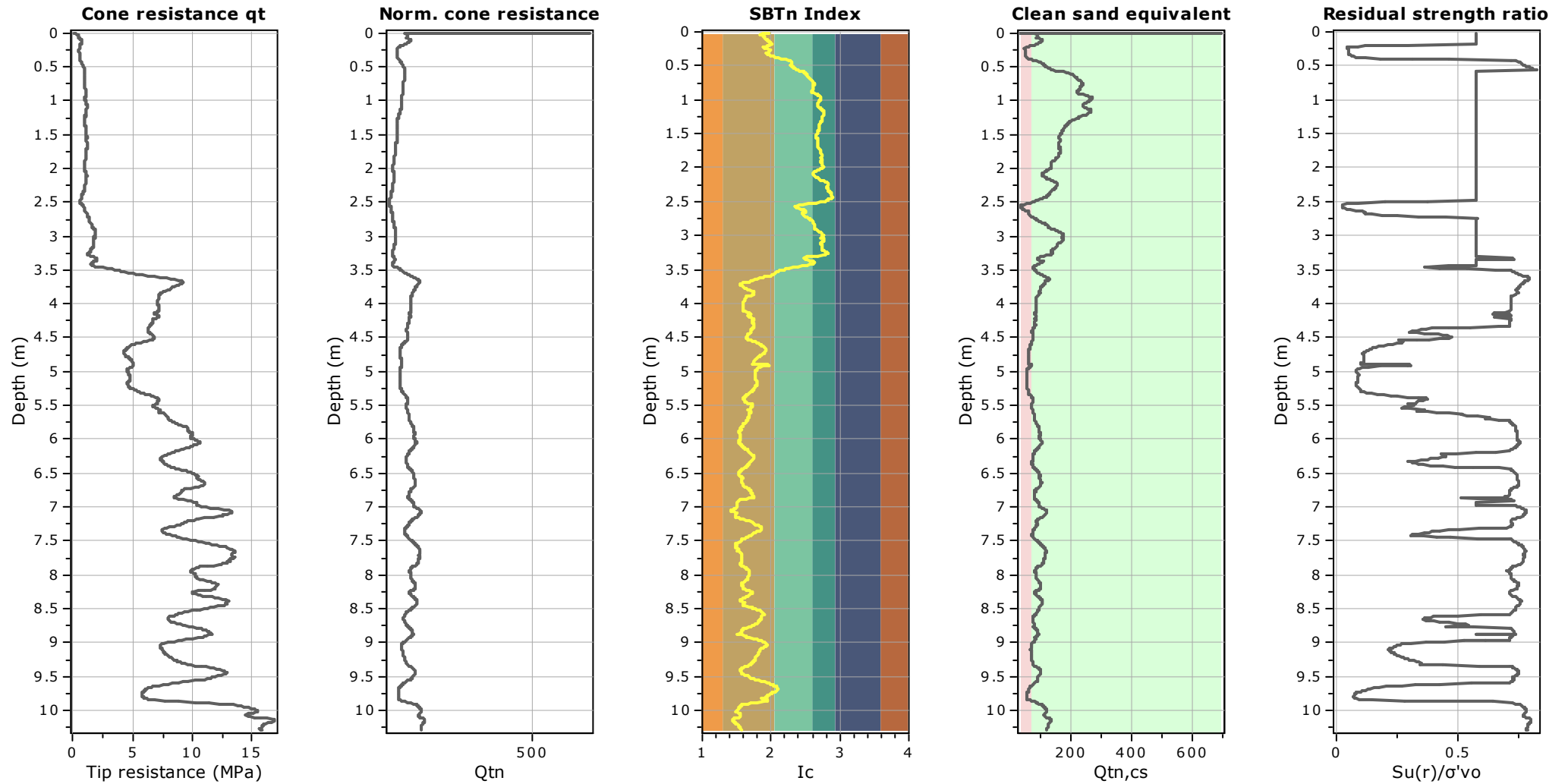
Project: Impianto fotovoltaico Morlenzo


Location: Cortemaggiore (PC)

CPT: CPTU05

Total depth: 10.29 m, Date: 27/08/2024

Cone Operator: Soil System



	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 111 / 114
		Numero Revisione
		00

ALLEGATO 02
SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO



GEOREFLEX srl

ESECUZIONE N. 1 SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
ALLESTITO CON TUBAZIONE PER DOWN HOLE
IMPIANTO FOTOVOLTAICO MORLENZO
IN COMUNE DI CORTEMAGGIORE (PC)

28-29 Agosto 2024

BEDUSCHI GEOTECNICA di Beduschi Giovanni e C. S.r.l.

**Via Centro Isola, 1d
26046 San Daniele Po (Cr)**

Tel. : 0372 65223

Fax : 0372 65223

e-mail : info@beduschigeotecnica.it

pec: beduschi.geotecnica@lamiaptec.it

Sondaggi geognostici e prove penetrometriche

Part. IVA N. 00256020348

R.E.A Cremona n.173629

Attestazione SOA 27914/16/00 del 04/09/2023

Certificazione ISO 9001 -2015 n°IT-316003



02-09-2024

INDICE

1 – PREMESSA

2 – ATTREZZATURA IMPIEGATA PER L' INDAGINE GEOGNOSTICA

3 – DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO:

legenda, tabella, stratigrafia e documentazione stratigrafica

1 – PREMESSA

L'indagine si sviluppa attraverso:

- Esecuzione di n.1 sondaggio a carotaggio continuo presso l'impianto fotovoltaico Morlenzo - Iren Green Generation Tech Srl - in progetto, in Comune di Cortemaggiore (PC), localizzato come da indicazioni della Committenza, spinto sino alla profondità di:

S 1 -30.0 m da p.c. attrezzato con tubazione per Down-Hole;

Esecuzione n. 5 SPT;

Prelievo di n. 2 Campioni Indisturbati e n. 5 Campioni Rimaneggiati;

Descrizione e restituzione in forma grafica della stratigrafia e presentazione della documentazione fotografica;

I lavori di campagna sono stati eseguiti tra il 28 e 29 Agosto 2024.

■ Data ■	Sondaggio	Profondità (m)	falda (m)	SPT				Campioni	note
				Prof. (m)	N colpi			Prof. (m)	
					N1	N2	N3		
28 e 29 Agosto 2024	S 1	30.0	8.6	12.0 15.0 18.0 22.5 25.5	3 12 10 8 11	3 17 13 14 15	4 21 16 18 20	1)She 1.5-2.0 2)She 4.5-5.0 3)Rim 12.6-12.8 4)Rim 16.0-16.3 5)Rim 19.0-19.4 6)Rim 22.0-22.5 7)Rim 29.6-29.8	INSTALLATA TUBAZIONE IN PVC (DN 90 mm) A PERFETTA TENUTA DA 0.0 A 30.0 m PER ESECUZIONE DOWN HOLE. ESECUZIONE DI INIEZIONE DI MALTA CEMENTIZIA NELLO SPAZIO ANULARE PARETE FORO/TUBO DI RIVESTIMENTO IN PVC

Tab.1 – Indagini eseguite

2 – ATTREZZATURA IMPIEGATA PER LE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per l'esecuzione delle indagini è stata impiegata la seguente attrezzatura tecnica: sonda cingolata M.D.T. V80 dotata delle seguenti caratteristiche:

■

M.D.T. V80:

- Perforatrice montata su carro cingolato ad azionamento oleodinamico;
- Sistema di perforazione: rotazione a circolazione diretta, distruzione di nucleo con spurgo ad acqua, fango, aria;
- Torre: struttura tipo scatolato;
- Capacità max di tiro e spinta: 40 KN;
- Coppia di rotazione massima: 10000 Nm;
- Velocità di rotazione: 627 Rpm



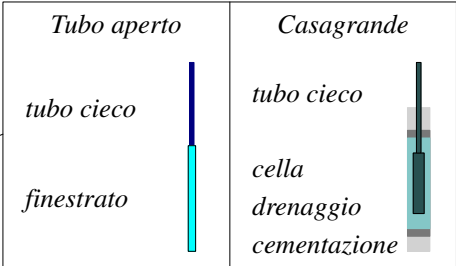
Le caratteristiche dello strumento utilizzato rispondono alla nuova categoria di standard europeo e la realizzazione delle prove ha rigorosamente seguito le indicazioni ed i criteri stabiliti dalle norme internazionali I.S.S.M.G.E.

Committente: IREN GREEN GENERATION TECH S.R.L.	Sondaggio: S.1
Riferimento: IMPIANTO FOTOVOLTAICO MORLENZO -CORTEMAGGIORE- PC	Data: 28-29/08/2024
Coordinate:	Quota:
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										m	S.P.T.	N			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 9) Vane test (kg/cm²)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Valore di N_{spt}
- 14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Profondità della base dello strato (m)
- 16) Descrizione della litologia dello strato



She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Committente: IREN GREEN GENERATION TECH S.R.L.	Sondaggio: S.1
Riferimento: IMPIANTO FOTOVOLTAICO MORLENZO -CORTEMAGGIORE- PC	Data: 28-29/08/2024
Coordinate:	Quota:
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1 :100	STRATIGRAFIA - S.1	Pagina 2/2
--------------	--------------------	------------

Ø mm	R v	A r	s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											m	S.P.T.	N		
					21										SABBIA LIMOSA MODERATAMENTE ADDENSATA, CON SPORADICA PRESENZA DI CIOTTOLI (Ø MAX 3 cm; Ø MEDIO 2 cm). DI COLORE GRIGIO SCURO.
					22		6) Rim < 22,00 22,50				22,5	8-14-18	32	22,2	
					23										SABBIA GHIAIOSA, ETEROMETRICA ED ETEROGENEA (Ø MAX 6 cm; Ø MEDIO 3 cm), MEDIAMENTE ADDENSATA, IN SCARSA MATRICE LIMOSA, GRIGIO CHIARA (GHIAIA: 80%; LIMO: 20%).
					24										
					25						25,5	11-15-20	35	25,0	SABBIA MEDIO-FINE, MEDIAMENTE ADDENSATA, GRIGIO CHIARA.
					26									26,0	
					27									26,6	RESTI DI FUSTO ARBOREO IN BUONO STATO DI CONSERVAZIONE, SATURO D'ACQUA. COLORE ROSSICCIO SCURO.
					28			1,6						27,6	GHIAIA - SABBIOSA, ETEROMETRICA ED ETEROGENEA (Ø MAX 4 cm; Ø MEDIO 2 cm), MEDIAMENTE ADDENSATA , IN SCARSA MATRICE LIMOSA, GRIGIO CHIARA (GHIAIA: 90%; LIMO: 10%).
					29			2,7							
					30		7) Rim < 29,60 29,80	2,4							ARGILLA LIMOSA DI COLORE GRIGIO - NOCCIOLA, MOLTO CONSISTENTE.
101								3						30,0	

PRESENZA DI FALDA FREATICA A m 8.60 DI PROFONDITA' DA P.C.
INSTALLATA TUBAZIONE IN PVC (DN 90 mm) A PERFETTA TENUTA DA 0.0 A 30.0 m PER ESECUZIONE DOWN HOLE. ESECUZIONE DI INIEZIONE DI MALTA CEMENTIZIA NELLO SPAZIO ANULARE PARETE FORO/TUBO DI RIVESTIMENTO IN PVC

Documentazione fotografica:



S 1: da 0.0 a 5.0 m



S 1: da 5.0 a 10.0 m



S 1: da 10.0 a 15.0 m




S 1: da 15.0 a 20.0 m



S 1: da 20.0 a 25.0 m



S 1: da 25.0 a 30.0 m

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 112 / 114
		Numero Revisione
		00

ALLEGATO 03

PROVE DI LABORATORIO



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/PTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/PTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9066 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/PTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 85 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
Natura del campione: FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Richiedente: Campione indisturbato in fustella metallica
siglato S1 - CI1 prof. 1,5-2,0 m
Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

DATIE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(a)						
0						
10	350	==	==	140	GRAN - ATT	Limo con sabbia argillosa. Colore marrone. Reazione all'HCl ++.
20	320	==	==	130	TD - RES	
30	==	==	==	==	ELL	
32						



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: =====	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

110



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE
Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LFC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LFC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LFC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 86 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
Natura del campione: FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Richiedente: Campione indisturbato in fustella metallica
siglato S1 - Cl2 prof. 4,5-5,0 m
Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(a)						
0						
10	270	==	==	90	TD	Argilla con limo debolmente sabbioso. Colore grigio- marrone. Reazione all'HCl ++.
20	360	==	==	==	GRAN - ATT	
30	310	==	==	==	ELL	
44						



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: =====	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

110



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE
Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/PTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/04/2022 - Settore "A" Circolare 633/PTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/PTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano Srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 87 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da trincea esplorativa
siglato TR1 prof. 3,0 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(b)	==	==	==	==	GRAN	Limo con argilla debolmente sabbioso. Colore grigio. Reazione all'HCl ++.
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: ==	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

110



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/PTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/04/2022 - Settore "A" Circolare 633/PTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/PTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano Srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 88 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da trincea esplorativa
siglato TR2 prof. 3,0 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(b)	==	==	==	==	GRAN	Limo con argilla debolmente sabbioso. Colore grigio. Reazione all'HCl ++.
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: ==	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

140



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/PTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/PTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/PTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 89 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
Natura del campione: FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Richiedente: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da trincea esplorativa siglato TR3 prof. 3,0 m
Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

DATIE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(b)					GRAN	Limo con argilla debolmente sabbioso. Colore grigio. Reazione all'HCl ++.
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: =====	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

110



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE
Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/PTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/PTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/PTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 90 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR1 prof. 12,6-12,8 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(b)					GRAN	Sabbia con limo debolmente argilloso. Colore grigio. Reazione all'HCl ++.
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: =====	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

110



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9066 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 91 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR2 prof. 16,0-16,3 m

Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(b)					GRAN	Sabbia debolmente limosa debolmente argilloso. Colore grigio. Reazione all'HCl ++.
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: =====	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE
HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE
Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 92 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR3 prof. 19,0-19,4 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(b)	==	==	==	==	GRAN	Sabbia limosa debolmente argillosa. Colore grigio. Reazione all'HCl ++.
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: =====	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

110



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE
Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n. 16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LFC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n. 0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LFC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n. 9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LFC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n. 16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 93 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

DATI E MATERIALI
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR4 prof. 22,0-22,5 m

Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(b)	==	==	==	==	GRAN	Sabbia limosa debolmente argillosa debolmente ghiaiosa. Colore grigio. Reazione all'HCl ++.
	==	==	==	==		
	==	==	==	==		



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: =====	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

140



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D. M. n. 16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LFC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D. M. n. 0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LFC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D. M. n. 9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LFC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D. M. n. 16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DESCRIZIONE CAMPIONI ED ESAMI GEOTECNICI PRELIMINARI

CERTIFICATO N° 94 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

DATI E MATERIALI
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR5 prof. 29,6-29,8 m

Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

Lunghezza (cm)	Resistenza al taglio				Esami eseguiti	Descrizione visiva campioni
	Pocket Penetr.		Torvane			
	esterno (KPa)	interno (KPa)	interno (KPa)	esterno (KPa)		
(b)						
0	==	==	==	==		Limo con argilla grigio-marrone. Colore grigio. Reazione all'HCl ++.
10	300	==	==	==	ATT	
20	290	==	==	==	ELL	
27						



TIPOLOGIA CAMPIONI	LEGENDA PROVE GEOTECNICHE	
(a) Cilindrico proveniente da sondaggio (b) Campione rimaneggiato	CFG = Caratteristiche Fisiche Generali ATT = Limiti di Atterberg GRAN = Granulometria ELL = Compressione Uniassiale TRX = Compressione Triassiale	CLAS = Classificazione stradale EDOM = Prova edometrica PERM = Permeabilità TD = Taglio diretto di picco TR = Taglio residuo
Note: =====	TIPO DI REAZIONE ALL'HCl	
	HCl + = debole HCl ++ = media HCl +++ = forte	

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 95 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione indisturbato in fustella metallica
siglato S1 - Cl1 prof. 1,5-2,0 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	99,9	99,8	99,1	96,7	81,7	75,9

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,055	0,039	0,029	0,021	0,011
PASSANTE (%)	71,0	65,4	59,7	54,9	46,4
	0,006	0,004	0,003	0,002	0,001
	40,7	34,1	27,5	21,8	20,8

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	0,1	Sabbia =	27,6	Limo =	50,5	Argilla =	21,8
----------	-----	----------	------	--------	------	-----------	------

Classificazione A.G.I. : Limo con sabbia argillosa

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



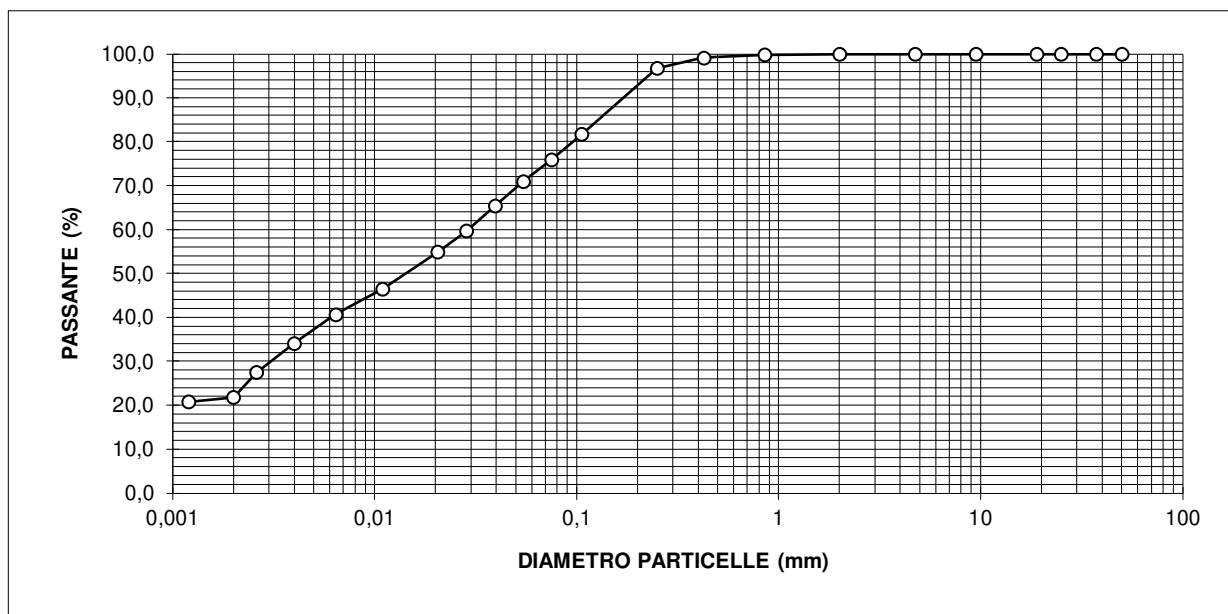
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 95 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:	
Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 96 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione indisturbato in fustella metallica
siglato S1 - Cl2 prof. 4,5-5,0 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	99,9	99,4	99,2	99,0	98,9	98,9

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,055	0,039	0,028	0,020	0,010
PASSANTE (%)	92,6	90,1	87,6	85,2	82,7
	0,006	0,004	0,003	0,002	0,001
	74,1	63,0	53,1	48,1	43,2

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	0,1	Sabbia =	5,6	Limo =	45,4	Argilla =	48,9
----------	-----	----------	-----	--------	------	-----------	------

Classificazione A.G.I. : Argilla con limo debolmente sabbioso

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



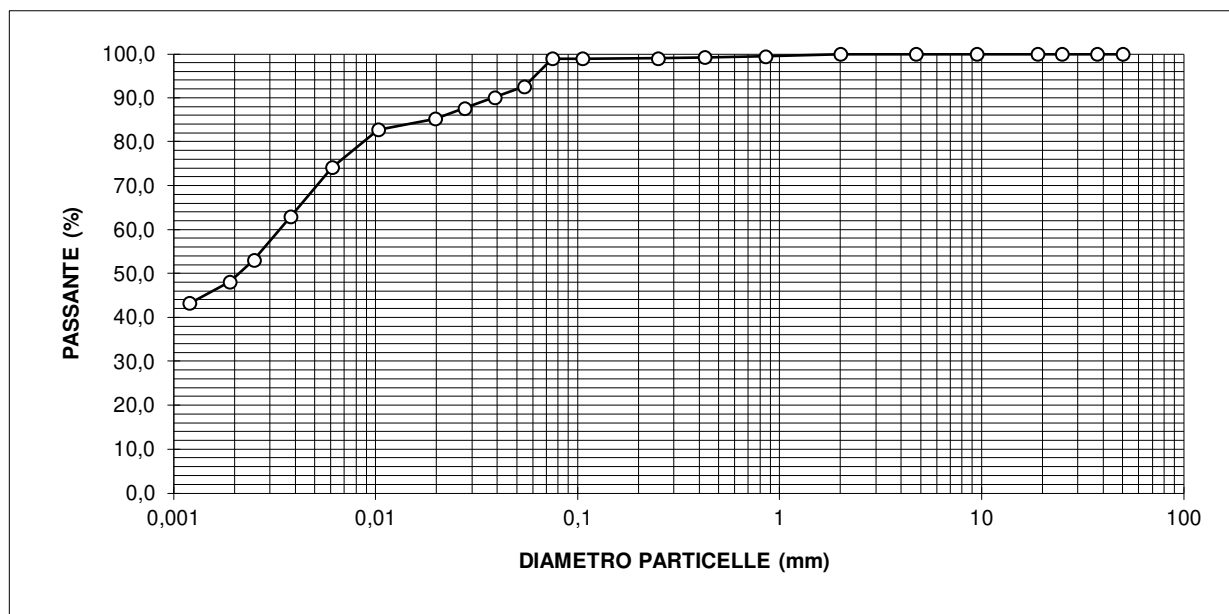
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 96 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:

Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 97 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da trincea esplorativa
siglato TR1 prof. 3,0 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	99,3	98,1	97,1	96,3	95,4	95,2

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,054	0,039	0,028	0,020	0,011
PASSANTE (%)	91,5	86,7	77,2	74,9	65,4
	0,006	0,004	0,003	0,002	0,001
	53,5	46,3	36,8	34,5	29,7

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	0,7	Sabbia =	6,7	Limo =	58,1	Argilla =	34,5
----------	-----	----------	-----	--------	------	-----------	------

Classificazione A.G.I. : Limo con argilla debolmente sabbioso

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



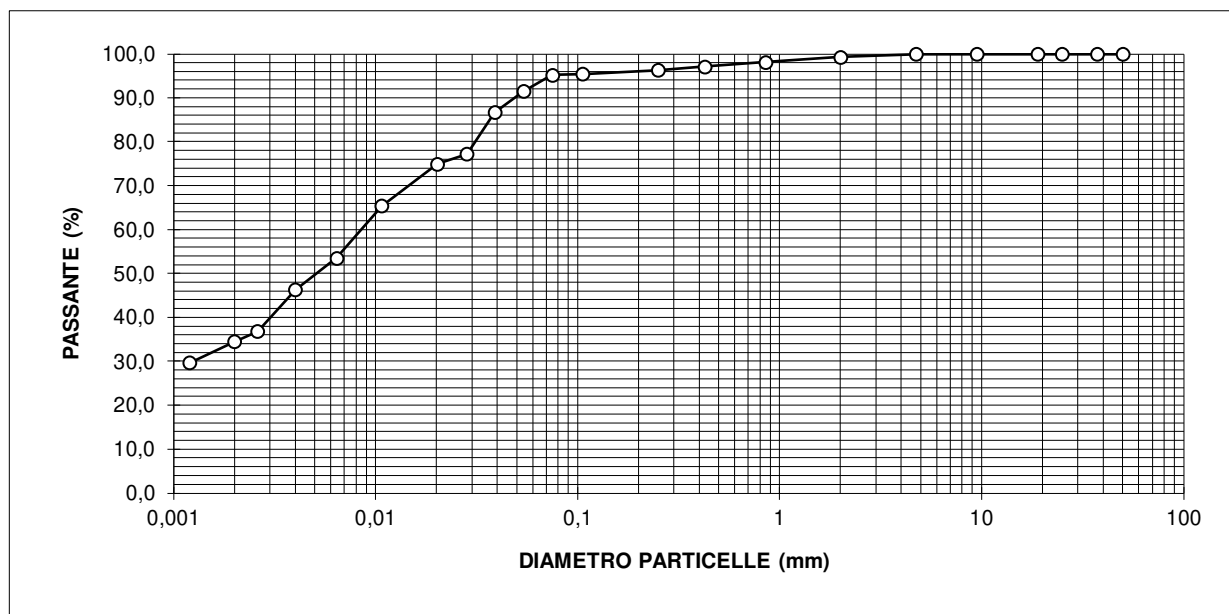
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 97 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:

Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 98 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da trincea esplorativa
siglato TR2 prof. 3,0 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	99,1	97,8	97,0	96,7	96,2	95,7

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,055	0,040	0,029	0,021	0,011
PASSANTE (%)	87,2	77,6	65,7	53,7	46,6
	0,007	0,004	0,003	0,002	0,001
	34,6	29,9	25,1	20,3	17,9

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	0,9	Sabbia =	9,7	Limo =	69,4	Argilla =	20
----------	-----	----------	-----	--------	------	-----------	----

Classificazione A.G.I. : Limo argilloso debolmente sabbioso

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



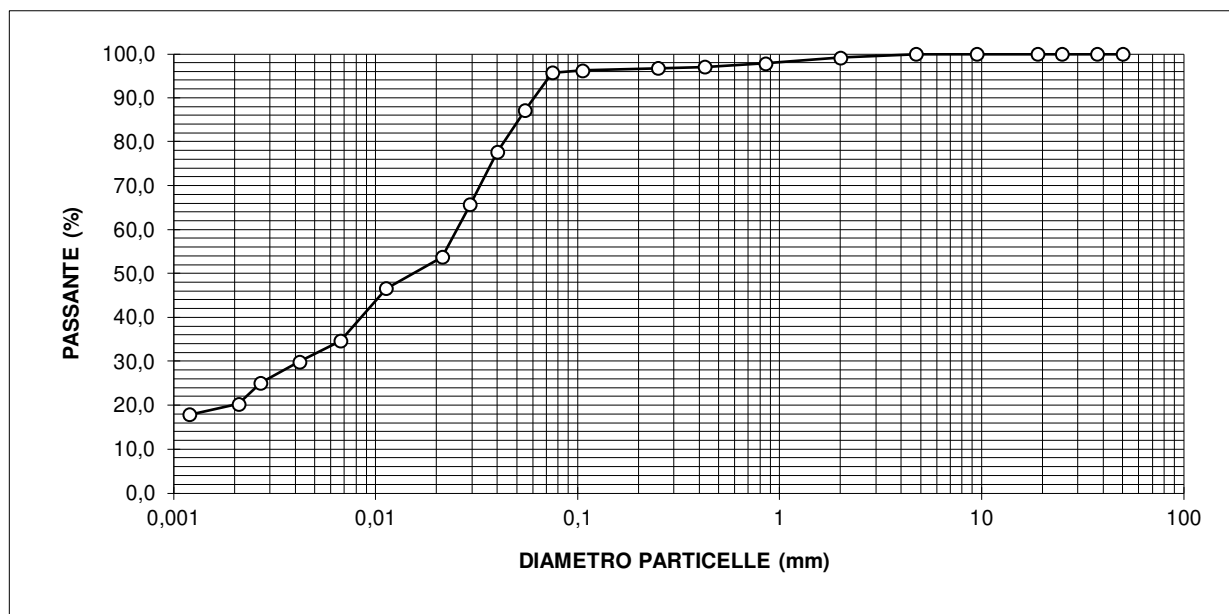
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 98 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:	
Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 99 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da trincea esplorativa
siglato TR3 prof. 3,0 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	99,3	98,1	97,0	96,4	95,5	95,2

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,055	0,039	0,028	0,020	0,011
PASSANTE (%)	86,7	84,4	82,0	73,7	64,2
	0,006	0,004	0,003	0,002	0,001
	58,2	46,3	36,8	34,5	32,1

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	0,7	Sabbia =	10,4	Limo =	54,4	Argilla =	34,5
----------	-----	----------	------	--------	------	-----------	------

Classificazione A.G.I. : Limo con argilla debolmente sabbioso

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



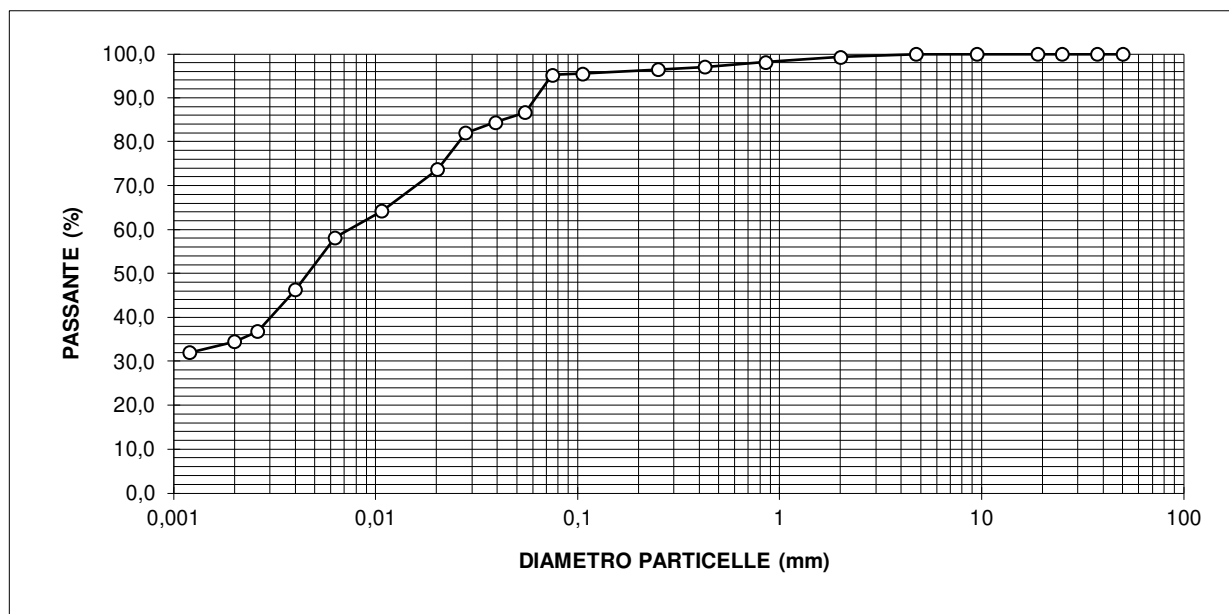
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 99 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:

Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 100 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR1 prof. 12,6-12,8 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	100,0	99,9	99,1	91,8	52,4	48,2

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,055	0,041	0,029	0,021	0,011
PASSANTE (%)	42,7	36,7	34,3	33,1	27,1
	0,007	0,004	0,003	0,002	0,001
	23,5	18,0	13,8	12,6	10,2

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	0	Sabbia =	56	Limo =	31,4	Argilla =	12,6
----------	---	----------	----	--------	------	-----------	------

Classificazione A.G.I. : Sabbia con limo debolmente argillosa

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

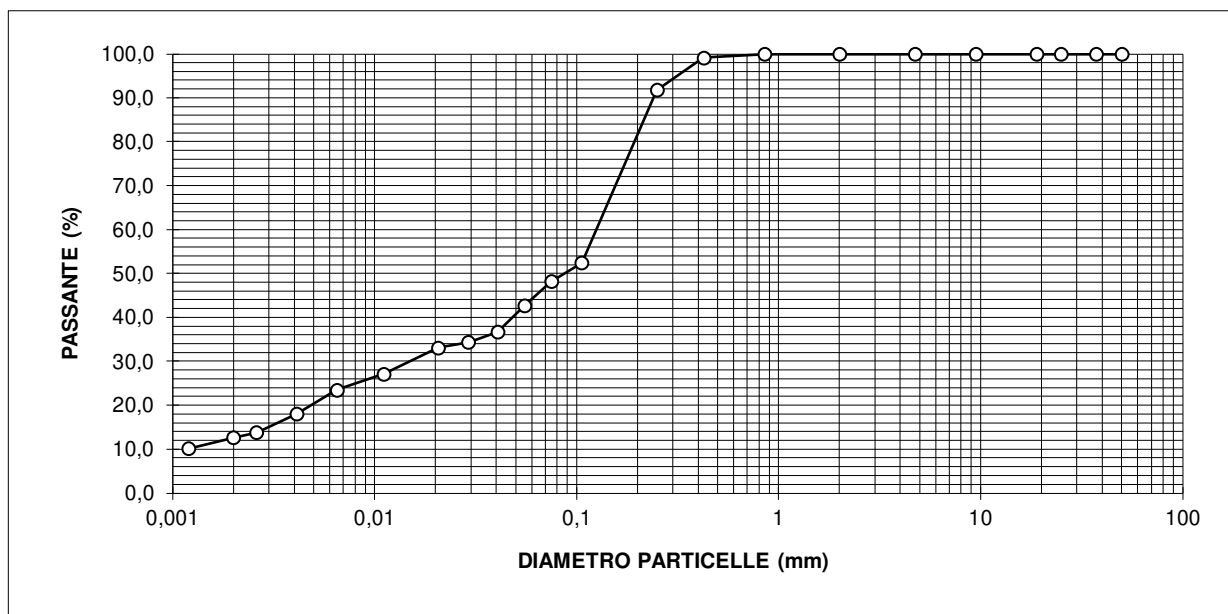


SEDE LEGALE E LABORATORIO:
STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 100 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:	
Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 101 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR2 prof. 16,0-16,3 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	96,3	90,5	57,8	35,3	22,1	19,6

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,055	0,041	0,029	0,021	0,011
PASSANTE (%)	17,4	14,9	13,9	13,5	11,0
	0,007	0,004	0,003	0,002	0,001
	9,5	7,1	5,6	5,1	4,2

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	3,7	Sabbia =	78,4	Limo =	12,8	Argilla =	5,1
----------	-----	----------	------	--------	------	-----------	-----

Classificazione A.G.I. : Sabbia debolmente limosa debolmente argillosa

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



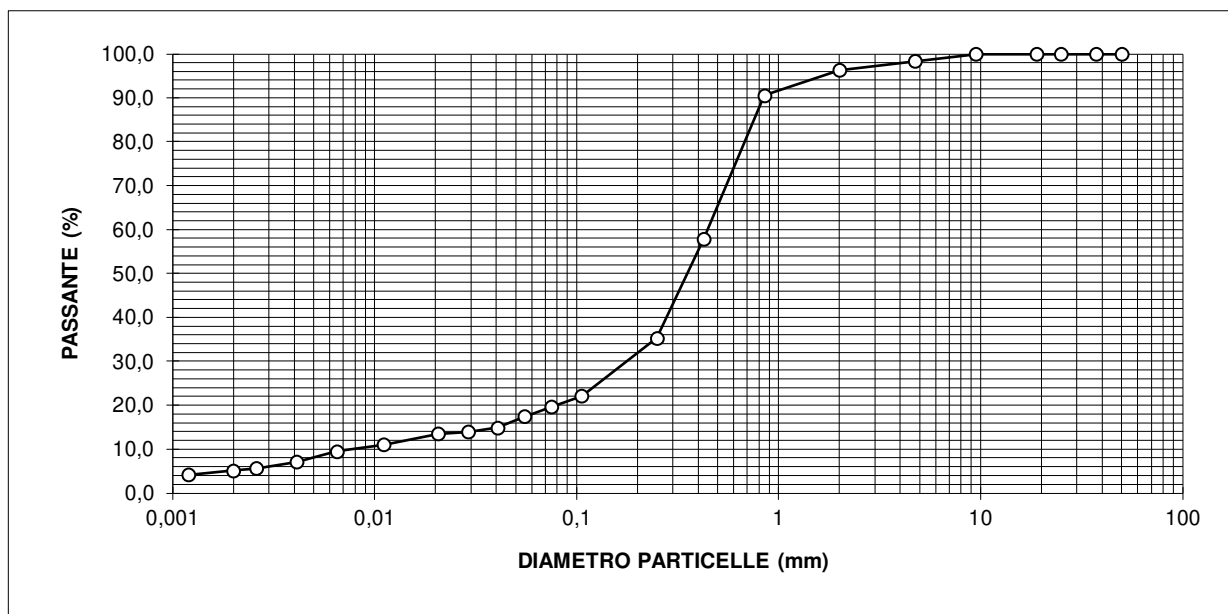
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 101 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:	
Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott.M.Orsatti

Signature of Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 102 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR3 prof. 19,0-19,4 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	98,0	94,8	83,9	56,3	33,6	30,4

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,055	0,040	0,029	0,021	0,011
PASSANTE (%)	27,7	23,9	21,6	20,9	17,8
	0,007	0,004	0,003	0,002	0,001
	15,6	11,8	8,7	8,0	6,5

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	2	Sabbia =	69,6	Limo =	20,4	Argilla =	8
----------	---	----------	------	--------	------	-----------	---

Classificazione A.G.I. : Sabbia limosa debolmente argillosa

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



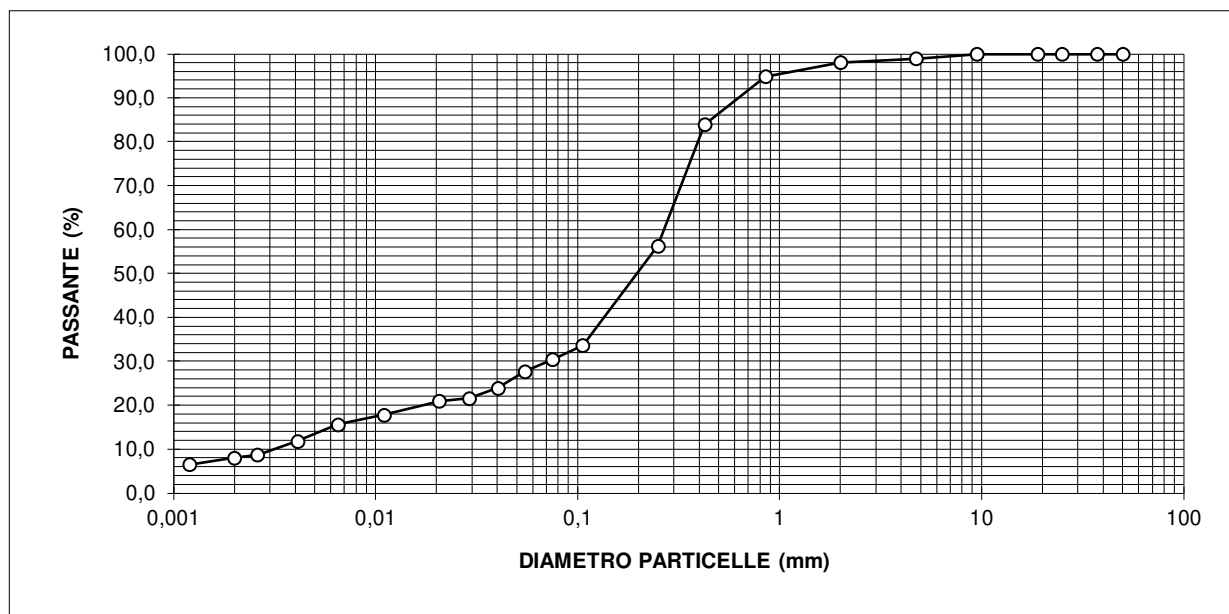
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 102 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:

Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

(UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)

CERTIFICATO N° 103 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 2

DATE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.l.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza
Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)
Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR4 prof. 22,0-22,5 m
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 05-06/09/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

ANALISI PER SETACCIATURA : via umida

SETACCI=S	S. 50	S. 37,5	S. 25	S. 19	S. 9,5	S. 4,75
PASSANTE(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	95,2	92,7
	S. 2	S. 0,85	S. 0,425	S. 0,25	S. 0,106	S. 0,075
	91,1	88,2	63,0	41,4	30,0	27,5

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

DIAMETRO NOMINALE MAX (mm)	0,055	0,040	0,029	0,021	0,011
PASSANTE (%)	24,4	21,6	19,6	18,9	15,4
	0,007	0,004	0,003	0,002	0,001
	13,4	10,6	7,9	7,2	5,8

RESOCONTO GRANULOMETRICO (quantità espresse in %)

Ghiaia =	8,9	Sabbia =	66	Limo =	17,9	Argilla =	7,2
----------	-----	----------	----	--------	------	-----------	-----

Classificazione A.G.I. : Sabbia limosa debolmente argillosa debolmente ghiaiosa

NOTE: Vedi documentazione grafica in allegato

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/STC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/STC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/STC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



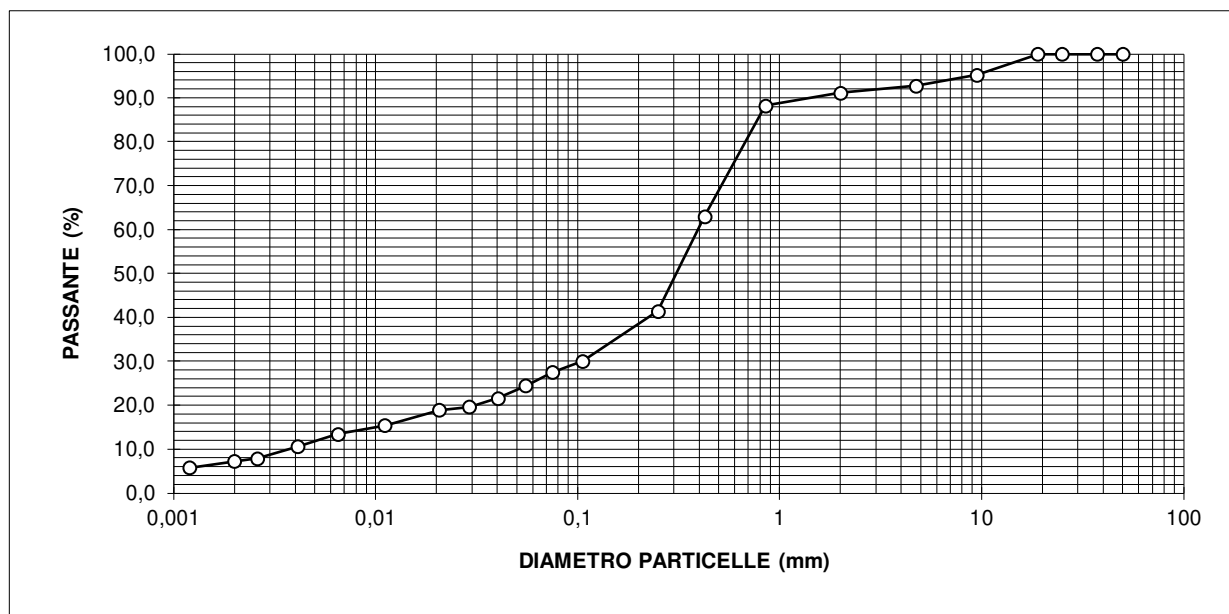
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano Srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

CERTIFICATO N° 103 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 2



Secondo classificazione AGI:	
Dimensione mm	Descrizione
> 60	Ciottoli
2 - 60	Ghiaia
0.06 - 2	Sabbia
0.002 - 0.06	Limo
< 0.002	Argilla

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott.M.Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l' autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

(UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)

CERTIFICATO N° 104 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione indisturbato in fustella metallica
siglato S1 - C11 prof. 1,5-2,0 m

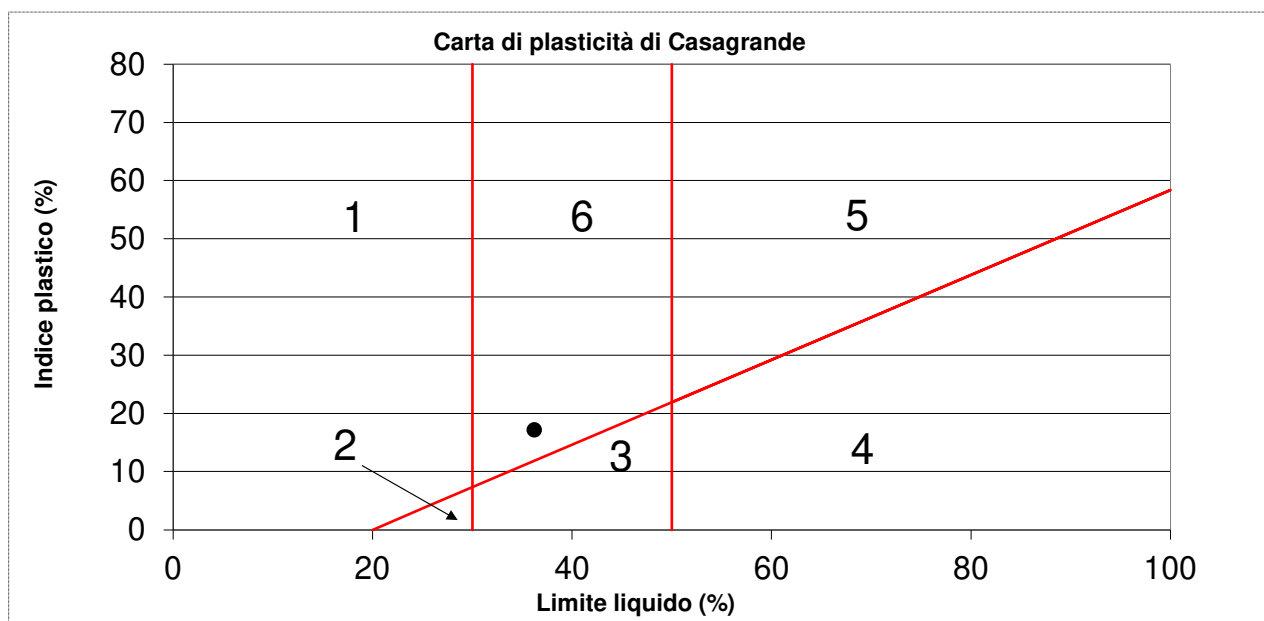
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 03/09/2024 Vs. Rif. n°:

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

RISULTATO DELLA PROVA

Umidità naturale (%)	19,0
Limite liquido (%)	36,2
Limite plastico (%)	19,0
Indice plastico (%)	17,2



NOTE:

1 - Argille inorganiche di bassa plasticità	4 - Limi inorg. di alta compres. ed argille organiche
2 - Limi inorganici di bassa compressibilità	5 - Argille inorganiche di alta plasticità
3 - Limi inorganici di media compres. e limi organici	6 - Argille inorganiche di media plasticità

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

(UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)

CERTIFICATO N° 105 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione indisturbato in fustella metallica
siglato S1 - C12 prof. 4,5-5,0 m

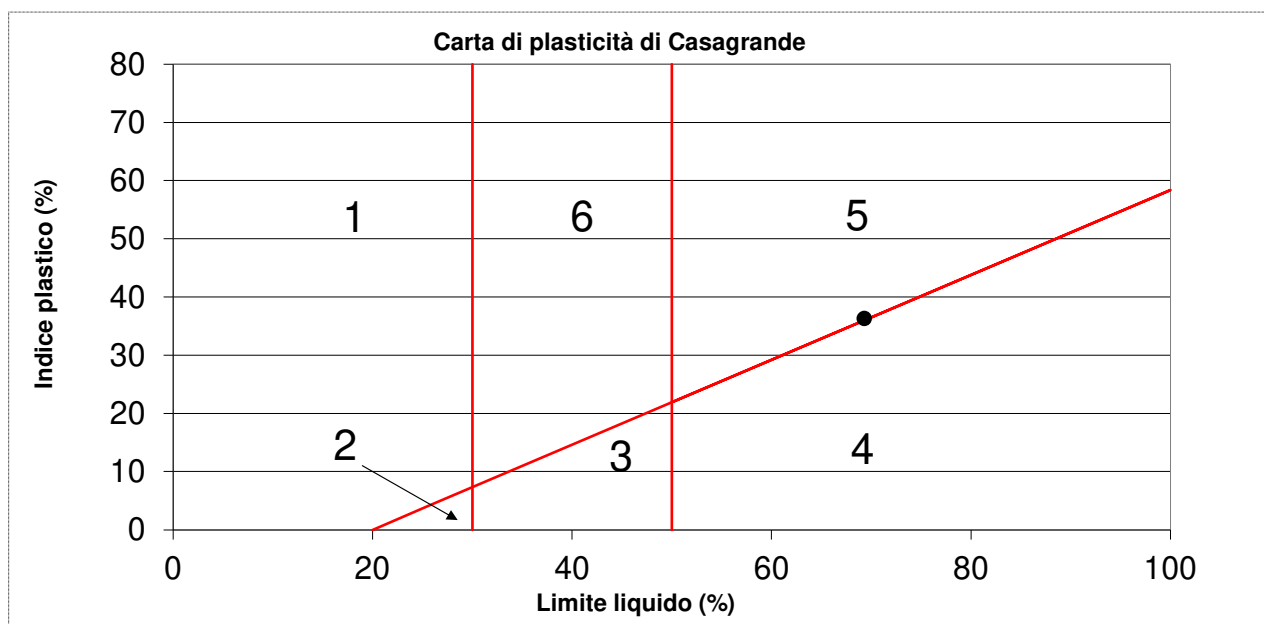
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 03/09/2024 Vs. Rif. n°:

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

RISULTATO DELLA PROVA

Umidità naturale (%)	25,3
Limite liquido (%)	69,3
Limite plastico (%)	33,0
Indice plastico (%)	36,3



NOTE:

1 - Argille inorganiche di bassa plasticità	4 - Limi inorg. di alta compres. ed argille organiche
2 - Limi inorganici di bassa compressibilità	5 - Argille inorganiche di alta plasticità
3 - Limi inorganici di media compres. e limi organici	6 - Argille inorganiche di media plasticità

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

(UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)

CERTIFICATO N° 106 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR5 prof. 29,6-29,8 m

Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

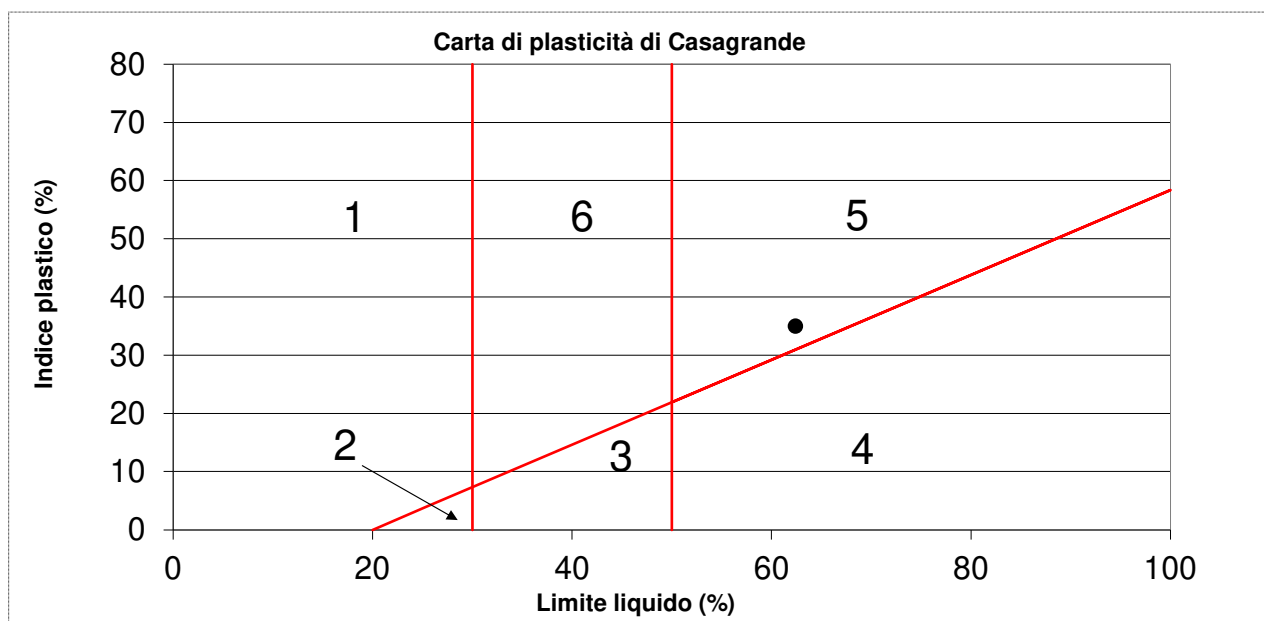
Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 03/09/2024 Vs. Rif. n°:

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

RISULTATO DELLA PROVA

Umidità naturale (%)
Limite liquido (%)
Limite plastico (%)
Indice plastico (%)

23,6
62,4
27,4
35,0



NOTE: 1 - Argille inorganiche di bassa plasticità 4 - Limi inorg. di alta compres. ed argille organiche
2 - Limi inorganici di bassa compressibilità 5 - Argille inorganiche di alta plasticità
3 - Limi inorganici di media compres. e limi organici 6 - Argille inorganiche di media plasticità

LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL) (UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005)

CERTIFICATO N° 107 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

DATIE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione indisturbato in fustella metallica
siglato S1 - CI1 prof. 1,5-2,0 m

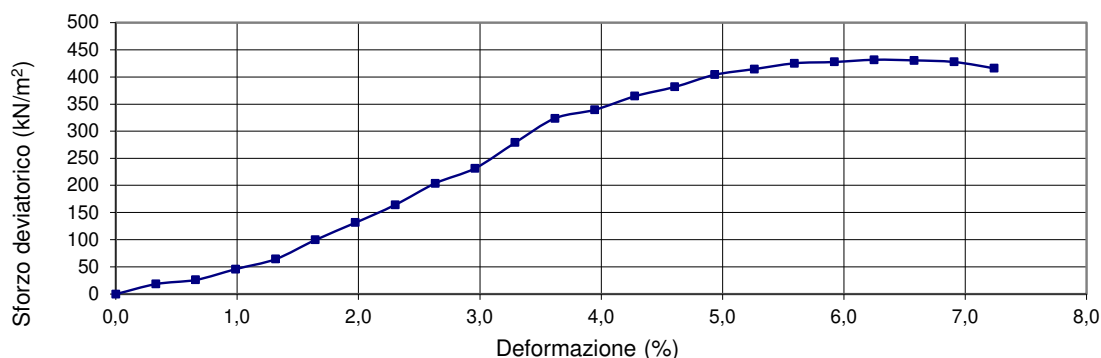
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

Diametro	mm	38,0
Altezza	mm	76,0
Massa volumica naturale	Mg / m ³	1,98
Massa volumica secca	Mg / m ³	1,66
Contenuto d'acqua	%	19,0
Peso specifico dei grani		2,67
Indice dei vuoti		0,604
Grado di saturazione	(%)	83,9
Sforzo a rottura	KN / m ²	431,6
Cu	KN / m ²	215,8
Deformazione assiale a rottura	%	6,3

Diagramma sforzi - deformazioni



LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Firma]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELLA LEGISLAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001
L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/ITC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/ITC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/ITC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL) (UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005)

CERTIFICATO N° 108 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

DATIE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione indisturbato in fustella metallica
siglato S1 - CI2 prof. 4,5-5,0 m

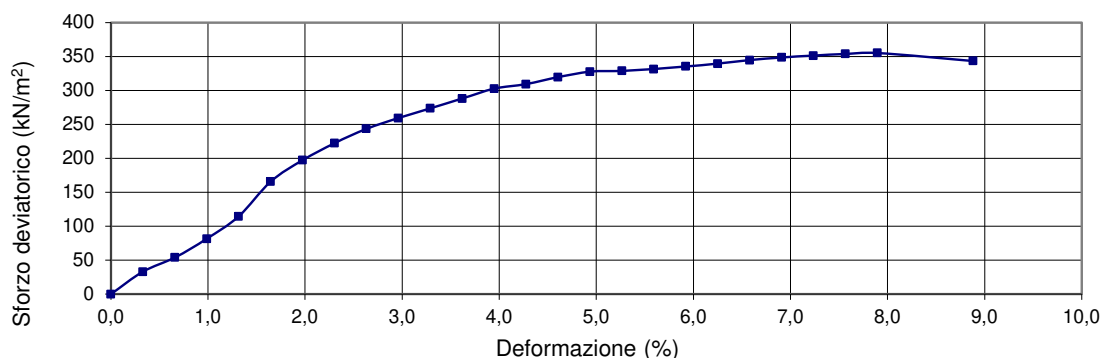
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

Diametro	mm	38,0
Altezza	mm	76,0
Massa volumica naturale	Mg / m ³	2,00
Massa volumica secca	Mg / m ³	1,60
Contenuto d'acqua	%	25,3
Peso specifico dei grani		2,69
Indice dei vuoti		0,684
Grado di saturazione	(%)	99,5
Sforzo a rottura	KN / m ²	355,3
Cu	KN / m ²	177,6
Deformazione assiale a rottura	%	7,9

Diagramma sforzi - deformazioni



LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELLA LEGISLAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001
L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (ELL) (UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005)

CERTIFICATO N° 109 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 1

DATIE MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione rimaneggiato in sacchetto prelevato da carotaggio continuo
siglato S1 - CR5 prof. 29,6-29,8 m

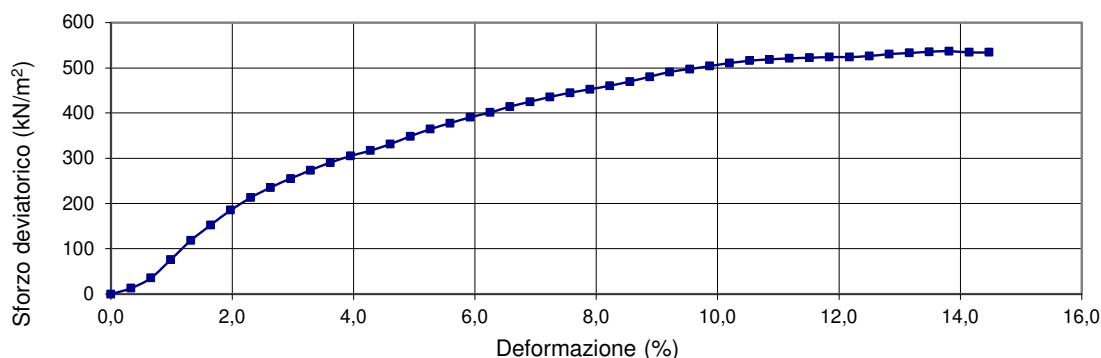
Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08/2024 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

Diametro	mm	38,0
Altezza	mm	76,0
Massa volumica naturale	Mg / m ³	2,01
Massa volumica secca	Mg / m ³	1,63
Contenuto d'acqua	%	23,6
Peso specifico dei grani		2,69
Indice dei vuoti		0,655
Grado di saturazione	(%)	96,9
Sforzo a rottura	KN / m ²	536,8
Cu	KN / m ²	268,4
Deformazione assiale a rottura	%	13,8

Diagramma sforzi - deformazioni



LO SPERIMENTATORE

HO



DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

Orsatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELLA LEGGE N. 26/2003

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001
L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9066 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON SCATOLA DI CASAGRANDE - ROTTURA C.D.

(UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)

CERTIFICATO N° 110 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 3

DATI E MATERIALE
FORNITI DAL
COMMITTENTE

Committente: GEOREFLEX S.r.L.
Indirizzo: Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza

Provenienza del campione: Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.
FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)

Natura del campione: Campione indisturbato in fustella metallica 'siglato S1 - Cl1 prof. 1,5-2,0 m

Richiedente: Geol. Andrea CARPENA (D.L.)

Data consegna: 28/08/2024 Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova: 29/08-04/09/24 Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	4
---------	---	---	---	---

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI

Altezza	mm	23,0	23,0	23,0	==
Scatola di taglio quadrata lato	mm	60,0	60,0	60,0	==
Massa volumica naturale	Mg / m ³	1,98	1,98	1,98	==
Massa volumica secca	Mg / m ³	1,66	1,67	1,66	==
Contenuto naturale d'acqua	%	19,0	19,0	19,0	==

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Sforzo normale	KN / m ²	100	200	300	==
Deformazione verticale a 24 h	mm	0,50	1,37	1,68	==

FASE DI ROTTURA

Tipo di prova ==> **CD** Velocità di prova ==> **0,003 mm / min**

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orzatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

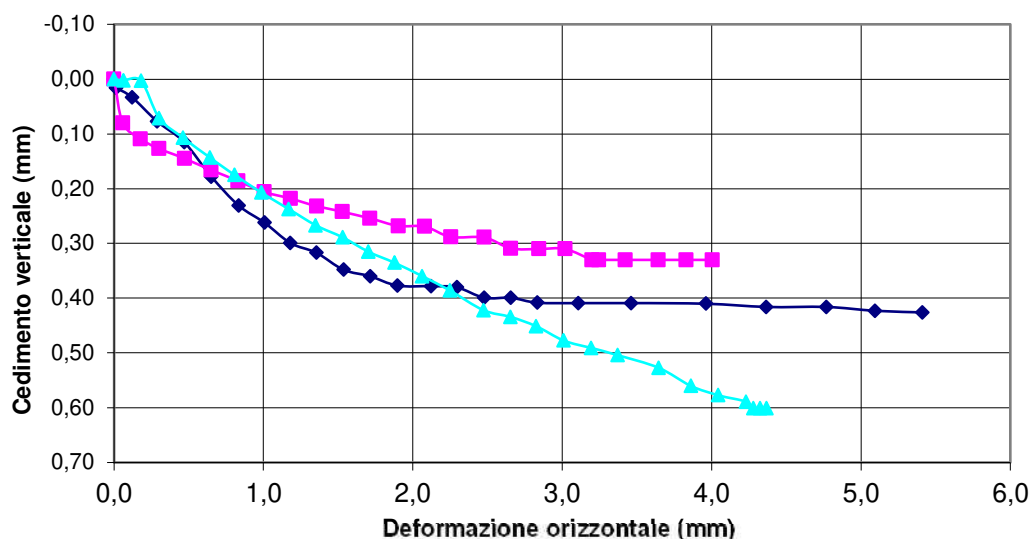
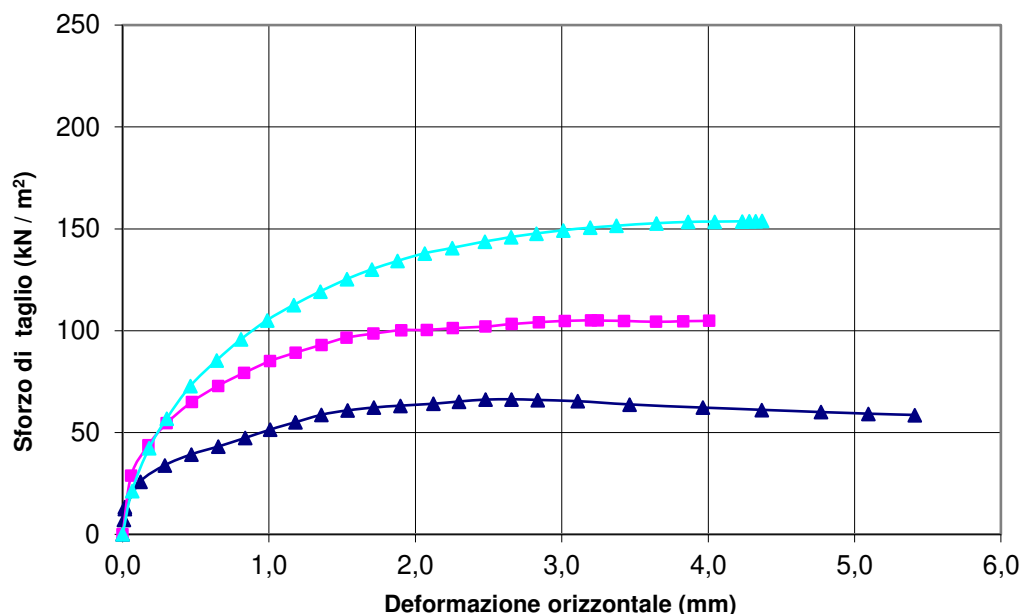
parma@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON SCATOLA DI CASAGRANDE

(UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)

CERTIFICATO N° 110 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 3



LO SPERIMENTATORE

110



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON SCATOLA DI CASAGRANDE (UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)

CERTIFICATO N° 110 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 3 di 3

FASE ROTTURA PROVINO 1			FASE ROTTURA PROVINO 2			FASE ROTTURA PROVINO 3		
Deformazione verticale mm	Deformazione orizzontale mm	Sforzo di taglio KN / m ²	Deformazione verticale mm	Deformazione orizzontale mm	Sforzo di taglio KN / m ²	Deformazione verticale mm	Deformazione orizzontale mm	Sforzo di taglio KN / m ²
0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
0,008	0,007	7,2	0,080	0,059	28,9	0,002	0,064	21,3
0,016	0,014	13,5	0,109	0,177	43,8	0,003	0,181	42,3
0,016	0,015	12,5	0,127	0,302	54,6	0,071	0,302	56,9
0,033	0,121	25,9	0,145	0,474	65,1	0,107	0,463	72,9
0,077	0,288	33,9	0,166	0,652	72,9	0,143	0,642	85,4
0,115	0,470	39,3	0,186	0,831	79,3	0,175	0,808	95,8
0,178	0,652	43,1	0,206	1,007	85,0	0,207	0,987	105,1
0,231	0,836	47,4	0,218	1,182	89,3	0,237	1,169	112,6
0,262	1,008	51,5	0,232	1,358	93,0	0,267	1,350	119,3
0,299	1,180	55,0	0,242	1,530	96,6	0,289	1,532	125,4
0,317	1,356	58,7	0,254	1,713	98,6	0,315	1,702	130,1
0,348	1,537	60,9	0,268	1,904	100,2	0,335	1,878	134,3
0,360	1,715	62,3	0,269	2,079	100,4	0,360	2,063	138,0
0,377	1,897	63,1	0,288	2,255	101,2	0,386	2,250	140,6
0,378	2,123	64,2	0,289	2,479	102,0	0,422	2,474	143,8
0,380	2,297	65,2	0,309	2,657	103,3	0,434	2,653	145,9
0,399	2,478	66,2	0,310	2,844	104,1	0,451	2,825	147,7
0,399	2,656	66,3	0,310	3,021	104,8	0,477	3,009	149,3
0,408	2,834	65,9	0,330	3,200	105,1	0,491	3,194	150,6
0,409	3,109	65,4	0,330	3,246	105,0	0,504	3,372	151,6
0,409	3,462	63,8	0,330	3,424	104,8	0,527	3,645	152,7
0,410	3,963	62,3	0,330	3,643	104,4	0,560	3,862	153,4
0,416	4,365	61,1	0,330	3,829	104,6	0,577	4,044	153,5
0,416	4,769	60,1	0,330	4,006	104,9	0,589	4,231	153,7
0,423	5,093	59,2	0,000	0,000	0,0	0,601	4,279	153,7
0,426	5,411	58,6	0,000	0,000	0,0	0,601	4,324	153,8
==	==	==	==	==	==	0,601	4,368	153,9
==	==	==	==	==	==	==	==	==
==	==	==	==	==	==	==	==	==

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsetti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

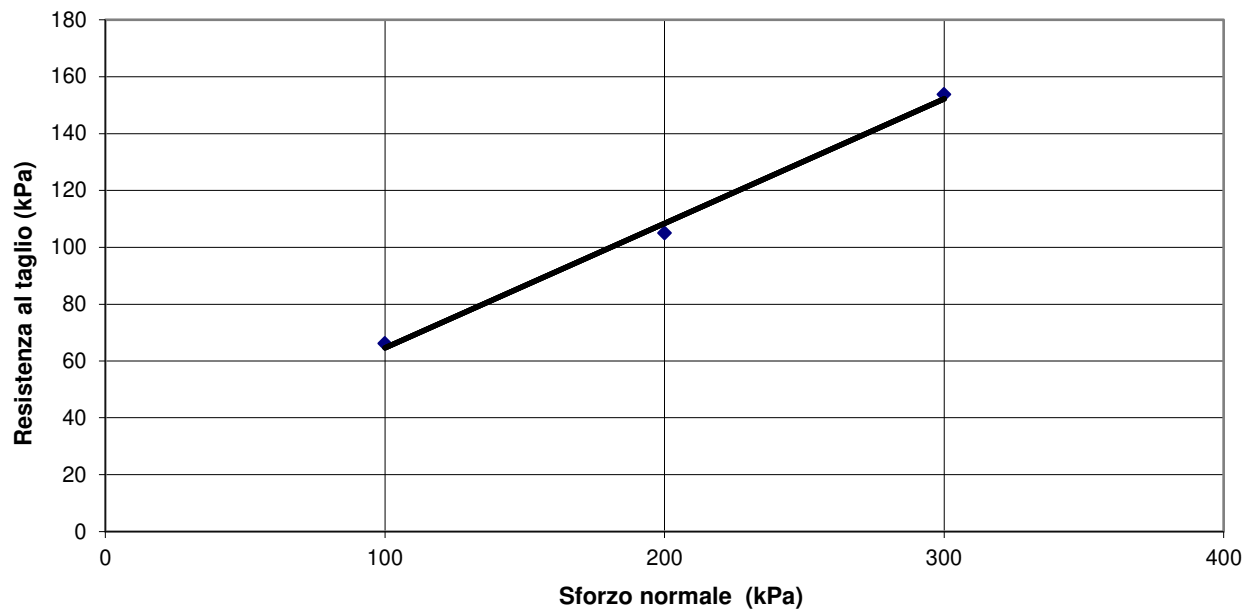
Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl

INTERPRETAZIONE PROVA DI TAGLIO DIRETTO IN SCATOLA DI CASAGRANDE
ESEGUITA IN CONDIZIONI CD (CONSOLIDATE E DRENATE)
COME DA CERTIFICATO DI PROVA N° 110 / Z / P - Parma, 06/09/2024

Sforzo normale kPa	Resistenza al taglio kPa
100	66,3
200	105,1
300	153,9



Coesione (kPa)

20,9

Angolo di attrito °

23,6

Interpretazione ottenuta mediante regressione lineare eseguita sulle tensioni massime determinate in laboratorio:

la scelta dei parametri più opportuni spetta al progettista incaricato.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC
LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000047 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC
LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9066 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON SCATOLA DI CASAGRANDE - ROTTURA C.D.

(UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)

CERTIFICATO N° 111 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 1 di 3

Committente:	GEOREFLEX S.r.L.	DATI E MATERIALE FORNITIBILI DAL COMMITTENTE
Indirizzo:	Via Carlo Fioruzzi, 15 - 29121 Piacenza	
Provenienza del campione:	Impianto Fotovoltaico IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l. FV Morlenzo nel comune di Cortemaggiore (PC)	
Natura del campione:	Campione indisturbato in fustella metallica siglato S1 - C12 prof. 4,5-5,0 m	
Richiedente:	Geol. Andrea CARPENA (D.L.)	
Data consegna:	28/08/2024	Ns. Rif. n°: 1526 / 24
Data della prova:	29/08-04/09/24	Vs. Rif. n°:

RISULTATO DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	4
---------	---	---	---	---

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI

Altezza	mm	23,0	23,0	23,0	==
Scatola di taglio quadrata lato	mm	60,0	60,0	60,0	==
Massa volumica naturale	Mg / m ³	2,00	2,00	2,00	==
Massa volumica secca	Mg / m ³	1,60	1,60	1,60	==
Contenuto naturale d'acqua	%	25,3	25,3	25,3	==

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Sforzo normale	KN / m ²	100	200	300	==
Deformazione verticale a 24 h	mm	0,49	1,35	1,79	==

FASE DI ROTTURA

Tipo di prova ==>	CD	Velocità di prova ==>	0,003 mm / min
-------------------	----	-----------------------	----------------

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orzatti

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

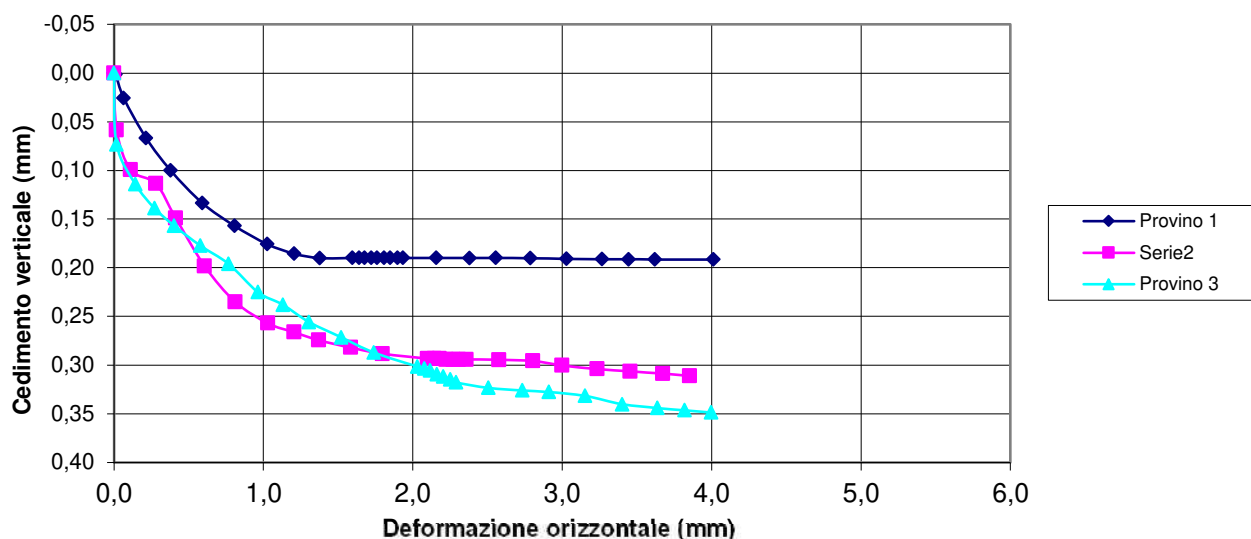
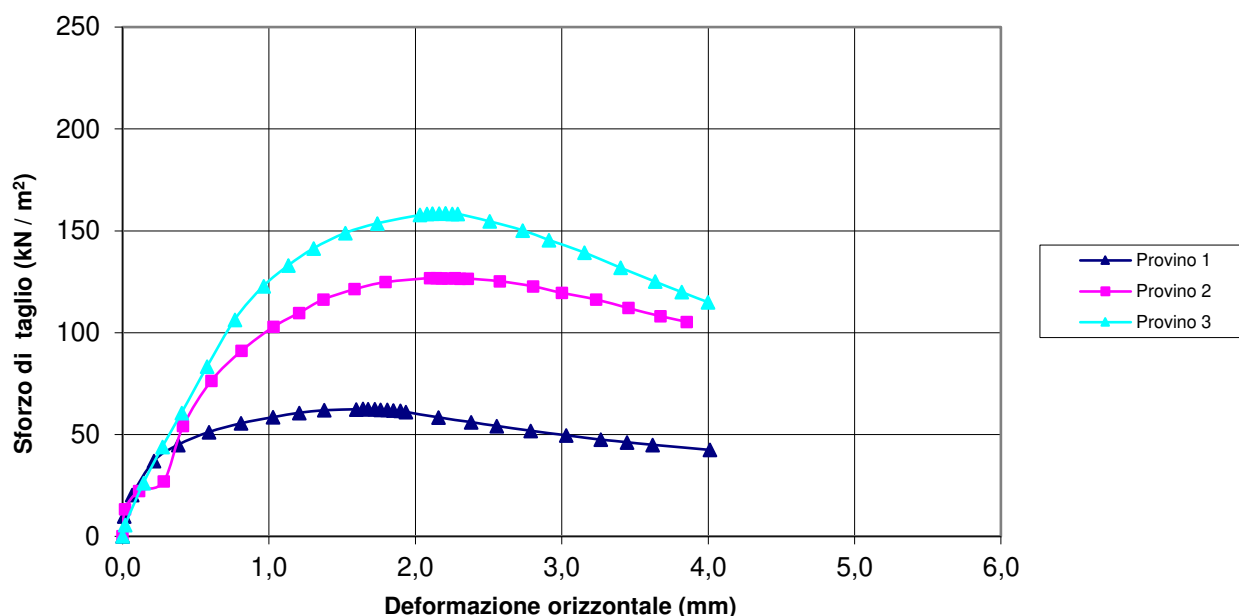
parma@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON SCATOLA DI CASAGRANDE

(UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)

CERTIFICATO N° 111 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 2 di 3



LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsatti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/1977 e.s.r. - Settore "A" Circolare 7617/LTC

LABORATORIO PROVE E CONTROLLI SU STRUTTURE E COSTRUZIONI ESISTENTI
Aut. Min. Infr. D.M. n.0000017 del 03/01/2022 - Settore "A" Circolare 633/LTC

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE
Aut. Min. Infr. D.M. n.9068 del 19/10/2010 e.s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LTC

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI COMPOSITI FIBRORINFORZATI
Aut. Min. Infr. D.M. n.16386 del 13/06/77 e.s.r. Settore "A" estensione del 08/10/2021



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
parma@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Laboratorio Geotecnologico Emiliano srl

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON SCATOLA DI CASAGRANDE (UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)

CERTIFICATO N° 111 / Z / P - Parma, 06/09/2024 - Pagina 3 di 3

FASE ROTTURA PROVINO 1			FASE ROTTURA PROVINO 2			FASE ROTTURA PROVINO 3		
Deformazione verticale mm	Deformazione orizzontale mm	Sforzo di taglio KN / m ²	Deformazione verticale mm	Deformazione orizzontale mm	Sforzo di taglio KN / m ²	Deformazione verticale mm	Deformazione orizzontale mm	Sforzo di taglio KN / m ²
0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
0,001	0,011	9,8	0,059	0,017	13,2	0,073	0,017	5,5
0,026	0,065	20,3	0,099	0,112	22,2	0,114	0,143	26,2
0,067	0,215	37,0	0,114	0,281	26,9	0,139	0,272	43,9
0,100	0,379	44,9	0,149	0,413	54,1	0,157	0,403	60,6
0,133	0,590	51,2	0,198	0,607	76,3	0,177	0,577	83,4
0,157	0,807	55,5	0,235	0,812	91,0	0,196	0,766	106,4
0,176	1,026	58,5	0,257	1,030	102,8	0,225	0,963	122,9
0,186	1,206	60,6	0,266	1,205	109,7	0,238	1,131	133,0
0,190	1,377	61,9	0,274	1,372	116,3	0,256	1,305	141,4
0,190	1,595	62,4	0,282	1,585	121,3	0,271	1,522	148,9
0,190	1,640	62,6	0,288	1,796	124,8	0,287	1,738	153,7
0,190	1,677	62,5	0,293	2,100	126,8	0,301	2,031	157,8
0,190	1,723	62,5	0,293	2,145	126,8	0,303	2,078	158,3
0,190	1,761	62,2	0,293	2,179	126,6	0,306	2,116	158,4
0,190	1,807	62,2	0,294	2,223	126,6	0,309	2,162	158,5
0,190	1,848	61,8	0,294	2,270	126,8	0,312	2,204	158,6
0,190	1,897	61,6	0,294	2,306	126,4	0,315	2,251	158,3
0,190	1,934	61,1	0,294	2,359	126,5	0,318	2,289	158,3
0,190	2,156	58,4	0,294	2,576	125,2	0,323	2,507	154,7
0,190	2,380	56,0	0,296	2,805	122,7	0,326	2,733	150,2
0,190	2,556	54,1	0,300	3,000	119,5	0,328	2,910	145,5
0,190	2,787	51,9	0,304	3,234	116,2	0,332	3,154	139,4
0,191	3,028	49,6	0,306	3,455	112,1	0,340	3,402	131,9
0,191	3,266	47,5	0,309	3,674	108,1	0,344	3,636	125,1
0,191	3,445	46,2	0,311	3,854	105,2	0,346	3,819	119,9
0,191	3,620	44,9	==	==	==	0,349	3,998	115,0
0,191	4,012	42,5	==	==	==	==	==	==
==	==	==	==	==	==	==	==	==
==	==	==	==	==	==	==	==	==

LO SPERIMENTATORE

HO



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO TERRE

Dott. M. Orsetti

[Signature]

FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'AMMINISTRAZIONE DIGITALE

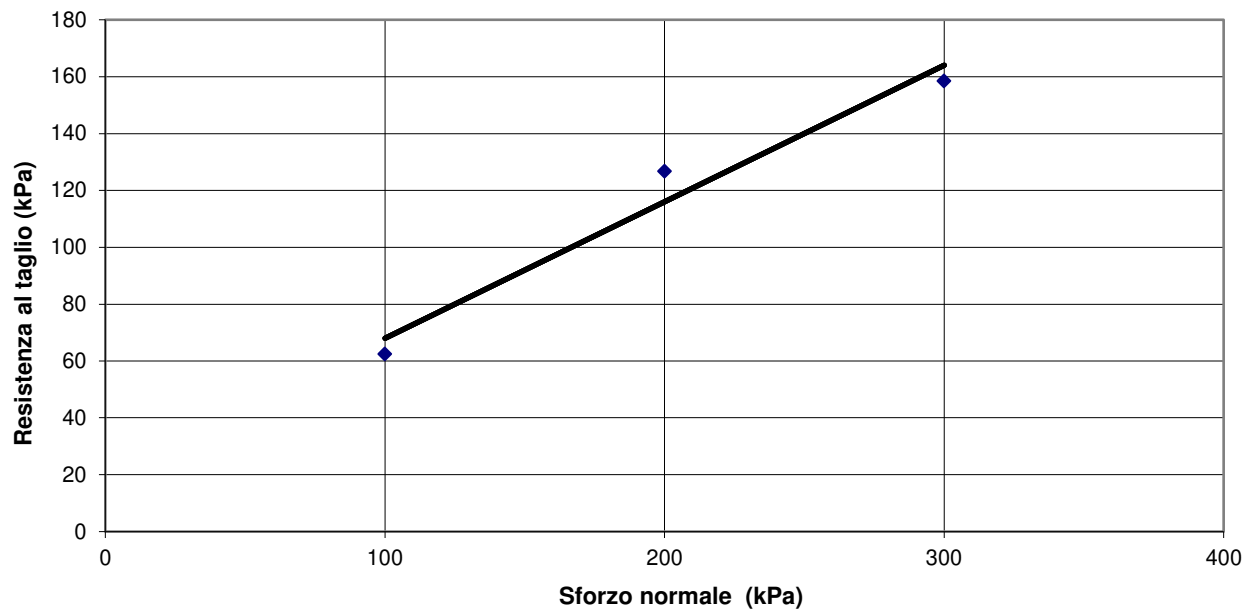
Sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001

L.G.E. Srl sottoposta a direzione e coordinamento di M.G.I. Srl unipersonale

Questo documento non può essere divulgato o riprodotto, in parte o totalmente, senza l'autorizzazione di L.G.E. srl

INTERPRETAZIONE PROVA DI TAGLIO DIRETTO IN SCATOLA DI CASAGRANDE
ESEGUITA IN CONDIZIONI CD (CONSOLIDATE E DRENATE)
COME DA CERTIFICATO DI PROVA N° 111 / Z / P - Parma, 06/09/2024

Sforzo normale kPa	Resistenza al taglio kPa
100	62,6
200	126,8
300	158,6



Coesione (kPa)


19,9

Angolo di attrito °

25,6

Interpretazione ottenuta mediante regressione lineare eseguita sulle tensioni massime determinate in laboratorio:

la scelta dei parametri più opportuni spetta al progettista incaricato.

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 113 / 114
		Numero Revisione
		00

ALLEGATO 04

VERIFICHE LIQUEFAZIONE

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

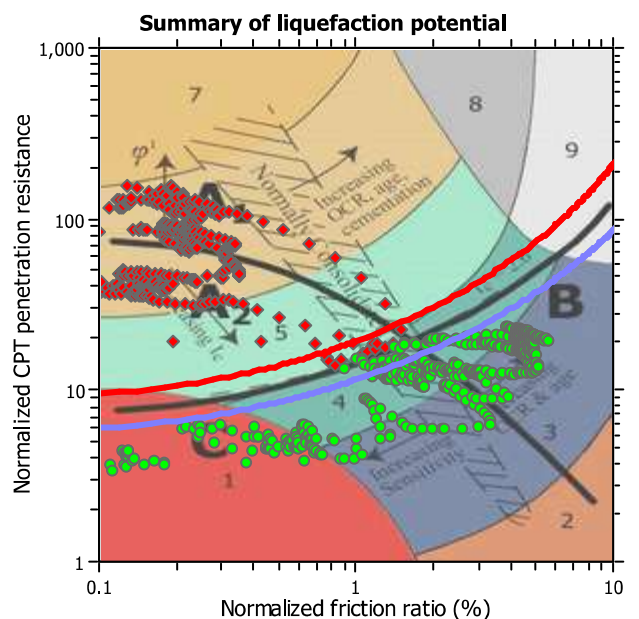
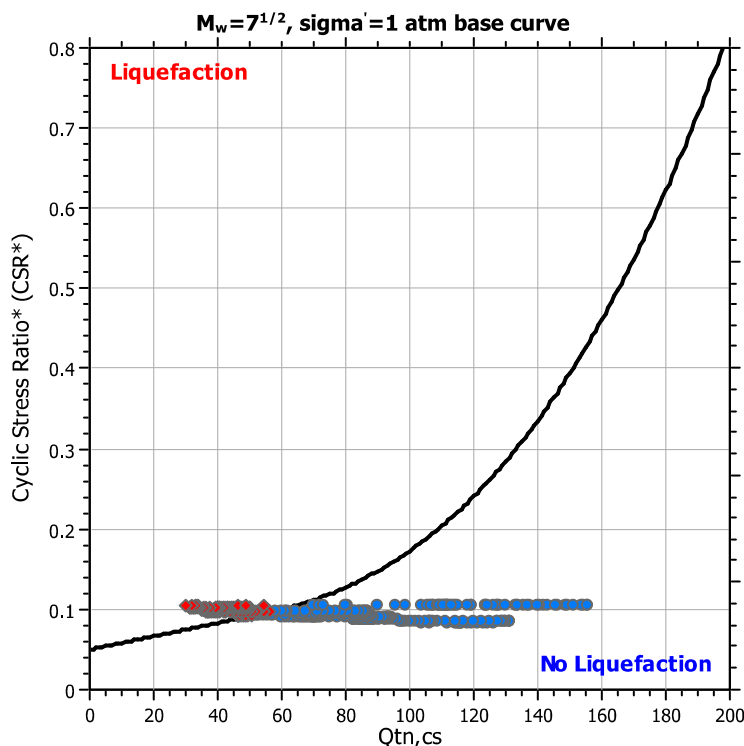
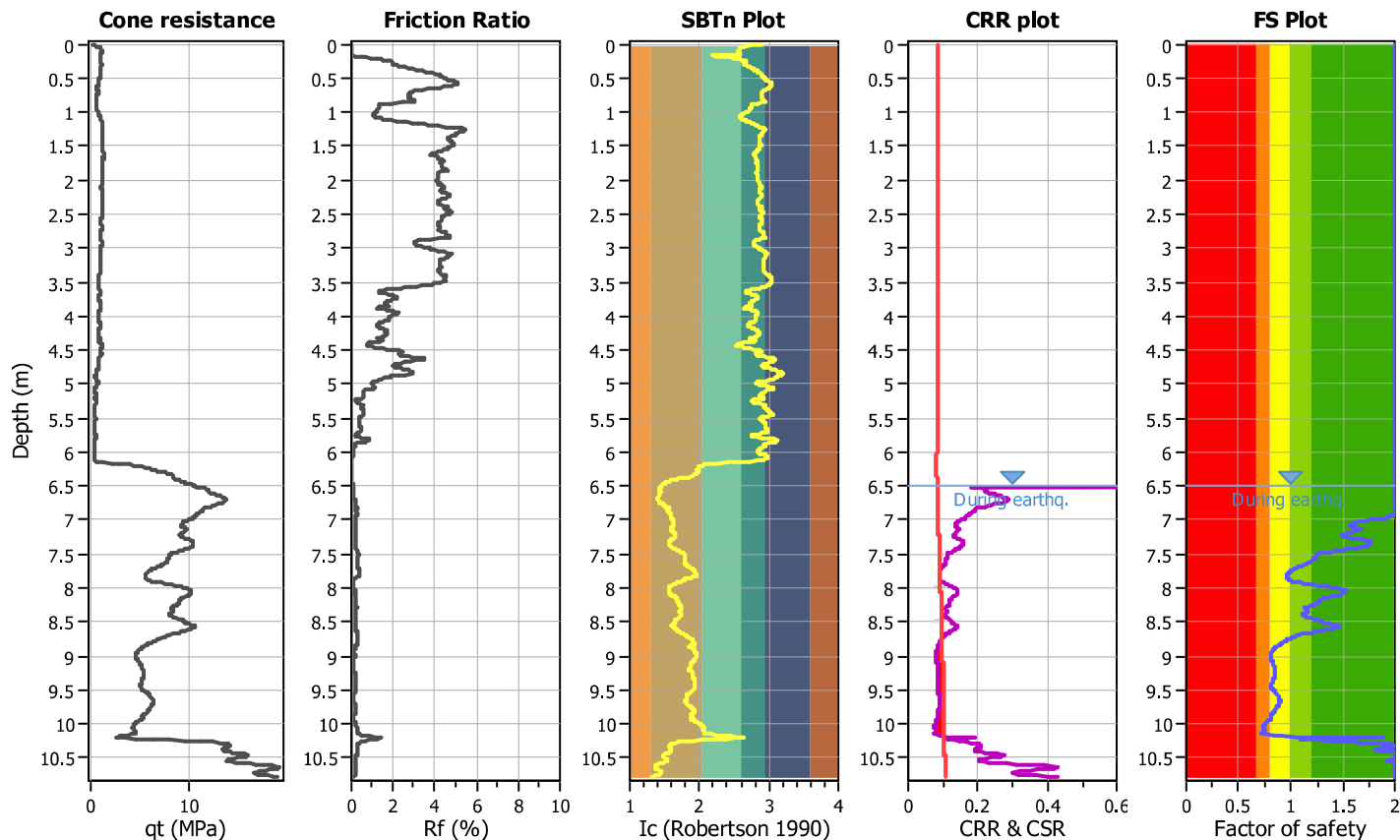
Project title :

Location :

CPT file : CPTU01

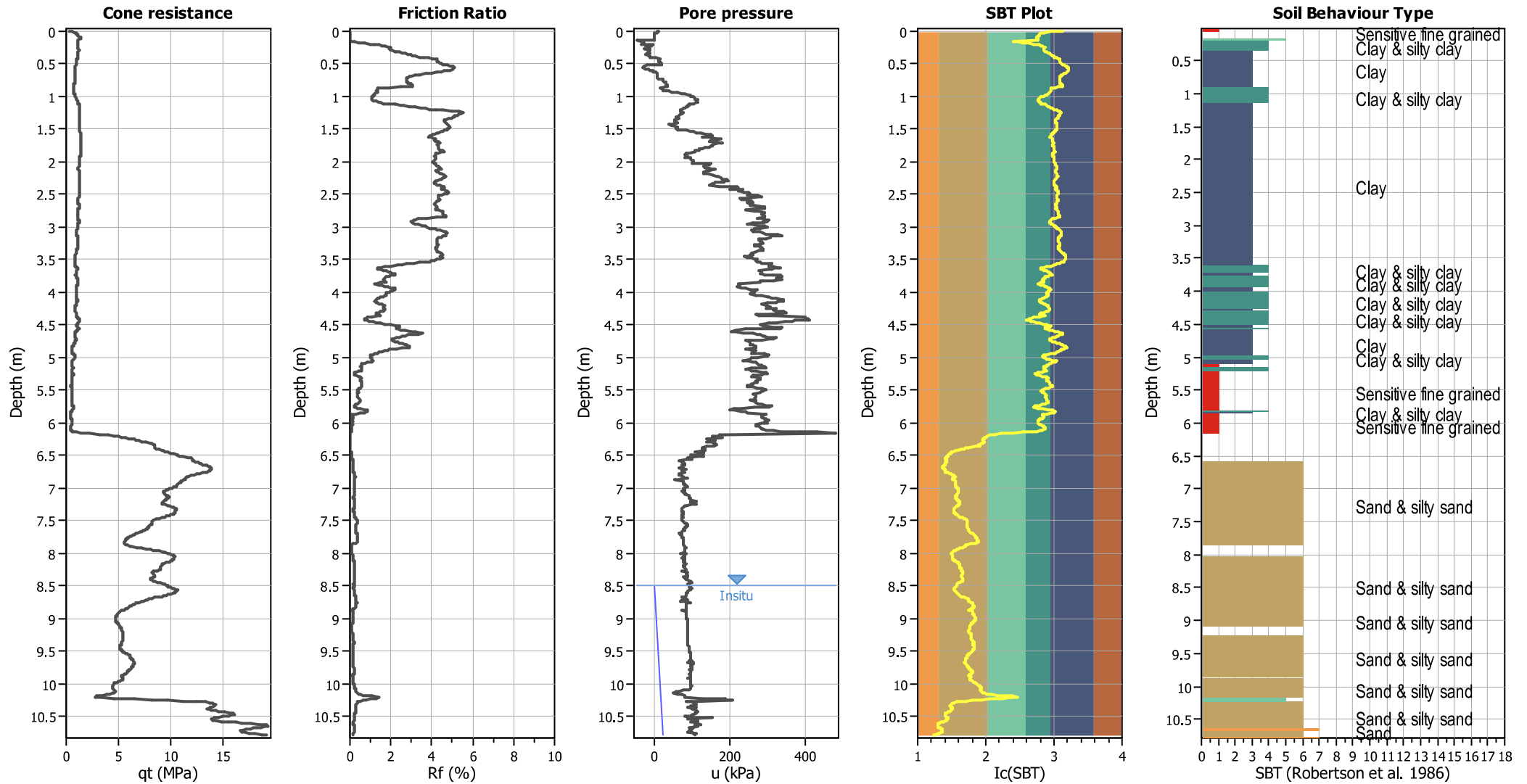
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	8.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	6.50 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 :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.22	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes	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

CPT basic interpretation plots



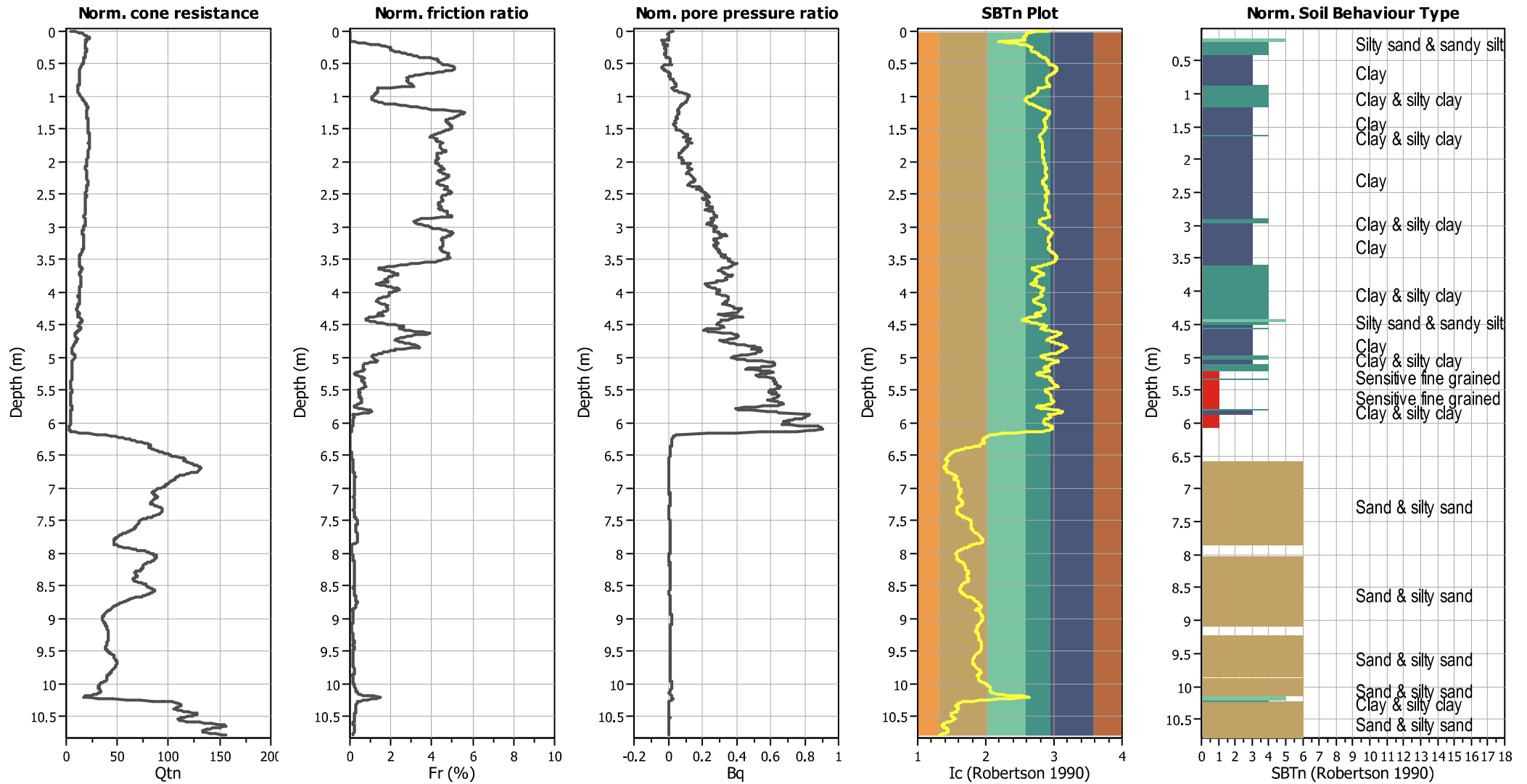
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



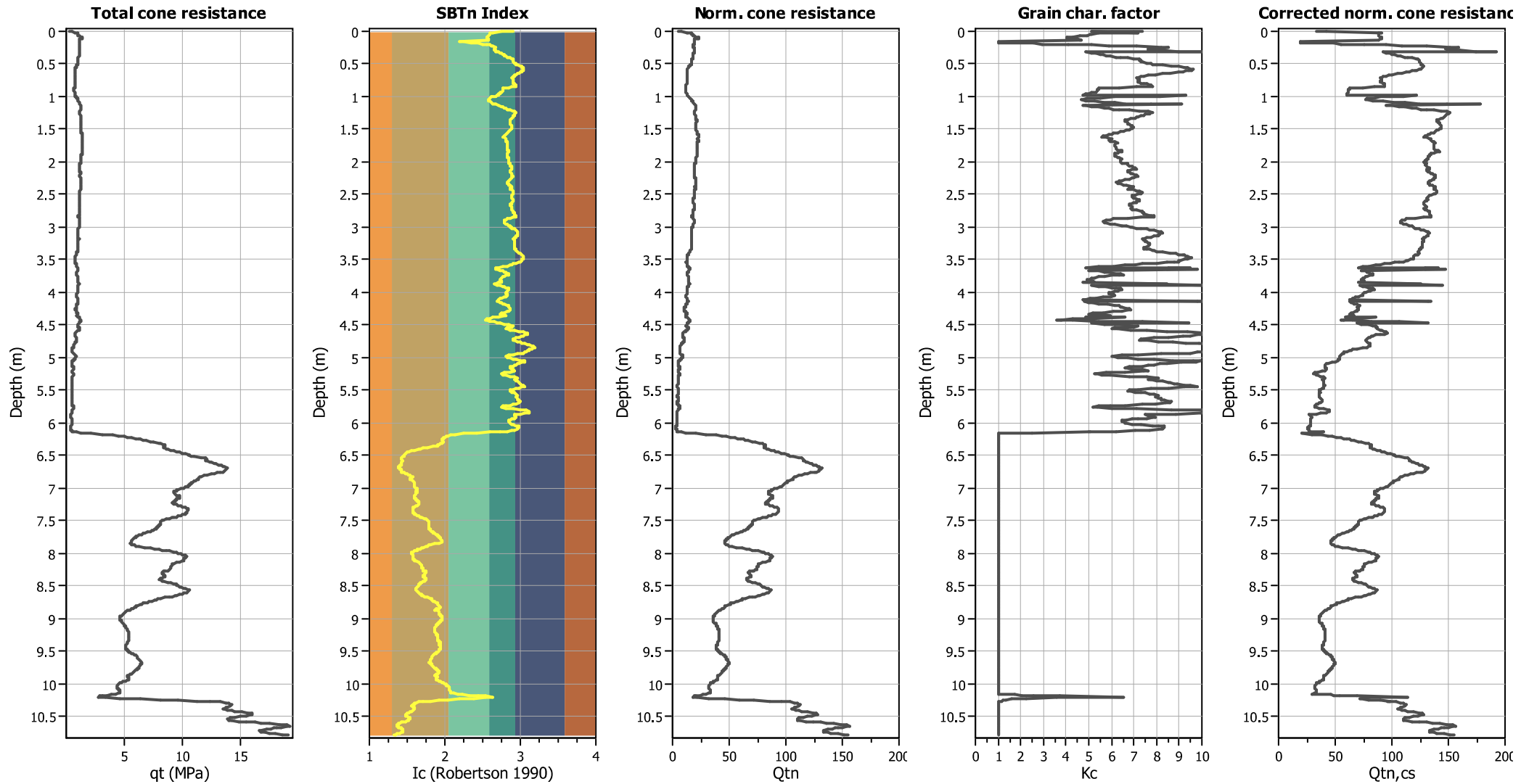
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBTn legend

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

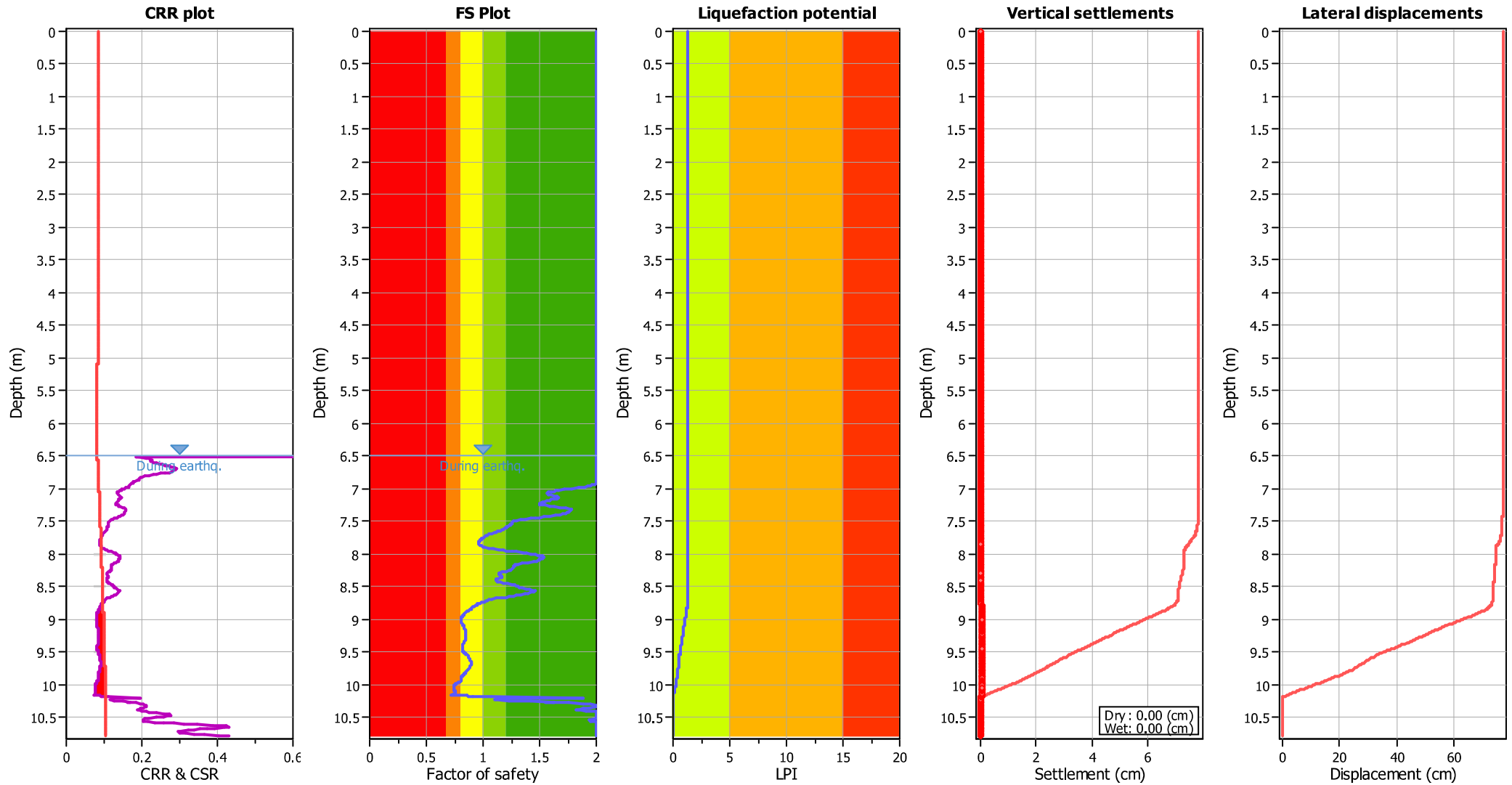
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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 _c applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

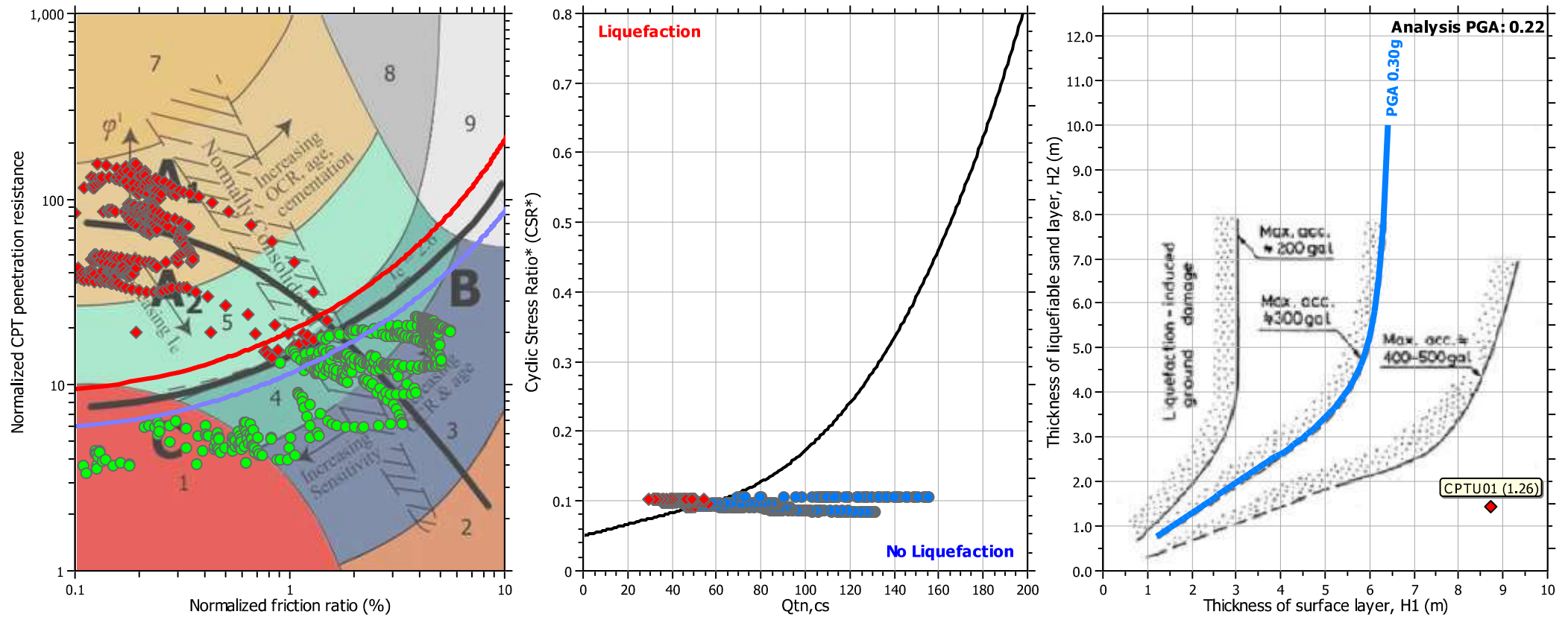
F.S. color scheme

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

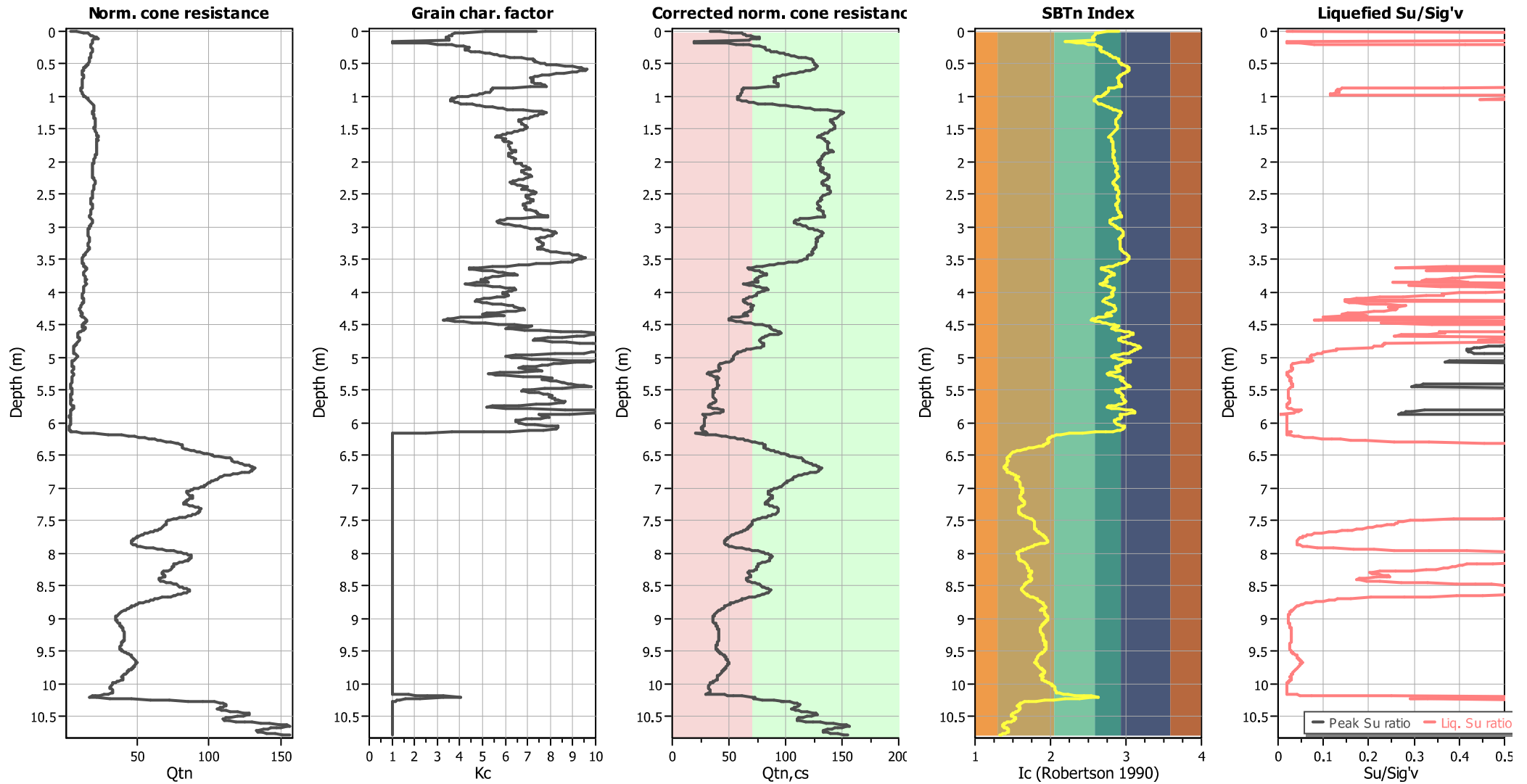
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 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.):	6.50 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_σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

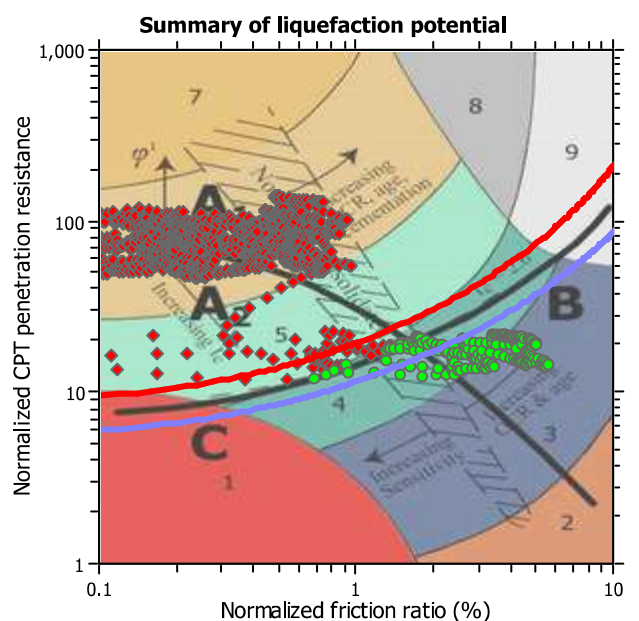
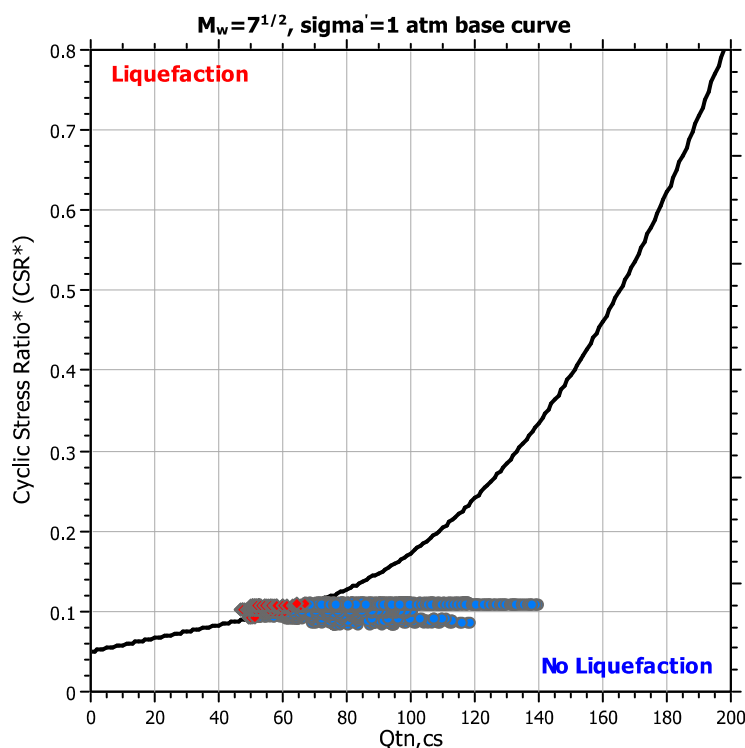
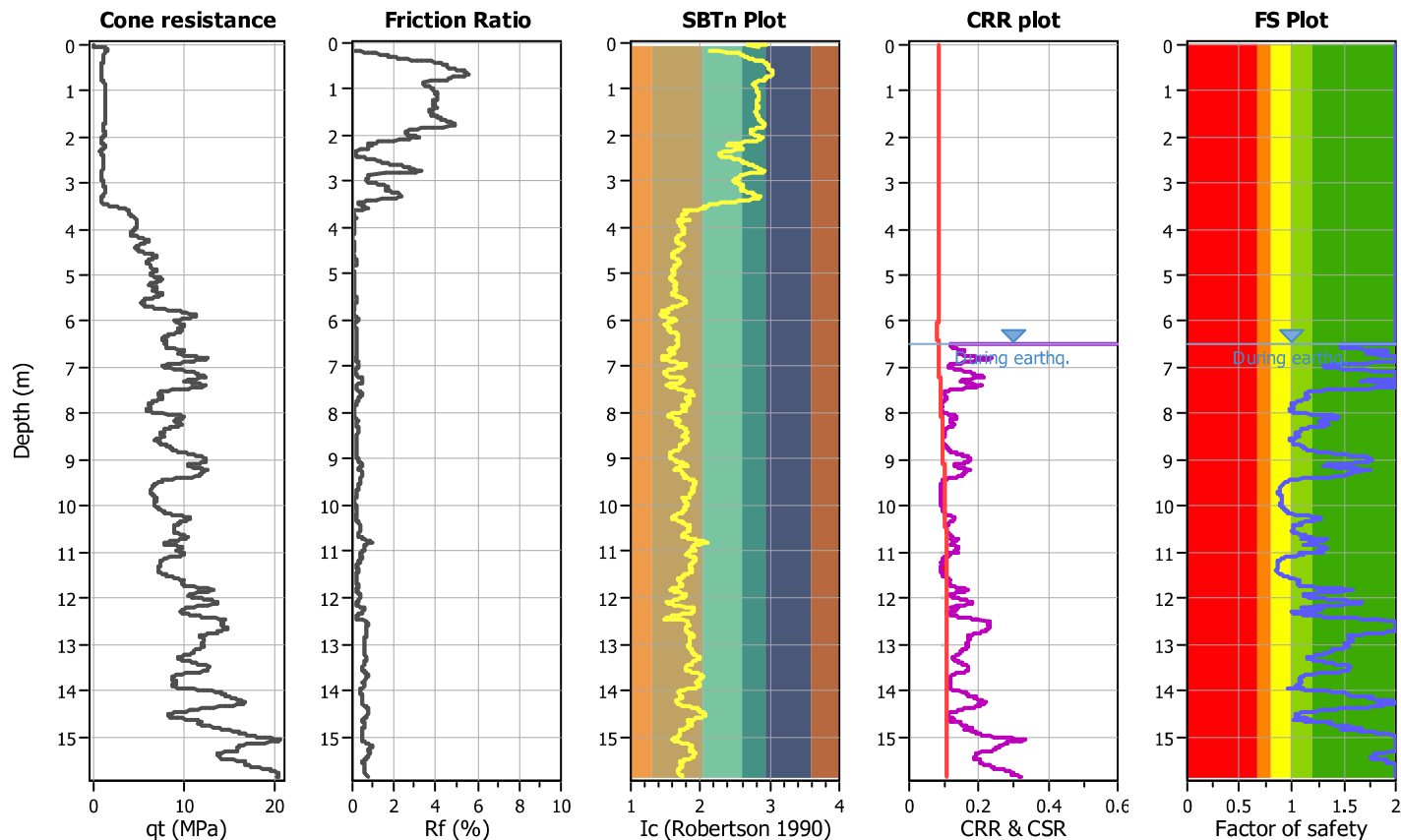
Project title :

Location :

CPT file : CPTU02

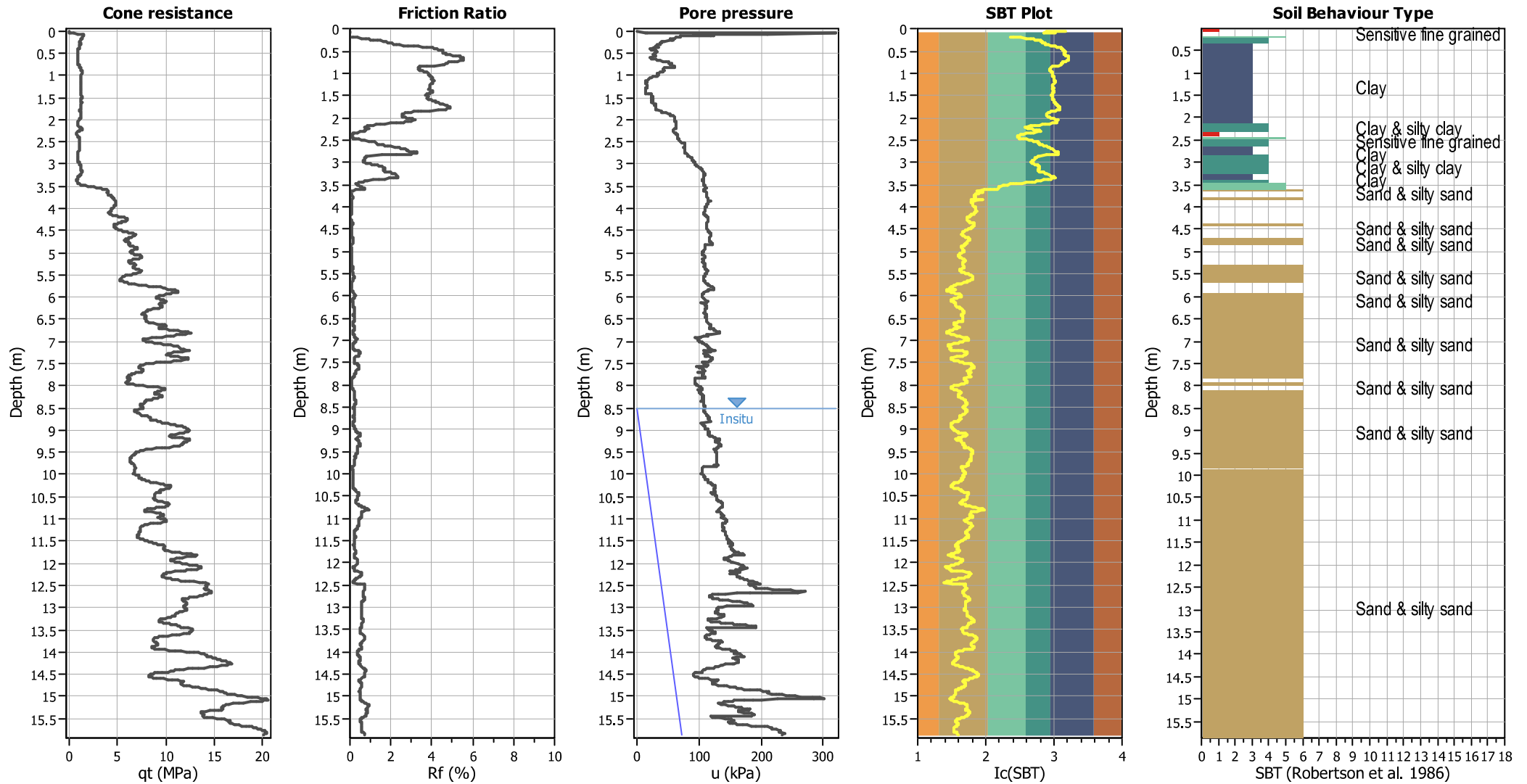
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	8.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	6.50 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 :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.22	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes	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

CPT basic interpretation plots



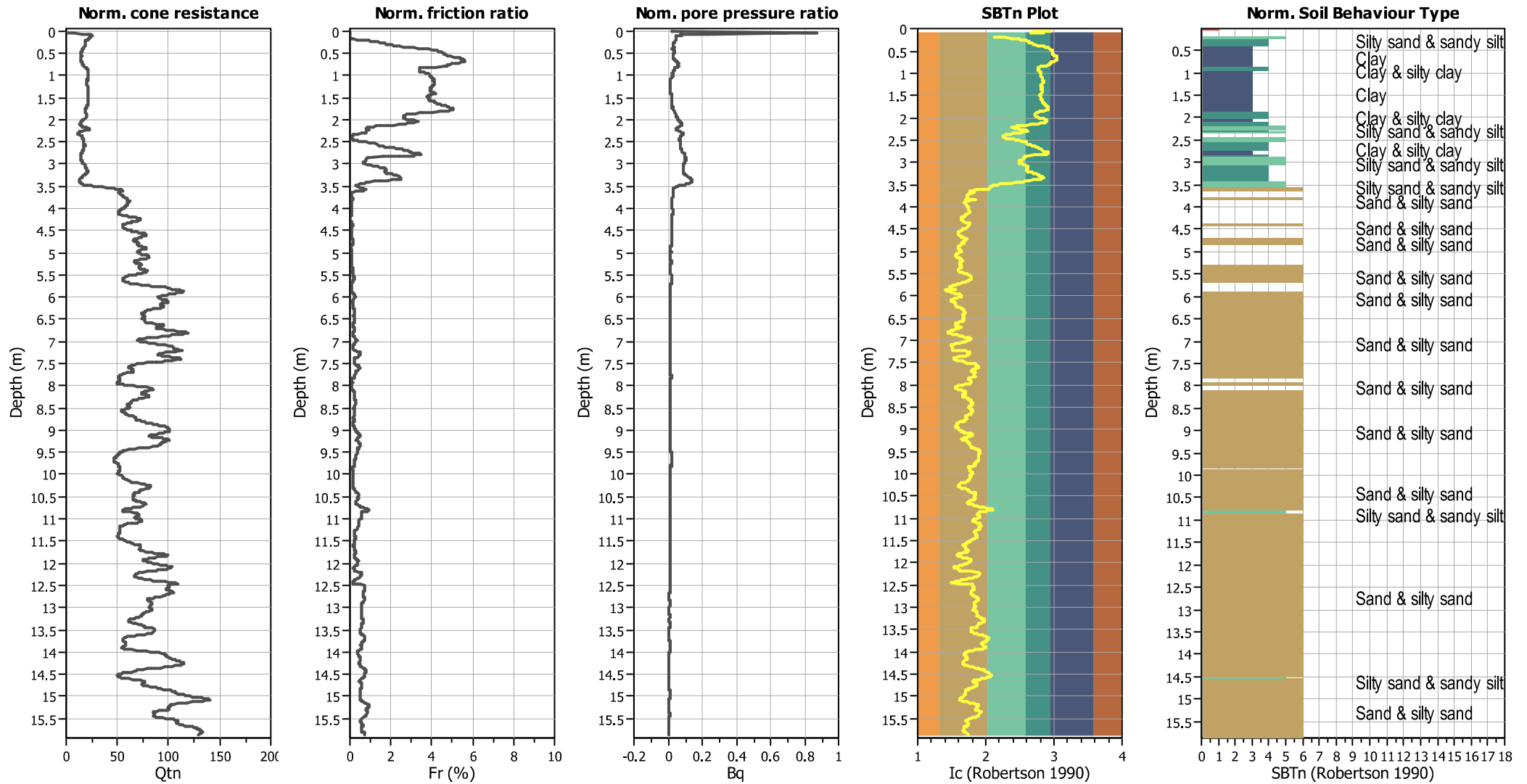
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

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

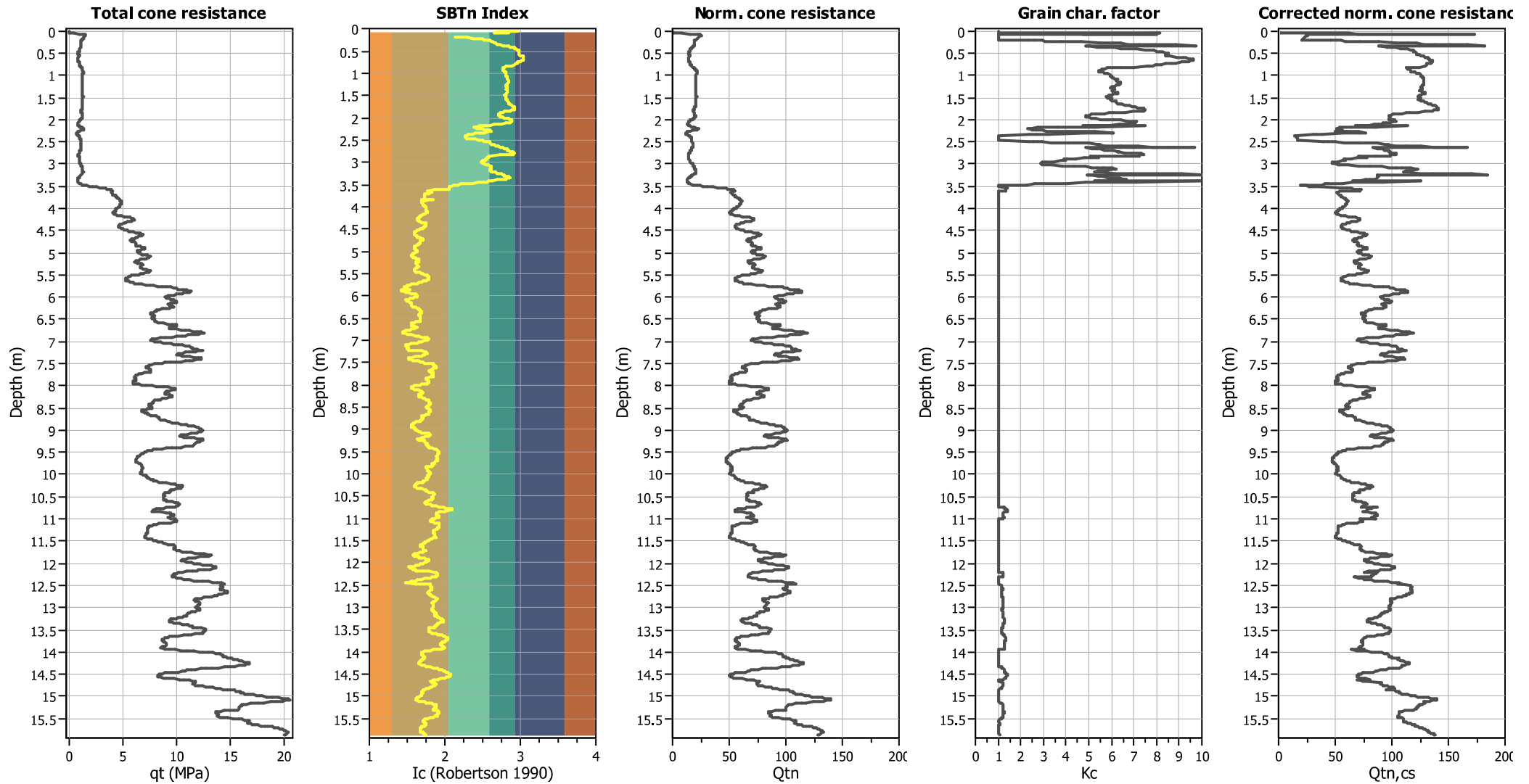
CPT basic interpretation plots (normalized)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

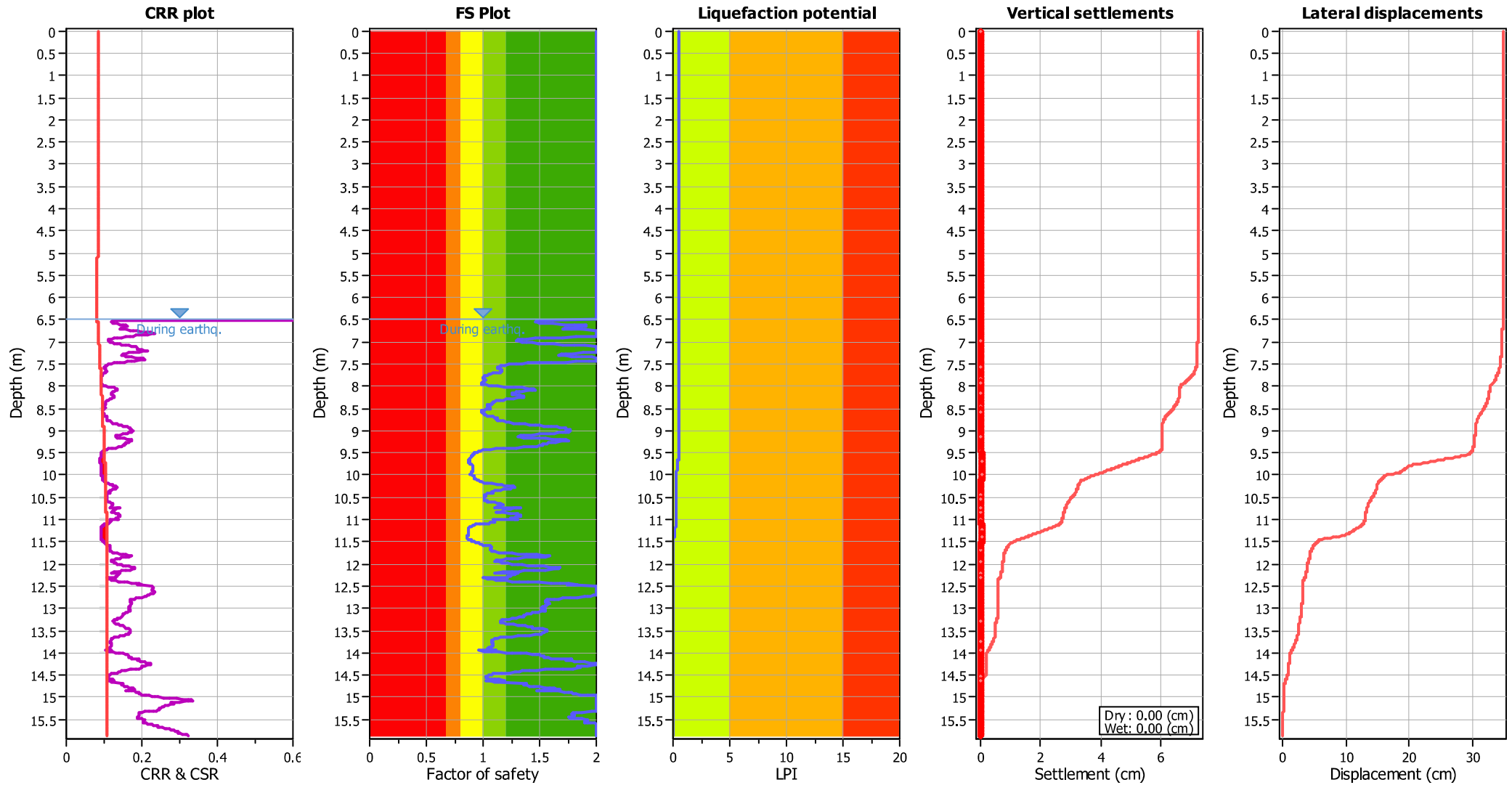
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

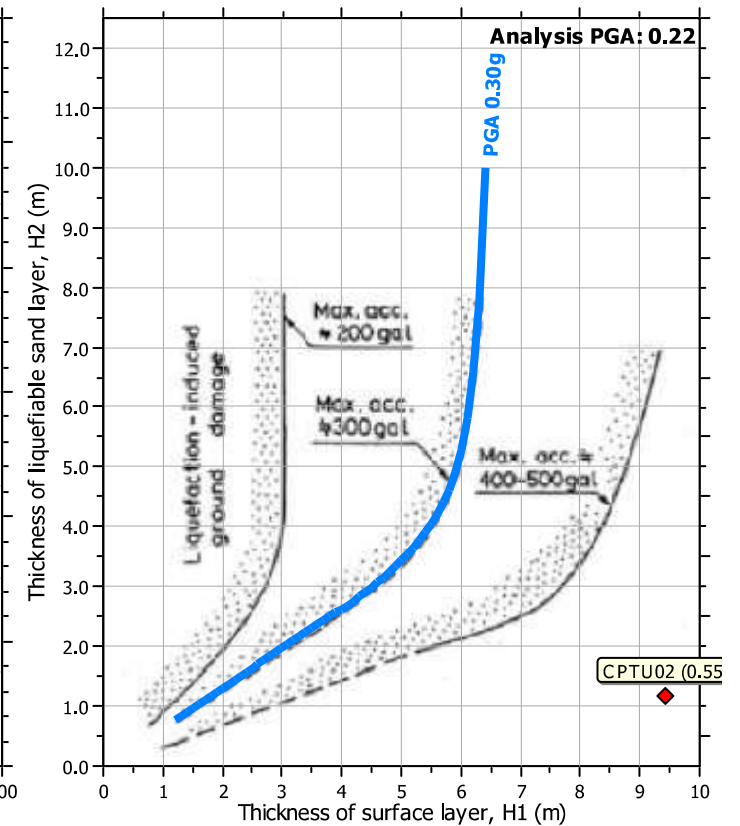
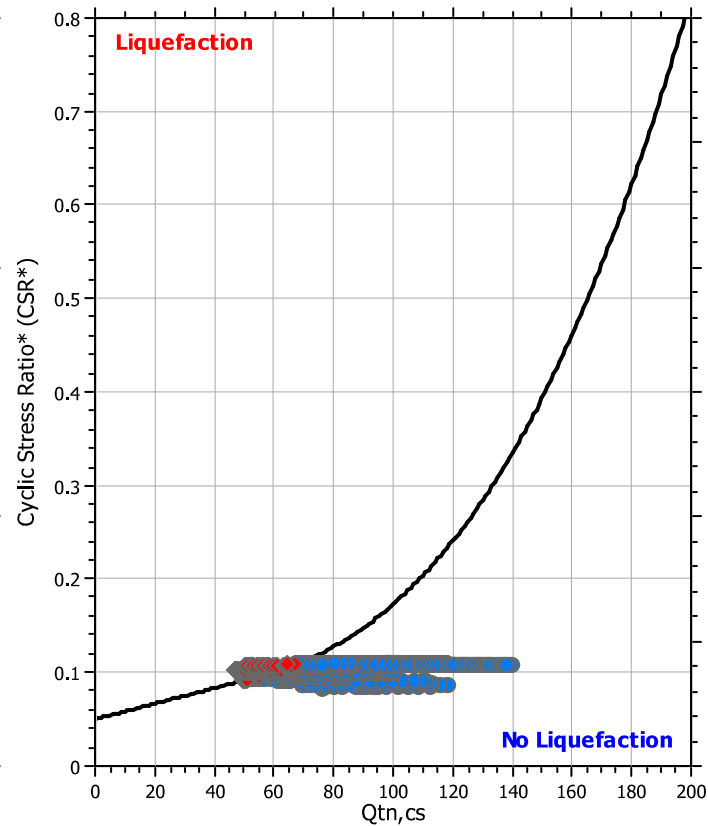
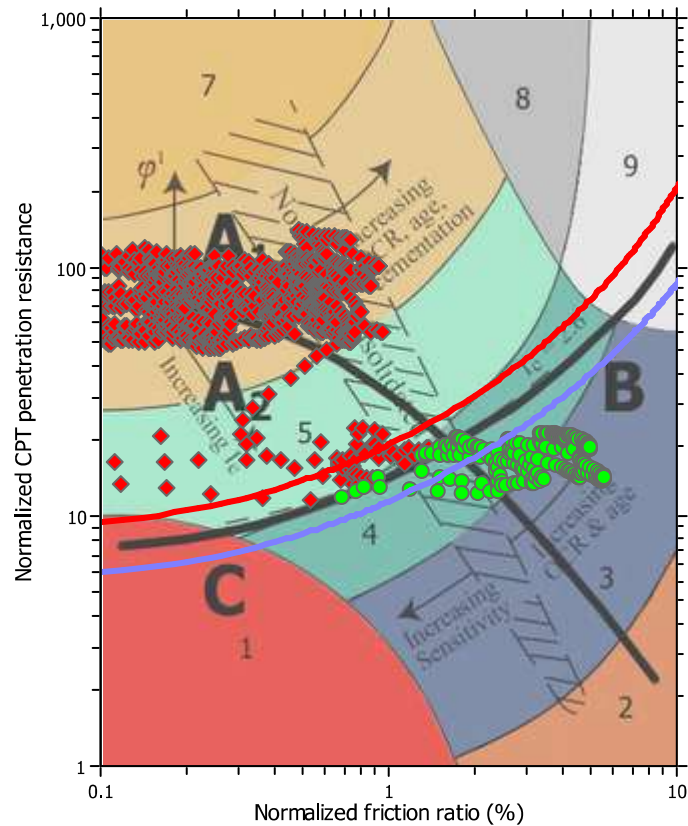
F.S. color scheme

■	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

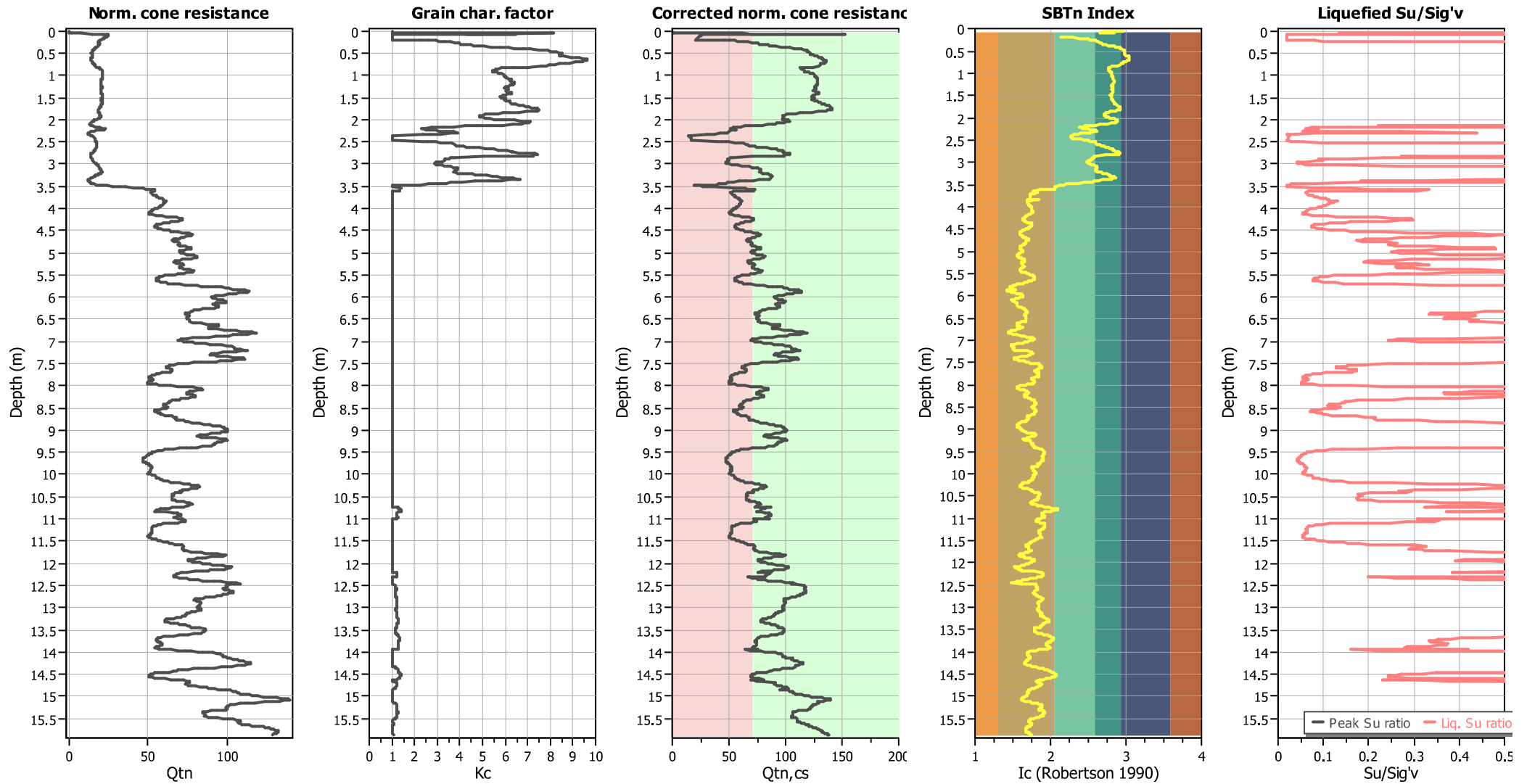
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 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.):	6.50 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_{α} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

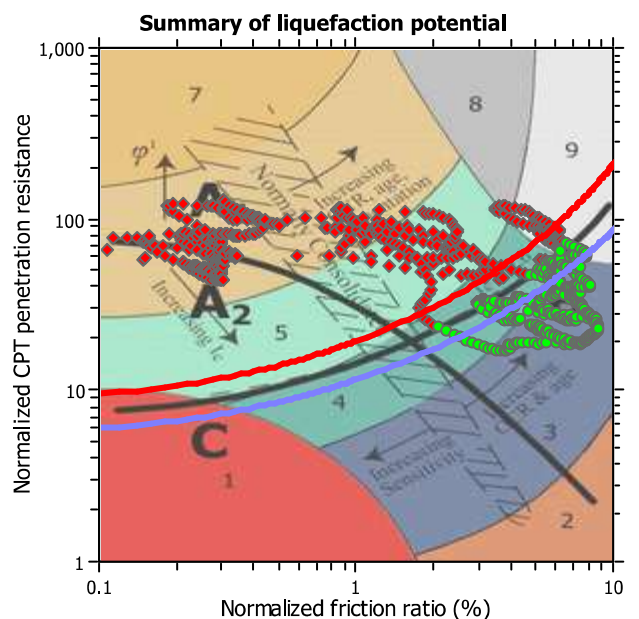
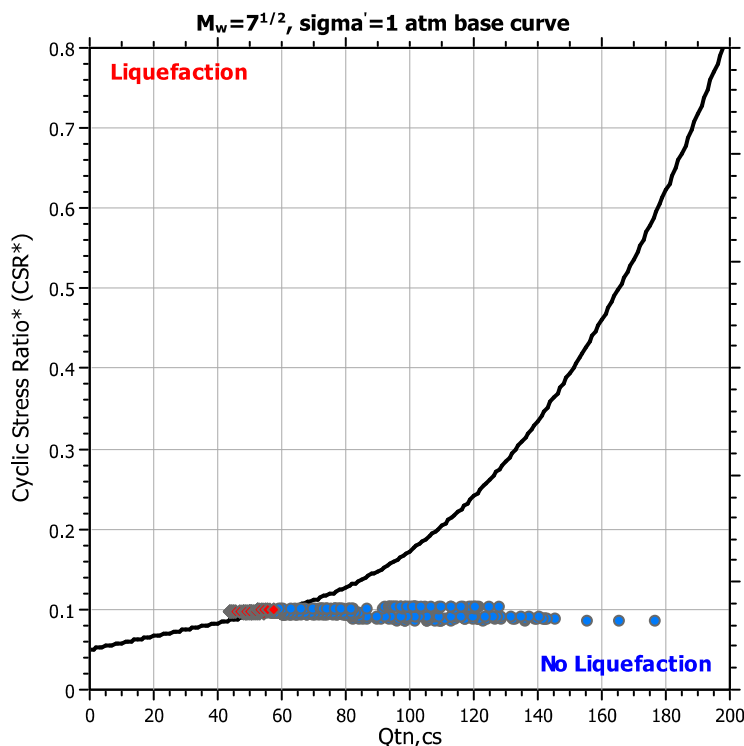
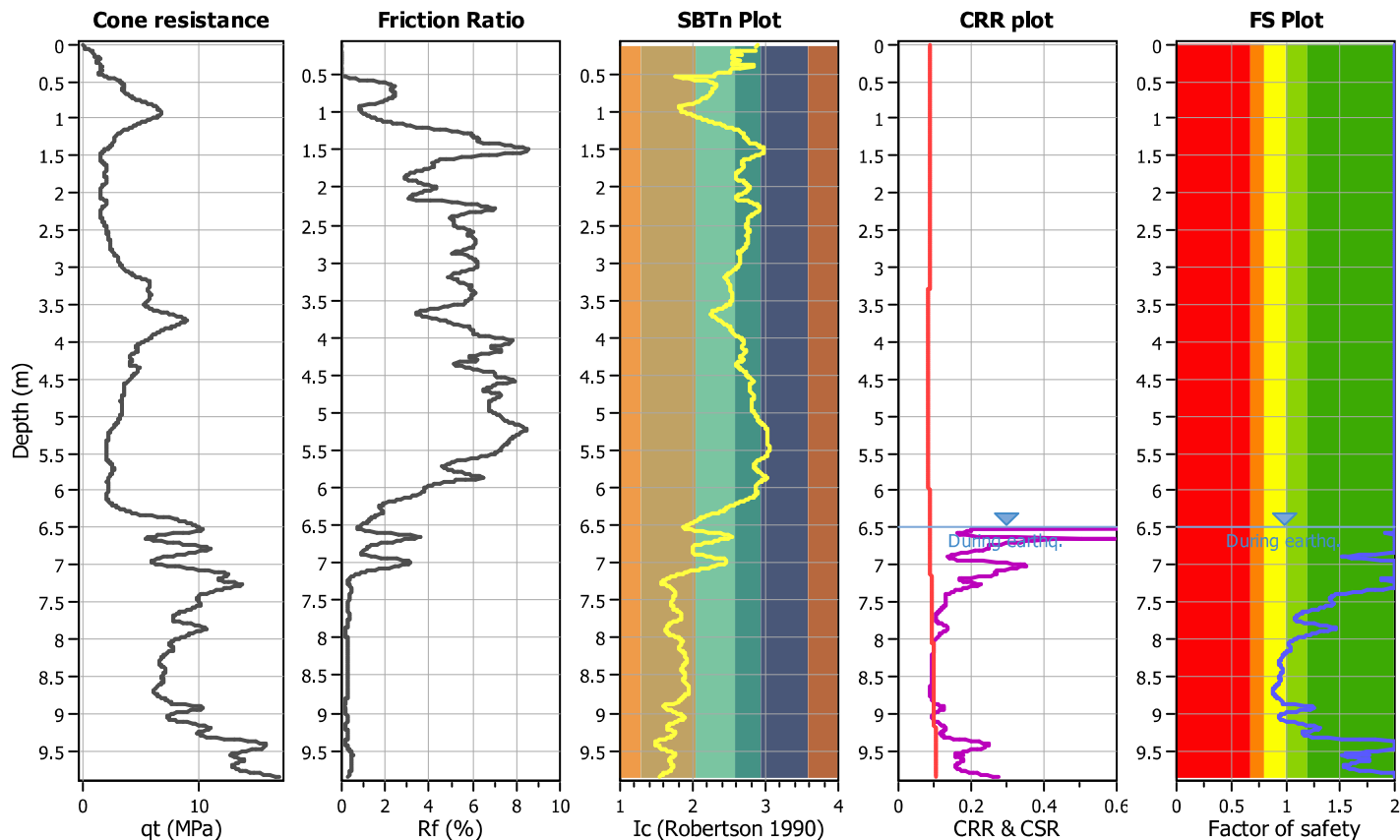
Project title :

Location :

CPT file : CPTU03

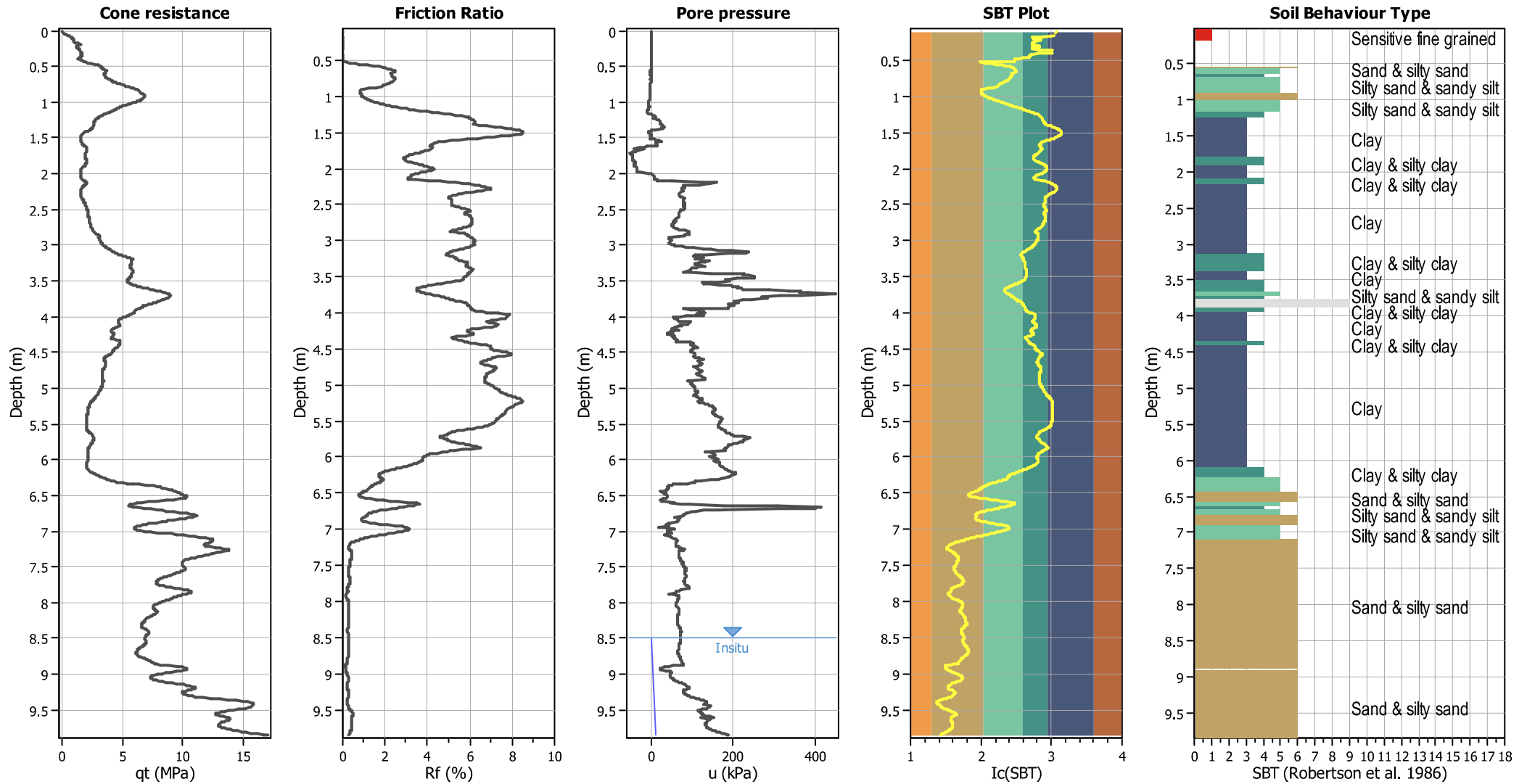
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	8.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	6.50 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 :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.22	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	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

CPT basic interpretation plots



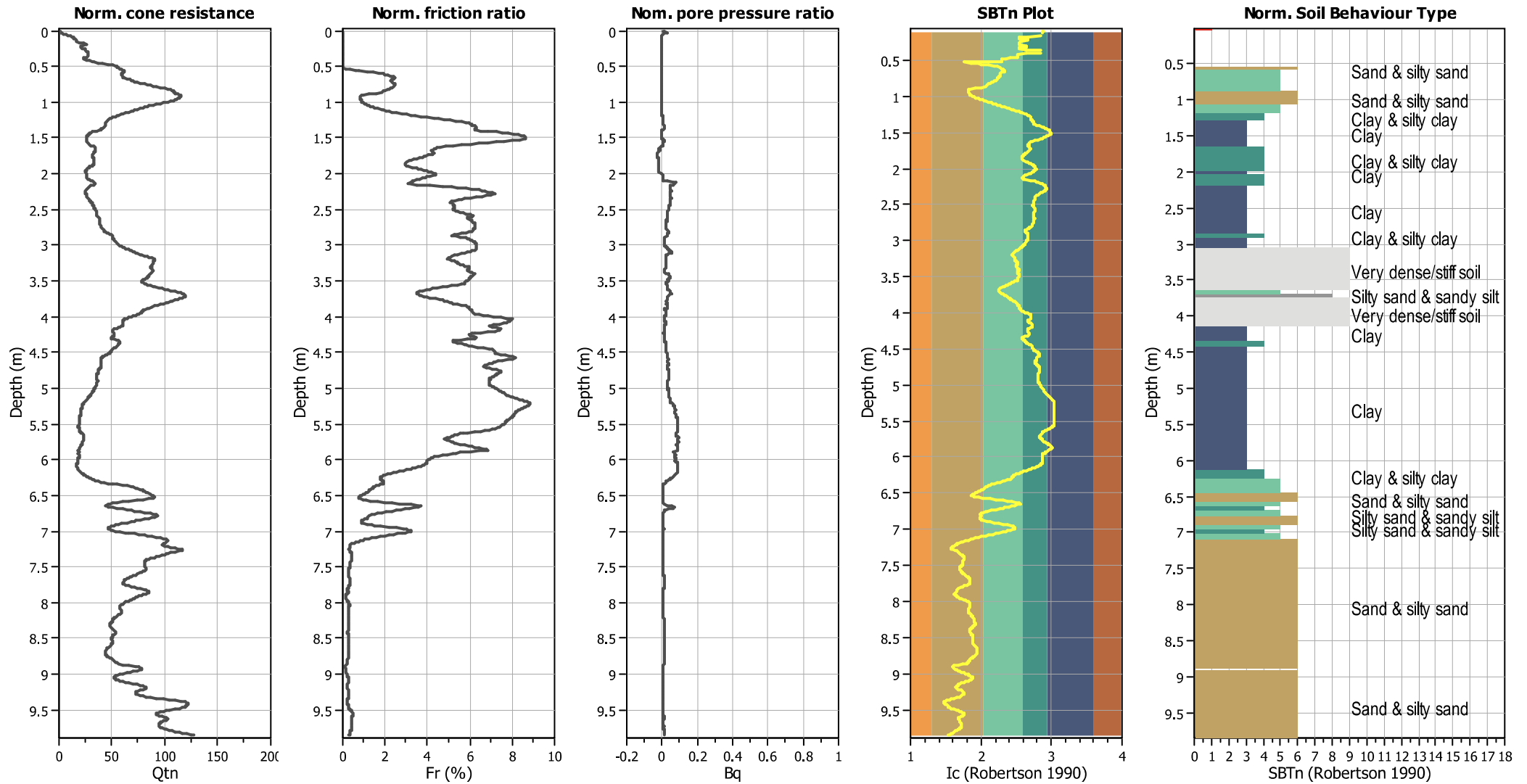
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



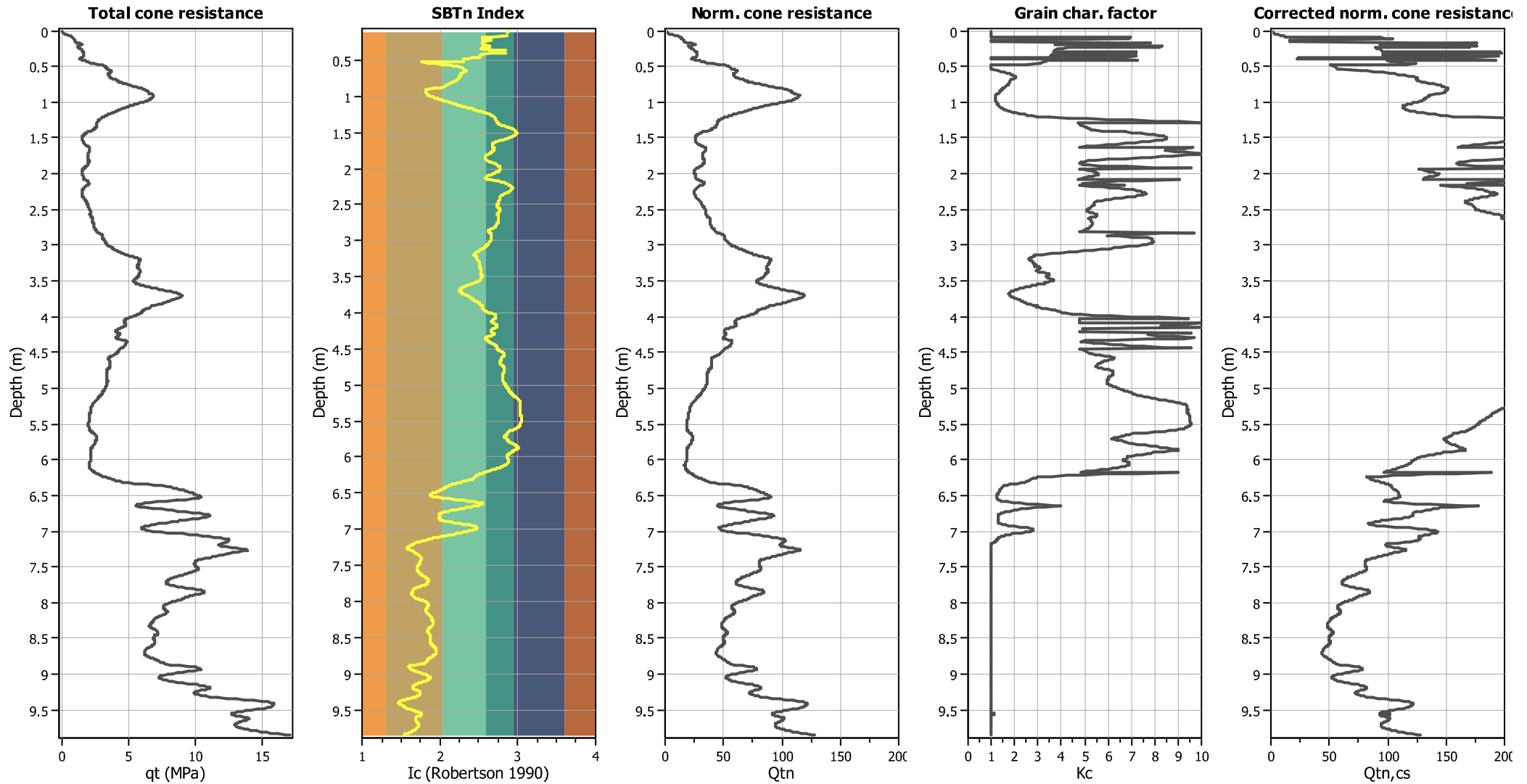
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBTn legend

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

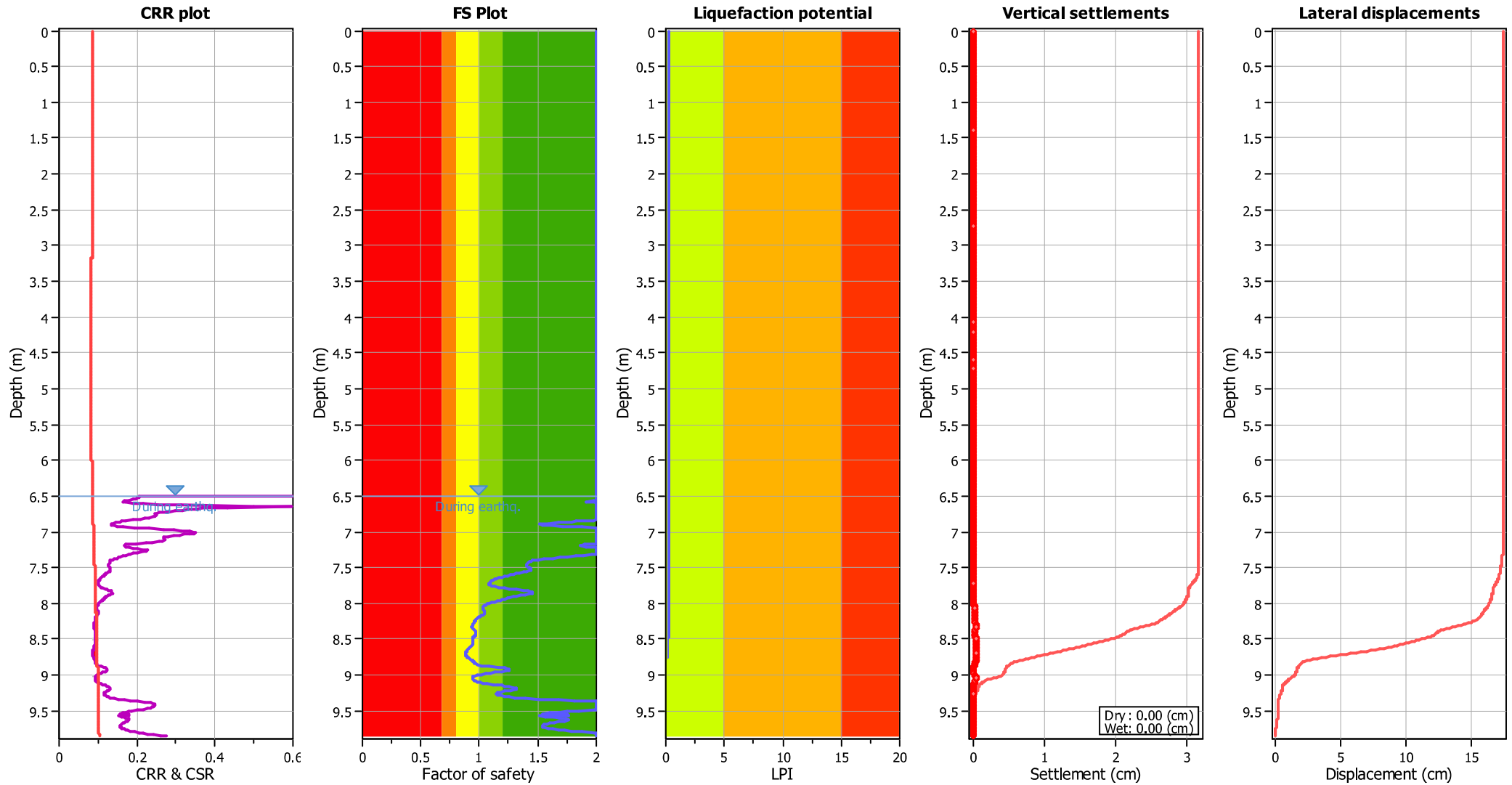
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method: Robertson (2009)
 Fines correction method: Robertson (2009)
 Points to test: Based on Ic value
 Earthquake magnitude M_w : 6.14
 Peak ground acceleration: 0.22
 Depth to water table (insitu): 8.50 m

Depth to water table (earthq.): 6.50 m
 Average results interval: 3
 Ic cut-off value: 2.60
 Unit weight calculation: Based on SBT
 Use fill: No
 Fill height: N/A

Fill weight: N/A
 Transition detect. applied: No
 K_0 applied: Yes
 Clay like behavior applied: All soils
 Limit depth applied: No
 Limit depth: N/A

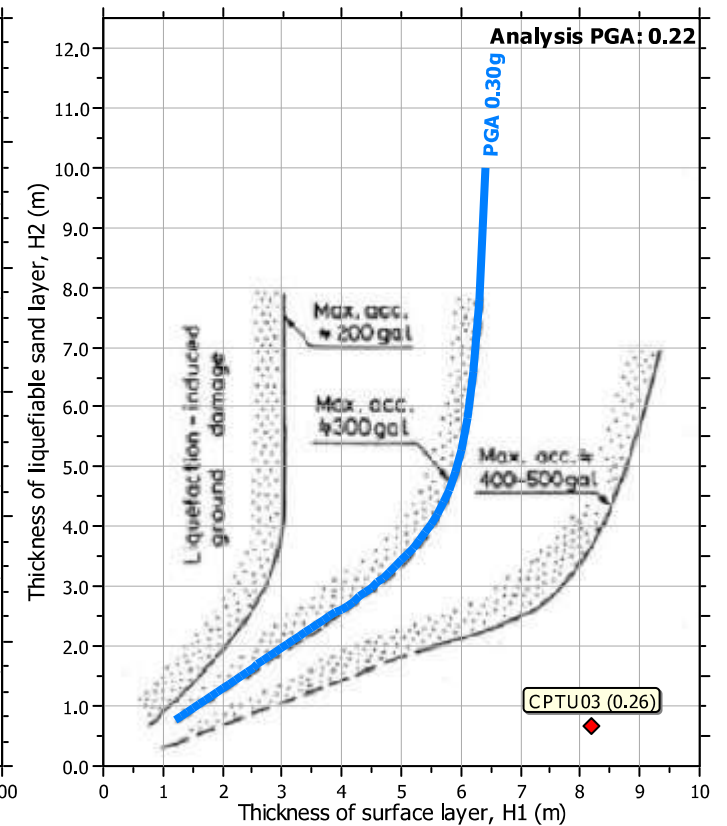
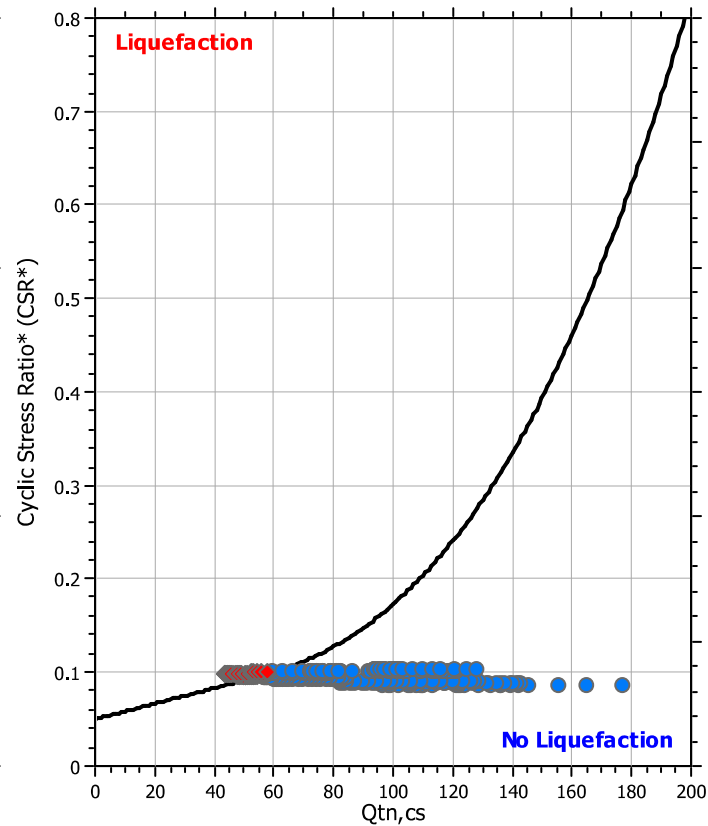
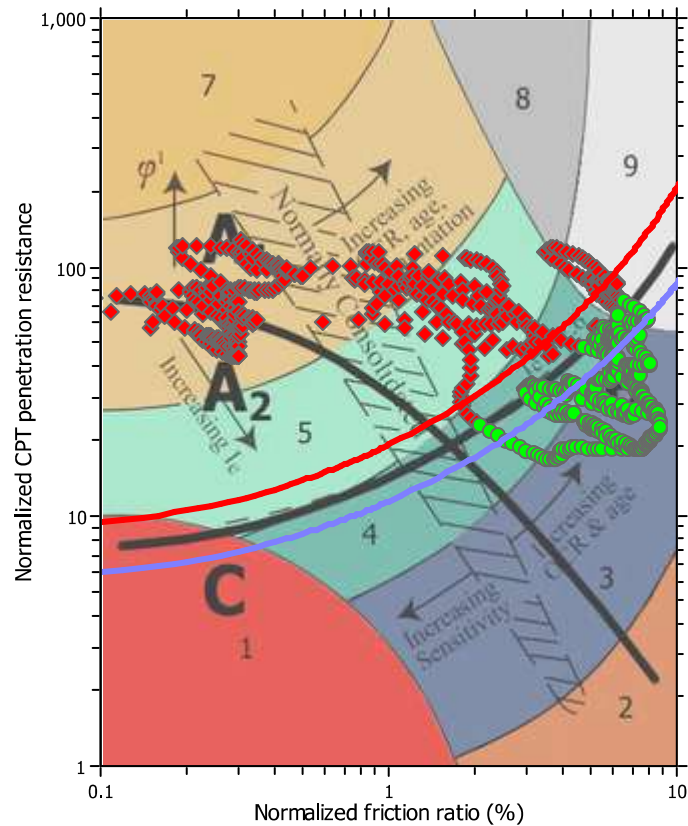
F.S. color scheme

■ 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

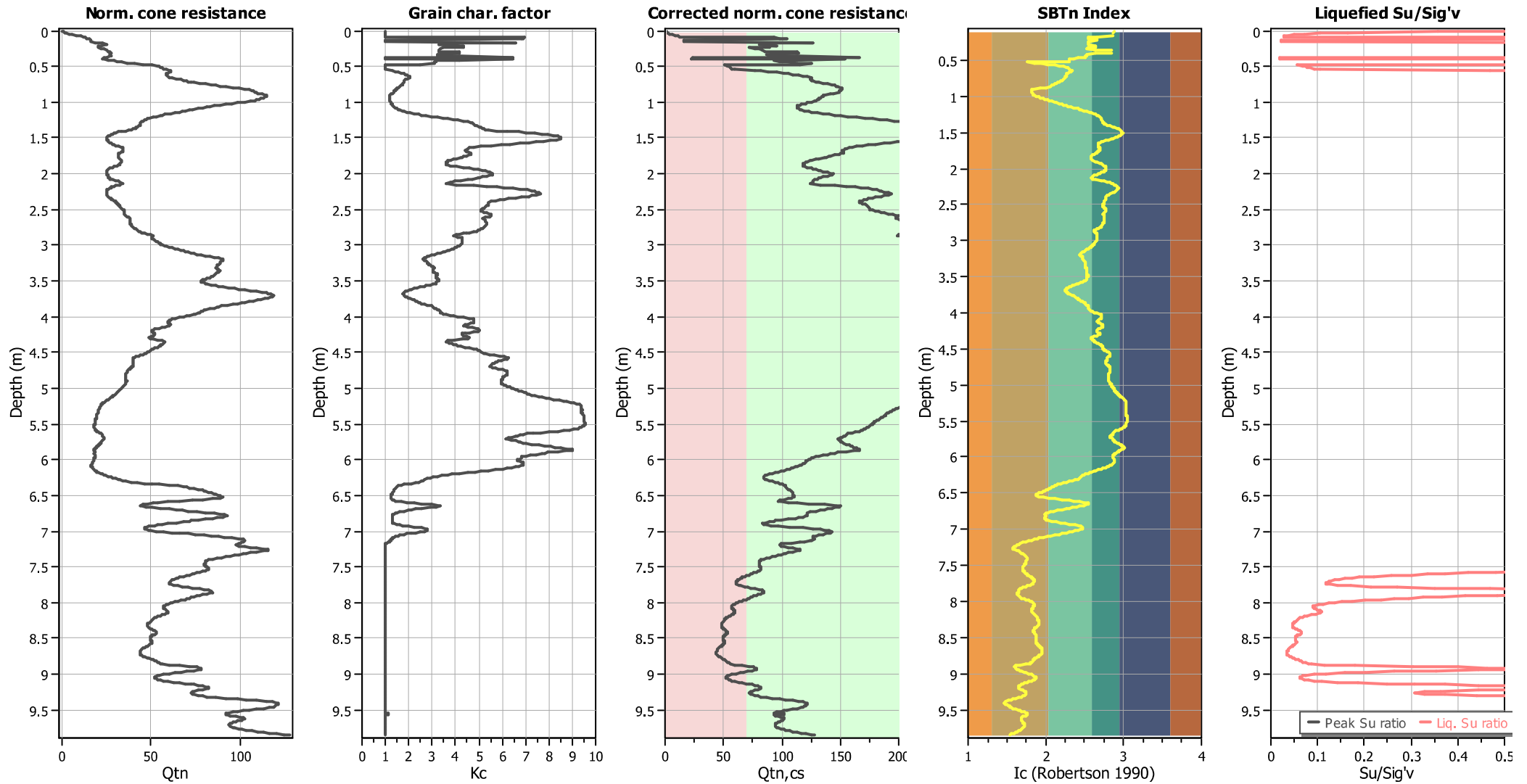
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 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.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

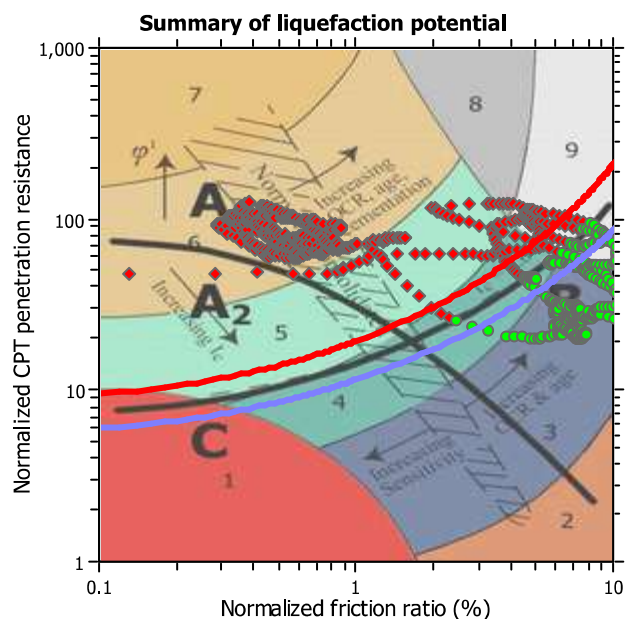
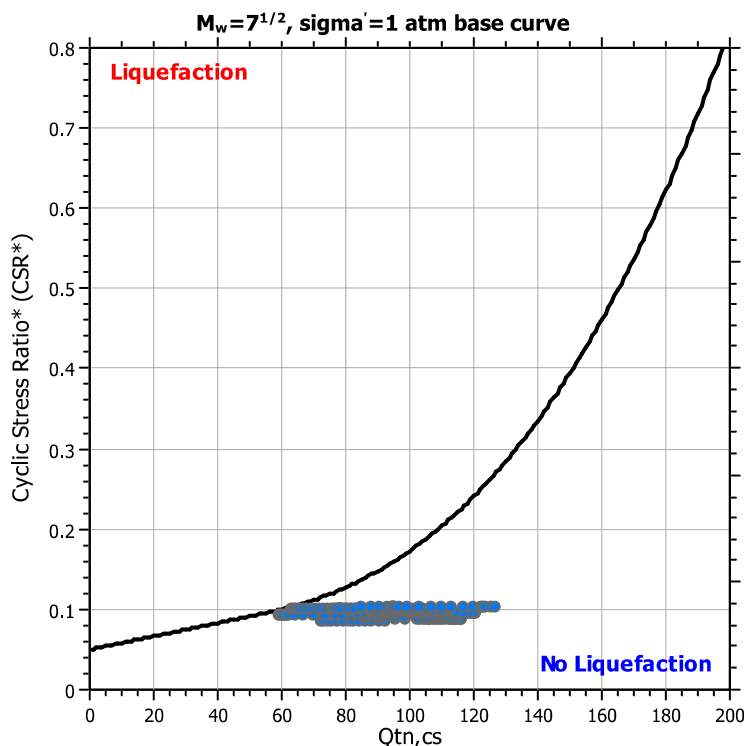
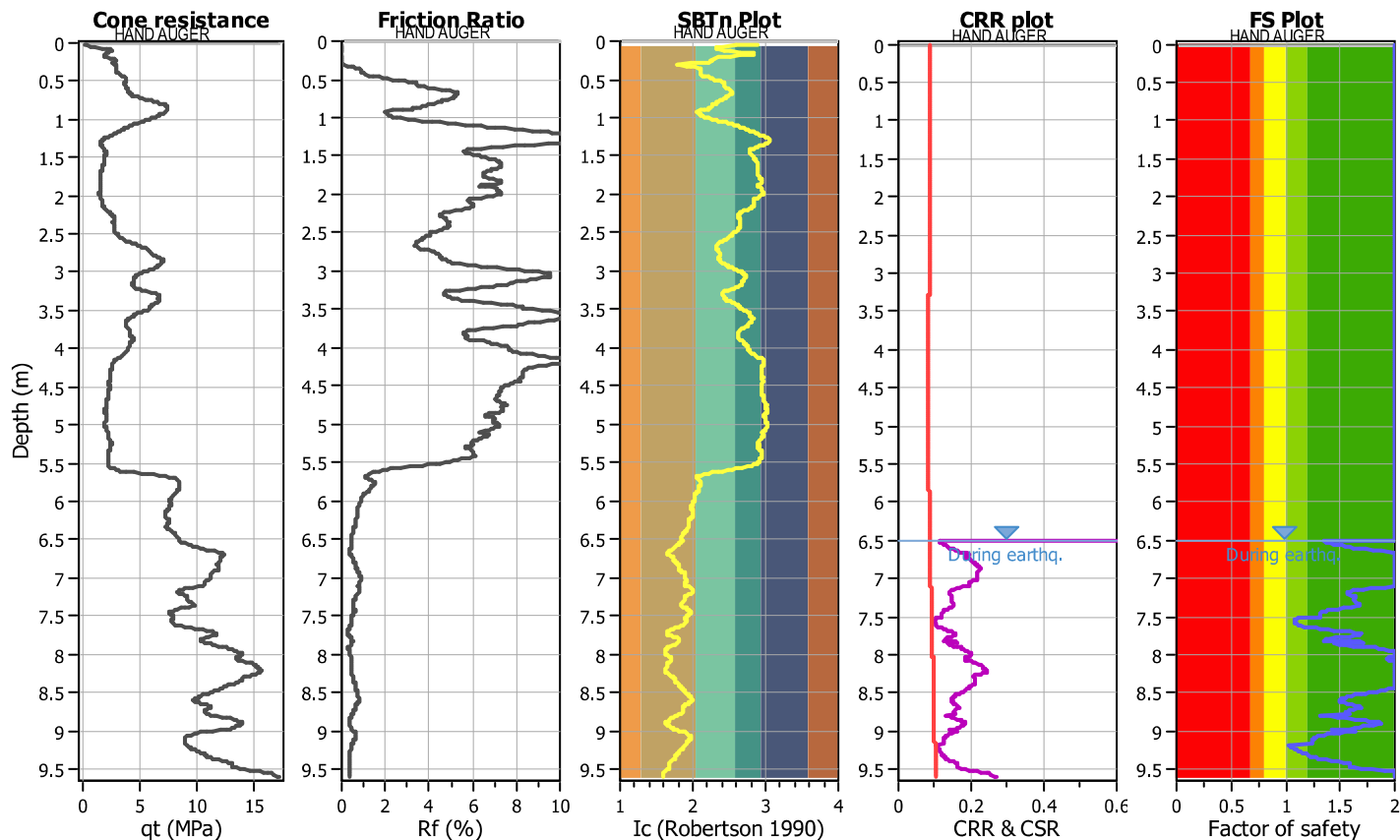
Project title :

Location :

CPT file : CPTU04

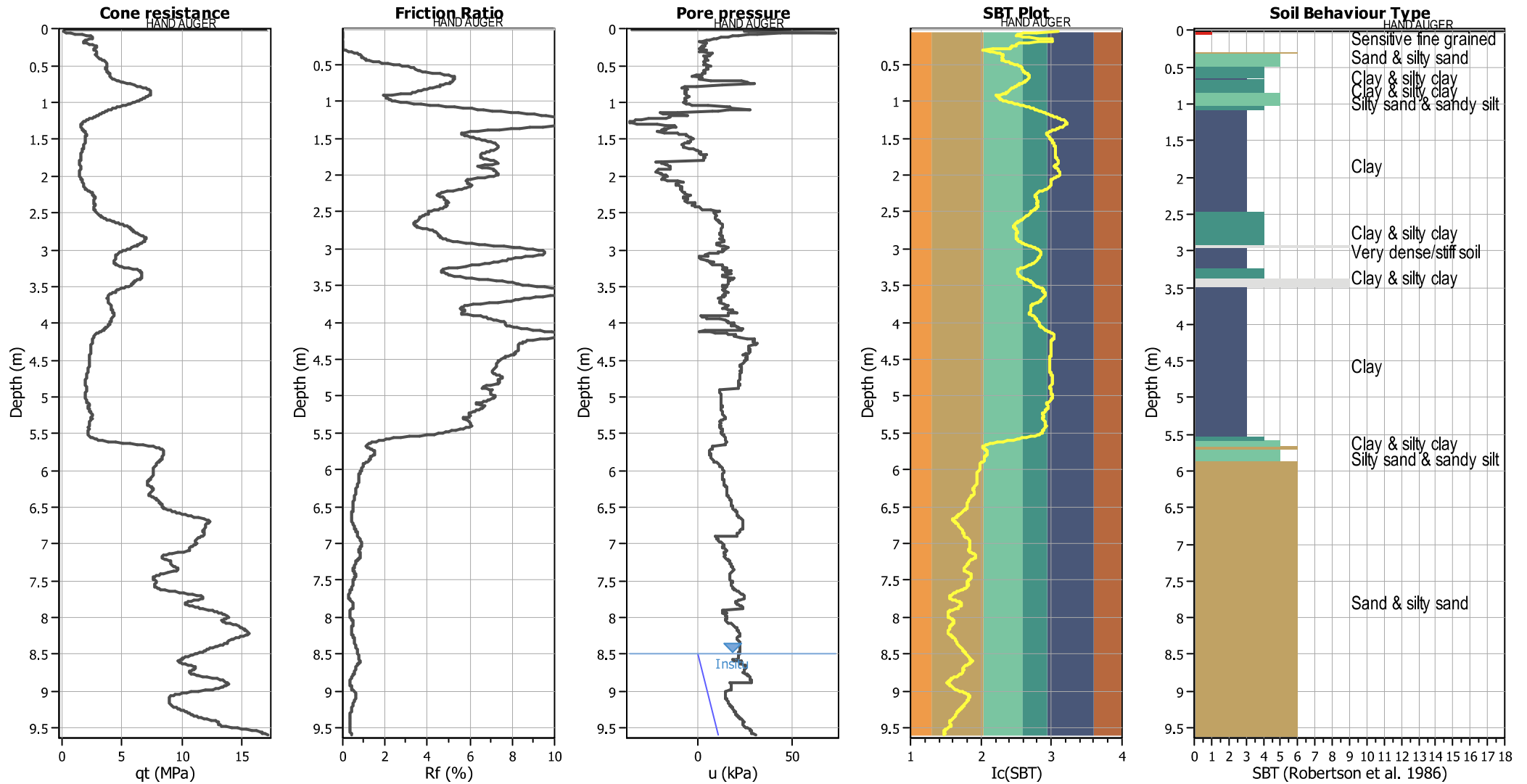
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	8.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	6.50 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 :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.22	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	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

CPT basic interpretation plots



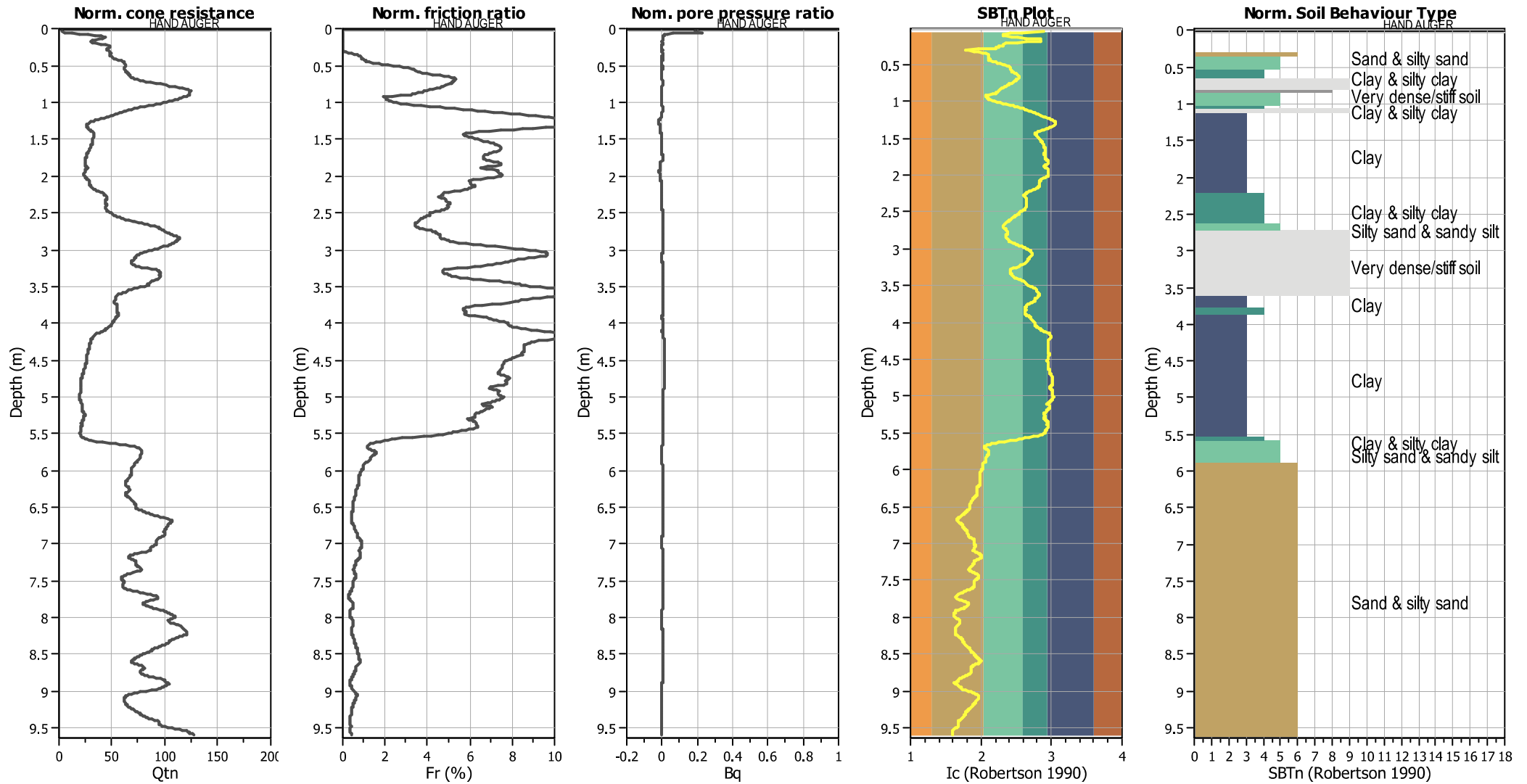
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

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

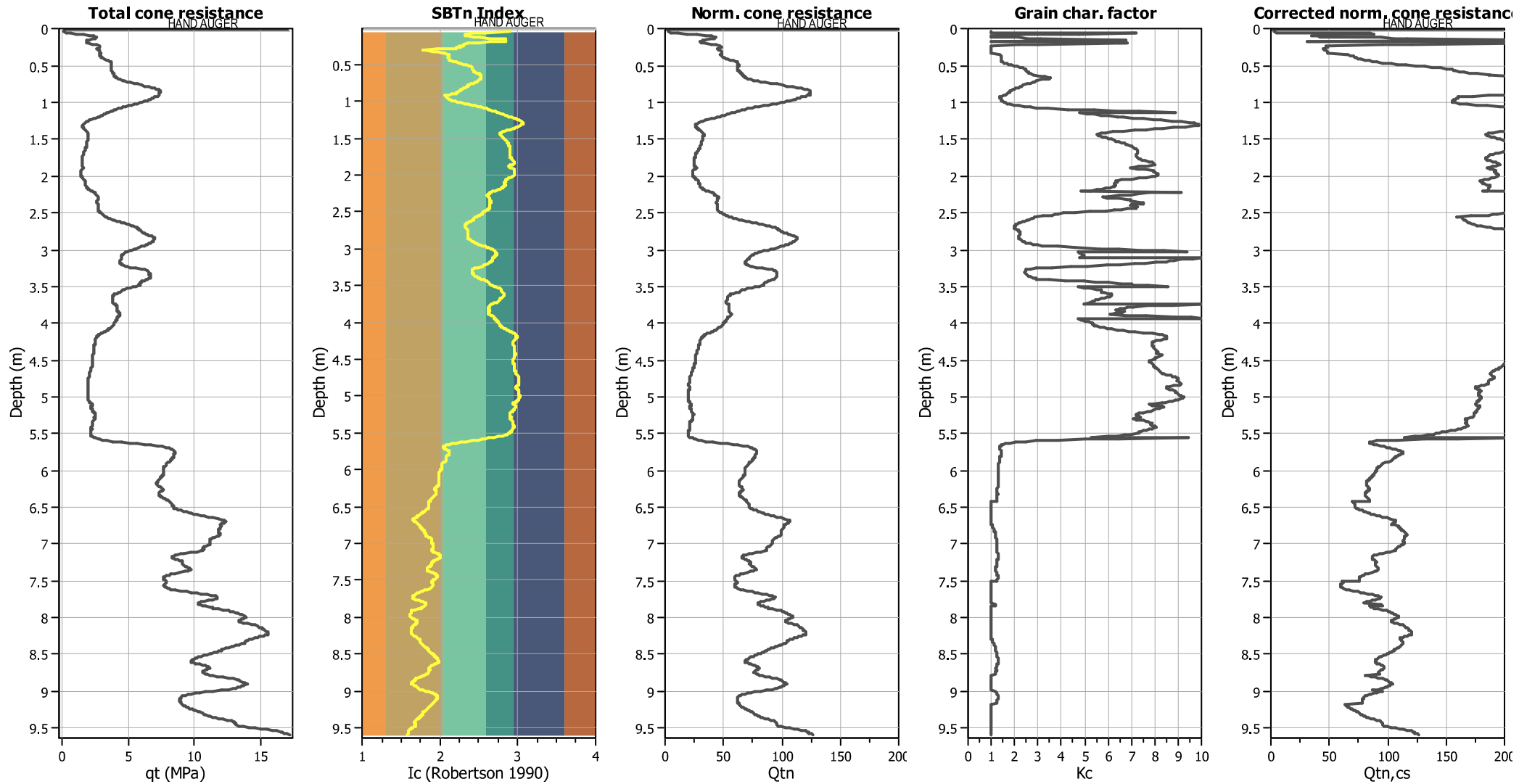
CPT basic interpretation plots (normalized)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

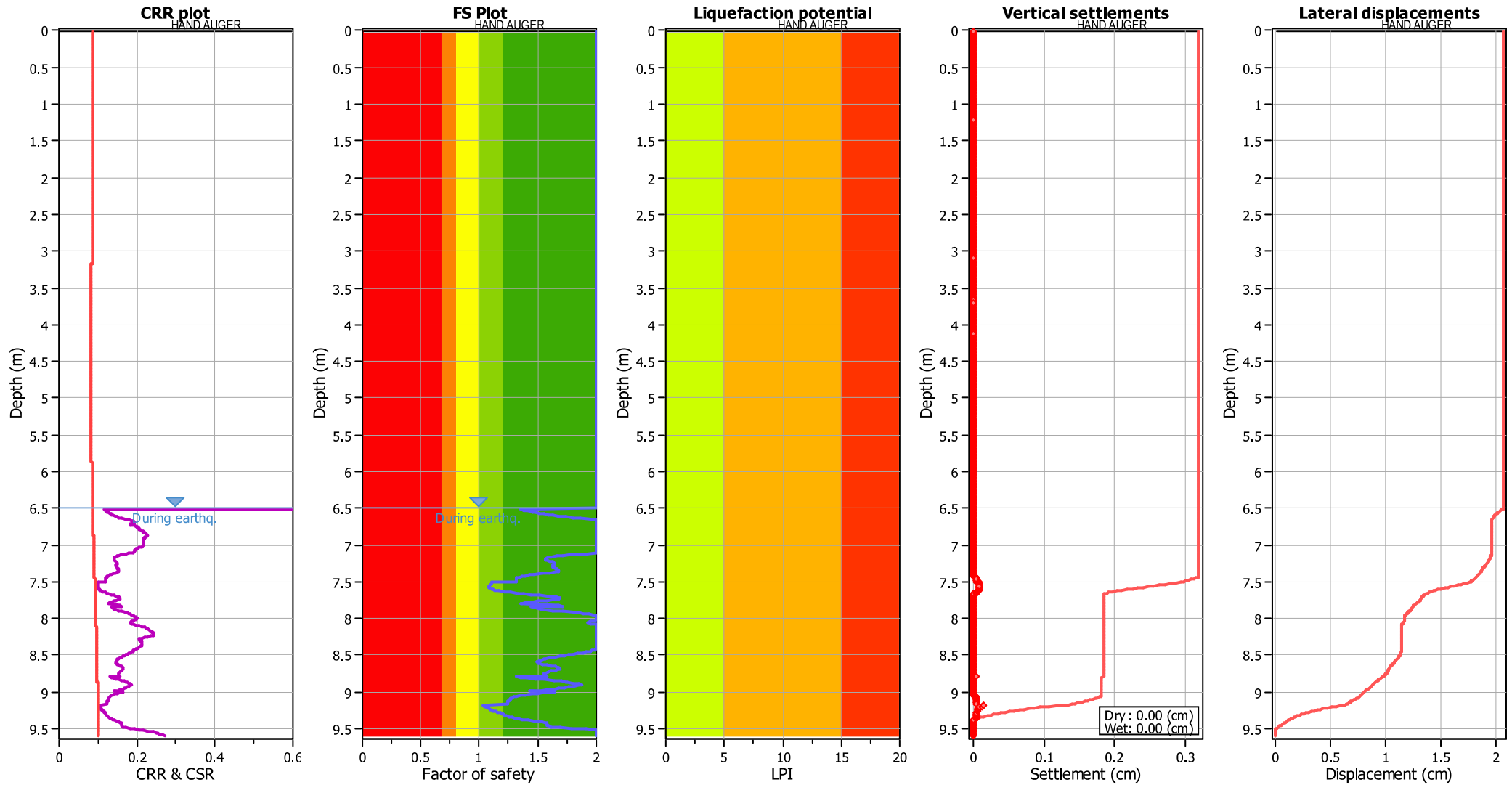
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

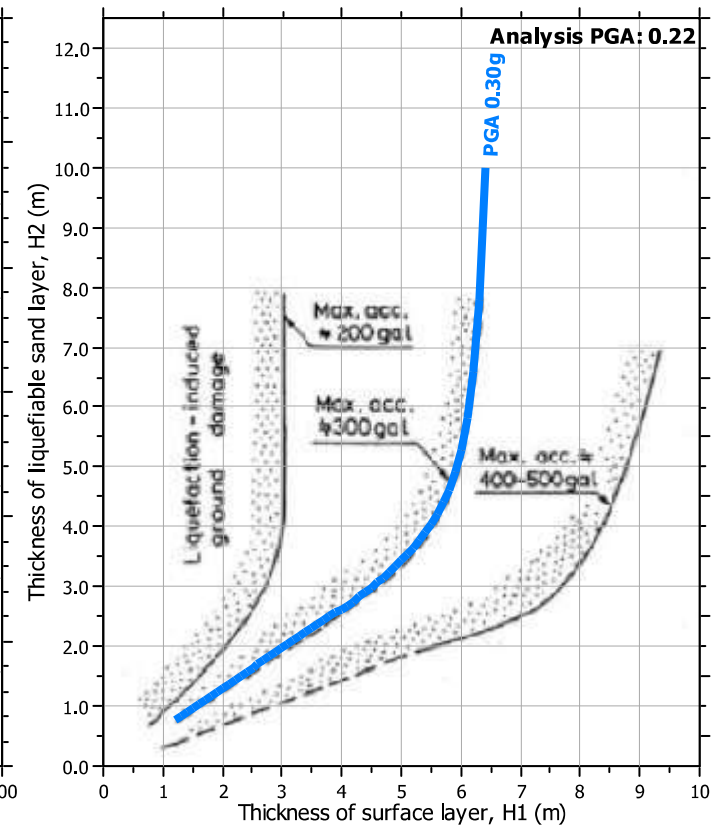
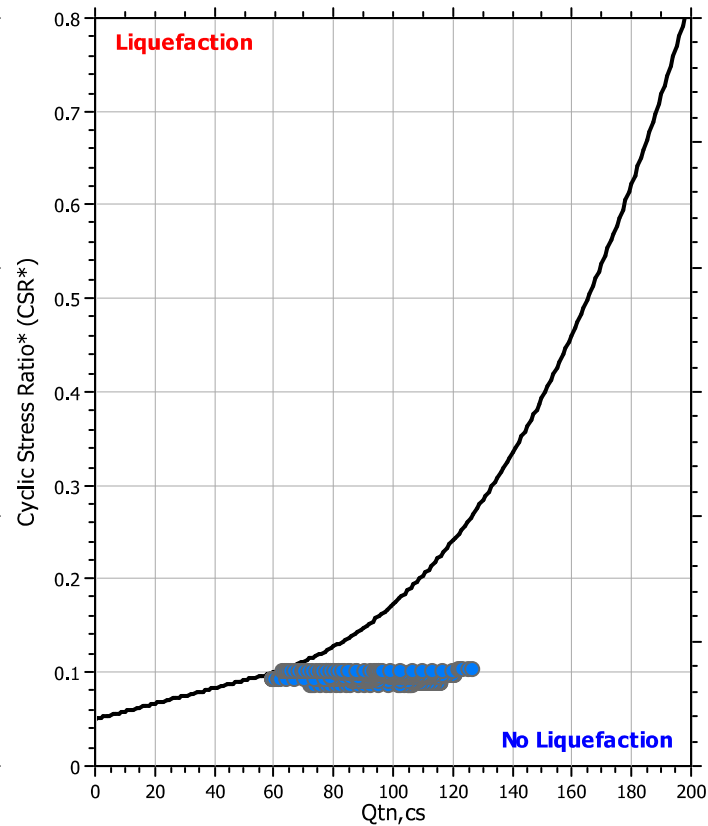
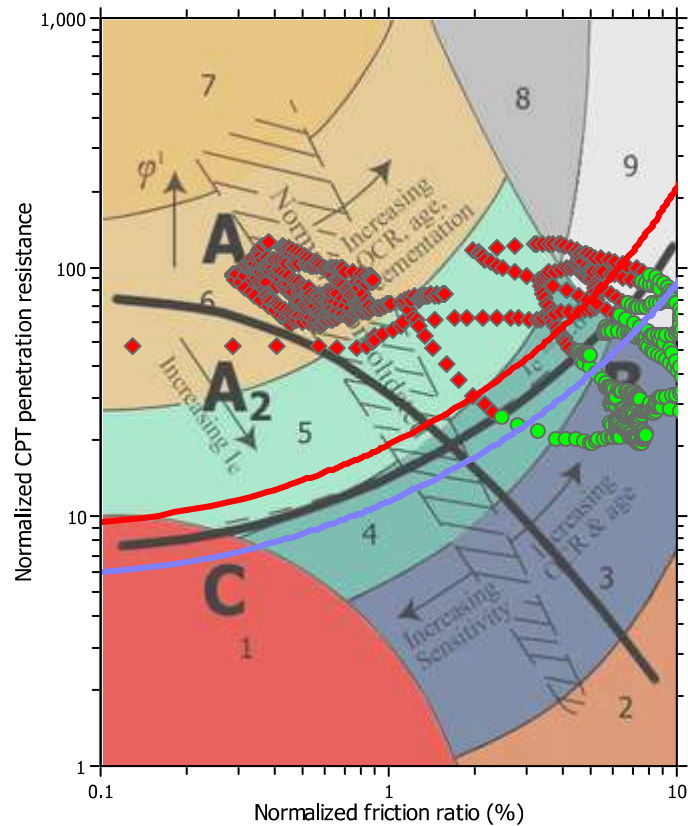
F.S. color scheme

■	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

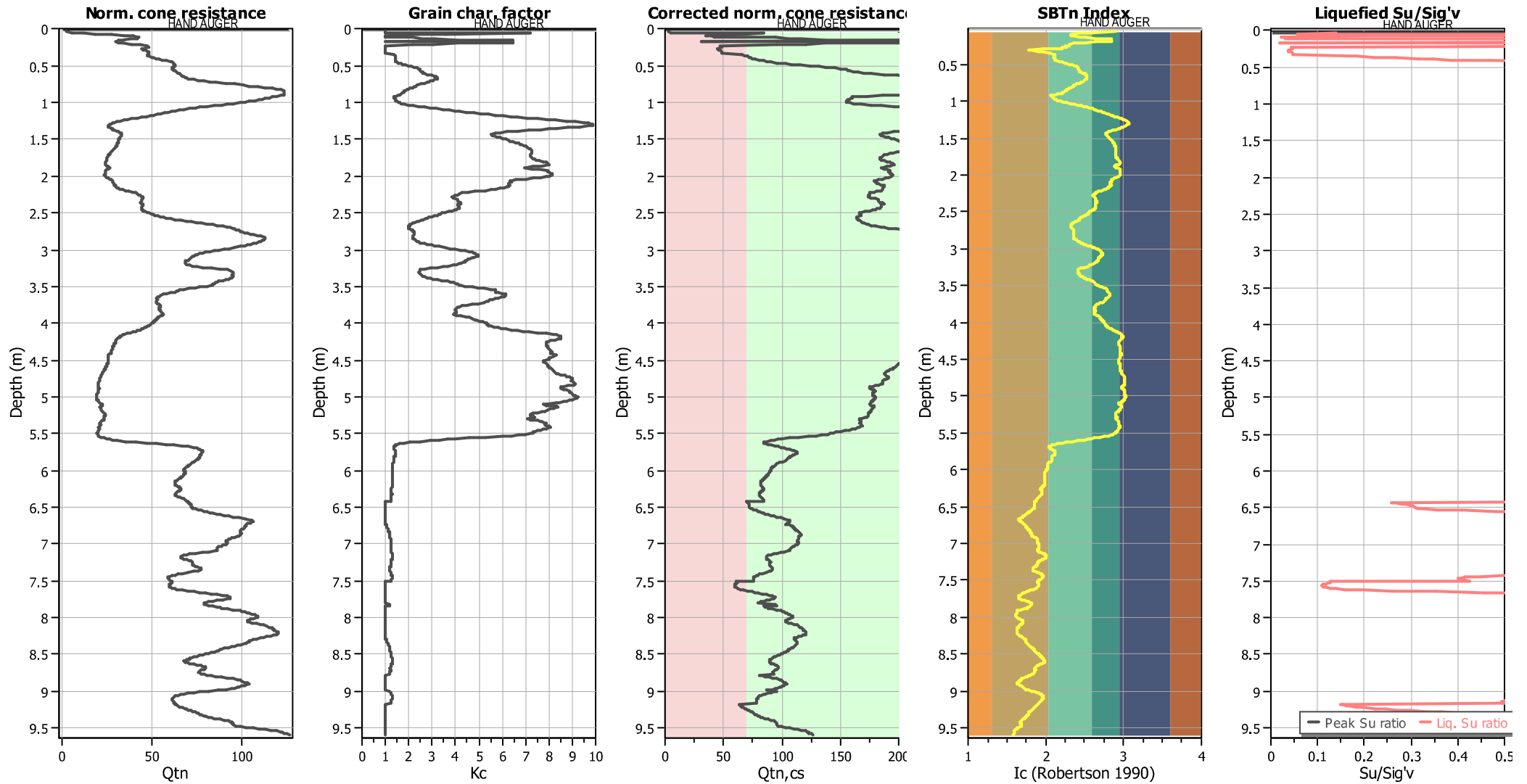
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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 ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 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.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

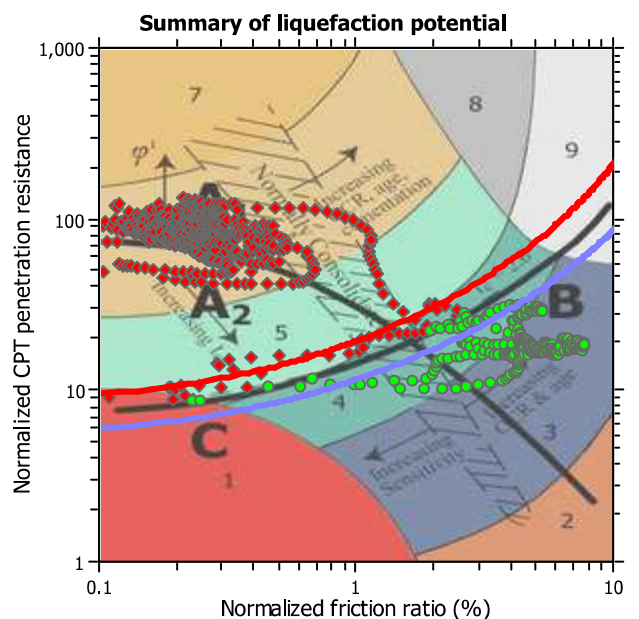
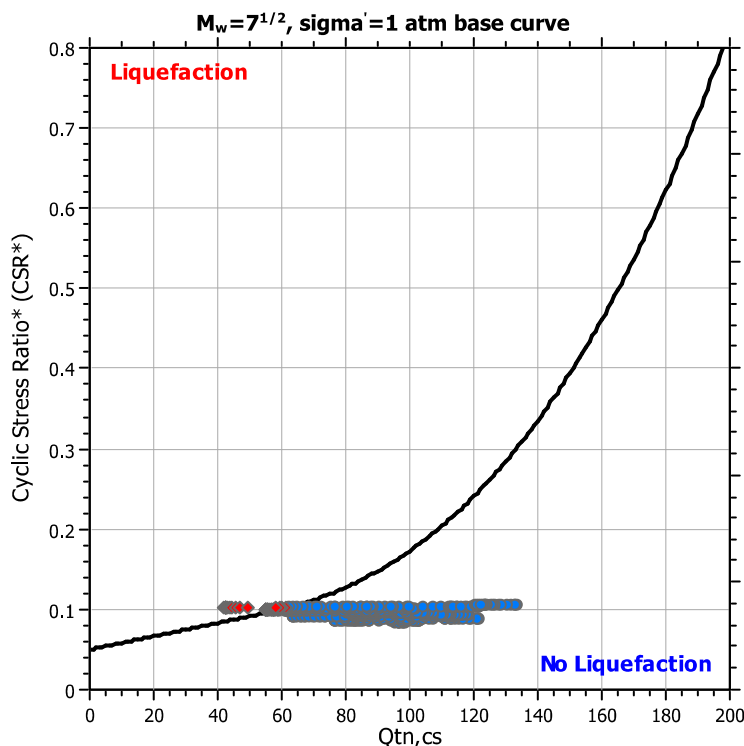
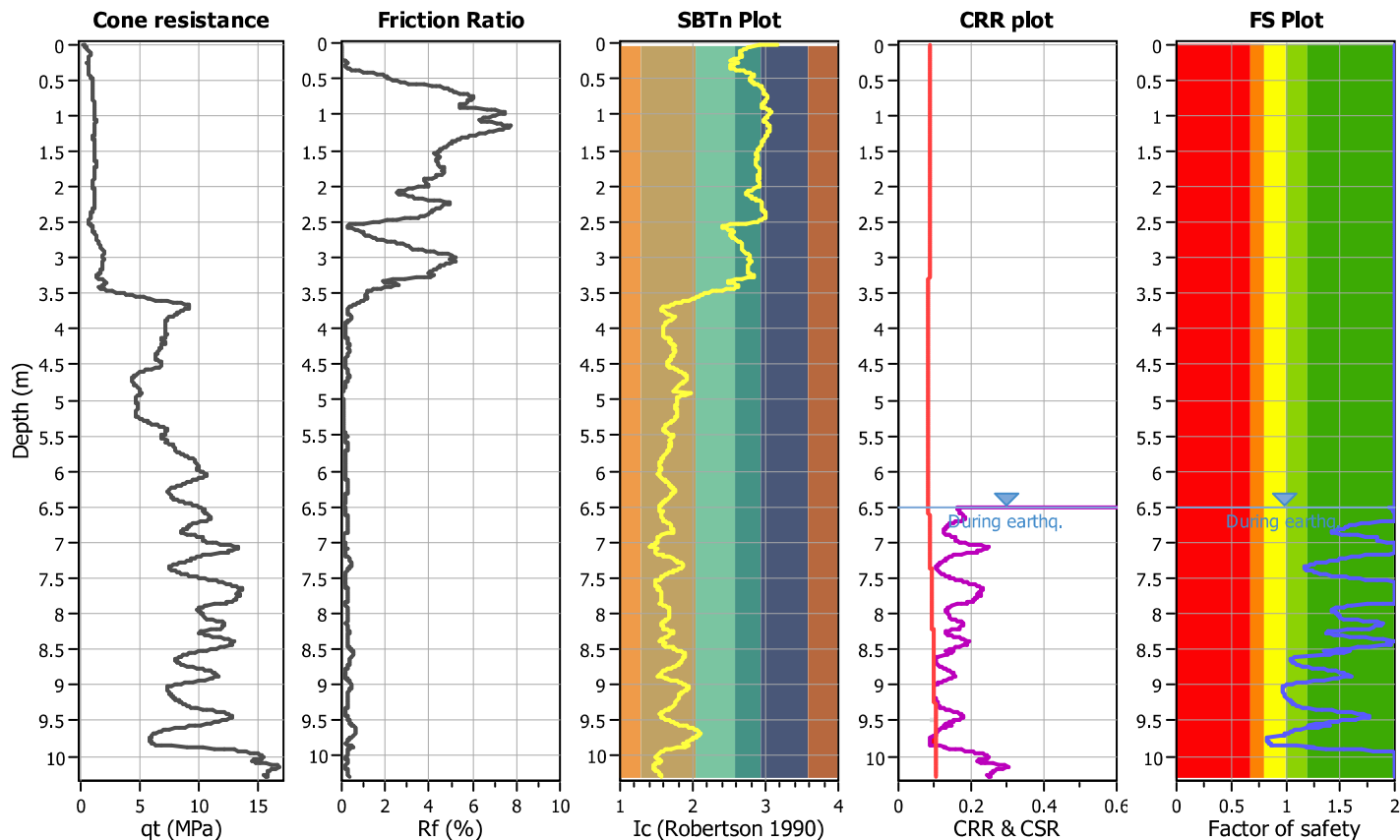
Project title :

Location :

CPT file : CPTU05

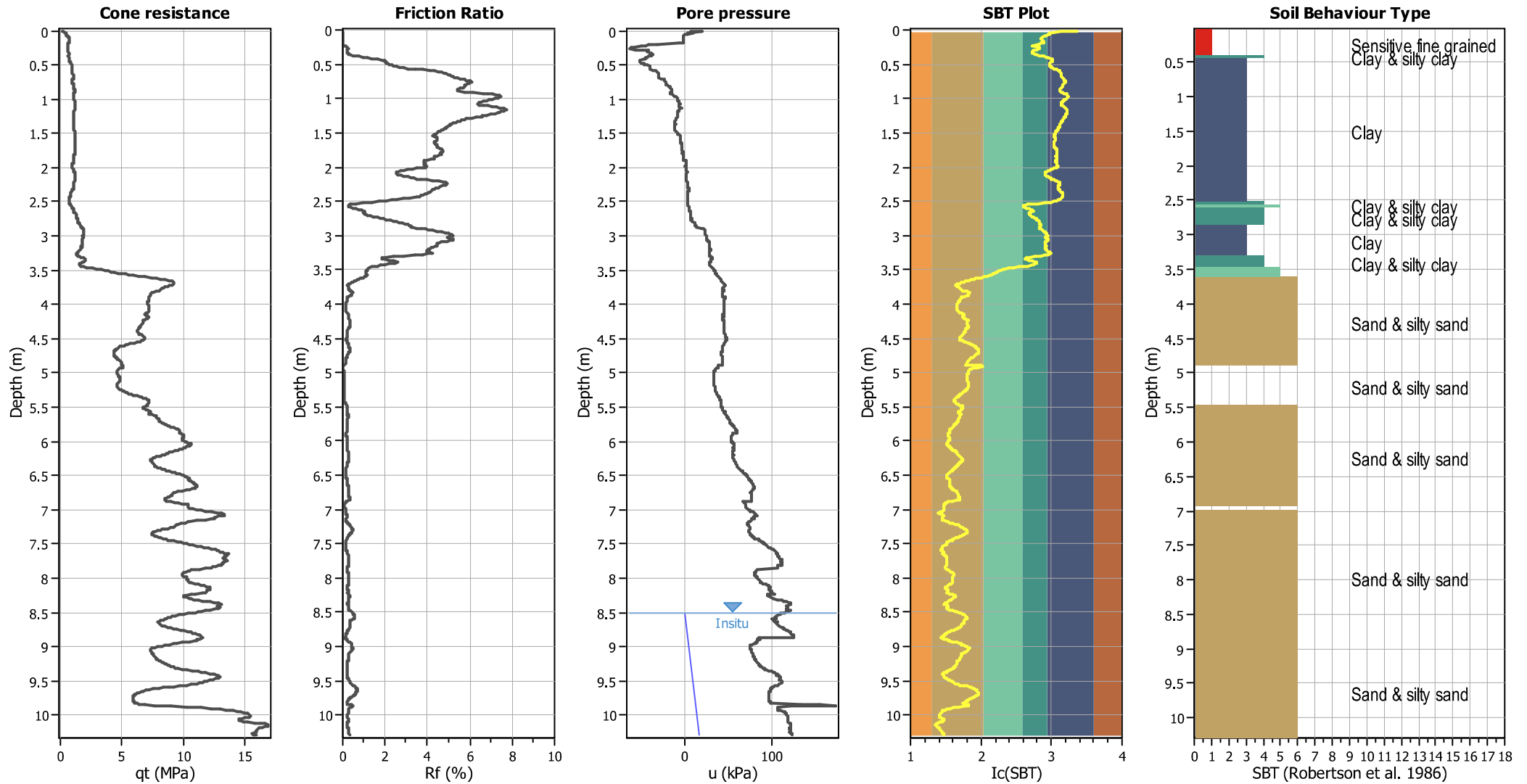
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	8.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	6.50 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 :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.22	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes	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

CPT basic interpretation plots



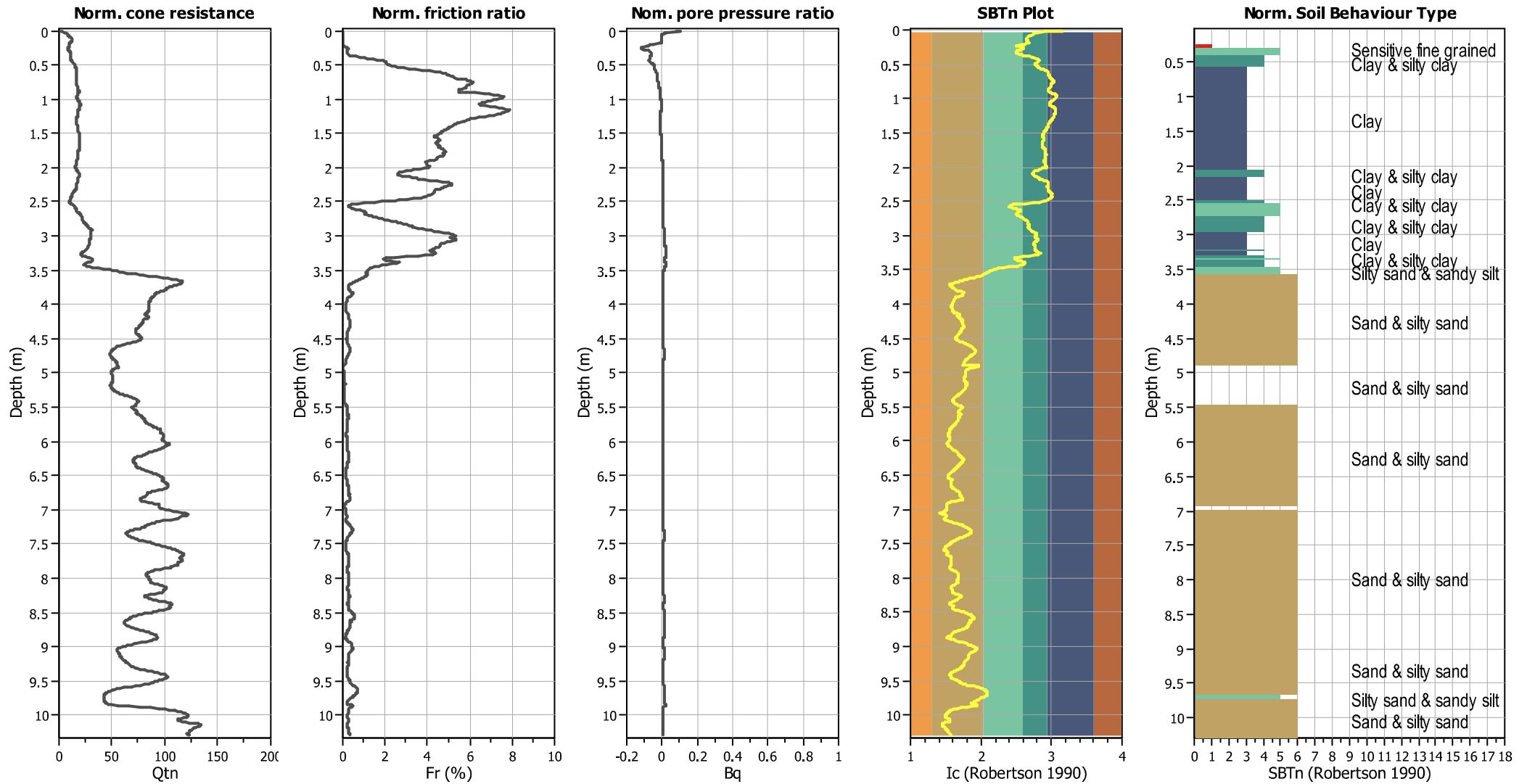
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

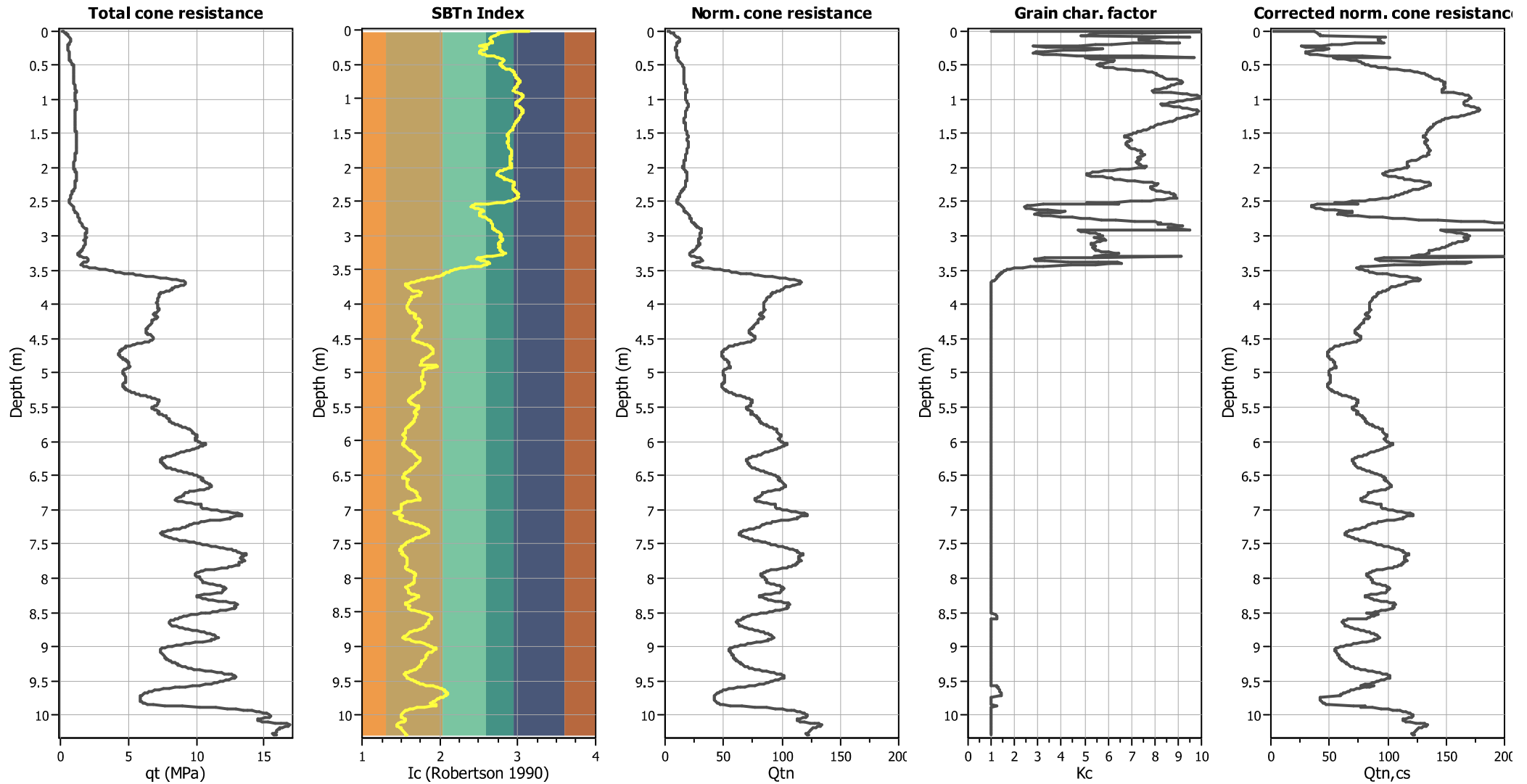
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

CPT basic interpretation plots (normalized)



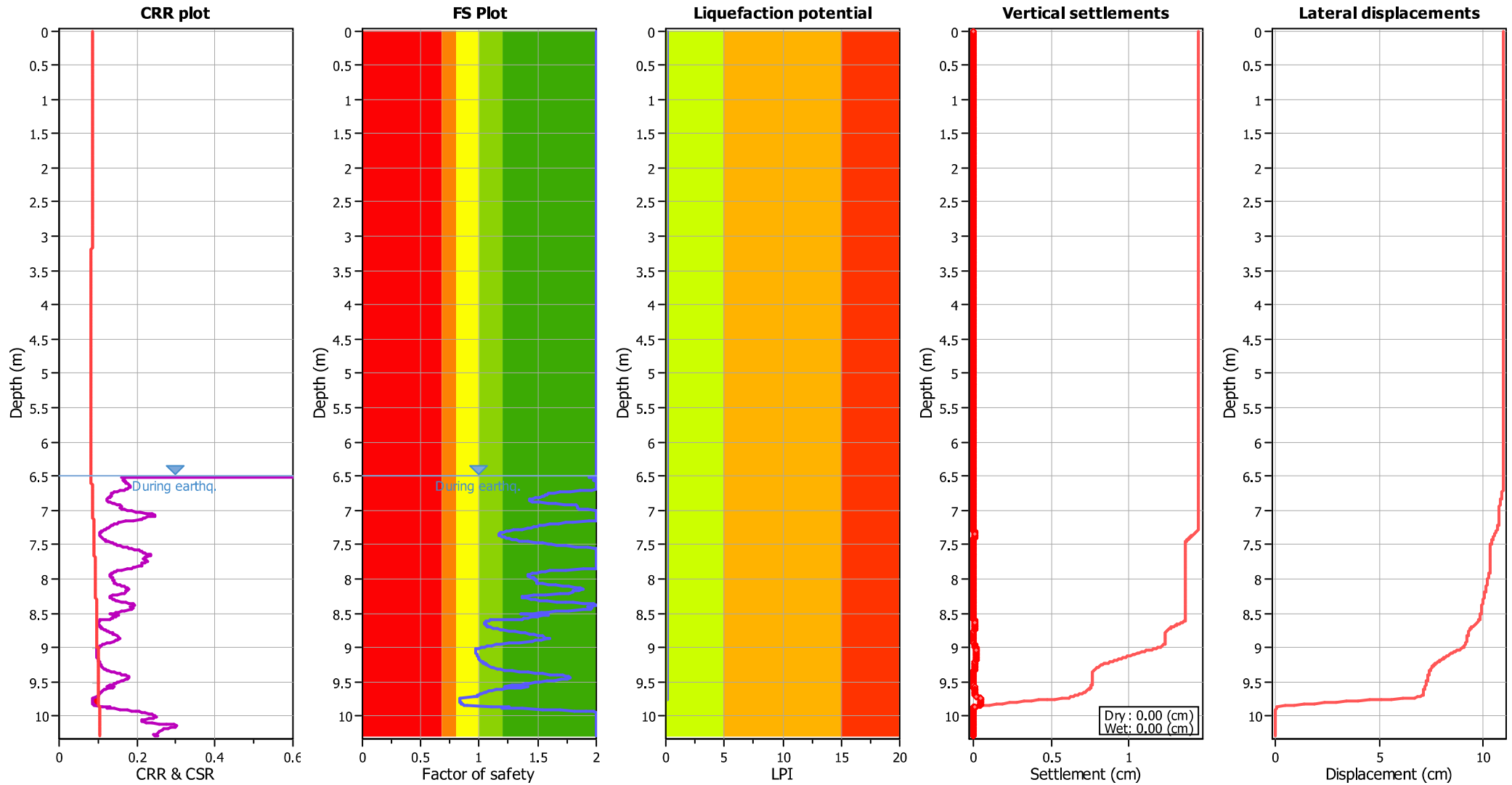
Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (earthq.):	6.50 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:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

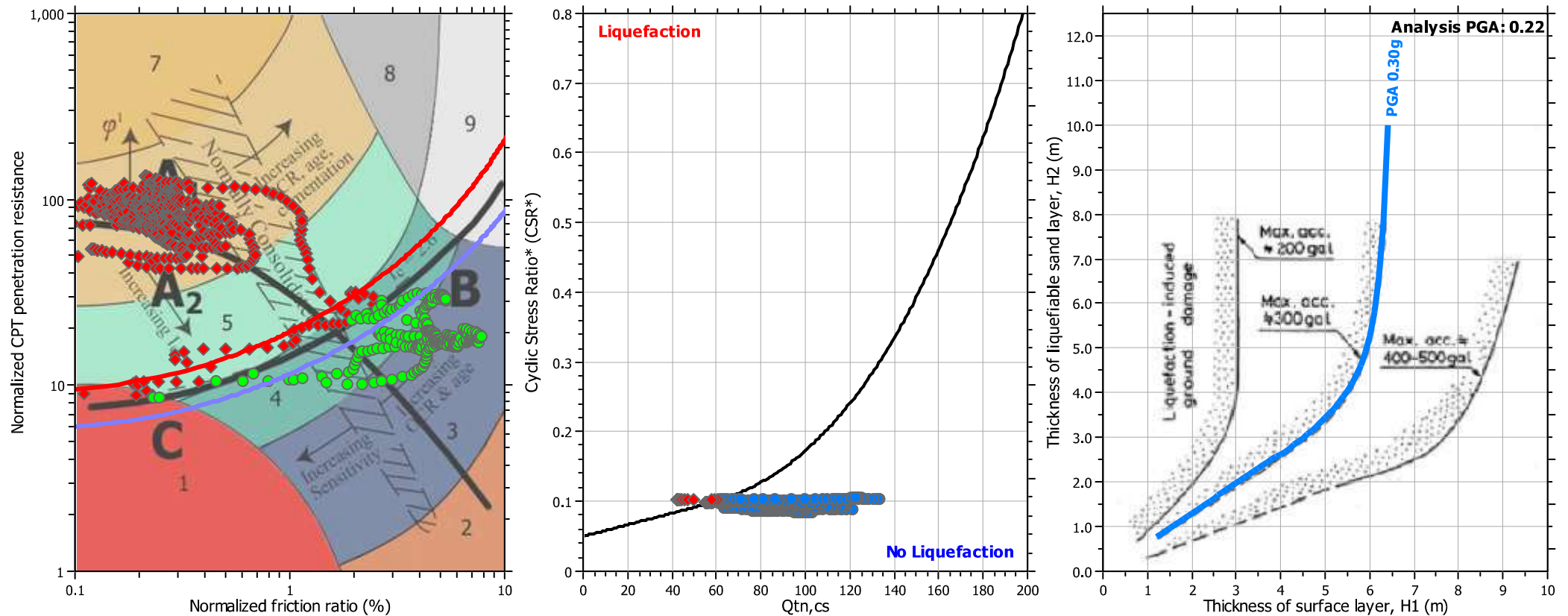
F.S. color scheme

■	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

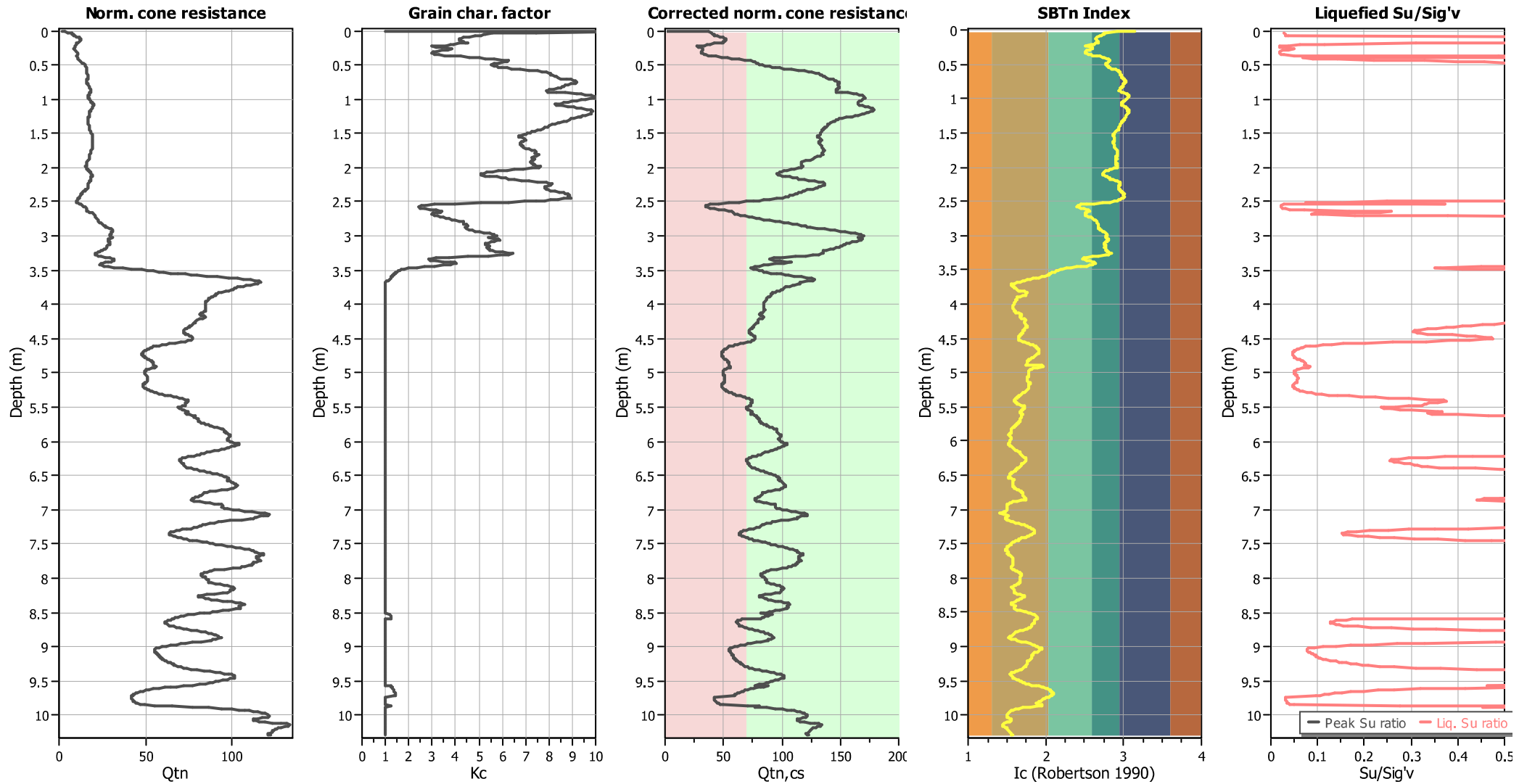
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	Depth to water table (erthq.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 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.):	6.50 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_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	All soils
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	8.50 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

	Cod055_FV_00022_BCR RELAZIONE GEOLOGICA- GEOTECNICA SISMICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Pagina 114 / 114
		Numero Revisione
		00

ALLEGATO 05

CARTOGRAFIA

