



AUTORITA' PORTUALE DI GIOIA TAURO

PORTO DI GIOIA TAURO

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA BANCHINA DI PONENTE LATO NORD

PROGETTO DEFINITIVO

DESCRIZIONE

ALLEGATO 1 ALLA RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE ELABORATO

R02-1

SCALA

Rev.	Data	Causale
0	Luglio 2017	EMISSIONE

CAPOGRUPPO-MANDATARIA



SEACON s.r.l.

Ing. Lucio Abbadessa

SEACON s.r.l.
l'Amministratore Unico
Dott. Ing. Lucio Abbadessa

COLLABORATORI:
Ing. Corrado Montefoschi
Geom. Lorenzo Di Biase
Ing. Fabio S. Mainero Rocca

Progettista Responsabile dell'integrazione
tra le varie prestazioni specialistiche :

R.T.P.

MANDANTE



COLLABORATORI:
Ing. Elisabetta Bersanetti
Ing. Claudia Castaldo
Ing. Alessia Solferini

Ing. Massimo Vitellozzi

MANDANTE

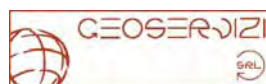


Interprogetti S.r.l.
Amministratore Delegato
Dott. Ing. Marco Pittari

COLLABORATORI:
Ing. Plinio Monti

STUDI E RELAZIONE GEOLOGICA :

MANDANTE



GEOSERVIZI
Dott. Pierfederico De Parr
Amministratore unico

Consulenza Geotecnica:



GES S.r.l.

Ing. Paolo Ruggeri



GEOstudi srl

Laboratorio Geotecnico – Prove in sito

LABORATORIO AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO TECNICO CENTRALE - D.P.R. n. 246/93, Art. 8 - Circolare n. 349/99
Concessione N. 52497 – SETTORE A (prove di laboratorio sui terreni) e SETTORE C (prove in sito)



BANCHINA NORD DI PONENTE PORTO DI GIOIA TAURO

Autorità Portuale di Gioia Tauro

RELAZIONE GEOLOGICA STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

ROMA 29-09-2016

Indice :

1. PREMESSA	3
2. INDAGINI GEOGNOSTICHE	4
3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI	5
4. CARATTERISTI STRUTTURALI E PALEOGEOGRAFICI	6
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E LIVELLO DI FALDA	8
6. IDONEITÀ TERRITORIALE	9
7. STRATIGRAFIE DEI TERRENI	10
8. SISMICITÀ	11
9. SCELTA DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO CON APPROCCIO SEMPLIFICATO	13
10. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	16
13. ACCELERAZIONE SISMICA PER LE VERIFICHE A LIQUEFAZIONE	20
14. MAGNITUDO DI PROGETTO	24
15. VERIFICA DI LIQUEFAZIONE	27

ALLEGATO 1 : UBICAZIONE DELLE INDAGINI
ALLEGATO 2 : CARTA GEOLOGICA SCALA 1 : 25.000
ALLEGATO 3 : PLANIMETRIA DI UBICAZIONE E PROFILO STRATIGRAFICO LONGITUDINALE
ALLEGATO 4 : STRATIGRAFIE E FOTO DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI
ALLEGATO 5 : GRAFICI DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
ALLEGATO 6 : PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH
ALLEGATO 7 : PROVA DOWN HOLE
ALLEGATO 8 : PROFILI SISMICI MASW
ALLEGATO 9 : MISURE DI FREQUENZA FONDAMENTALE HVSR
ALLEGATO 10 : ANALISI DI LIQUEFAZIONE
ALLEGATO 11 : STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

1. Premessa

Il presente rapporto tratta dell'inquadramento geologico e sismico della nuova banchina Nord di Ponente da realizzare all'interno del Porto di Gioia Tauro. Il lavoro è stato svolto per incarico dall'Autorità Portuale di Gioia Tauro nei mesi di agosto e settembre 2016.

Unitamente alle notizie di inquadramento raccolte mediante esame documentale, verranno puntualizzate alcune considerazioni emerse durante le indagini geognostiche recentemente condotte.

Le indagini recentemente condotte constano delle suddette attività :

- N.6 sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità massima di 36 m dal pc
- N.5 prove penetrometriche statiche con piezocono e piezocono sismico spinte alla massima profondità di 36 m dal pc
- N.2 prova penetrometrica dinamica DPSH (tipo Meardi) spinta alla profondità di circa 36 m dal pc
- Una prova down hole spinta a 30 m di profondità con modulo sismico true-time
- Due profili sismici MASW
- Due misure di frequenza fondamentale HVSR eseguite con tromino.
- analisi di laboratorio geotecnico condotte con modalità sperimentali standardizzate per la determinazione delle proprietà fisiche e granulometriche e di resistenza al taglio, oltre a prove condotte con metodi di analisi avanzata per la determinazione del decadimento del modulo di taglio normalizzato e dello smorzamento e prove triassiali cicliche per la verifica di liquefazione.
- Lo studio è stato completato con la presente relazione geologica corredata dallo studio di risposta sismica locale oltre che dalle verifiche di liquefazione dei depositi.

Le prove in sito sono state eseguite ed in conformità alle vigenti normative in materia geotecnica.

L'ubicazione delle indagini è indicata nell'allegato 1.

2. Indagini geognostiche

Come precedentemente anticipato le indagini sono consistite nell'esecuzione di sei sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità massima di 36 metri dal pc corredati, ognuno, da numerose prove penetrometriche dinamiche SPT e dal prelievo, data la natura non coesiva dei terreni, di campioni semidisturbati o rimaneggiati.

La posizione dei fori è indicata nella tabella seguente.

Sondaggio	Quota	Nord	Est
S1	3,1	38281479	15546087
S2	2,7	38282070	15546186
S3	0,7	38282445	15546219
S4	2,95	38282883	15546238
S5	3,15	38283276	15546418
S6	3,3	38283772	15545991

Le prove penetrometriche dinamiche SPT sono state condotte ad intervalli quasi regolari per acquisire dati di addensamento significativi per tutta la profondità indagata.

Durante la perforazione sono state condotte numerose letture livello acquifero che hanno consentito di fissarne la sua soggiacenza media di -3.00 m dal pc corrispondente naturalmente a quella del livello del mare.

Per quanto attiene alle prove penetrometriche continue, sono state eseguite 4 prove con piezocono, una prova prova con piezocono sismico e due prove con penetrometro dinamico super pesante tipo Meardi.

Il piezocono sismico utilizzato nasce dall'accoppiamento del piezocono di Pagani con il modulo sismico utilizzato dal Prof. Marchetti sul dilatometro piatto.

3. Caratteri geomorfologici

I lineamenti morfologici del territorio sono stati originati in epoca geologicamente “recente” mediante meccanismi di complessa elaborazione sedimentaria dovuta all’interazione dei alcuni processi evolutivi dominanti in ambiente fluvio-lacustre, marino (litorale) e continentale (eolico).

Il comprensorio di si colloca all’interno di una area delimitata dai Fiumi Petrace e Mesima.

E’ caratterizzato da una morfologia pianeggiante dove si susseguono ondulazioni corrispondenti a culminazioni dunari.

La quota topografica media dei terreni nell'area vasta varia fra 2.00 e 12.00 m slm .

L’esame morfologico denota assenza di fenomeni morfo-evolutivi dovuti ad effetti gravitativi o erosivi, mentre si rileva, nel contesto generale, una certa fragilità nei confronti dello smaltimento delle acque meteoriche, che dipende sostanzialmente dalla scarsa ricettività dell'apparato fognario.

4. Caratteristi strutturali e paleogeografici

Il territorio calabrese è dominato dall'arco Calabro-Peloritano. Esso il tratto della catena che raccorda l'Appennino meridionale allungato in senso nord-ovest e sud-est con le Maghrebidi siciliane disposte da est a ovest.

Con i suoi terreni cristallini e metamorfici in opposizione ai terreni sedimentari dell'Appennino meridionale e della Sicilia, rappresenta da lungo tempo uno dei problemi più affascinanti del Mediterraneo Centrale, chiave per la comprensione dei rapporti fra Africa ed Europa.

Tale catena, infatti, si colloca dal punto di vista geodinamico in prossimità della placca euroasiatica e quella africana. Abitualmente viene incluso fra due allineamenti tettonici : la linea Sanginetto a nord e la linea di Taormina a sud. Questi due allineamenti trascorrenti, hanno svolto la loro attività fino al Tortoniano superiore (Amodio-Morelli et al 1976).

Le più importanti teorie degli anni 70 descrivono l'Arco calabro-peloritano come un edificio tettonico a falde di ricoprimento che si sono costituite e messe in posto durante le fasi pre-Mioceniche dell'orogenesi alpina. Tali falde derivano dalla deformazione di un'area oceanica e di un margine continentale e sono sovrascorse nel Neogene su un margine continentale prima della costruzione della catena appenninica.

Per lungo tempo l'arco CP è stato considerato come un elemento unitario avente una unica storia evolutiva ma in realtà è costituito da 2 settori (settentrionale e meridionale) che si distinguono nell'assetto tettonico-stratigrafico delle unità di cui si compongono nelle caratteristiche strutturali e nella tettonica (Bonardi et al 1980), in particolare, il territorio di Reggio Calabria fa parte del bacino di Reggio Calabria, una struttura di tipo Graben limitata da faglie normali orientate NE- SW, NW-SE.

Tale areale di sedimentazione è delimitato a Nord dall'Horst di Campo Piale, mentre ad Est dall'Horst dell'Aspromonte. Infatti , in seguito al rapido up-lift del massiccio Aspromontano, iniziato alla fine del Cenozoico e protrattosi lungo tutto il quaternario fino all'attuale le aree che bordano l'Aspromonte sollevandosi velocemente, sono state interessate da fenomeni distensivi con la formazione di faglie dirette verso il mare.

Inoltre questo sistema mette a contatto il sistema cristallino con le alternanze argilloso-arenacee Tortoniane e con i lembi orientali delle calcareniti infra-pleistoceniche del bacino di Reggio Calabria. Le faglie principali orientate, invece, Est Ovest fungono da limiti ai vari bacini di sedimentazione che orlano il massiccio mentre le linee tettoniche meno importanti disposte nella medesima direzione sono frutto di un campo di stress secondario e collegano, dislocano o vengono dislocate dai sistemi tettonici suddetti.

GEOstudi srl

La fascia costiera, al contrario, è caratterizzata dalla presenza di sedimenti alluvionali olocenici, che costituiscono le pianure costiere, mentre i primi rilievi collinari risultano costituiti perlopiù da terreni sedimentari plio-pleistocenici.

Lo stralcio della carta geologica in scala 1 : 25.000 e riprodotta in fig. 1 e riproposta nell'allegato 2.

Legenda:

Cenozoico		Formazioni marine	Formazioni continentali		
Neozoico	Olocene		ac	Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali; depositi di litorale.	
			af	Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente.	
			a	Prodotti di solifussione e dilavamento, talora misti a materiale alluvionale.	
			d ₁	Dune e sabbie eoliche, mobili.	
			d	Dune e sabbie eoliche, stabilizzate.	
	Pleistocene			q ^{el-3}	Depositi continentali rossastri costituiti da conglomerati, conglomerati sabbiosi e sabbie, con locali intercalazioni siltose. Non fossiliferi. Presentano una scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
				q ^{el}	Depositi continentali costituiti da sabbie rossastre a grana da fine a grossolana. La morfologia di questi depositi richiama quella dei depositi eolici. Presentano una scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
	Neogene	Miocene	Superiore	Mi ³	Calcare evaporitico bianco-giallastro, talora arenaceo, con sottili intercalazioni di silts ed argille siltose. Occasionalmente il calcare contiene alghe calcaree. Questo complesso presenta una moderata resistenza all'erosione e media permeabilità.
				Sarmaziano	
	Pliocene	Inf.-medio	P ²⁻²	Argille, argille siltose e silts, da grigi a bruno-chiari, localmente con intercalazioni sabbiose. Contengono una ricca microfauna a foraminiferi, fra cui: <i>Ellipsoidina ellipsoides</i> SEGUENZA, <i>Globigerinoides sacculifer</i> (BRADY), <i>Marginulina spinulosa</i> (COSTA), <i>Pleurostomella alternans</i> SCHWAGER, <i>Siphonodolaria fistuca</i> (SCHWAGER); in associazione con denti di pesci ed ostracodi. Questo complesso presenta scarsa resistenza all'erosione e, lungo i pendii più ripidi, può dar luogo a movimenti franosi. Permeabilità bassa.	

Area di studio



CARTA GEOLOGICA DELLA CALABRIA
GIOIA TAURO
FOGLIO 245 II NE
della carta d'Italia 1:25000 dell'I.G.M.I.



5. Inquadramento idrogeologico e livello di falda

I depositi sabbiosi sono permeati da una falda il cui livello si dispone a circa 3.00 metri dal p.c come indicato nella tabella seguente.

Sondaggio	Soggiacenza della falda dal pc (m)
S1	3,1
S2	2,7
S3	0,6
S4	2,95
S5	3,15

L'acquifero in questa area assume carattere unico e caratterizzato da depositi sabbiosi addensati caratterizzati da una permeabilità piuttosto elevata e tendenzialmente decrescente con la profondità.

La quota di falda, naturalmente, coincide con quella del livello del mare.

6. Idoneità territoriale

Nella figura seguente è illustrata la carta di idoneità redatta dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (denominato PAI) che rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità dei Bacini Regionali, nell'ambito del territorio di propria competenza, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla tutela e alla difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture, del suolo e del sottosuolo.

1. Il presente Piano riporta le situazioni di pericolo connesse alla presenza di frane già rilevate e cartografate (ai sensi del DPCM 29/09/1998) dall'Autorità tramite indagini estese su tutto il territorio di sua competenza.

2. Sulla base delle caratteristiche d'intensità dei fenomeni rilevati (volumi e velocità), il Piano disciplina l'uso del territorio nelle aree in frana in relazione a tre classi di pericolo:

- aree a pericolo A:

Le aree a pericolo di frana molto elevato sono indicate nella tavola 2 di Piano e si riferiscono alle porzioni di territorio che risultano essere interessate da frane caratterizzate da elevati volumi e/o movimento da estremamente rapido a rapido;

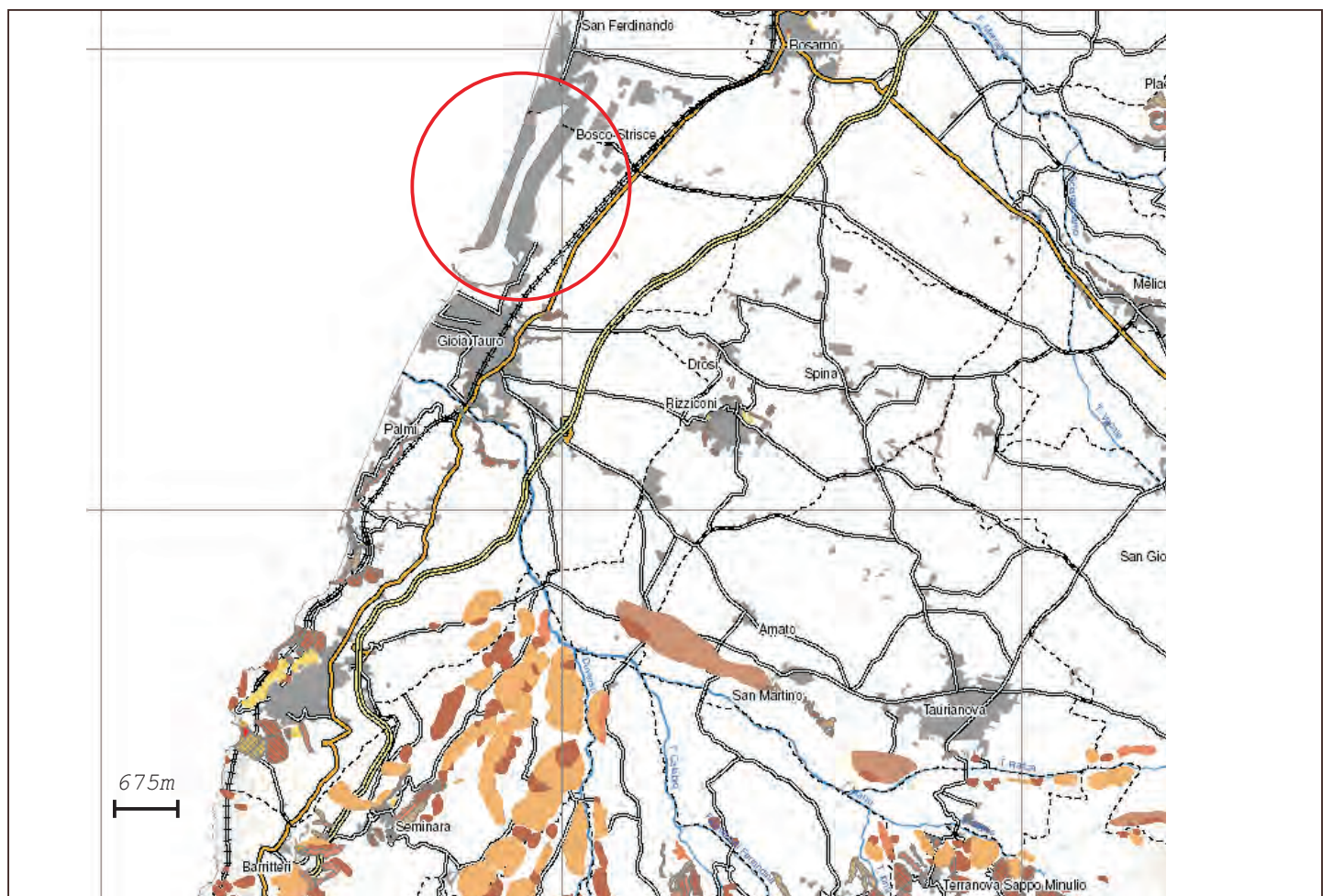
- aree a pericolo B:

Le aree a pericolo di frana elevato sono indicate nella tavola 2 di Piano e sono riferite alle porzioni di territorio interessate da scarpate o in cui sono presenti frane caratterizzate da volumi modesti e/o movimento da rapido a lento;

- aree a pericolo C:

Le aree a pericolo di frana lieve sono indicate nella tavola 2 di Piano e sono riferite a quelle porzioni di territorio che risultano interessate da scivolamenti lenti delle coltri superficiali e/o da frane caratterizzate da piccoli volumi e movimento lento.

Come si osserva dallo stralcio della carta generale, nell'area di interesse non sussiste alcun vincolo specifico .



Legenda:

Aree a rischio frana (fonte: P.A.I.)

- R4
- R3
- R2
- R1

Aree in dissesto

Grado di pericolosità Individuale nel PAI

- 4
- 3
- 2
- 1

Inventario dei dissesti

Fonti: PAI, CNR, Comuni di Momiano, Progetto IFFLA Analisi Ufficio di Piano

- Crollo ambientale
- Sbriciamento
- Colamento
- Colata fluida
- Complessa
- DGPV
- Zona Franca Profonda
- Zona Franca Superficiale
- Zona ad Erosione Intensa
- Zona di deformazione superficiale lento
- Galleggianti
- Territorio urbanizzato

Rete stradale

- Autostrada
- Strada statale
- Strada provinciale

Rete ferroviaria RFI

- Reggio Calabria - Belpaglia
- Reggio Calabria - Melaponto
- Rosarno - Tropea

Confini provinciali

Confini comunali

Rete idrografica

- Asia 7 livello cod. Horizon
- Asia 6 livello cod. Horizon
- Asia 5 livello cod. Horizon
- Asia 4 livello cod. Horizon
- Specchio d'acqua

7. Stratigrafie dei terreni

In tutta l'area si rileva la presenza di uno strato sabbioso caratterizzato da uno stato di addensamento generalmente molto elevato. Le sabbie da addensate a localmente molto addensate, prevalentemente quarzose e dotate nella parte superficiale di apporti ghiaiosi variabili.

Sulla base dei sondaggi geognostico a carotaggio continuo recentemente condotto sul sedime dell'area è possibile adottare il seguente modello stratigrafico :

STRATO R

Da 0.00 a 2.4 Depositi antropici composti da sabbia con ghiaia dispersa quarzosa con noduli carboniosi nerastri (duna) oltre a frammenti e blocchi di calcestruzzo proveniente da demolizioni.

STRATO A

Da 2.40 a 5.0 m : Sabbia media, debolmente limosa con noduli carboniosi nerastri e rara ghiaia fine

STRATO B

Da 5.00 a 11.0 m : Sabbia medio grossa con noduli carboniosi nerastri e rara ghiaia arrotondata

STRATO C

Da 11.00 a 27.00 – Sabbia limosa da avana a grigiastra molto addensata in eteropia con sabbia medio fine grigia

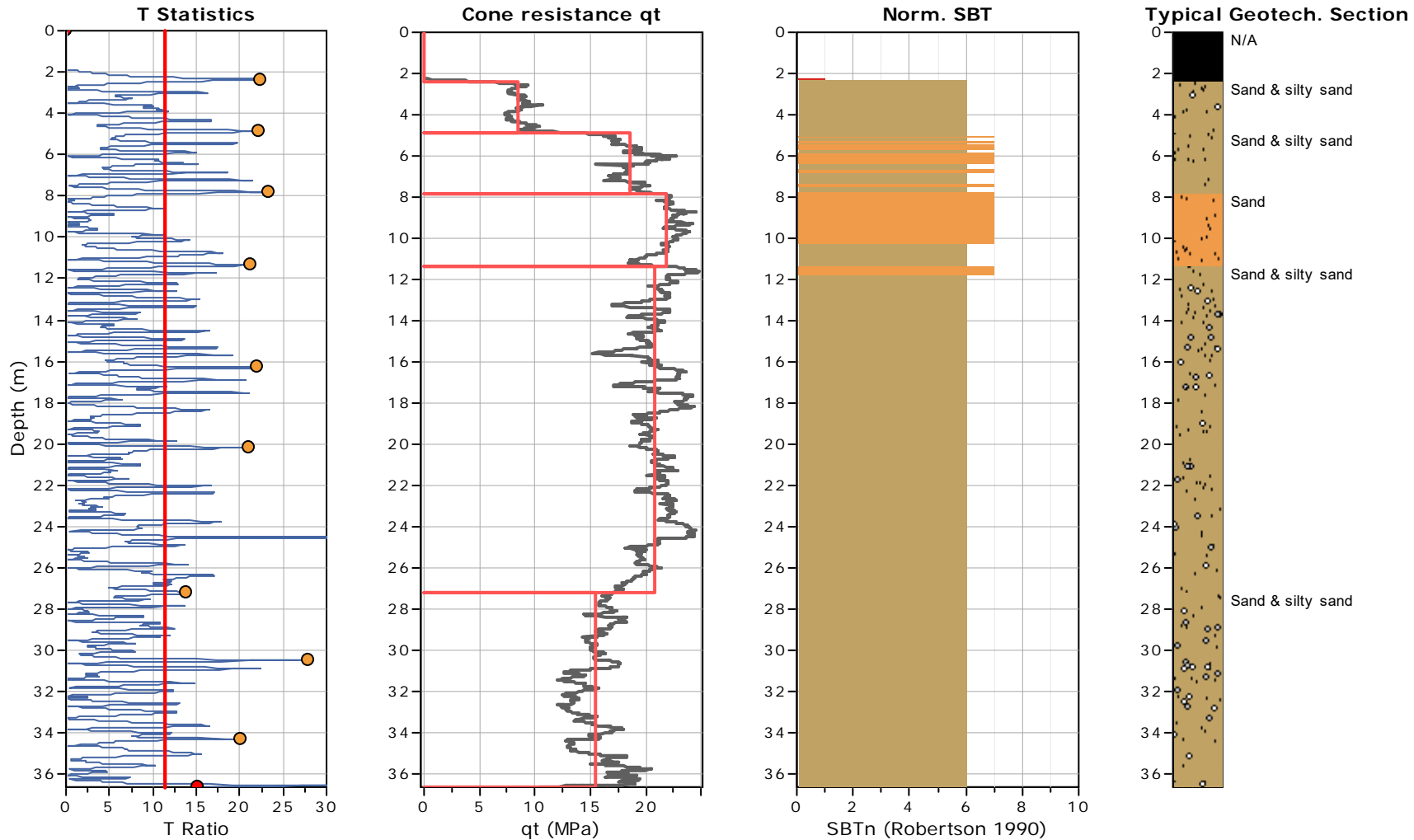
STRATO D

Da 27 a 36 - Sabbia medio fine grigia addensata.

Naturalmente il modello suddetto riassume quanto indicato nel profilo stratigrafico illustrato nella pagina seguente e riproposto negli allegati (Vds. Fig. 3)

AUTO LAYER DETECTION REPORT

Auto layer detection algorithm is performed according to the procedure described in "Statistical Methods for Soil Layer Boundary Location Using the Cone Penetration Test" by R. G. Campanella and Damika S. Wickremesinghe. The software uses the **T ratio** statistic method described in page 4 of the above mentioned publication.



8. Sismicità

Il territorio in base alla classificazione delle zone sismiche in Italia che fanno riferimento all'ordinanza del Presidente del Consiglio del 20/03/2003 e conseguente normativa tecnica del 03/06/2003 è dichiarato sismico. Tali Norme tecniche indicano 4 valori di accelerazioni orizzontali (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare. Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale al suolo (ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

La Giunta Regionale della Calabria, con [deliberazione n. 47 del 10 febbraio 2004](#), ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale recependo integralmente l'individuazione dei comuni classificati sismici come da elenco riportato nell'Allegato A della Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003.

L'[Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003](#) recante 'Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale ...' all'art. 2, demandava alle Regioni gli adempimenti relativi all'individuazione ed aggiornamento delle zone sismiche sulla base dei criteri generali dettati nell'Allegato 1 della medesima Ordinanza.

Da segnalare in particolare l'inserimento di numerosi comuni delle province di Cosenza e Catanzaro dalla seconda alla prima categoria sismica.

Gioia Tauro ricade pertanto in zona sismica 1.

Classificazione sismica in Calabria

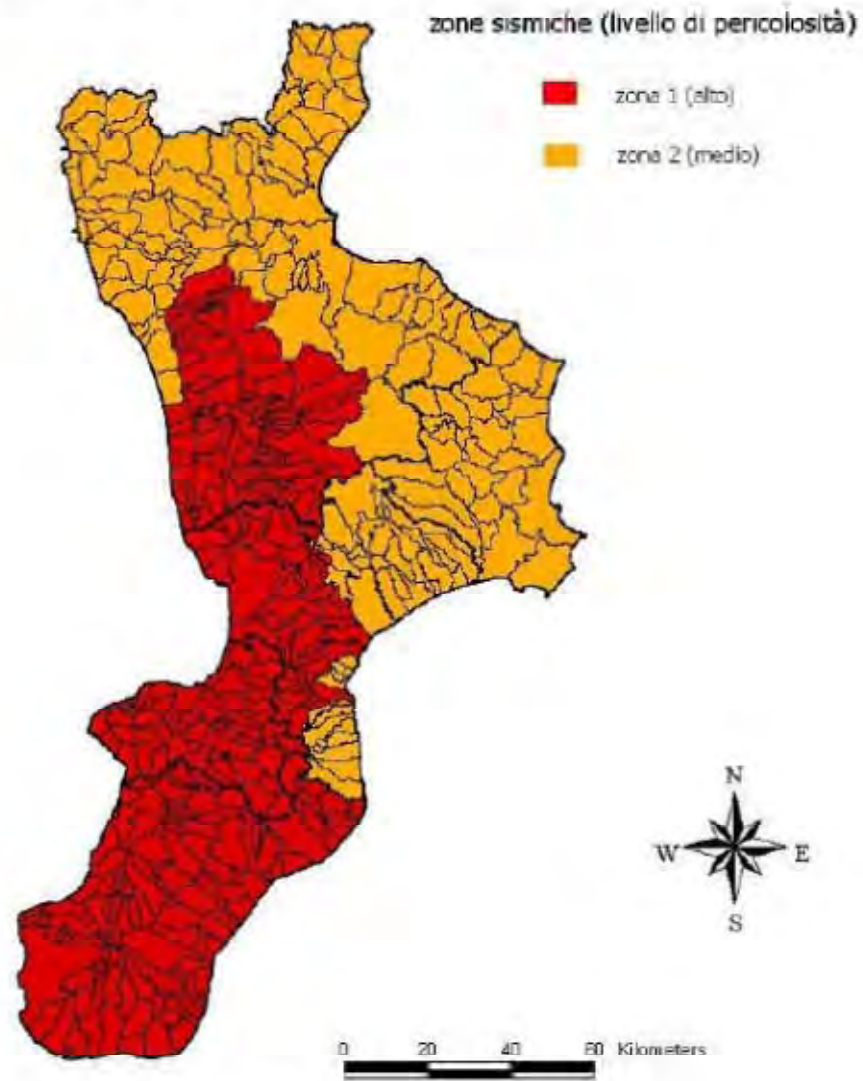


Fig. 4

GEOstudi srl**9. Scelta della categoria di sottosuolo sismico con approccio semplificato**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale in assenza di specifiche analisi, facendo riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III del DM 14.1.08).

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Deposit</i> <i>di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un <i>graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Deposit</i> <i>di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Sulla base delle prova Down Hole e dei due profili sismici MASW eseguiti nel settembre 2016 i terreni sono ascrivibili al profilo di suolo di **tipo C**.

TAB. 1 - Valori della Vs(30) misurata nella prova down-hole e nei profili MASW (indagini 2016)

PROVA TIPO	Vs(30) m/s	Categoria di sottosuolo suolo sismico
Down hole	259	C
MASW 1	272	C
MASW 2	257	C

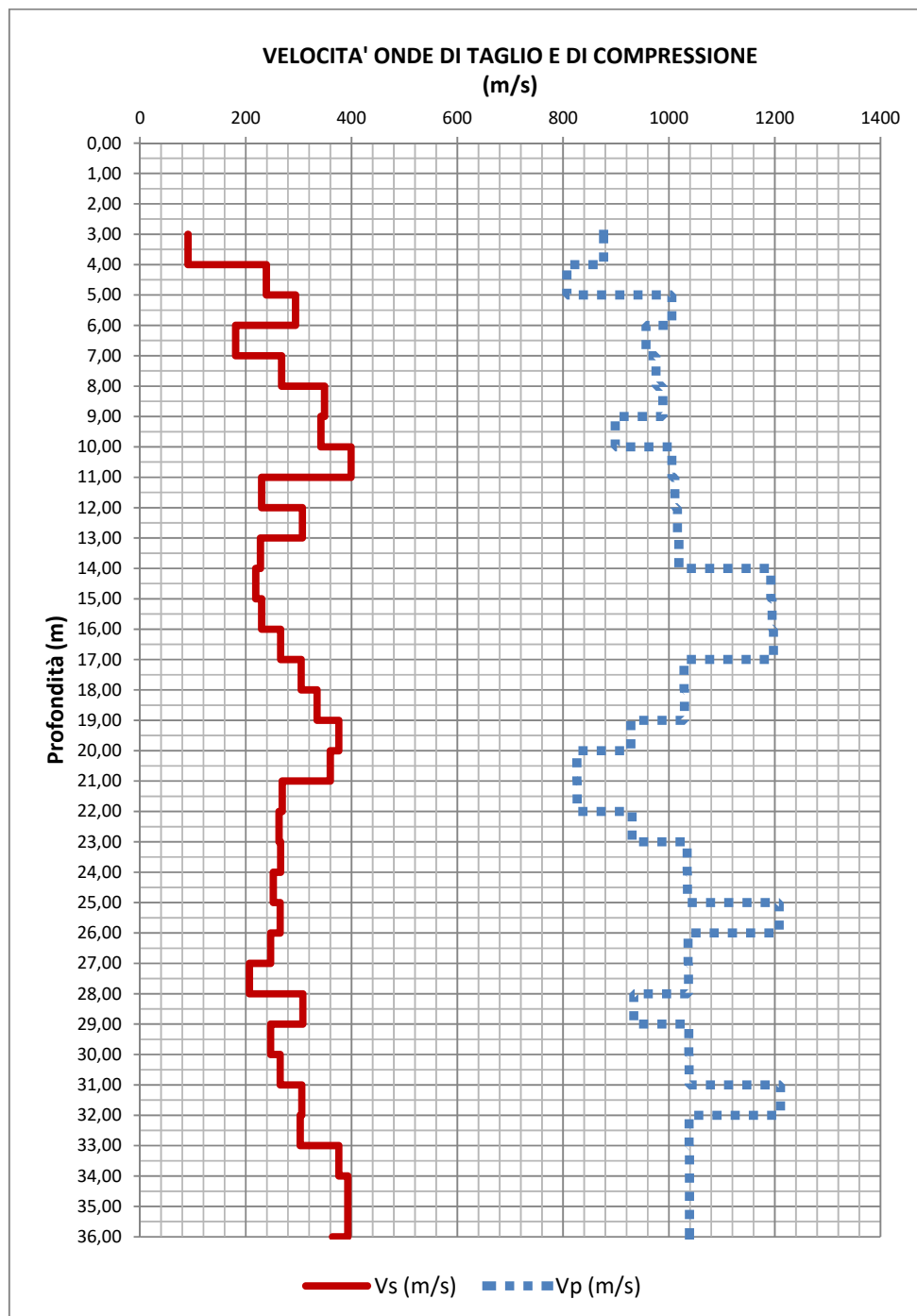


Fig. 5 - Andamento delle velocità delle onde di taglio con la profondità

10. Amplificazione topografica

Il DM 14-1-2008 prevede che venga introdotto un coefficiente che considera l'eventuale amplificazione topografica.

Nel caso in esame, trovandoci in zona pianeggiante T1 quale coefficiente S_t è pari ad 1, cioè non amplificativo come illustrato in fig. 6.




Categoria topografica	α Inclinazione pendio	S_t	Ubicazione dell'opera	Altezza > 30m
T1	α	1.0	-	
T2 Fondo o rilievi isolati	$\alpha > 15$	1.2	In corrispondenza della sommità del pendio	
T3 Rilievo con larghezza alla sommità molto inferiore a quella della base	$15 < \alpha < 30$	1.2	In corrispondenza della cresta del rilievo	
T4	$\alpha > 30$	1.4	In corrispondenza della cresta del rilievo	

Fig. 6 Coefficienti di amplificazione topografica

11. Determinazione del valore parametrico caratteristico di ogni strato

L'analisi parametrica illustrata nel seguente paragrafo si basa sui dati acquisiti con le prove penetrometriche statiche e dinamiche condotte, unitamente ai dati ottenuti mediante analisi di laboratorio geotecnico.

I valori indicati nella tabella parametrica seguente sono i **valori caratteristici**, (DM 14-1-2008 ed EUROCODICE 7), scelti cioè con criterio statistico.

Per le prove penetrometriche si è proceduto ad elaborare curva caratteristica con la formula di **Cherubini e Orr (1999)**:

$$x_k = x_m * (1 - CV / 2)$$

$$x_m = \sum x_i / n$$

valore medio

$$s_x = [\sum (x_i - x_m)^2 / (n-1)]^{0,5}$$

deviazione standard

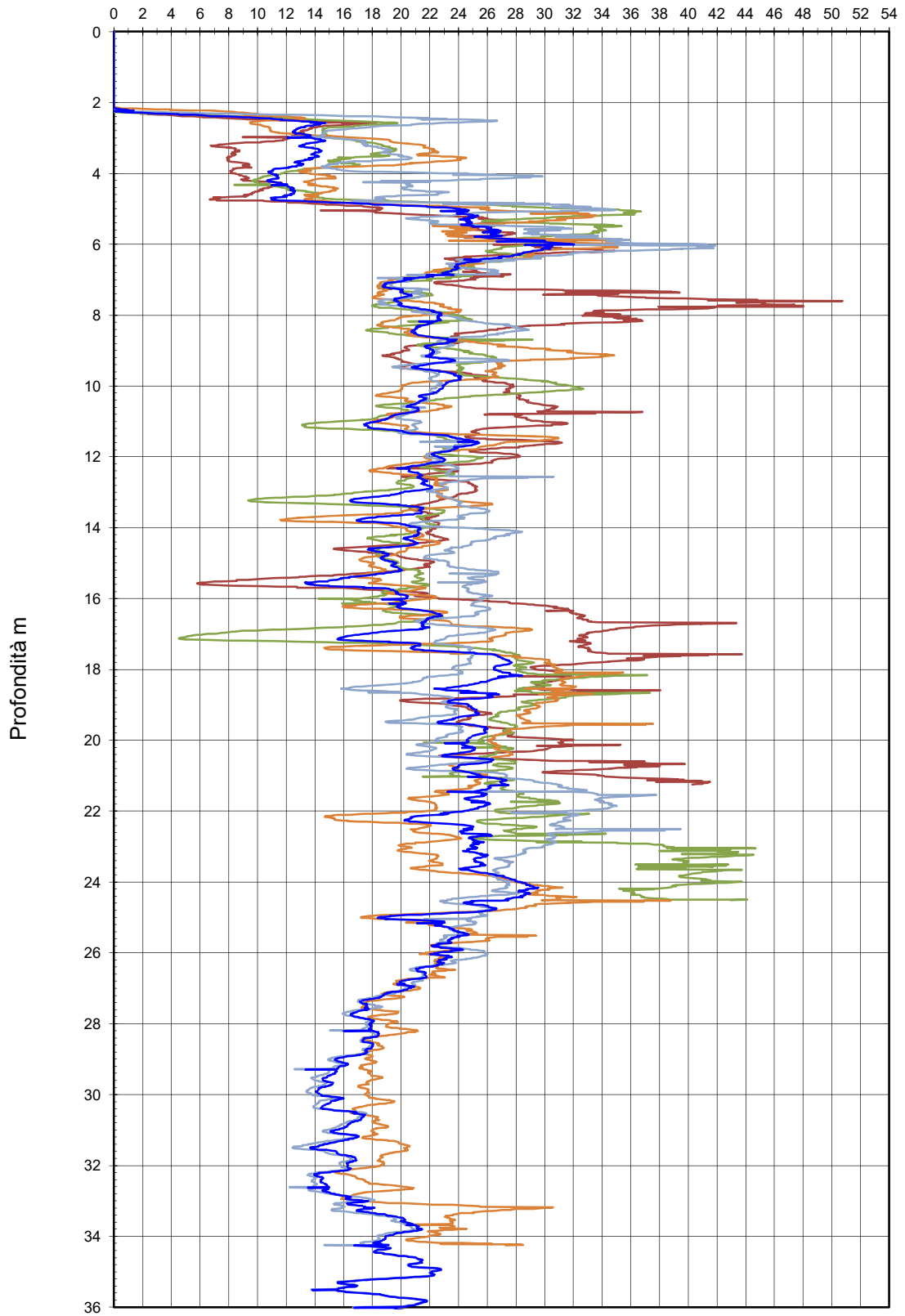
$$CV = s_x / x_m$$

COV coeff. di variazione

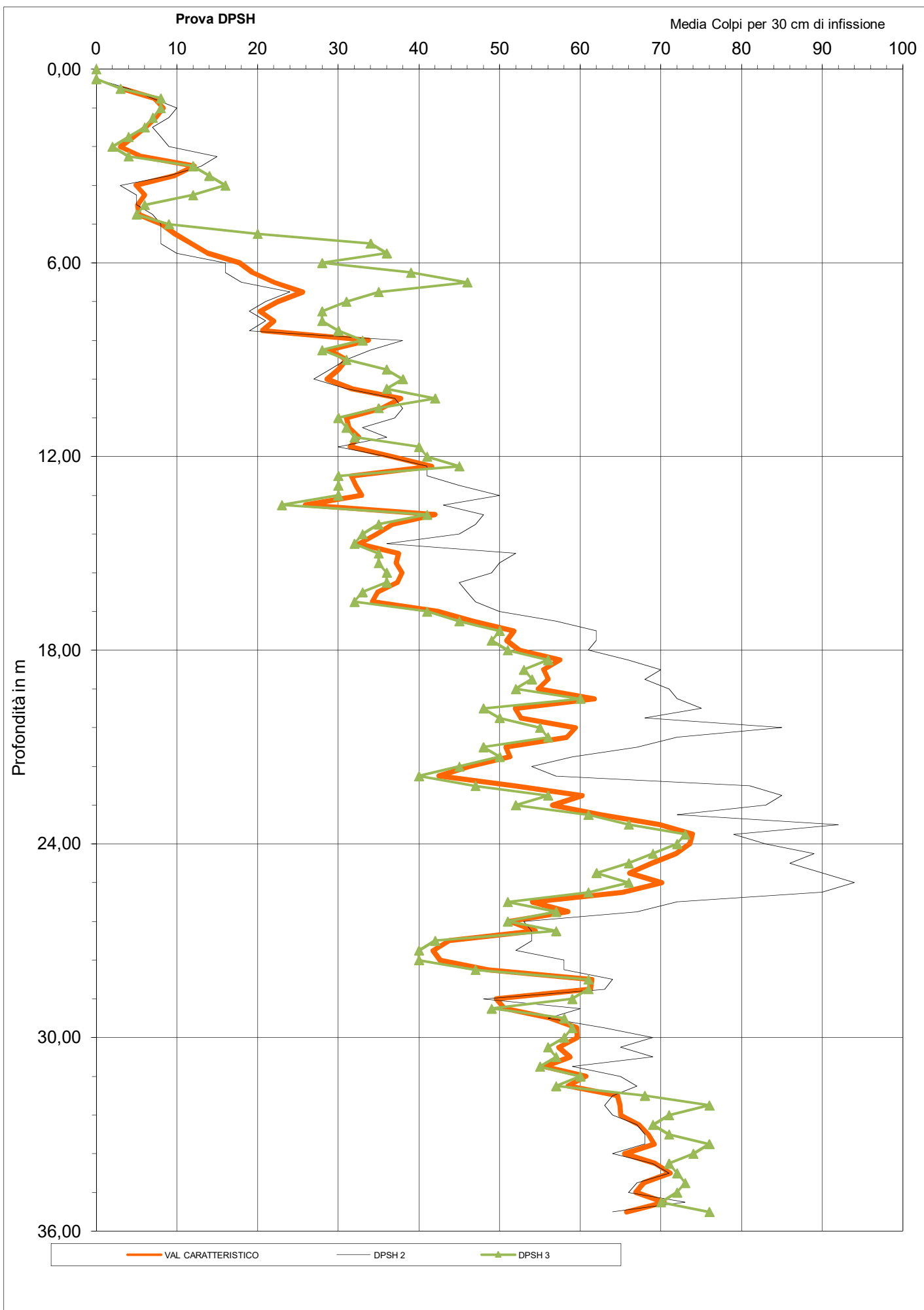
Sulla base della curva che rappresenta i valori caratteristici di penetrazione Q_c sono state applicate le diverse equazioni di correlazione fornite dalla letteratura tecnica per ottenere i parametri di resistenza al taglio e deformabilità dei terreni. Le prove utilizzate per la caratterizzazione sono quelle in asse alla banchina cioè la P1-P3-P4-P5 escludendo la P6 che ricade fuori dalla zona di specifico interesse progettuale.

Lo stesso procedimento analitico è stato utilizzato per selezionare il valore di N_{spt} dalle prove DPSH. In questo caso si è osservato come le prove SPT condotte nei sondaggi sembrano sottostimate presumibilmente per il disturbo arrecato dall'avanzamento della perforazione e siano quindi da considerarsi conservative. Per quanto alle DPSH riteniamo che i dati acquisiti siano invece sovrastimati oltre i 20/25 m di profondità per la riduzione di rendimento dell'attrito sviluppato sulla batteria delle aste durante l'avanzamento, quindi questo dato deve essere considerato solo in termini qualitativi. Di fatto le DPSH sono state eseguite per verificare la fattibilità di infissione di eventuali palancole stante il rifiuto prematuro ottenuto durante alcune prove CPTU. Concludendo la parametrizzazione è stata affrontata utilizzando le prove CPTU ritenute nel contesto di maggiore affidabilità.

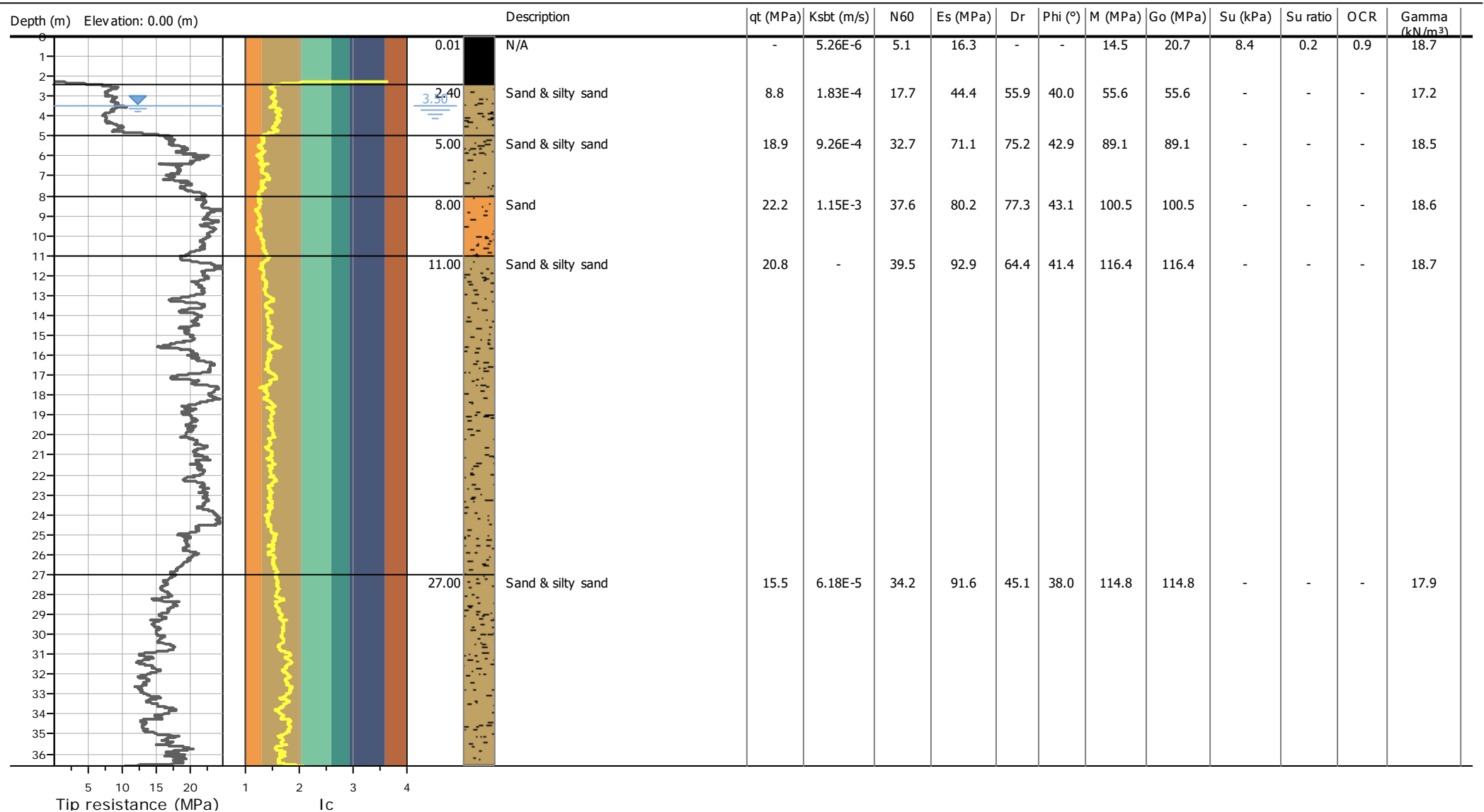
Qc MPa



P1 P3 P4 P5 CURVA CARATTERISTICA



Valori di penetrazione misurati nelle due prove e valore medio ottenuto e valore caratteristico

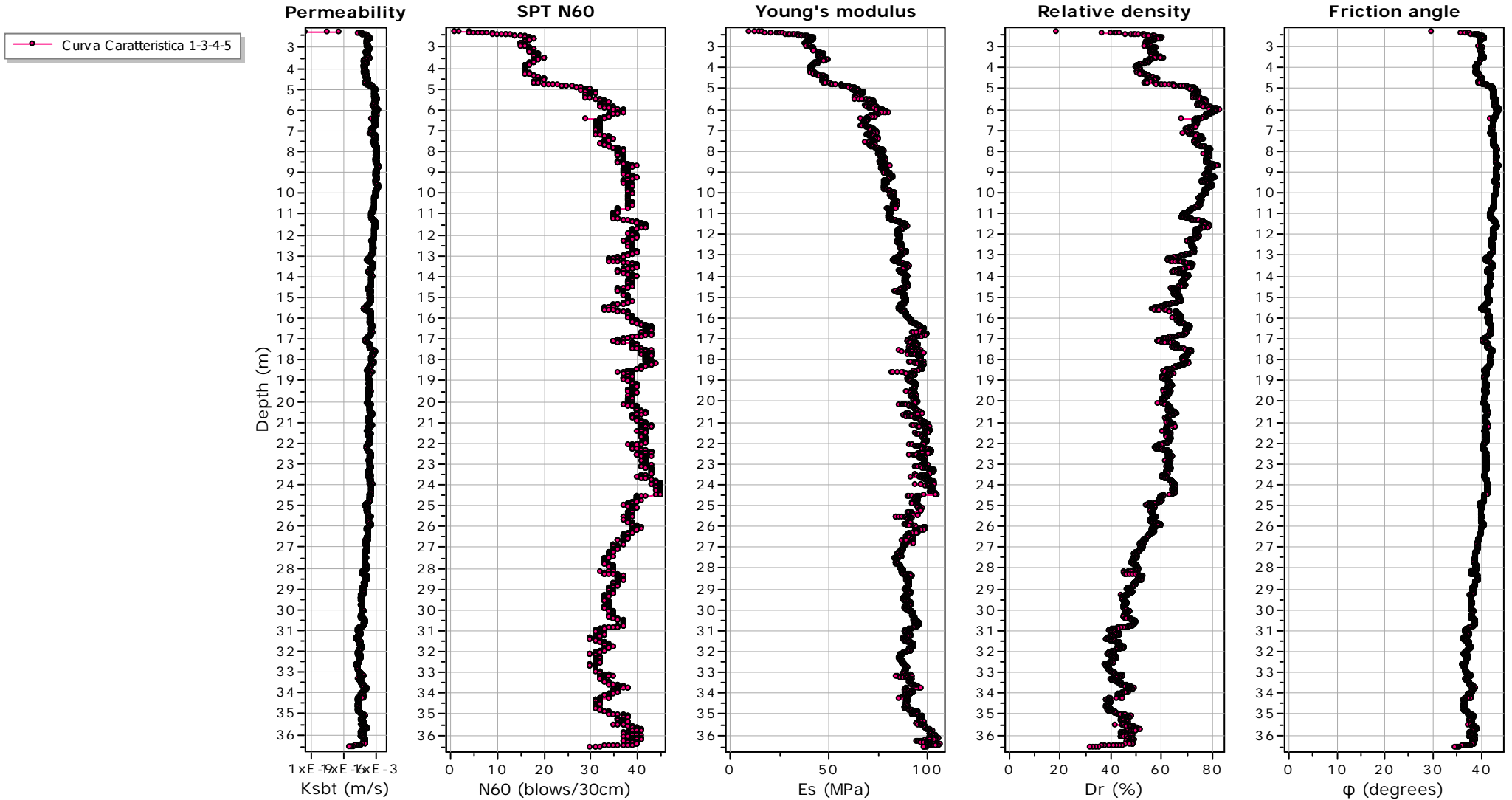


Summary table of mean values

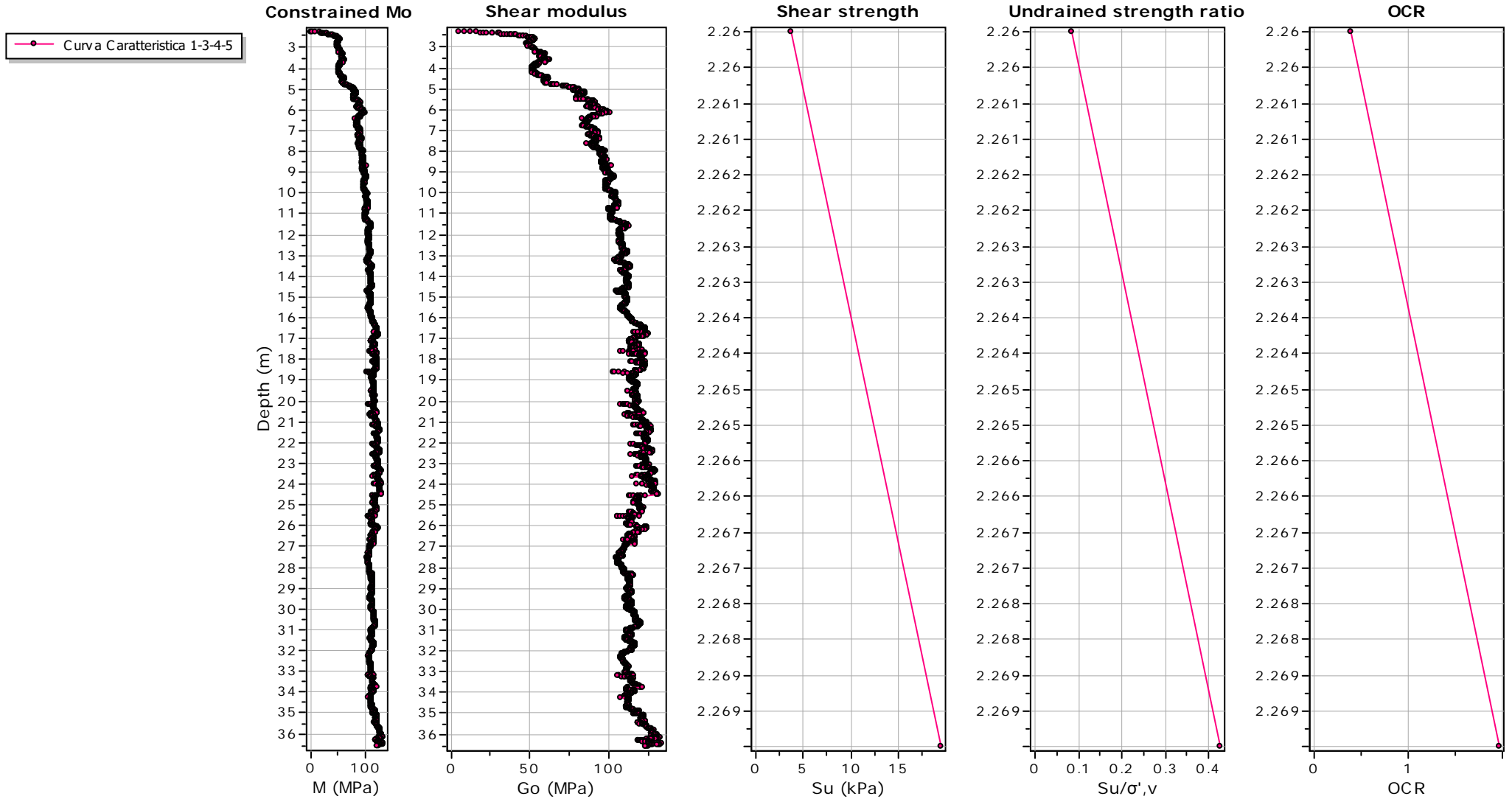
From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT _{N60} (blows/30cm)	E _s (MPa)	D _r	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G ₀ (MPa)	Undrained strength, S _u (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m ³)
0.01	2.39	5.26E-06	5.1	16.3	0.0	0.0	14.5	20.7	8.4	0.2	0.9	18.7
2.40		(±6.13E-05)	(±3.8)	(±3.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±14.5)	(±10.5)	(±12.1)	(±0.3)	(±1.2)	(±1.1)
2.40	2.60	1.83E-04	17.7	44.4	55.9	40.0	55.6	55.6	0.0	0.0	0.0	17.2
5.00		(±1.36E-04)	(±2.8)	(±5.5)	(±4.3)	(±0.7)	(±6.9)	(±6.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.3)
5.00	3.00	9.26E-04	32.7	71.1	75.2	42.9	89.1	89.1	0.0	0.0	0.0	18.5
8.00		(±2.89E-04)	(±2.1)	(±3.8)	(±2.9)	(±0.4)	(±4.8)	(±4.8)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.2)
8.00	3.00	1.15E-03	37.6	80.2	77.3	43.1	100.5	100.5	0.0	0.0	0.0	18.6
11.00		(±3.73E-04)	(±1.0)	(±2.6)	(±2.5)	(±0.3)	(±3.2)	(±3.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.1)
11.00	16.00	0.00E+00	39.5	92.9	64.4	41.4	116.4	116.4	0.0	0.0	0.0	18.7
27.00		(±4.15E-04)	(±2.4)	(±5.3)	(±5.4)	(±0.8)	(±6.6)	(±6.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.2)
27.00	9.60	6.18E-05	34.2	91.6	45.1	38.0	114.8	114.8	0.0	0.0	0.0	17.9
36.60		(±4.18E-05)	(±2.5)	(±4.5)	(±3.9)	(±0.8)	(±5.6)	(±5.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.2)

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

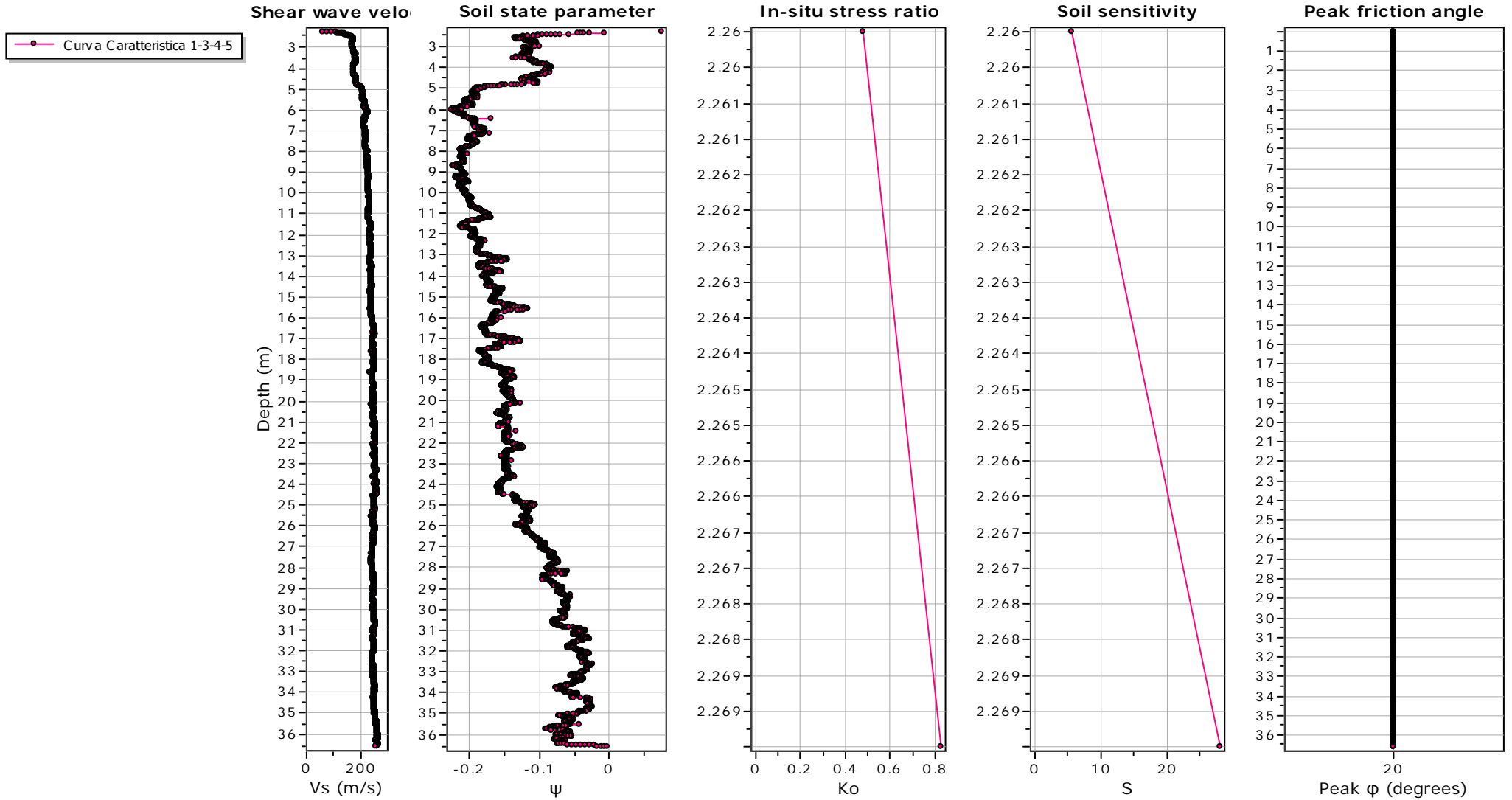
Overlay estimation plots (1)



Overlay estimation plots (2)



Overlay estimation plots (3)



GEOstudi srl

L'analisi comparata ha consentito di redigere il quadro sinottico di seguito illustrato.

Analisi PARAMETRICA

Strato	Descrizione	Profondità dal pc (m)	Spessore (m)	Peso di volume t/m ³	N _{spt}	Qt MPa	Angolo di resistenza al taglio ϕ (°)	Modulo elastico MPa	Modulo di taglio G MPa
1	Materiali di riporto	2,4	2,4	18,7	5	-	-	-	-
2	Sabbia limosa	5	2,6	17,2	18	9	40	44	21
3	Sabbia media	8	3	18,5	32	19	42	71	55
4	Sabbia media con ghiaia	11	3	18,6	37	22	43	80	89
5	Sabbia medio fine	27	16	18,7	40	12	41	93	100
6	Sabbia fine	36	9	17,9	34	16	38	92	116

note : Falda 3 m da pc

Categoria suolo di fondazione

C

Categoria Topografica

T1

12. Curve di decadimento e comportamento dissipativo dei terreni

Le curve di decadimento della rigidezza (G) e di incremento dello smorzamento (D) con la deformazione ottenute in laboratorio sui campioni prelevati (nel 2013 sulla banchina Nord e nel 2016 sulla Banchina Nord di Ponente da progettare) sono plottate sul grafico di **Seed et al. 1986; Dobry & Vucetic, 1987**

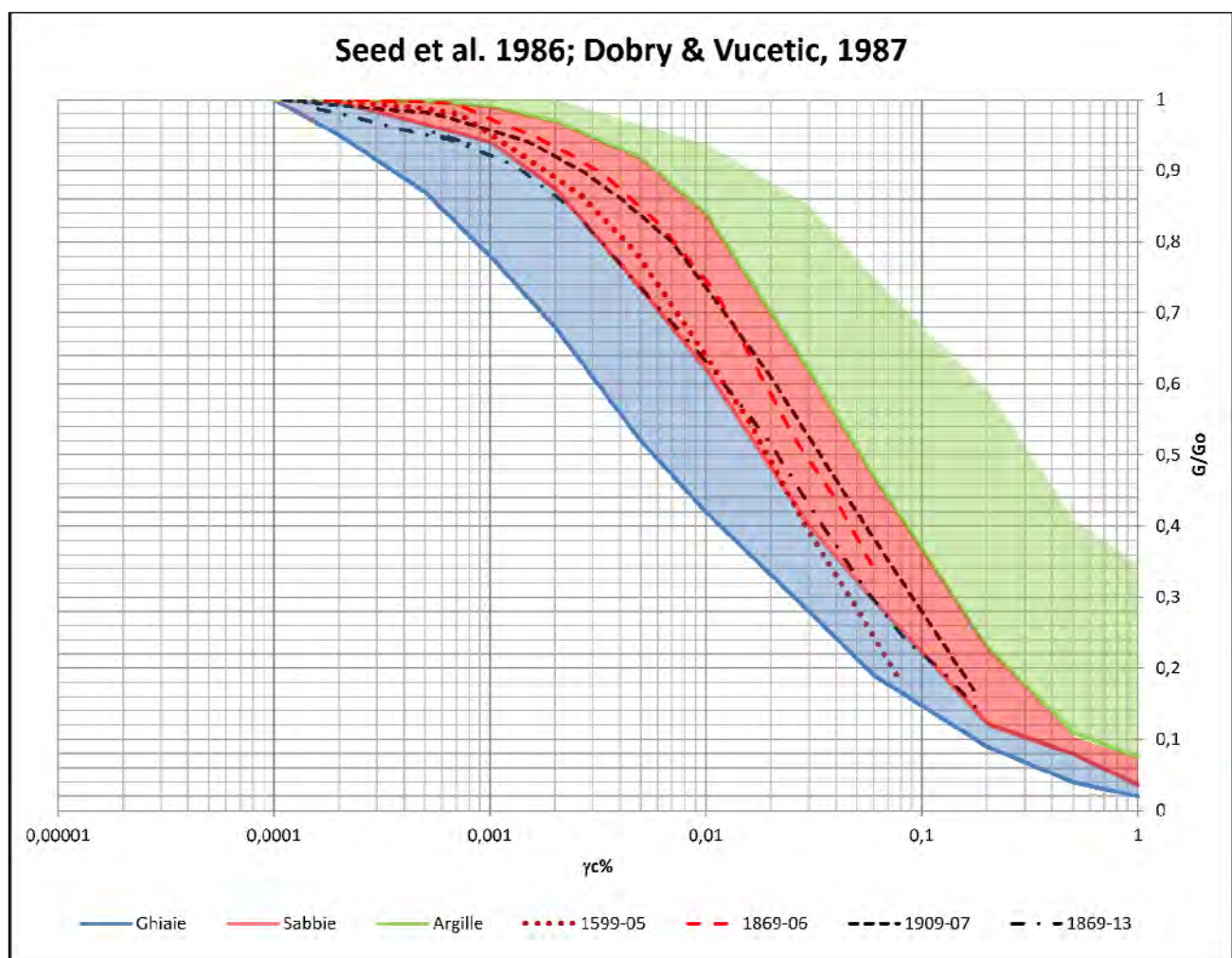


Fig. 8 - G/G_0 misurate in laboratorio con la Colonna Risonante

E' interessante osservare come il valore di G_0 e di V_s misurato in laboratorio sia in linea con le misure geofisiche acquisite in sito.

13. Accelerazione sismica per le verifiche a liquefazione

Parametri sismici

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 38,474311

longitudine: 15,915121

Classe: 4

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 43661 Lat: 38,4581Lon: 15,9120 Distanza: 1818,809

Sito 2 ID: 43662 Lat: 38,4567Lon: 15,9756 Distanza: 5619,120

Sito 3 ID: 43440 Lat: 38,5067Lon: 15,9775 Distanza: 6514,406

Sito 4 ID: 43439 Lat: 38,5081Lon: 15,9138 Distanza: 3762,312

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100anni

Coefficiente cu: 2

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 949 [anni]

ag: 0,350 g

Fo: 2,461

Tc*: 0,388 [s]

GEOstudi srl

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 38.473276

longitudine: 15.914314

L'accelerazione per le condizione di SLV è $a_g=0.35$

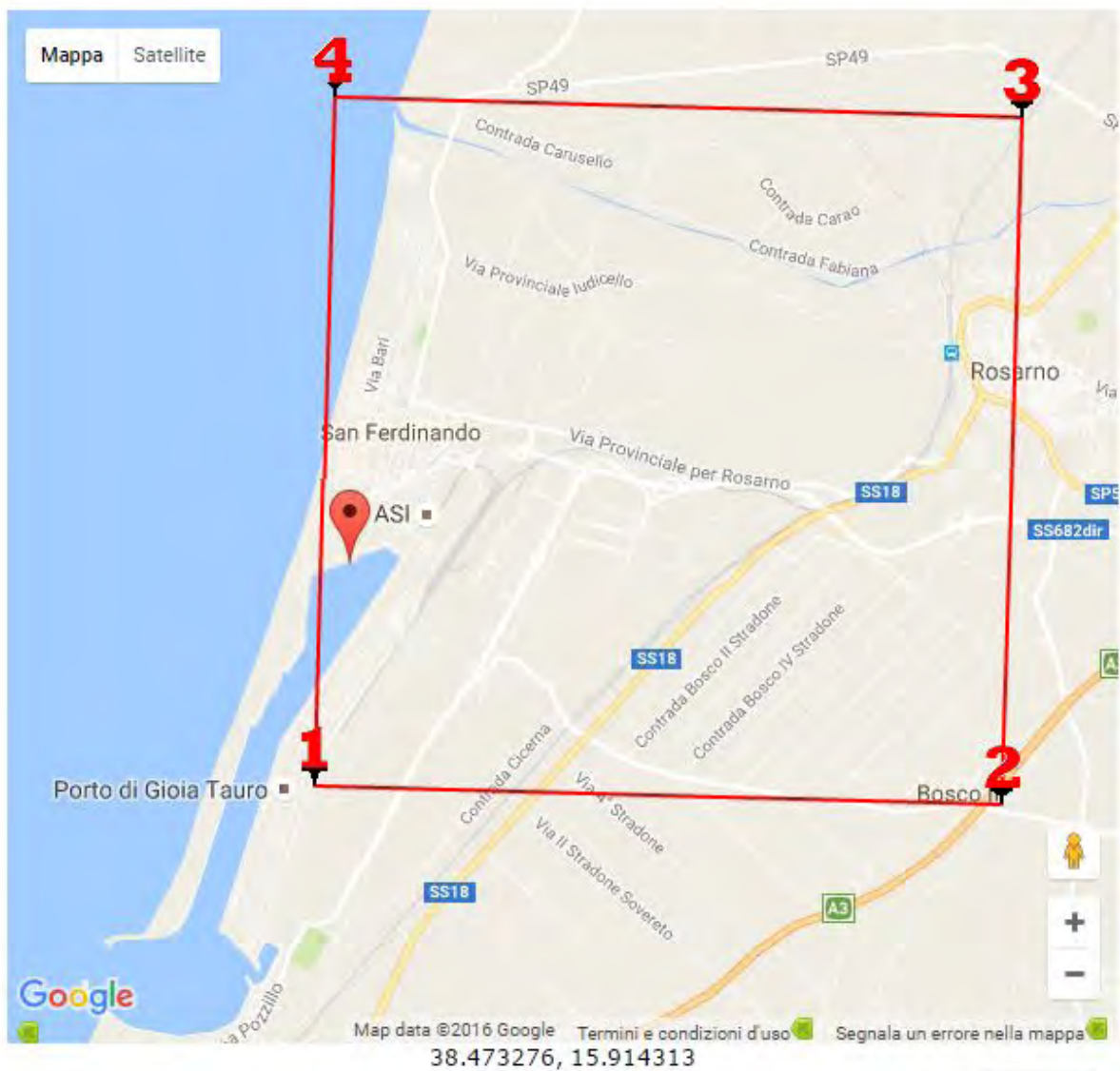


Fig. 19 - Individuazione del sito in esame e dei nodi di riferimento

14. Magnitudo di progetto

L'area ricade nella zona sismogenetica ZS=929 così come definito nello studio conclusivo di ZS9 INGV del 2004 (vedi fig. 9).

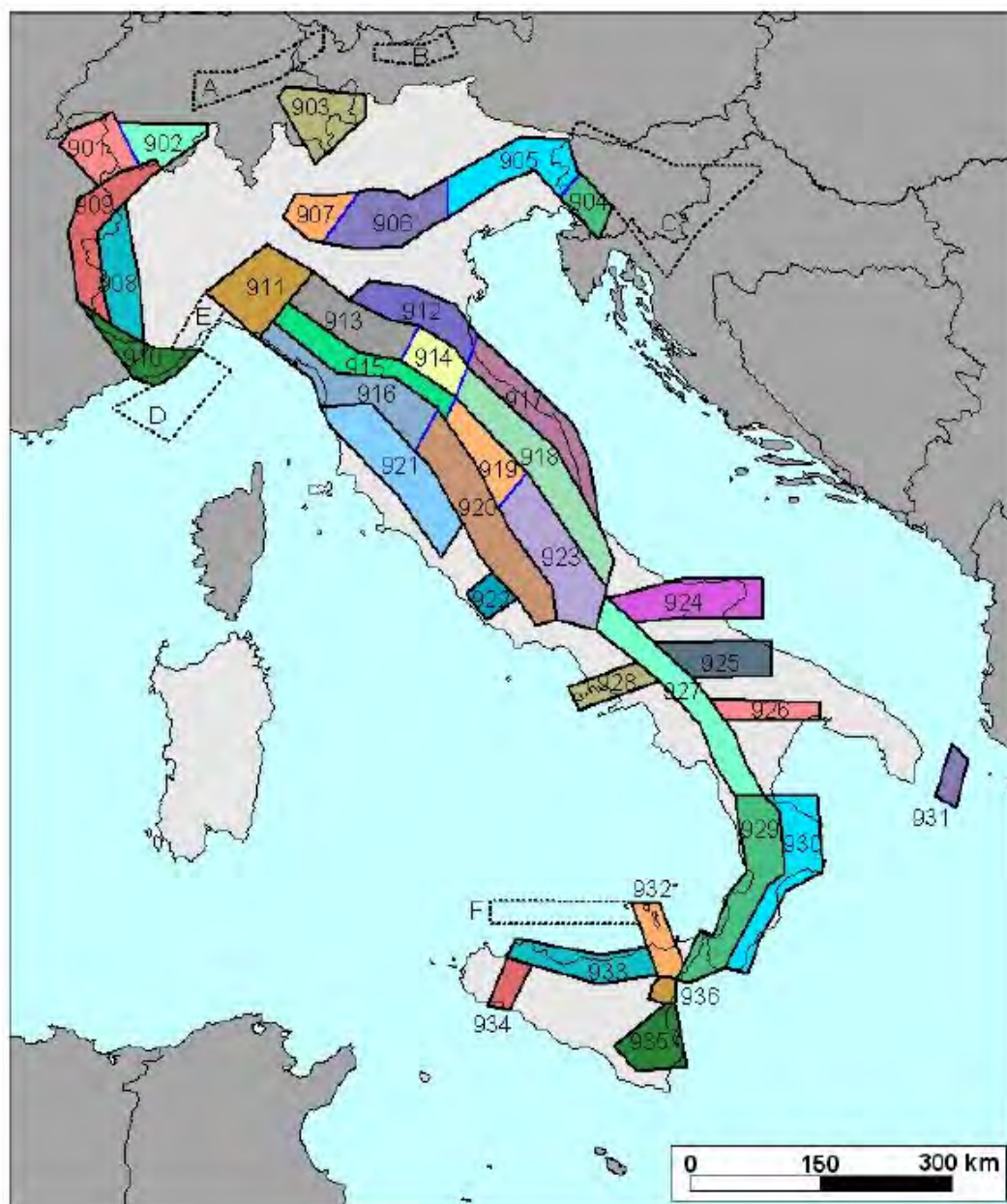


Fig. 9 - Zone sismogenetiche

GEOstudi srl

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(d)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grigioni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(d)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Friuli-Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(d)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(d)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Otanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia-Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

Fig. 10 - Individuazione della Magnitudo momento per la zona 929.

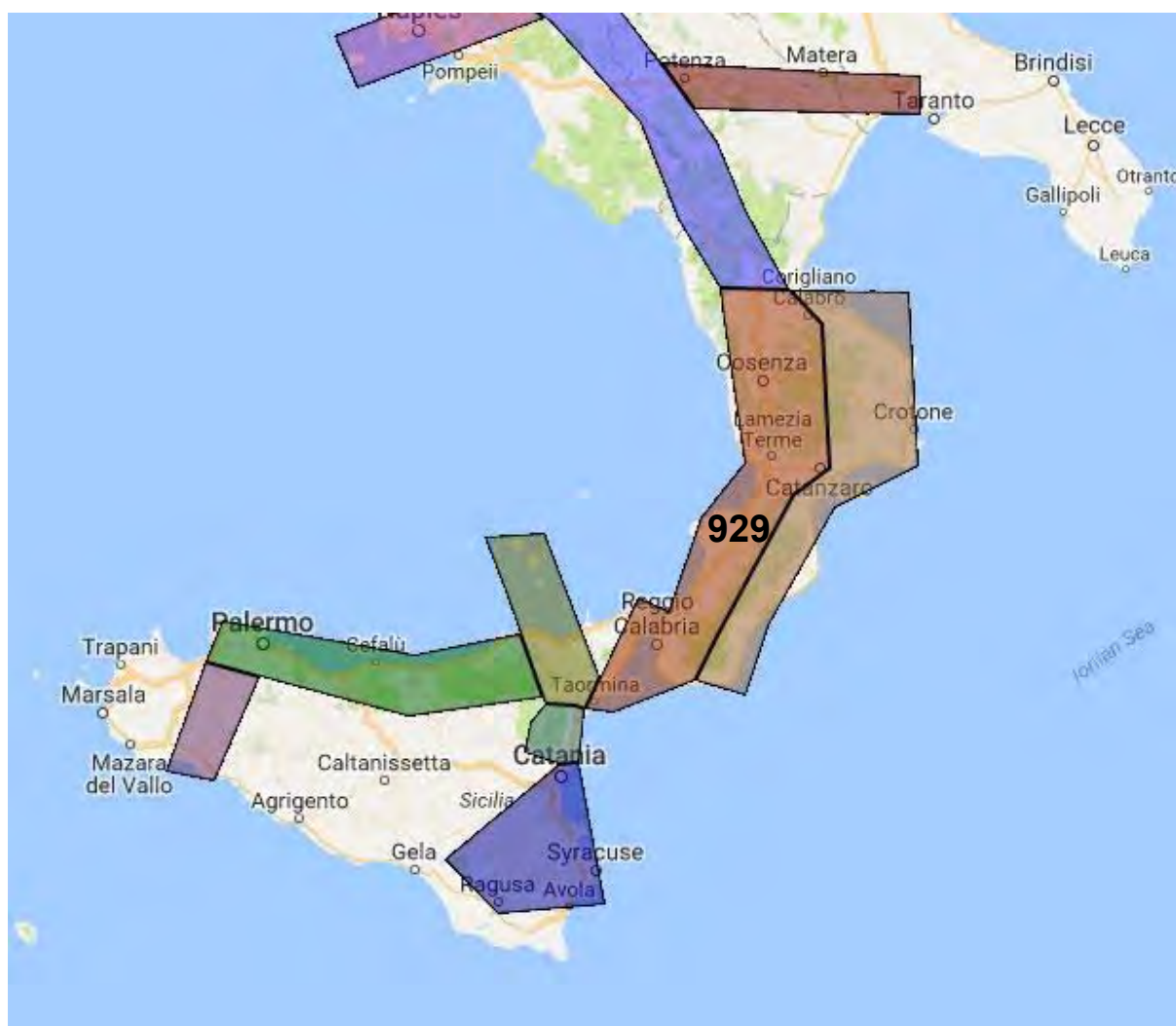


Fig. 11 - Zona 929 su google

Per quanto illustrato, nelle verifiche di liquefazione verrà utilizzata una **Mw=7.29**.

15. Verifica di liquefazione

Sulla scorta delle conoscenze acquisite i terreni non si trovano in condizioni di criticità in quanto a predominante matrice limo argillosa.

La verifica di liquefazione viene affrontata con metodo semplificato utilizzando i dati delle 5 prove con piezocono, utilizzando i dati acquisiti fino a 20 m di profondità essendo questi ultimi di norma interessati dai fenomeni di liquefazione.

La verifica di liquefazione, è stata eseguita con secondo il metodo semplificato di Robertson (NCER, R&Wride (1998-1992). Nell'area la "falda freatica" è stata posta alla profondità di **3.0 m** dal p.c. Considerando che la falda corrisponde effettivamente al livello del mare è stato ipotizzato che il fenomeno di liquefazione non comportasse variazioni di tale livello nel corso di un eventuale cinmatismo.

Il calcolo del coefficiente di sicurezza F_s individua con $F_s < 1,0$ indica la possibilità che avvenga la liquefazione, mentre $F_s > 1,0$ esclude la possibilità del fenomeno.

La verifica è stata articolata secondo le seguenti fasi:

Determinazione dei parametri necessari ai calcoli, dall'elaborazione della prova penetrometrica statica; nello specifico si tratta delle resistenze di punta **qc** e laterale **fs**, della tensione litostatica totale σ_{v0} e tensione litostatica efficace σ'_{v0} .

Definizione del tipo di suolo attraverso l'indice I_c (Robertson e Wride, 1998), definito come:

$$I_c = [(3,47 - \log Q)^2 + (1,22 + \log F)^{2,5}]$$

$$\text{Con: } Q = [(q_c - \sigma'_{v0}) / P_a] * [(P_a / \sigma'_{v0})^n]$$

$$F = [f_s / (q_c - \sigma'_{v0})] * 100\%$$

Calcolo della resistenza conica normalizzata Q , con adeguato esponente n (nel caso in esame pari a 0,5).

Calcolo della resistenza penetrometrica statica normalizzata q_{c1N}

$$(q_{c1N}) = C_q * (q_c / P_a)$$

GEOstudi srl

Con $Cq = (Pa / \sigma'V0)^n$, in cui n è l'esponente utilizzato per calcolare lc .

Trasformazione della resistenza penetrometrica statica normalizzata $qc1N$ in resistenza penetrometrica statica normalizzata equivalente a sabbia pulita $(qc1N)CS$ attraverso la relazione:

$$(qc1N)CS = Kc * (qc1N)$$

In cui Kc , nel caso $lc > 1,64$

rispetta la seguente equazione, proposta da Robertson e Wride (1998):

$$Kc = -0,403 lc^4 + 5,581 lc^3 - 21,63 lc^2 + 33,75 lc - 17,88$$

Calcolo della capacità del terreno di resistere alla liquefazione, $CRRM$, a partire dalla definizione della resistenza a liquefazione per un terremoto di magnitudo 7,5 ($CRR7,5$), dalla definizione del fattore di correzione della Magnitudo MSF (da Idriss, 1995):

$$CRR7,5 = 93 [(qc1N)CS / 1000]^3 + 0,08 MSF = 10^{0,99} / M^{1,13} \quad CRRM = CRR7,5 MSF$$

Dove M è la magnitudo di riferimento per l'area di intervento (nel caso specifico è stata usata la magnitudine **$Mw = 7.29$**).

Correzione della $CRRM$ in $CRReq$ per il fattore $K\alpha$ (funzione della topografia) e $K\sigma$ (funzione della pressione litostatica efficace).

$$CRReq = CRRM K\alpha K\sigma$$

Calcolo del fattore di sicurezza a liquefazione come rapporto tra la capacità di resistenza a liquefazione e la Domanda richiesta per il sito in esame:

$$Fs_{liq} = CRReq / CSR$$

GEOstudi srl

In cui: $CSR = 0,65 (a_{max} / g) * (\sigma'V0 / \sigma'V0) * rd$

In cui, a sua volta l'accelerazione massima è stata scelta pari $a_{max} = 0.47$ come indicato nei paragrafi precedenti.

Risultanze delle verifiche di liquefazione

Nell'analisi sono state prese in considerazione le 5 prove penetrometriche statiche P1-P3-P4-P5-P6 esaminando i dati acquisiti fino a 20 m in quanto generalmente non si osservano fenomeni di liquefazione sotto questa profondità. Dei cinque profili penetrometrici esaminati la P6 è esterna all'area della nuova banchina.

La verifica a liquefazione effettuata attraverso il software Cliq v. 1.5.1.26 denota quanto segue :

- Le verticali eseguite in asse alla nuova banchina denotano fattori di sicurezza F_s generalmente soddisfatti ($F_s > 1$) ad esclusione di rari episodi superficiali. Nei sottili livelli più profondi dove F_s risulta inferiore il fattore di sicurezza risulta inferiore all'unità si può comunque escludere l'effetto di liquefazione in superficie per la presenza di terreni densi sovrastanti con spessori superiori ai 3 m che costituiscono un effetto "tappo" e quindi impediscono il manifestarsi dei fenomeni di liquefazione in superficie.

- L'unica verticale che si discosta in maniera sostanziale dalle precedenti è la P6, non in asse alla banchina ma verso mare dove i sedimenti hanno dimostrato una netta riduzione del grado di addensamento. In questa posizione è opportuno pertanto segnalare una criticità anche se nella zona specificata non insistono attualmente intenzioni progettuali.

- per tutte le prove eseguite in asse alla nuova Il grafico "Summary of liquefaction potential" in cui sono plottate le coppie di punti rapporto d'attrito normalizzato-resistenza conica normalizzata, mostra che, complessivamente, molti punti ricadono in area A1 in cui il potenziale a liquefazione dipende dall'entità e durata del carico ciclico.

In termini probabilistici i dati di LPI sono rassicuranti per i profili ricadenti in asse alla nuova banchina (prove P1-P3-P4-P5) mentre, dove il rischio di liquefazione risulta basso o moderato.

- Diversamente nella prova P6 (esterna all'area progettuale) il valore di $LPI > 10$ indica un grado di pericolosità alto.

GEOstudi srl

- Diversamente nella prova P6 (esterna all'area progettuale) il valore di $LPI > 10$ indica un grado di pericolosità alto.

$$LPI = \int_0^{20} (10 - 0,5z) \times F_z \times d_z$$

dove il valore di LPI indica i seguenti stati :

Indice del potenziale di liquefazione, LPI	Pericolosità di liquefazione
$LPI = 0$	Nulla
$0 < LPI \leq 2$	Bassa
$2 < LPI \leq 5$	Moderata
$5 < LPI \leq 15$	Alta
$LPI > 15$	Molto alta

Al fine di rendere più chiara la situazione sopra descritta si invita all'osservazione delle figure seguenti dove è evidente la vulnerabilità sismica dell'area esterna alla nuova banchina, situata in zona prospiciente alla linea di costa.

In particolare in fig. 9 e 10 sono plottate le isolinee di pericolosità sismica e dei cedimenti attesi con il sisma si progetto.

Fig. 9 - linee di iso-potenziale rischio di liquefazione

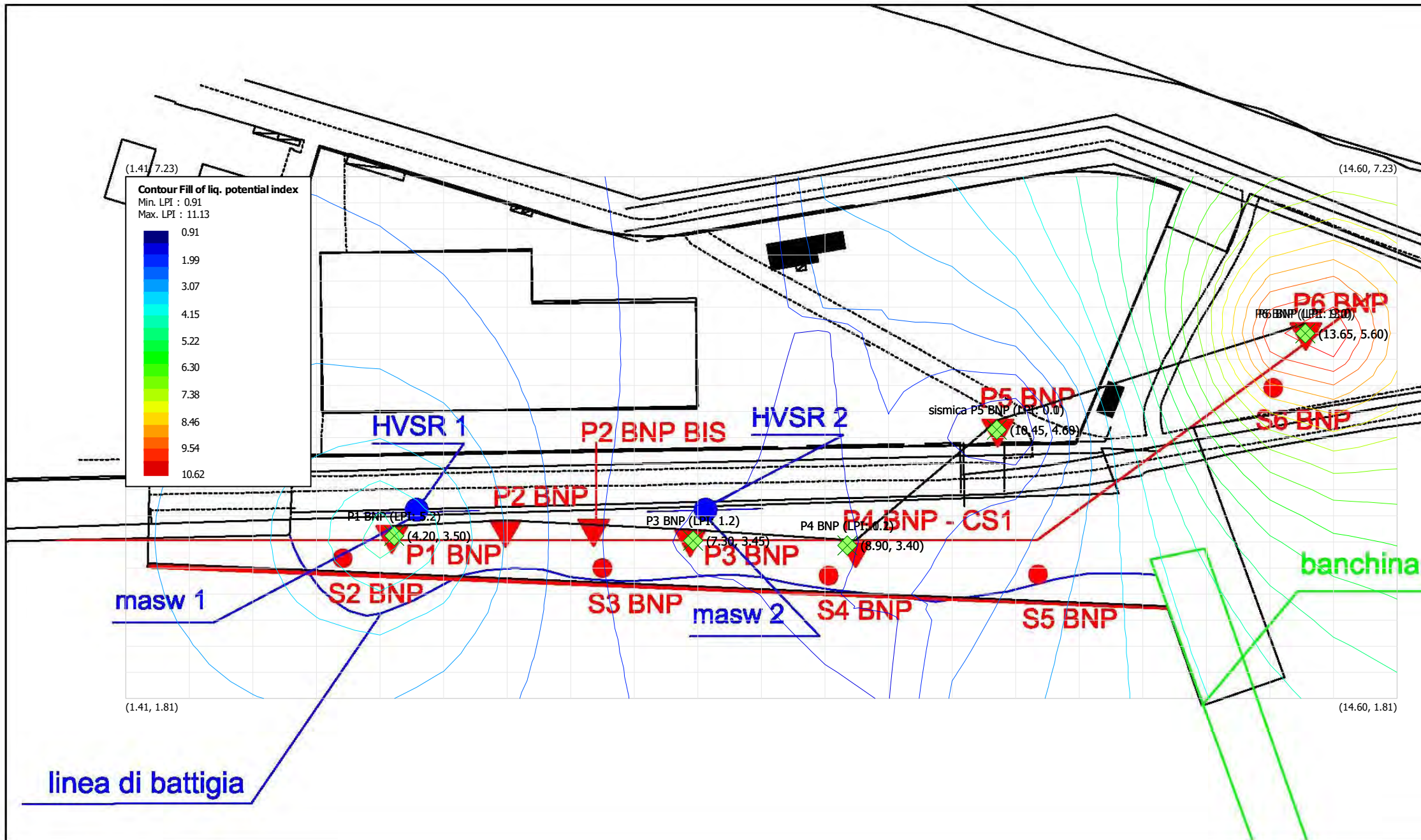
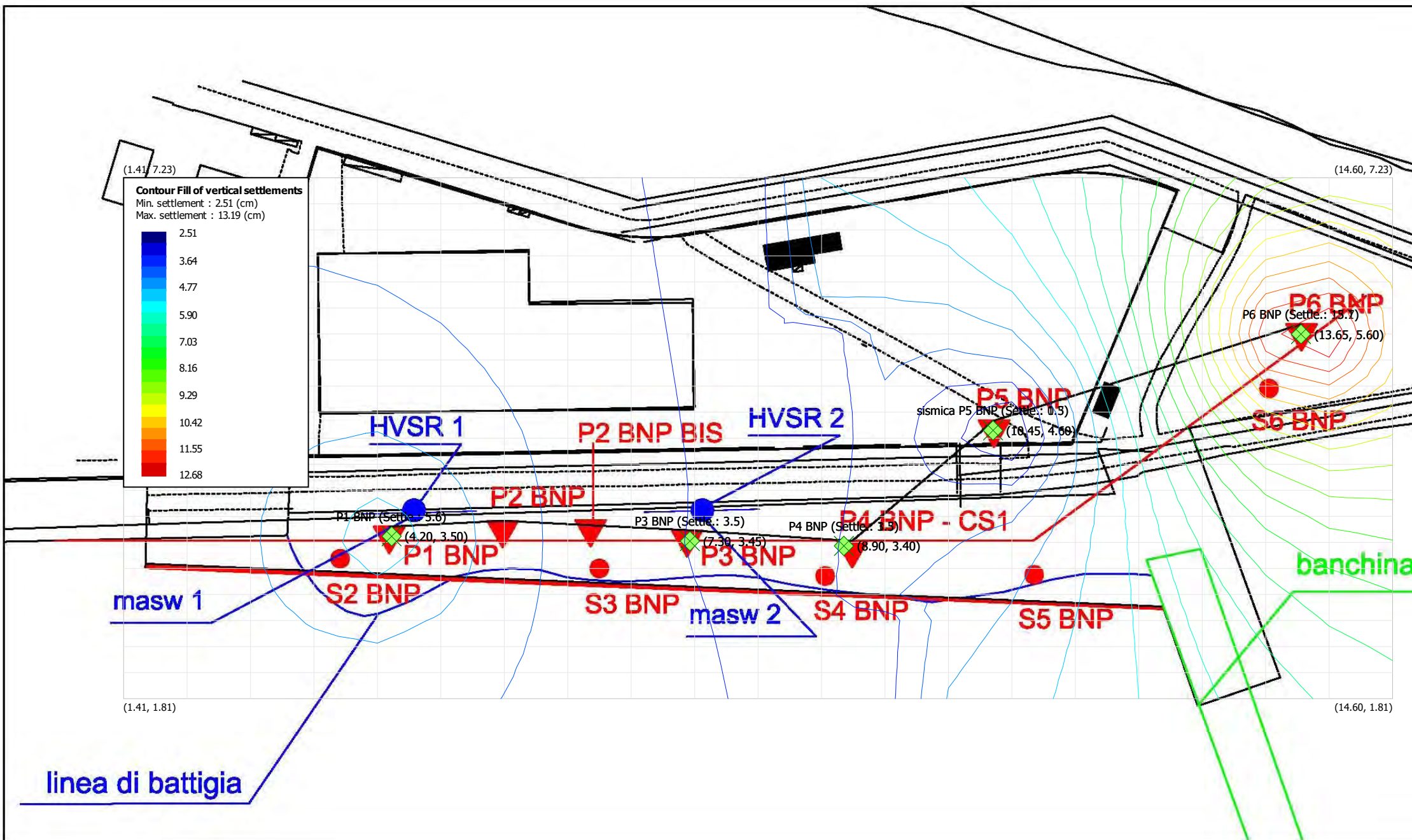
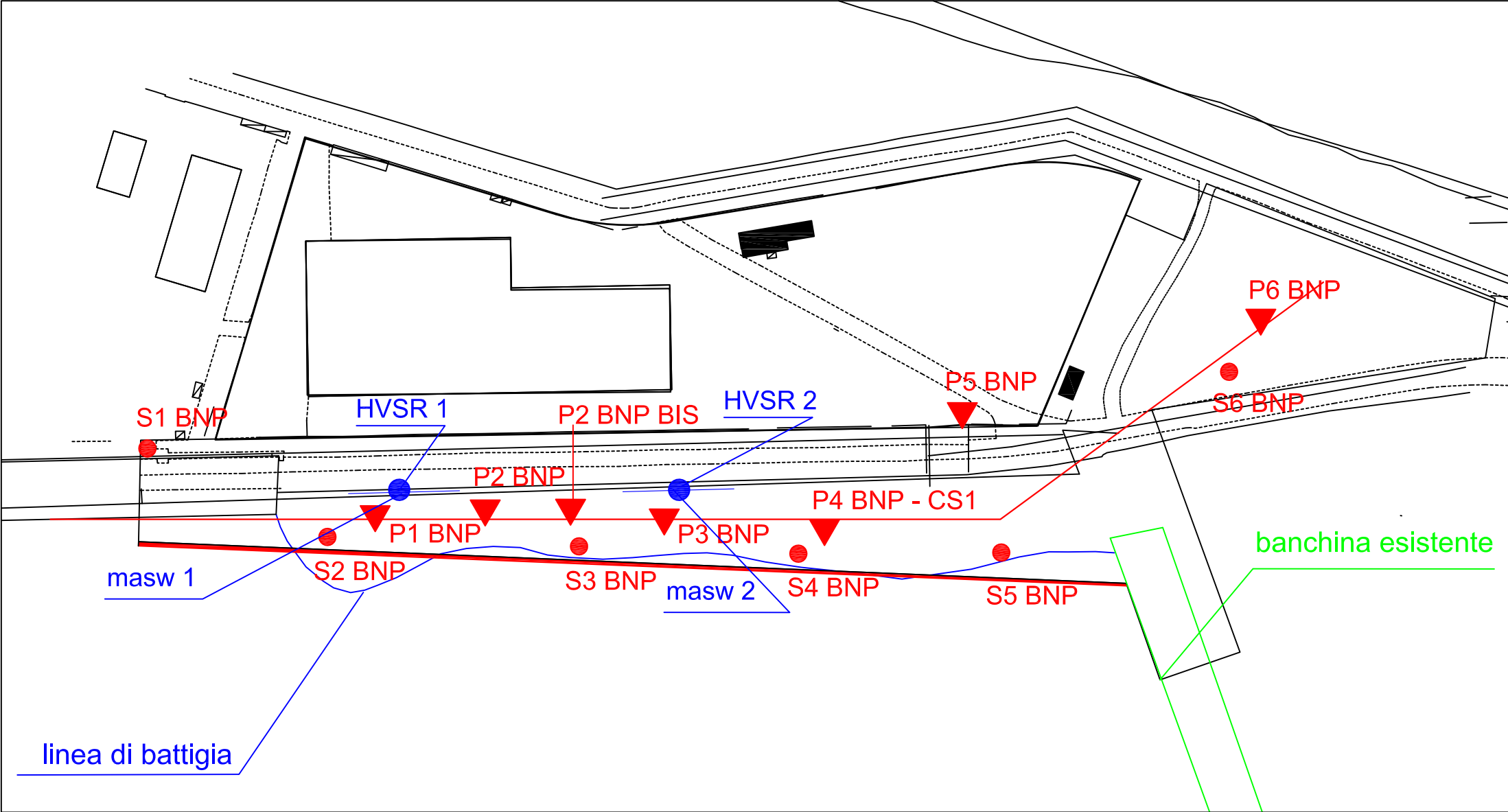


Fig. 10 - linee di iso-cedimento postsismico



GEOstudi srl

ALLEGATO 1 : UBICAZIONE DELLE INDAGINI



GEOstudi srl

ALLEGATO 2 : CARTA GEOLOGICA SCALA 1:25.000

Legenda:

Neozoico	Olocene	Formazioni marine	Formazioni continentali	ac	Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali; depositi di litorale.
		af	Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente.		
		a	Prodotti di solifussione e dilavamento, talora misti a materiale alluvionale.		
		d ₁	Dune e sabbie eoliche, mobili.		
		d	Dune e sabbie eoliche, stabilizzate.		
		[Symbol]	Conoidi di deiezione.		
		Pleistocene	q ^{el-3}	Depositi continentali rossastri costituiti da conglomerati, conglomerati sabbiosi e sabbie, con locali intercalazioni siltose. Non fossiliferi. Presentano una scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.	
			q ^{el-1}	Depositi continentali costituiti da sabbie rossastre a grana da fine a grossolana. La morfologia di questi depositi richiama quella dei depositi eolici. Presentano una scarsa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.	
		Neogene	Pliocene	P ²⁻²	Argille, argille siltose e silts, da grigi a bruno-chiari, localmente con intercalazioni sabbiose. Contengono una ricca microfauna a foraminiferi, fra cui: <i>Ellipsoidina ellipsoides</i> SEGUENZA, <i>Globigerinoides sacculifer</i> (BRADY), <i>Marginulina spinulosa</i> (COSTA), <i>Pleurostomella alternans</i> SCHWAGER, <i>Siphonodosaria fistuca</i> (SCHWAGER); in associazione con denti di pesci ed ostracodi. Questo complesso presenta scarsa resistenza all'erosione e, lungo i pendii più ripidi, può dar luogo a movimenti franosi. Permeabilità bassa.
				Mi ³⁻²	Calcare evaporitico bianco-giallastro, talora arenaceo, con sottili intercalazioni di silts ed argille siltose. Occasionalmente il calcare contiene alghe calcaree. Questo complesso presenta una moderata resistenza all'erosione e media permeabilità.
Miocene	Superiore	Mi ³⁻²			
		Sarmaziano			

Area di studio



CARTA GEOLOGICA DELLA CALABRIA
GIOIA TAURO
FOGLIO 245 II NE
della carta d'Italia 1:25000 dell'I.G.M.I.



GEOstudi srl

ALLEGATO 3 : PLANIMETRIA DI UBICAZIONE E PROFILO STRATIGRAFICO LONGITUDINALE

INDAGINI GEOGNOSTICHE BANCHINA NORD DI PONENTE

PROFILO GEOLOGICO

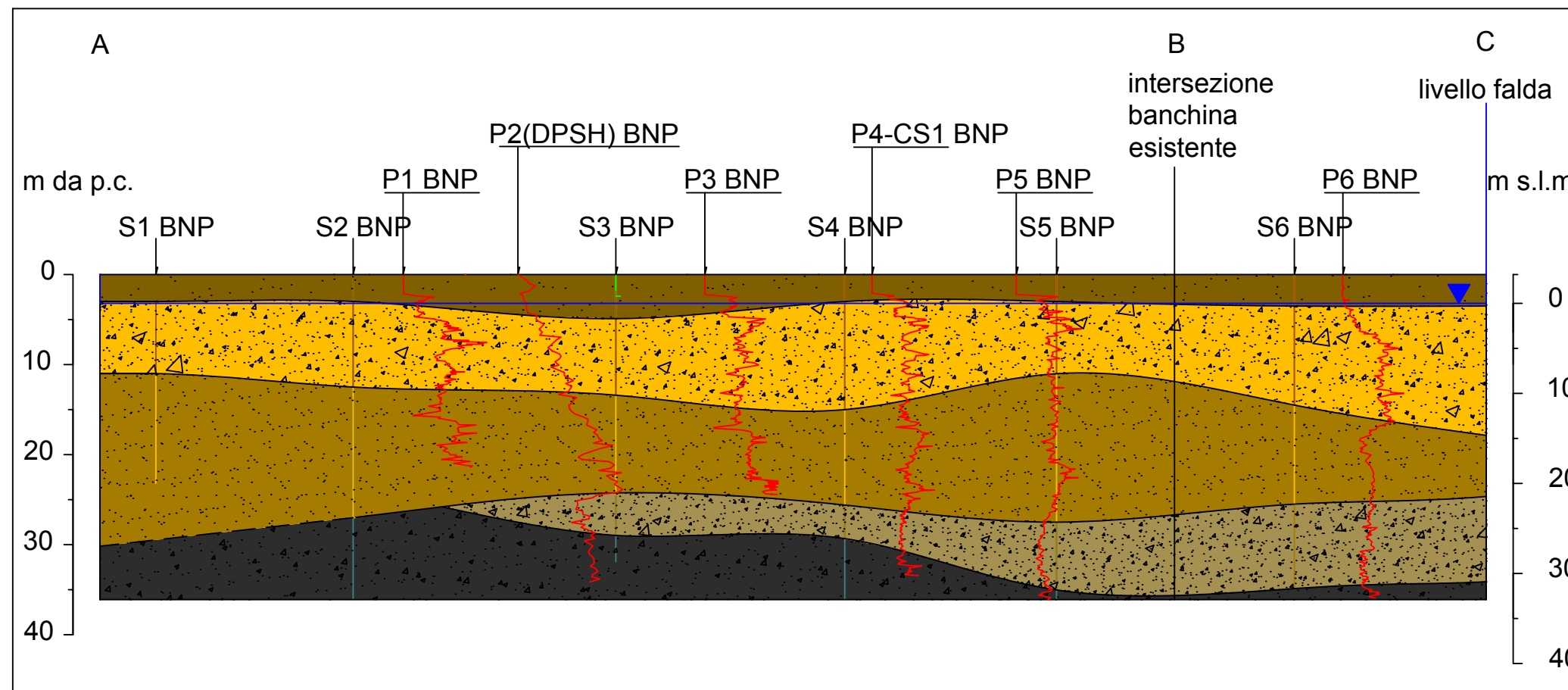
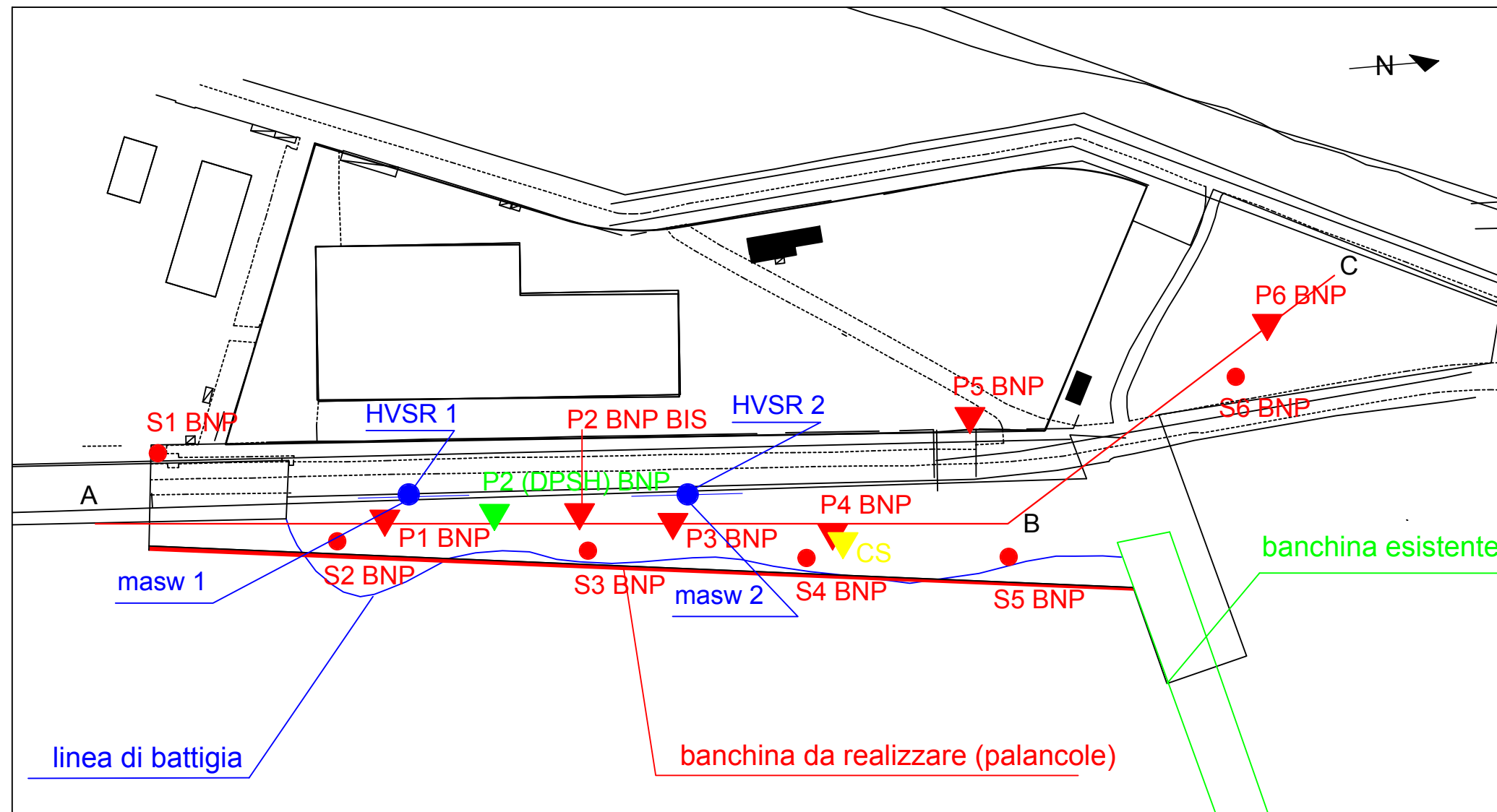
LEGENDA GEOLOGICA

- Deposito antropico (Attuale)**
Deposito eterogeneo dovuto all'ammassamento di materiale a composizione prevalentemente sabbiosa con elementi ghiaiosi
- Deposito dunare**
Sabbie medio grossolane da ghiaiose a con ghiaia, colore marrone chiaro-rossastro, di natura prevalentemente granitica, abbondante quarzo. Da moderatamente addensate ad addensate.
- Deposito infralittorale**
Sabbie da medio fini a medio grossolane, ghiaiose, quarzose colore marrone chiaro-biancastro. Da addensate a molto addensate.
- Deposito marino**
Deposito di ambiente marino in facies batiale costituito da sabbie medio grossolane di colore grigio. Al tetto presentano colorazione grigio chiara-biancastra per probabile alterazione. Molto addensate.

- Limite geologico
A) certo B) presunto
- Soggiacenza della falda freatica
-2,70 m p.c.
- Livello piezometrico

INDAGINI GEOGNOSTICHE

- S1 BNP**
Sondaggio geognostico a carotaggio continuo 30 - 36 m
- P1 BNP**
prova penetrometrica CPT
- P2-DPSH**
Prova penetrometrica DPSH
- CS**
Piezocono sismico




GEOstudi srl

ALLEGATO 4 : STRATIGRAFIE E FOTO DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S1_BNP	F 1 di 2	Data inizio/fine sondaggio	25/08/16 - 26/08/16	Codice	S1_BNP																
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 - Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro		Coordinate (UTM 33S)	(LAT) 38281479 N (LON) 15546087 E	V.A. n.	2072																
Via San Salvador 3 - 00071 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente		Quota bocc. (Z)	3,10 m	R.P. n.	10290																
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Localita' :	Gioia Tauro (RC)		Normativa di riferimento	Raccomandazioni A.G.I. 1977	data	19/9/16																
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimanecciati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica	
0,0	0,00		0,00 - 3,00 m: Terreno di riporto costituito da sabbia da medio grossolana ghiaiosa, rossastra, con presenza di ciottoli di natura granitoidie e scarsi frammenti in cls centimetrici, sparsi.	nd	nd									0,00		0,00						25/08/16 INIZIO	0 50 100	0,0	
1,0				nd	nd									1,00										1,0	
2,0				nd	nd									2,00										2,0	
3,0	3,00		3,00 - 11,00 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, da marrone rossastra a marrone chiaro biancastra. Saturata, da moderatamente addensata ad addensata, scarsa frazione fine. La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 3-4 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,6 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, quarzosa, colore marroncino biancastra.	nd	nd									3,00	3,00									3,0	
4,0				nd	nd									4,00										4,0	
5,0				nd	nd									5,00										5,0	
6,0				nd	nd		5,50 CR1 pvc	6,00 SPT 1 Ry	9	14				6,00	6,00									6,0	
7,0				nd	nd			6,45	15	29				7,00										7,0	
8,0				nd	nd									8,00										8,0	
9,0				nd	nd									9,00	9,00									9,0	
10,0				nd	nd									10,00										10,0	
11,0	11,00		11,00 - 14,00 m: Sabbia da medio-fine a grossolana da limosa a debolmente limosa, marroncino chiaro con sfumature verdastre. Saturata, addensata.	nd	nd									10,50	10,50								25/08/16 26/08/16		11,0
12,0				nd	nd									12,00	12,00									12,0	
13,0				nd	nd									13,00										13,0	
14,0	14,00		14,00 - 21,50 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, marrone chiaro biancastra, con sfumature rossastra. Saturata, moderatamente addensata. La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd									13,50	13,50									14,0	
15,0				nd	nd									15,00	15,00									15,0	
16,0				nd	nd									16,00										16,0	
17,0				nd	nd		16,00 CR4 pvc	16,55 SPT 4 Ry	8	15				16,50	16,50									17,0	
18,0				nd	nd			17,00	17	32				17,00										18,0	
19,0			Da 17,00 a 20,00 m prevalentemente sabbiosa.	nd	nd									18,00	18,00									19,0	
20,0	20,00			nd	nd									19,00										20,0	
				nd	nd		19,00 CR5 pvc	19,55 SPT 5 Ry	8	16				19,50	19,50									20,0	
				nd	nd									20,00	20,00									20,0	

Note:

GEOstudi srl - Roma

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S1_BNP	F 2 di 2	Data inizio/fine sondaggio 25/08/16 - 26/08/16		Codice	S1_BNP																
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti – Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 – Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro			Coordinate (UTM33S)	(LAT) 38281479 N (LON) 15546087 E	V.A. n	2072															
Via San Salvador 3 - 00040 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente			Quota bocc. (Z)	3,10 m		R.P. n.	10290														
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Localita' :	Gioia Tauro (RC)			Normativa di riferimento: Raccomandazioni A.G.I. 1977		data	19/9/16															
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica		Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
20.0	20.00		15,00 - 27,00 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, marrone chiaro biancastra, con sfumature rossastre. Saturata, addensata. La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.		nd nd nd nd nd	nd nd nd nd nd											20,00		20,00	CAROTIERE SEMPLICE	PESANTE	ACQUA		0 50 100	20.0
21.0																21.00									21.0
22.0	21.50 Fondo Foro		La perforazione è stata interrotta a causa del rinvenimento di cls alla quota di circa 21,50 m da pc.											5									26/08/16 FINE PERFORAZIONE		22.0
23.0																									23.0
24.0																									24.0
25.0																									25.0
26.0																									26.0
27.0																									27.0
28.0																									28.0
29.0																									29.0
30.0																									30.0
31.0																									31.0
32.0																									32.0
33.0																									33.0
34.0																									34.0
35.0																									35.0
36.0																									36.0
37.0																									37.0
38.0																									38.0
39.0																									39.0
40.0																									40.0

Note:

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S1_BNP



SONDAGGIO S1_BNP- POSTAZIONE

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S1_BNP



'CASSETTA N°1 DA 0,00 A 5,00 m



'CASSETTA N°2 DA 5,00 A 10,00 m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S1_BNP



'CASSETTA N°3 DA 10,00 A 15,00m



'CASSETTA N°4 DA 15,00 A 20,00m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S1_BNP



'CASSETTA N°5 DA 20,00 A 25,00m

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S2_BNP	F 1 di 2	Data inizio/fine sondaggio	29/08/16 - 01/09/16	Codice	S2_BNP															
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 - Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro		Coordinate (UTM 33S)	(LAT) 38282070 N (LON) 15546186 E	V.A. n.	2072															
Via San Salvador 3 - 00071 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente		Quota bocc. (Z)	2,70 m	R.P. n.	10291															
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Localita' :	Gioia Tauro (RC)		Normativa di riferimento	Raccomandazioni A.G.I. 1977	data	19/9/16															
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimanecciati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
0,0	0,00		0,00 - 3,00 m: Terreno di riporto costituito da sabbia da medio grossolana ghiaiosa, rossastra, con presenza di ciottoli di natura granitoidi e scarsi frammenti in cls centimetrici, sparsi.	nd	nd									0,00		0,00						29/08/16	0 50 100	0,0
1,0				nd	nd									1,00								PERFORAZIONE		1,0
2,0				nd	nd									2,00										2,0
3,0	3,00		3,00 - 12,50 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, da rossastra a marrone chiaro biancastra. Satura, da moderatamente addensata ad addensata, scarsa frazione fine.	nd	nd									3,00	3,00									3,0
4,0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 3-4 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd									4,00										4,0
5,0			Da 5,00 a 6,00 m livello prevalentemente ghiaioso.	nd	nd									5,00	4,50									5,0
6,0			Da 6,00 a 7,00 m livello prevalentemente sabbioso.	nd	nd		5,50 CR1 pvc	6,00 SPT 1 Ry	9 13 15	28				6,00	6,00									6,0
7,0			Da 7,00 a 8,50 m livello ghiaioso sabbioso.	nd	nd			6,45						7,00	7,50									7,0
8,0			Da 8,00 a 9,50 m livello prevalentemente sabbioso.	nd	nd									8,00										8,0
9,0				nd	nd		8,50 CR2 pvc	9,00 SPT 2 Ry	4 12 17	29				9,00	9,00									9,0
10,0				nd	nd			9,45						10,00								29/08/16 30/08/16		10,0
11,0				nd	nd									11,00										11,0
12,0				nd	nd		11,50 CR3 pvc	12,00 SPT 3 Ry	21 23 22	45				12,00	12,00									12,0
13,0			12,50 - 15,00 m: Sabbia da medio-fine a grossolana da limosa a debolmente limosa, marroncino chiaro con sfumature verdastre. Satura, addensata.	nd	nd			12,45						13,00										13,0
14,0				nd	nd									14,00	13,50									14,0
15,0	15,00		15,00 - 27,00 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, marrone chiaro biancastra, con sfumature rossastre. Satura, addensata.	nd	nd									15,00	15,00									15,0
16,0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd		15,50 CR4 pvc	15,45	18 21 25	46				16,00	16,50									16,0
17,0			Da 20,00 a 21,00 m prevalentemente ghiaiosa.	nd	nd									17,00										17,0
18,0				nd	nd		17,50 CR5 pvc	18,00 SPT 5 Ry	16 18 22	40				18,00	18,00									18,0
19,0				nd	nd			18,45						19,00										19,0
20,0	20,00			nd	nd									19,50								30/08/16 01/09/16		20,0

Note:

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S2_BNP



SONDAGGIO S2_BNP- POSTAZIONE



Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S2_BNP



'CASSETTA N°1 DA 0,00 A 5,00 m



'CASSETTA N°2 DA 5,00 A 10,00 m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S2_BNP



'CASSETTA N°3 DA 10,00 A 15,00m



'CASSETTA N°4 DA 15,00 A 20,00m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S2_BNP



'CASSETTA N°5 DA 20,00 A 25,00m



'CASSETTA N°6 DA 25,00 A 30,00m

**Committente
Cantiere**

**Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)**

sondaggio S2_BNP



'CASSETTA N°7 DA 30,00 A 35,00m



'CASSETTA N°7 DA 30,00 A 35,00m

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S3_BNP	F 1 di 2	Data inizio/fine sondaggio	06/09/16 - 07/09/16	Codice	S3_BNP															
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 - Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro		Coordinate (UTM 33S)	(LAT) 38282445 N (LON) 15546219 E	V.A. n.	2072															
Via San Salvador 3 - 00071 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente		Quota bocc. (Z)	0,70 m	R.P. n.	10292															
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Localita' :	Gioia Tauro (RC)		Normativa di riferimento:	Raccomandazioni A.G.I. 1977	data	19/9/16															
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimanecciati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
0,0	0,00		0,00 - 2,50 m: Terreno costituito da sabbia da medio grossolana ghiaiosa, rossastra, con presenza di ciottoli di natura granitoidie sparsi.	nd	nd						misura del 670913 m 0,60			0,00		0,00		0,00				06/09/16 INIZIO PERFORAZIONE	0 50 100	0,0
1,0				nd	nd									1,00										1,0
2,0				nd	nd									2,00										2,0
3,0	2,50		2,50 - 11,50 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, marrone chiaro biancastra, umida. La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 3-4 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica , colore marroncino biancastra.	nd	nd									3,00	3,00									3,0
4,0				nd	nd									4,00										4,0
5,0				nd	nd									5,00										5,0
6,0				nd	nd									6,00	6,00									6,0
7,0				nd	nd									7,00										7,0
8,0				nd	nd									8,00	7,50									8,0
9,0				nd	nd									9,00	9,00									9,0
10,0				nd	nd									10,00	10,50									10,0
11,0				nd	nd									11,00										11,0
12,0	11,50		11,50 - 14,50 m: Sabbia da medio-fine a grossolana da limosa a debolmente limosa, debolmente ghiaiosa, marroncina con sfumature verdastre, satura, addensata.	nd	nd									12,00	12,00									12,0
13,0				nd	nd									13,00	13,50									13,0
14,0				nd	nd									14,00										14,0
15,0	14,50		14,50 - 29,00 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, marrone chiaro biancastra, umida. La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica , colore marroncino biancastra.	nd	nd									15,00	15,00							06/09/16 07/09/16		15,0
16,0				nd	nd									16,00	16,50									16,0
17,0				nd	nd									17,00										17,0
18,0				nd	nd									18,00	18,00									18,0
19,0				nd	nd									19,00										19,0
20,0	20,00			nd	nd									20,00	19,50							07/09/16 09/09/16		20,0

Note:

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S3_BNP	F 2 di 2	Data inizio/fine sondaggio 06/09/16 - 07/09/16			Codice	1331_ST4																	
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti – Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 – Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro			Coordinate (UTM33S)	(X) 38282445 N (Y) 15546219 E	V.A. n	1331																	
Via San Salvador 3 - 00040 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente			Quota bocc. (Z)	0,70 m	R.P. n.	10292																	
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Localita' :	Gioia Tauro (RC)			Normativa di riferimento: R Raccomandazioni A.G.I. 1977			data	19/9/16																
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica		Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica		
20.0	20.00		14,50 - 29,00 m: Sabbia medio grossolana debolmente limosa, debolmente ghiaiosa, da marroncino chiaro a biancastra con sfumature verdastre, satura, da addensata a molto addensata.		nd	nd										20,00				CAROTIERE SEMPLICE PESANTE Φ 127 mm Φ 101 mm	ACQUA E POLIMERO		0 50 100	20.0			
21.0					nd	nd										21,00										21.0	
22.0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con φmax 1-1,5 cm e φmed 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica colore marroncino biancastra.		nd	nd									5		22,50										22.0
23.0					nd	nd											24,00										23.0
24.0					nd	nd											25,50										24.0
25.0					nd	nd											27,00										25.0
26.0					nd	nd											27,50										26.0
27.0					nd	nd											28,50										27.0
28.0					nd	nd																					28.0
29.0	29.00			29,00 - 30,00 m: Sabbia media e medio grossolana con ghiaia , Colore da grigio chiaro a grigio scuro, satura, molto addensata. Abbondante presenza di quarzo e minerali femici scuri.		nd	nd										30,00										29.0
30.0	30.00			nd	nd																			30.0			
31.0		30.00 Fondo Foro			nd	nd																			31.0		
32.0					nd	nd																			32.0		
33.0					nd	nd																			33.0		
34.0					nd	nd																			34.0		
35.0					nd	nd																			35.0		
36.0					nd	nd																			36.0		
37.0					nd	nd																			37.0		
38.0					nd	nd																			38.0		
39.0					nd	nd																			39.0		
40.0					nd	nd																			40.0		

Note:

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S3_BNP



SONDAGGIO S3_BNP- POSTAZIONE

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S3_BNP



'CASSETTA N°1 DA 0,00 A 5,00 m



'CASSETTA N°2 DA 5,00 A 10,00 m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S3_BNP



'CASSETTA N°3 DA 10,00 A 15,00m

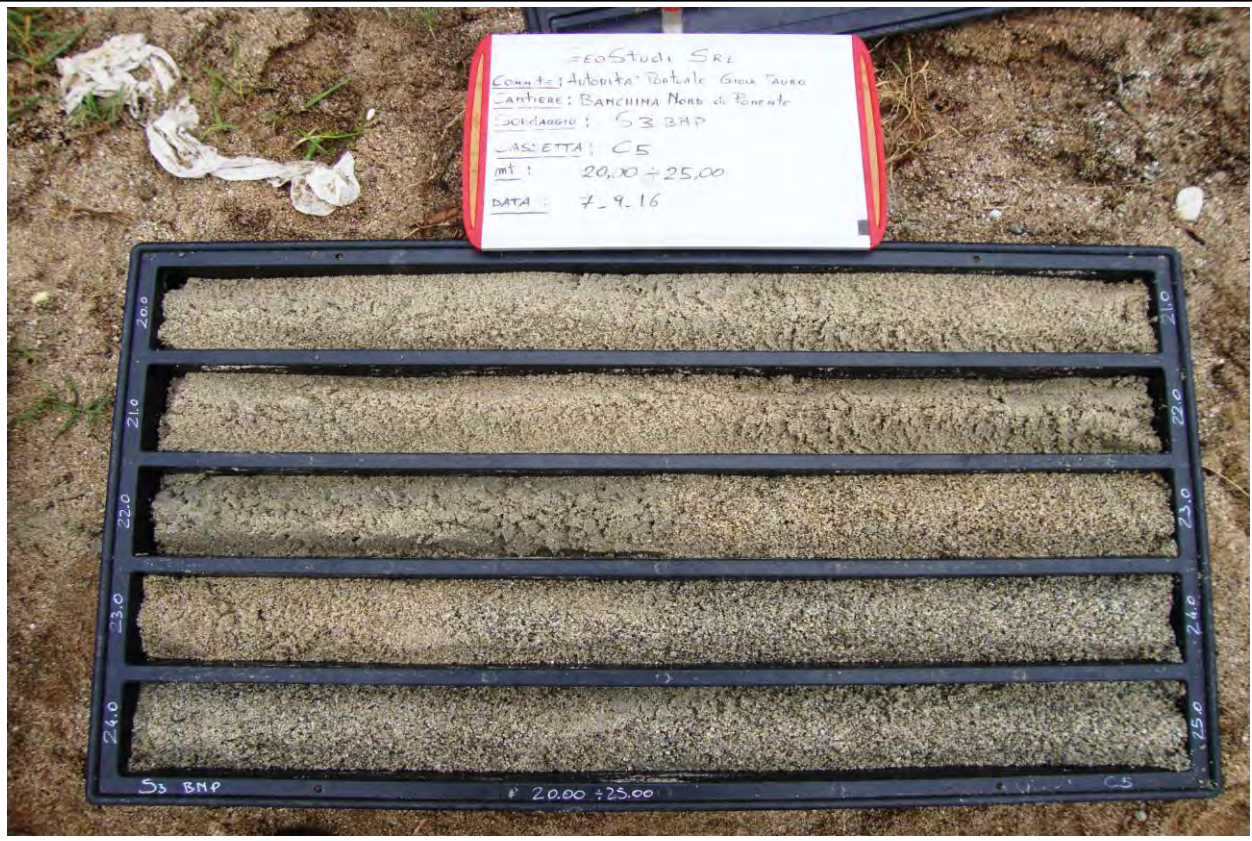


'CASSETTA N°4 DA 15,00 A 20,00m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S3_BNP



'CASSETTA N°5 DA 20,00 A 25,00m



'CASSETTA N°6 DA 25,00 A 30,00m

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S4_BNP	F 1 di 2	Data inizio/fine sondaggio	02/09/16 - 05/09/16	Codice	S4_BNP															
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 - Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro		Coordinate (UTM 33S)	(LAT) 38282883 N (LON) 15546238 E	V.A. n.	2072															
Via San Salvador 3 - 00071 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente		Quota bocc. (Z)	2,95 m	R.P. n.	10293															
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Localita' :	Gioia Tauro (RC)		Normativa di riferimento:	Raccomandazioni A.G.I. 1977	data	19/9/16															
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimanecciati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
0,0	0,00		0,00 - 3,00 m: Terreno di riporto costituito da sabbia da medio grossolana ghiaiosa, rossastra, con presenza di ciottoli di natura granitoidi e scarsi frammenti in cls centimetrici, sparsi.	nd	nd									0,00		0,00						02/09/16 INIZIO PERFORAZIONE	0 50 100	0,0
1,0				nd	nd									1,00										1,0
2,0				nd	nd									2,00										2,0
3,0	3,00		3,00 - 13,50 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, da rossastra a marrone chiaro biancastra. Satura, da moderatamente addensata ad addensata, scarsa frazione fine.	nd	nd									3,00	3,00									3,0
4,0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 3-4 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd									4,00	4,50									4,0
5,0			Da 3,00 a 4,60 m livello prevalentemente ghiaioso sabbioso moderatamente addensato.	nd	nd									5,00										5,0
6,0			Da 4,60 a 7,00 m livello prevalentemente ghiaioso sabbioso	nd	nd			5,50 CR1 pvc 6,00	6,00	12				6,00	6,00									6,0
7,0			Da 7,00 a 8,50 m livello sabbioso ghiaioso.	nd	nd			SPT 1 Ry 6,45	15	17	32			7,00	7,50									7,0
8,0			Da 8,00 a 9,50 m livello prevalentemente ghiaioso sabbioso.	nd	nd									8,00										8,0
9,0				nd	nd			8,50 CR2 pvc 9,00	9,00	16				9,00	9,00									9,0
10,0				nd	nd			SPT 2 Ry 9,45	20	22	42			10,00										10,0
11,0				nd	nd									11,00										11,0
12,0				nd	nd									12,00	12,00							02/09/16 05/09/16		12,0
13,0				nd	nd									13,00										13,0
14,0				nd	nd									14,00	13,50									14,0
15,0	15,00		15,00 - 16,50 m: Sabbia da medio-fine a grossolana da limosa a debolmente limosa, debolmente ghiaiosa verso il basso, marroncino chiaro con sfumature verdastre. Satura, addensata.	nd	nd									15,00	15,00									15,0
16,0				nd	nd			16,00 CR3 pvc 16,50						16,00	16,50									16,0
17,0	16,50		16,50 - 25,60 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, marrone chiaro biancastra, con sfumature rossastre. Satura, addensata.	nd	nd									17,00										17,0
18,0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd									18,00	18,00									18,0
19,0			Da 20,00 a 21,00 m prevalentemente ghiaiosa.	nd	nd									19,00										19,0
20,0	20,00			nd	nd									19,50										20,0
		Note:												20,00										20,0

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S4_BNP	F 2 di 2	Data inizio/fine sondaggio 02/09/16 - 05/09/16		Codice	S4_BNP																	
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 - Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro		Coordinate (UTM33S)	(LAT) 38282883 N (LON) 15546238 E	V.A. n	2072																	
Via San Salvador 3 - 00040 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente		Quota bocc. (Z)	2,95 m	R.P. n.	10293																	
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Localita' :	Gioia Tauro (RC)		Normativa di riferimento:	Raccomandazioni A.G.I. 1977	data	19/9/16																	
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica		Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica	
20,0	20,00		16,50 - 25,60 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, marrone chiaro biancastra, con sfumature rossastre. Saturata, addensata.		nd	nd										20,00							0	50	100	20,0
21,0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.		nd	nd										21,00									21,0	
22,0			Da 20,00 a 21,00 m prevalentemente ghiaiosa.		nd	nd		22,00 CR4 pvc						5		22,50									22,0	
23,0					nd	nd		22,50																	23,0	
24,0					nd	nd										24,00									24,0	
25,0					nd	nd																			25,0	
26,0	25,60		25,60 - 36,00 m: Sabbia media e medio grossolana, da ghiaiosa a con ghiaia, verso il basso aumenta la componente ghiaiosa, colore da grigio chiaro a grigio scuro, saturata, da addensata a molto addensata verso il basso. Abbondante presenza di quarzo e minerali femici scuri.		nd	nd										25,50									26,0	
27,0			da 25,60 a 28,00 m aumenta la componente sabbiosa fine, debolmente limosa.		nd	nd			27,00 SPT 3	15						27,00									27,0	
28,0			da 28,00 a 29,50 colore marroncino chiaro per probabile alterazione.		nd	nd		27,50 CR5 pvc	Ry 27,45	19	40					28,50									28,0	
29,0					nd	nd		28,00																	29,0	
30,0					nd	nd										30,00									30,0	
31,0					nd	nd										31,50									31,0	
32,0					nd	nd																			32,0	
33,0			da 33,00 m aumenta l'addensamento.		nd	nd										33,00									33,0	
34,0					nd	nd										34,50									34,0	
35,0					nd	nd																			35,0	
36,0	36,00 Fondo Foro				nd	nd										36,00									36,0	
37,0					nd	nd																			37,0	
38,0					nd	nd																			38,0	
39,0					nd	nd																			39,0	
40,0					nd	nd																			40,0	

Note:

GEOstudi srl - Roma

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S4_BNP



SONDAGGIO S4_BNP- POSTAZIONE

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S4_BNP



'CASSETTA N°1 DA 0,00 A 5,00 m



'CASSETTA N°2 DA 5,00 A 10,00 m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S4_BNP



'CASSETTA N°3 DA 10,00 A 15,00m



'CASSETTA N°4 DA 15,00 A 20,00m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S4_BNP



'CASSETTA N°5 DA 20,00 A 25,00m



'CASSETTA N°6 DA 25,00 A 30,00m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S4_BNP



'CASSETTA N°7 DA 30,00 A 35,00m



'CASSETTA N°7 DA 30,00 A 35,00m

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S5_BNP	F 1 di 2	Data inizio/fine sondaggio	23/08/16 - 24/08/16	Codice	S5_BNP															
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 - Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro		Coordinate (UTM 33S)	(LAT) 38283276 N (LON) 15546418 E	V.A. n.	2072															
Via San Salvador 3 - 00071 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente		Quota bocc. (Z)	3,15 m	R.P. n.	10294															
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Localita' :	Gioia Tauro (RC)		Normativa di riferimento:	Raccomandazioni A.G.I. 1977	data	19/9/16															
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimanecciati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
0,0	0,00		0,00 - 3,00 m: Terreno di riporto costituito da sabbia da medio grossolana ghiaiosa, rossastra, con presenza di ciottoli di natura granitoidi e scarsi frammenti in cls centimetrici, sparsi.	nd	nd									0,00		0,00						23/08/16	0 50 100	0,0
1,0				nd	nd									1,00								INIZIO		1,0
2,0				nd	nd									2,00										2,0
3,0	3,00		3,00 - 11,00 m: Sabbia grossolana da con ghiaia a ghiaiosa, da rossastra a marrone chiaro biancastra. Satura, da moderatamente addensata ad addensata, scarsa frazione fine. La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 3-4 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd									3,00	3,00									3,0
4,0				nd	nd									4,00	4,50									4,0
5,0				nd	nd		4,00	4,55	7					5,00										5,0
6,0				nd	nd		4,50	5,00	12	28				6,00	6,00									6,0
7,0				nd	nd		7,00	7,55	9					7,00	7,50									7,0
8,0				nd	nd		7,50	8,00	13	29				8,00										8,0
9,0				nd	nd									9,00	9,00									9,0
10,0				nd	nd		10,00	10,55	4					10,00	10,50									10,0
11,0	11,00		11,00 - 18,00 m: Sabbie da grossolane debolmente ghiaiose limose a medio-fini limose, da marroncino rossastra a grigiastre con sfumature verdastre. Sature, addensate. da 11,00 a 14,00 grossolane, debolmente ghiaiose, marroncino rossostre	nd	nd									11,00										
12,0				nd	nd									12,00	12,00							23/08/16		12,0
13,0				nd	nd		13,00	13,55	13					13,00										13,0
14,0	14,00		da 14,00 m medio fini limose, grigiastre con sfumature verdastre	nd	nd		13,50	14,00	22	47				14,00	13,50									14,0
15,0				nd	nd									15,00	15,00									15,0
16,0				nd	nd		16,00	16,55	8					16,00	16,50									16,0
17,0				nd	nd		16,50	17,00	14	34				17,00										17,0
18,0	18,00		18,00 - 27,50 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, debolmente limosa, marrone chiaro biancastra. Satura, da addensata a molto addensata verso il basso.	nd	nd									18,00	18,00									18,0
19,0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd		19,00	19,55	10					19,00	19,50									19,0
20,0	20,00			nd	nd		19,50		15	34				20,00										20,0

Note:

GEOstudi srl - Roma

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S5_BNP	F 2 di 2	Data inizio/fine sondaggio 23/08/16 - 24/08/16		Codice	S5_BNP																		
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti – Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 – Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro			Coordinate (UTM33S)	(LAT) 38283276 N (LON) 15546418 E	V.A. n	2072																	
Via San Salvador 3 - 00040 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente			Quota bocc. (Z)	3,15 m		R.P. n.	10294																
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Località :	Gioia Tauro (RC)			Normativa di riferimento: Raccomandazioni A.G.I. 1977		data	19/9/16																	
Scala metrica	Profondità mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica		Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondità battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica		
20.0	20.00		18,00 - 27,50 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, debolmente limosa, marrone chiaro biancastra. Saturata, da addensata a molto addensata verso il basso.		nd	nd										20,00								0	20,0		
21.0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con φmax 1-1,5 cm e φmed 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.		nd	nd											21,00								50	21,0	
22.0					nd	nd			22,00																100	22,0	
23.0					nd	nd			CR7 pvc	22,55	18				5											50	23,0
24.0					nd	nd			22,50		24	54														50	24,0
25.0					nd	nd			Ry	23,00	30															50	25,0
26.0					nd	nd																				50	26,0
27.0					nd	nd			26,50																	50	27,0
28.0	27.50			27,50 - 36,00 m: Sabbia media e medio grossolana, da ghiaiosa a con ghiaia verso il basso aumenta la componente ghiaiosa, colore da grigio chiaro a grigio scuro, saturata, molto addensata. Abbondante presenza di quarzo e minerali femici scuri.		nd	nd			CR8 pvc	27,00	15			6											50	28,0
29.0				da 27,00 a 30,00 m medio grossolana, rossastra per probabile alterazione		nd	nd			27,00		24														50	29,0
30.0				nd	nd			Ry	27,45	32															50	30,0	
31.0				nd	nd																				50	31,0	
32.0	32.00		da 32,00 a 35,00 m grossolana, marrone chiaro.		nd	nd			29,50																50	32,0	
33.0				nd	nd			CR9 pvc	30,00	18															50	33,0	
34.0				nd	nd			30,00		30	59														50	34,0	
35.0	35.00		da 35,00 m grossolana, ghiaiosa, grigiastra		nd	nd			SPT 9	30,45															50	35,0	
36.0	36.00	Fondo Foro			nd	nd			32,50																50	36,0	
37.0					nd	nd			CR10 pvc	33,00	16			7											50	37,0	
38.0					nd	nd			33,00		24														50	38,0	
39.0					nd	nd			Ry	33,45	27														50	39,0	
40.0					nd	nd																			50	40,0	
Note:																						24/08/16 FINE PERFORAZIONE		GEOstudi srl - Roma			

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S5_BNP



SONDAGGIO S5_BNP- POSTAZIONE



Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S5_BNP



'CASSETTA N°1 DA 0,00 A 5,00 m



'CASSETTA N°2 DA 5,00 A 10,00 m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S5_BNP



'CASSETTA N°3 DA 10,00 A 15,00m



'CASSETTA N°4 DA 15,00 A 20,00m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S5_BNP



'CASSETTA N°5 DA 20,00 A 25,00m



'CASSETTA N°6 DA 25,00 A 30,00m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S5_BNP



'CASSETTA N°7 DA 30,00 A 35,00m



'CASSETTA N°7 DA 30,00 A 35,00m

GEOstudi srl		Sondaggio n.	S6_BNP	F 1 di 2	Data inizio/fine sondaggio	08/09/16 - 09/09/16	Codice	S6_BNP																
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 - Prove su terre e rocce (settori A e B)		Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro		Coordinate (UTM 33S)	(LAT) 38283772 N (LON) 15545991 E	V.A. n.	2072																
Via San Salvador 3 - 00071 Pomezia (Roma)		Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente		Quota bocc. (Z)	3,30 m	R.P. n.	10295																
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it		Localita' :	Gioia Tauro (RC)		Normativa di riferimento:	Raccomandazioni A.G.I. 1977	data	19/9/16																
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica	Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondita' battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica
0,0	0,00		0,00 - 3,50 m: Terreno di riporto costituito da sabbia da medio grossolana ghiaiosa, rossastra, con presenza di ciottoli di natura granitoidie e scarsi frammenti in cls centimetrici, sparsi.	nd	nd									0,00		0,00		0,00				08/09/16 INIZIO PERFORAZIONE	0 50 100	0,0
1,0				nd	nd									1,00										1,0
2,0				nd	nd									2,00										2,0
3,0				nd	nd									3,00	3,00									3,0
4,0	3,50		3,50 - 14,00 m: Sabbia grossolana da ghiaiosa a con ghiaia, da rossastra a marrone chiaro giallastra verso il basso. Saturata, da moderatamente addensata ad addensata, scarsa frazione fine.	nd	nd									4,00										4,0
5,0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 2-3 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd									5,00										5,0
6,0				nd	nd									6,00	6,00									6,0
7,0				nd	nd									7,00										7,0
8,0				nd	nd									8,00	7,50									8,0
9,0			Da 9,00 a 14,00 m sabbia grossolana debolmente ghiaiosa marrone chiaro giallastra.	nd	nd									9,00	9,00									9,0
10,0				nd	nd									10,00										10,0
11,0				nd	nd									11,00										11,0
12,0				nd	nd									12,00	12,00									12,0
13,0				nd	nd									13,00										13,0
14,0	14,00		15,00 - 16,50 m: Sabbia da medio-fine a grossolana da limosa a debolmente limosa, debolmente ghiaiosa verso il basso, marroncino chiaro con sfumature verdastre. Saturata, addensata.	nd	nd									14,00										14,0
15,0				nd	nd									15,00	15,00									15,0
16,0				nd	nd									16,00										16,0
17,0	16,50		16,50 - 25,50 m: Sabbia grossolana ghiaiosa, marrone chiaro giallastra, con sfumature rossastra. Saturata, addensata.	nd	nd									17,00	16,50									17,0
18,0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino giallastra.	nd	nd									18,00	18,00							08/09/16 09/09/16		18,0
19,0				nd	nd									19,00										19,0
20,0	20,00			nd	nd									19,50										20,0
		Note:												20,00										20,0

GEOstudi srl			Sondaggio n.	S6_BNP	F 2 di 2	Data inizio/fine sondaggio 08/09/16 - 09/09/16		Codice	S6_BNP																			
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti – Servizio Tecnico Centrale - D.P.R. n. 380/2001, Art. 59 Autorizzazione N. 4744 – Prove su terre e rocce (settori A e B)			Committente	Autorità Portuale Gioia Tauro			Coordinate (UTM33S)	(LAT) 38283772 N (LON) 15545991 E	V.A. n	2072																		
Via San Salvador 3 - 00040 Pomezia (Roma)			Progetto :	Indagini Banchina Nord di Ponente			Quota bocc. (Z)	3,30 m		R.P. n.	10295																	
Tel/Fax 0691603360-0691603317 - email GEOSTUDI@fastwebnet.it			Località :	Gioia Tauro (RC)			Normativa di riferimento: Raccomandazioni A.G.I. 1977		data	19/9/16																		
Scala metrica	Profondità mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica-geotecnica			Pocket Kg/cm ²	Vane Test	Campioni Indisturbati	Campioni Rimanecciati	Prove SPT (Ry - pc)	Numero di Colpi	NSPT	Quota falda dal p.c.	RQD %	Cassetta n.	Profondità battute	Prof. rivestimento	Riempimento	INSTALLAZIONE	Strumentazione	Sist. di perforazione	Rivestimento	Fluido di perforazione	Produzione	% carotaggio	Scala metrica		
20.0	20.00		16,50 - 25,50 m: Sabbia grossolana ghiaiosa, marrone chiaro giallastra, con sfumature rossastre. Saturata, addensata.	nd	nd												20,00							0	50	100	20.0	
21.0			La componente grossolana è costituita da ghiaia eterometrica con ϕ_{max} 1-1,5 cm e ϕ_{med} 0,2 - 0,4 cm, estremamente arrotondata di natura prevalentemente granitica, colore marroncino biancastra.	nd	nd												21,00										21.0	
22.0				nd	nd																							22.0
23.0				nd	nd																							23.0
24.0				nd	nd																							24.0
25.0				nd	nd																							25.0
26.0	25,50			25,50 - 30,00 m: Sabbia media e medio grossolana, da ghiaiosa a con ghiaia, verso il basso aumenta la componente ghiaiosa, colore da grigio chiaro giallastro, saturata, da addensata a molto addensata verso il basso. Abbondante presenza di quarzo e minerali femaili scuri.	nd	nd																						26.0
27.0				nd	nd																							27.0
28.0				nd	nd																							28.0
29.0				nd	nd																							29.0
30.0	30,00 Fondo Foro			nd																							30.0	
31.0				nd																							31.0	
32.0				nd																							32.0	
33.0				nd																							33.0	
34.0				nd																							34.0	
35.0				nd																							35.0	
36.0				nd																							36.0	
37.0				nd																							37.0	
38.0				nd																							38.0	
39.0				nd																							39.0	
40.0				nd																							40.0	

Note:

GEOstudi srl - Roma

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S6_BNP



SONDAGGIO S6_BNP- POSTAZIONE



Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S6_BNP



'CASSETTA N°1 DA 0,00 A 5,00 m



'CASSETTA N°2 DA 5,00 A 10,00 m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S6_BNP



'CASSETTA N°3 DA 10,00 A 15,00m



'CASSETTA N°4 DA 15,00 A 20,00m

Committente
Cantiere

Autorità Portuale Gioia Tauro
Banchina Nord di Ponente - Porto di Gioia Tauro (Rc)

sondaggio S6_BNP



'CASSETTA N°5 DA 20,00 A 25,00m

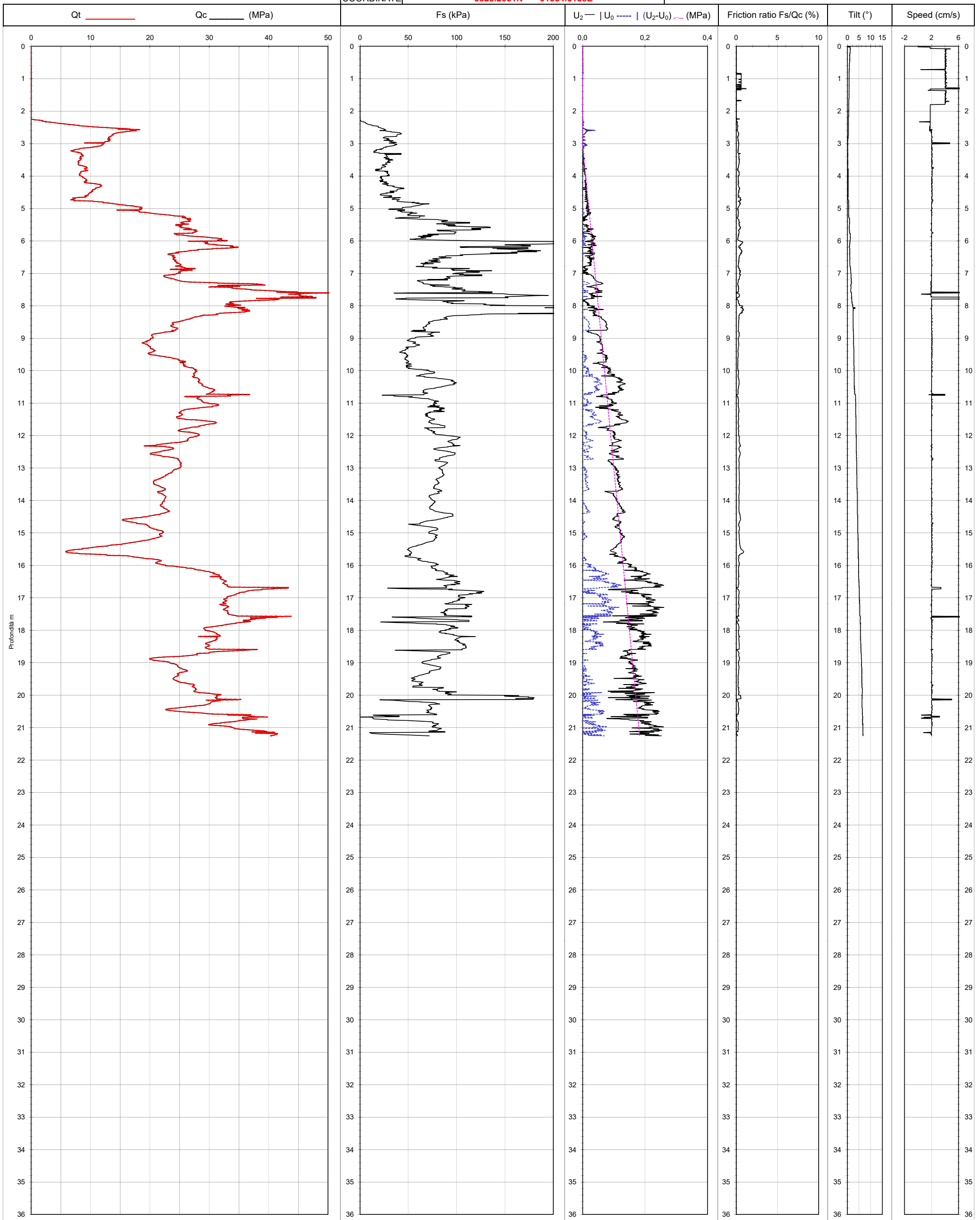


'CASSETTA N°6 DA 25,00 A 30,00m

**ALLEGATO 5 : GRAFICI DELLE PROVE PENETROMETRICHE
STATICHE CON PIEZOCONO
E PIEZOCONO SISMICO**

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO - NORMA : ASTM D3441/86-D5778

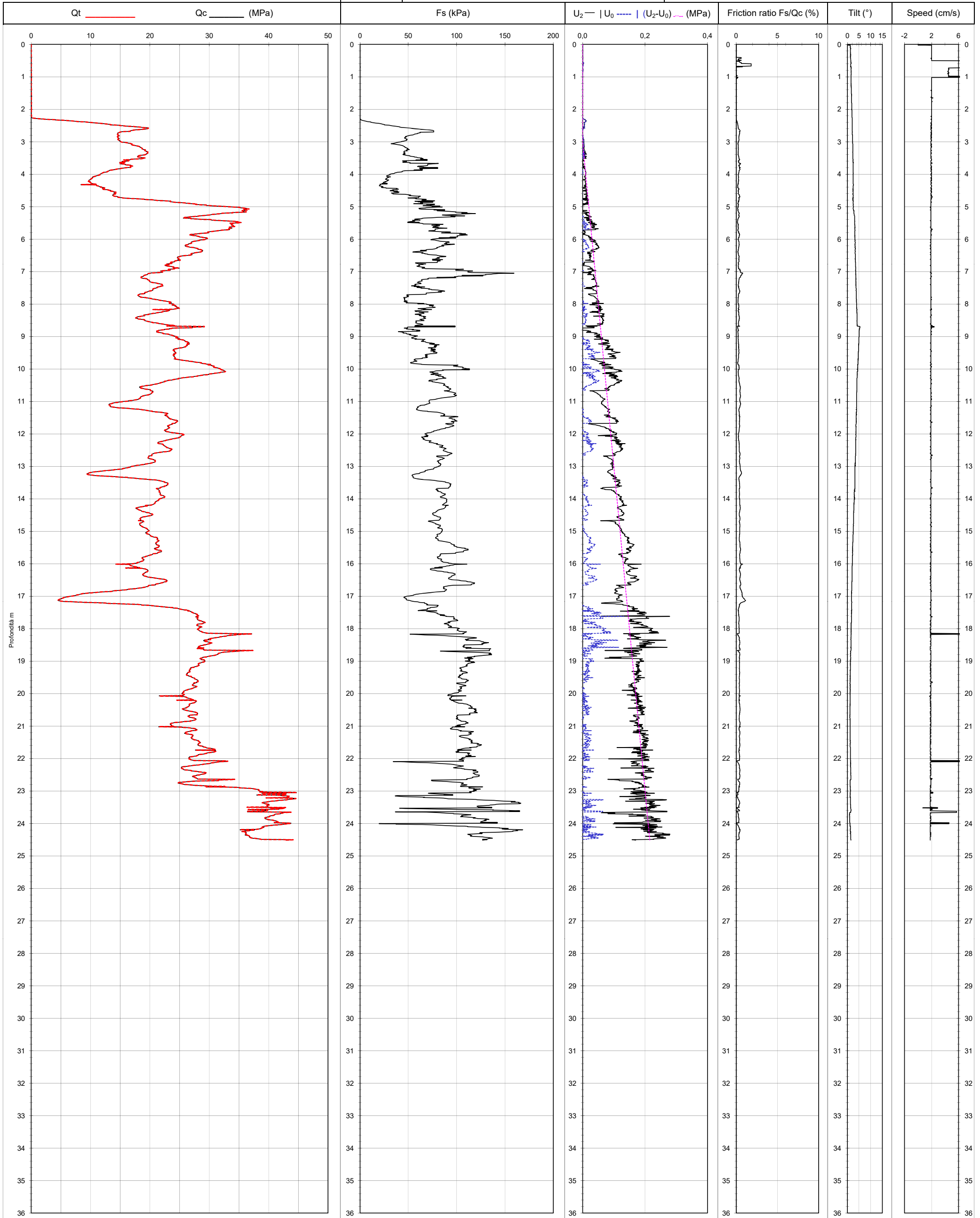
GEOstudi srl Via San Salvador 3 - Pomezia (RM) Tel/Fax 0691603360 - 17	Committente Cantiere	Aut Portuale G. Tauro Banc N di Ponente	Prova n. Rapp. Di Prova	P1 10279	del 30/08/2016 del 31/08/2016	V. Accet. N. Falda da pc (m)	2072 3,00	UBICAZIONE Prova	Banc N di Ponente P1
	Penetrometro	PAGANI TG 20 t Punta standard n	MKJ456	A factor	0,8	Frequenza misure	1 cm	Setto poroso dietro al cono	
	COORDINATE		3828.2031N	01554.6158E					



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO - NORMA : ASTM D3441/86-D5778

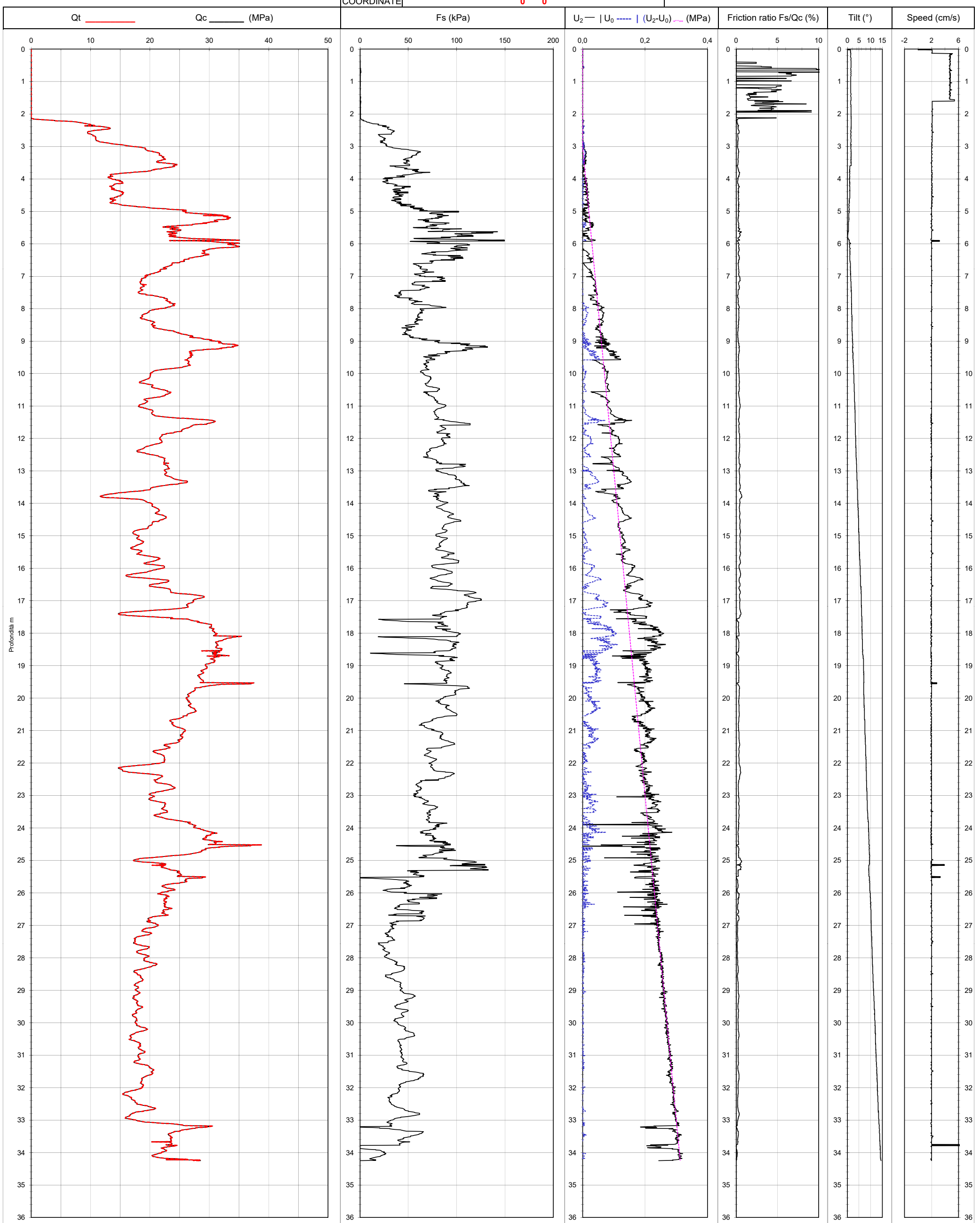
GEOstudi srl Via San Salvador 3 - Pomezia (RM) Tel/Fax 0691603360 - 17	Committente	Aut Portuale G. Tauro	Prova n.	P3	del	31/08/2016	V. Accet. N.	2072	UBICAZIONE	Banc N di Ponente
	Cantiere	Banc N di Ponente	Rapp. Di Prova	10280	del	31/08/2016	Falda da pc (m)	3,00	Prova	P3
	Penetrometro	PAGANI TG 20 t	Punta standard n	MKJ456	A factor		0,8	Frequenza misure	1 cm	Setto poroso dietro al cono

COORDINATE **3828.2536N 01554.6197E**



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO - NORMA : ASTM D3441/86-D5778

GEOstudi srl Via San Salvador 3 - Pomezia (RM) Tel/Fax 0691603360 - 17	Committente Cantiere	Aut Portuale G. Tauro Banc N di Ponente	Prova n. Rapp. Di Prova	P4 10281	del 30/08/2016 del 31/08/2016	V. Accet. N. Falda da pc (m)	2072 3,00	UBICAZIONE Prova	Banc N di Ponente P4
	Penetrometro	PAGANI TG 20 t Punta standard n	MKJ456	A factor 0,8	Frequenza misure 1 cm	Setto poroso dietro al cono			
	COORDINATE		0 0						



SEISMIC PIEZOCONE TEST - ASTM D3441/86-D5778

GEOSTUDI srl
Via San Salvador 3 - 00040 Pomezia Roma

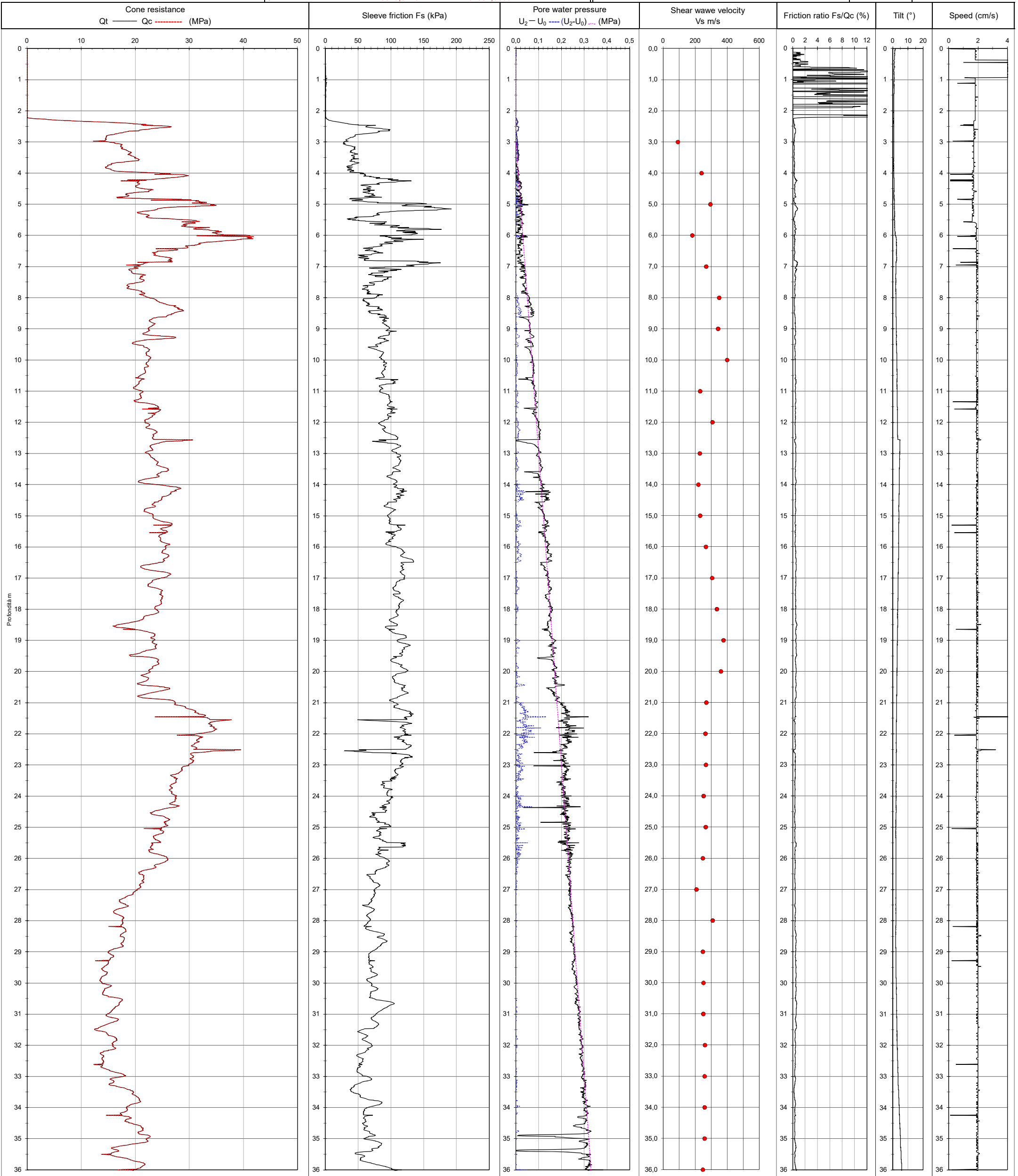
Cliente Aut Portuale G. Tauro
Cantiere Banc N di Ponente
Penetrometro PAGANI TG 20 t

Data prova date 31/08/2016
Stampa date 08/09/2016
Falda da pc m 3,00

V.A. 2072
Cone code MKJ456
A factor 0,8
Distanza geonica 0,5
Filtro permeabile dietro il cono
Frequenza campione 1 cm

TEST P5 sismica
CERTIFICATO 10282

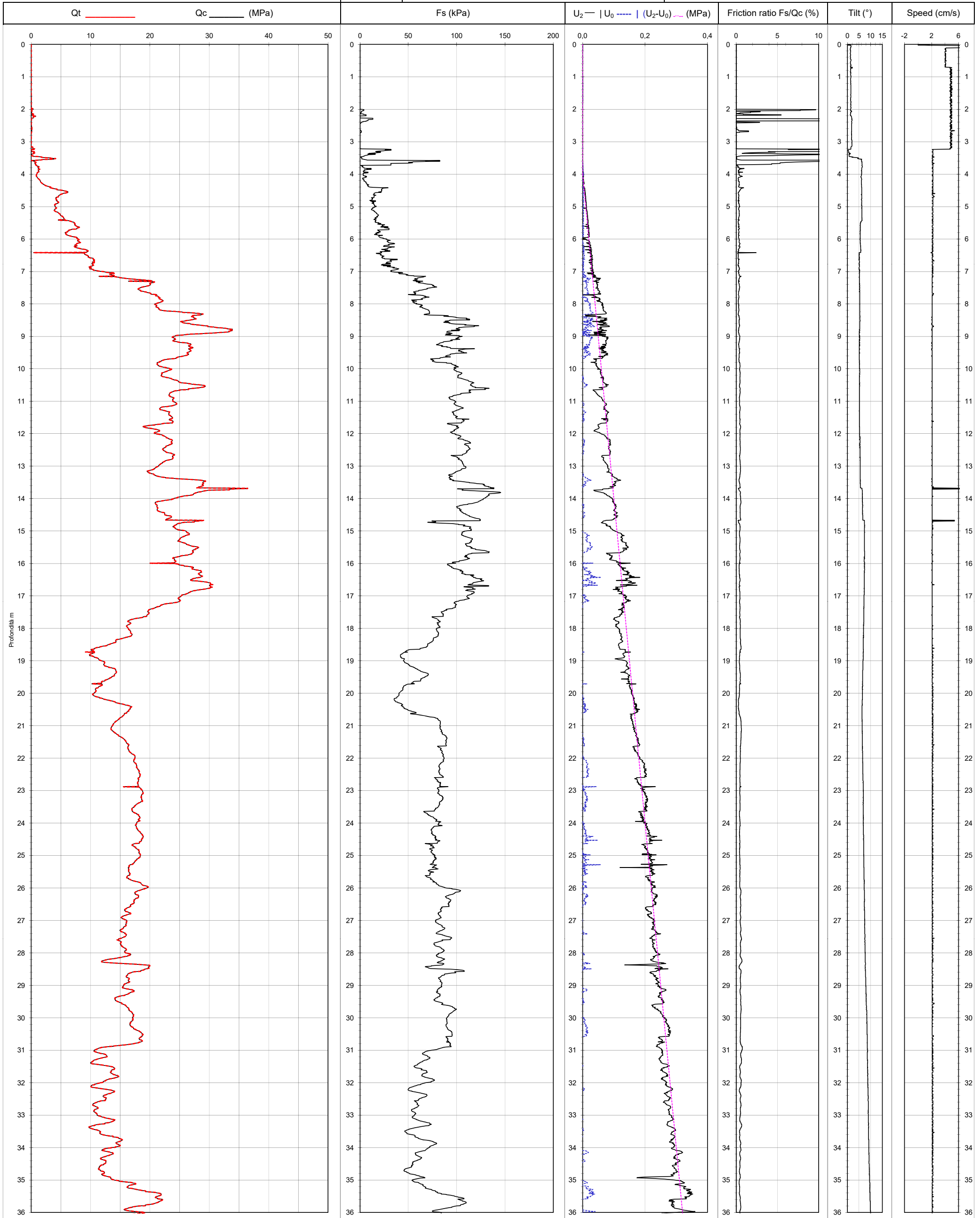
Coordinate 3828.3173 N 01554.6066 E



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO - NORMA : ASTM D3441/86-D5778

GEOstudi srl Via San Salvador 3 - Pomezia (RM) Tel/Fax 0691603360 - 17	Committente	Aut Portuale G. Tauro	Prova n.	P6	del	01/09/2016	V. Accet. N.	2072	UBICAZIONE	Banc N di Ponente
	Cantiere	Banc N di Ponente	Rapp. Di Prova	10283	del	01/09/2016	Falda da pc (m)	4,00	Prova	P6
	Penetrometro	PAGANI TG 20 t	Punta standard n	MKJ456	A factor	0,8	Frequenza misure	1 cm	Setto poroso dietro al cono	

COORDINATE **3828.3882N 01554.5836E**



GEOstudi srl

ALLEGATO 6 : PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Commessa n. 63-16 R. prova **10288** del 12/09/2016

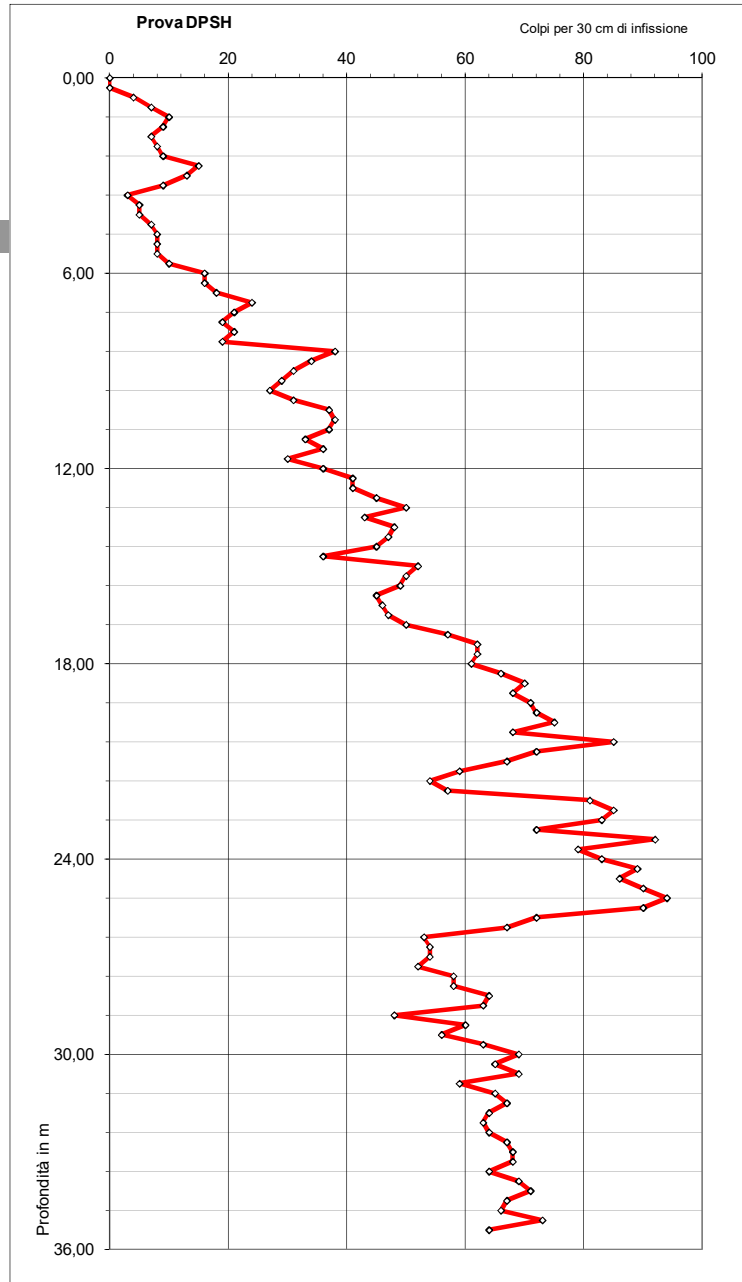
Verbale di accettazione n. 2072

Dati generali

Committente: Aut Portuale Gioia Tauro
 Località Porto di Gioia Tauro
 Opera : Banchina Nord di Ponente
 Ubicazione **DPSH 2**
 Data prova 06-set-16

Dati Prova

Profondità	Numero colpi	Profondità	Numero colpi	Profondità	Numero colpi
0,00	0	12,90	45	25,80	72
0,30	0	13,20	50	26,10	67
0,60	4	13,50	43	26,40	53
0,90	7	13,80	48	26,70	54
1,20	10	14,10	47	27,00	54
1,50	9	14,40	45	27,30	52
1,80	7	14,70	36	27,60	58
2,10	8	15,00	52	27,90	58
2,40	9	15,30	50	28,20	64
2,70	15	15,60	49	28,50	63
3,00	13	15,90	45	28,80	48
3,30	9	16,20	46	29,10	60
3,60	3	16,50	47	29,40	56
3,90	5	16,80	50	29,70	63
4,20	5	17,10	57	30,00	69
4,50	7	17,40	62	30,30	65
4,80	8	17,70	62	30,60	69
5,10	8	18,00	61	30,90	59
5,40	8	18,30	66	31,20	65
5,70	10	18,60	70	31,50	67
6,00	16	18,90	68	31,80	64
6,30	16	19,20	71	32,10	63
6,60	18	19,50	72	32,40	64
6,90	24	19,80	75	32,70	67
7,20	21	20,10	68	33,00	68
7,50	19	20,40	85	33,30	68
7,80	21	20,70	72	33,60	64
8,10	19	21,00	67	33,90	69
8,40	38	21,30	59	34,20	71
8,70	34	21,60	54	34,50	67
9,00	31	21,90	57	34,80	66
9,30	29	22,20	81	35,10	73
9,60	27	22,50	85	35,40	64
9,90	31	22,80	83		
10,20	37	23,10	72		
10,50	38	23,40	92		
10,80	37	23,70	79		
11,10	33	24,00	83		
11,40	36	24,30	89		
11,70	30	24,60	86		
12,00	36	24,90	90		
12,30	41	25,20	94		
12,60	41	25,50	90		



Caratteristiche del Penetrometro Statico - Dinamico
PAGANI - TG 73/200

Macchina semovente

Massa battente
 Maglio 73,5 Kg
 Volata 75 cm
 Frequenza colpi 10 al minuto

Punta conica
 Diametro punta 51 mm
 Angolo 60°
 Area di base 20 cmq

Aste in acciaio
 Lunghezza unitaria 1,20 m
 Diametro 34 mm
 Graduazione 30 cm
 Massa unitaria 7,0 Kg
 Massa passiva 0,7 Kg
 Diametro aste rivestimento 48 mm

Motore Diesel Lombardini
 bicilindrico Diesel
 Potenza 50 Hp
 Serbatoio olio idraulico 40 litri

Note: Falda a circa 3 m dal pc

Commessa n. 63-16 R. prova 10289 del 12/09/2016

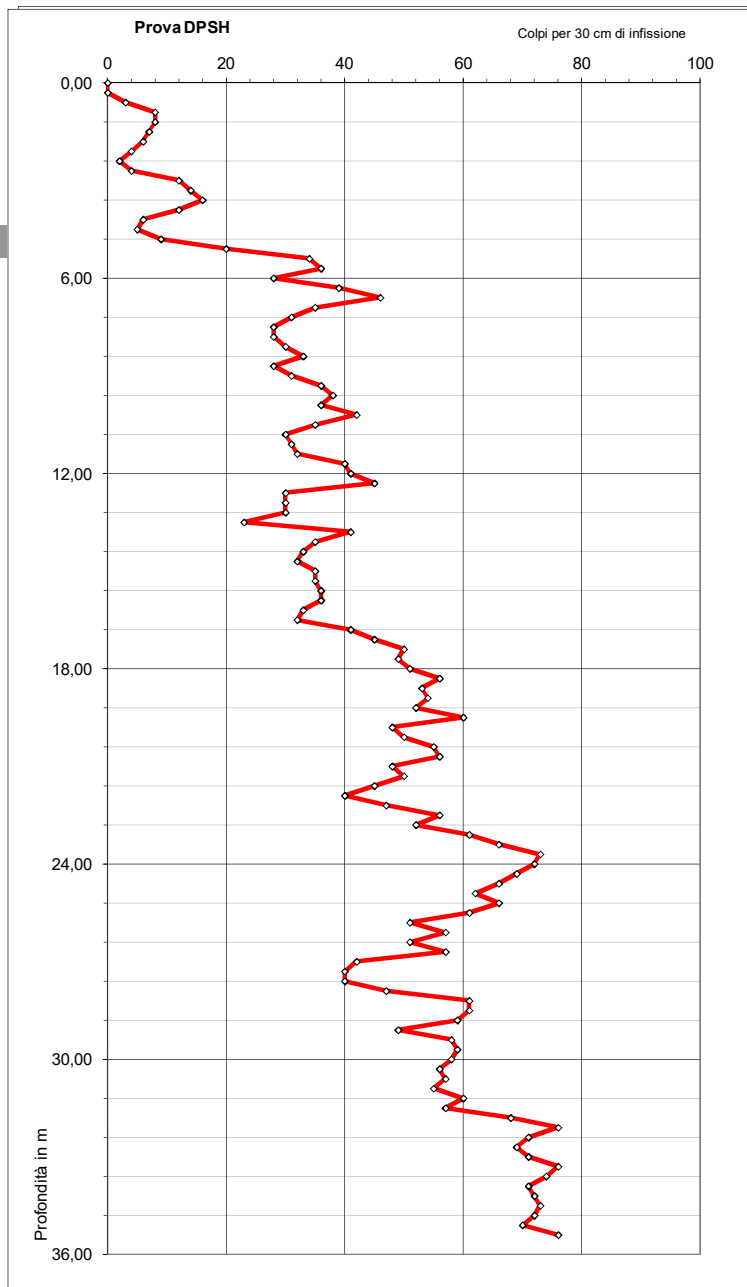
Verbale di accettazione n. 2072

Dati generali

Committente: Aut Portuale Gioia Tauro
 Località Porto di Gioia Tauro
 Opera : Banchina Nord di Ponente
 Ubicazione **DPSH 3**
 Data prova 06-set-16

Dati Prova

Profondità	Numero colpi	Profondità	Numero colpi	Profondità	Numero colpi
0,00	0	12,90	30	25,80	51
0,30	0	13,20	30	26,10	57
0,60	3	13,50	23	26,40	51
0,90	8	13,80	41	26,70	57
1,20	8	14,10	35	27,00	42
1,50	7	14,40	33	27,30	40
1,80	6	14,70	32	27,60	40
2,10	4	15,00	35	27,90	47
2,40	2	15,30	35	28,20	61
2,70	4	15,60	36	28,50	61
3,00	12	15,90	36	28,80	59
3,30	14	16,20	33	29,10	49
3,60	16	16,50	32	29,40	58
3,90	12	16,80	41	29,70	59
4,20	6	17,10	45	30,00	58
4,50	5	17,40	50	30,30	56
4,80	9	17,70	49	30,60	57
5,10	20	18,00	51	30,90	55
5,40	34	18,30	56	31,20	60
5,70	36	18,60	53	31,50	57
6,00	28	18,90	54	31,80	68
6,30	39	19,20	52	32,10	76
6,60	46	19,50	60	32,40	71
6,90	35	19,80	48	32,70	69
7,20	31	20,10	50	33,00	71
7,50	28	20,40	55	33,30	76
7,80	28	20,70	56	33,60	74
8,10	30	21,00	48	33,90	71
8,40	33	21,30	50	34,20	72
8,70	28	21,60	45	34,50	73
9,00	31	21,90	40	34,80	72
9,30	36	22,20	47	35,10	70
9,60	38	22,50	56	35,40	76
9,90	36	22,80	52		
10,20	42	23,10	61		
10,50	35	23,40	66		
10,80	30	23,70	73		
11,10	31	24,00	72		
11,40	32	24,30	69		
11,70	40	24,60	66		
12,00	41	24,90	62		
12,30	45	25,20	66		
12,60	30	25,50	61		



Caratteristiche del Penetrometro Statico - Dinamico
PAGANI - TG 73/200

Macchina semovente

Massa battente
 Maglio 73,5 Kg
 Volata 75 cm
 Frequenza colpi 10 al minuto

Punta conica
 Diametro punta 51 mm
 Angolo 60°
 Area di base 20 cmq

Aste in acciaio
 Lunghezza unitaria 1,20 m
 Diametro 34 mm
 Graduazione 30 cm
 Massa unitaria 7,0 Kg
 Massa passiva 0,7 Kg
 Diametro aste rivestimento 48 mm

Motore Diesel Lombardini
 bicilindrico Diesel
 Potenza 50 Hp
 Serbatoio olio idraulico 40 litri

Note: Falda a circa 3 m dal pc

GEOstudi srl

ALLEGATO 7 : PROVA DOWN HOLE

Data esecuzione	03/09/16	Committente	Autorità Portuale di Gioia Tauro
Sigla sondaggio		Riferimento	Banchina Nord di Ponente - Porto di G.T.
DOWN HOLE GT			

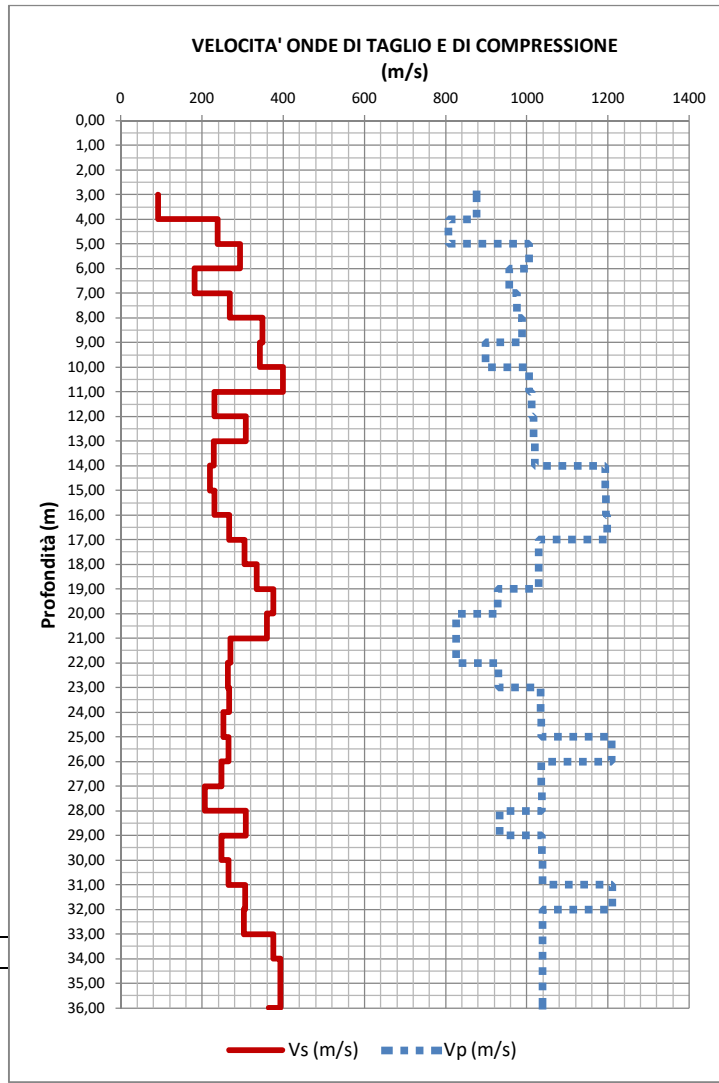
Data 03/09/16

Sigla sondaggio
DOWN HOLE GT

CALCOLO DELLA Vs(30)

Vs(30) m/s	Profilo
261	C

Z (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)
3,00	91	765
4,00	239	877
5,00	294	807
6,00	181	1006
7,00	268	957
8,00	349	976
9,00	342	989
10,00	399	899
11,00	230	1006
12,00	307	1012
13,00	228	1016
14,00	219	1019
15,00	230	1193
16,00	266	1195
17,00	305	1198
18,00	335	1029
19,00	376	1030
20,00	360	928
21,00	269	826
22,00	263	827
23,00	266	931
24,00	252	1035
25,00	265	1035
26,00	247	1209
27,00	207	1036
28,00	308	1037
29,00	247	934
30,00	265	1038
31,00	306	1038
32,00	303	1211
33,00	376	1038
34,00	393	1039
35,00	392	1039
36,00	364	1039

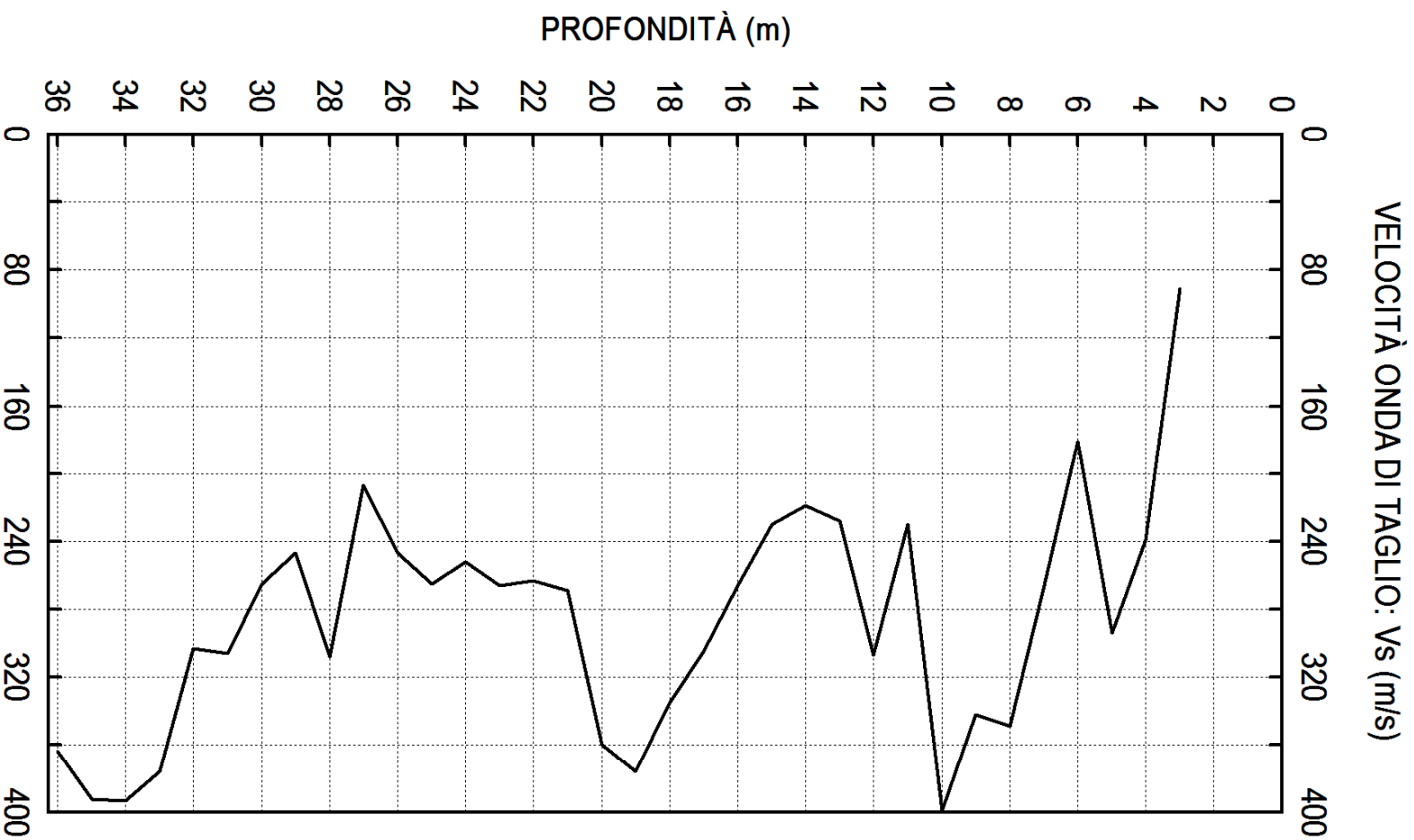


Profondità (m)	GRANDEZZE MISURATE		GRANDEZZE DERIVATE				
	Vp (Km/s)	Vs (Km/s)	v	γ (t/m³)	Edin (Kg/cm²)	Gdin (Kg/cm²)	Kdin (Kg/cm²)
3,0	0,77	0,091	0,49	1,60	404	135	9378
4,0	0,88	0,239	0,46	1,92	3272	1121	13580
5,0	0,81	0,294	0,42	2,00	5022	1764	10939
6,0	1,01	0,181	0,48	1,83	1809	610	18005
7,0	0,96	0,268	0,46	1,97	4198	1440	16426
8,0	0,98	0,349	0,43	2,07	7328	2568	16640
9,0	0,99	0,342	0,43	2,06	7036	2457	17248
10,0	0,90	0,399	0,38	2,12	9484	3443	12870
11,0	1,01	0,230	0,47	1,91	3034	1030	18320
12,0	1,01	0,307	0,45	2,02	5621	1939	18468
13,0	1,02	0,228	0,47	1,91	2979	1011	18726
14,0	0,90	0,219	0,47	1,89	2718	926	14398
15,0	1,19	0,230	0,48	1,91	3052	1030	26326
16,0	1,20	0,266	0,47	1,96	4177	1417	26707
17,0	1,20	0,305	0,47	2,02	5603	1912	26923
18,0	1,03	0,335	0,44	2,05	6765	2348	19001
19,0	1,03	0,376	0,42	2,10	8605	3023	18635
20,0	0,93	0,360	0,41	2,08	7759	2749	14601
21,0	0,83	0,269	0,44	1,97	4184	1452	11755
22,0	0,83	0,263	0,44	1,96	3991	1382	11807
23,0	0,93	0,266	0,46	1,96	4125	1417	15449
24,0	1,03	0,252	0,47	1,94	3697	1259	19533
25,0	1,04	0,265	0,46	1,96	4117	1405	19562
26,0	1,21	0,247	0,48	1,94	3561	1205	27231
27,0	1,04	0,207	0,48	1,87	2420	818	19402
28,0	1,04	0,308	0,45	2,02	5671	1953	19538
29,0	0,93	0,247	0,46	1,94	3523	1205	15600
30,0	1,04	0,265	0,47	1,96	4118	1405	19666
31,0	1,04	0,306	0,45	2,02	5594	1926	19590
32,0	1,21	0,303	0,47	2,01	5528	1885	27590
33,0	1,04	0,376	0,42	2,10	8614	3023	19011
34,0	1,04	0,393	0,42	2,12	9437	3331	18840
35,0	1,04	0,392	0,42	2,11	9387	3312	18853
36,0	1,04	0,364	0,43	2,09	8054	2816	19190

GEOSTUDI SRL
NUOVA BANCHINA

AUTORITA PORT. GIOIA TAURO
PORTO GIOIA TAURO

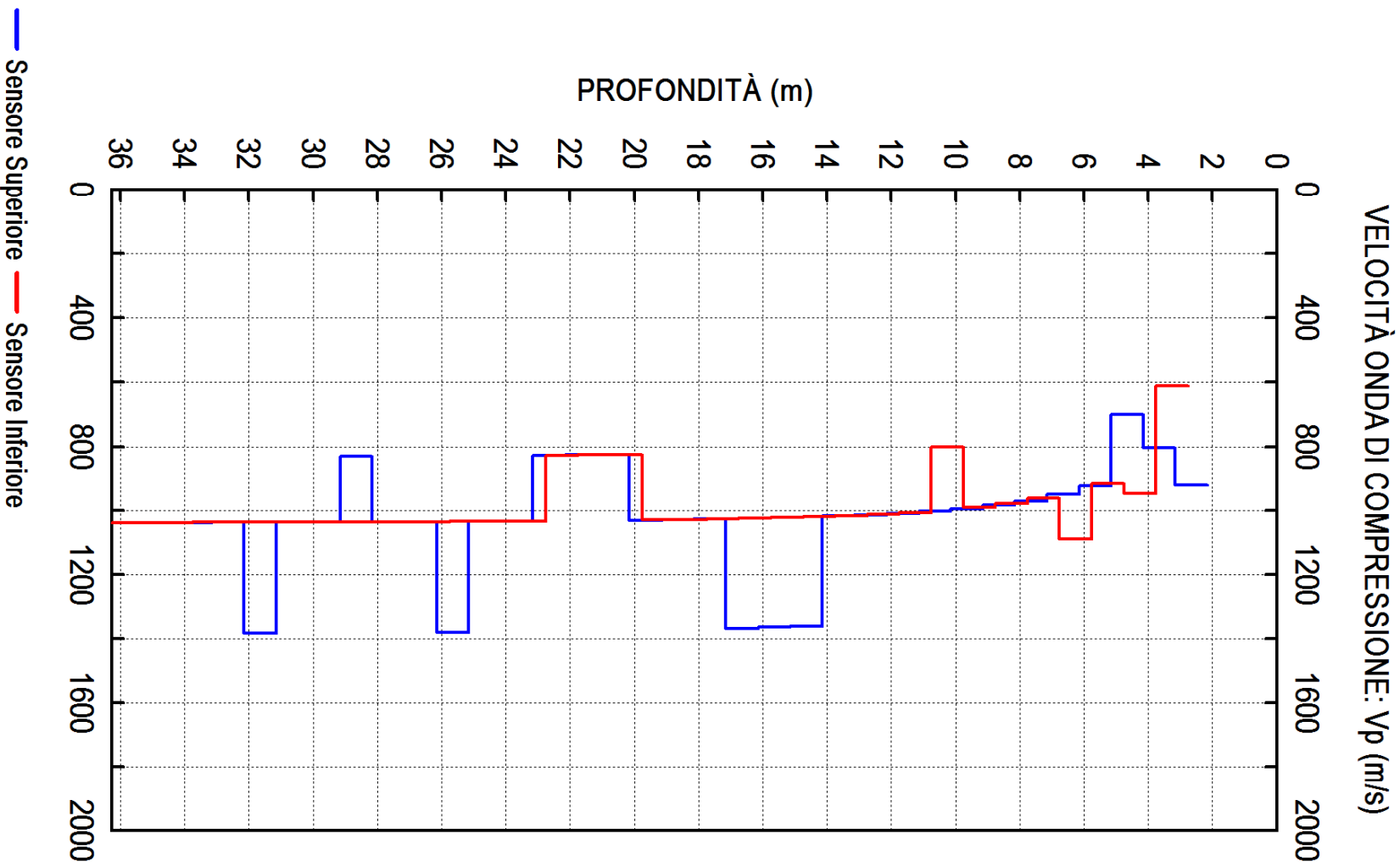
PROVA
DOWNHOLEGT
7 SET 2016



GEOSTUDI SRL
NUOVA BANCHINA

AUTORITA PORT. GIOIA TAURO
PORTO GIOIA TAURO

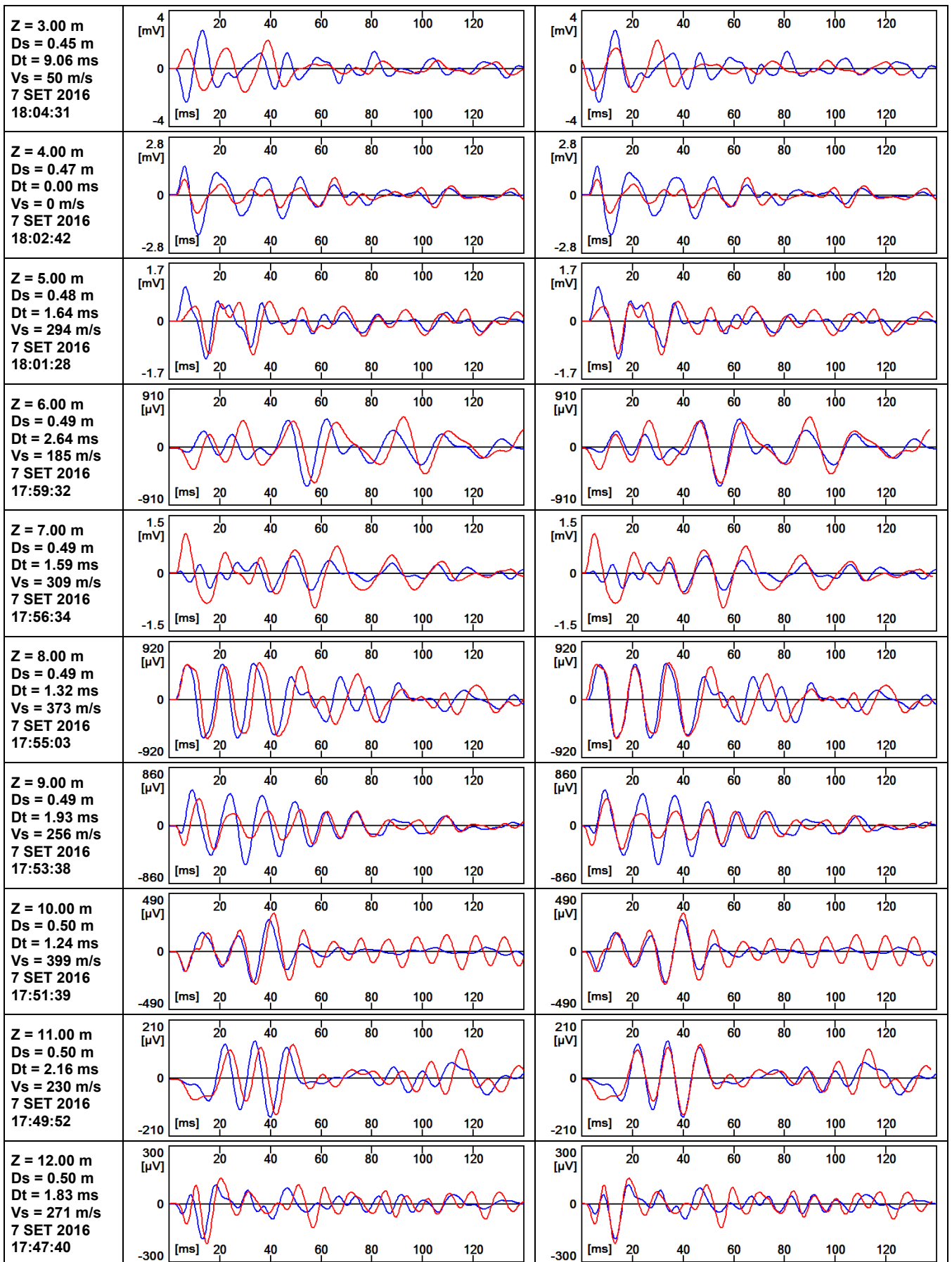
PROVA
DOWNHOLEGT
7 SET 2016



DOWN HOLE GT - Vs

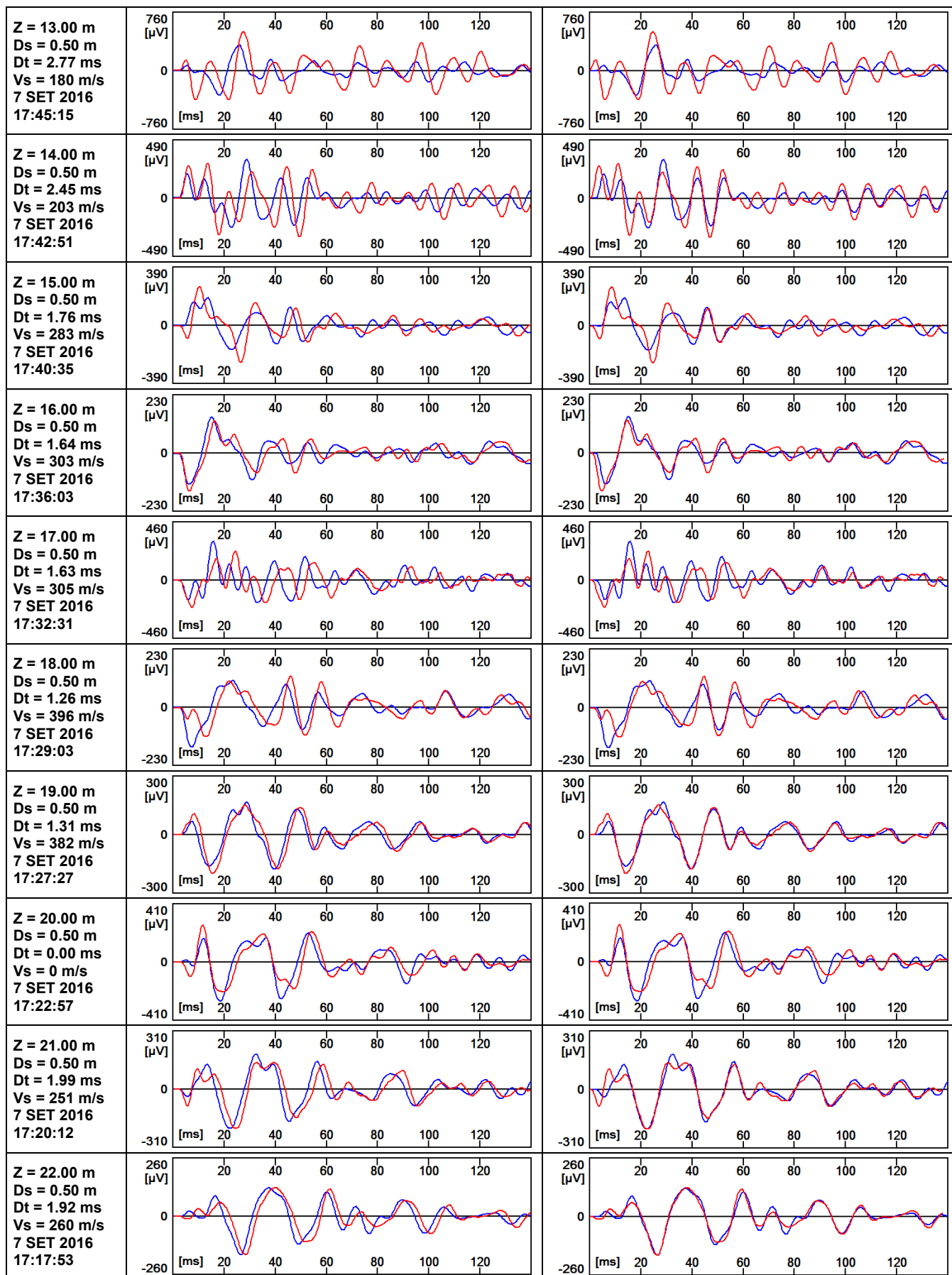
REGISTRATI

RIFASATI



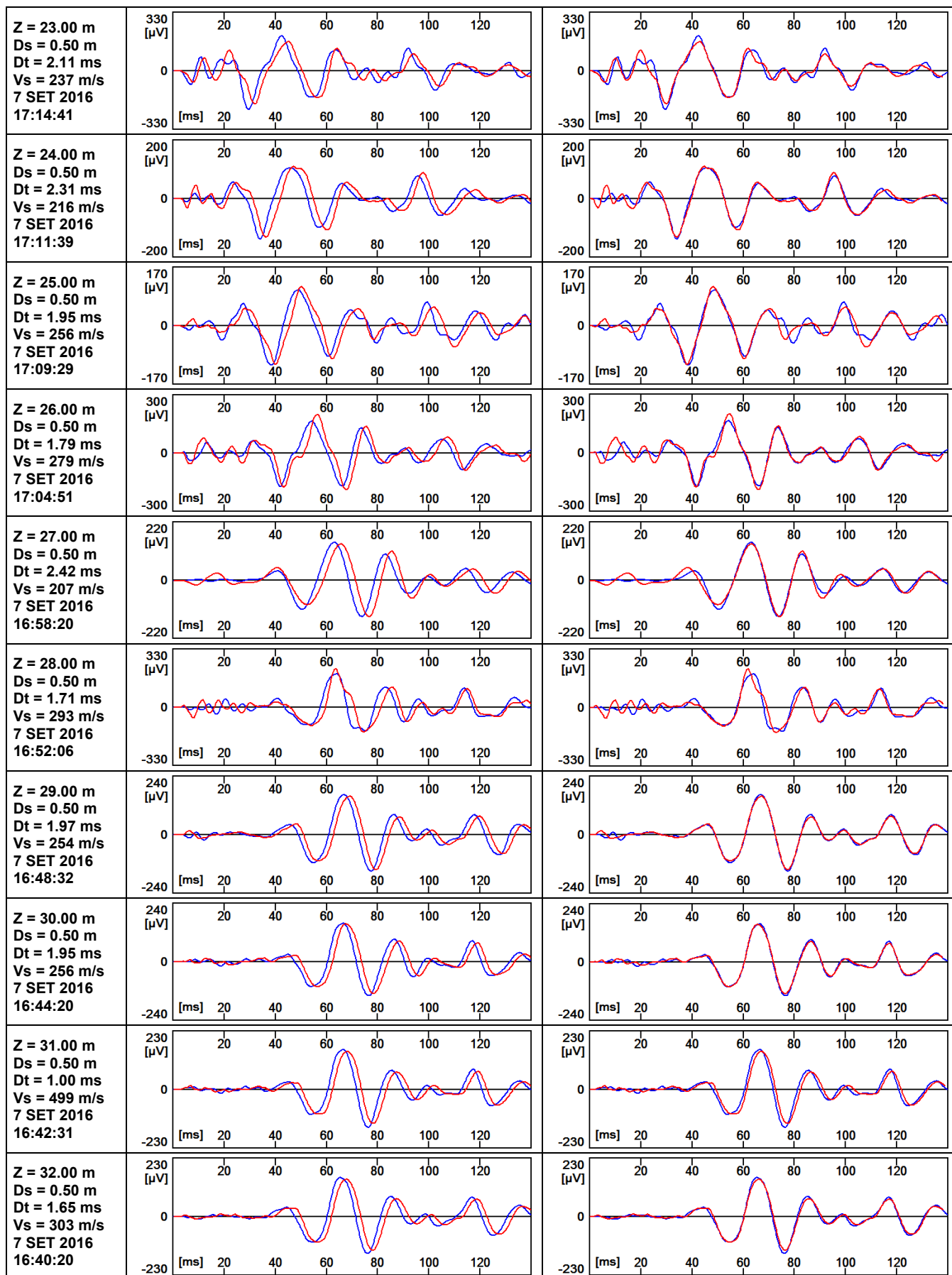
DOWN HOLE GT - Vs REGISTRATI

RIFASATI



DOWN HOLE GT - Vs REGISTRATI

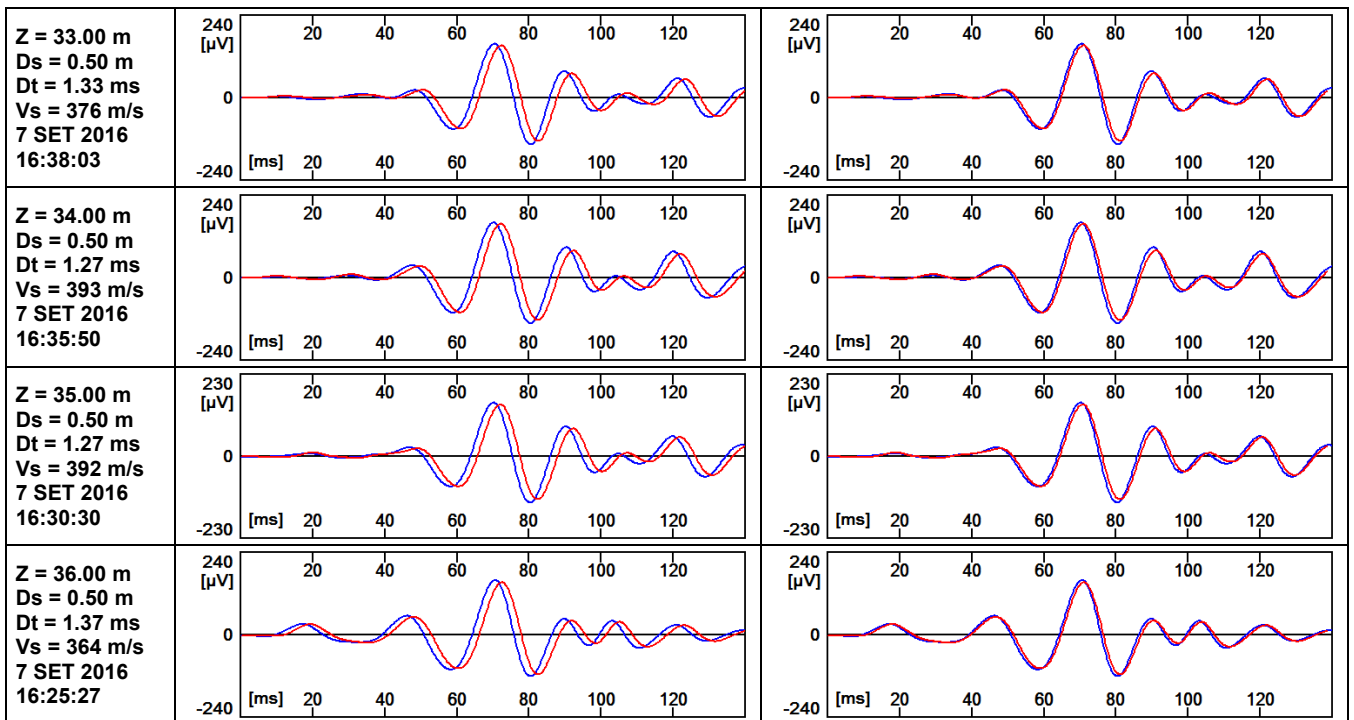
RIFASATI



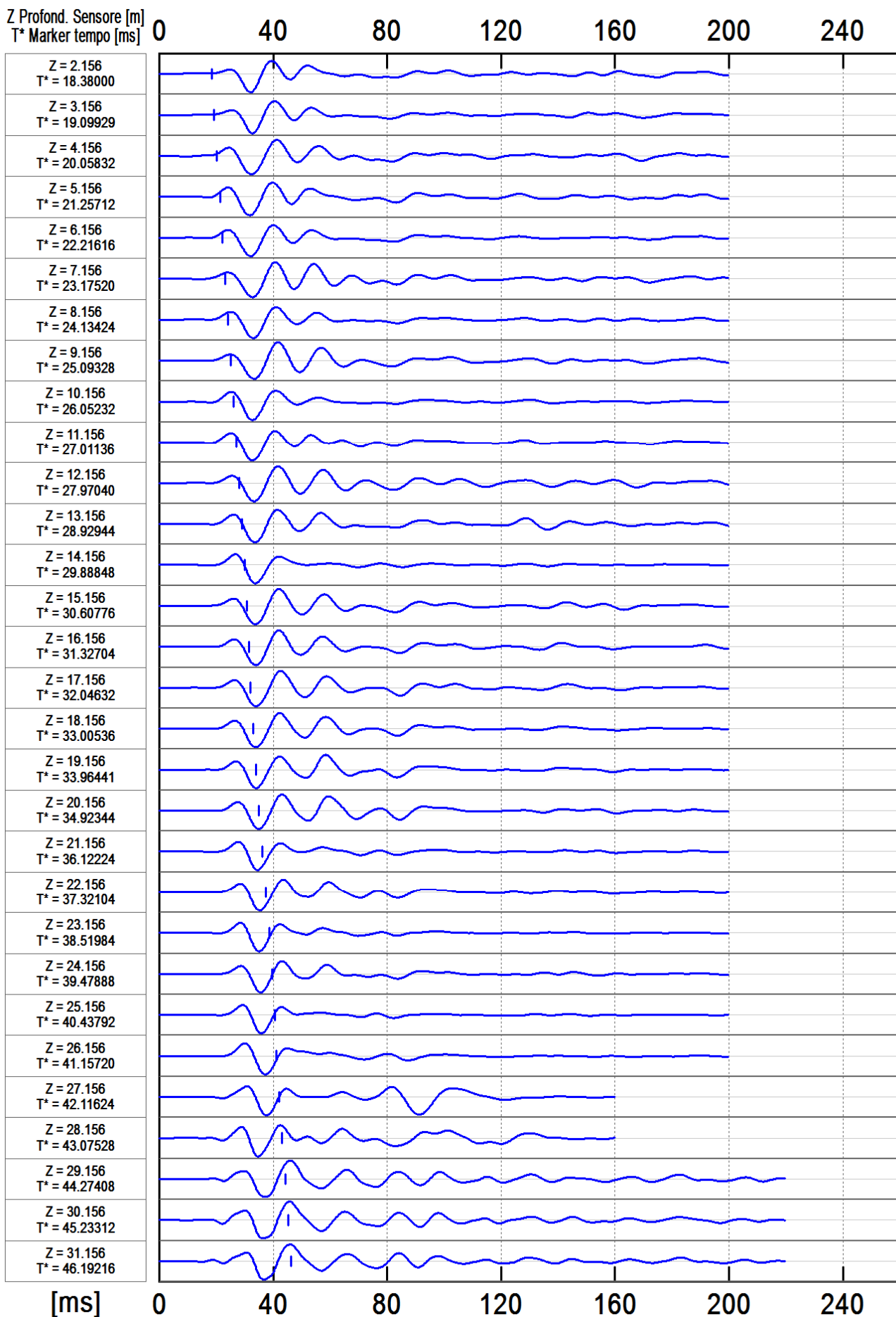
DOWN HOLE GT - Vs

REGISTRATI

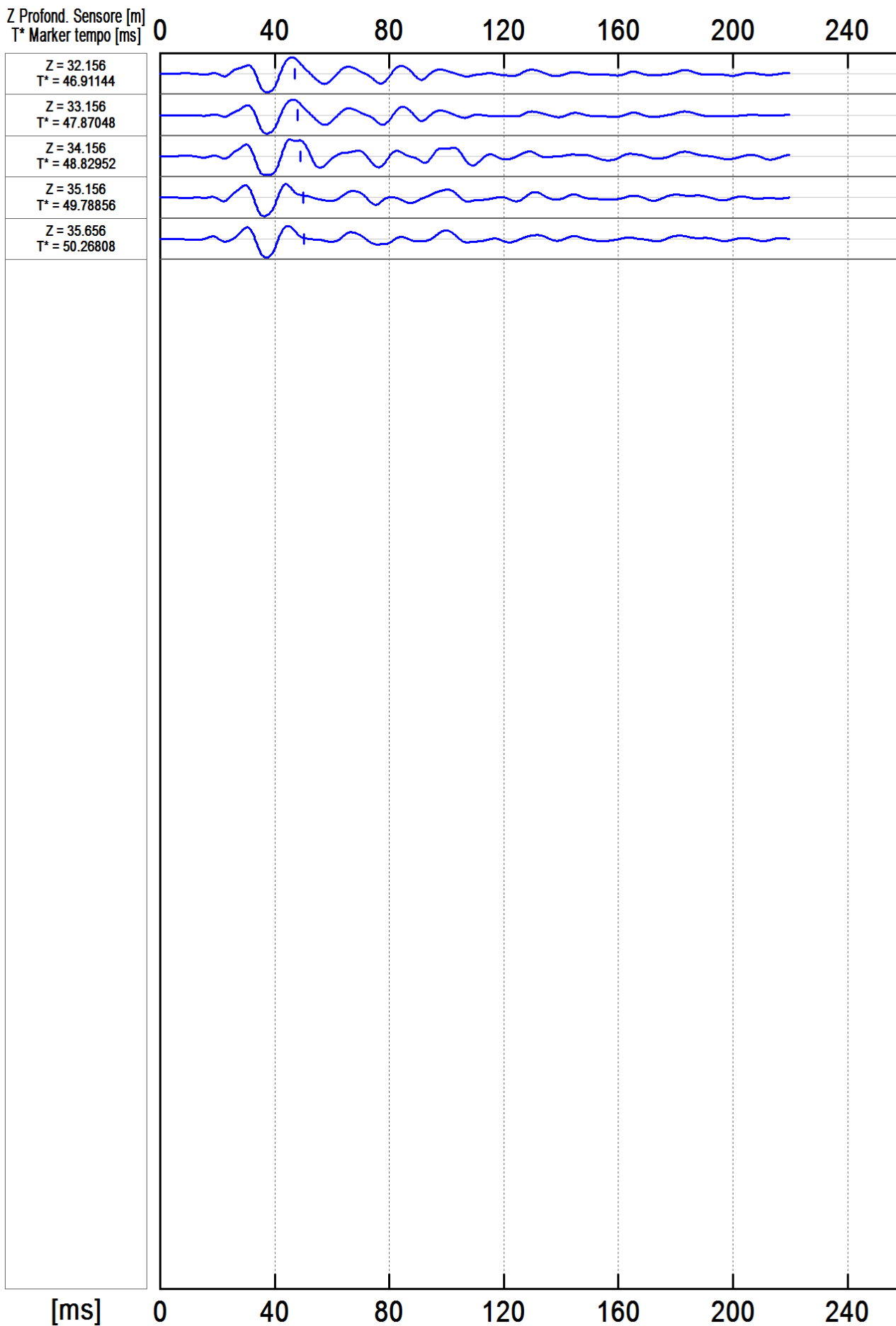
RIFASATI



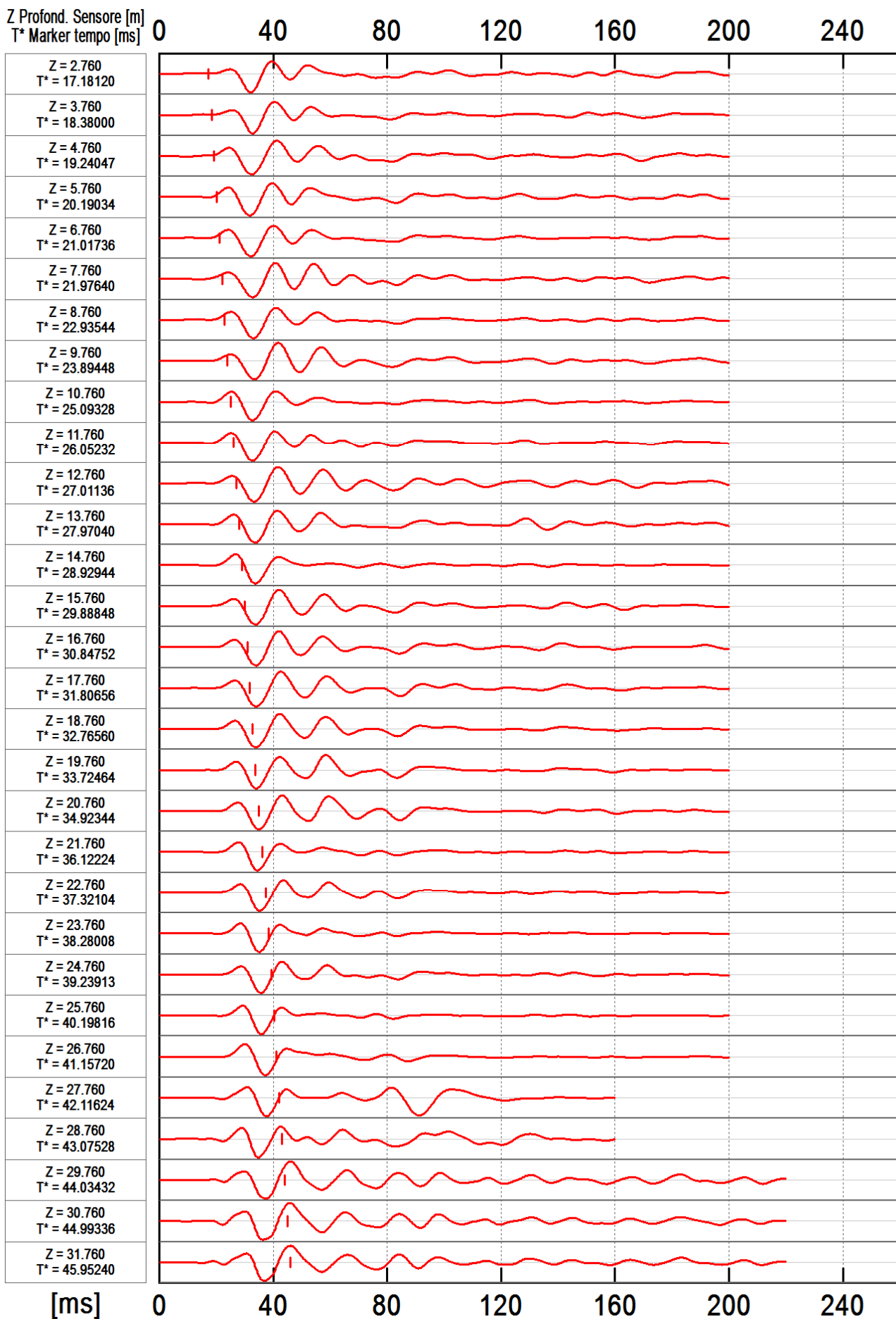
Onde P - Sensore Superiore (DOWN HOLE GT) - Sismogrammi



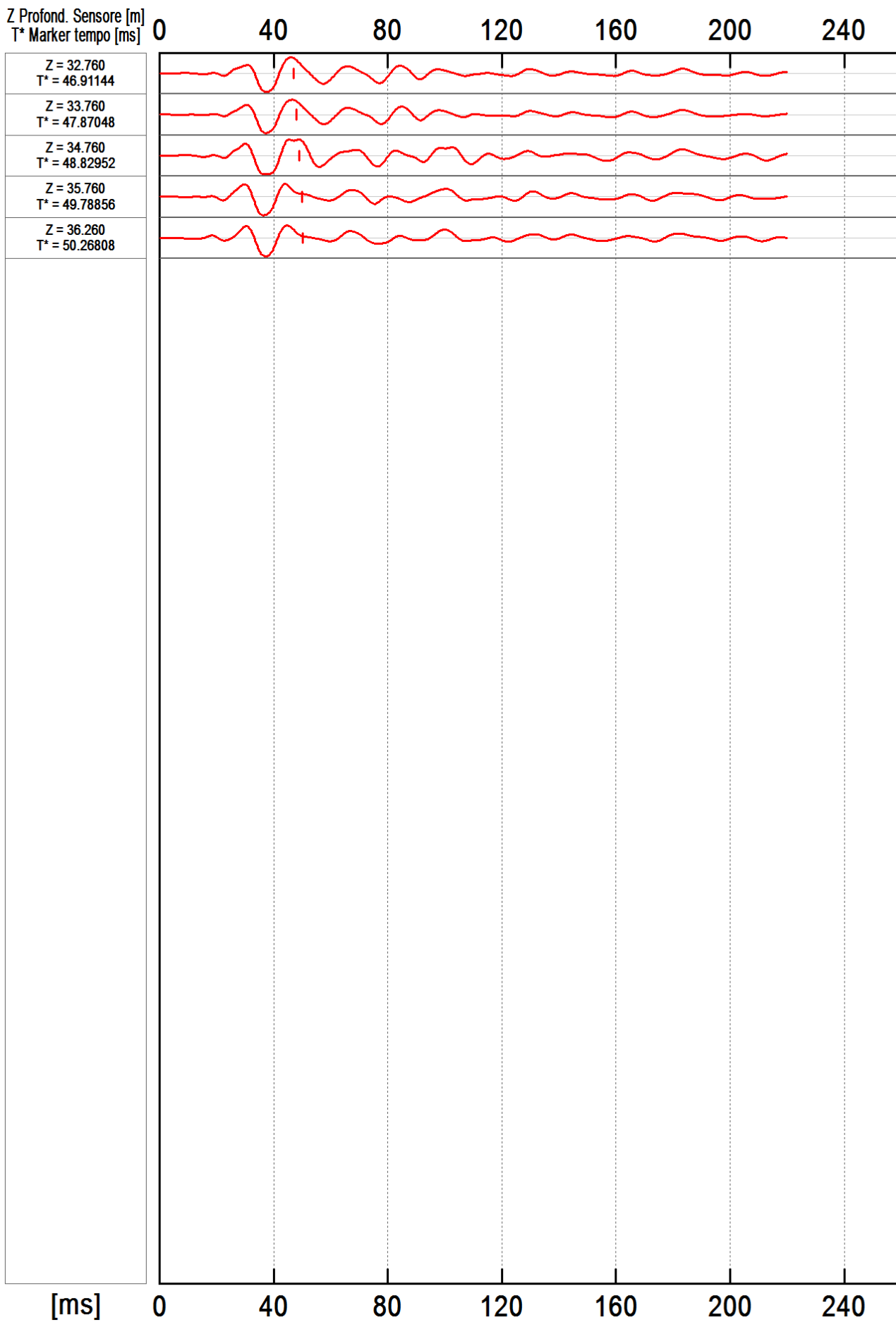
Onde P - Sensore Superiore (DOWN HOLE GT) - Sismogrammi



Onde P - Sensore Inferiore (DOWN HOLE GT) - Sismogrammi



Onde P - Sensore Inferiore (DOWN HOLE GT) - Sismogrammi



GEOstudi srl

ALLEGATO 8 : PROFILI SISMICI MASW

MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale**: onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale**: onda profonda di taglio;
- **L-Love**: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh**: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Dati generali **MASW1**

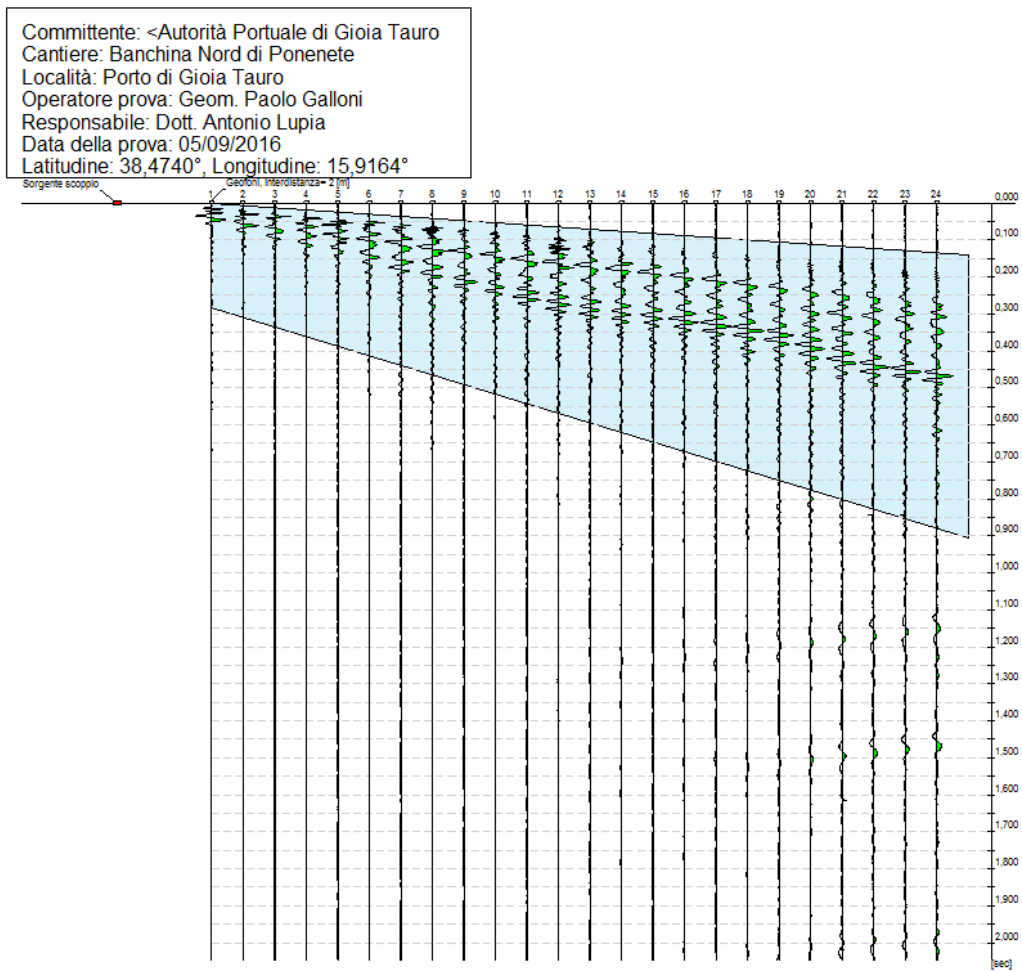
Committente	<Autorità Portuale di Gioia Tauro
Cantiere	Banchina Nord di Ponenete
Località	Porto di Gioia Tauro
Operatore prova	Geom. Paolo Galloni
Responsabile prova	Dott. Antonio Lupia
Zona	Porto di Gioia Tauro
Data della prova	05/09/2016 03:02
Latitudine	38,4740
Longitudine	15,9164

000000
tichette



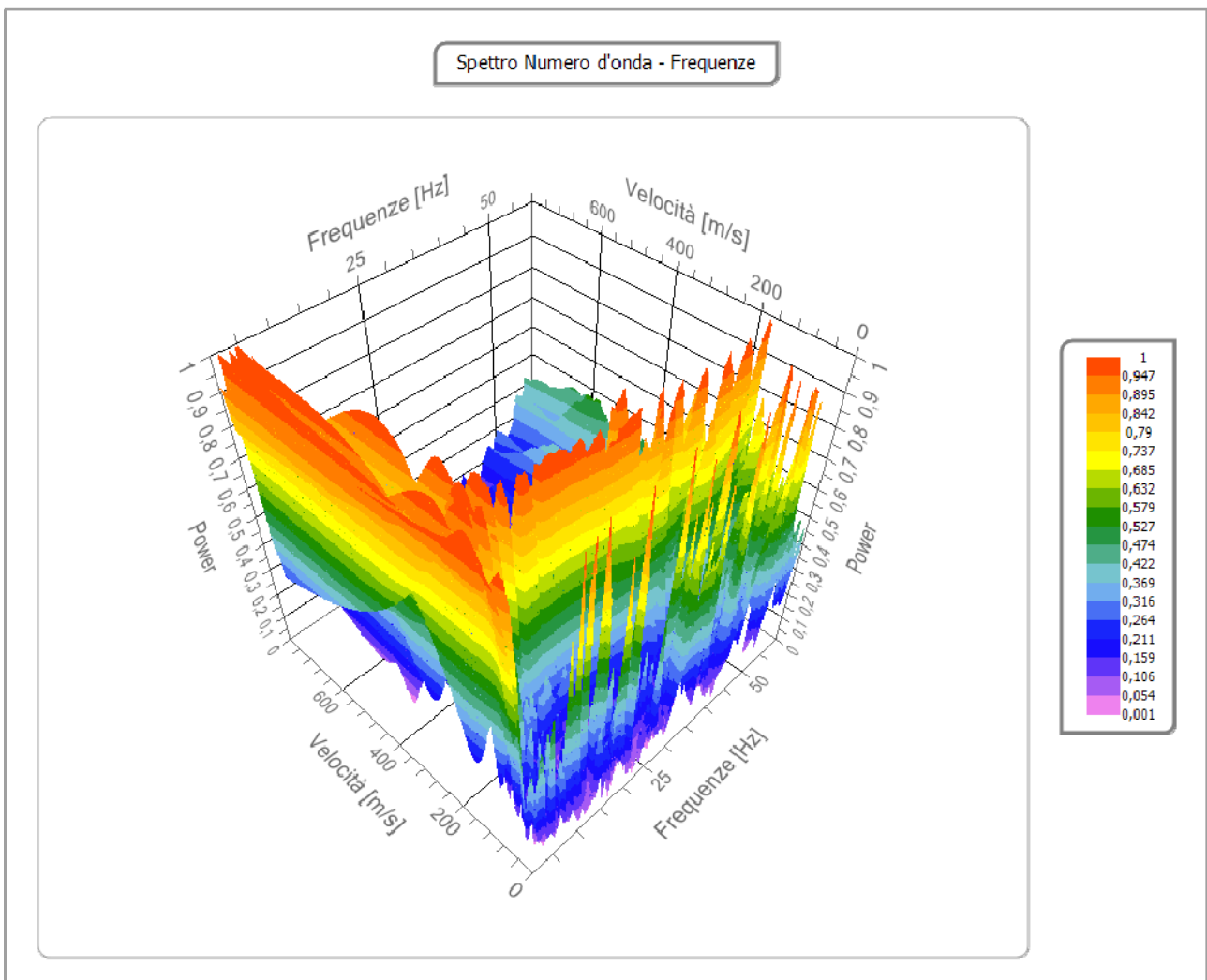
Tracce MASWI

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2048,0
Interdistanza geofoni [m]	2,0
Periodo di campionamento [msec]	1,00



Analisi spettrale MASW1

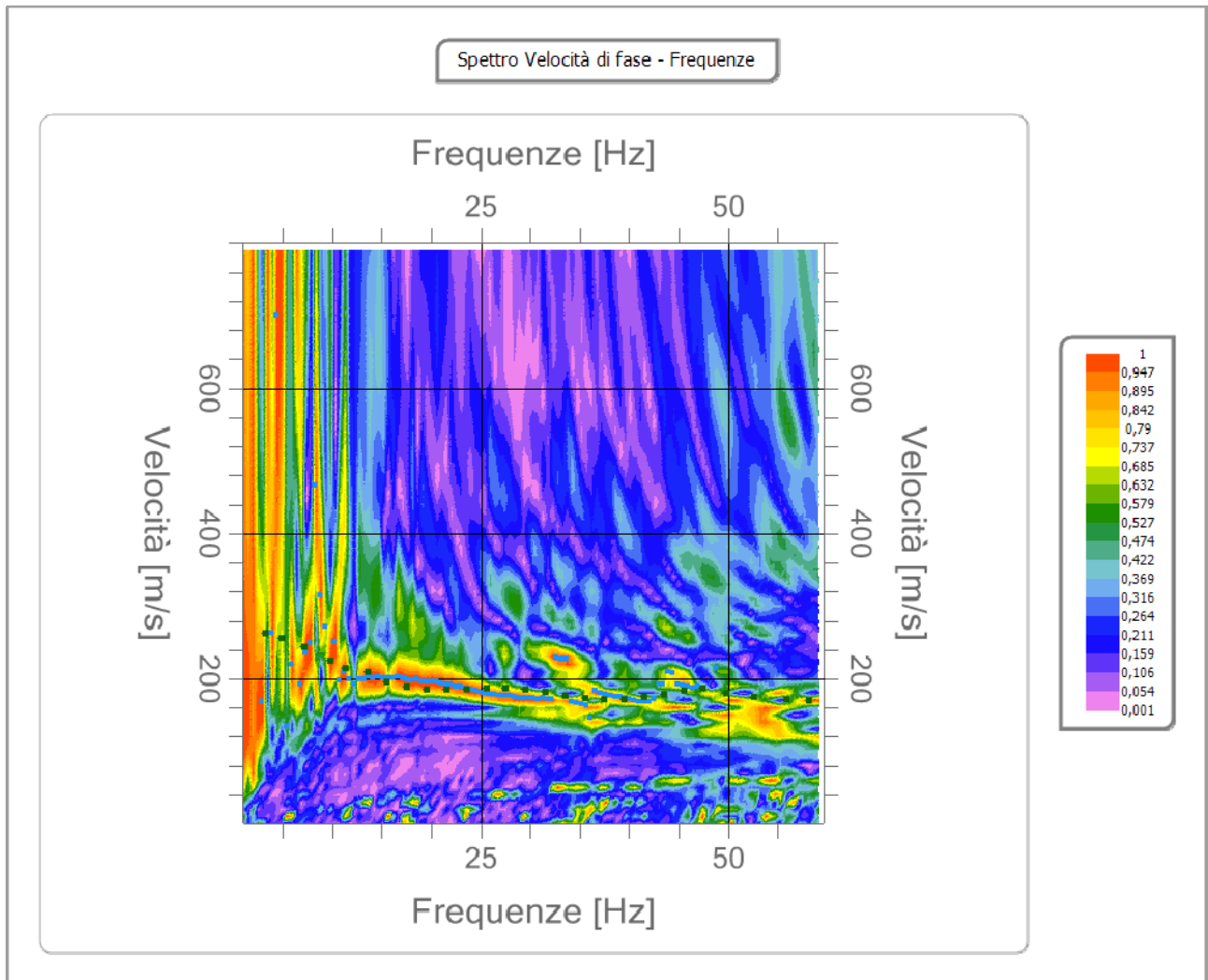
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione **MASW1**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	3,3	263,1	0
2	5,0	255,9	0
3	7,2	243,2	0
4	9,9	225,2	0
5	11,3	214,3	0
6	13,6	209,5	0
7	15,6	195,9	0
8	17,6	188,2	0
9	19,6	185,2	0
10	21,6	185,2	0
11	23,6	185,9	0
12	25,6	186,4	0
13	27,6	186,3	0
14	29,6	185,2	0
15	31,6	181,6	0
16	33,6	177,3	0
17	35,5	173,4	0
18	37,5	171,5	0
19	39,5	172,2	0
20	41,5	174,9	0
21	43,5	179,2	0
22	45,5	184,0	0
23	47,5	186,9	0
24	49,9	180,0	0

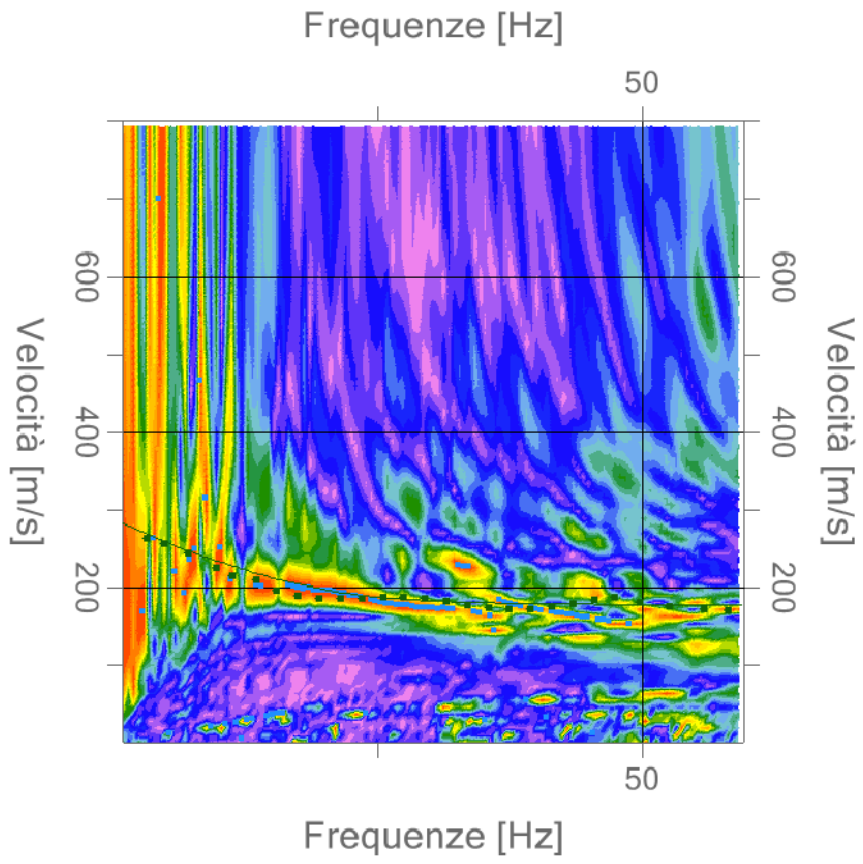
25	52,7	174,5	0
26	55,9	170,9	0
27	58,1	169,1	0



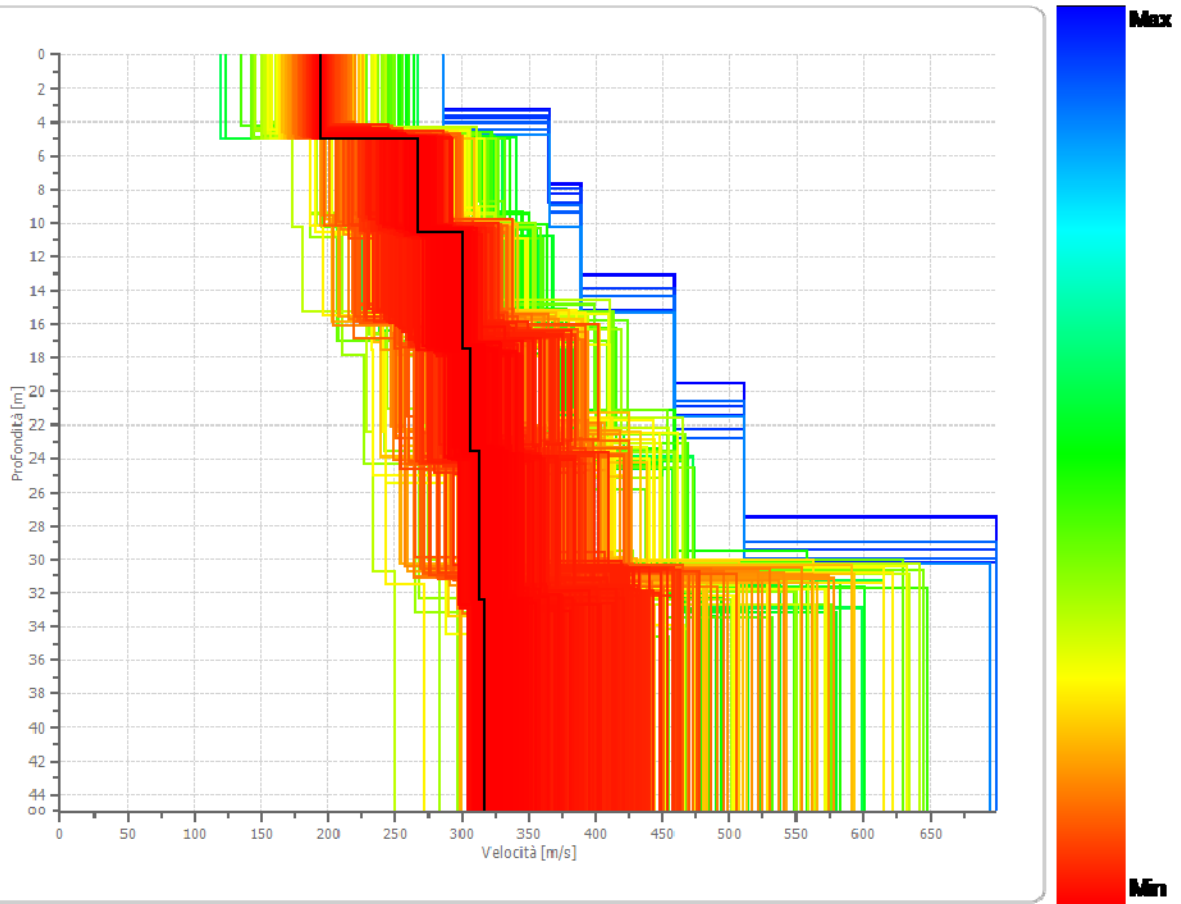
Inversione **MASW1**

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturato per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4,98	4,98	1800,0	0,2	Si	316,9	194,1
2		10,56	5,58	1800,0	0,2	Si	436,8	267,5
3		17,49	6,93	1800,0	0,2	Si	489,4	299,7
4		23,63	6,14	1800,0	0,2	Si	500,2	306,3
5		32,41	8,78	1800,0	0,2	Si	511,6	313,3
6		oo	oo	1800,0	0,2	Si	518,0	317,2

Inversione



Profilo di velocità



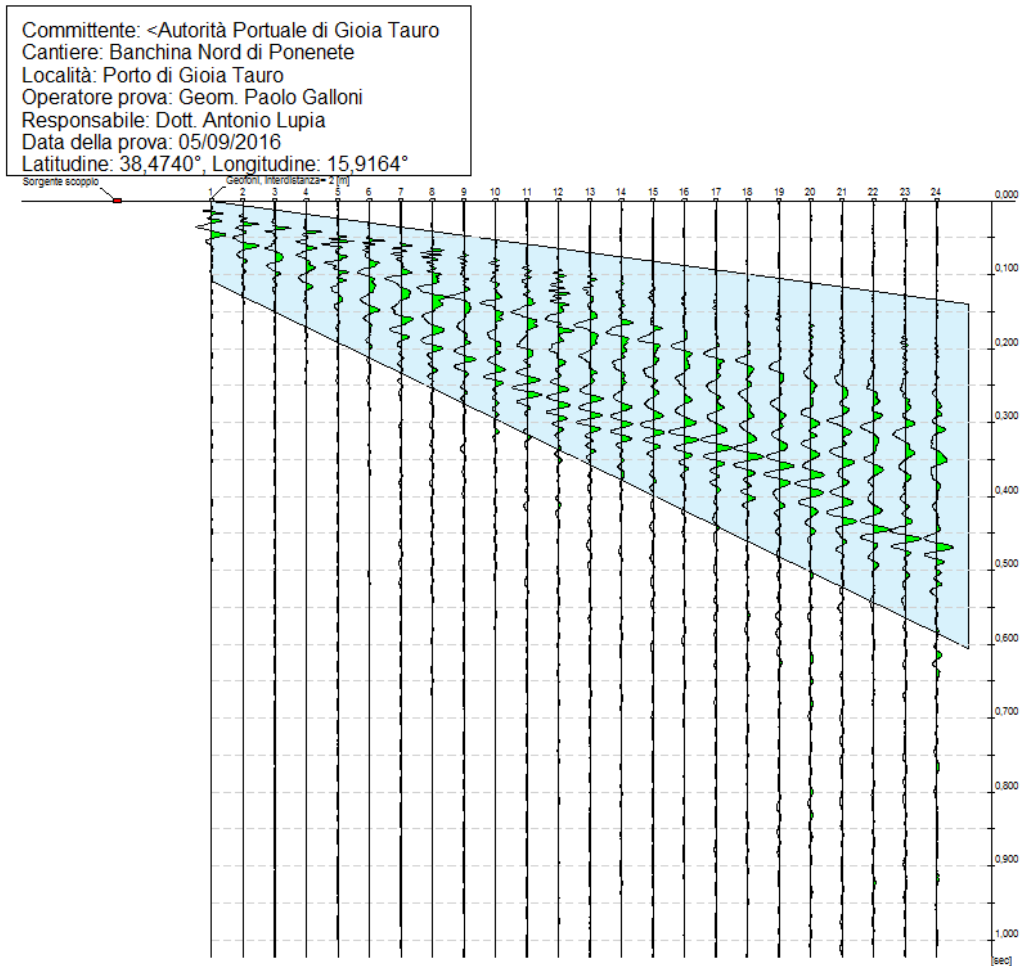
Risultati **MASW1**

Profondità piano di posa [m]	0,00
Vs30 [m/sec]	272,66
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

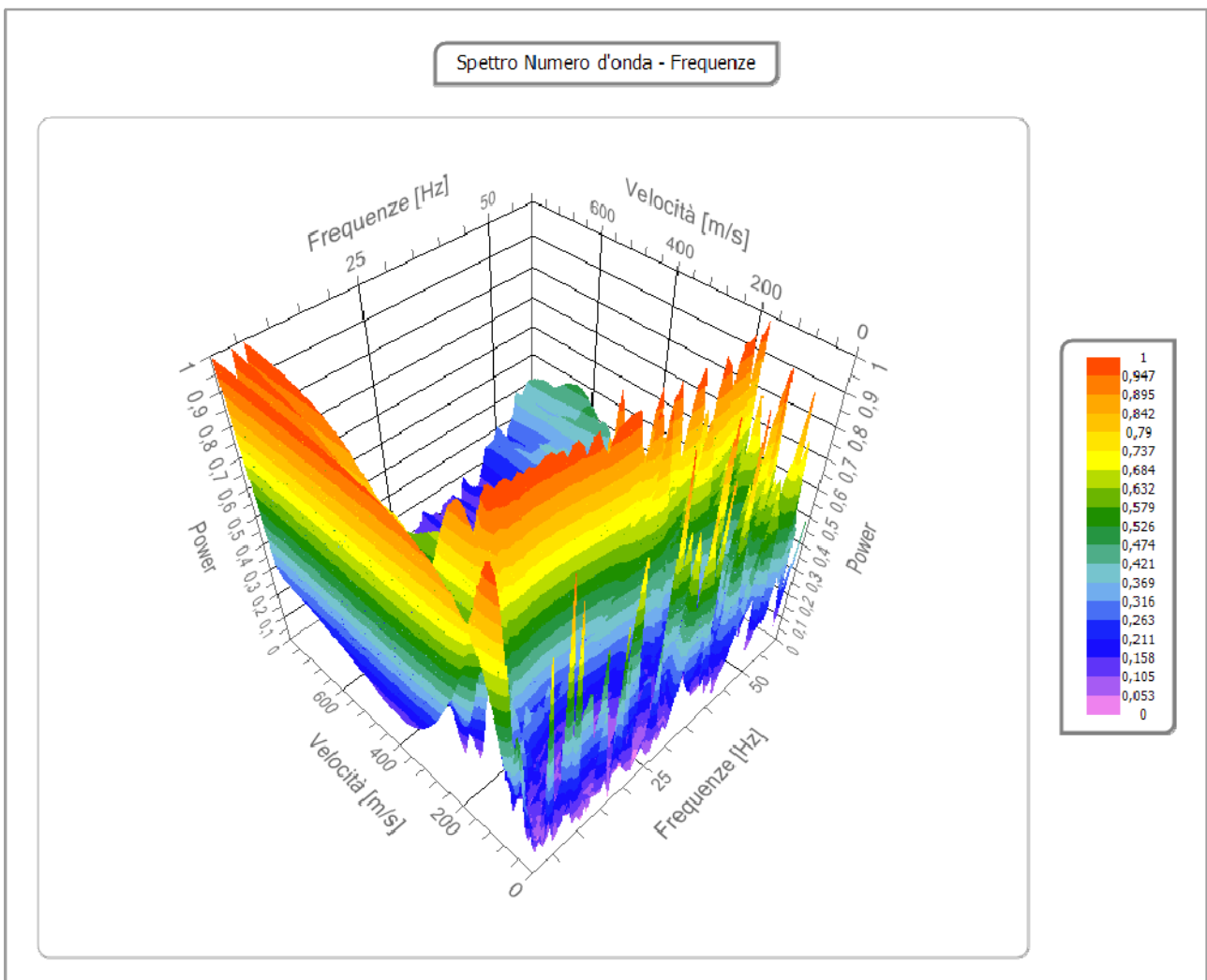
Tracce MASW2

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1024,0
Interdistanza geofoni [m]	2,0
Periodo di campionamento [msec]	0,50



Analisi spettrale MASW2

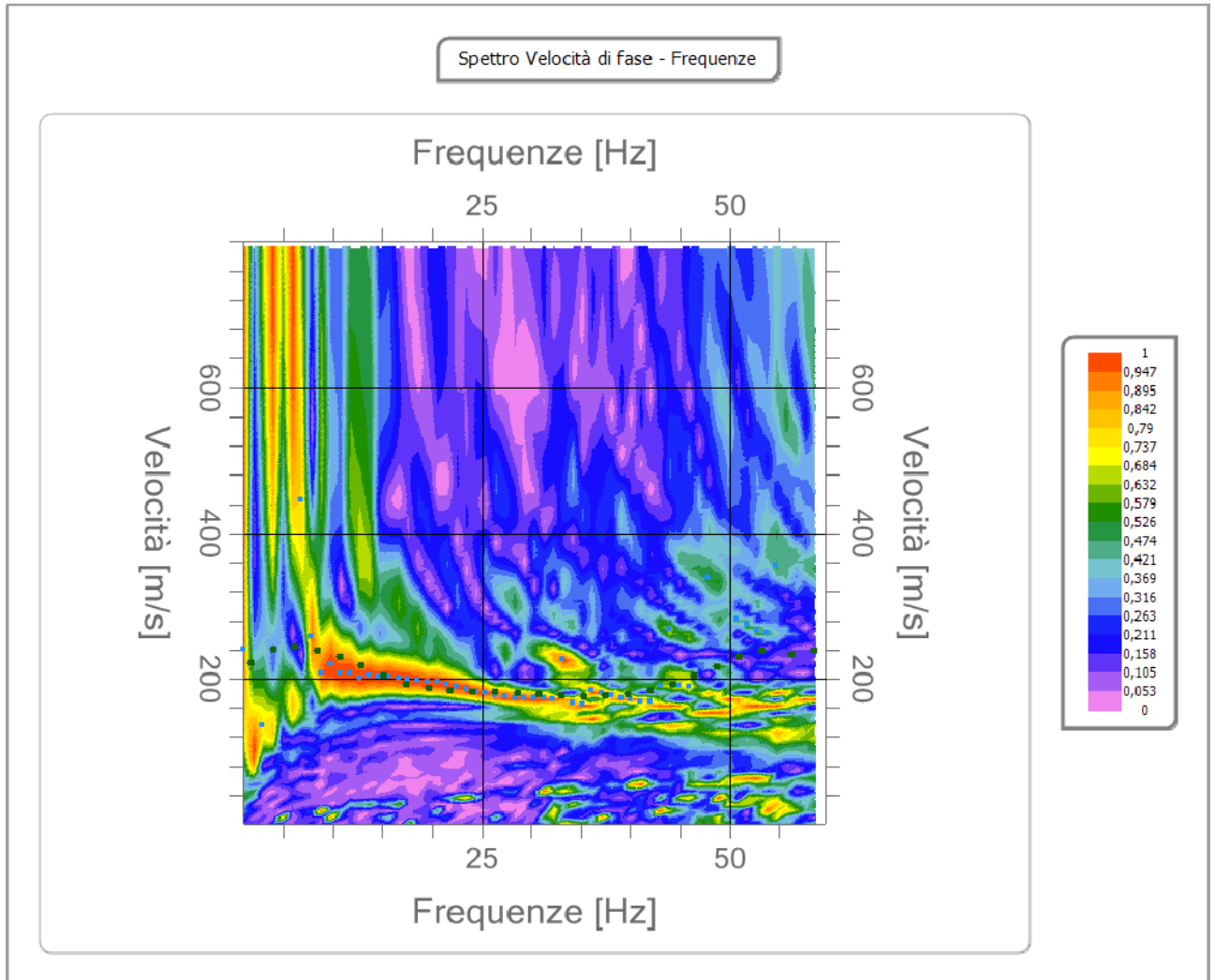
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione **MASW2**

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	1,7	222,2	0
2	4,0	241,1	0
3	6,2	243,9	0
4	8,5	238,2	0
5	10,7	229,3	0
6	12,9	218,4	0
7	15,2	203,5	0
8	17,4	193,0	0
9	19,6	186,6	0
10	21,9	183,5	0
11	24,1	182,2	0
12	26,4	181,4	0
13	28,6	180,4	0
14	30,8	178,7	0
15	33,1	176,9	0
16	35,3	175,8	0
17	37,6	176,3	0
18	39,8	178,8	0
19	42,0	183,9	0
20	44,3	192,2	0
21	46,5	203,6	0
22	48,7	217,1	0
23	51,0	230,2	0
24	53,2	239,0	0

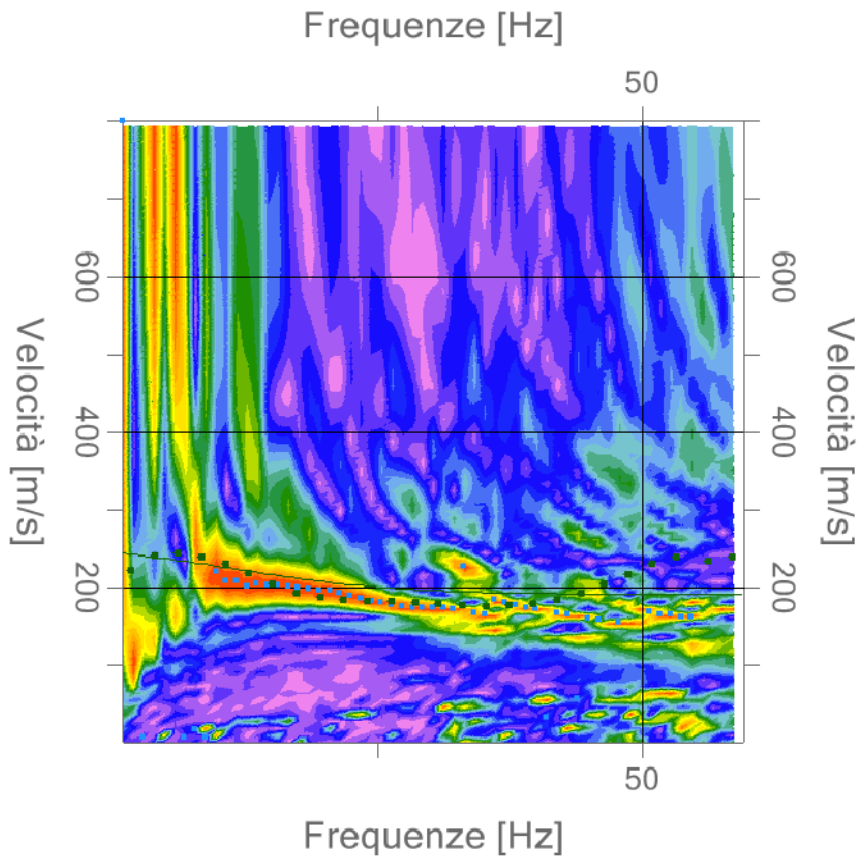
25	56,3	233,4	0
26	58,5	238,0	0



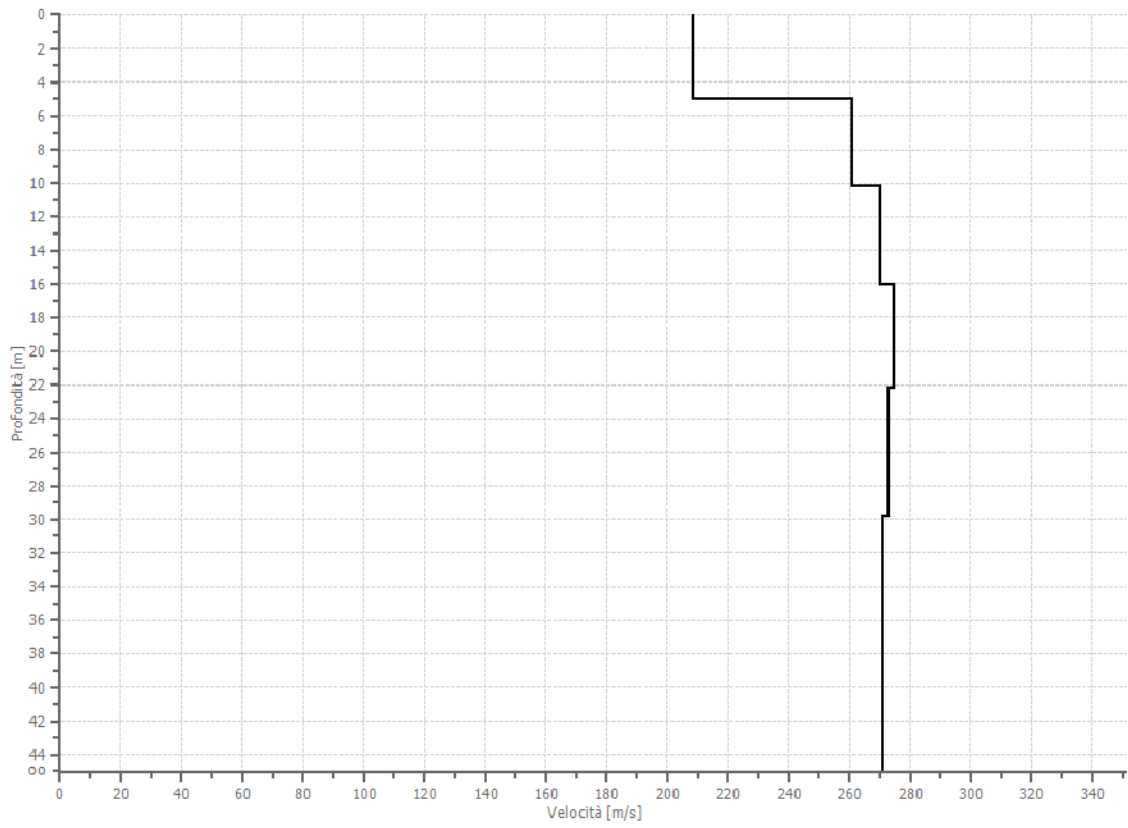
Inversione **MASW2**

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturato per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5,00	5,00	1800,0	0,2	Si	340,4	208,4
2		10,20	5,20	1800,0	0,2	Si	425,7	260,7
3		16,05	5,85	1800,0	0,2	Si	440,8	269,9
4		22,20	6,15	1800,0	0,2	Si	448,1	274,4
5		29,80	7,59	1800,0	0,2	Si	445,5	272,8
6		∞	∞	1800,0	0,2	Si	442,5	271,0

Inversione



Profilo di velocità



Risultati **MASW2**

Profondità piano di posa	0,00
[m]	
Vs30 [m/sec]	257,25
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

GEOstudi srl

ALLEGATO 9 : MISURE DI FREQUENZA FONDAMENTALE HVSR

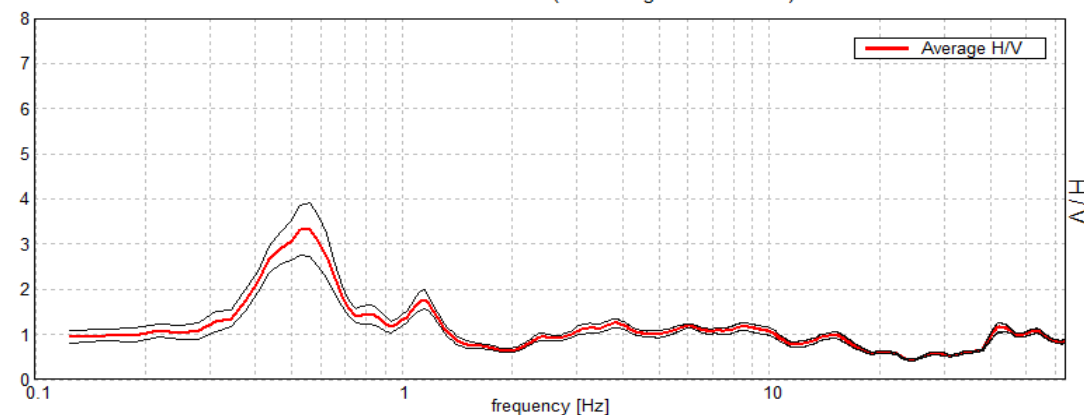
GIOIA TAURO, banchina nord di ponente HCSR1

Coordinate WGS84: N 38°28'12.45" E 15°54'37.05"
 Strumento: TRZ-0067/01-10
 Inizio registrazione: 01/09/16 09:43:19
 Fine registrazione: 01/09/16 10:03:19
 Durata registrazione: 0h20'00"
 Analisi effettuata sull'intera traccia
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Intervallo di analisi: 0.0÷64 Hz
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 10%
 Condizioni meteo: sereno, assenza di vento
 Tipo di superficie: erbosa
 Disturbi: artefatti a frequenza >10Hz

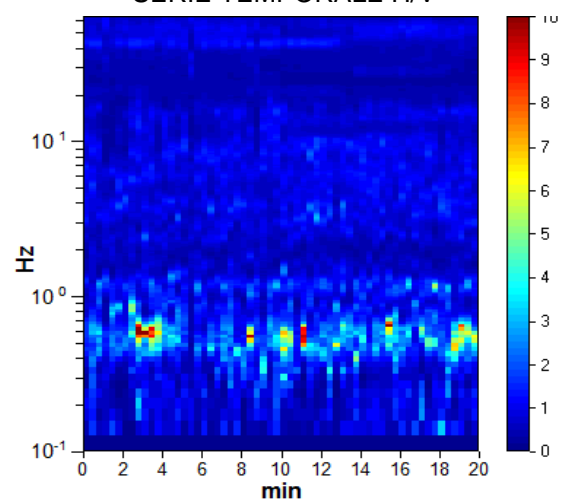


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

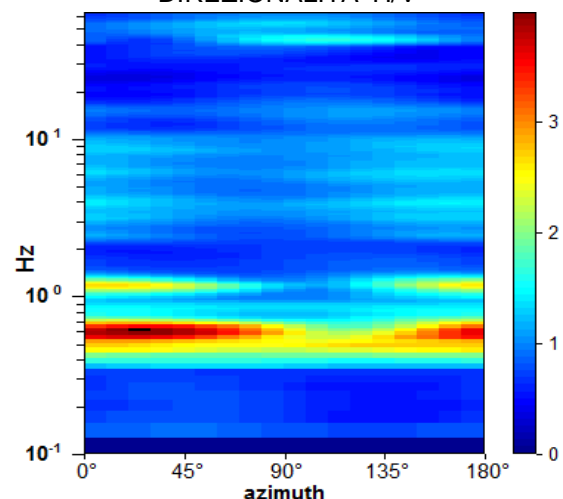
Max. H/V at 0.56 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



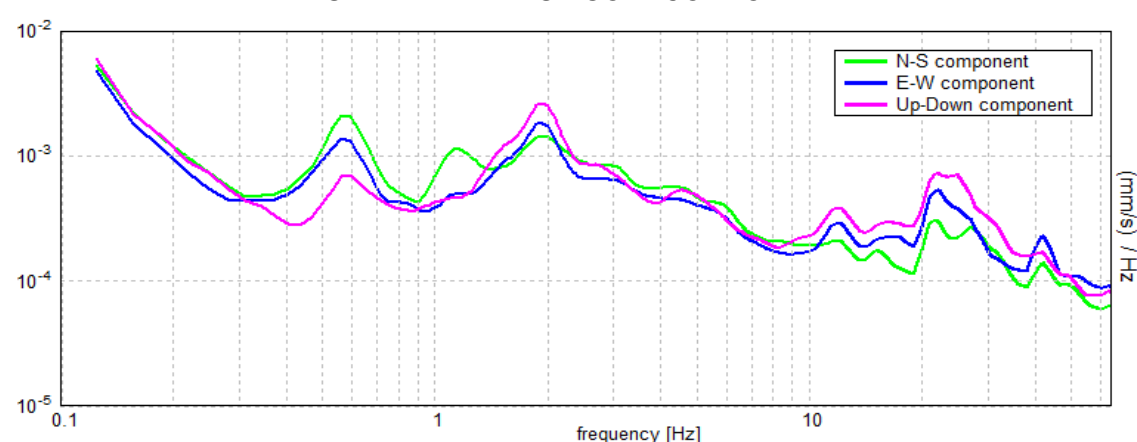
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



CRITERI SESAME (2004) (1)

Picco H/V a 0.56 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.56 > 0.50	OK
$n_c(f_0) > 200$	675.0 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 28	OK

Criteri per un picco H/V chiaro
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.344 Hz	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.719 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.32 > 2	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03727 < 0.05$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02096 < 0.08438	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5914 < 2.0	OK

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)

CLASSE	B
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti 3 classi di qualità:

Classe A: H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola

- La forma H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura (*stazionarietà*) - 2. Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo (*isotropia*) - 3. Assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza d'interesse - 4. I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale - 5. I primi 3 criteri SESAME per una curva H/V affidabile sono soddisfatti - 6. Durata della misura di almeno 15-20 minuti

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti d'impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (curva tipo 2, vedi sotto)

Classe B: curva H/V da interpretare, va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze (almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta, a meno che non si rientri nell'eccezione succitata)

Classe C: curva H/V scadente e di difficile interpretazione, non va utilizzata

- Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura (basculamento) - 2. Misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze d'interesse

Per le classi A e B si definiscono le seguenti 2 sottoclassi

Tipo 1: H/V con almeno un picco chiaro secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

Tipo 2: H/V senza picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse (*assenza di risonanza*)

NOTE: curva classificata in classe B1 perché presenta un picco chiaro e ben definito ma che non soddisfa il criterio di isotropia. I disturbi presenti non alterano la misura della frequenza di risonanza naturale del sottosuolo. Il picco a 1.2 Hz non supera la seconda parte dei criteri Sesame, il segnale è direzionale e agisce su una sola componente nel moto verticale.

(1) SESAME Project (2204) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, derivable no. D23.12

(2) Albarello D., Cesi C., Eulilli V., et alii (2010) - The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the 26th April 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3)

(3) Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagine a stazione sinaola. Suppl. Riv. Ingegneria Sismica Anno XXVIII. n.2. 2011

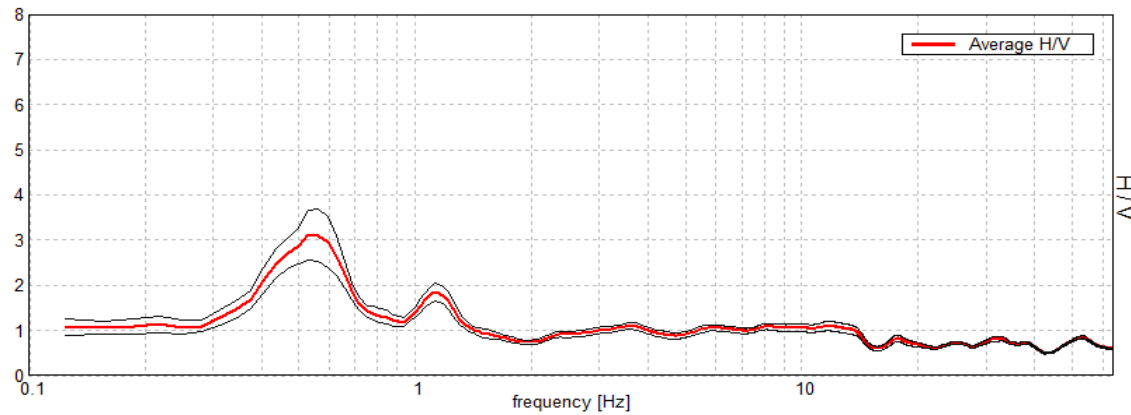
GIOIA TAURO, banchina nord di ponente HVSR2

Coordinate WGS84: N 38°28'17.00" E 15°54'37.02"
 Strumento: TRZ-0067/01-10
 Inizio registrazione: 01/09/16 10:16:44
 Fine registrazione: 01/09/16 10:36:44
 Durata registrazione: 0h20'00"
 Analizzato 98% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Intervallo di analisi: 0.0÷64 Hz
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 10%
 Condizioni meteo: sereno, assenza di vento
 Tipo di superficie: erbosa
 Disturbi: alcuni transienti, artefatti a frequenza >10Hz

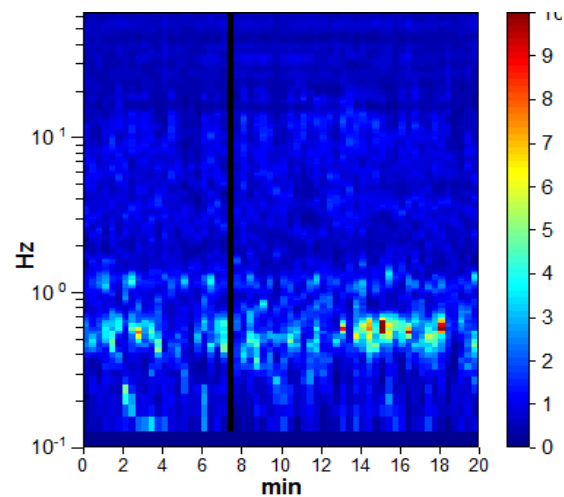


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

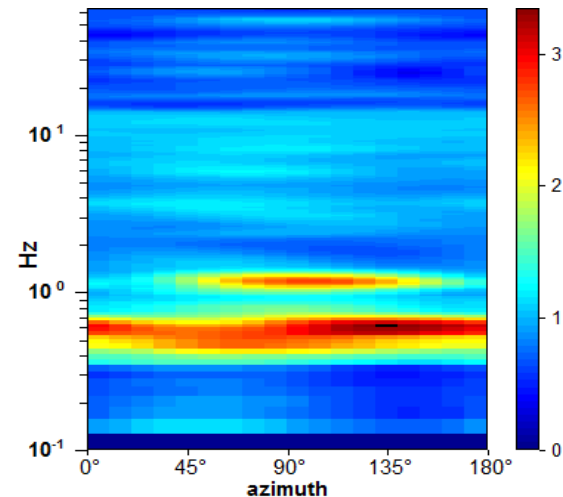
Max. H/V at 0.53 ± 0.03 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



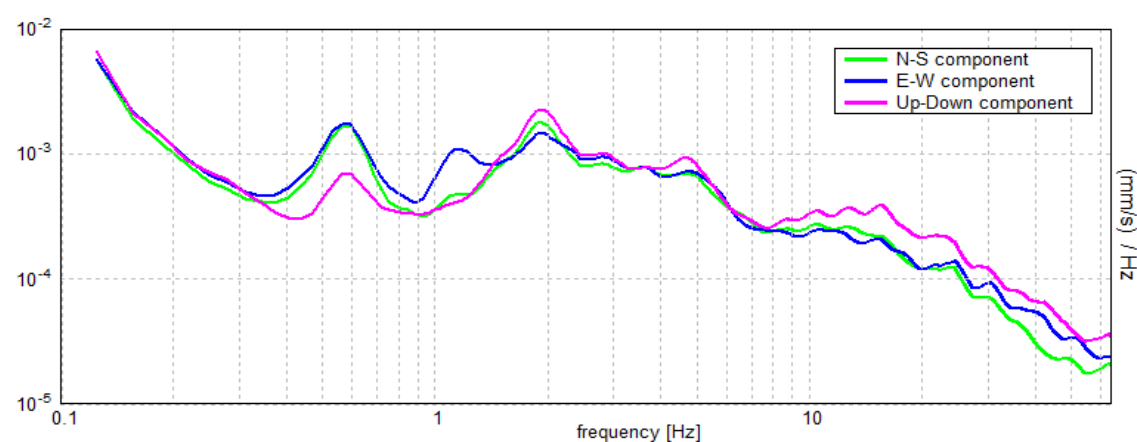
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



CRITERI SESAME (2004) (1)

Picco H/V a 0.53 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz)

Criteri per una curva H/V affidabile
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.53 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	626.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 26	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.344 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.11 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06222 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03305 < 0.07969	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5412 < 2.0	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CLASSIFICAZIONE DELLA CURVA H/V (2) (3)

CLASSE	A
TIPO	1

La classificazione delle curve H/V prevede le seguenti 3 classi di qualità:

Classe A: H/V affidabile, può essere utilizzata anche da sola

- La forma H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% della durata della misura (*stazionarietà*) - 2. Le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo (*isotropia*) - 3. Assenza di disturbi elettromagnetici nella banda di frequenza d'interesse - 4. I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata dello spettro della componente verticale - 5. I primi 3 criteri SESAME per una curva H/V affidabile sono soddisfatti - 6. Durata della misura di almeno 15-20 minuti

Eccezione: nel caso di assenza di contrasti d'impedenza sufficientemente marcati, la condizione 5) non sarà soddisfatta anche se la misura è affidabile (curva tipo 2, vedi sotto)

Classe B: curva H/V da interpretare, va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze (almeno una delle 6 condizioni della classe A non è soddisfatta, a meno che non si rientri nell'eccezione succitata)

Classe C: curva H/V scadente e di difficile interpretazione, non va utilizzata

- Misura di tipo B con curva H/V che mostra ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva) indice di movimento dello strumento durante la misura (basculamento) - 2. Misura di tipo B con presenza di rumore elettromagnetico nell'intervallo di frequenze d'interesse

Per le classi A e B si definiscono le seguenti 2 sottoclassi

Tipo 1: H/V con almeno un picco chiaro secondo i criteri SESAME (*possibile risonanza*)

Tipo 2: H/V senza picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse (*assenza di risonanza*)

NOTE: curva classificata in classe A1 perché i disturbi presenti non alterano la misura della frequenza di risonanza naturale del sottosuolo. Il picco a 1.2 Hz non supera la seconda parte dei criteri Sesame, inoltre il segnale è direzionale e agisce su una sola componente nel moto verticale.

(1) SESAME Project (2204) - Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation, WP12, derivable no. D23.12

(2) Albarello D., Cesi C., Eulilli V., et alii (2010) - The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26th April 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Boll. Geofis. Teor. Appl., 52 (3)

(3) Albarello D. & Castellaro S. (2011) - Tecniche sismiche passive: indagini a stazione sinaola. Suppl. Riv. Ingegneria Sismica Anno XXVIII. n.2. 2011

ALLEGATO 10 : ANALISI DI LIQUEFAZIONE

TABLE OF CONTENTS

P1 BNP results	
Summary data report	1
Transition layer aglorithm summary report	7
Vertical settlements summary report	8
Lateral displacements summary report	9
P3 BNP results	
Summary data report	10
Transition layer aglorithm summary report	16
Vertical settlements summary report	17
Lateral displacements summary report	18
P4 BNP results	
Summary data report	19
Transition layer aglorithm summary report	25
Vertical settlements summary report	26
Lateral displacements summary report	27
sismica P5 BNP results	
Summary data report	28
Transition layer aglorithm summary report	34
Vertical settlements summary report	35
Lateral displacements summary report	36
P6 BNP results	
Summary data report	37
Transition layer aglorithm summary report	43
Vertical settlements summary report	44
Lateral displacements summary report	45

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

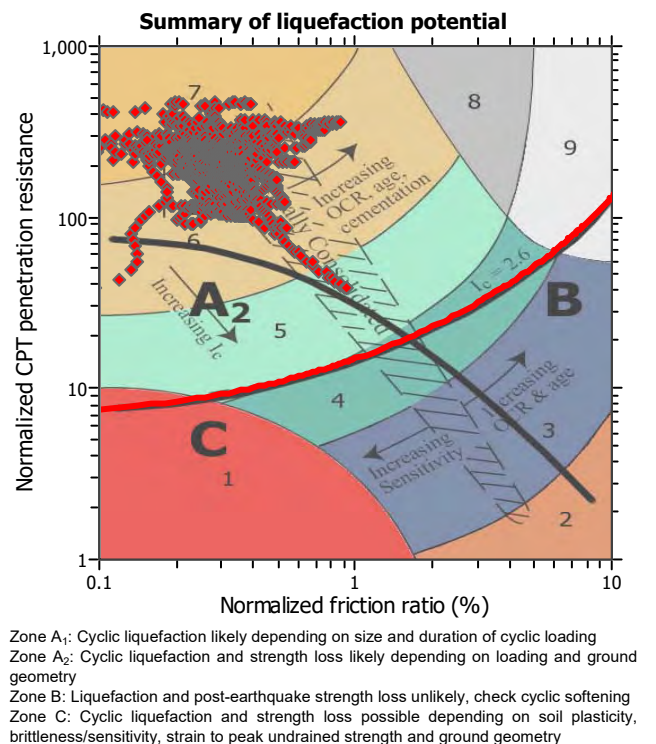
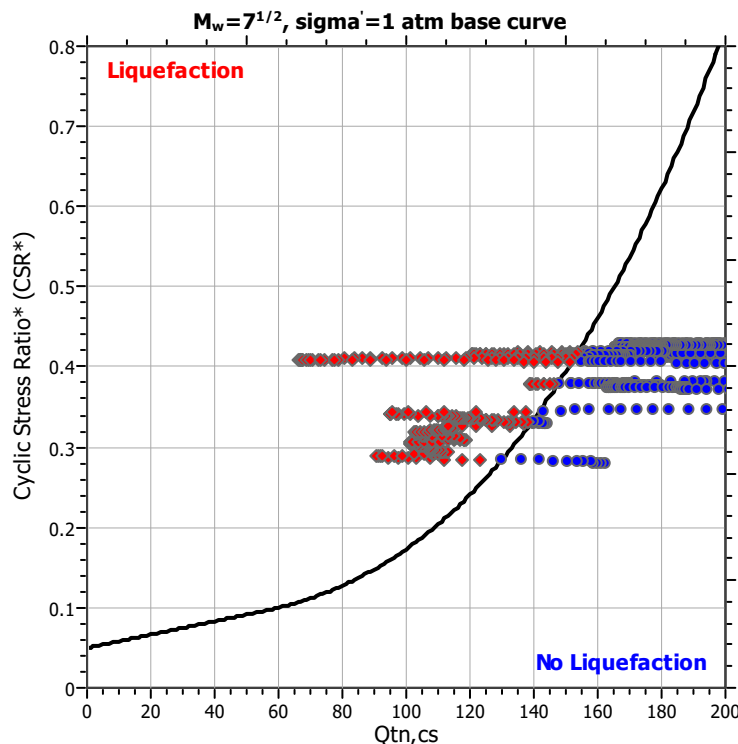
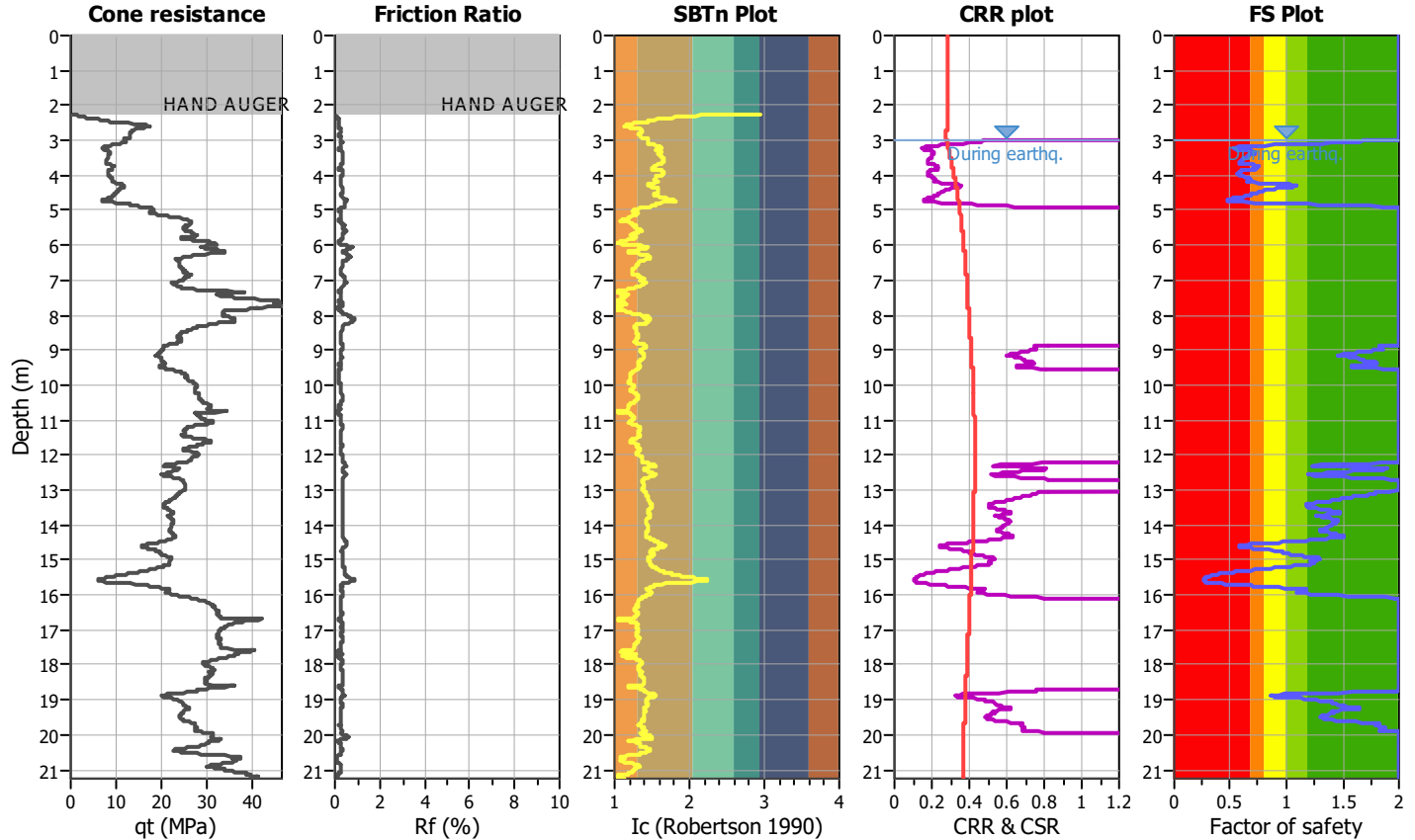
Project title : Banchina Nord di Ponente

Location : Porto di Gioia Tauro

CPT file : P1 BNP

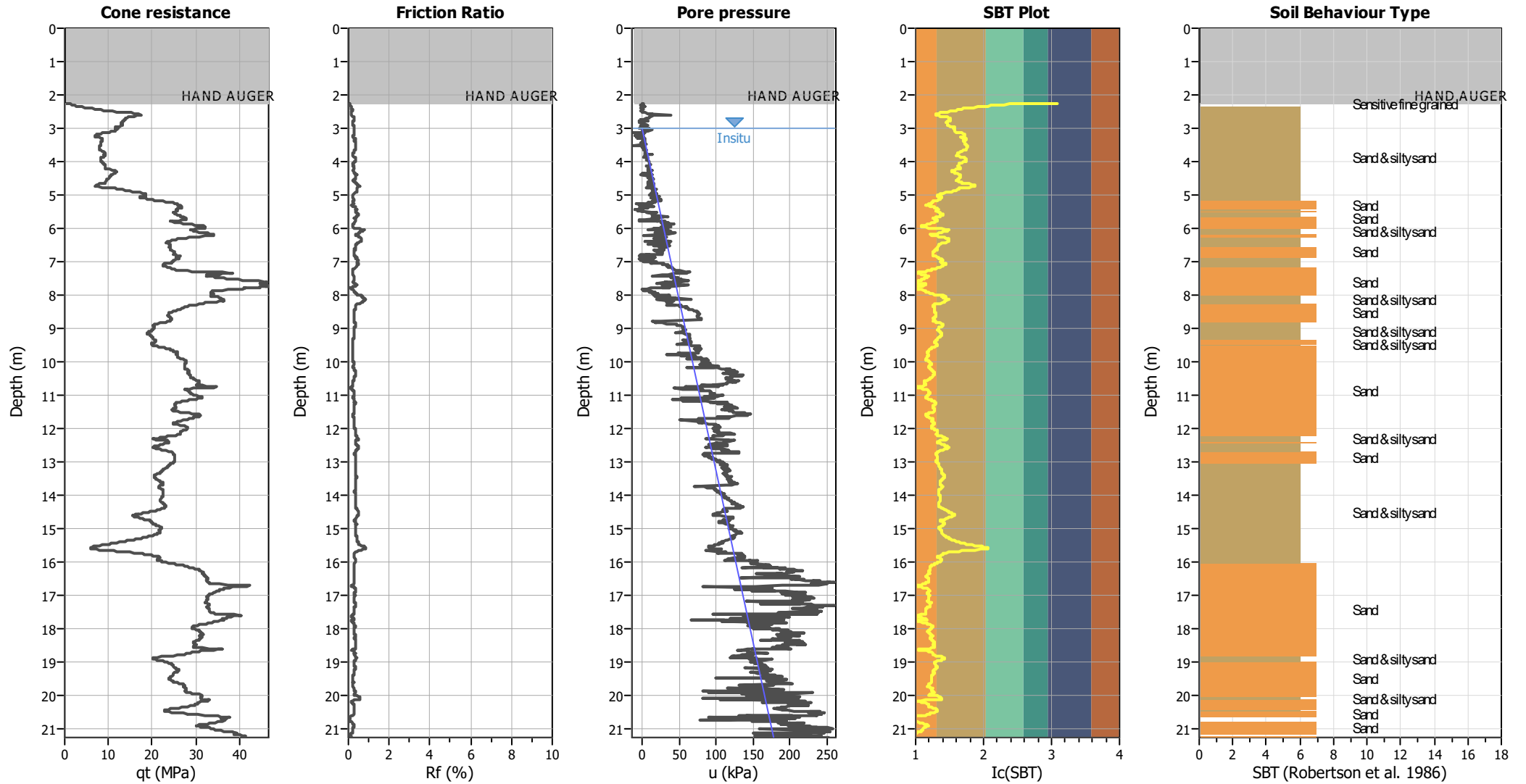
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	3.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.47	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



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



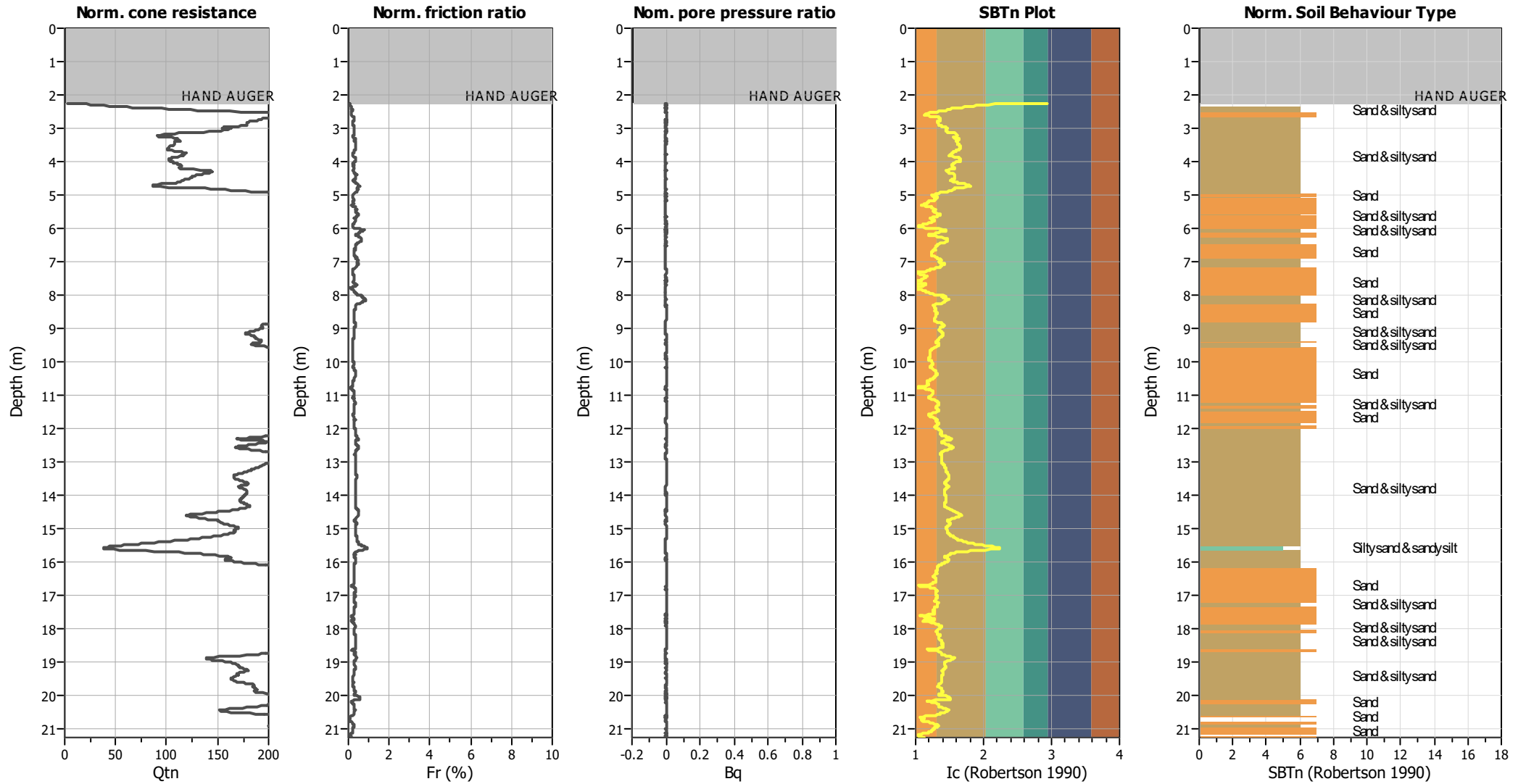
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_v applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



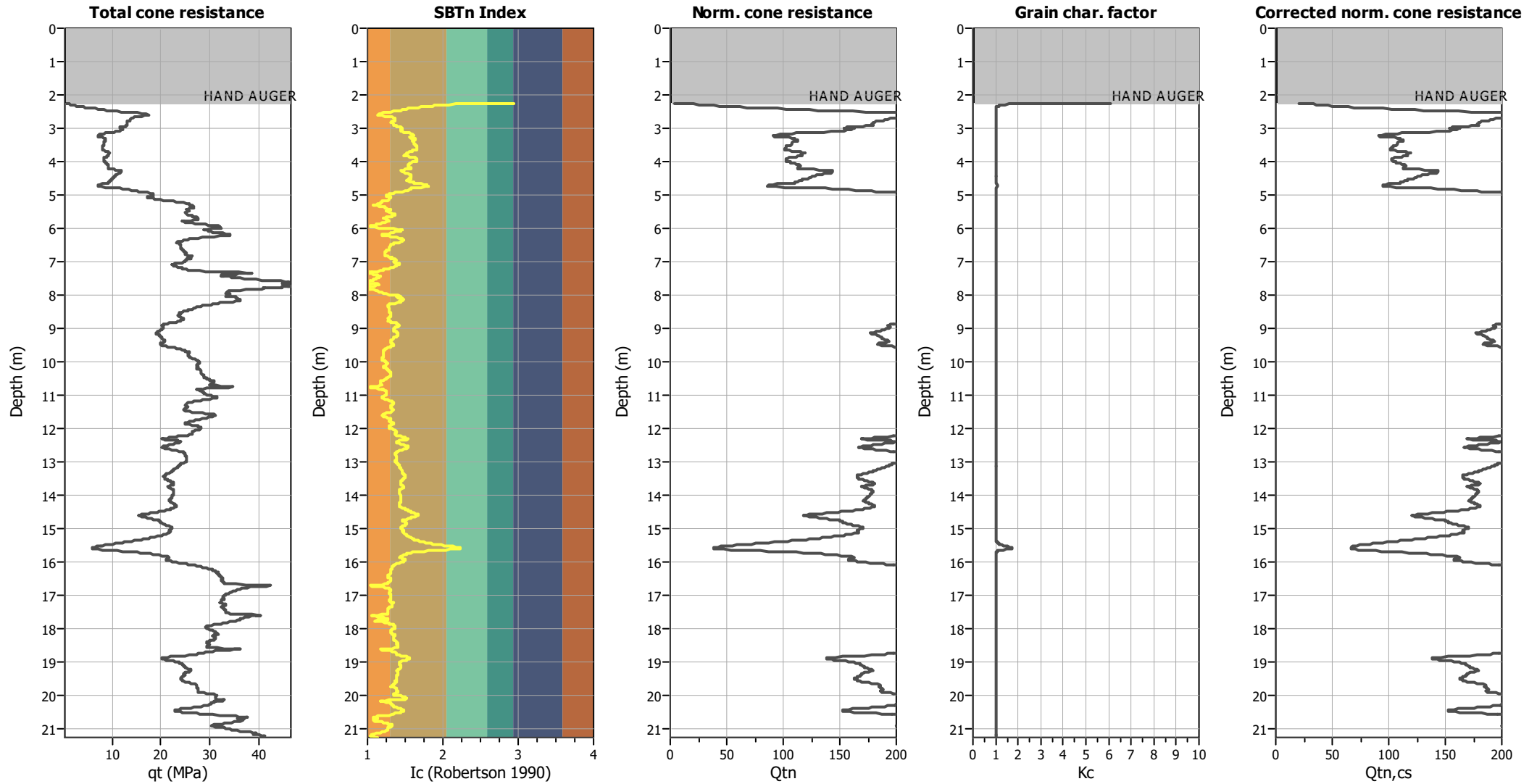
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_v applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

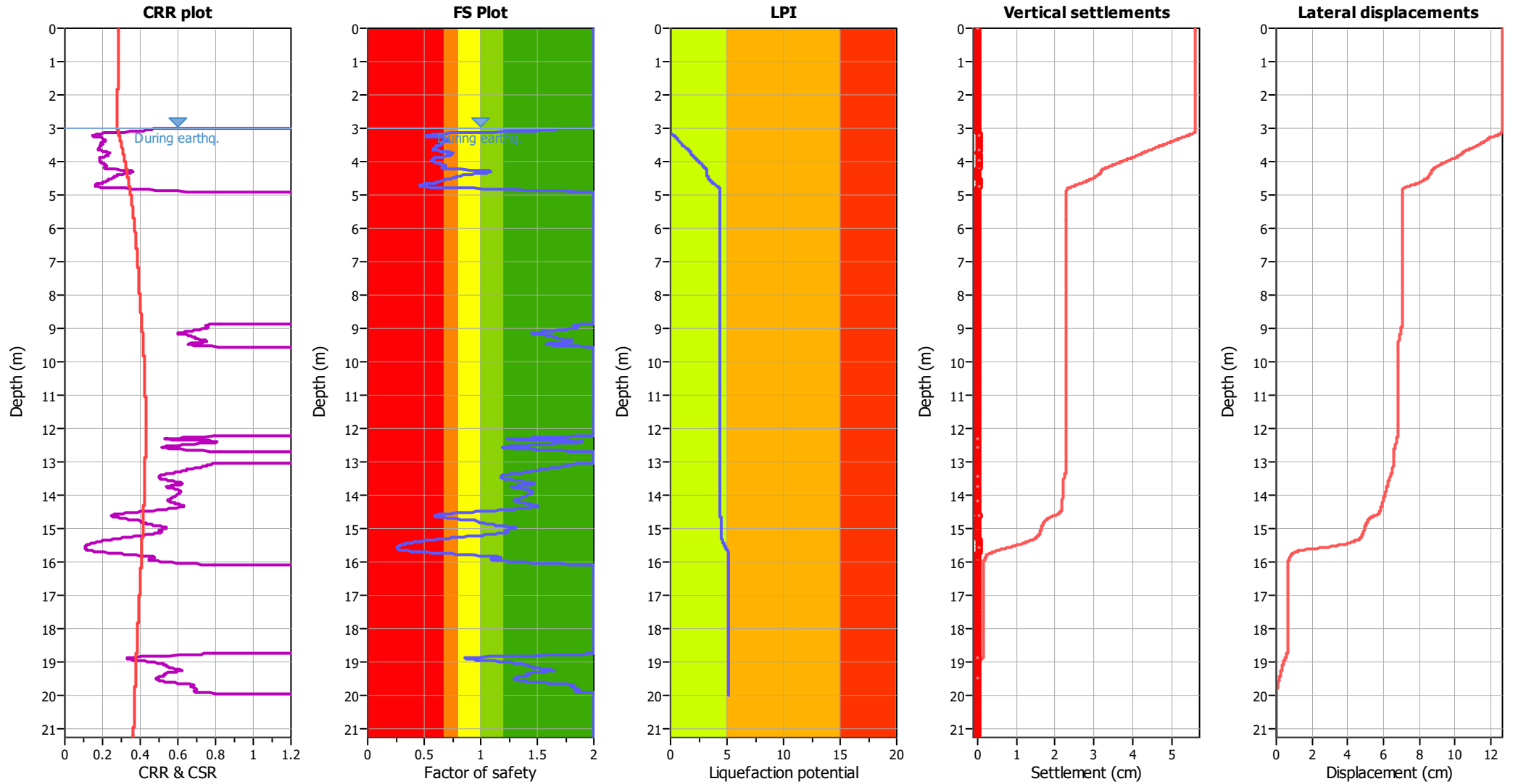
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{cs} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

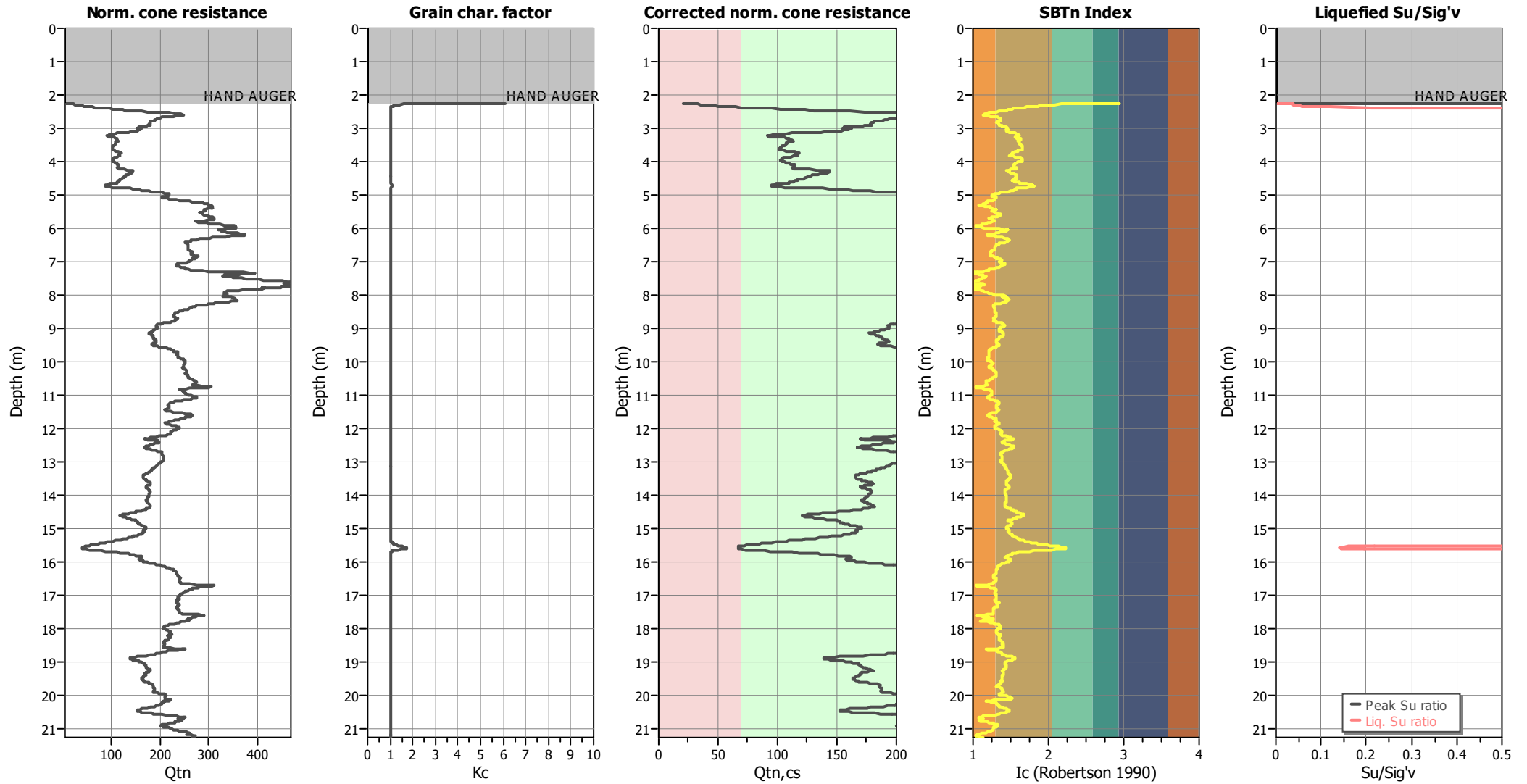
F.S. color scheme

- 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

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_{α} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

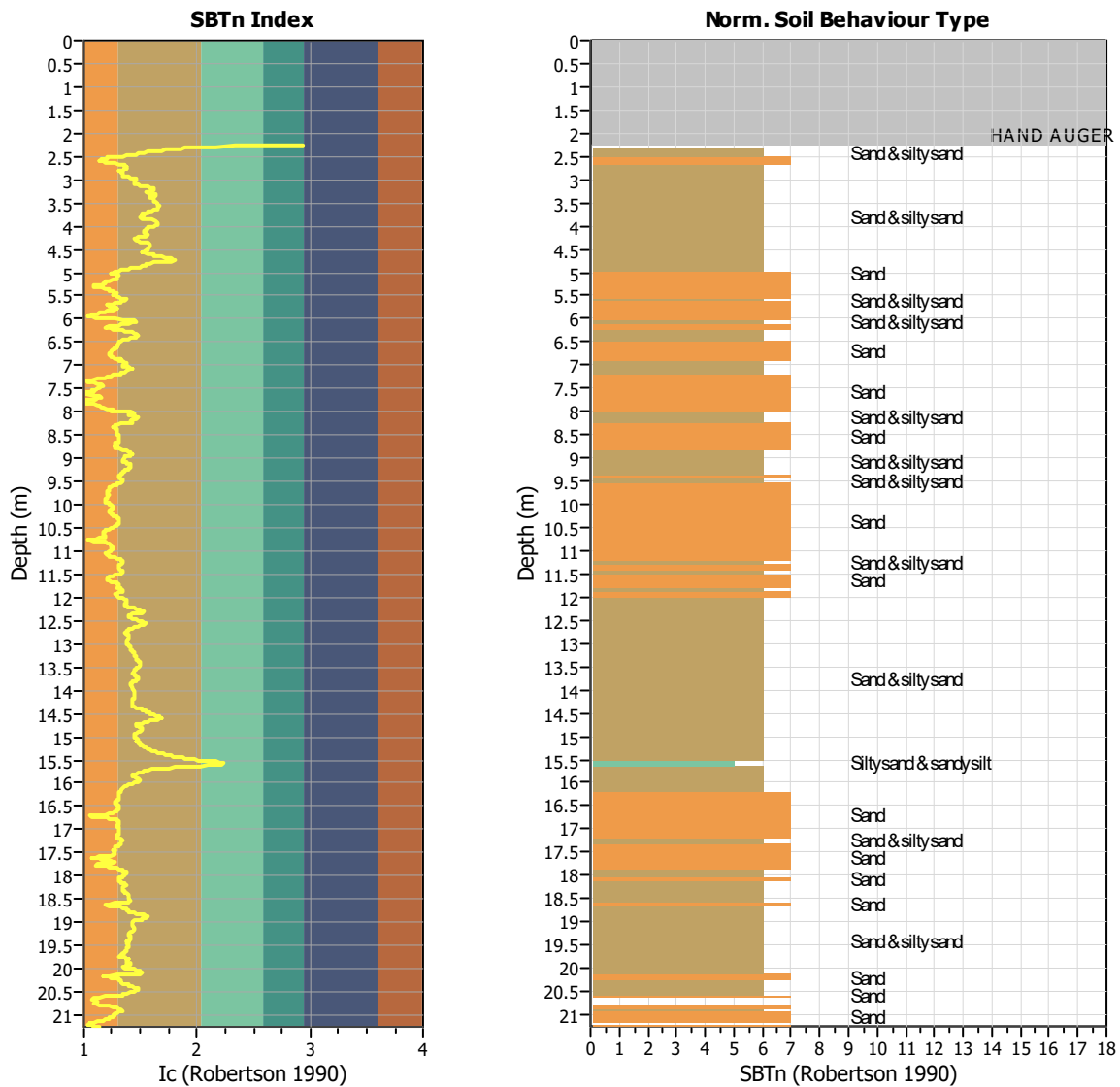
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



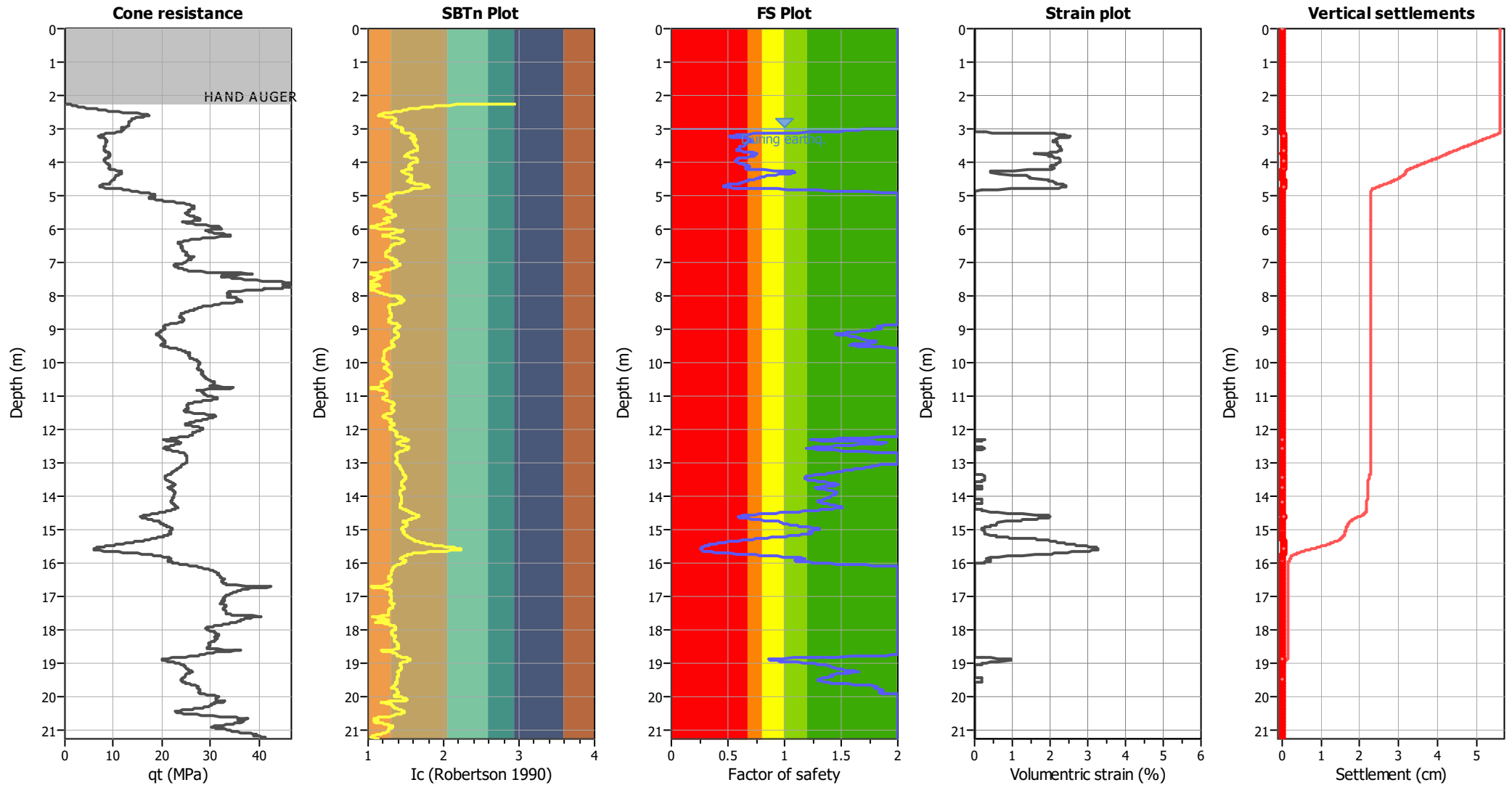
Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0100
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

Total points in CPT file: 2125
 Total points excluded: 0
 Exclusion percentage: 0.00%
 Number of layers detected: 0

Estimation of post-earthquake settlements

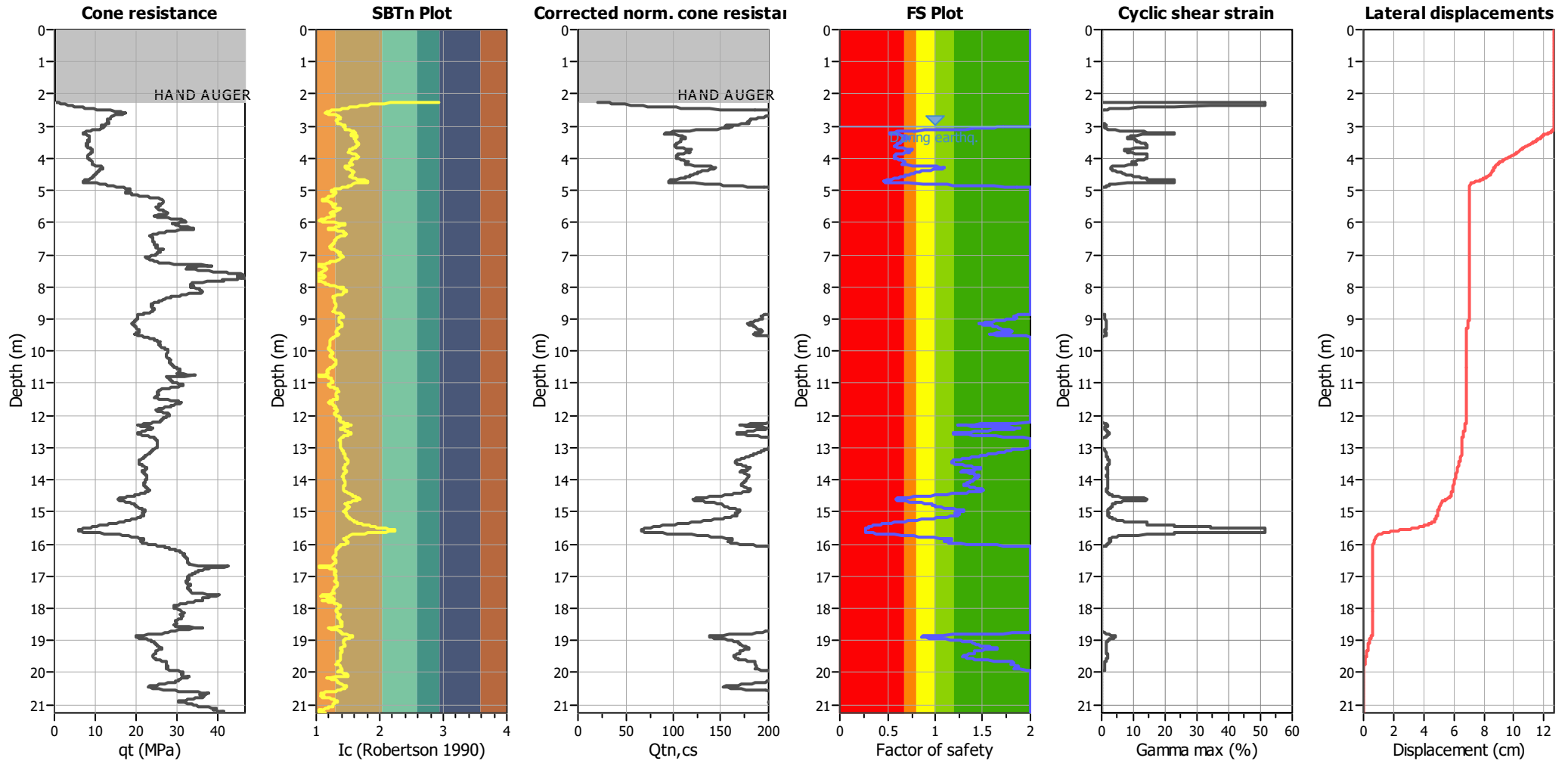


Abbreviations

- qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
- I_c: Soil Behaviour Type Index
- FS: Calculated Factor of Safety against liquefaction
- Volumetric strain: Post-liquefaction volumetric strain

Estimation of post-earthquake lateral Displacements

Geometric parameters: Gently sloping ground without free face (Slope 0.10 %)

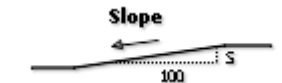


Abbreviations

qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
 Ic: Soil Behaviour Type Index
 $Q_{tn,cs}$: Equivalent clean sand normalized CPT total cone resistance

F.S.: Factor of safety
 γ_{max} : Maximum cyclic shear strain
 LDI: Lateral displacement index

Surface condition



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

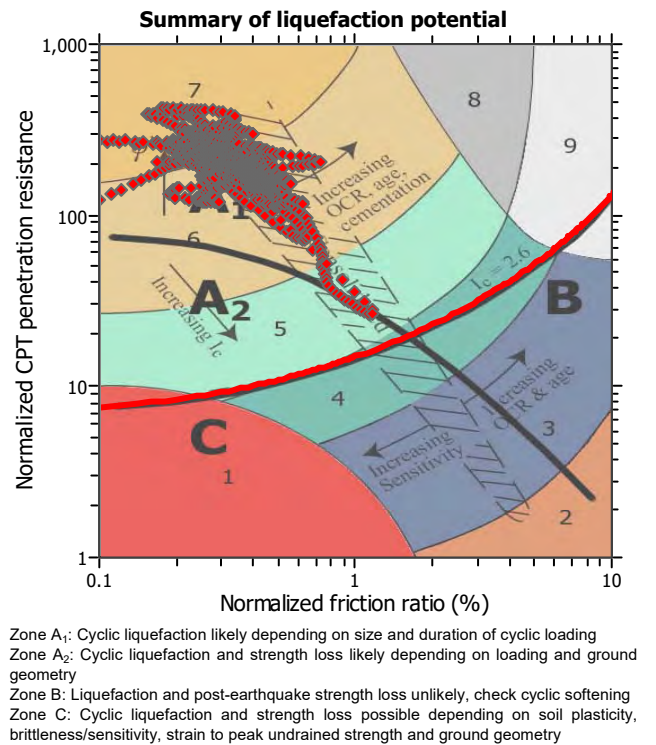
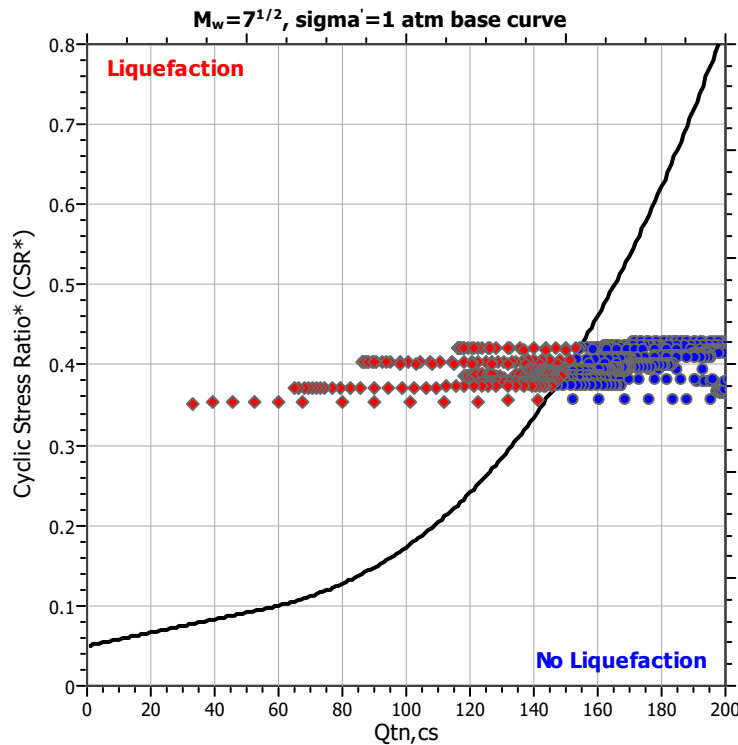
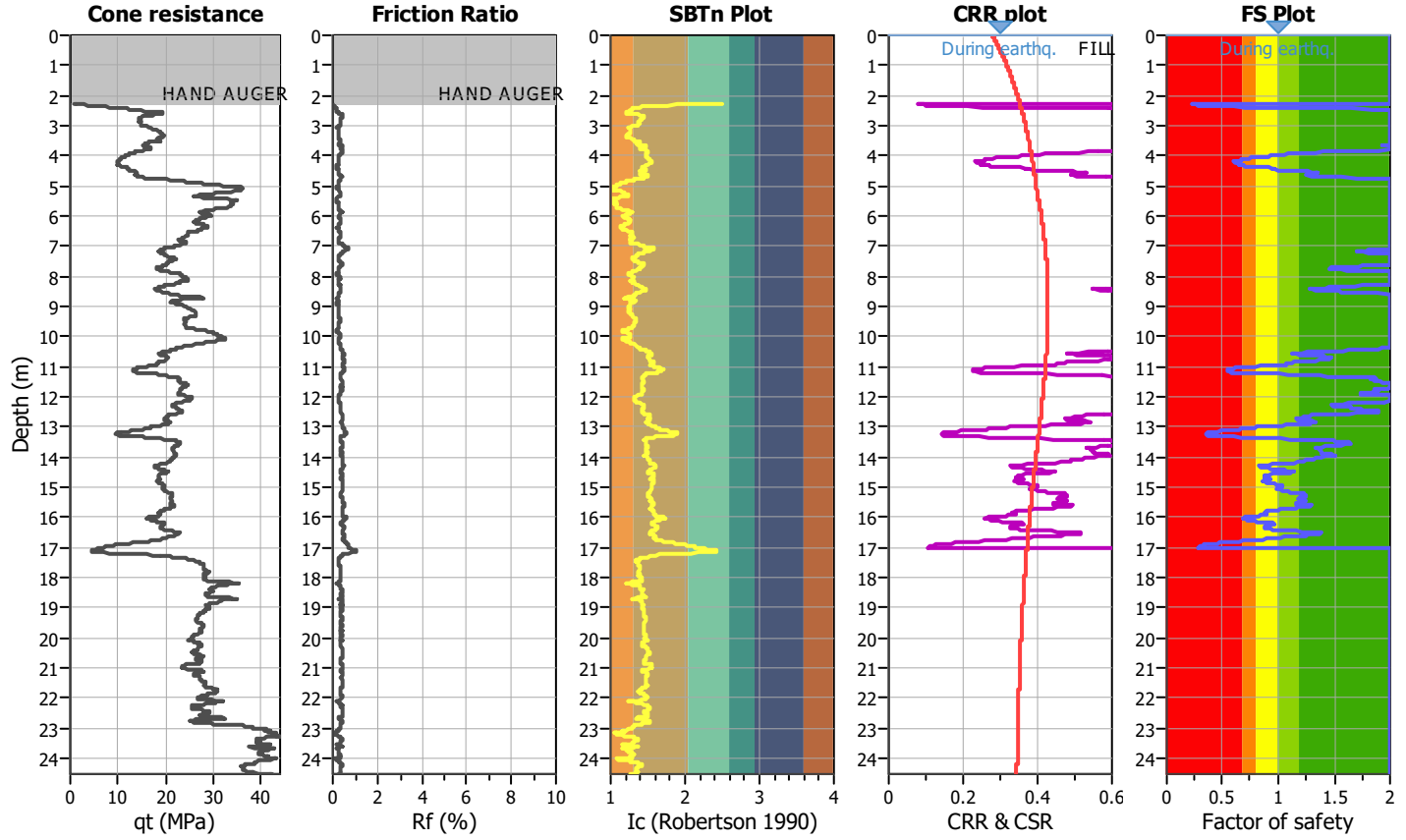
Project title : Banchina Nord di Ponente

Location : Porto di Gioia Tauro

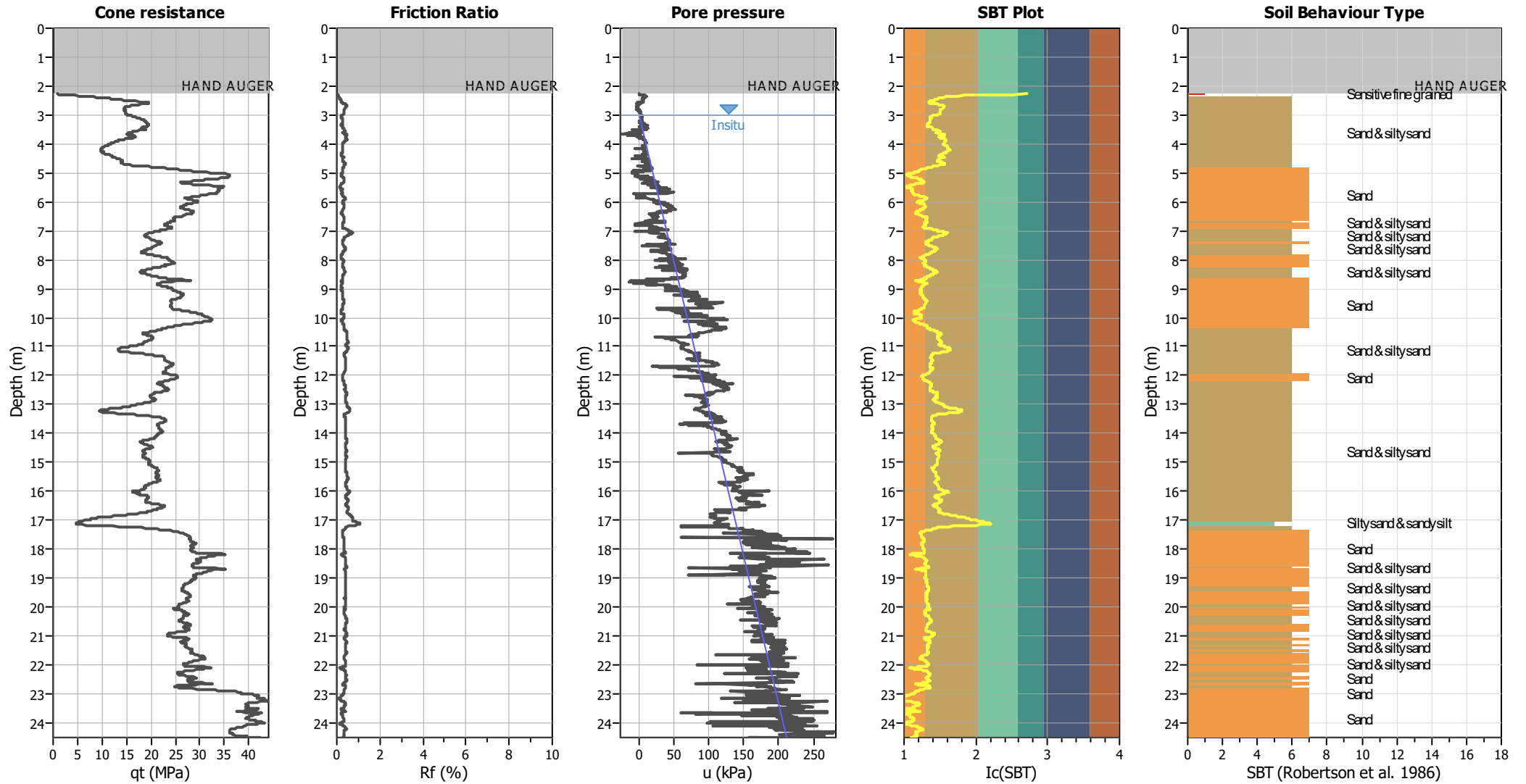
CPT file : P3 BNP

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	3.00 m	Use fill:	Yes	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	3.00 m	Fill height:	3.00 m	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	19.00 kN/m ³	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.47	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based



CPT basic interpretation plots



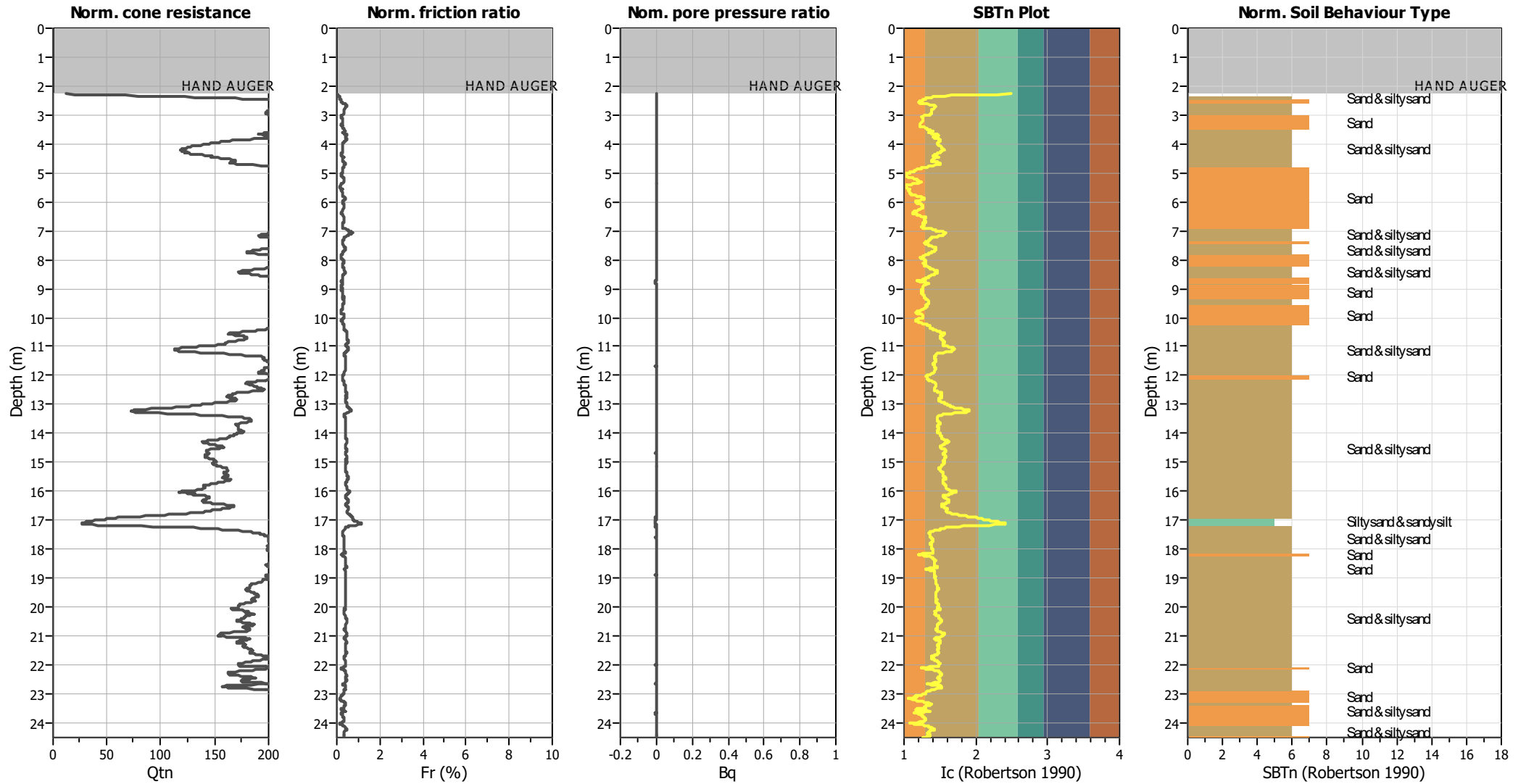
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	19.00 kN/m ³
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	3.00 m	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



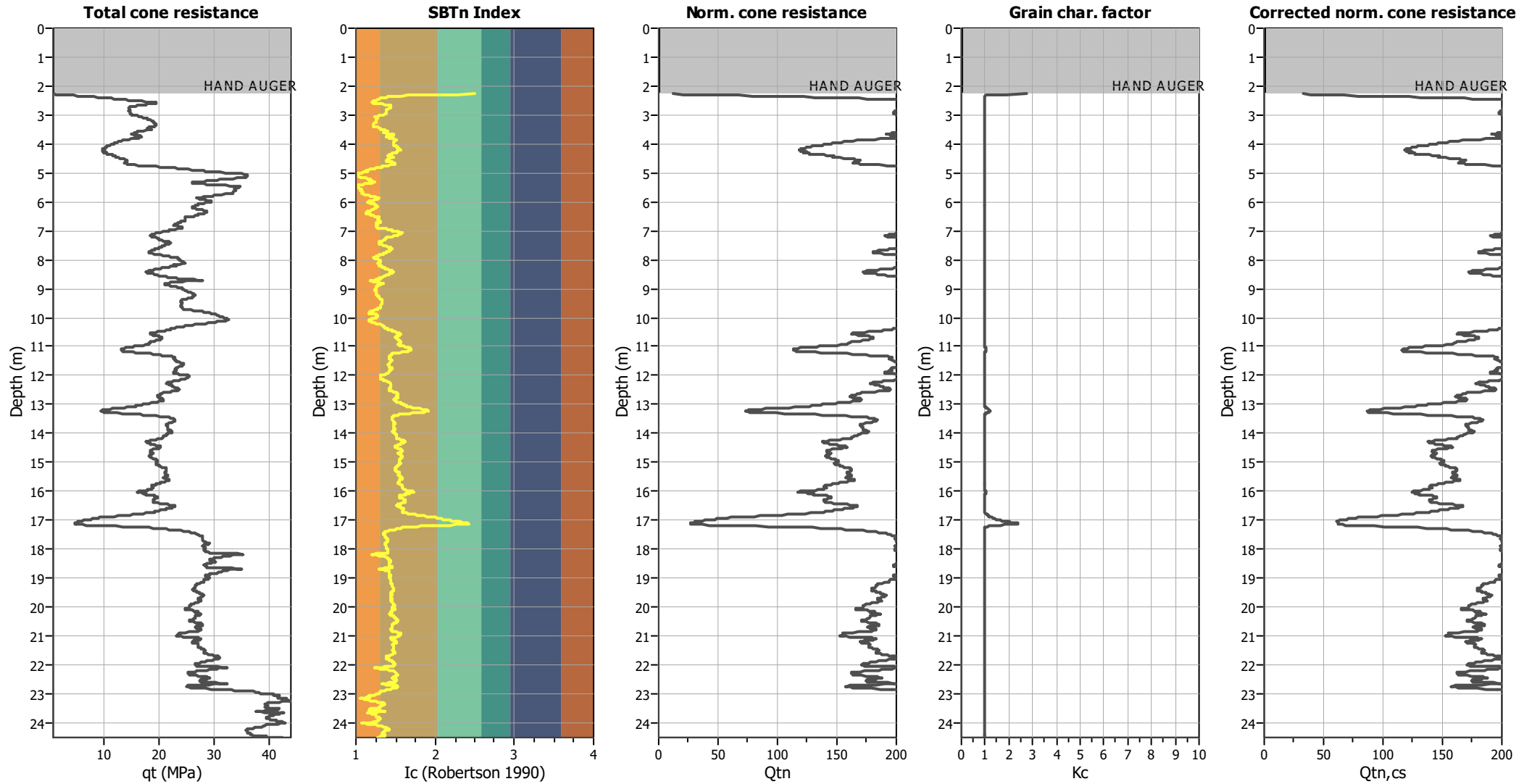
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	19.00 kN/m ³
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	3.00 m	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

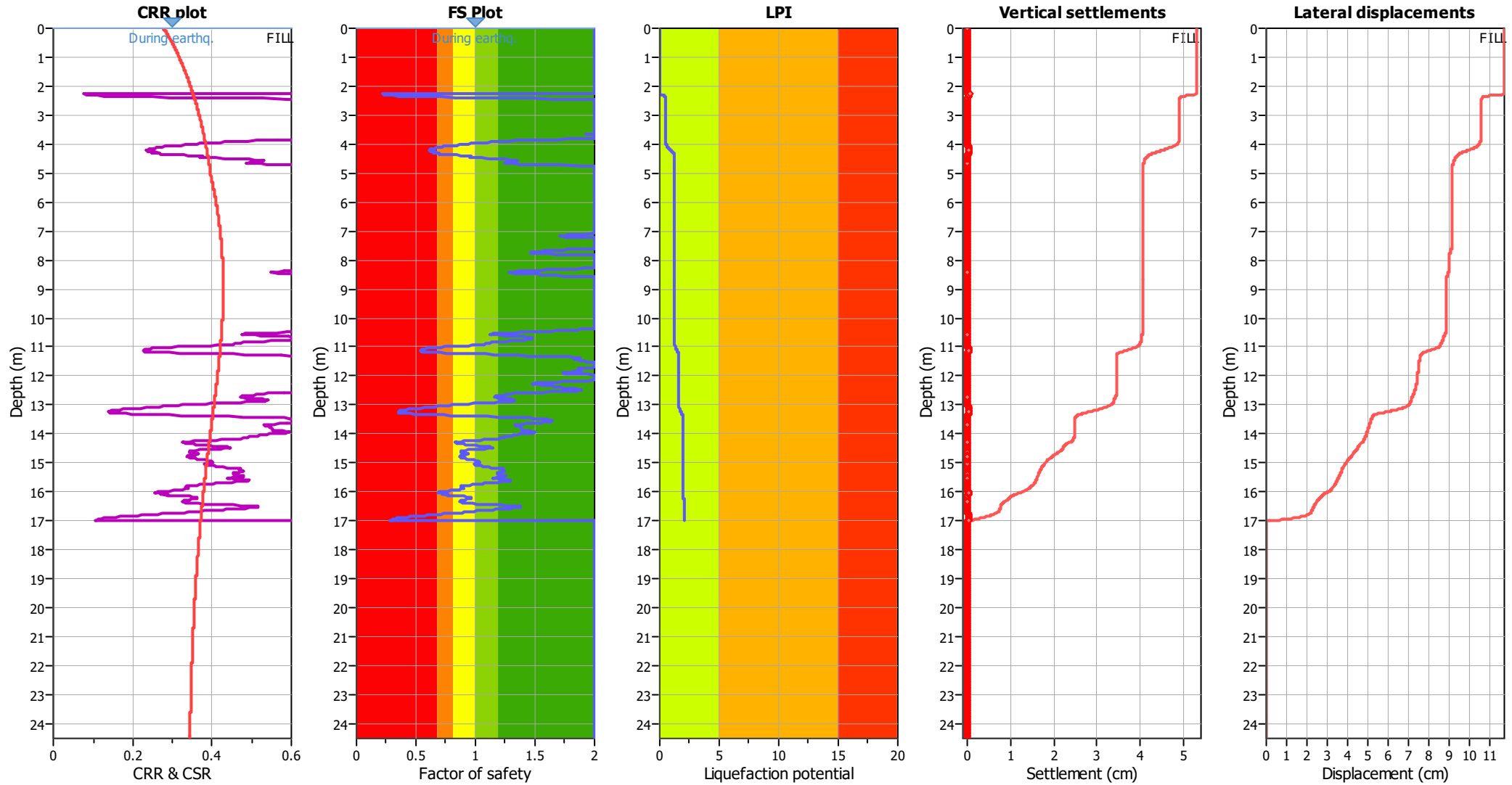
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	19.00 kN/m ³
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _{cs} applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	3.00 m	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	3.00 m	Fill weight:	19.00 kN/m ³
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on I _c value	I _c cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	3.00 m	Limit depth:	20.00 m

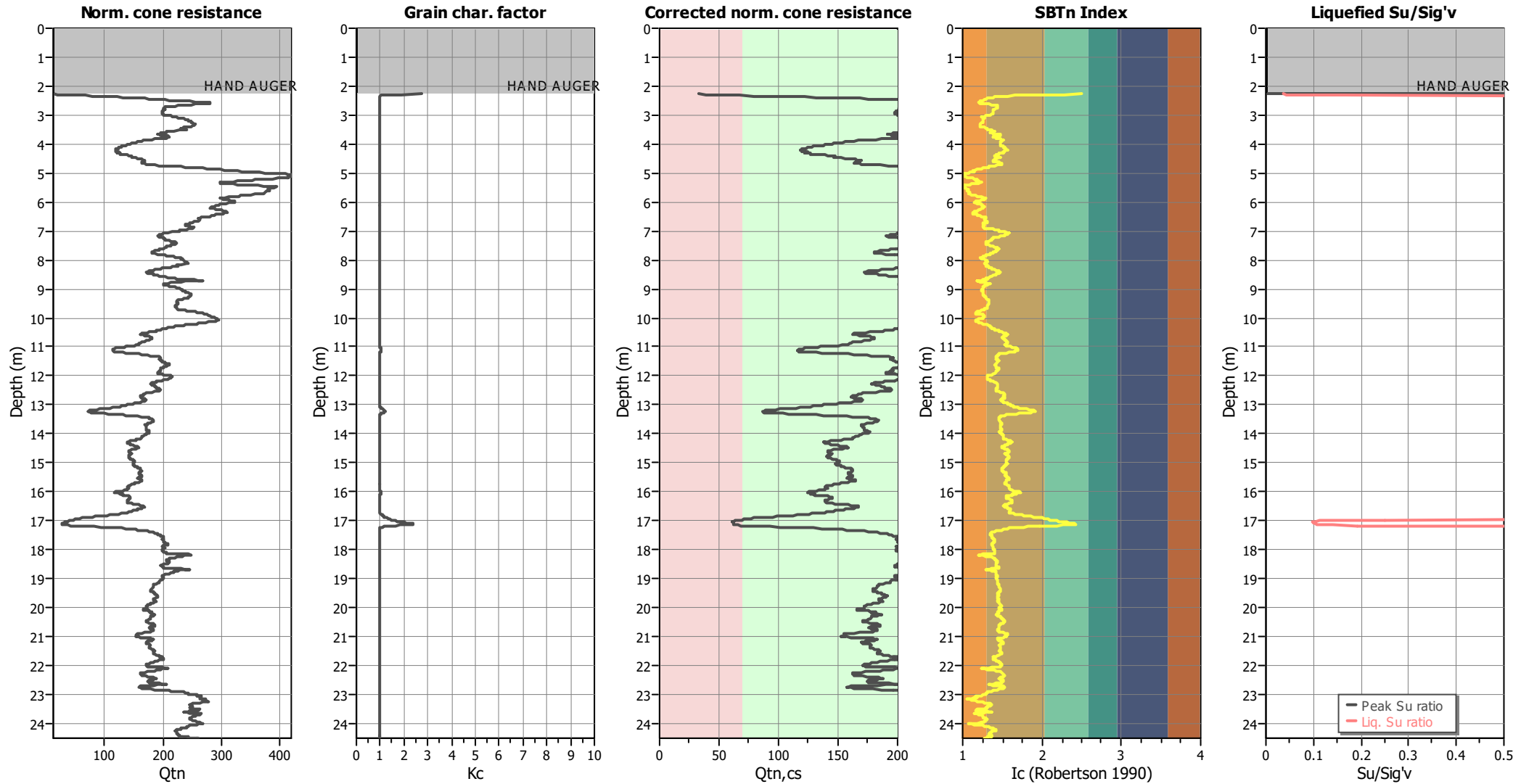
F.S. color scheme

- 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

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	19.00 kN/m ³
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _{cs} applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	Yes	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	3.00 m	Limit depth:	20.00 m

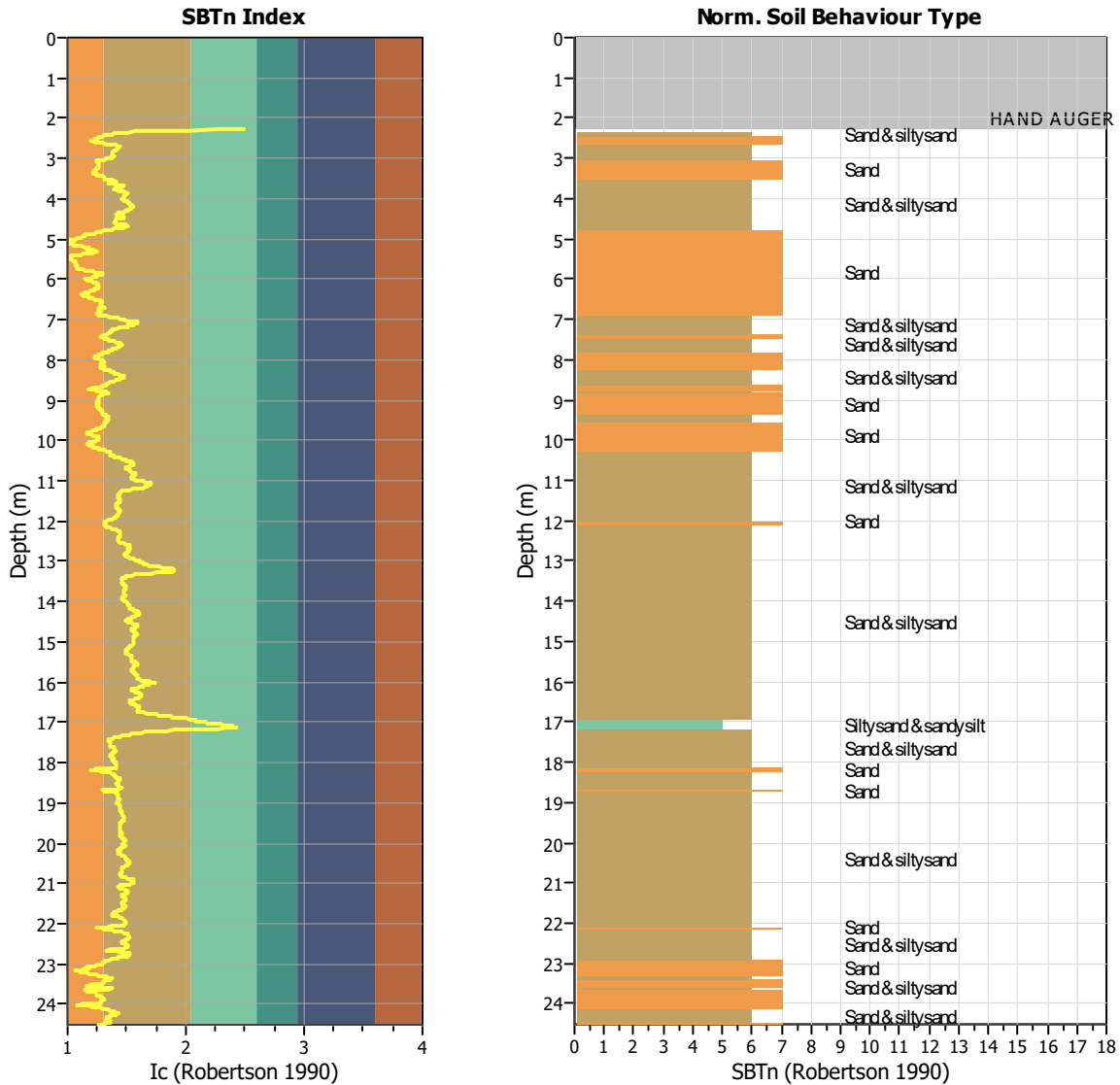
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



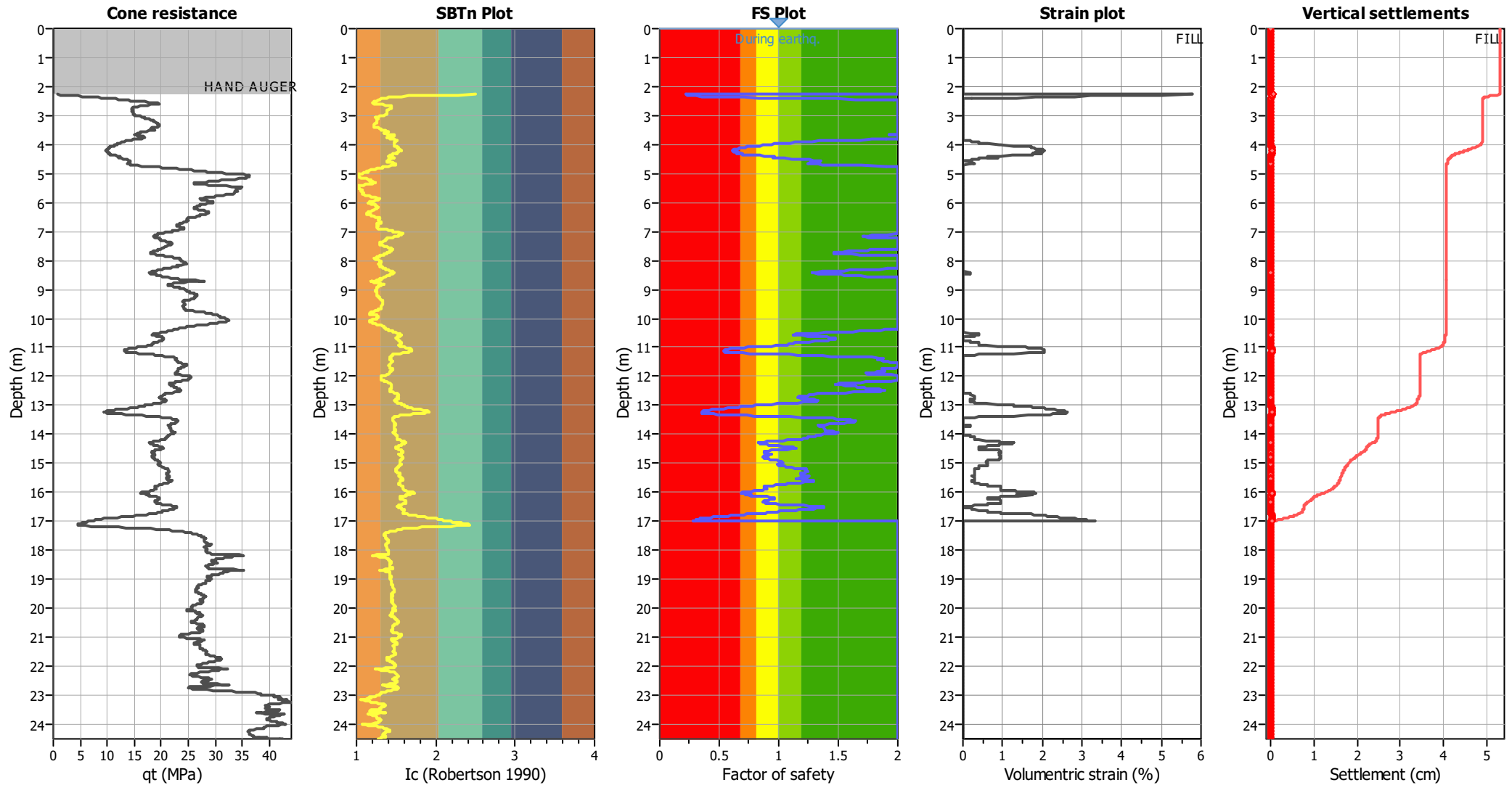
Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0100
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

Total points in CPT file: 2451
 Total points excluded: 0
 Exclusion percentage: 0.00%
 Number of layers detected: 0

Estimation of post-earthquake settlements

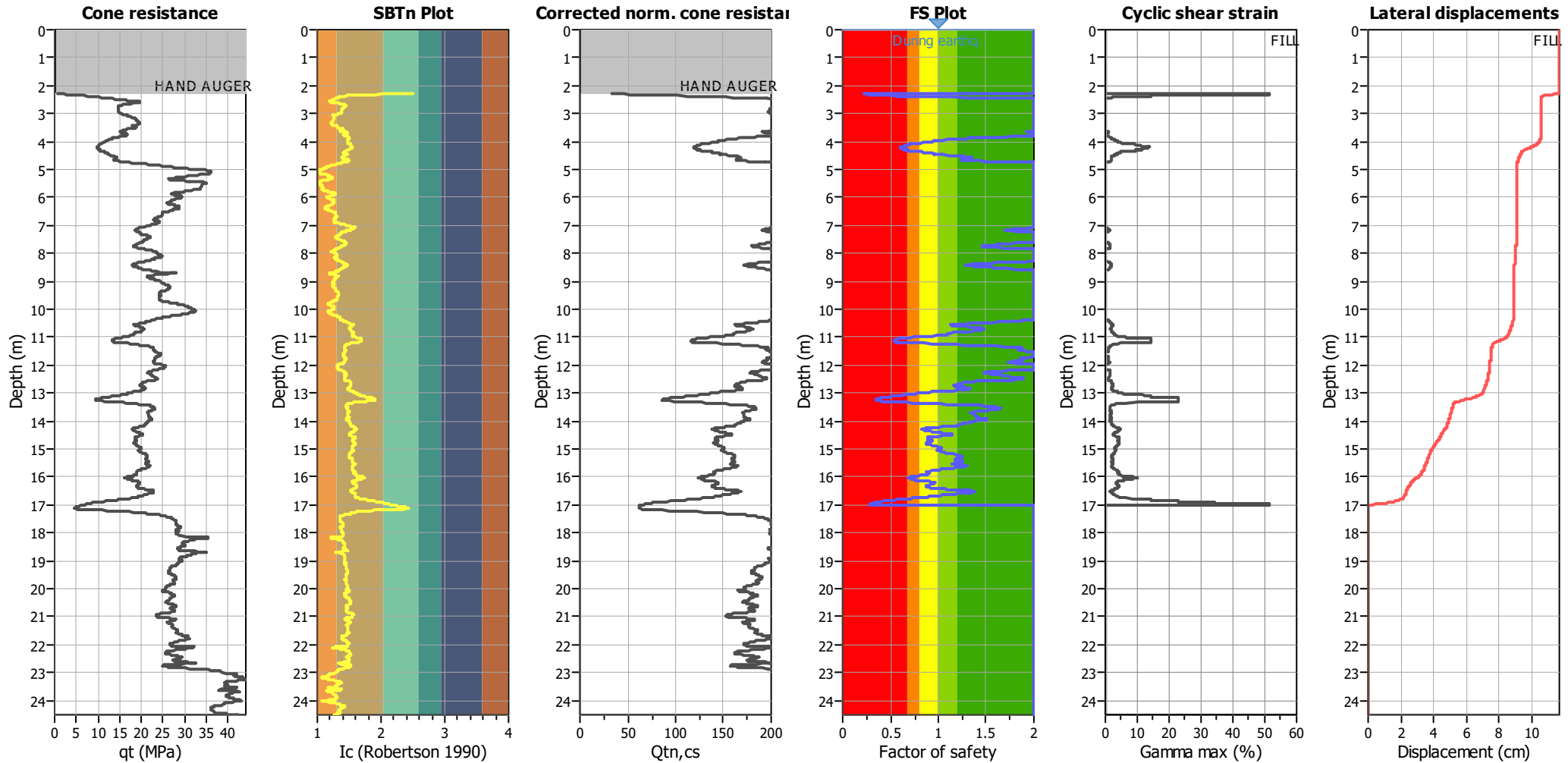


Abbreviations

- q_t : Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
- I_c : Soil Behaviour Type Index
- FS: Calculated Factor of Safety against liquefaction
- Volumetric strain: Post-liquefaction volumetric strain

Estimation of post-earthquake lateral Displacements

Geometric parameters: Gently sloping ground without free face (Slope 0.10 %)



Abbreviations

qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
 Ic: Soil Behaviour Type Index
 $Q_{tn,cs}$: Equivalent clean sand normalized CPT total cone resistance

F.S.: Factor of safety
 γ_{max} : Maximum cyclic shear strain
 LDI: Lateral displacement index

Surface condition



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

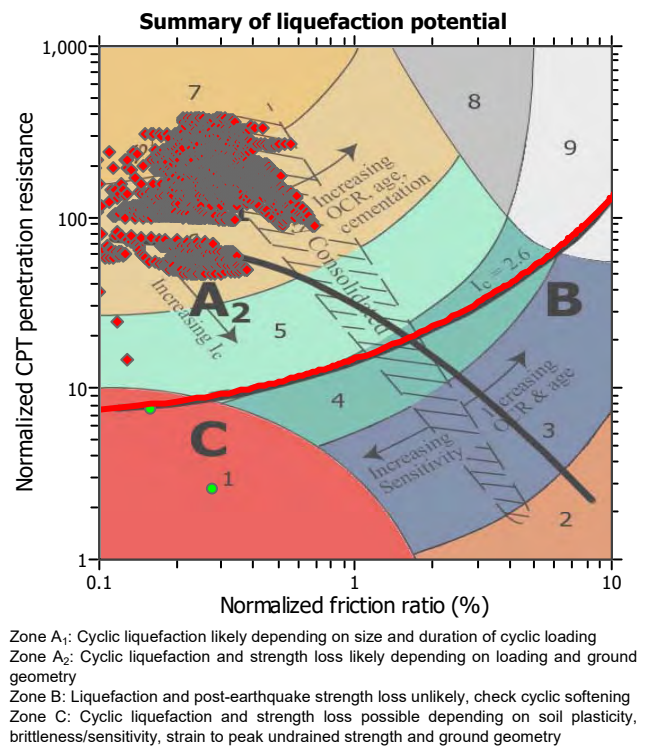
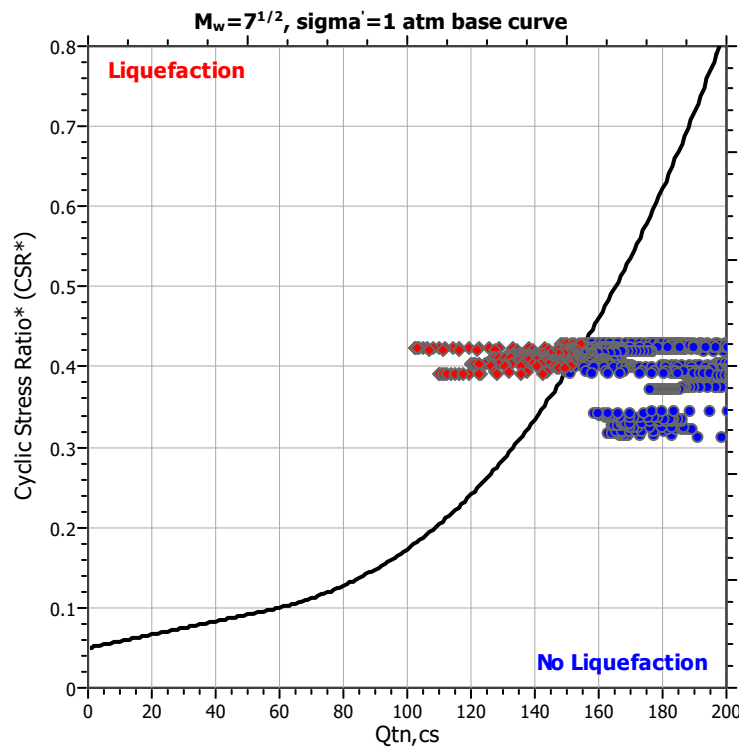
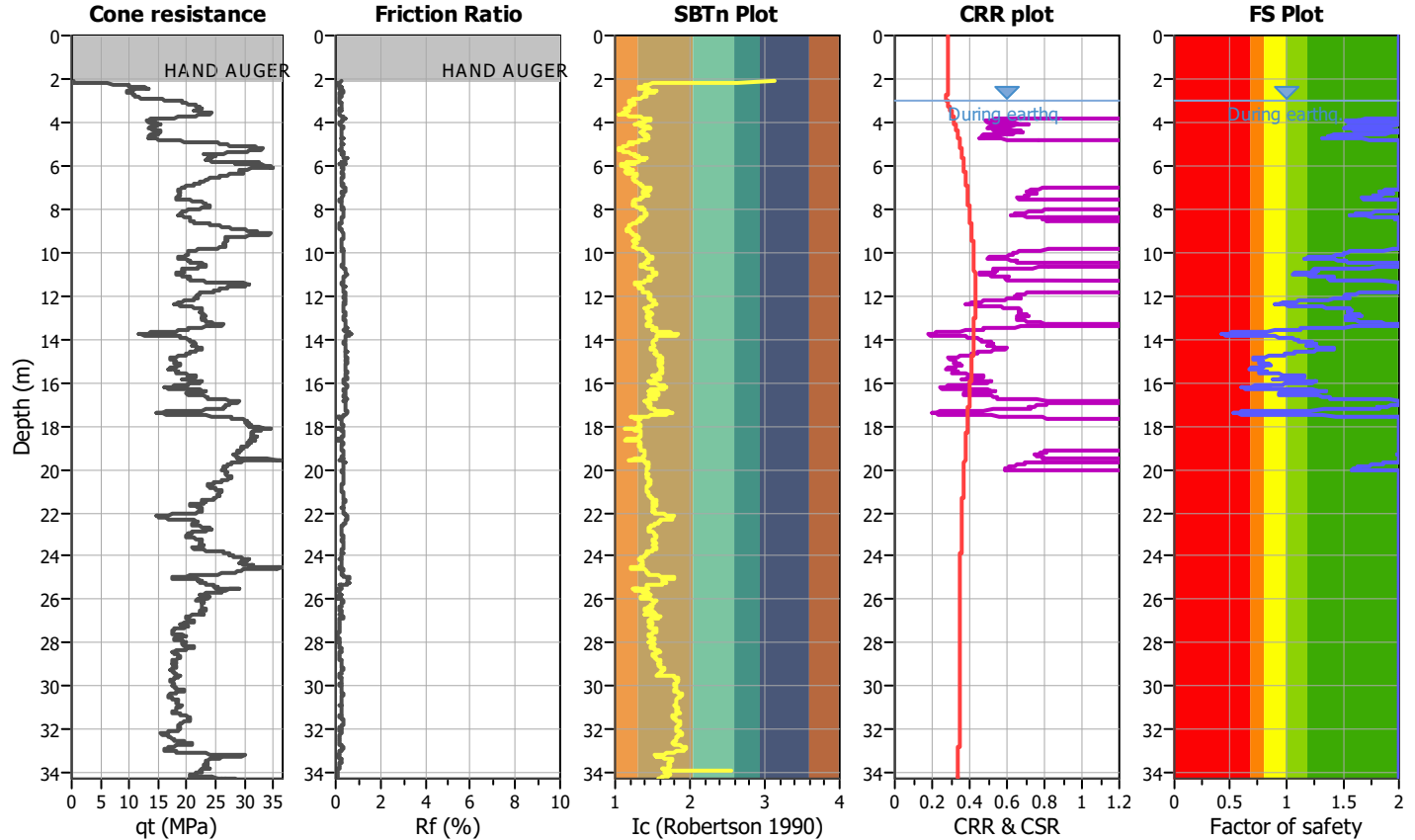
Project title : Banchina Nord di Ponente

Location : Porto di Gioia Tauro

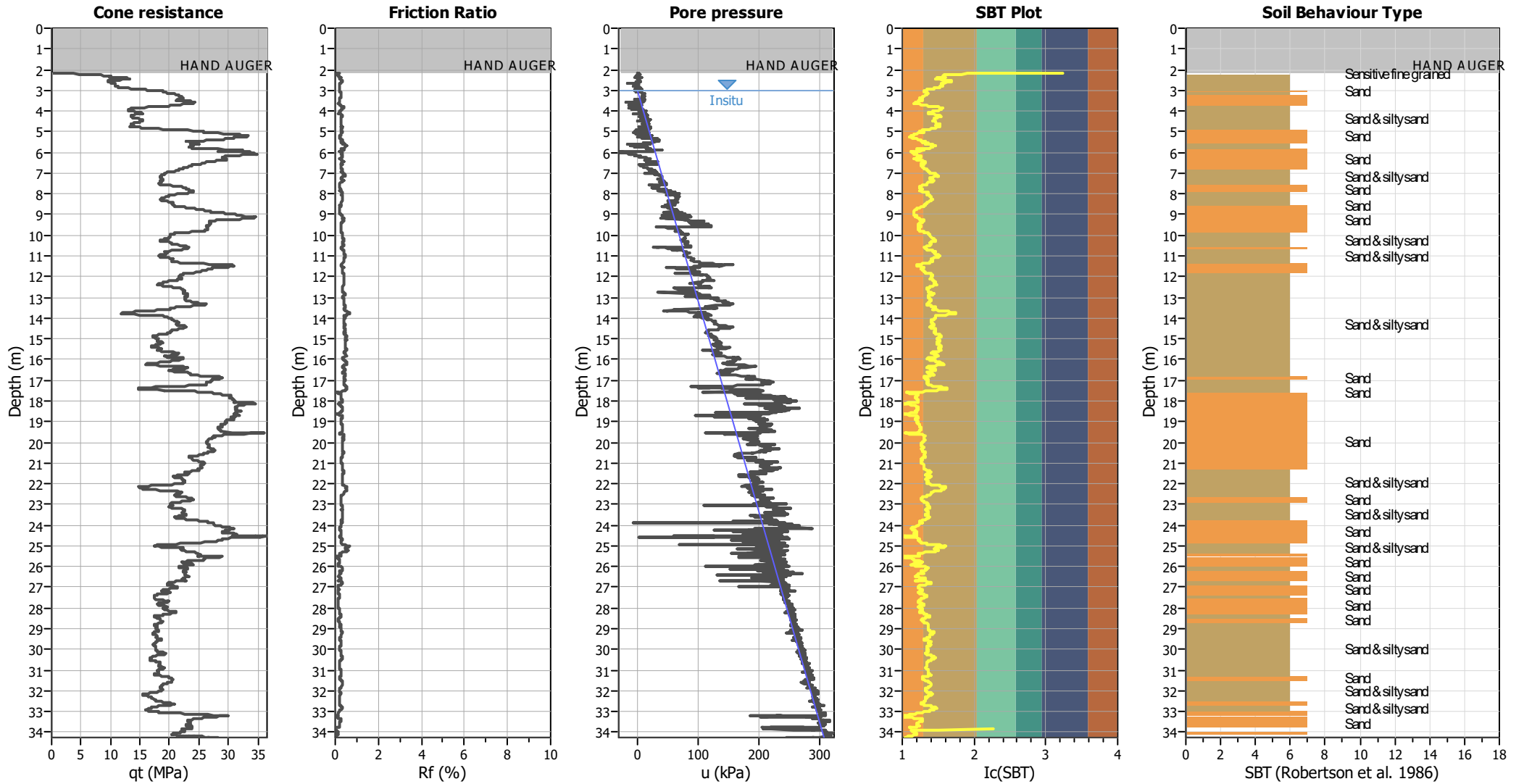
CPT file : P4 BNP

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	3.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.47	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



CPT basic interpretation plots



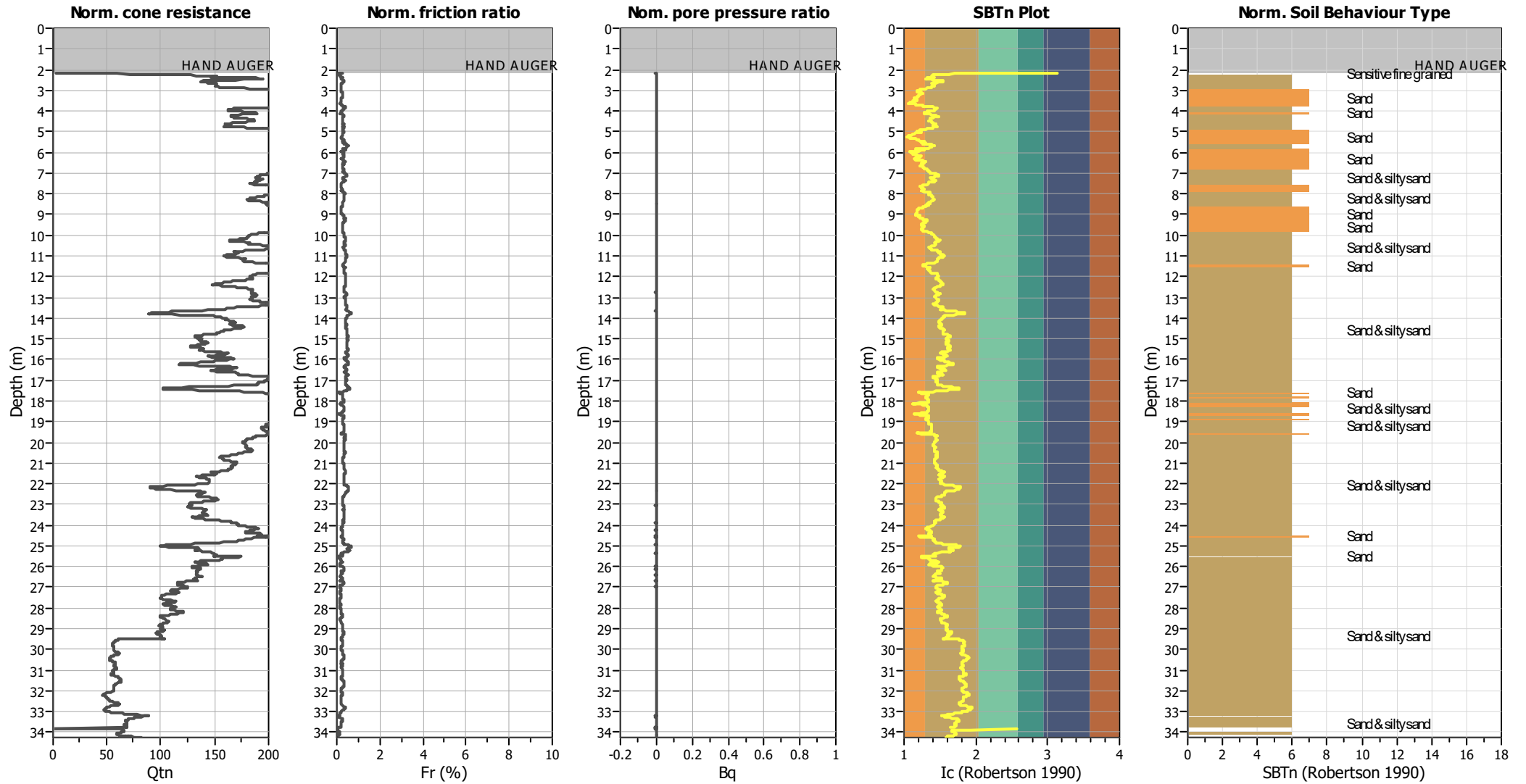
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{α} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



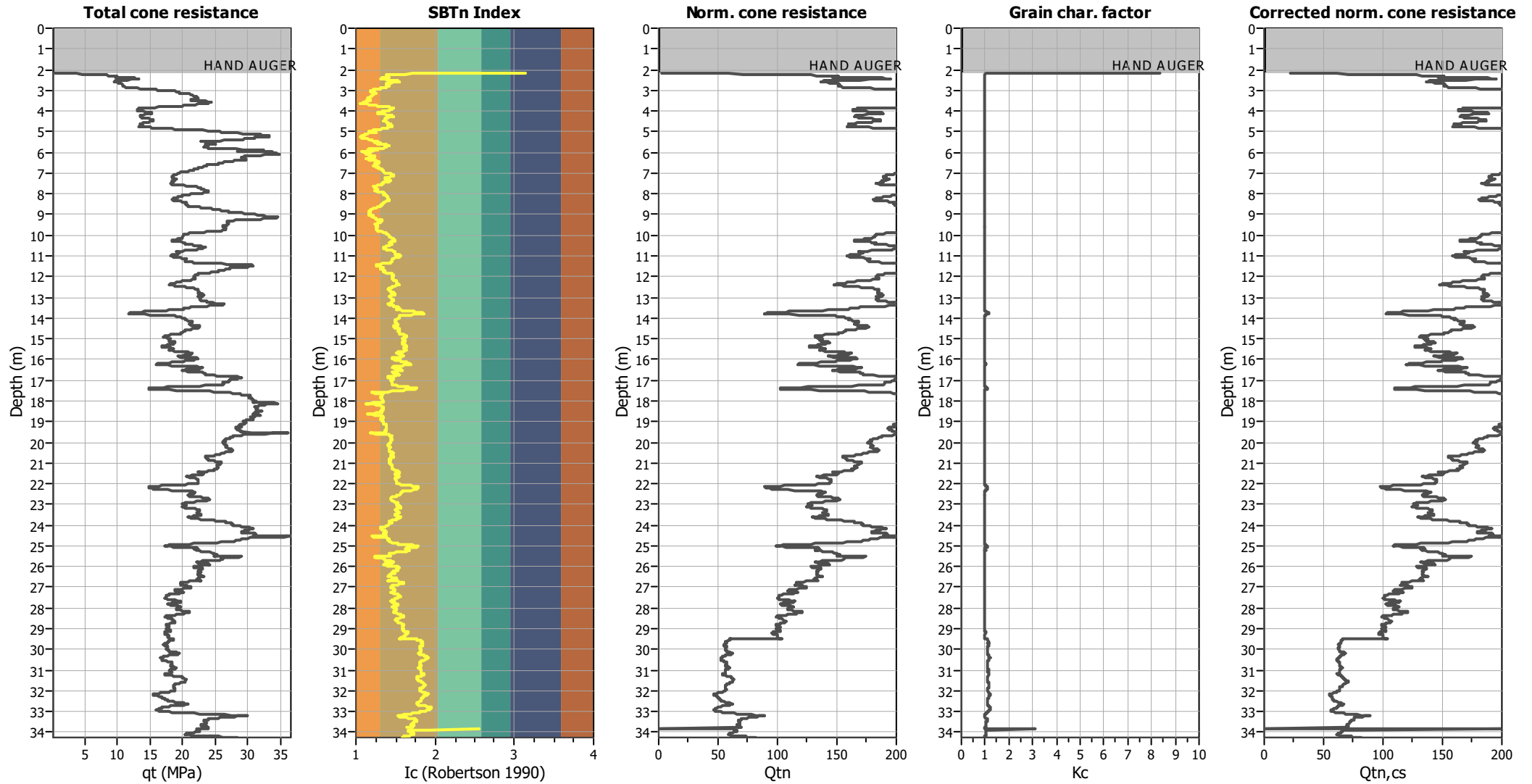
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

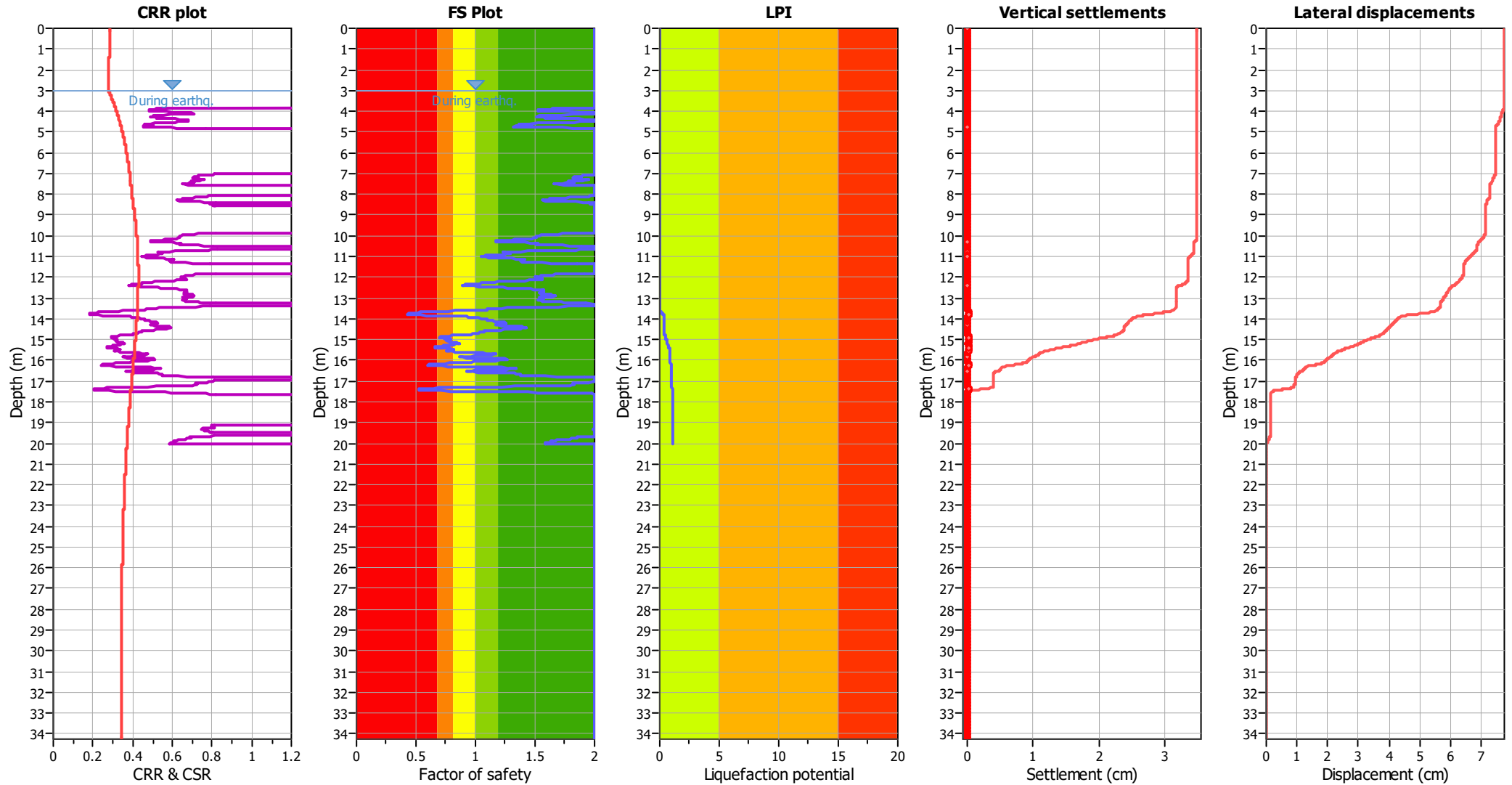
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _c applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

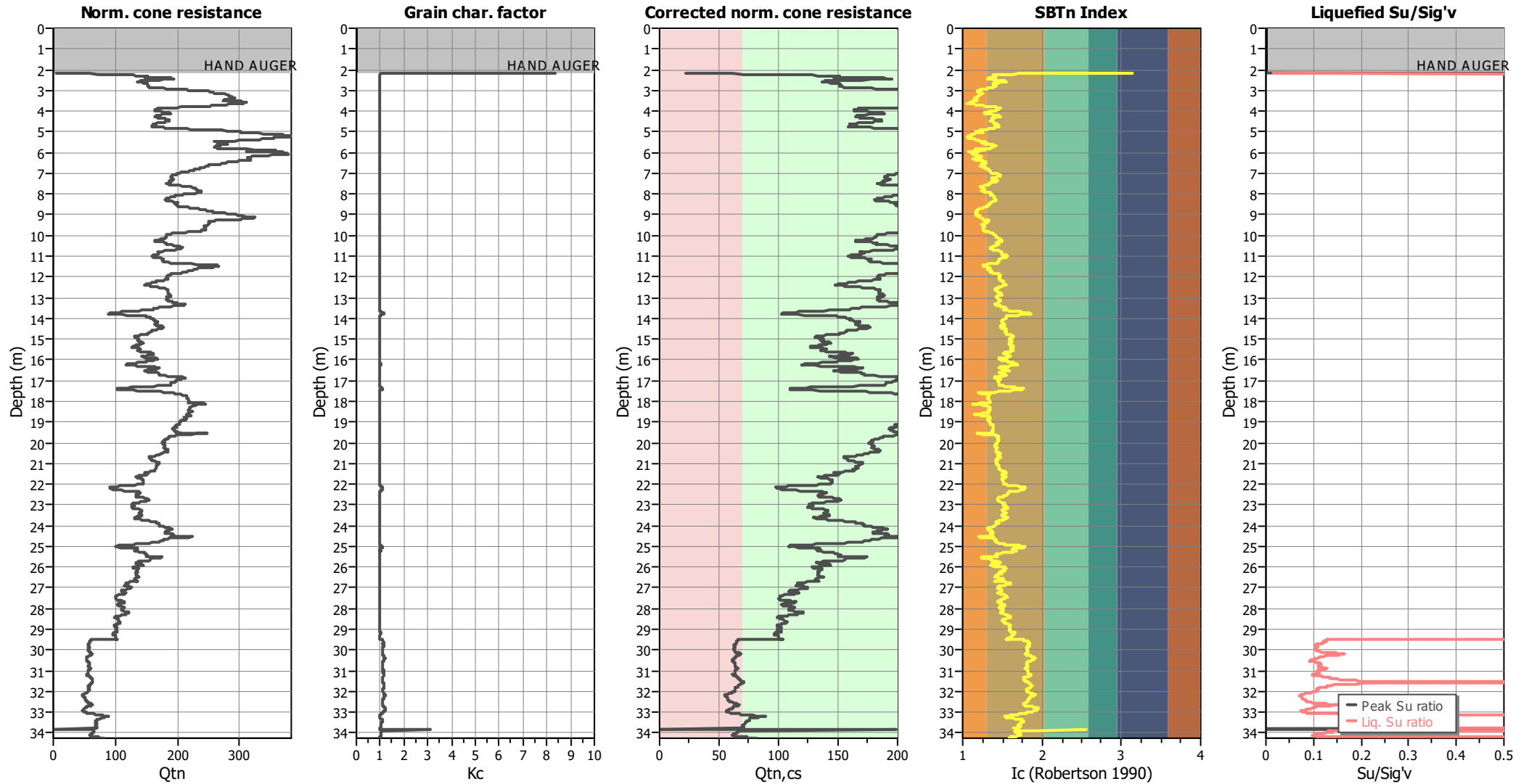
F.S. color scheme

- 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

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

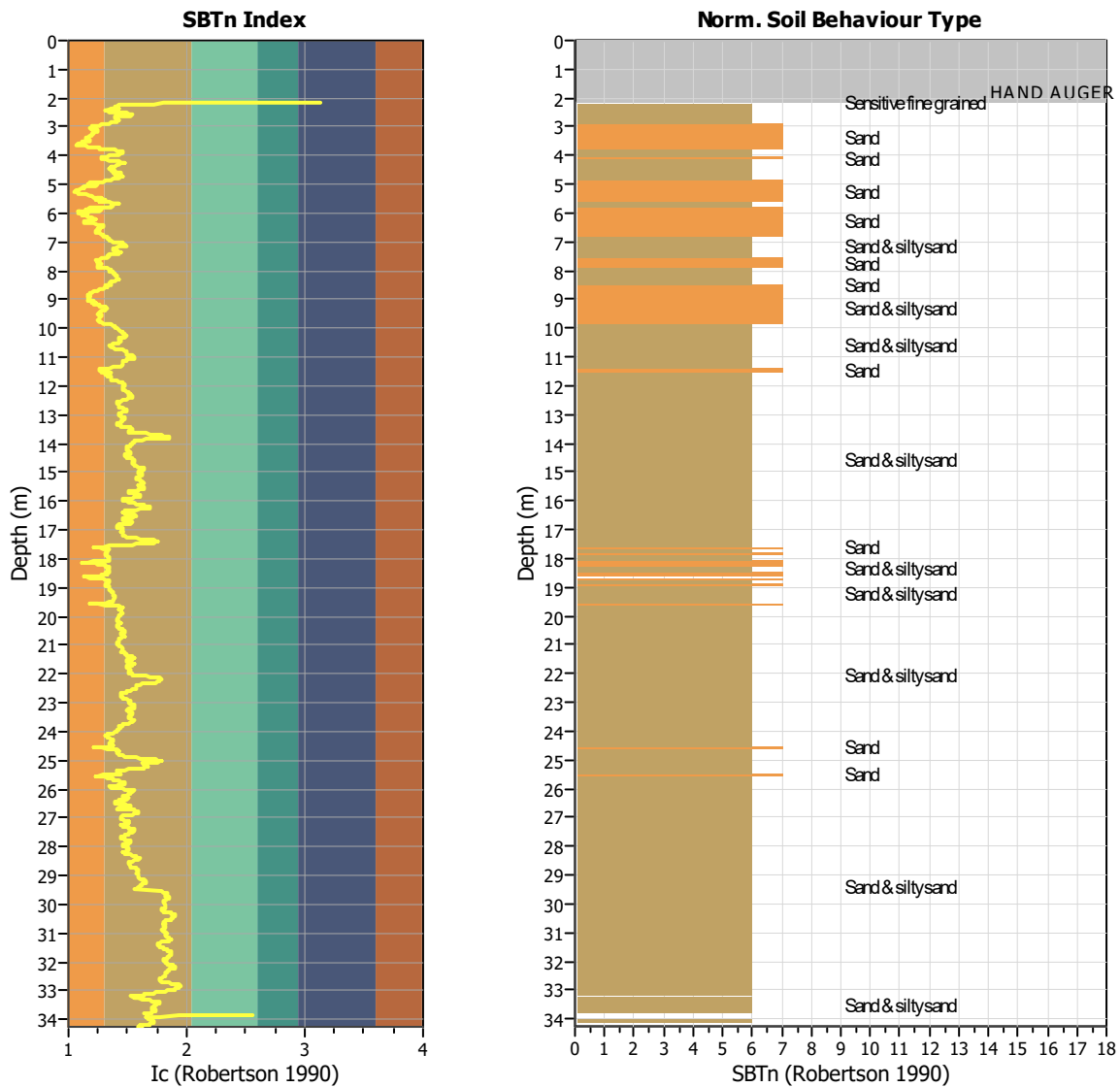
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



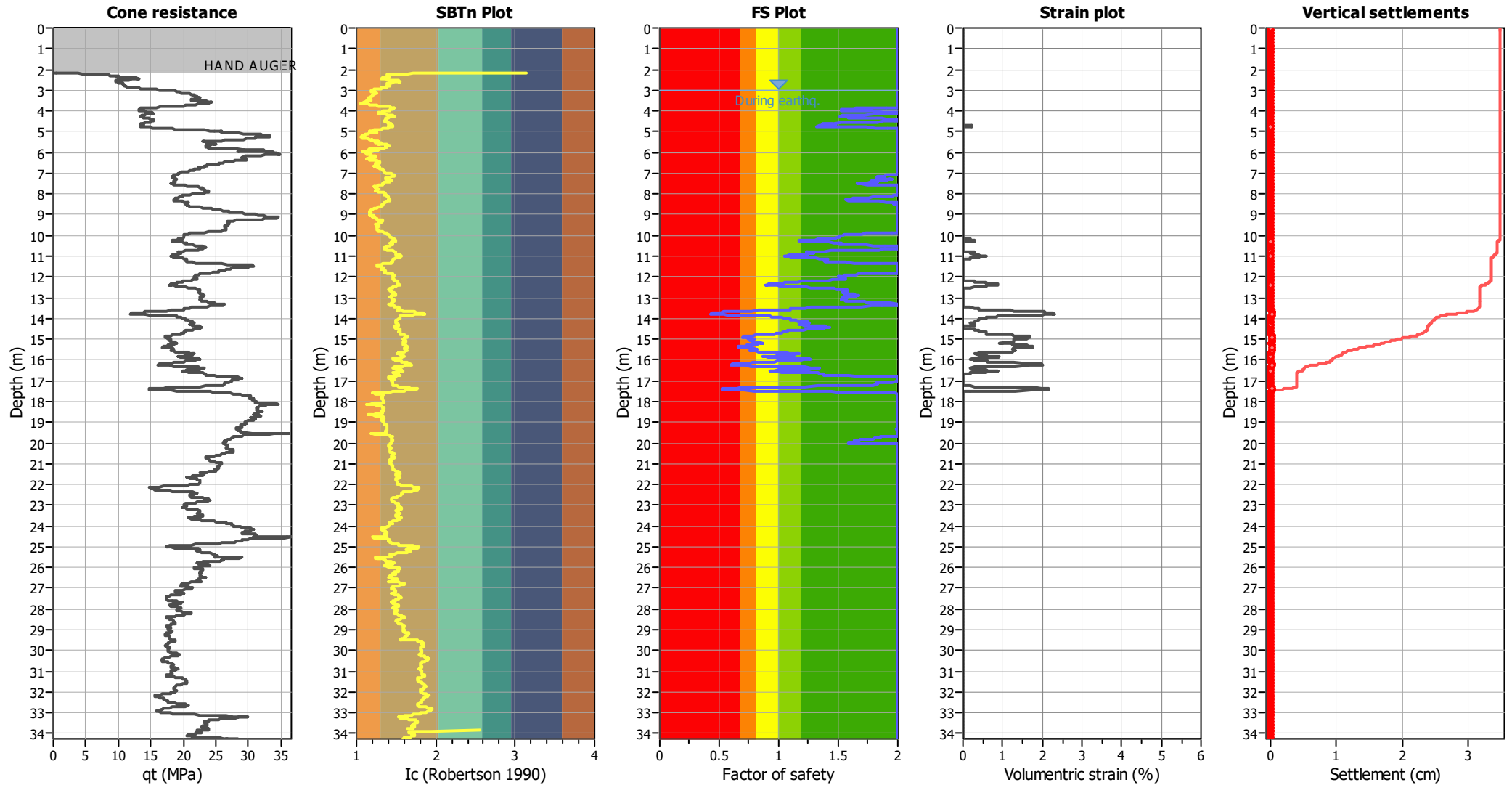
Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0100
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

Total points in CPT file: 3425
 Total points excluded: 0
 Exclusion percentage: 0.00%
 Number of layers detected: 0

Estimation of post-earthquake settlements

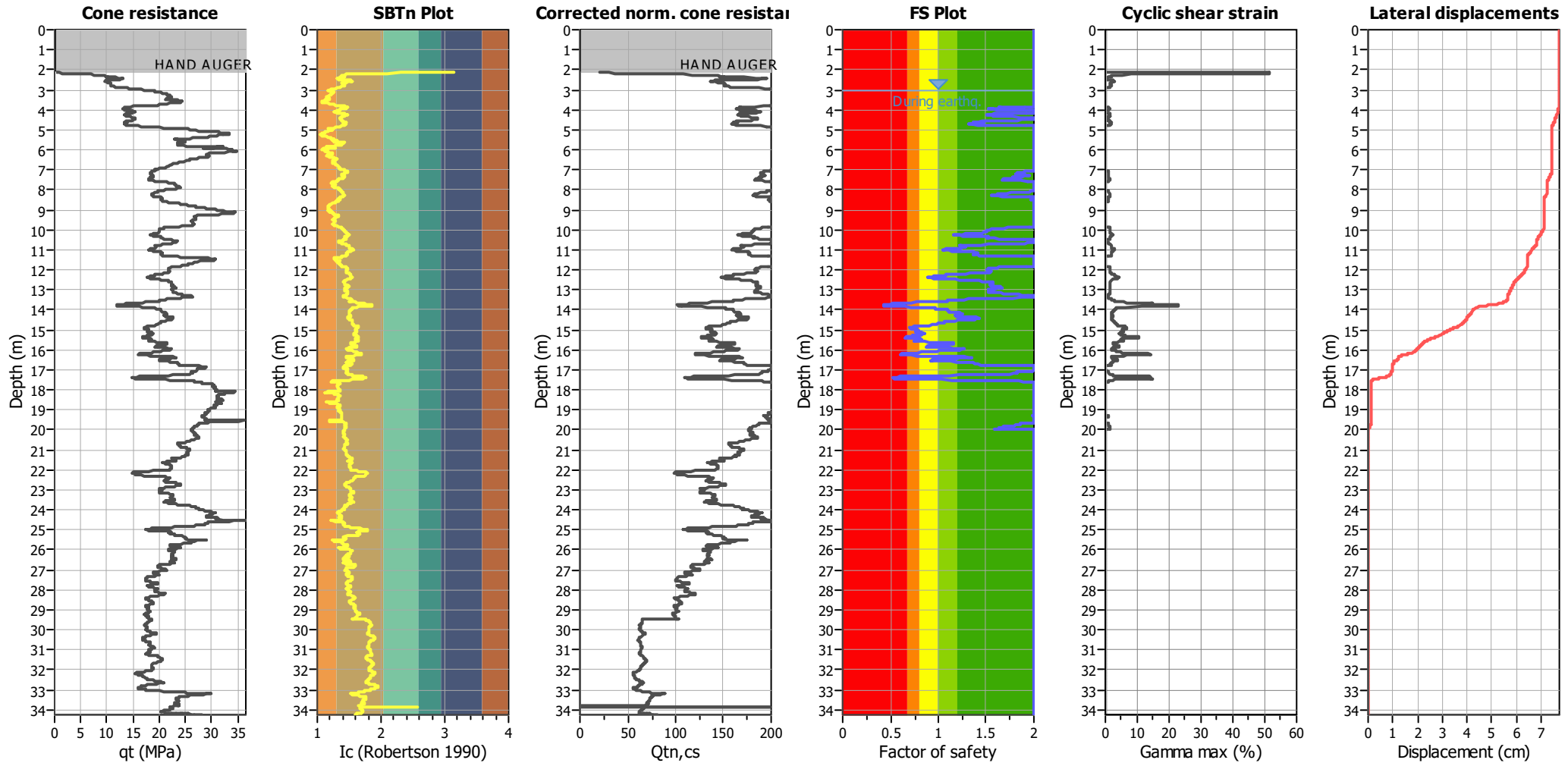


Abbreviations

- qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
- I_c: Soil Behaviour Type Index
- FS: Calculated Factor of Safety against liquefaction
- Volumetric strain: Post-liquefaction volumetric strain

Estimation of post-earthquake lateral Displacements

Geometric parameters: Gently sloping ground without free face (Slope 0.10 %)



Abbreviations

qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
 Ic: Soil Behaviour Type Index
 $Q_{tn,cs}$: Equivalent clean sand normalized CPT total cone resistance

F.S.: Factor of safety
 γ_{max} : Maximum cyclic shear strain
 LDI: Lateral displacement index

Surface condition



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

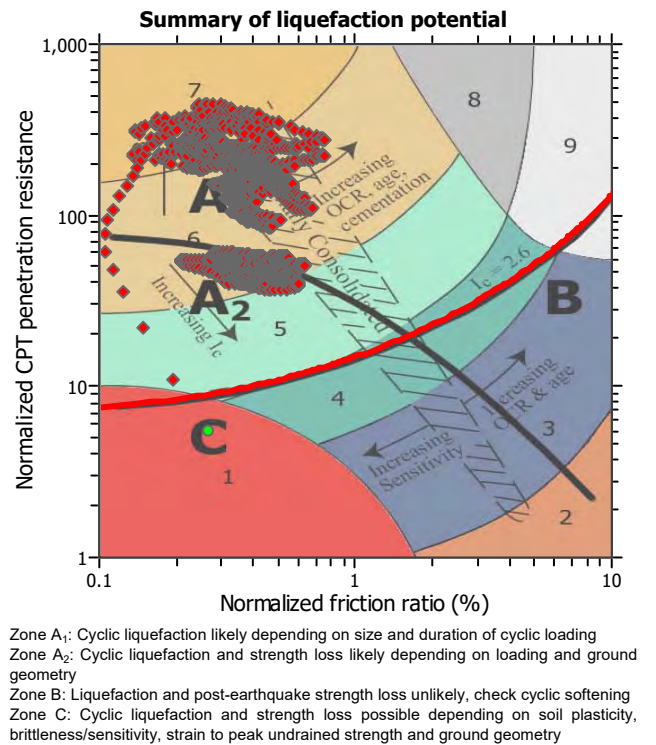
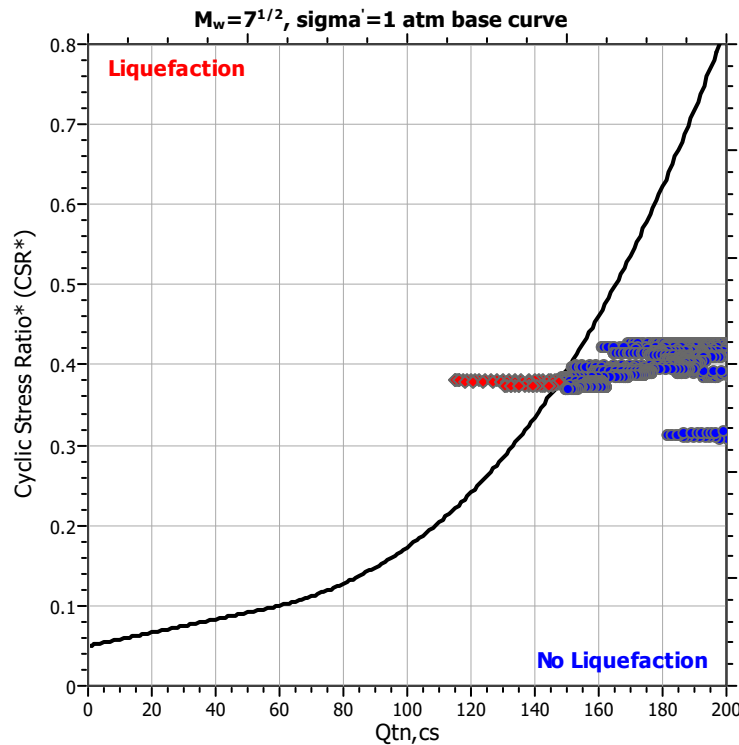
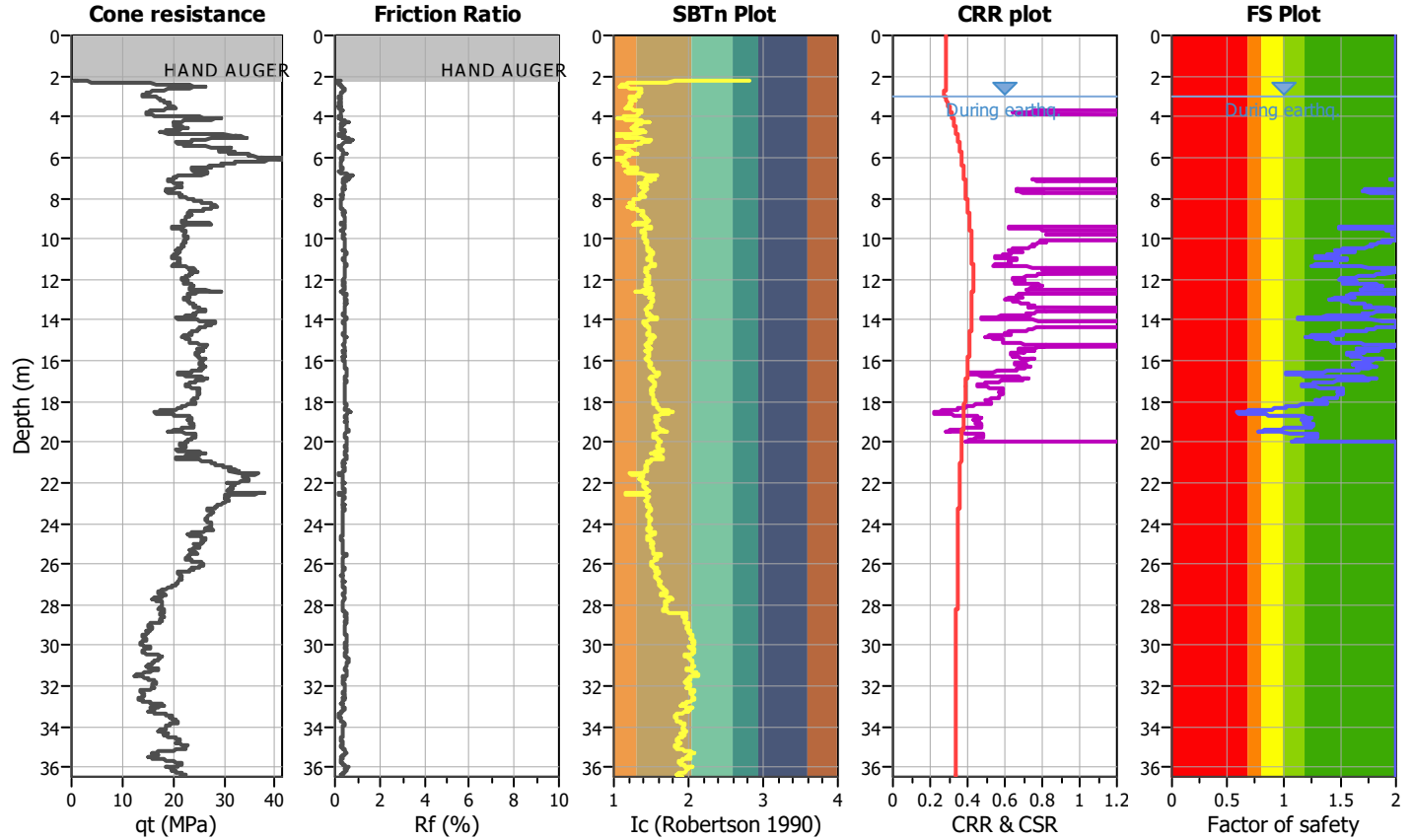
Project title : Banchina Nord di Ponente

Location : Porto di Gioia Tauro

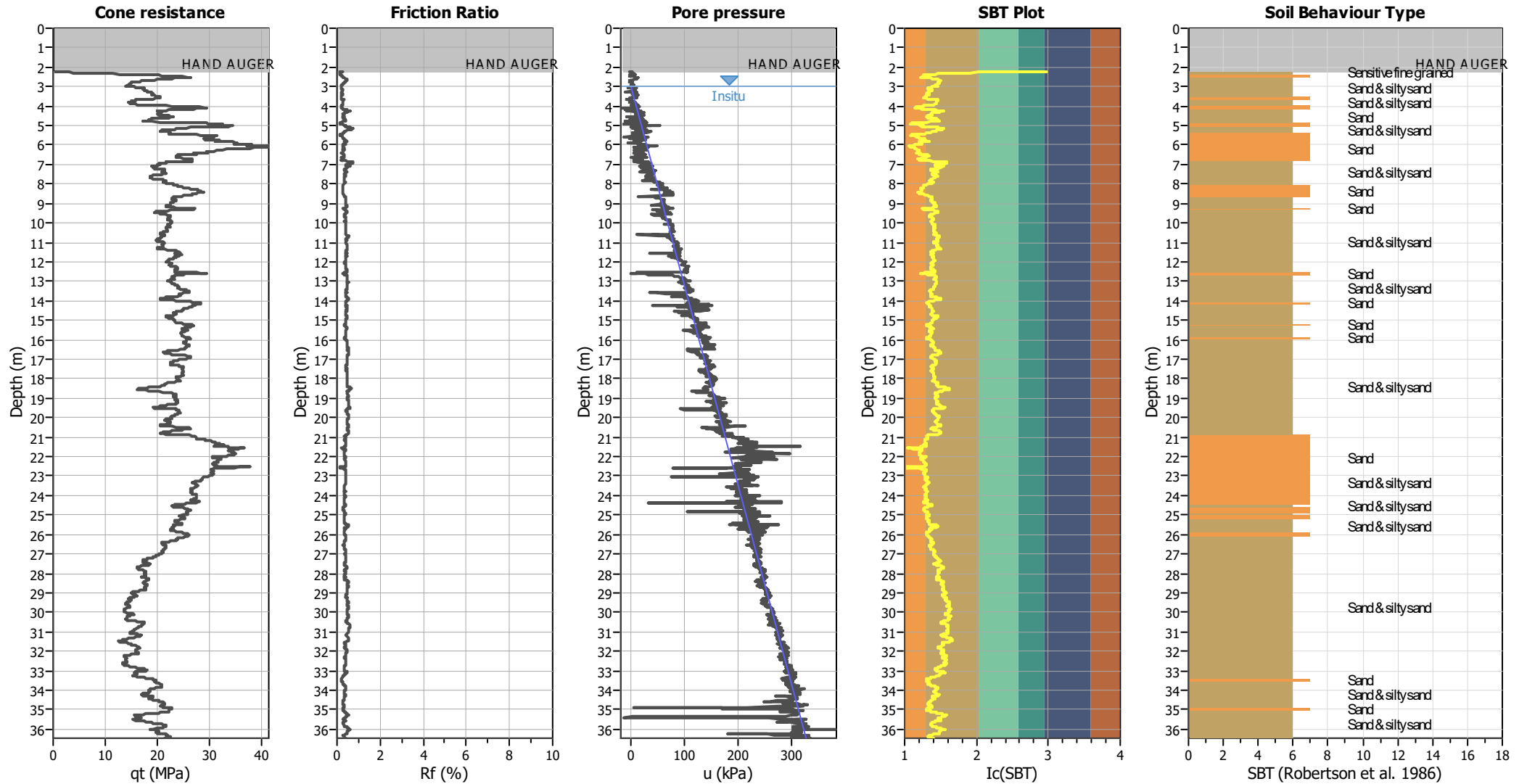
CPT file : sismica P5 BNP

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	3.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.47	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



CPT basic interpretation plots



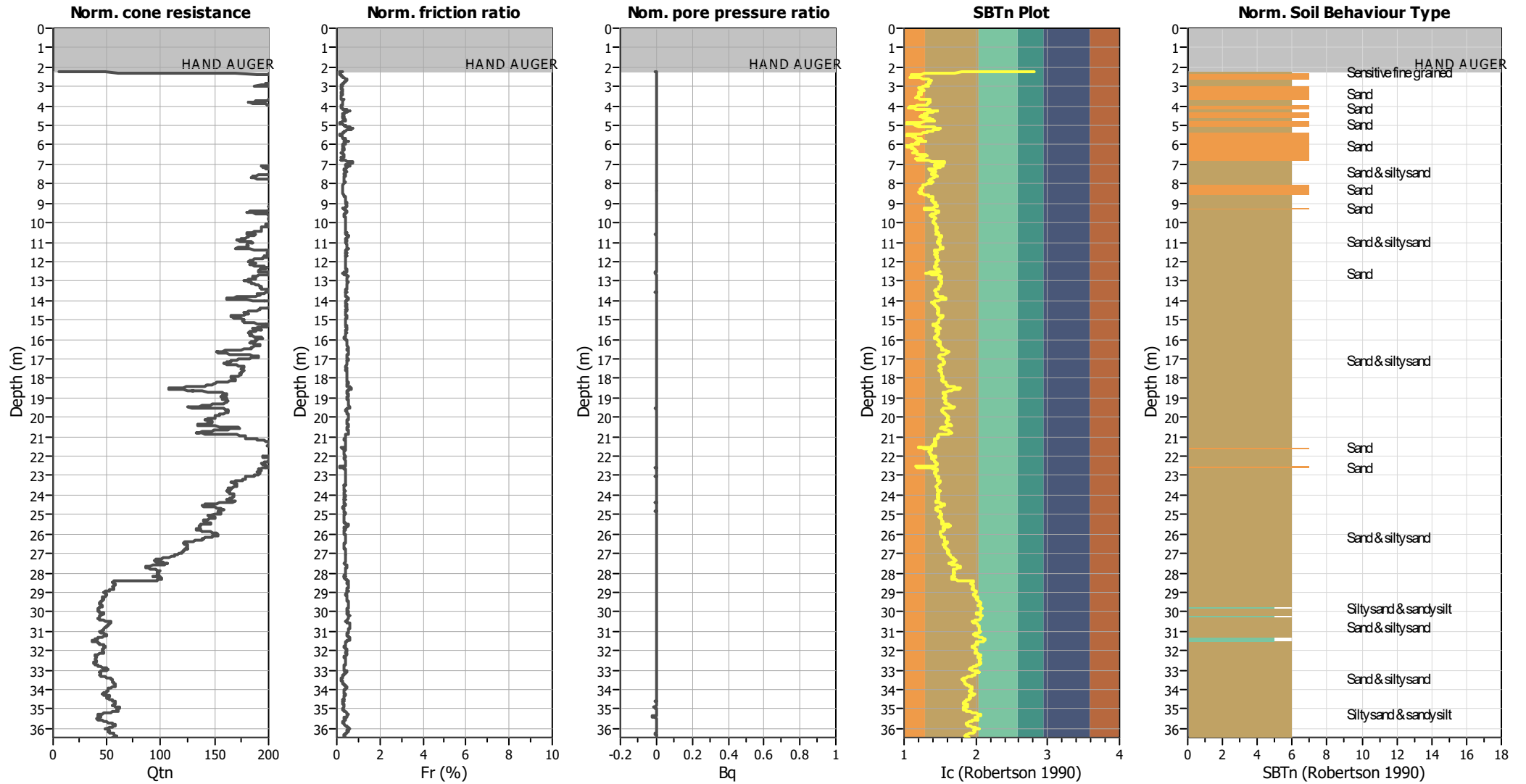
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_v applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



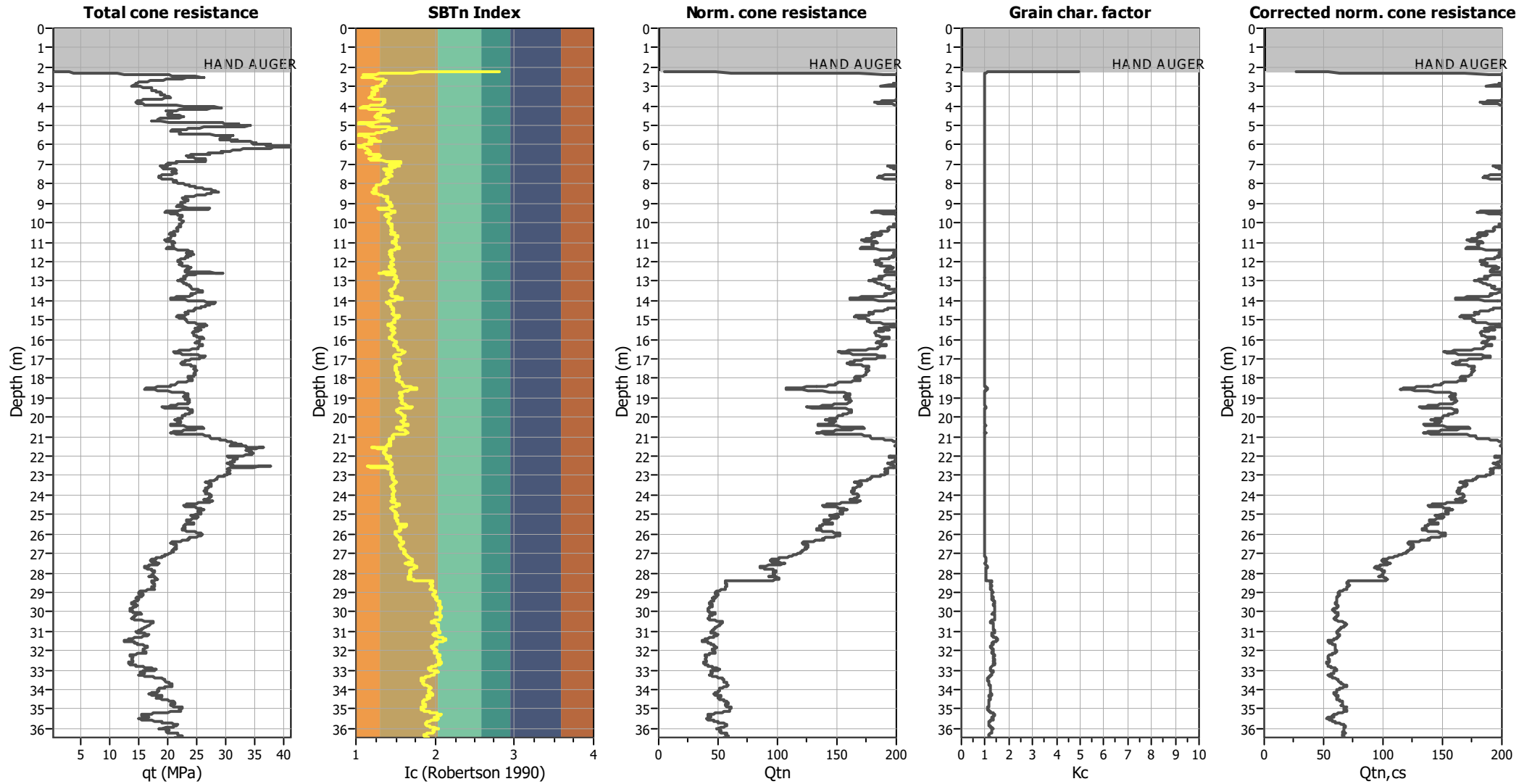
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_v applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

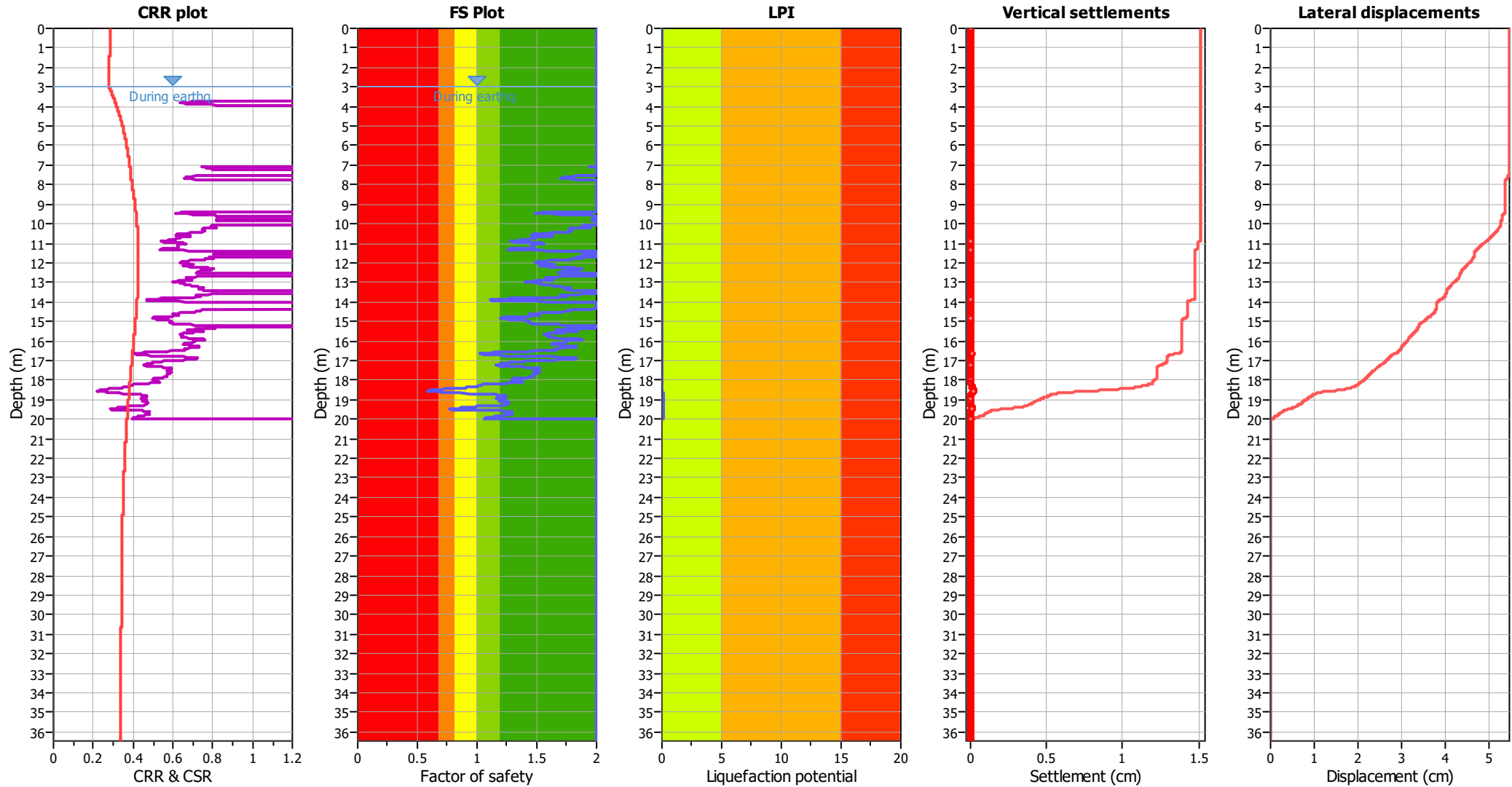
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _{cs} applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

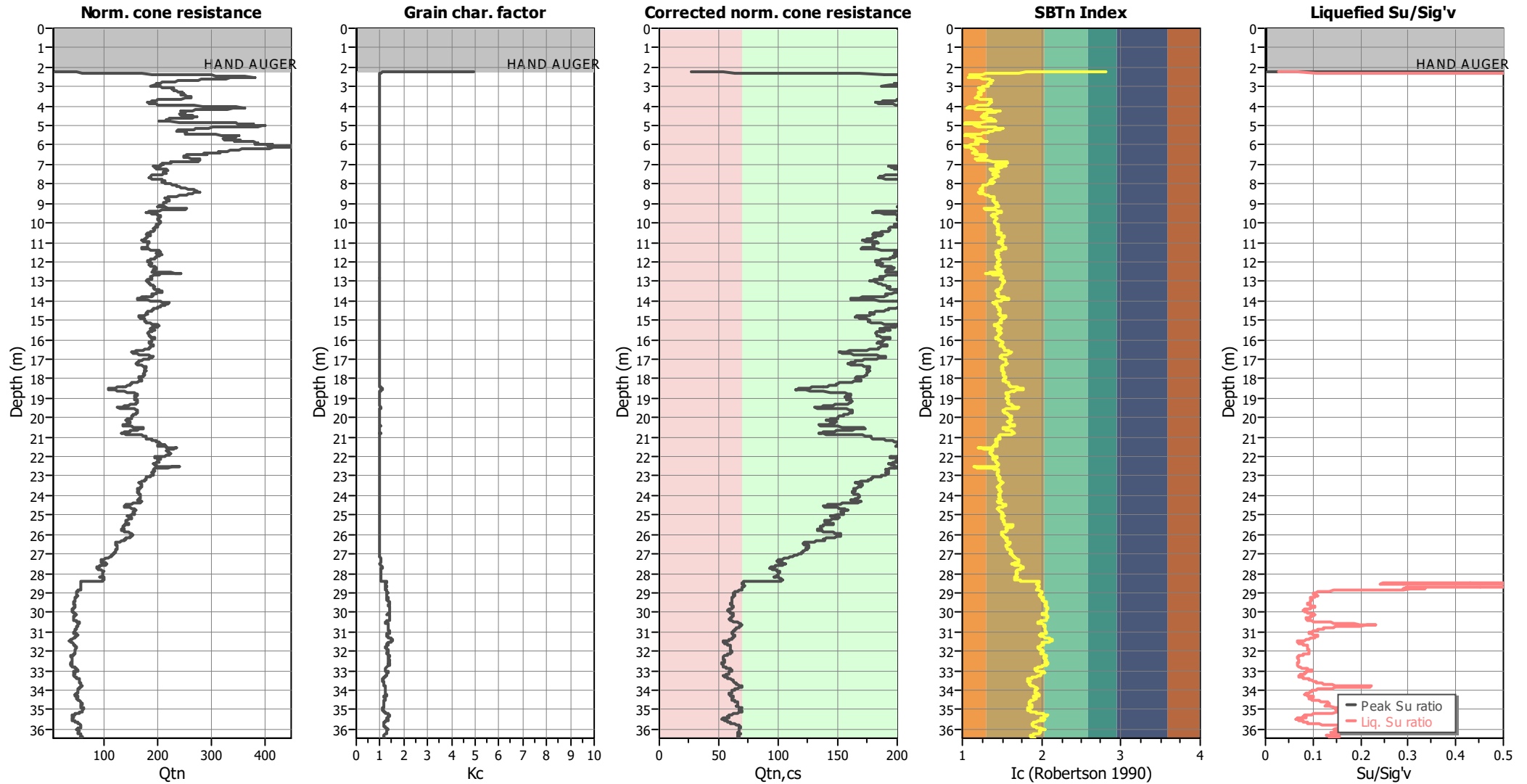
F.S. color scheme

- 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

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	3.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{cs} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	3.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

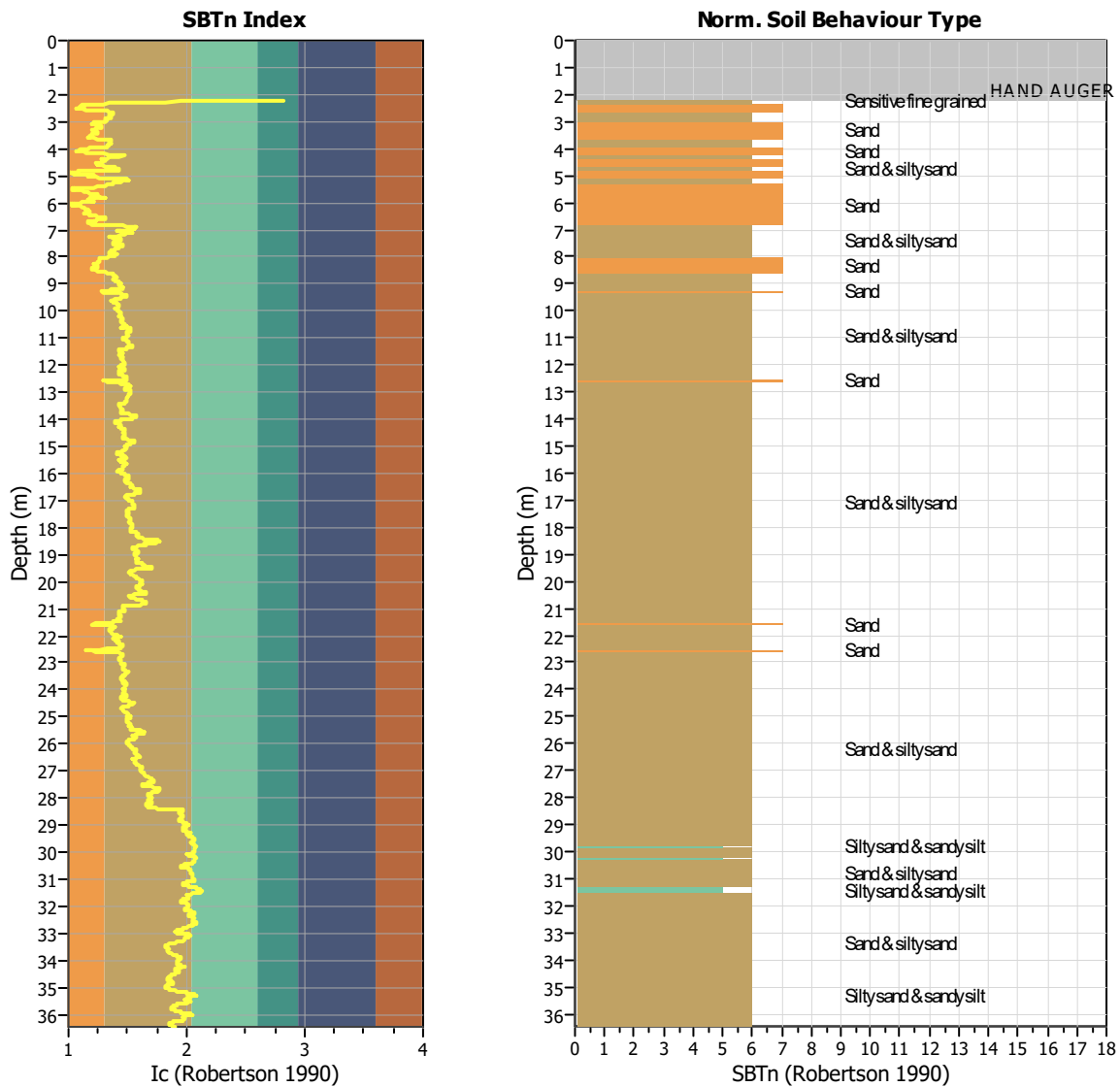
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



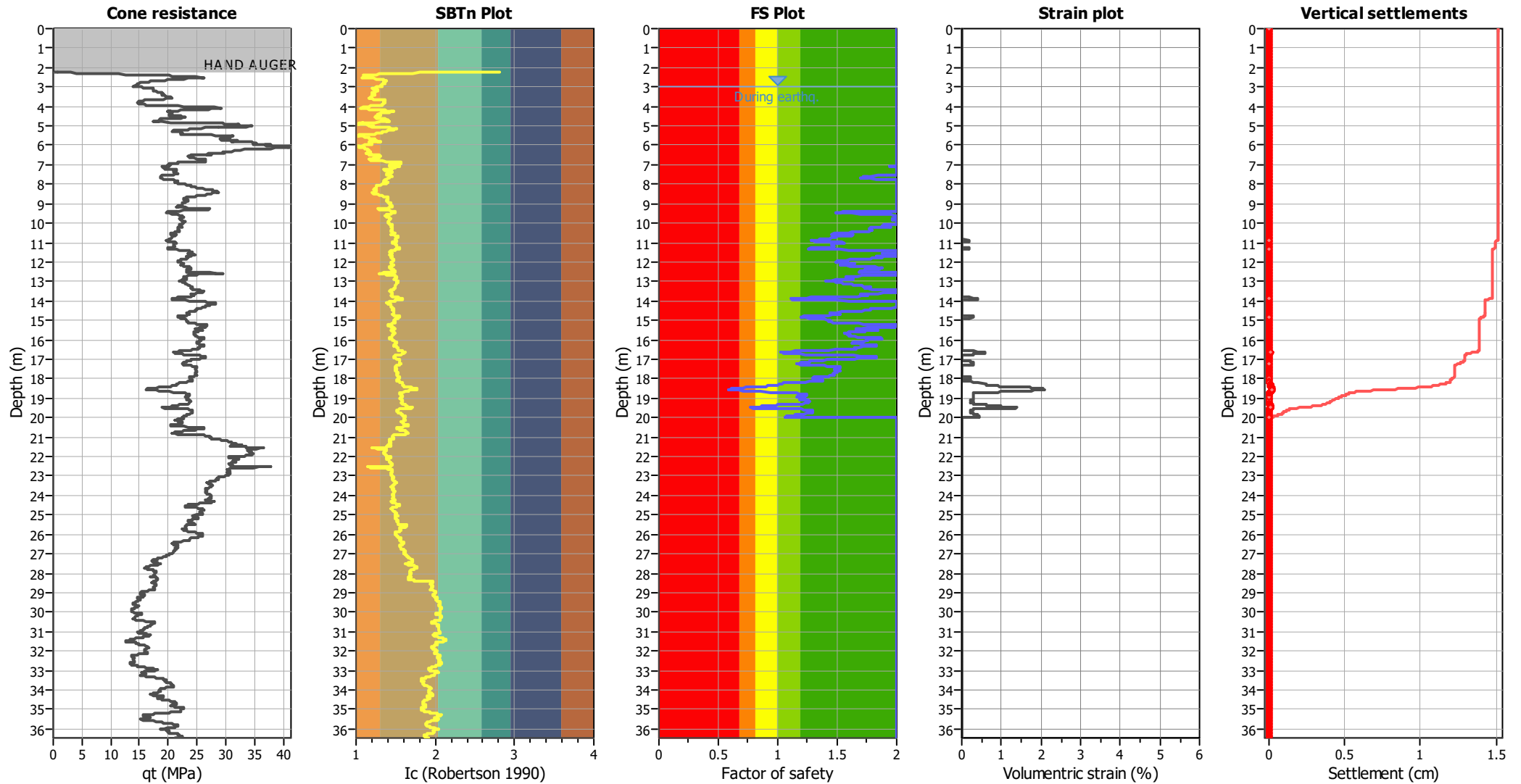
Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0100
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

Total points in CPT file: 3646
 Total points excluded: 0
 Exclusion percentage: 0.00%
 Number of layers detected: 0

Estimation of post-earthquake settlements

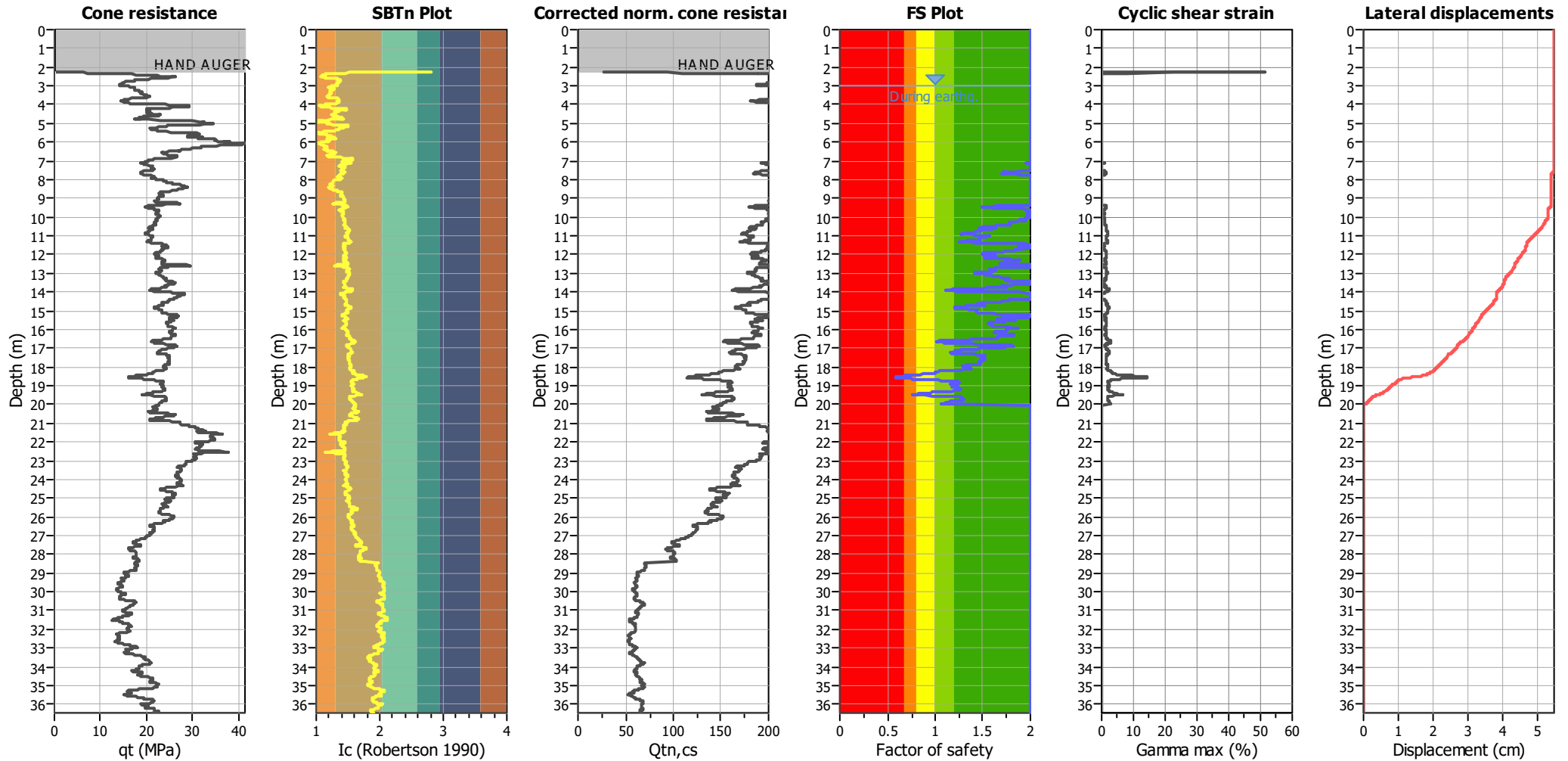


Abbreviations

- qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
- I_c: Soil Behaviour Type Index
- FS: Calculated Factor of Safety against liquefaction
- Volumetric strain: Post-liquefaction volumetric strain

Estimation of post-earthquake lateral Displacements

Geometric parameters: Gently sloping ground without free face (Slope 0.10 %)

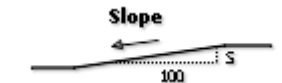


Abbreviations

qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
 Ic: Soil Behaviour Type Index
 $Q_{tn,cs}$: Equivalent clean sand normalized CPT total cone resistance

F.S.: Factor of safety
 γ_{max} : Maximum cyclic shear strain
 LDI: Lateral displacement index

Surface condition



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

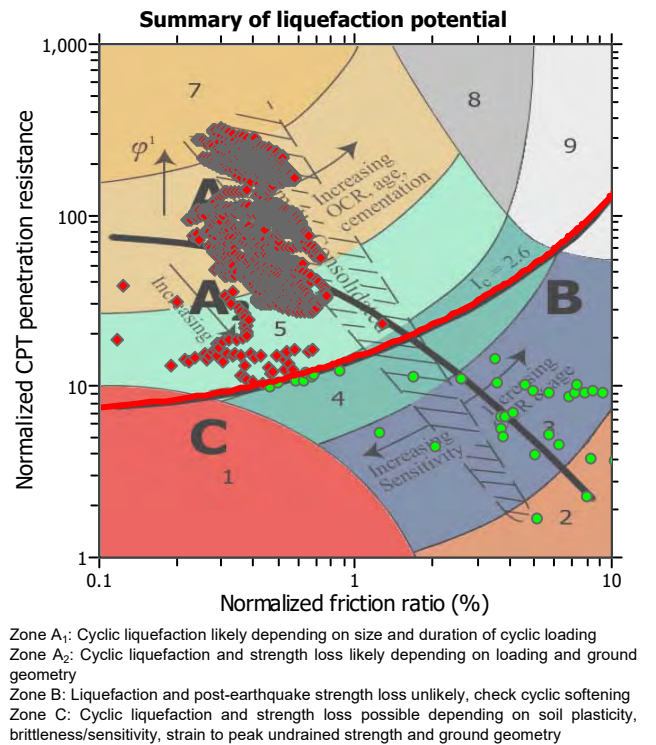
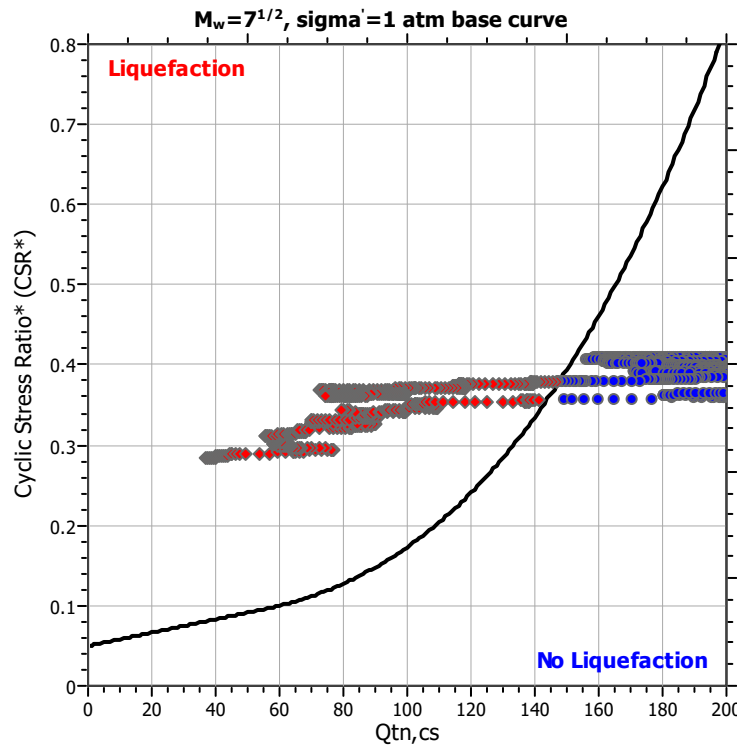
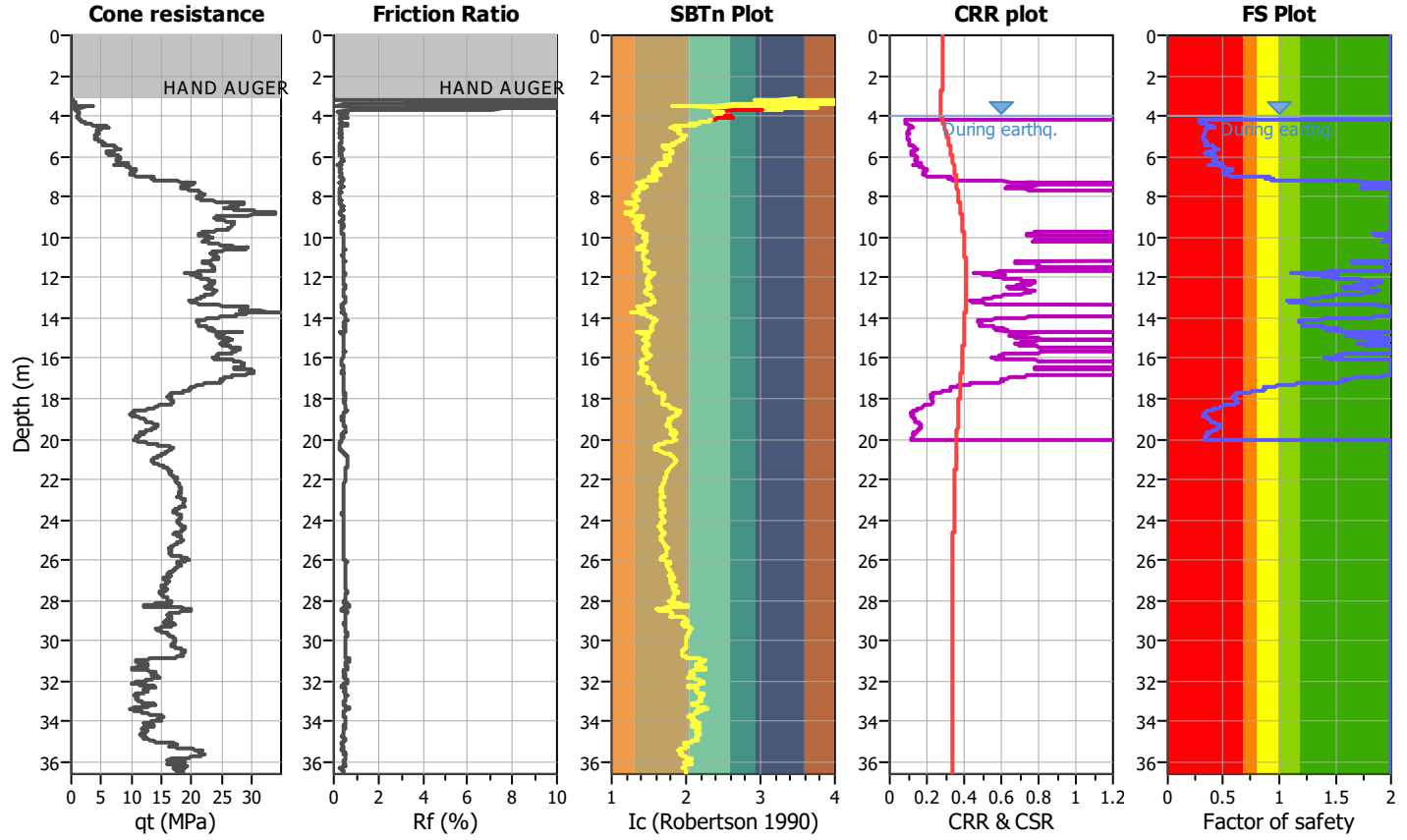
Project title : Banchina Nord di Ponente

Location : Porto di Gioia Tauro

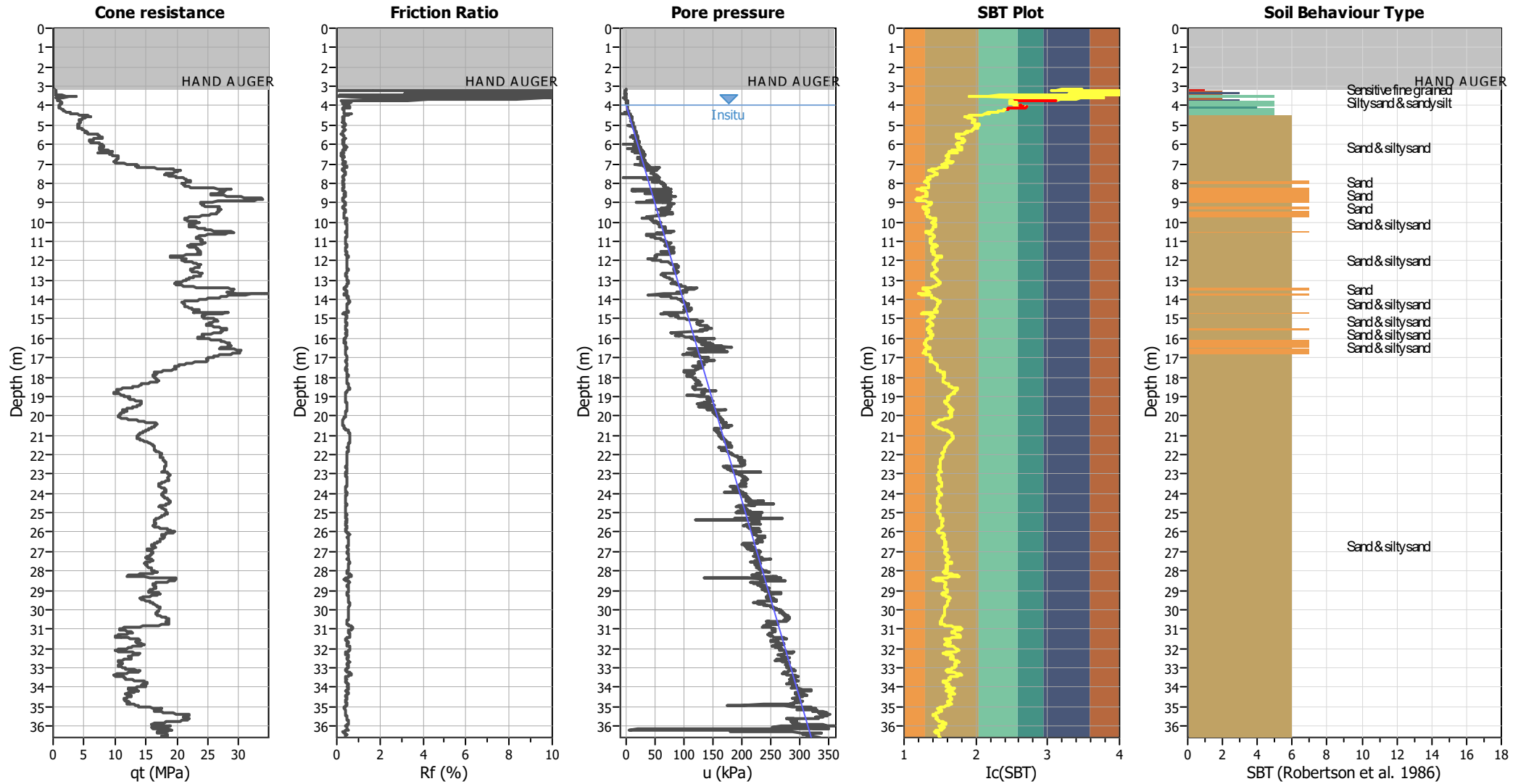
CPT file : P6 BNP

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	4.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	4.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	5	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.47	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



CPT basic interpretation plots



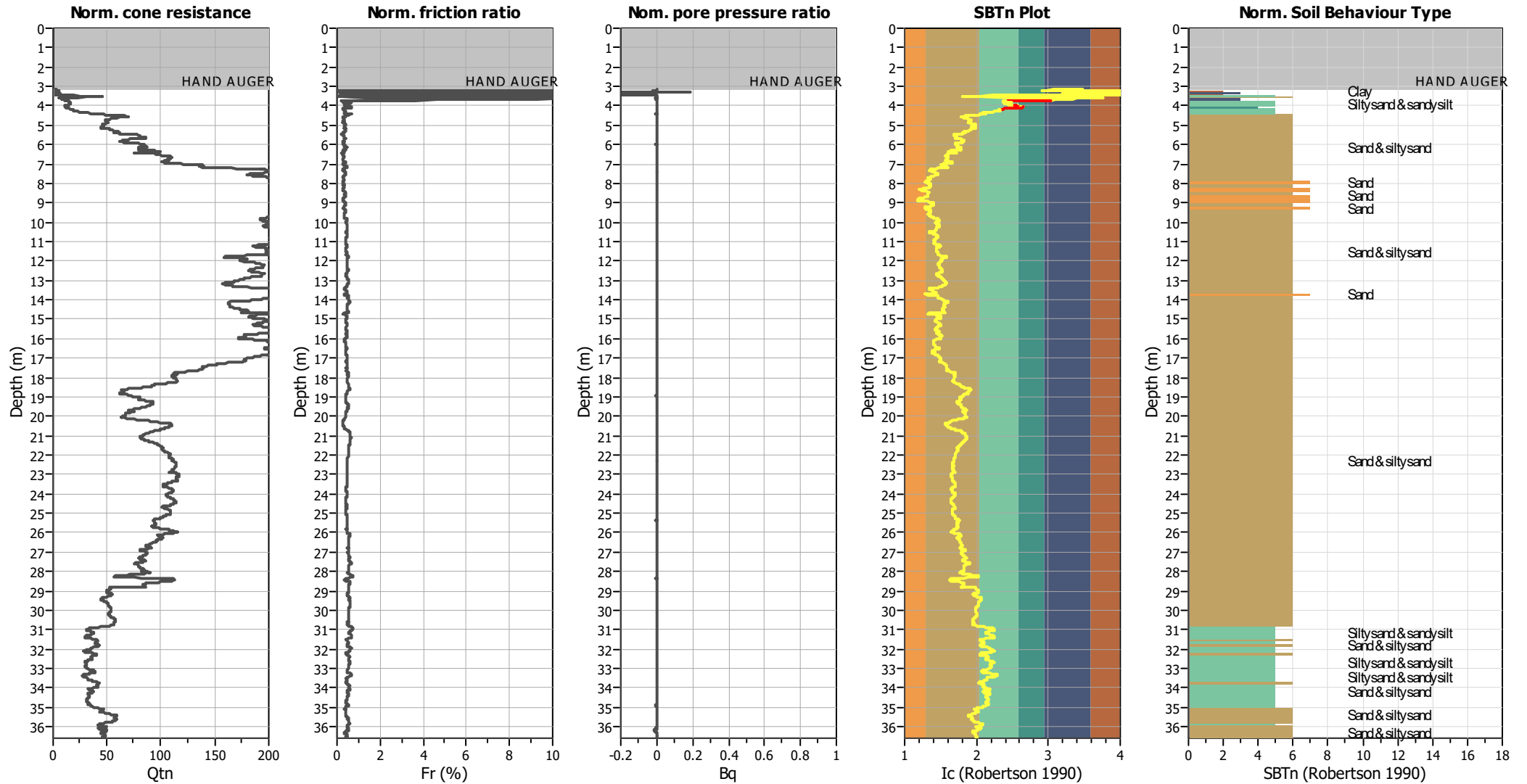
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	4.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	4.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



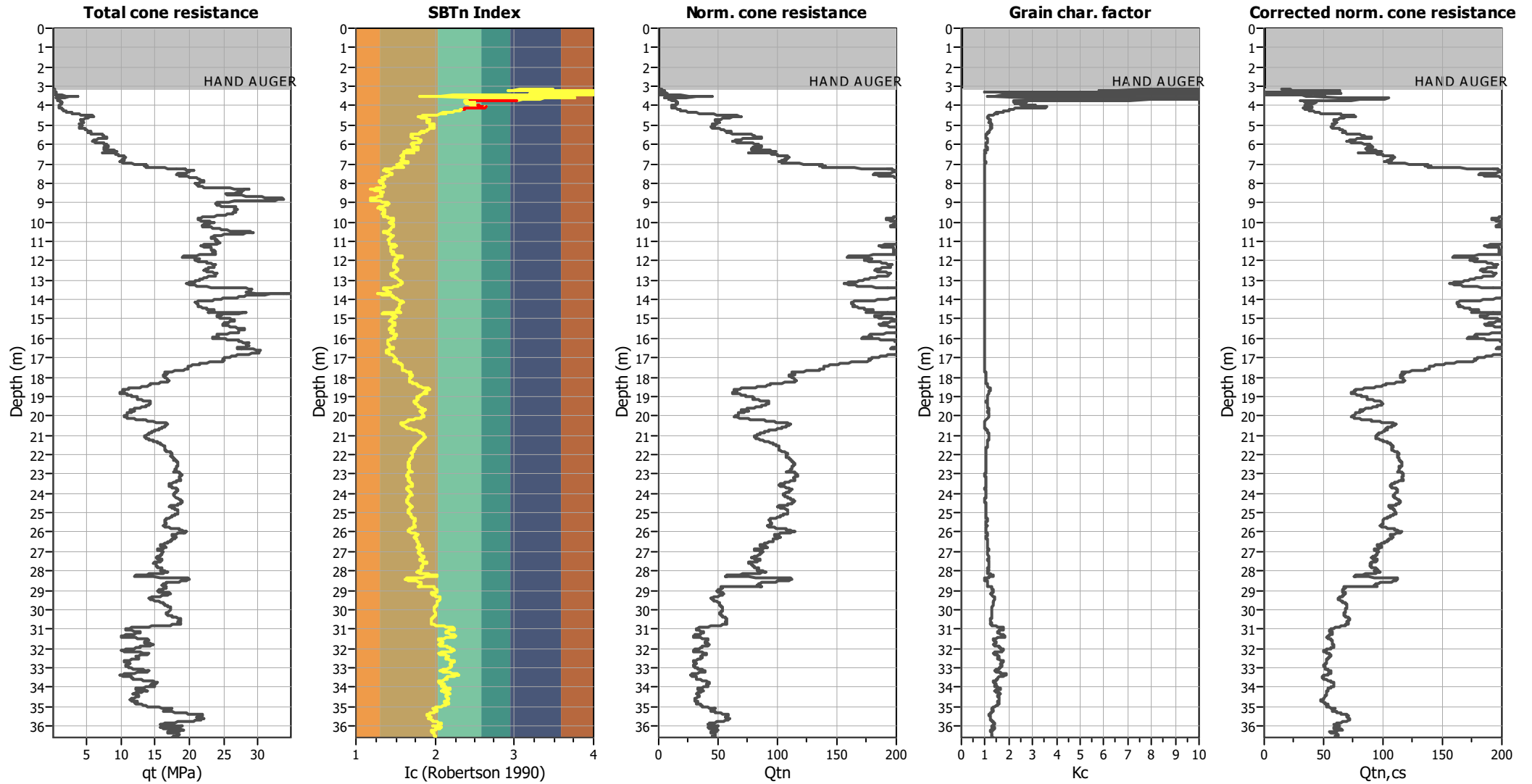
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	4.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	4.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

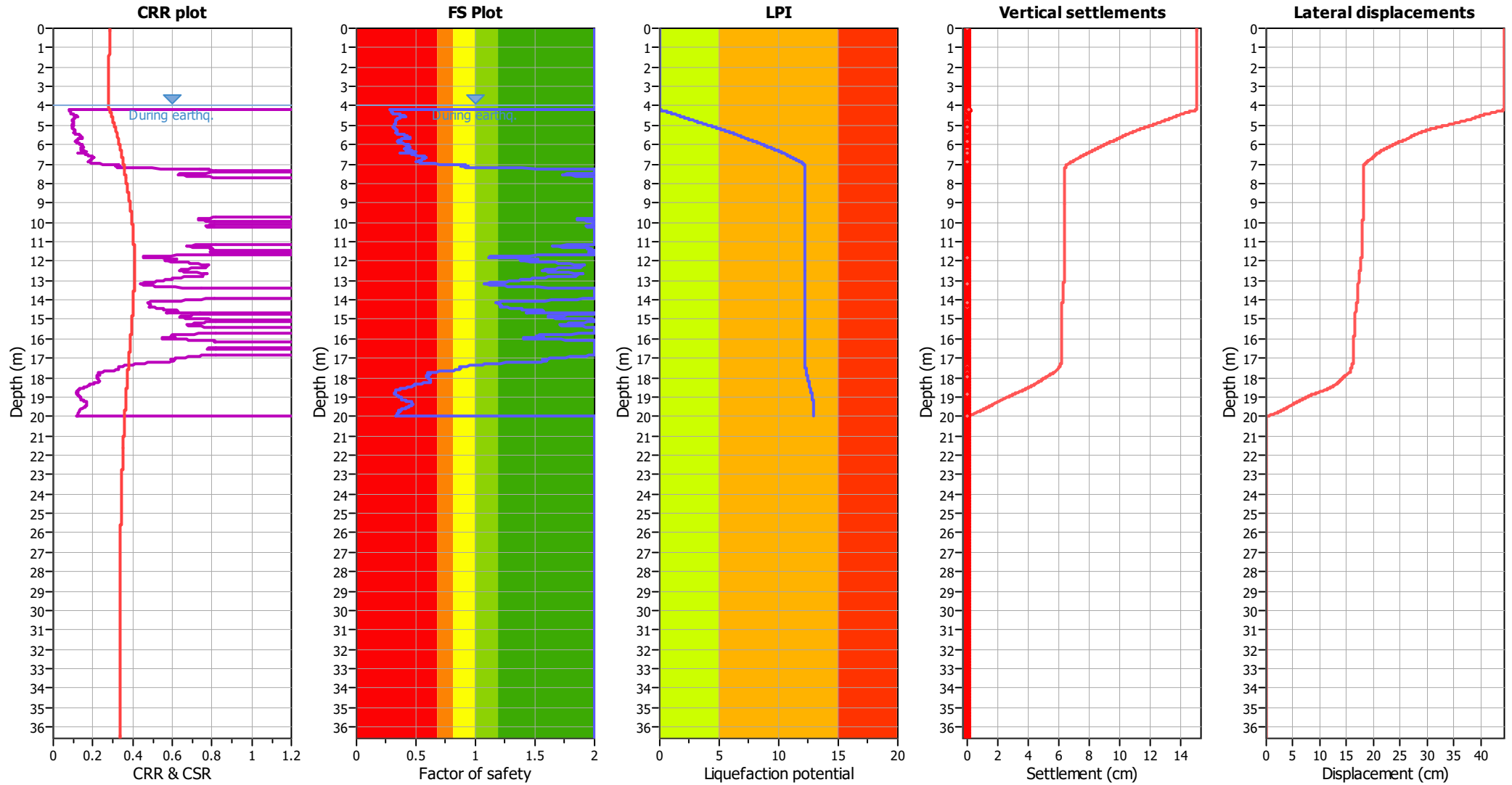
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	4.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_{cs} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	4.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	4.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on I _c value	I _c cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	4.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

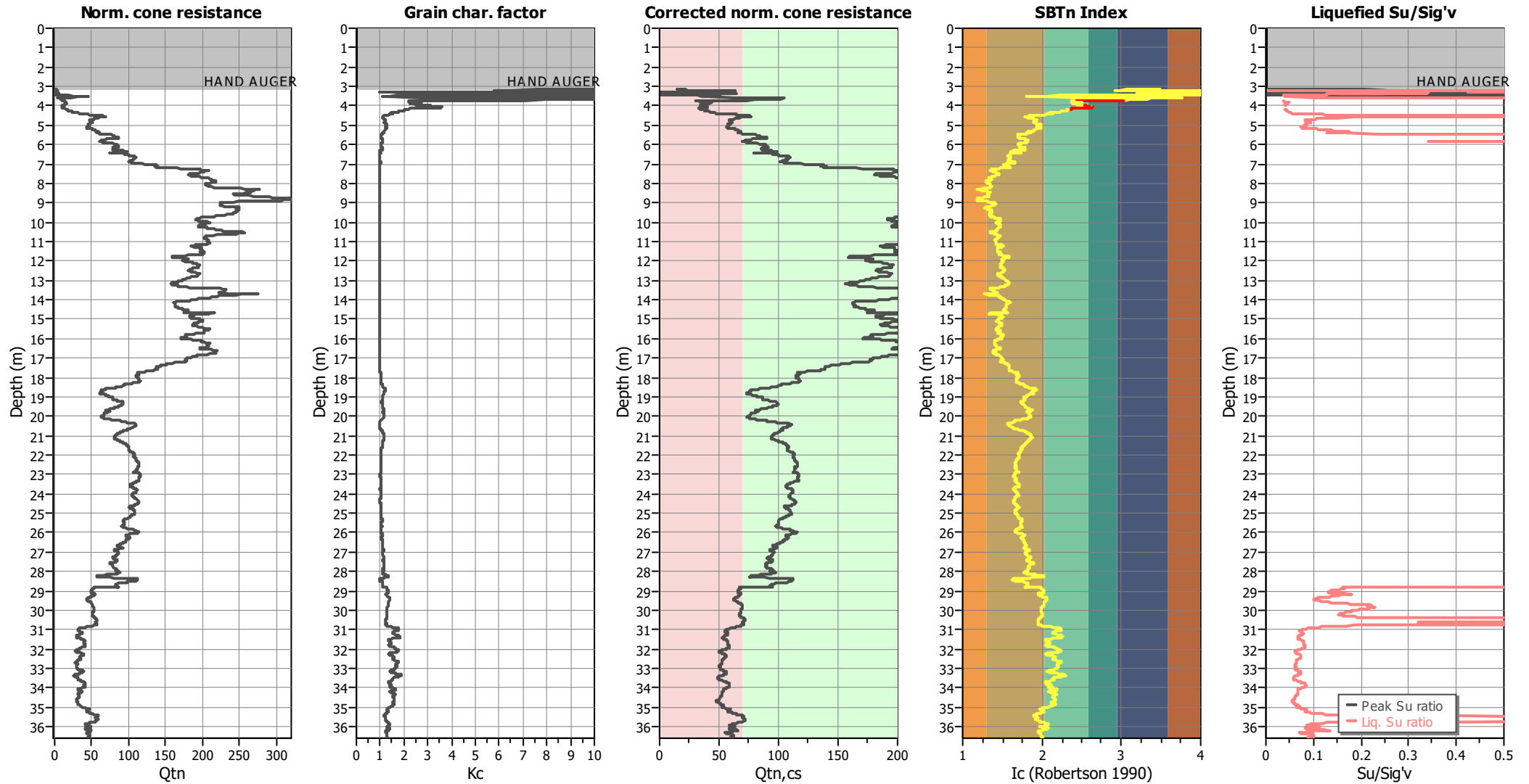
F.S. color scheme

- 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

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	4.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	5	Transition detect. applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_{σ} applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	7.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.47	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	4.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

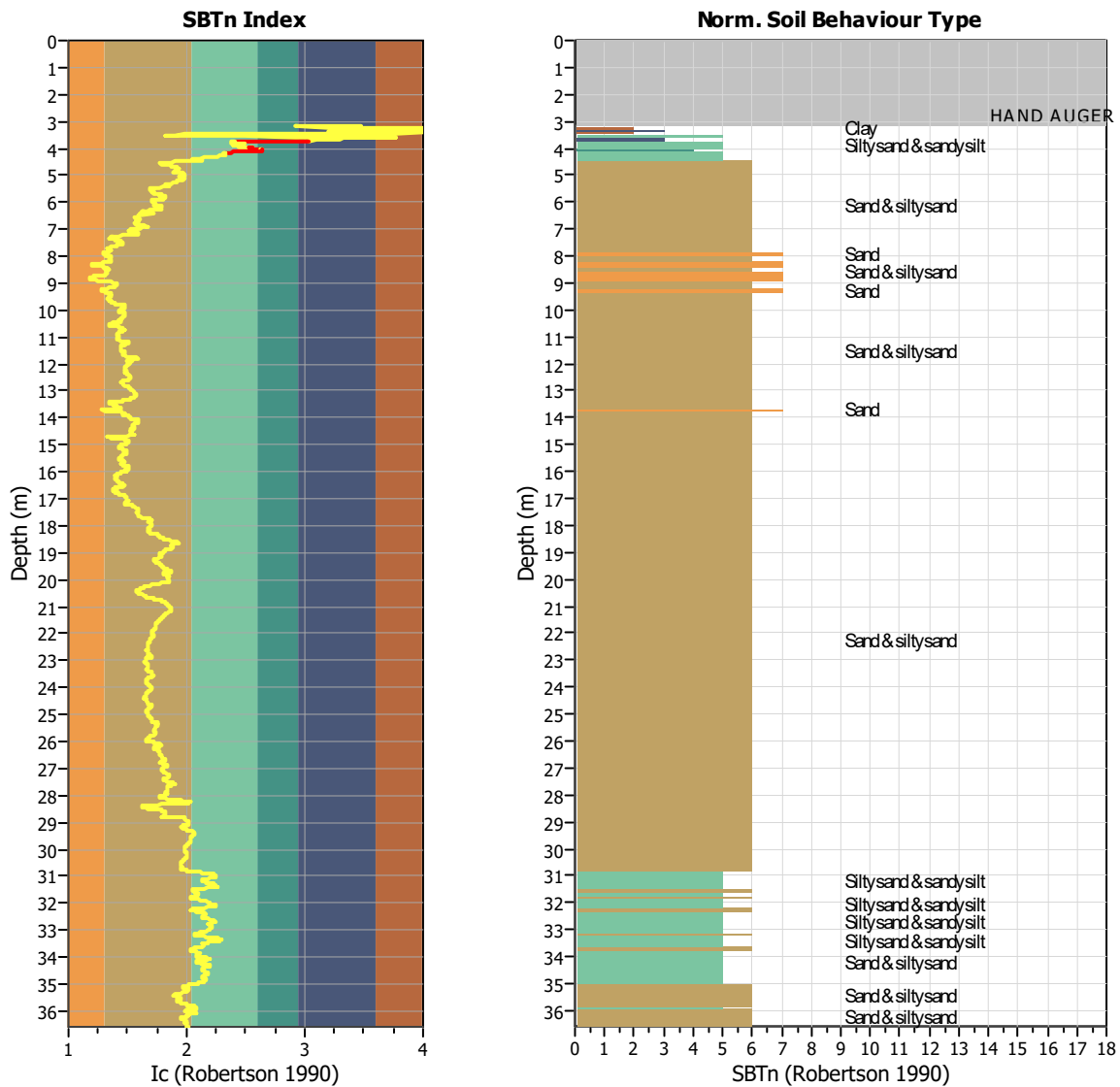
TRANSITION LAYER DETECTION ALGORITHM REPORT

Summary Details & Plots

Short description

The software will delete data when the cone is in transition from either clay to sand or vice-versa. To do this the software requires a range of I_c values over which the transition will be defined (typically somewhere between $1.80 < I_c < 3.0$) and a rate of change of I_c . Transitions typically occur when the rate of change of I_c is fast (i.e. ΔI_c is small).

The SBT_n plot below, displays in red the detected transition layers based on the parameters listed below the graphs.



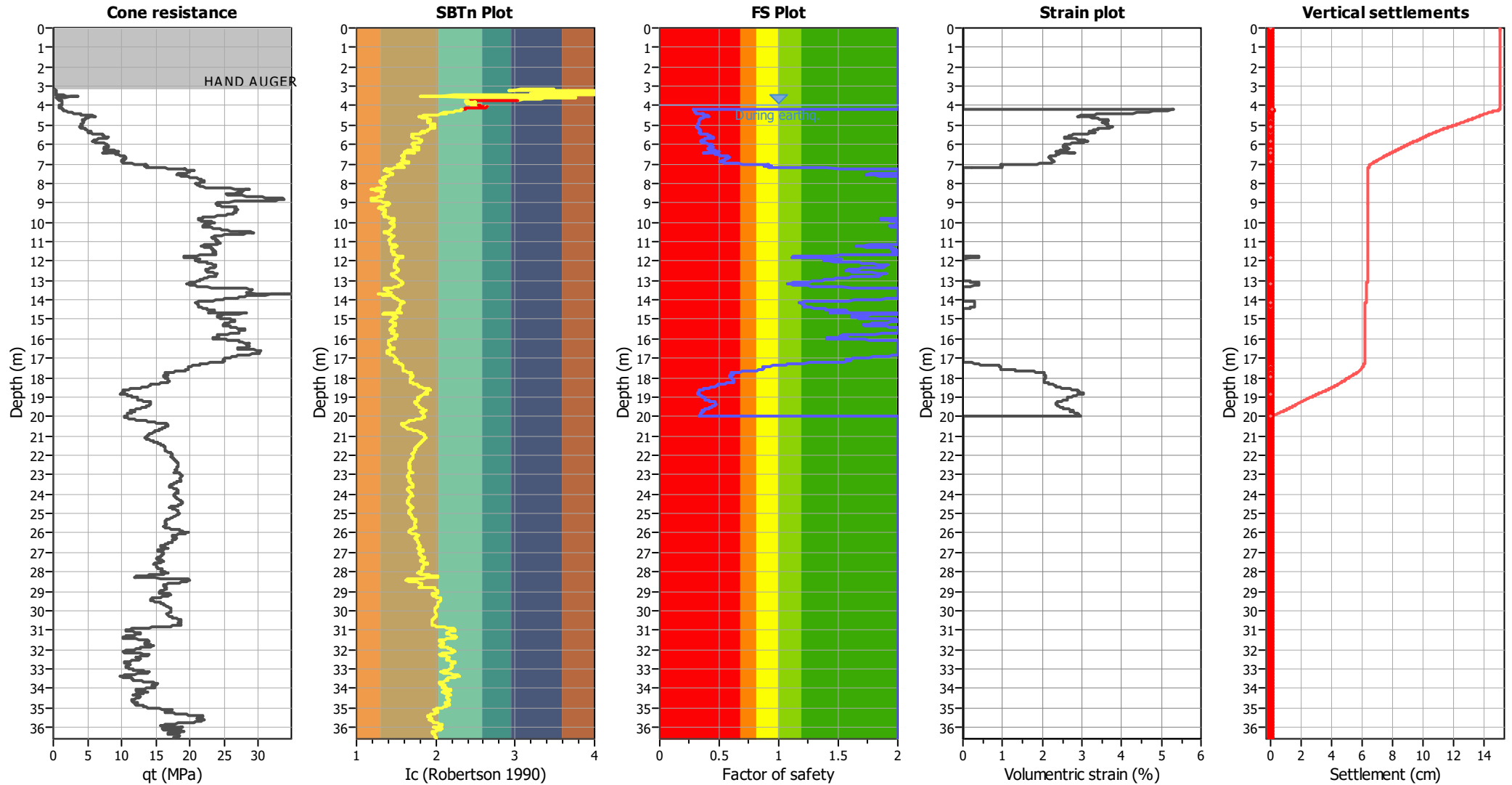
Transition layer algorithm properties

I_c minimum check value: 1.70
 I_c maximum check value: 3.00
 I_c change ratio value: 0.0100
 Minimum number of points in layer: 4

General statistics

Total points in CPT file: 3659
 Total points excluded: 26
 Exclusion percentage: 0.71%
 Number of layers detected: 3

Estimation of post-earthquake settlements

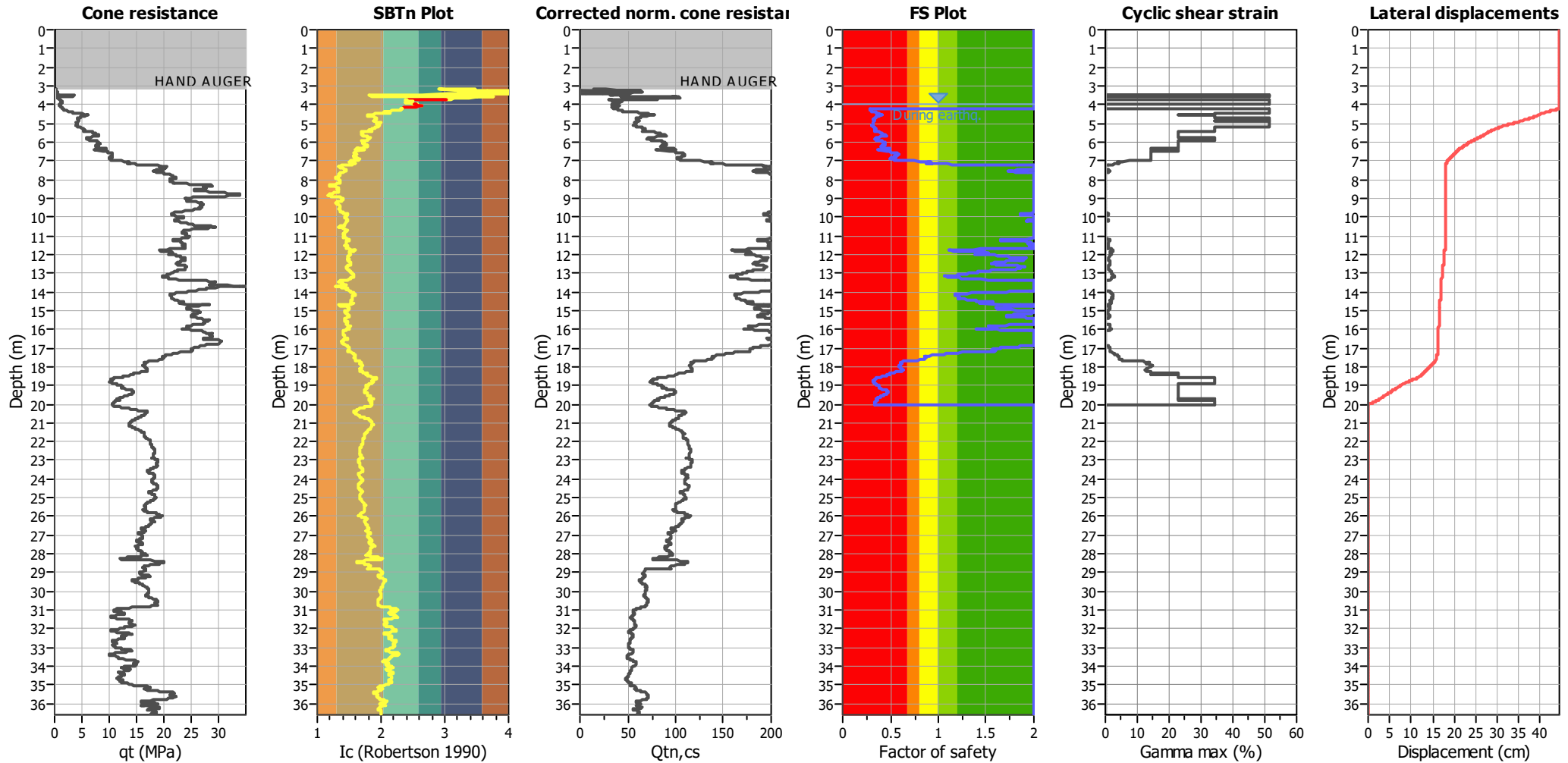


Abbreviations

- qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
- I_c: Soil Behaviour Type Index
- FS: Calculated Factor of Safety against liquefaction
- Volumetric strain: Post-liquefaction volumetric strain

Estimation of post-earthquake lateral Displacements

Geometric parameters: Gently sloping ground without free face (Slope 0.10 %)



Abbreviations

qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
 Ic: Soil Behaviour Type Index
 $Q_{tn,cs}$: Equivalent clean sand normalized CPT total cone resistance

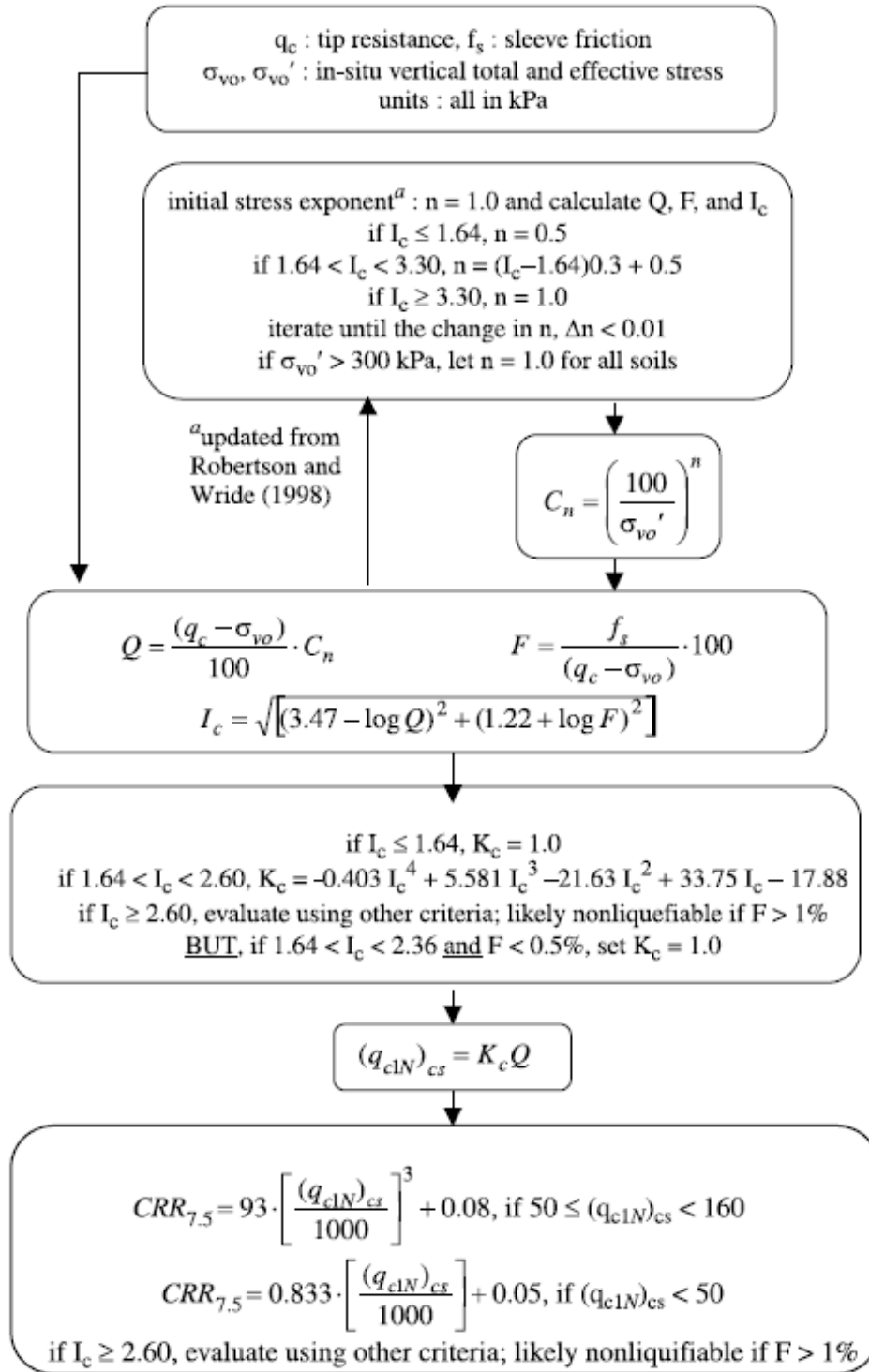
F.S.: Factor of safety
 γ_{max} : Maximum cyclic shear strain
 LDI: Lateral displacement index

Surface condition



Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance, NCEER (1998)

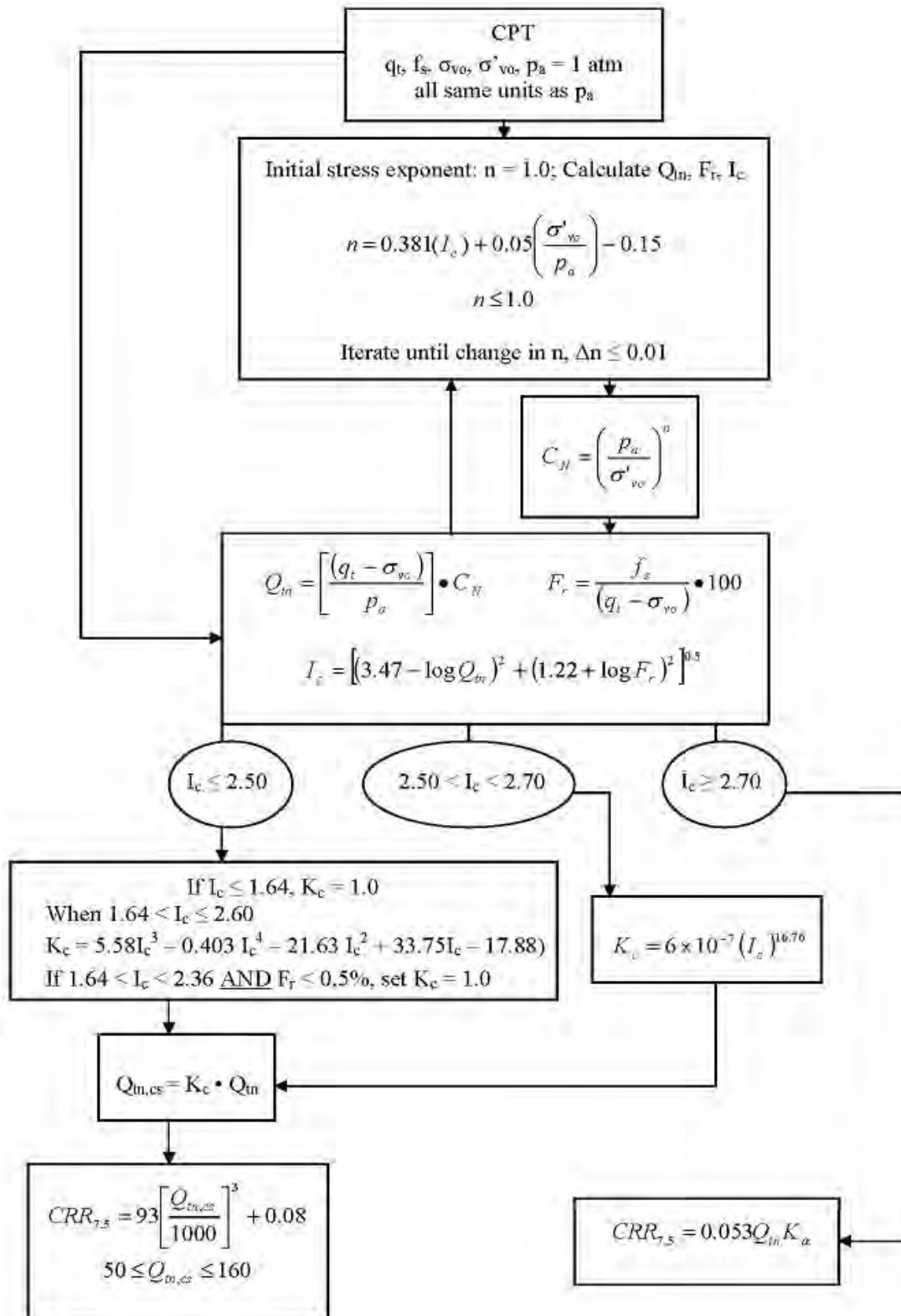
Calculation of soil resistance against liquefaction is performed according to the Robertson & Wride (1998) procedure. The procedure used in the software, slightly differs from the one originally published in NCEER-97-0022 (Proceedings of the NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils). The revised procedure is presented below in the form of a flowchart¹:



¹ "Estimating liquefaction-induced ground settlements from CPT for level ground", G. Zhang, P.K. Robertson, and R.W.I. Brachman

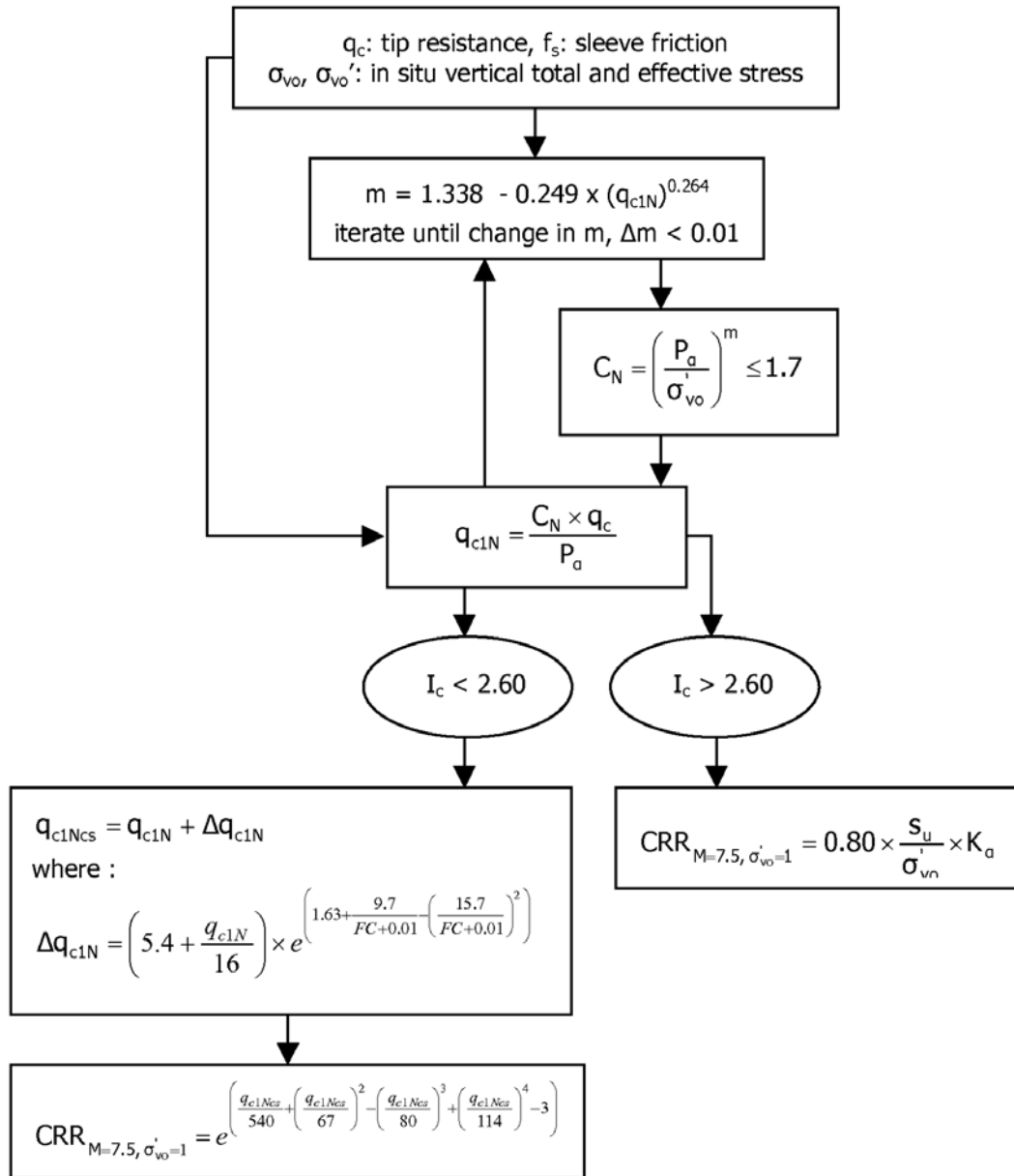
Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance (all soils), Robertson (2010)

Calculation of soil resistance against liquefaction is performed according to the Robertson & Wride (1998) procedure. This procedure used in the software, slightly differs from the one originally published in NCEER-97-0022 (Proceedings of the NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils). The revised procedure is presented below in the form of a flowchart¹:

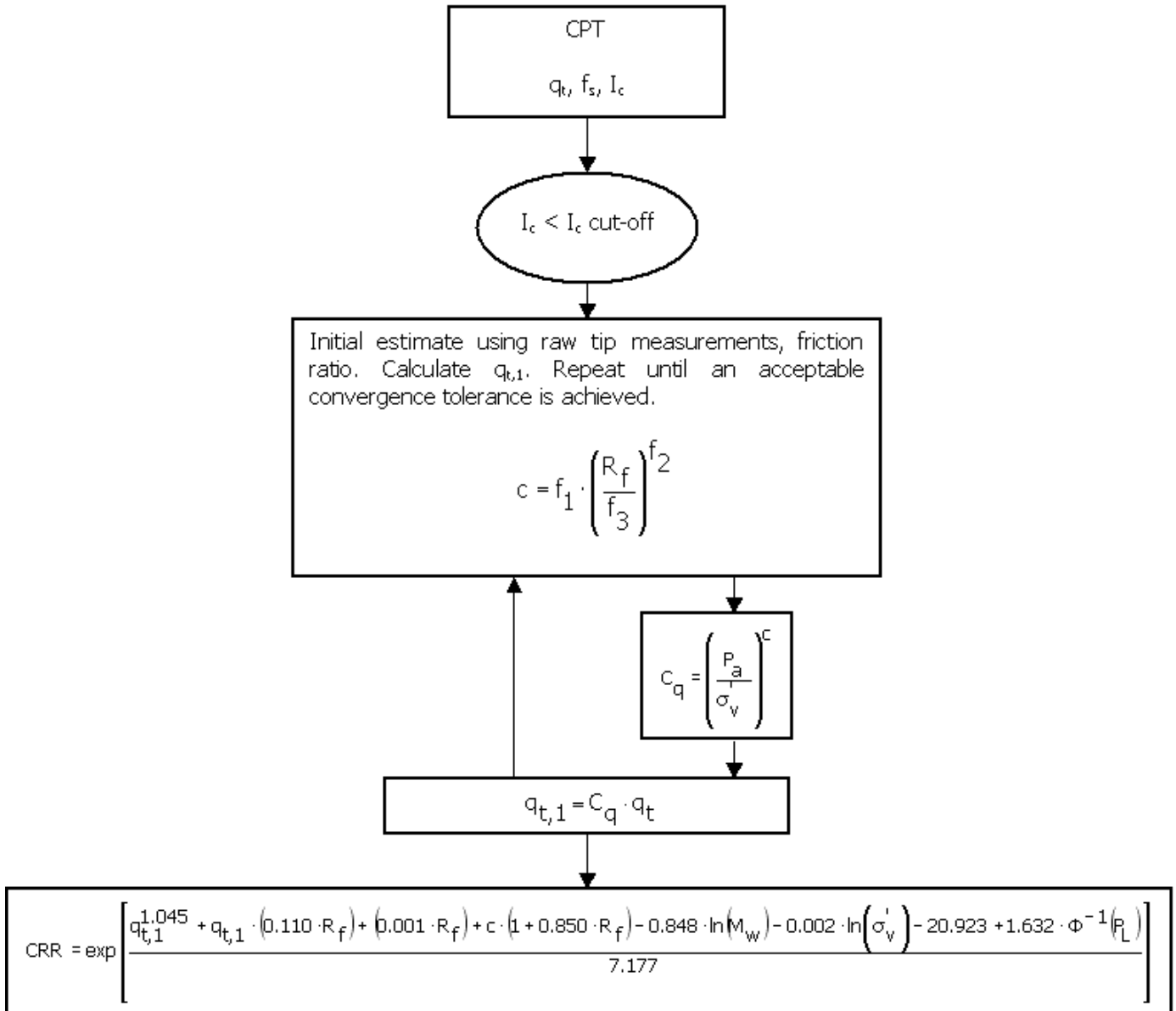


¹ P.K. Robertson, 2009. "Performance based earthquake design using the CPT", Keynote Lecture, International Conference on Performance-based Design in Earthquake Geotechnical Engineering – from case history to practice, IS-Tokyo, June 2009

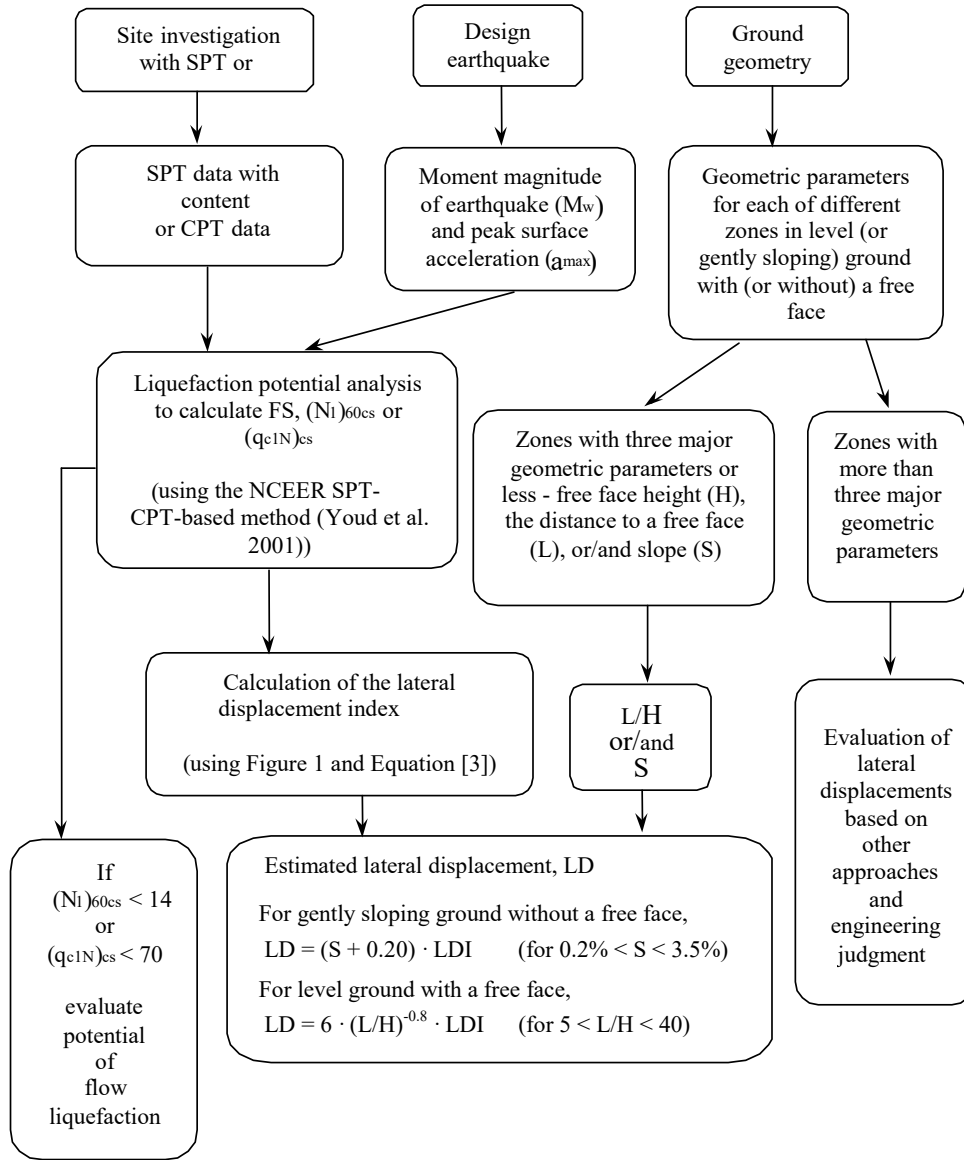
Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance, Idriss & Boulanger (2008)



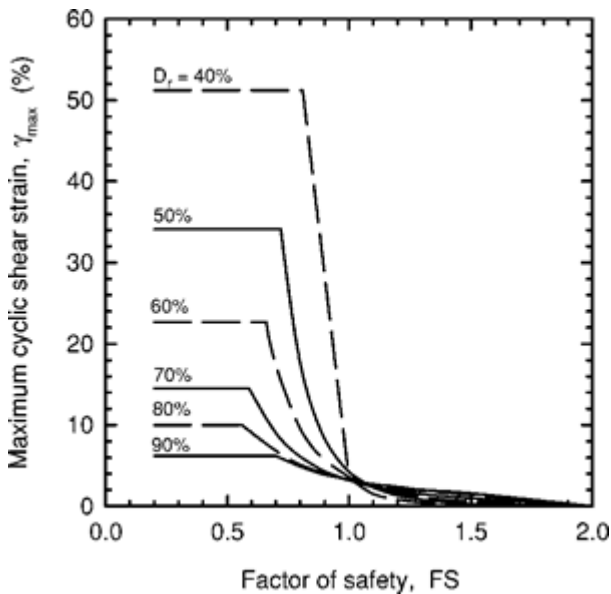
Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance (sandy soils), Moss et al. (2006)



Procedure for the evaluation of liquefaction-induced lateral spreading displacements



¹ Flow chart illustrating major steps in estimating liquefaction-induced lateral spreading displacements using the proposed approach



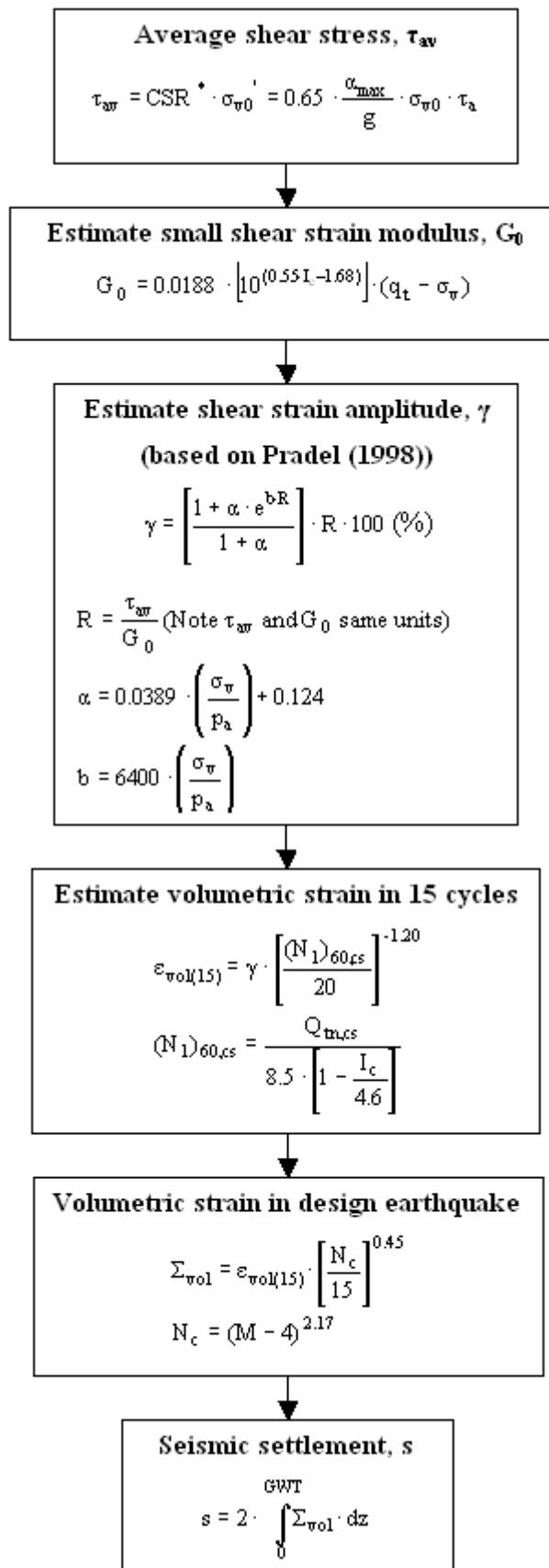
¹ Figure 1

$$LDI = \int_0^{Z_{max}} \gamma_{max} dz$$

¹ Equation [3]

¹ "Estimating liquefaction-induced ground settlements from CPT for level ground", G. Zhang, P.K. Robertson, and R.W.I. Brachman

Procedure for the estimation of seismic induced settlements in dry sands



Robertson, P.K. and Lisheng, S., 2010, "Estimation of seismic compression in dry soils using the CPT" FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECENT ADVANCES IN GEOTECHNICAL EARTHQUAKE ENGINEERING AND SOIL DYNAMICS, Symposium in honor of professor I. M. Idriss, San Diego, CA

Liquefaction Potential Index (LPI) calculation procedure

Calculation of the Liquefaction Potential Index (LPI) is used to interpret the liquefaction assessment calculations in terms of severity over depth. The calculation procedure is based on the methodology developed by Iwasaki (1982) and is adopted by AFPS.

To estimate the severity of liquefaction extent at a given site, LPI is calculated based on the following equation:

$$\mathbf{LPI} = \int_0^{20} (10 - 0,5z) \times F_L \times dz$$

where:

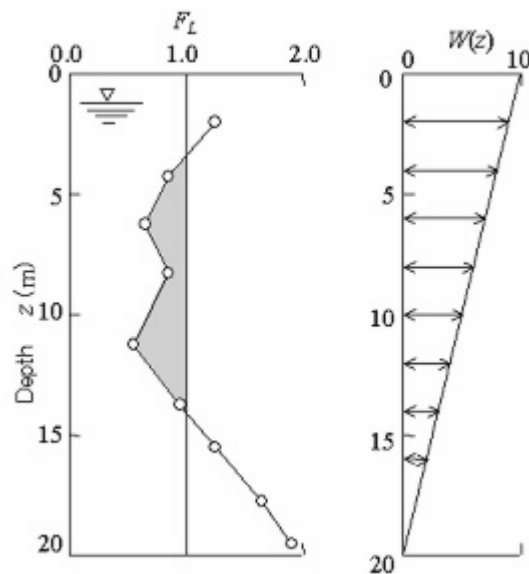
$F_L = 1 - F.S.$ when F.S. less than 1

$F_L = 0$ when F.S. greater than 1

z depth of measurement in meters

Values of LPI range between zero (0) when no test point is characterized as liquefiable and 100 when all points are characterized as susceptible to liquefaction. Iwasaki proposed four (4) discrete categories based on the numeric value of LPI:

- LPI = 0 : Liquefaction risk is very low
- $0 < \text{LPI} \leq 5$: Liquefaction risk is low
- $5 < \text{LPI} \leq 15$: Liquefaction risk is high
- LPI > 15 : Liquefaction risk is very high



Graphical presentation of the LPI calculation procedure

References

- Lunne, T., Robertson, P.K., and Powell, J.J.M 1997. Cone penetration testing in geotechnical practice, E & FN Spon Routledge, 352 p, ISBN 0-7514-0393-8.
- Boulanger, R.W. and Idriss, I. M., 2007. Evaluation of Cyclic Softening in Silts and Clays. ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering June, Vol. 133, No. 6 pp 641-652
- Robertson, P.K. and Cabal, K.L., 2007, Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering. Available at no cost at <http://www.geologismiki.gr/>
- Robertson, P.K. 1990. Soil classification using the cone penetration test. Canadian Geotechnical Journal, 27 (1), 151-8.
- Robertson, P.K. and Wride, C.E., 1998. Cyclic Liquefaction and its Evaluation based on the CPT Canadian Geotechnical Journal, 1998, Vol. 35, August.
- Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder, L.F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J., Liao, S., Marcuson III, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R., and Stokoe, K.H., Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, ASCE, Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, Vol. 127, October, pp 817-833
- Zhang, G., Robertson. P.K., Brachman, R., 2002, Estimating Liquefaction Induced Ground Settlements from the CPT, Canadian Geotechnical Journal, 39: pp 1168-1180
- Zhang, G., Robertson. P.K., Brachman, R., 2004, Estimating Liquefaction Induced Lateral Displacements using the SPT and CPT, ASCE, Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, Vol. 130, No. 8, 861-871
- Pradel, D., 1998, Procedure to Evaluate Earthquake-Induced Settlements in Dry Sandy Soils, ASCE, Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, Vol. 124, No. 4, 364-368
- Iwasaki, T., 1986, Soil liquefaction studies in Japan: state-of-the-art, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 5, No. 1, 2-70
- Papathanassiou G., 2008, LPI-based approach for calibrating the severity of liquefaction-induced failures and for assessing the probability of liquefaction surface evidence, Eng. Geol. 96:94–104
- P.K. Robertson, 2009, Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Canadian Geotechnical Journal, Vol. 46, No. 11, pp 1337-1355
- P.K. Robertson, 2009. "Performance based earthquake design using the CPT", Keynote Lecture, International Conference on Performance-based Design in Earthquake Geotechnical Engineering - from case history to practice, IS-Tokyo, June 2009
- Robertson, P.K. and Lisheng, S., 2010, "Estimation of seismic compression in dry soils using the CPT" FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECENT ADVANCES IN GEOTECHNICAL EARTHQUAKE ENGINEERING AND SOIL DYNAMICS, *Symposium in honor of professor I. M. Idriss*, SAN diego, CA
- R. E. S. Moss, R. B. Seed, R. E. Kayen, J. P. Stewart, A. Der Kiureghian, K. O. Cetin, CPT-Based Probabilistic and Deterministic Assessment of In Situ Seismic Soil Liquefaction Potential, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 132, No. 8, August 1, 2006

GEOstudi srl

ALLEGATO 11 : STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE



GEOstudi srl

Laboratorio Geotecnico – Prove in sito

LABORATORIO AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI – SERVIZIO TECNICO CENTRALE - D.P.R. n. 246/93, Art. 8 - Circolare n. 349/99
Concessione N. 52497 – SETTORE A (prove di laboratorio sui terreni) e prove in sito

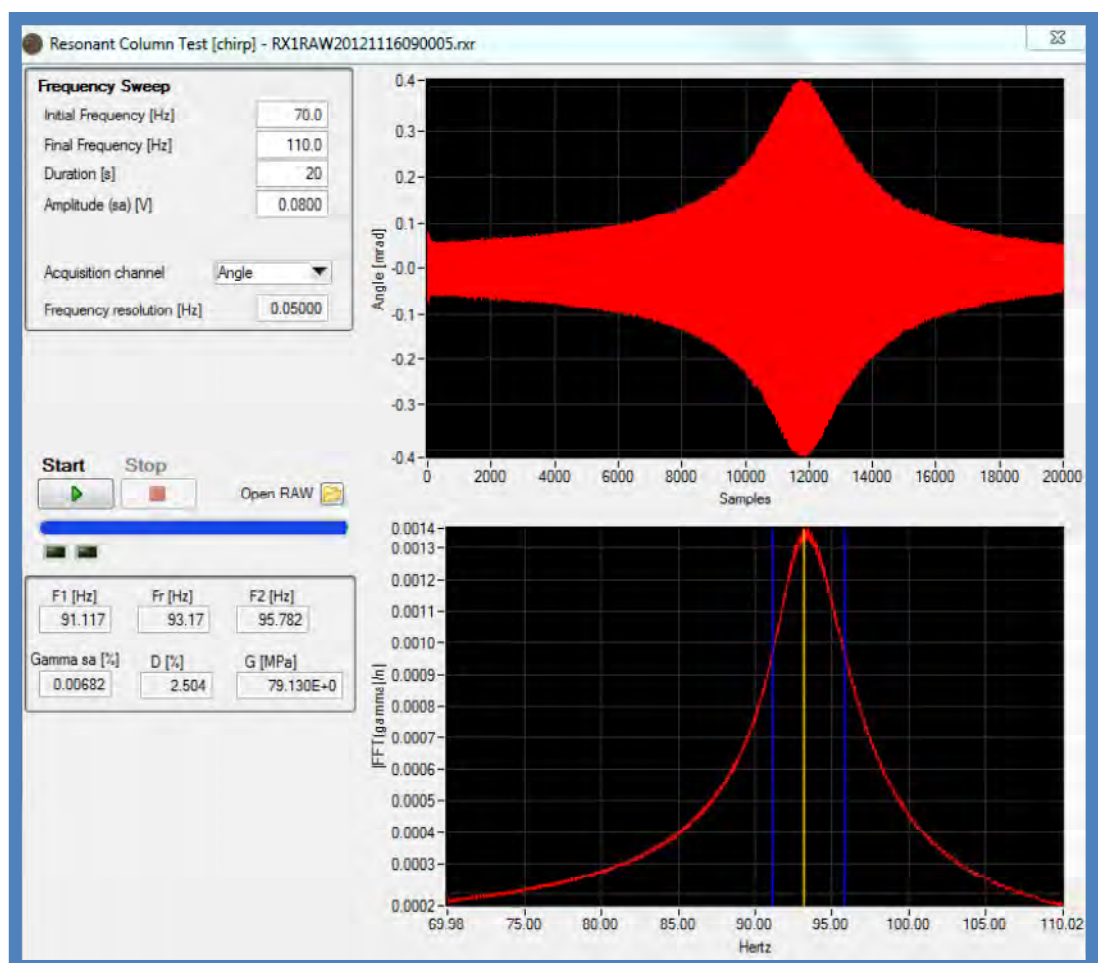
ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



INDAGINI BANCHINA NORD DI PONENTE GIOIA TAURO (RC)

AUTORITA' PORTUALE GIOIA TAURO



STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE ROMA OTTOBRE 2016

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DEFINIZIONE DEL MODELLO DEL SOTTOSUOLO	3
3	ACCELEROGRAMMI DI INPUT	7
4	METODOLOGIA DI ANALISI	8
5	FUNZIONE DI TRASFERIMENTO	11
6	SPETTRI DI RISPOSTA	12
7	DATI PER EVENTUALI VERIFICHE DI LIQUEFAZIONE	13
	PUNTI DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA MEDI	18
	VALORI DI ACCELERAZIONE MASSIMA NEI PRIMI 30 METRI DI TERRENO	23

1 PREMESSA

Vengono di seguito presentati i risultati dell'analisi numerica di Risposta Sismica Locale (RSL) condotta a corredo delle indagini geognostiche eseguite presso la banchina nord di ponente del porto di Gioia Tauro (RC).

La valutazione degli effetti sismici di sito (modellazione agli accelerogrammi) è stata eseguita secondo lo schema seguente:

1. definizione del profilo di rigidità del sottosuolo (modello geologico) attraverso indagini dirette e indirette (geofisiche);
2. selezione di 7 moti di input (terremoto "caratteristico") al bedrock;
3. stima dello spettro di risposta dell'oscillatore armonico tipo ad un grado di libertà in termini di accelerazioni massime attese in funzione del periodo proprio della struttura per uno smorzamento (ξ) assunto pari al 5%.

Tutti i calcoli che seguono si riferiscono ad una profondità del piano d'imposta delle fondazioni pari al piano campagna attuale.

D'intesa con la Committenza, è stata considerata una strategia progettuale con vita nominale della struttura pari a 50 anni e classe d'uso IV; la vita utile di riferimento è quindi pari a 100 anni ed il valore del tempo di ritorno dell'evento sismico da associare a vari stati limite è:

- 60 anni per lo stato limite di operatività (SLO)
- 101 anni per lo stato limite di danno (SLD)
- 949 anni per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV)
- 1950 anni per lo stato limite di collasso (SLC).

2 DEFINIZIONE DEL MODELLO DEL SOTTOSUOLO

La caratterizzazione geotecnica-sismica del sottosuolo è basata sui dati provenienti dalla campagna d'indagini geognostiche eseguita sul sito in esame nel mese di settembre del corrente anno, i cui risultati sono illustrati nella relazione GEOstudi s.r.l. rif. 63_16.

Il porto di Gioia Tauro è ubicato nella piana costiera a nord dell'abitato interpretata come una

GEOstudi srl

piccola struttura di sprofondamento (*graben*) che si estende in direzione nord-sud, dalla valle del Mesima al massiccio dell'Aspromonte, parzialmente colmata da sedimenti antichi e recenti.

Le indagini, spinte alla profondità massima di 36 metri dal piano campagna, hanno confermato che il sottosuolo dell'area portuale è interessato da una monotona sequenza di sabbie a granulometria medio-grossa contenenti clasti eterometrici di natura prevalentemente granitica.

Le sabbie, per correlazione con sondaggi eseguiti in altre zone dell'area portuale, hanno uno spessore di circa 80 metri e poggiano su una formazione di argille compatte di ampio spessore; il substrato roccioso si trova ad una profondità stimata tra i 500 e 600 metri (Facciorusso & Vannucchi, 2003).

Il modello sismico del sottosuolo è stato ricavato da misura Down Hole eseguita con piezocono sismico (SCPTU, Seismic Piezocone Test) che ha consentito un'accurata ricostruzione del profilo verticale delle onde di taglio fino a profondità di 36 metri dal piano campagna. L'andamento delle V_S nel sottosuolo è illustrato in figura 1 unitamente al "profilo discretizzato" delle onde di taglio, ossia al profilo semplificato assunto nell'analisi numerica di Risposta Sismica Locale. Il valore del parametro $V_{S,30}$ colloca il sottosuolo nella categoria **C** di profilo stratigrafico ($180 < V_{S,30} < 360$ m/sec) in accordo con i valori ricavati per altri settori dell'area settentrionale del porto di Gioia Tauro.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismo-stratigrafica della parte sottostante, non essendo disponibili informazioni dirette, si è fatto riferimento al modello proposto nello studio di A. Famà et al. (Famà, Bozzoni & Lai, "Valutazione in ambiente GIS del danno sismico in strutture portuali marittime: il caso del porto di Gioia Tauro", Progettazione sismica, Vol. 5 N. 2, 2014). In tale studio, il tetto della formazione delle argille plioceniche marine, posto a profondità di 80 metri, viene preso come punto di generazione degli input sismici (*bedrock* sismico) mentre il profilo medio di V_S - dalla profondità indagata fino al *bedrock* - è definito con legge iperbolica secondo il modello di Gibson (Gibson, 1967; Awojobi, 1975).

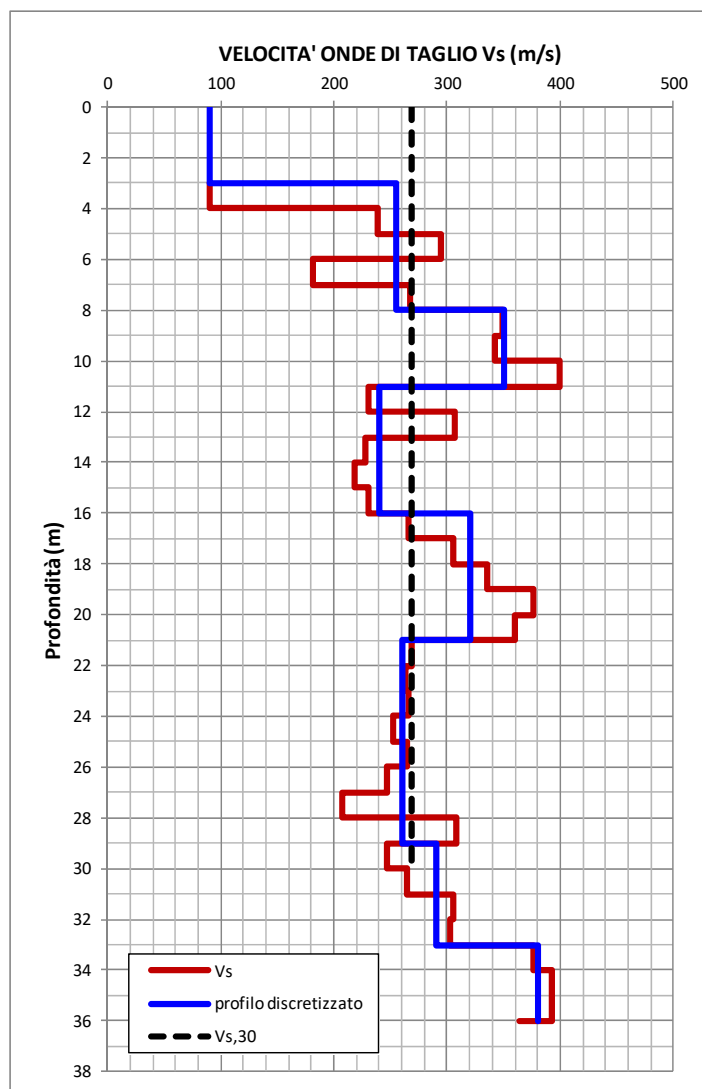


Fig. 1

Profilo di velocità misurato e discretizzato delle onde di taglio

In conclusione, il profilo sismostratigrafico utilizzato nella modellazione numerica di RSL, ovvero i differenti sismostrati in cui è stato discretizzato il sottosuolo dell'area in esame, è illustrato in figura 2; i parametri ad esso correlati sono riportati in tabella 1.

Il livello di falda è stato posto a 3.0 metri dal piano campagna.

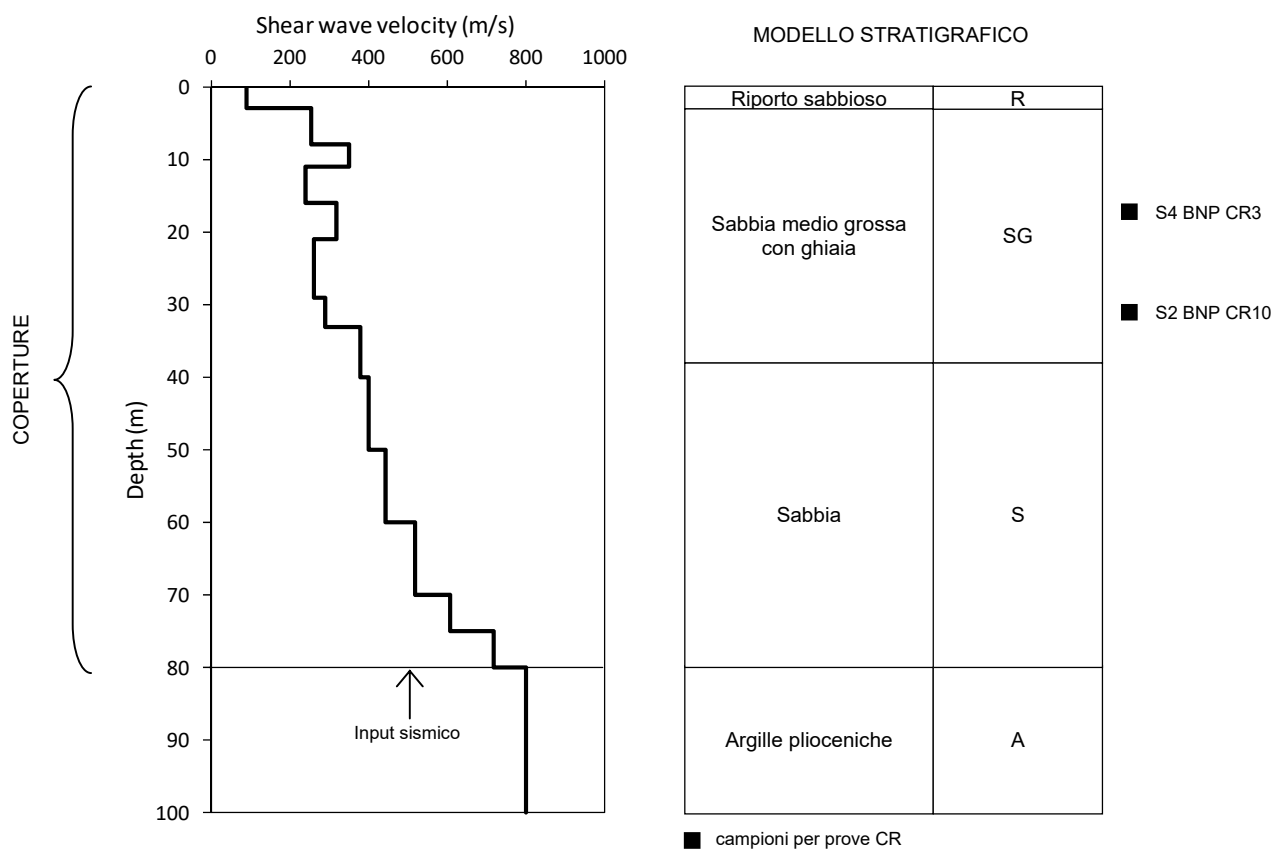


Fig. 2 - Profilo di rigidità utilizzato nella modellazione numerica di Risposta Sismica Locale

SISMOSTRATO	UNITA'	H (m)	V _s (m/sec)	γ (kN/m ³)	Curve G/G ₀ e D
1	R	3	90	17	EPRI (93) 0-20 ft
2	SG	5	255	19	Curve medie da prove CR
3	SG	3	350	19	
4	SG	5	240	19	
5	SG	5	320	20	
6	SG	8	260	20	
7	SG	4	290	20	
8	SG	7	380	20	
9	S	10	400	20	EPRI (93) 120-250 ft
10	S	10	444	20	
11	S	10	517	20	
12	S	5	608	20	
13	S	5	718	20	
bedrock sismico	A	∞	800	21	

Tab. 1 - Parametri correlati al profilo di rigidità

3 ACCELEROGRAMMI DI INPUT

Il moto atteso in superficie è stato calcolato, per ogni Stato Limite previsto dalle NTC08, a partire da 7 accelerogrammi spettro-compatibili (componente orizzontale del moto) estratti dalla European Strong-Motion Database ESD (Ambraseys et al., 2004) mediante software **Rexel 3.5 beta** (Iervolino et al., 2010). Per l'estrazione degli input sismici sono stati utilizzati i dati indicati nella tabella seguente (Tab. 2) assegnando una tolleranza di compatibilità del 10% inferiore e del 30% superiore, in un intervallo di periodi tra 0.15 e 2 secondi.

Coordinate del sito (ED50)	Latitudine = 38,472363 N Longitudine = 15,911173 E
Strategia di progettazione	Vita nominale (Vn) = 50 anni Coefficiente d'uso (Cu) = 2.0
Stato limite di riferimento	SLO, SLD, SLV, SLC
Intervalli di Magnitudo (M) e Distanza (R) desunti dai dati della disaggregazione della pericolosità sismica (INGV, 2007)	M = 4.0 ÷ 7.0 (SLO, SLD) M = 5.0 ÷ 8.0 (SLV, SLC)
	R = 0 ÷ 40 Km (SLO, SLD) R = 0 ÷ 20 Km (SLV, SLC)

Tab. 2 - Criteri di ricerca utilizzati per l'estrazione degli input sismici sismocompatibili e spettrocompatibili mediante software Rexel 3.5 beta

Nella scelta delle settuple si è cercato il miglior compromesso possibile tra lo *scaling* degli accelerogrammi - il più basso possibile - e la compatibilità dei singoli spettri al *target* di normativa.

Per tutti gli Stati Limite si è fatto uso della funzione "*repeat search excluding a station*" per eliminare gli spettri con maggiore scostamento; per gli Stati Limite d'Esercizio (SLO, SLD), questa funzione ha permesso l'estrazione di set di accelerogrammi non scalati, per gli Stati Limite Ultimi (SLV, SLC) si è invece dovuto applicare un fattore di scala minimo, rispettivamente 2.4 e 3.5.

Le combinazioni utilizzate per ogni Stato Limite sono illustrate nelle seguenti figure 3 (SLO), 4 (SLD), 5 (SLV) e 6 (SLC) unitamente ai dati essenziali delle registrazioni restituiti da REXEL.

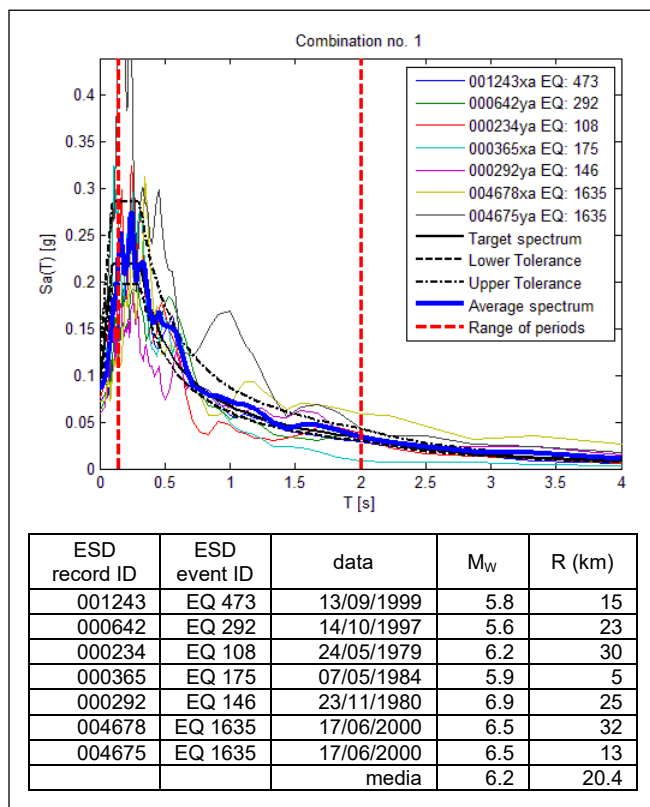


Fig. 3 - Combinazione non scalata per lo SLO

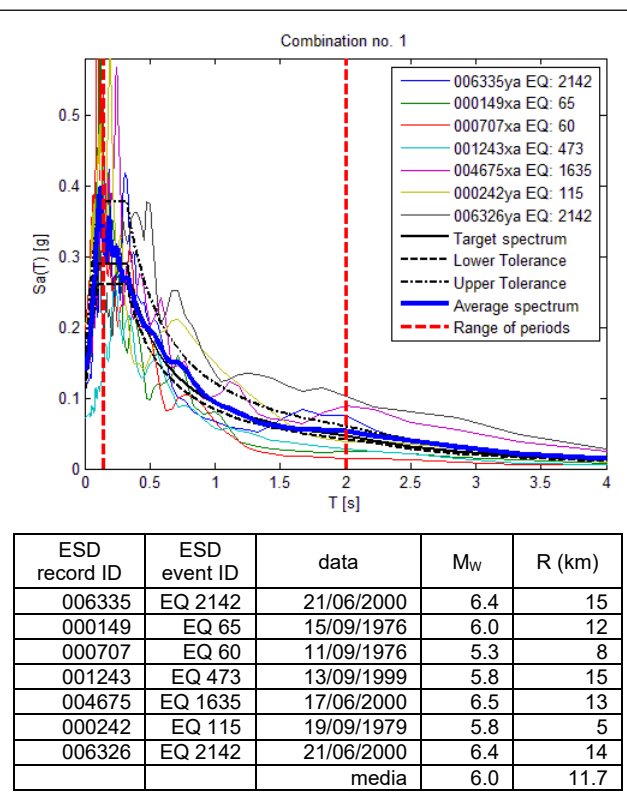


Fig. 4 - Combinazione non scalata per lo SLD

4 METODOLOGIA DI ANALISI

La valutazione numerica della risposta sismica locale è stata sviluppata con l'utilizzo di codici di calcolo monodimensionali, simulando la propagazione di onde sismiche dal substrato fino in superficie.

L'assunzione di un modello di calcolo monodimensionale è compatibile con le risultanze delle indagini geognostiche e con la ricostruzione del modello geologico del sito che prevede strati piano paralleli a giacitura orizzontale e superficie topografica pianeggiante.

Per la simulazione numerica è stato utilizzato il codice di calcolo STRATA (KOTTKE & RATHJE, 2010). Il software STRATA implementa un codice di calcolo derivato da SHAKE91 (IDRISS, & SUN, 1972) le cui caratteristiche, comuni ai più diffusi codici di calcolo, agiscono in un

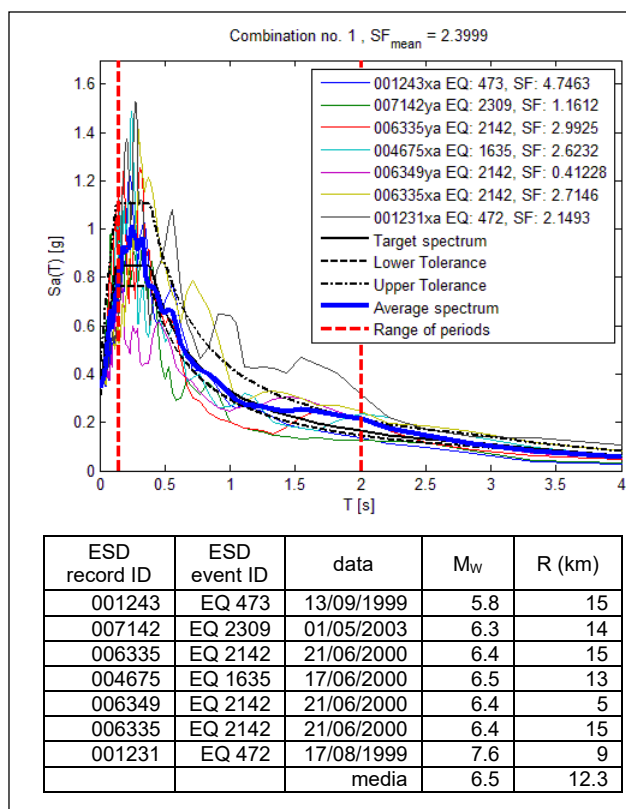


Fig. 5 - Combinazione scalata per lo SLV

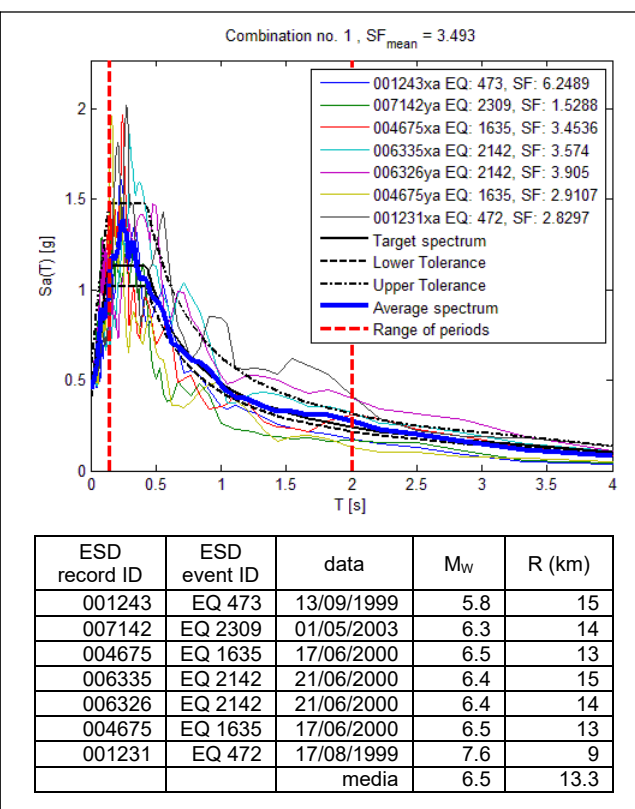


Fig. 6 - Combinazione scalata per lo SLC

contesto semplificato di tipo elastico-equivalente. Il modello fisico consiste di N strati piani e paralleli, di estensione orizzontale infinita, su un semispazio (bedrock); ogni strato, considerato omogeneo ed isotropo, è caratterizzato dallo spessore h , dalla densità ρ , dal modulo di taglio G e dal fattore di smorzamento ξ .

Sulla base del modello sismostratigrafico assunto e quindi della funzione di trasferimento tipica del sito, il programma analizza le modificazioni che subisce lo spettro di input nell'attraversare il profilo mediante calcolo iterativo che comporta, all'aumentare della deformazione indotta, la progressiva sostituzione dei valori di G e ξ iniziali con valori degradati sulla base delle curve dinamiche inserite per ogni strato. Alla fine dell'analisi, il software restituisce uno spettro di output relativo alla modifica del segnale di input imposta dalle caratteristiche geologico-tecniche del sito. Il rapporto tra spettro di output e spettro di input rappresenta la cosiddetta funzione di trasferimento bedrock \rightarrow superficie.

GEOstudi srl

Per i sismostrati 2 ÷ 8 sono state impiegate le curve di decremento del modulo di rigidezza a taglio (G/G_0) con la deformazione (γ) e curve di incremento dello smorzamento (D) con la deformazione (γ) ottenute mediando le curve sperimentali ricavate da prove di colonna risonante eseguite su campioni di sabbia raccolti nel corso della presente indagine e in quella del 2013 (Fig. 7).

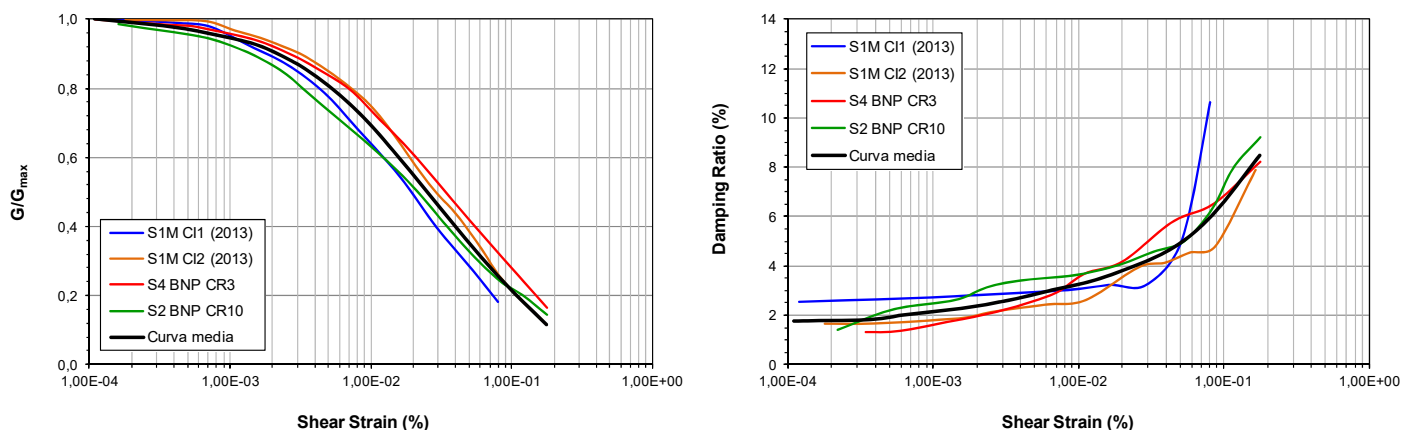


Fig. 7 - Curve di decadimento del modulo di taglio (sx) e di incremento dello smorzamento (dx) in funzione della deformazione da prove di Colonna Risonante sito-specifiche (sismostrati da 2 a 8)

Per lo strato superficiale di riporto (sismostrato 1) e per le sabbie profonde (sismostrati da 9 a 13) sono state impiegate le curve EPRI (93) selezionate in funzione delle profondità (Fig. 8) mentre per l'unità di base - assimilata a *bedrock* - il programma richiede solo il valore iniziale del *damping* (0.7 %).

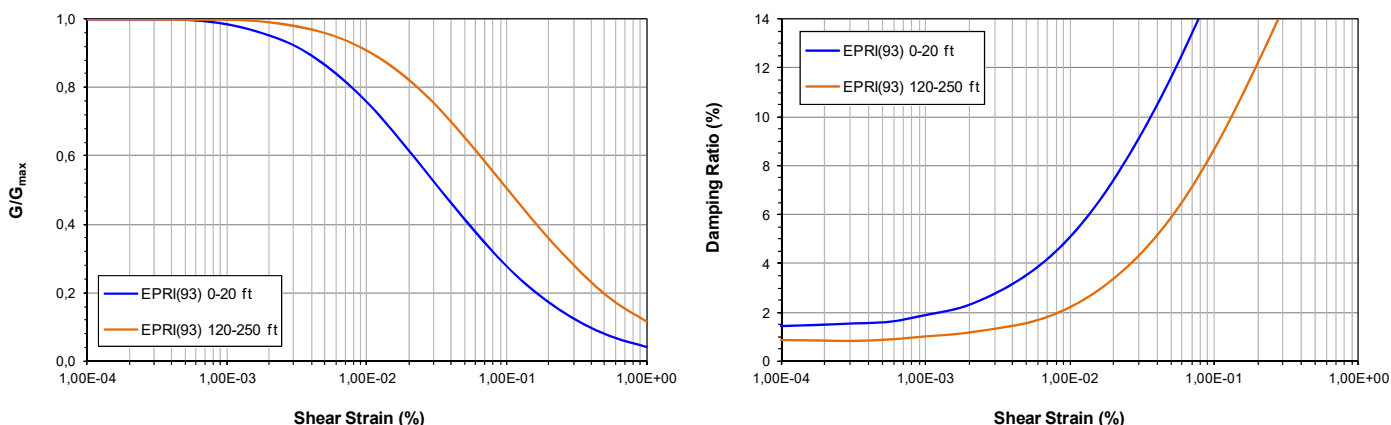


Fig. 8 - Curve di decadimento del modulo di taglio (sx) e di incremento dello smorzamento (dx) in funzione della deformazione utilizzate per i sismostrati 1 e 9÷13

L'analisi di Risposta Sismica Locale 1D è stata implementata per tutti gli Stati Limite previsti dalle NTC08 in funzione della strategia progettuale assunta e per profondità di posa delle fondazioni pari al piano campagna attuale.

5 FUNZIONE DI TRASFERIMENTO

Per ognuno dei 7 accelerogrammi utilizzati, normalizzati alla PGA_0 di progetto, e per ciascun Stato Limite esaminato, sono state ricavate le funzioni di trasferimento del moto sismico dal bedrock alla superficie.

La funzione di trasferimento FT consente di simulare, nel dominio delle frequenze, ciò che accade al segnale sismico quando attraversa la colonna stratigrafica, in altre parole permette di capire quali frequenze sono attenuate a quali amplificate a seguito all'effetto di filtraggio esercitato dal terreno, fenomeno che dipende dalle particolari caratteristiche elastiche e meccaniche dalla colonna stratigrafica situata sopra il *bedrock*.

In figura 9 si riporta, per ciascuno Stato Limite, la mediana delle funzioni di trasferimento per i 7 terremoti di input.

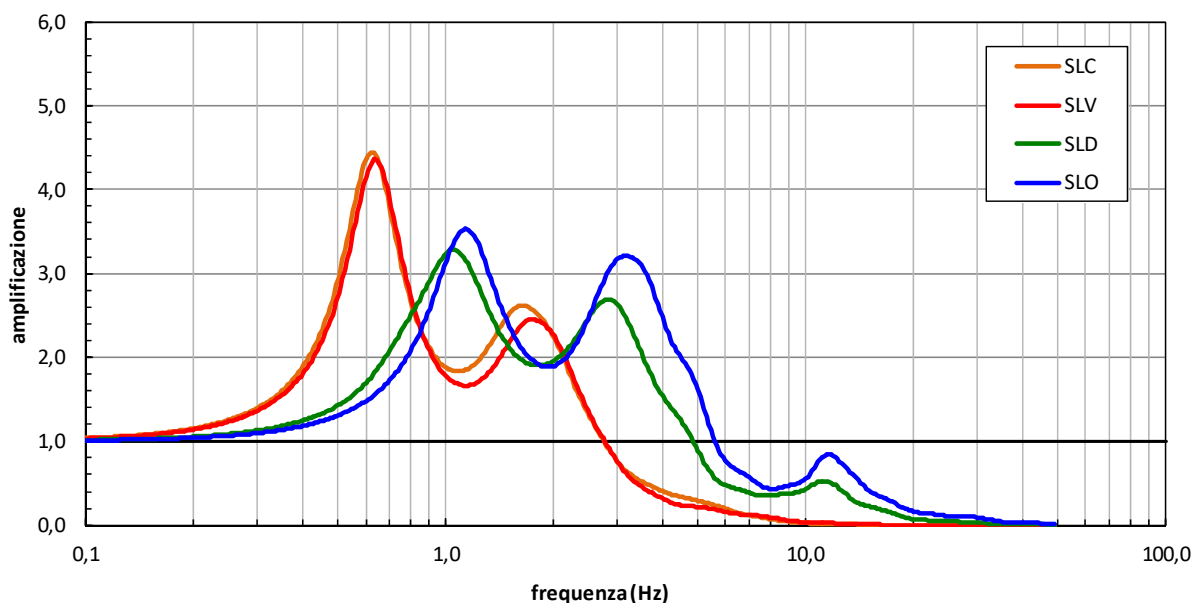


Fig. 9 - Funzione di trasferimento (mediana) per il sito in esame dal *bedrock* alla superficie

Si osserva un decremento nella frequenza del picco fondamentale per effetto del decadimento del modulo di taglio, e quindi della V_s , all'aumentare della PGA_0 ; negli Stati Limite d'Esercizio l'armonica fondamentale è a 1.2 Hz, negli Stati Limite Ultimi a 0.65.

Risulta evidente la significativa amplificazione della accelerazione in superficie rispetto al bedrock nell'intervallo di frequenze tra 0.3 e 5.0 Hz circa per gli Stati Limite d'Esercizio, e tra 0.2 e 3.0 Hz circa per gli Stati Limite Ultimi; ciò vuol dire che le massime amplificazioni si hanno per periodi dello spettro compresi tra 0.2 e 3.3 secondi per SLO e SLD, e tra 0.3 e 5 secondi per SLV e SLC. Si nota inoltre come il segnale sismico venga deamplificato sopra i valori di frequenza massimi sopra indicati.

6 SPETTRI DI RISPOSTA

In figura 10 si riportano gli spettri di risposta dell'oscillatore armonico tipo ad un grado di libertà in funzione del periodo proprio della struttura e per uno smorzamento tipico del 5%, ottenuti a partire dagli accelerogrammi di input normalizzati all' a_g di progetto, ed il valore medio desunto da tutte le simulazioni numeriche eseguite (risultato finale). Gli spettri di risposta medi sono forniti in forma numerica nelle schede allegate.

Nelle stesse figure gli spettri di risposta medi sono confrontati con lo spettro di normativa relativo alla categoria di sottosuolo C in cui si colloca il sito in esame. Dall'esame dei grafici si possono trarre le seguenti considerazioni.

- Lo spettro ottenuto da analisi numerica per SLO fornisce valori di accelerazione massima maggiori rispetto a quelli forniti dallo spettro da approccio semplificato di normativa per periodi tra [0.15, 1.20] sec circa; sopra e sotto questo intervallo l'accelerazione calcolata si sovrappone a quella di normativa. Lo sfioramento dello spettro calcolato per SLD è più contenuto e limitato all'intervallo di frequenza [0.15, 0.5] sec.
- Lo spettro calcolato per gli Stati Limite Ultimi (SLV, SLC) risulta molto più gravoso rispetto allo spettro semplificato di normativa fornendo accelerazioni decisamente più elevate in un intervallo molto ampio che va da 0.25 a 3.00 secondi circa.

GEOstudi srl

E' quindi possibile concludere che lo spettro di norma non offre un adeguato grado di protezione sia in relazione agli stati limite meno gravosi (SLE) sia rispetto agli stati limite più gravosi (SLU) in termini di T_r e quindi di energia attesa.

In figura 11 è riportato il confronto tra lo spettro atteso al *bedrock* (input) e quello atteso al piano campagna (output). Si nota, per gli Stati Limite Ultimi, amplificazione su l'intero periodo da 0.3 ad oltre 4.0 sec come previsto dalla funzione di trasferimento; l'amplificazione per gli Stati Limite d'Esercizio si ha per periodi compresi tra 0.2 e 3.0 secondi circa.

Nella figura 12 gli spettri di risposta medi da modellazione numerica sono forniti nella classica forma semplificata dello spettro di normativa (spettro normalizzato o lisciato); la lisciatura è stata effettuata utilizzando la procedura indicata negli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Gruppo di Lavoro MS, 2008). Si osserva che per tutti gli Stati Limite lo spettro normalizzato da RSL fornisce accelerazioni sempre più alte rispetto a quelle delle forme spettrali da approccio semplificato. Lo scostamento è molto evidente per gli Stati Limite Ultimi mentre per quelli di servizio gli spettri da RSL normalizzati tendono ad avvicinarsi a quelli di norma per periodi superiori a 1 secondo.

7 DATI PER EVENTUALI VERIFICHE DI LIQUEFAZIONE

In figura 13 si riporta l'andamento dell'accelerazione massima (PGA) attesa in funzione della profondità per i 7 terremoti di input relativi allo Stato Limite della Salvaguardia, ed il valore medio del parametro (risultato finale) da utilizzare per l'eventuale verifica della suscettibilità a liquefazione dei suoli saturi. I dati numerici sono riportati nella scheda allegata.

Nella tabella seguente si riportano le accelerazioni di picco attese in superficie per lo Stato Limite della Salvaguardia ed i relativi valori del fattore di amplificazione PGA/PGA_0 .

	EQ 472	EQ 473	EQ 1635	EQ 2142	EQ 2142	EQ 2142	EQ 2309	media
PGA (gal)	0,6812	0,4541	0,3802	0,6403	0,4274	0,4213	0,3024	0.472
PGA/PGA ₀	1,96	1,31	1,10	1,85	1,23	1,21	0,87	1.36

Tab. 3 - Valori di PGA attesi in superficie e relativi fattori di amplificazione (SLV)

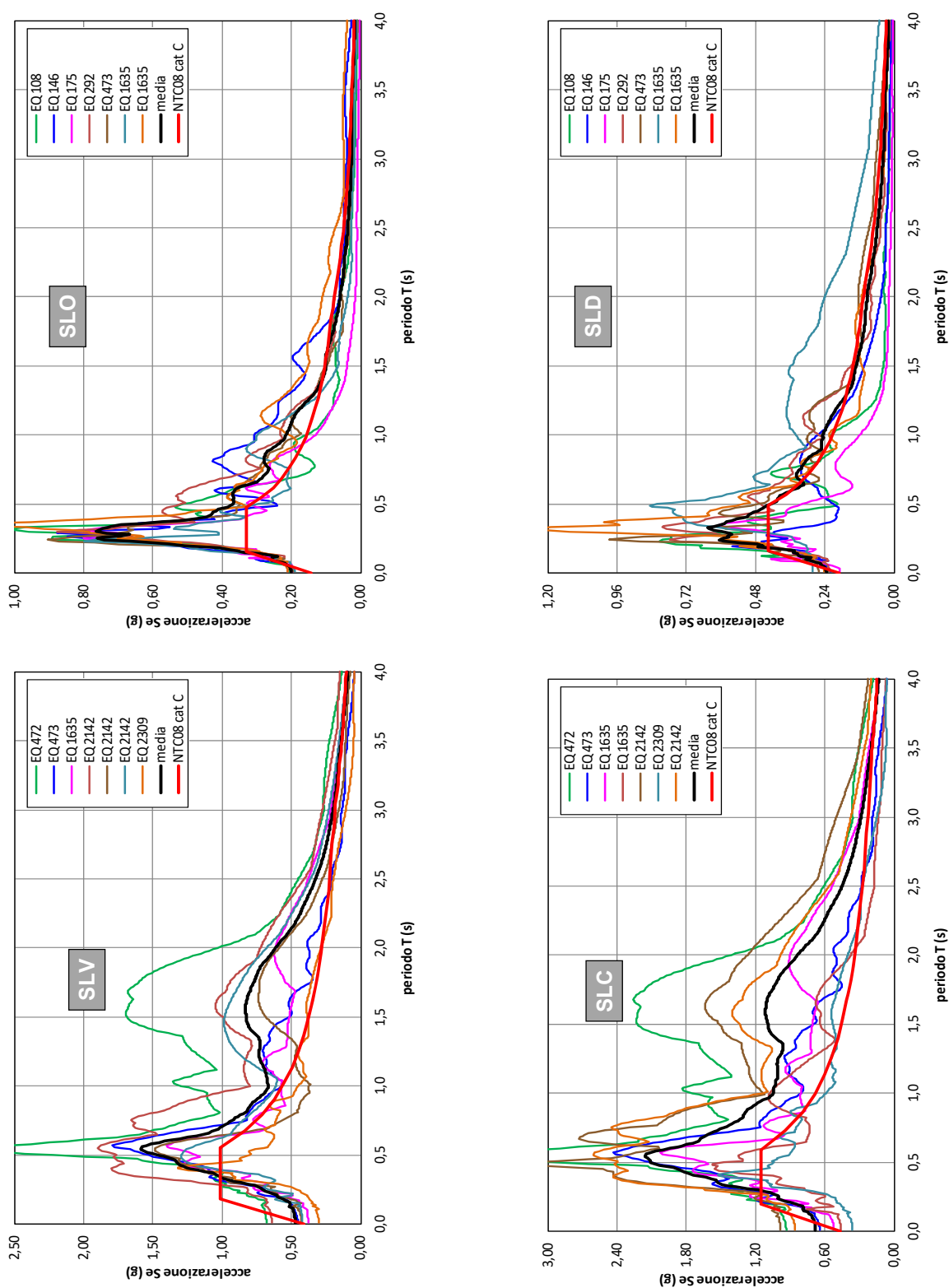


Fig. 10 - Spettri di risposta ($\xi = 5\%$) ottenuti dai 7 accelerogrammi di input, loro media e confronto con lo spettro semplificato di normativa

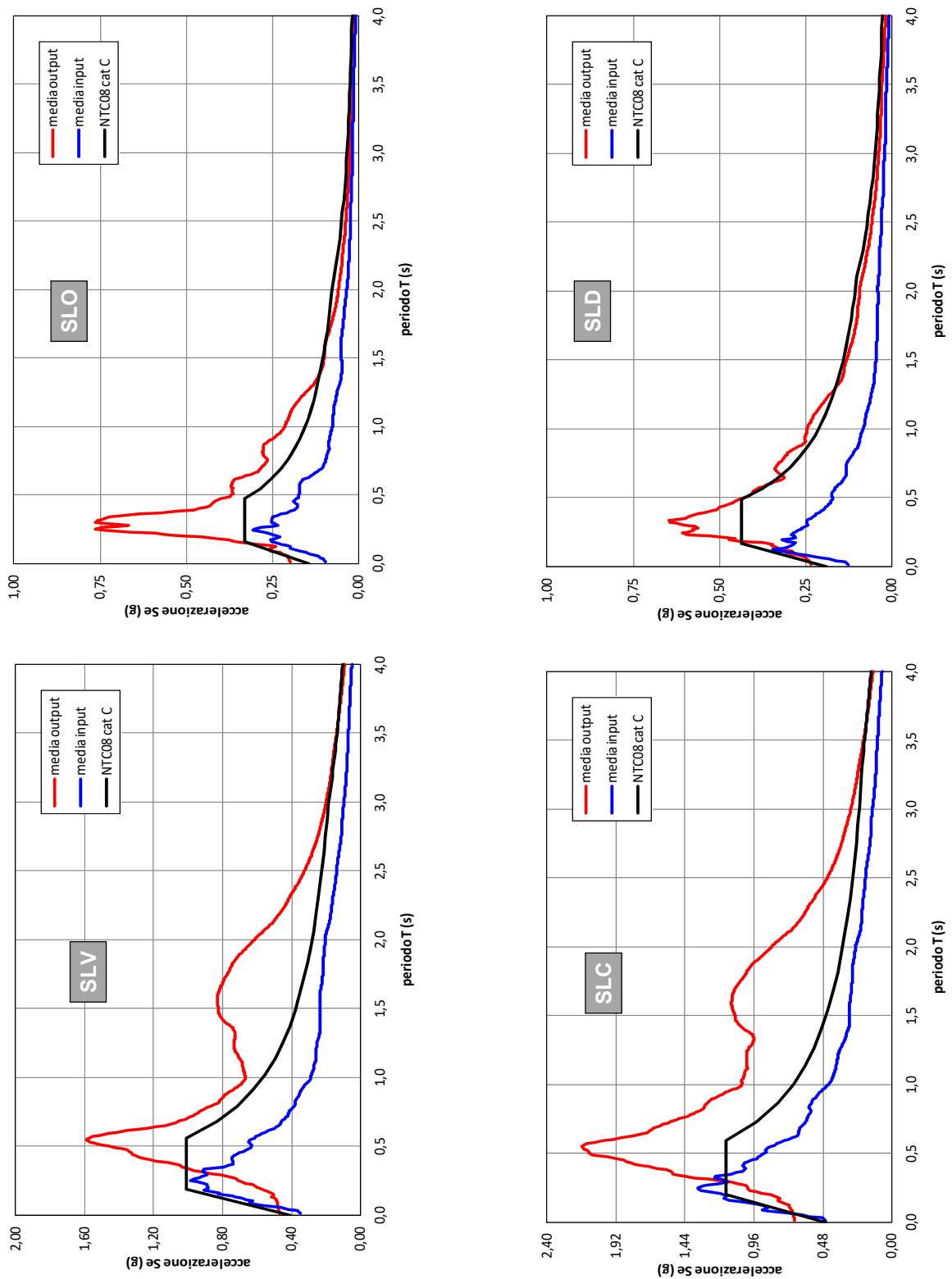


Fig. 11- Spettri di risposta medi ($\xi = 5\%$) al p.c. (output) e al *bedrock* (input)

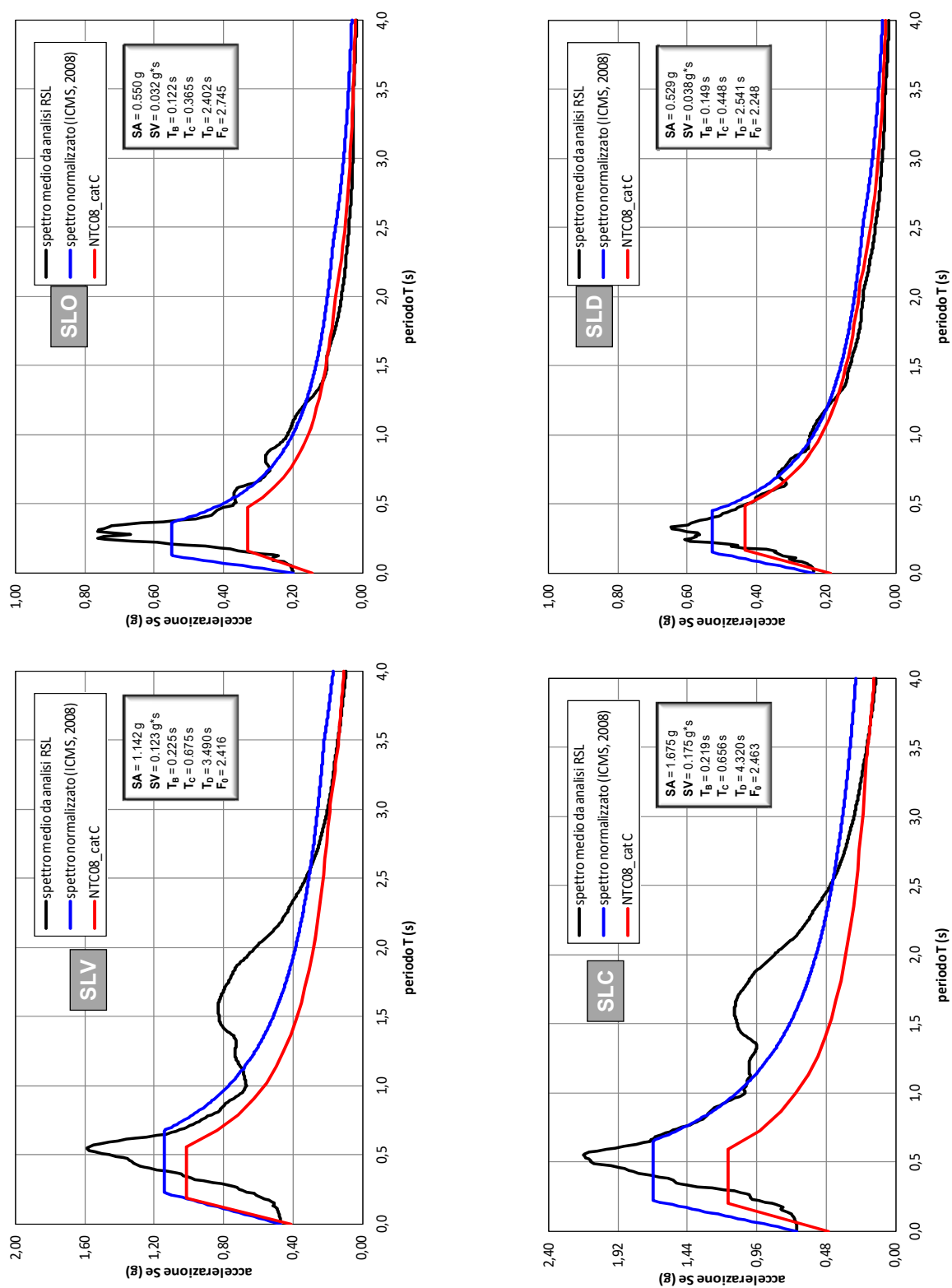


Fig. 12 - Spettri di risposta ($\xi = 5\%$) lisciati secondo la procedura ICMS 2008

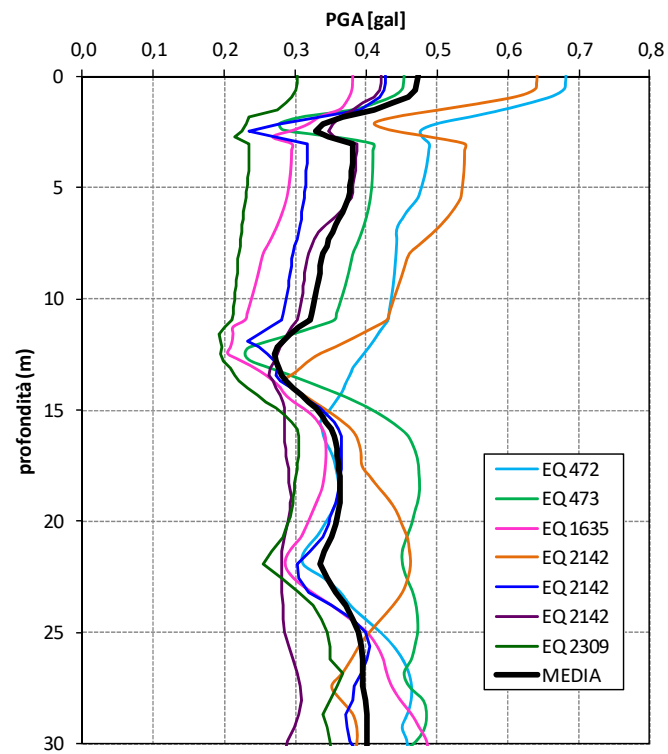


Fig. 13 - Andamento dell'accelerazione di picco con la profondità nei primi 30 metri di terreno (SLV)

Punti degli spettri di risposta medi

Period (sec)	SLO	SLD	SLV	SLC
	Absolute Acceleration (g)			
0,010	0,2005	0,2353	0,4726	0,6799
0,030	0,2025	0,2376	0,4737	0,6817
0,050	0,2065	0,2457	0,4762	0,6852
0,070	0,2191	0,2539	0,4797	0,6910
0,090	0,2574	0,2930	0,4844	0,6992
0,110	0,2560	0,2888	0,4904	0,7139
0,130	0,2565	0,3318	0,5154	0,7365
0,150	0,3354	0,3478	0,5069	0,7847
0,170	0,3781	0,3726	0,5399	0,7810
0,190	0,4532	0,4728	0,5848	0,8302
0,210	0,5520	0,4766	0,6097	0,9015
0,230	0,6665	0,5914	0,6683	0,9871
0,250	0,7622	0,5905	0,7095	1,0019
0,270	0,6958	0,5766	0,7378	1,0335
0,290	0,7343	0,5706	0,8101	1,1166
0,310	0,7582	0,6225	0,9154	1,2710
0,330	0,7303	0,6459	0,9898	1,4430
0,350	0,6929	0,5995	1,0327	1,5195
0,370	0,5734	0,5794	1,0687	1,5387
0,390	0,4789	0,5448	1,1832	1,6345
0,410	0,4436	0,5093	1,2582	1,7380
0,430	0,4284	0,4989	1,3044	1,8155
0,450	0,4178	0,4731	1,3302	1,8713
0,470	0,4006	0,4544	1,3541	1,9695
0,490	0,3744	0,4408	1,4215	2,0827
0,510	0,3652	0,4154	1,5011	2,1094
0,530	0,3681	0,4030	1,5720	2,1412
0,550	0,3656	0,4005	1,5885	2,1579
0,570	0,3698	0,3867	1,5518	2,1211
0,590	0,3678	0,3632	1,4613	2,0020
0,610	0,3611	0,3419	1,3591	1,8803
0,630	0,3416	0,3227	1,2457	1,7930
0,650	0,3125	0,3140	1,1300	1,6993
0,670	0,2929	0,3240	1,0729	1,6732
0,690	0,2861	0,3347	1,0276	1,6372
0,710	0,2786	0,3390	0,9955	1,5919
0,730	0,2699	0,3355	0,9595	1,5357
0,750	0,2658	0,3270	0,9301	1,4772
0,770	0,2694	0,3196	0,9056	1,4213

GEOstudi srl

Period (sec)	SLO	SLD	SLV	SLC
	Absolute Acceleration (g)			
0,790	0,2759	0,3123	0,8702	1,3802
0,810	0,2788	0,3056	0,8294	1,3324
0,830	0,2780	0,2990	0,8164	1,3085
0,850	0,2772	0,2870	0,8031	1,2995
0,870	0,2737	0,2706	0,7877	1,2771
0,890	0,2635	0,2560	0,7672	1,2529
0,910	0,2513	0,2509	0,7418	1,2179
0,930	0,2402	0,2524	0,7168	1,1791
0,950	0,2304	0,2515	0,6937	1,1373
0,970	0,2222	0,2478	0,6817	1,0857
0,990	0,2178	0,2471	0,6700	1,0498
1,010	0,2133	0,2453	0,6707	1,0429
1,030	0,2098	0,2403	0,6741	1,0459
1,050	0,2057	0,2361	0,6775	1,0354
1,070	0,2033	0,2330	0,6794	1,0266
1,090	0,2001	0,2281	0,6865	1,0233
1,110	0,1969	0,2233	0,6885	1,0121
1,130	0,1931	0,2179	0,6972	1,0084
1,150	0,1884	0,2124	0,7091	1,0109
1,170	0,1821	0,2063	0,7169	1,0105
1,190	0,1753	0,2000	0,7256	1,0121
1,210	0,1685	0,1937	0,7323	1,0137
1,230	0,1615	0,1869	0,7354	1,0111
1,250	0,1538	0,1798	0,7354	1,0045
1,270	0,1460	0,1728	0,7315	0,9932
1,290	0,1380	0,1660	0,7265	0,9768
1,310	0,1313	0,1592	0,7284	0,9660
1,330	0,1256	0,1533	0,7294	0,9593
1,350	0,1211	0,1484	0,7374	0,9643
1,370	0,1172	0,1442	0,7543	0,9809
1,390	0,1134	0,1418	0,7760	1,0083
1,410	0,1098	0,1399	0,7936	1,0371
1,430	0,1070	0,1390	0,8077	1,0611
1,450	0,1044	0,1375	0,8177	1,0779
1,470	0,1030	0,1359	0,8228	1,0873
1,490	0,1017	0,1332	0,8240	1,0917
1,510	0,1009	0,1301	0,8269	1,0962
1,530	0,1008	0,1277	0,8298	1,1032
1,550	0,1012	0,1262	0,8319	1,1097
1,570	0,1008	0,1244	0,8323	1,1146
1,590	0,0990	0,1222	0,8311	1,1172
1,610	0,0964	0,1193	0,8262	1,1154

Period (sec)	SLO	SLD	SLV	SLC
	Absolute Acceleration (g)			
1,630	0,0948	0,1160	0,8180	1,1102
1,650	0,0926	0,1138	0,8147	1,1086
1,670	0,0898	0,1120	0,8078	1,1019
1,690	0,0873	0,1103	0,7979	1,0949
1,710	0,0850	0,1089	0,7920	1,0846
1,730	0,0823	0,1071	0,7827	1,0701
1,750	0,0797	0,1053	0,7730	1,0548
1,770	0,0779	0,1034	0,7652	1,0415
1,790	0,0759	0,1020	0,7570	1,0274
1,810	0,0739	0,1009	0,7491	1,0137
1,830	0,0718	0,1004	0,7411	1,0035
1,850	0,0700	0,1001	0,7313	0,9911
1,870	0,0682	0,0997	0,7186	0,9747
1,890	0,0664	0,0989	0,7031	0,9540
1,910	0,0649	0,0977	0,6856	0,9303
1,930	0,0635	0,0965	0,6698	0,9080
1,950	0,0622	0,0953	0,6545	0,8872
1,970	0,0610	0,0945	0,6392	0,8671
1,990	0,0600	0,0939	0,6238	0,8474
2,010	0,0592	0,0934	0,6085	0,8275
2,030	0,0584	0,0926	0,5922	0,8074
2,050	0,0573	0,0915	0,5750	0,7855
2,070	0,0560	0,0898	0,5572	0,7629
2,090	0,0547	0,0877	0,5386	0,7387
2,110	0,0534	0,0855	0,5213	0,7140
2,130	0,0523	0,0834	0,5067	0,6927
2,150	0,0511	0,0815	0,4930	0,6754
2,170	0,0499	0,0798	0,4806	0,6588
2,190	0,0491	0,0784	0,4686	0,6444
2,210	0,0487	0,0772	0,4570	0,6305
2,230	0,0483	0,0761	0,4459	0,6168
2,250	0,0478	0,0750	0,4368	0,6045
2,270	0,0472	0,0736	0,4280	0,5931
2,290	0,0464	0,0719	0,4204	0,5822
2,310	0,0456	0,0699	0,4121	0,5710
2,330	0,0447	0,0683	0,4028	0,5586
2,350	0,0437	0,0668	0,3929	0,5453
2,370	0,0427	0,0654	0,3829	0,5317
2,390	0,0417	0,0641	0,3730	0,5182
2,410	0,0409	0,0629	0,3633	0,5048
2,430	0,0402	0,0618	0,3541	0,4918
2,450	0,0396	0,0608	0,3459	0,4791

Period (sec)	SLO	SLD	SLV	SLC
	Absolute Acceleration (g)			
2,470	0,0390	0,0599	0,3380	0,4671
2,490	0,0385	0,0591	0,3303	0,4566
2,510	0,0380	0,0584	0,3228	0,4470
2,530	0,0376	0,0575	0,3153	0,4372
2,550	0,0370	0,0566	0,3076	0,4273
2,570	0,0364	0,0554	0,2996	0,4182
2,590	0,0357	0,0541	0,2930	0,4092
2,610	0,0349	0,0529	0,2868	0,4017
2,630	0,0343	0,0516	0,2810	0,3944
2,650	0,0338	0,0506	0,2751	0,3871
2,670	0,0333	0,0497	0,2691	0,3796
2,690	0,0328	0,0488	0,2633	0,3722
2,710	0,0323	0,0479	0,2582	0,3649
2,730	0,0317	0,0471	0,2533	0,3581
2,750	0,0312	0,0464	0,2486	0,3521
2,770	0,0307	0,0456	0,2441	0,3464
2,790	0,0302	0,0449	0,2399	0,3409
2,810	0,0297	0,0443	0,2358	0,3357
2,830	0,0293	0,0438	0,2319	0,3306
2,850	0,0290	0,0432	0,2280	0,3256
2,870	0,0287	0,0427	0,2241	0,3205
2,890	0,0286	0,0422	0,2202	0,3154
2,910	0,0284	0,0415	0,2163	0,3103
2,930	0,0281	0,0410	0,2123	0,3050
2,950	0,0278	0,0405	0,2085	0,2995
2,970	0,0274	0,0399	0,2050	0,2938
2,990	0,0270	0,0392	0,2014	0,2890
3,010	0,0268	0,0386	0,1983	0,2851
3,030	0,0266	0,0378	0,1954	0,2811
3,050	0,0264	0,0371	0,1926	0,2770
3,070	0,0262	0,0364	0,1897	0,2728
3,090	0,0261	0,0358	0,1868	0,2686
3,110	0,0260	0,0354	0,1840	0,2645
3,130	0,0259	0,0350	0,1813	0,2605
3,150	0,0258	0,0346	0,1787	0,2568
3,170	0,0258	0,0342	0,1762	0,2532
3,190	0,0257	0,0338	0,1738	0,2497
3,210	0,0257	0,0334	0,1715	0,2463
3,230	0,0256	0,0331	0,1693	0,2430
3,250	0,0255	0,0328	0,1674	0,2400
3,270	0,0255	0,0325	0,1654	0,2370
3,290	0,0254	0,0322	0,1635	0,2339

GEOstudi srl

Period (sec)	SLO	SLD	SLV	SLC
	Absolute Acceleration (g)			
3,310	0,0254	0,0319	0,1616	0,2309
3,330	0,0254	0,0318	0,1596	0,2277
3,350	0,0255	0,0317	0,1576	0,2245
3,370	0,0256	0,0316	0,1556	0,2212
3,390	0,0256	0,0315	0,1534	0,2177
3,410	0,0257	0,0313	0,1510	0,2138
3,430	0,0256	0,0310	0,1484	0,2098
3,450	0,0255	0,0307	0,1456	0,2061
3,470	0,0253	0,0304	0,1436	0,2030
3,490	0,0251	0,0300	0,1416	0,2003
3,510	0,0248	0,0295	0,1394	0,1974
3,530	0,0244	0,0290	0,1371	0,1943
3,550	0,0240	0,0284	0,1347	0,1911
3,570	0,0236	0,0278	0,1322	0,1878
3,590	0,0232	0,0273	0,1298	0,1844
3,610	0,0228	0,0267	0,1280	0,1814
3,630	0,0224	0,0262	0,1262	0,1787
3,650	0,0220	0,0256	0,1245	0,1764
3,670	0,0217	0,0251	0,1228	0,1741
3,690	0,0214	0,0246	0,1211	0,1717
3,710	0,0211	0,0241	0,1193	0,1692
3,730	0,0208	0,0237	0,1174	0,1666
3,750	0,0205	0,0232	0,1154	0,1638
3,770	0,0201	0,0228	0,1134	0,1610
3,790	0,0198	0,0225	0,1116	0,1581
3,810	0,0195	0,0221	0,1098	0,1555
3,830	0,0192	0,0218	0,1081	0,1534
3,850	0,0188	0,0215	0,1063	0,1512
3,870	0,0185	0,0211	0,1046	0,1491
3,890	0,0182	0,0208	0,1028	0,1469
3,910	0,0178	0,0205	0,1011	0,1447
3,930	0,0175	0,0202	0,0994	0,1423
3,950	0,0171	0,0199	0,0976	0,1399
3,970	0,0168	0,0196	0,0958	0,1375
3,990	0,0164	0,0193	0,0940	0,1352
4,000	0,0163	0,0192	0,0931	0,1341

Valori di accelerazione massima nei primi 30 metri di terreno

Stato Limite della Salvaguardia (SLV)

Depth (m)	EQ 472	EQ 473	EQ 1635	EQ 2142	EQ 2142	EQ 2142	EQ 2309	MEDIA
PGA (gal)								
0,000	0,6812	0,4541	0,3802	0,6403	0,4274	0,4213	0,3024	0,4724
0,305	0,6805	0,4533	0,3799	0,6395	0,4269	0,4209	0,3019	0,4718
0,610	0,6783	0,4510	0,3791	0,6369	0,4253	0,4199	0,3003	0,4701
0,914	0,6621	0,4386	0,3758	0,6132	0,4190	0,4108	0,2956	0,4593
1,219	0,6302	0,4138	0,3702	0,5627	0,4070	0,3953	0,2873	0,4381
1,524	0,5924	0,3815	0,3611	0,5035	0,3903	0,3805	0,2750	0,4120
1,829	0,5486	0,3126	0,3340	0,4437	0,3359	0,3639	0,2347	0,3676
2,134	0,5015	0,2783	0,3195	0,4114	0,2770	0,3527	0,2312	0,3388
2,438	0,4776	0,2839	0,2968	0,4343	0,2346	0,3477	0,2248	0,3285
2,743	0,4791	0,3547	0,2676	0,4894	0,2711	0,3559	0,2156	0,3476
3,048	0,4887	0,4098	0,2940	0,5382	0,3162	0,3863	0,2351	0,3812
3,353	0,4881	0,4100	0,2941	0,5383	0,3163	0,3861	0,2352	0,3812
3,658	0,4871	0,4100	0,2938	0,5382	0,3162	0,3858	0,2351	0,3809
3,962	0,4857	0,4099	0,2934	0,5379	0,3160	0,3852	0,2348	0,3804
4,267	0,4839	0,4095	0,2927	0,5374	0,3156	0,3843	0,2342	0,3797
4,572	0,4817	0,4091	0,2917	0,5366	0,3151	0,3833	0,2333	0,3787
4,877	0,4791	0,4084	0,2905	0,5356	0,3144	0,3820	0,2321	0,3775
5,182	0,4761	0,4076	0,2891	0,5343	0,3136	0,3804	0,2307	0,3760
5,486	0,4728	0,4066	0,2875	0,5328	0,3127	0,3787	0,2298	0,3744
5,791	0,4654	0,4048	0,2847	0,5274	0,3113	0,3712	0,2284	0,3705
6,096	0,4575	0,4027	0,2815	0,5209	0,3097	0,3627	0,2270	0,3660
6,401	0,4513	0,4002	0,2780	0,5133	0,3080	0,3535	0,2261	0,3615
6,706	0,4452	0,3974	0,2741	0,5048	0,3061	0,3438	0,2251	0,3566
7,010	0,4426	0,3943	0,2698	0,4951	0,3041	0,3336	0,2241	0,3519
7,315	0,4432	0,3907	0,2651	0,4844	0,3019	0,3265	0,2229	0,3478
7,620	0,4430	0,3867	0,2601	0,4734	0,2995	0,3228	0,2217	0,3439
7,925	0,4421	0,3824	0,2548	0,4622	0,2970	0,3182	0,2203	0,3396
8,230	0,4415	0,3799	0,2519	0,4573	0,2954	0,3162	0,2194	0,3374
8,534	0,4408	0,3779	0,2497	0,4545	0,2941	0,3150	0,2187	0,3358
8,839	0,4401	0,3756	0,2474	0,4515	0,2928	0,3137	0,2180	0,3341
9,144	0,4391	0,3732	0,2450	0,4483	0,2914	0,3123	0,2172	0,3324
9,449	0,4379	0,3707	0,2425	0,4450	0,2898	0,3112	0,2163	0,3305
9,754	0,4366	0,3679	0,2399	0,4417	0,2883	0,3100	0,2154	0,3285
10,058	0,4352	0,3650	0,2372	0,4387	0,2866	0,3086	0,2144	0,3265
10,363	0,4335	0,3618	0,2344	0,4355	0,2848	0,3071	0,2134	0,3244
10,668	0,4322	0,3585	0,2315	0,4323	0,2829	0,3055	0,2123	0,3222

GEOstudi srl

Depth (m)	EQ 472	EQ 473	EQ 1635	EQ 2142	EQ 2142	EQ 2142	EQ 2309	MEDIA
	PGA (gal)							
10,973	0,4307	0,3551	0,2285	0,4288	0,2810	0,3037	0,2111	0,3198
11,278	0,4240	0,3281	0,2119	0,4121	0,2655	0,2956	0,1999	0,3053
11,582	0,4171	0,2975	0,2115	0,3937	0,2486	0,2884	0,1921	0,2927
11,887	0,4108	0,2658	0,2106	0,3753	0,2318	0,2840	0,1949	0,2819
12,192	0,4039	0,2352	0,2078	0,3554	0,2483	0,2787	0,1955	0,2750
12,497	0,3966	0,2291	0,2045	0,3342	0,2613	0,2740	0,1935	0,2705
12,802	0,3889	0,2369	0,2232	0,3194	0,2700	0,2702	0,1986	0,2725
13,106	0,3816	0,2626	0,2408	0,3082	0,2741	0,2654	0,2078	0,2772
13,411	0,3778	0,2898	0,2561	0,2961	0,2729	0,2627	0,2149	0,2815
13,716	0,3725	0,3151	0,2687	0,2838	0,2793	0,2687	0,2202	0,2869
14,021	0,3690	0,3398	0,2783	0,2967	0,2954	0,2734	0,2316	0,2977
14,326	0,3638	0,3640	0,2849	0,3117	0,3096	0,2780	0,2459	0,3083
14,630	0,3568	0,3857	0,2963	0,3259	0,3227	0,2821	0,2596	0,3185
14,935	0,3501	0,4049	0,3108	0,3405	0,3349	0,2844	0,2735	0,3284
15,240	0,3436	0,4216	0,3223	0,3545	0,3454	0,2848	0,2840	0,3366
15,545	0,3355	0,4358	0,3311	0,3673	0,3541	0,2844	0,2950	0,3433
15,850	0,3377	0,4494	0,3372	0,3784	0,3612	0,2852	0,3021	0,3502
16,154	0,3400	0,4591	0,3414	0,3855	0,3646	0,2849	0,3045	0,3543
16,459	0,3431	0,4646	0,3422	0,3892	0,3653	0,2854	0,3047	0,3564
16,764	0,3485	0,4688	0,3425	0,3918	0,3656	0,2865	0,3046	0,3583
17,069	0,3528	0,4719	0,3425	0,3931	0,3657	0,2868	0,3041	0,3595
17,374	0,3558	0,4739	0,3421	0,3932	0,3654	0,2885	0,3031	0,3603
17,678	0,3576	0,4749	0,3413	0,3966	0,3648	0,2903	0,3018	0,3610
17,983	0,3598	0,4753	0,3402	0,4049	0,3639	0,2914	0,3001	0,3622
18,288	0,3613	0,4761	0,3386	0,4122	0,3628	0,2916	0,2992	0,3631
18,593	0,3614	0,4760	0,3364	0,4200	0,3611	0,2932	0,2984	0,3638
18,898	0,3602	0,4748	0,3330	0,4284	0,3588	0,2939	0,2973	0,3638
19,202	0,3575	0,4728	0,3290	0,4356	0,3562	0,2936	0,2959	0,3629
19,507	0,3534	0,4699	0,3244	0,4415	0,3531	0,2924	0,2941	0,3613
19,812	0,3477	0,4674	0,3204	0,4461	0,3499	0,2904	0,2919	0,3591
20,117	0,3423	0,4650	0,3165	0,4497	0,3465	0,2890	0,2894	0,3569
20,726	0,3298	0,4580	0,3073	0,4578	0,3388	0,2853	0,2833	0,3515
21,336	0,3136	0,4517	0,2916	0,4608	0,3208	0,2813	0,2670	0,3410
21,946	0,3116	0,4520	0,2849	0,4624	0,3024	0,2805	0,2541	0,3354
22,555	0,3402	0,4576	0,2965	0,4587	0,3049	0,2812	0,2811	0,3457
23,165	0,3628	0,4660	0,3206	0,4515	0,3179	0,2815	0,3043	0,3578
23,774	0,3774	0,4710	0,3495	0,4382	0,3504	0,2823	0,3241	0,3704
24,384	0,3980	0,4732	0,3757	0,4215	0,3807	0,2832	0,3375	0,3814
24,994	0,4203	0,4733	0,3998	0,4046	0,3995	0,2855	0,3457	0,3898

GEOstudi srl

Depth (m)	EQ 472	EQ 473	EQ 1635	EQ 2142	EQ 2142	EQ 2142	EQ 2309	MEDIA
	PGA (gal)							
25,603	0,4381	0,4694	0,4142	0,3903	0,4048	0,2898	0,3491	0,3937
26,213	0,4514	0,4644	0,4232	0,3791	0,4005	0,2968	0,3488	0,3949
26,822	0,4601	0,4543	0,4280	0,3667	0,3922	0,3027	0,3671	0,3959
27,432	0,4640	0,4613	0,4354	0,3516	0,3834	0,3060	0,3593	0,3944
28,042	0,4633	0,4809	0,4472	0,3646	0,3820	0,3087	0,3485	0,3993
28,651	0,4584	0,4857	0,4623	0,3808	0,3702	0,3040	0,3392	0,4001
29,261	0,4508	0,4834	0,4737	0,3866	0,3728	0,2985	0,3453	0,4016
29,870	0,4573	0,4719	0,4841	0,3873	0,3776	0,2879	0,3482	0,4020
30,480	0,4586	0,4488	0,4864	0,3832	0,3892	0,2847	0,3512	0,4003