

Dove:

**CRR** è rappresentato dal rapporto di resistenza ciclica

**MSF** rappresenta il fattore di scala della magnitudo che è funzione della magnitudo stessa, della PGA e del valore di CRR

**K<sub>σ</sub>** è il fattore di correzione che tiene conto della pressione efficace alla profondità a cui la resistenza viene valutata

**CSR** è il rapporto di tensione ciclica, ovvero la tensione di taglio indotta dall'azione sismica, normalizzata rispetto alla tensione verticale efficace. Tale parametro è derivabile secondo la seguente formulazione:

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{v0}} = 0.65 \cdot \frac{a_{maxs}}{g} \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{v0}} \cdot r_d$$

I termini che compongono la seguente relazione sono rappresentati da  $a_{max}/g$  che descrive il valore dell'accelerazione orizzontale a  $T = 0.00$  s, il rapporto della tensione litostatica totale ed efficace, e il coefficiente riduttivo  $r_d$ . Quest'ultimo, in accordo con la predetta normativa è stato stimato secondo la seguente formulazione:

$$r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) \cdot M]$$
$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \cdot \text{sen}\left(\frac{z}{11.73} + 5.133\right)$$
$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \cdot \text{sen}\left(\frac{z}{11.28} + 5.142\right)$$

dove M rappresenta il valore di magnitudo di riferimento per il sito in analisi.

Il valore **CRR** è stato ricavato attraverso la metodologia di calcolo proposta da **Boulanger&Idriss 2014**. Per le specifiche della procedura di calcolo adottata si faccia riferimento all'allegato **A2.2** della DGR 630/2019 della Regione Emilia-Romagna. L'analisi di liquefazione è stata eseguita entro i -20.00 m rispetto al piano campagna come prescritto dalla normativa di riferimento.

Le verifiche sono state svolte considerando una magnitudo di riferimento **M = 6.14** (derivante dalla zonazione sismogenetica) e una accelerazione massima al suolo **A<sub>max</sub> = 0.258g** (NTC18).

A seguito dell'identificazione del fattore di sicurezza  $F_L$  è stato determinato l'indice potenziale di liquefazione IL (LPI) attraverso il quale è possibile definire l'esposizione del sito al rischio di liquefazione. Il potenziale di liquefazione LPI è stato determinato secondo la seguente formulazione:

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz \quad \text{in cui} \quad w(z) = \frac{200}{z_{crit}} \cdot \left(1 - \frac{z}{z_{crit}}\right)$$

Dove  $F(z)$  viene determinato secondo le formulazioni proposte da Somnez (2003)

$$\begin{array}{ll} F(z) = 0 & \text{per } F_L \geq 1.2 \\ F(z) = 2 \cdot 10^6 \cdot \exp(-18.427 \cdot F_L) & \text{per } 1.2 > F_L \geq 0.95 \\ F(z) = 1 - F_L & \text{per } F_L \leq 0.95 \end{array}$$

In base al valore di LPI ottenuto è possibile fornire un'indicazione del rischio di liquefazione. In considerazione delle linee guida emesse dalla Regione Emilia-Romagna, a seguito degli eventi sismici di Maggio e Giugno 2012, si considera la classificazione di rischio definita da **Sonmez 2003**:

INDICE DI LIQUEFAZIONE	Rischio di liquefazione
LPI=0	Nulla
0 < LPI ≤ 2	Basso
2 < LPI ≤ 5	Moderato
5 < LPI ≤ 10	Alto
15 > LPI	Molto alto

Si illustra successivamente il valore di LPI derivato dalle verticali di prova considerando un'accelerazione massima al suolo  $A_{max} = 0.258g$  (calcolata secondo l'approccio semplificato NTC18), la soggiacenza della falda freatica è stata considerata alla profondità  $D_w = -1.50$  m (misurata in data 11/12/2020) e una magnitudo di riferimento pari a  $M = 6.14$ .

A seguito della verifica, in riferimento alle verticali, sono stati ottenuti i seguenti valori di LPI:

INDAGINE	INDICE DI LIQUEFAZIONE	RISCHIO
CPTU1	1.357	BASSO
CPT2	0.1	BASSO
CPT3	0.8	BASSO

## 6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente elaborato riassume e illustra le caratteristiche geologico-stratigrafiche, geotecniche e sismiche relative al volume significativo di sottosuolo indagato a supporto della realizzazione del nuovo sovrappasso ciclo-pedonale sulla Strada Provinciale 13ter, per il progetto del futuro Parco di Santa Croce, nel Comune di Carpi (MO).

Sulla base dei dati emersi dalle indagini geotecniche eseguite (§ 3.1), si fornisce per il terreno di fondazione indagato, il modello geotecnico medio riportato nel § 5.1 della presente relazione.

In relazione a quanto esposto nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni in zona sismica del 2018, si è proceduto alla verifica nei confronti degli stati limite ultimi (SLU). Nel nostro caso specifico, per quanto riguarda le opere di fondazione, nelle verifiche di sicurezza agli stati limite ultimi è stato calcolato lo SLU sia a breve che a lungo termine per l'intervento in progetto, utilizzando il seguente approccio di calcolo:

- a) Approccio 2 combinazione (A1 + M1 + R3).

I risultati sono visibili nel § 5.3.1.

Si riassumono nella seguente tabella i valori di portanza del terreno di fondazione calcolati agli stati limite ultimi SLU relativamente alle fondazioni ipotizzate e sopra descritte.

Verifica nei confronti degli SLU		
APPROCCIO 2 – COMBINAZIONE 1		
CONDIZIONE NON DRENATE	CONDIZIONI DRENATE	CONDIZIONI SISMICHE DRENATE Paolucci & Pecker
1.06 kg/cm <sup>2</sup> ≈ 106 kN/m <sup>2</sup>	1.40 kg/cm <sup>2</sup> ≈ 140 kN/m <sup>2</sup>	1.34 kg/cm <sup>2</sup> ≈ 134 kN/m <sup>2</sup>

In ottemperanza della normativa tecnica nazionale (NTC 2018) e in accordo con i risultati ottenuti a seguito delle indagini geofisiche espletate per il sito in oggetto è possibile classificare il terreno di fondazione come appartenente alla **categoria C**, depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o a terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalentemente compresi tra **180 m/s** e **360 m/s**.

Per la definizione dell'azione sismica, è stato eseguito l'approfondimento di terzo livello della risposta sismica locale, che risulta minore rispetto al valore ottenuto mediante l'utilizzo dell'approccio semplificato delle NTC 2018. Pertanto risulta più ragionevole e cautelativo adottare l'azione sismica derivabile secondo approccio semplificato (categorie di sottosuolo) come esplicitato da normativa tecnica NTC2018.

Dall'analisi così eseguita si sono ottenuti i seguenti risultati:

Parametri sismici				
	Approccio semplificato NTC18		RSL	
ag	FA	Amax	FA	Amax
0.182	1.42	0.258	1.28	0.234

È stata eseguita la verifica della suscettibilità al fenomeno della liquefazione sulla base delle prove penetrometriche eseguite in sito, considerando una accelerazione massima al suolo  $A_{max} = 0.258g$  (approccio semplificato NTC18), la soggiacenza della falda freatica alla profondità  $Dw = -1.5$  m da p.c. (in data 11/12/2020), e una **magnitudo di riferimento** pari a  $M=6.14$ . Dall'analisi della suscettibilità nei confronti del fenomeno della liquefazione così eseguite si è ottenuto un valore di LPI corrispondente a un **rischio di liquefazione basso** (§ 5.4).

**In generale, dalla consultazione dei dati bibliografici, dalle cartografie e dalle caratteristiche geologico-stratigrafiche geotecniche e sismiche dell'area in studio emerse dalla nostra indagine in sito, non si sono riscontrati elementi ostativi che possano compromettere l'intervento in progetto.**

A disposizione per ulteriori chiarimenti, cogliamo l'occasione per porgere cordiali saluti.

Modena, 16 dicembre 2020

**Dott. Geol. Pier Luigi Dallari**



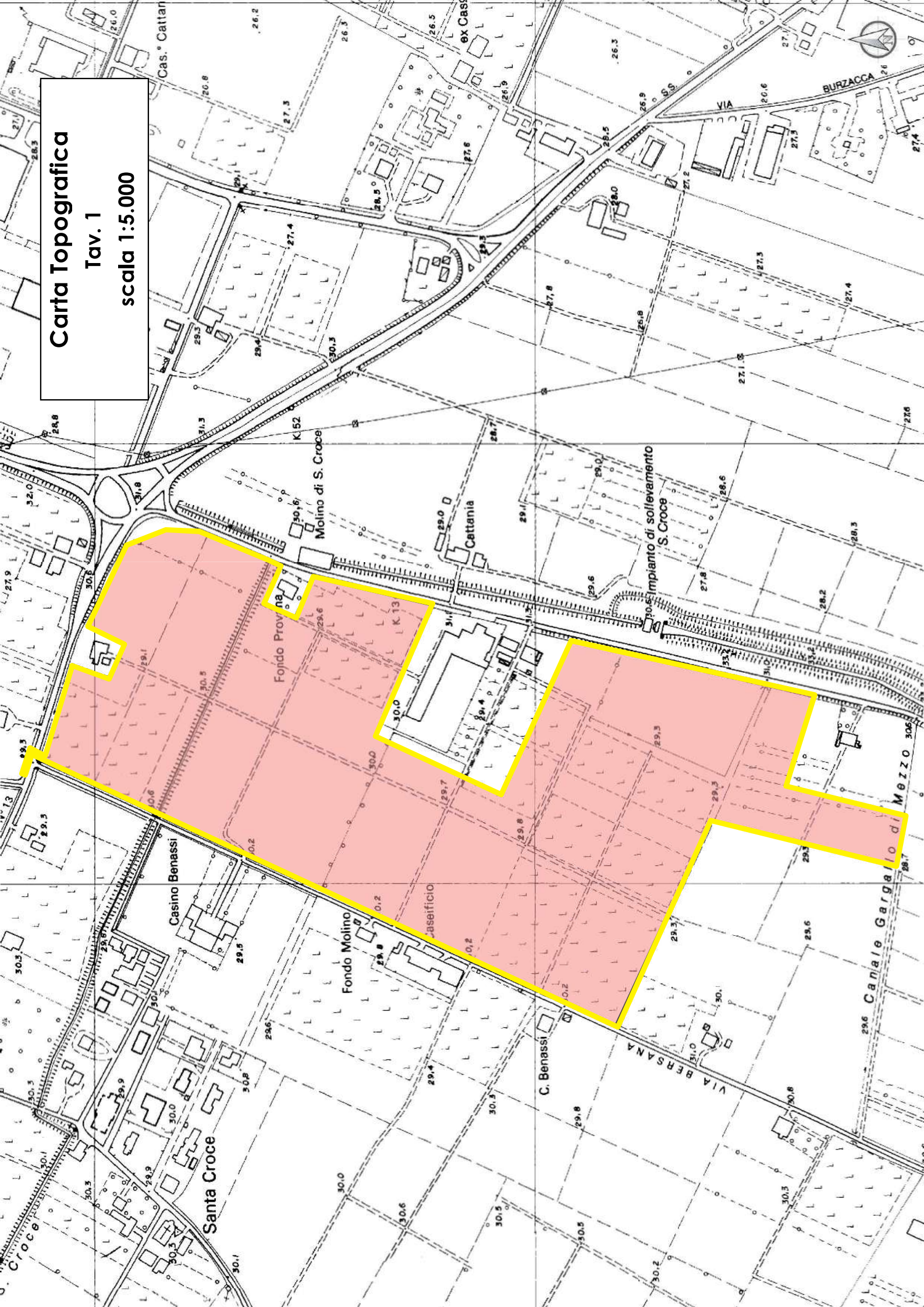
# TAVOLE



# Carta Topografica

Tav. 1

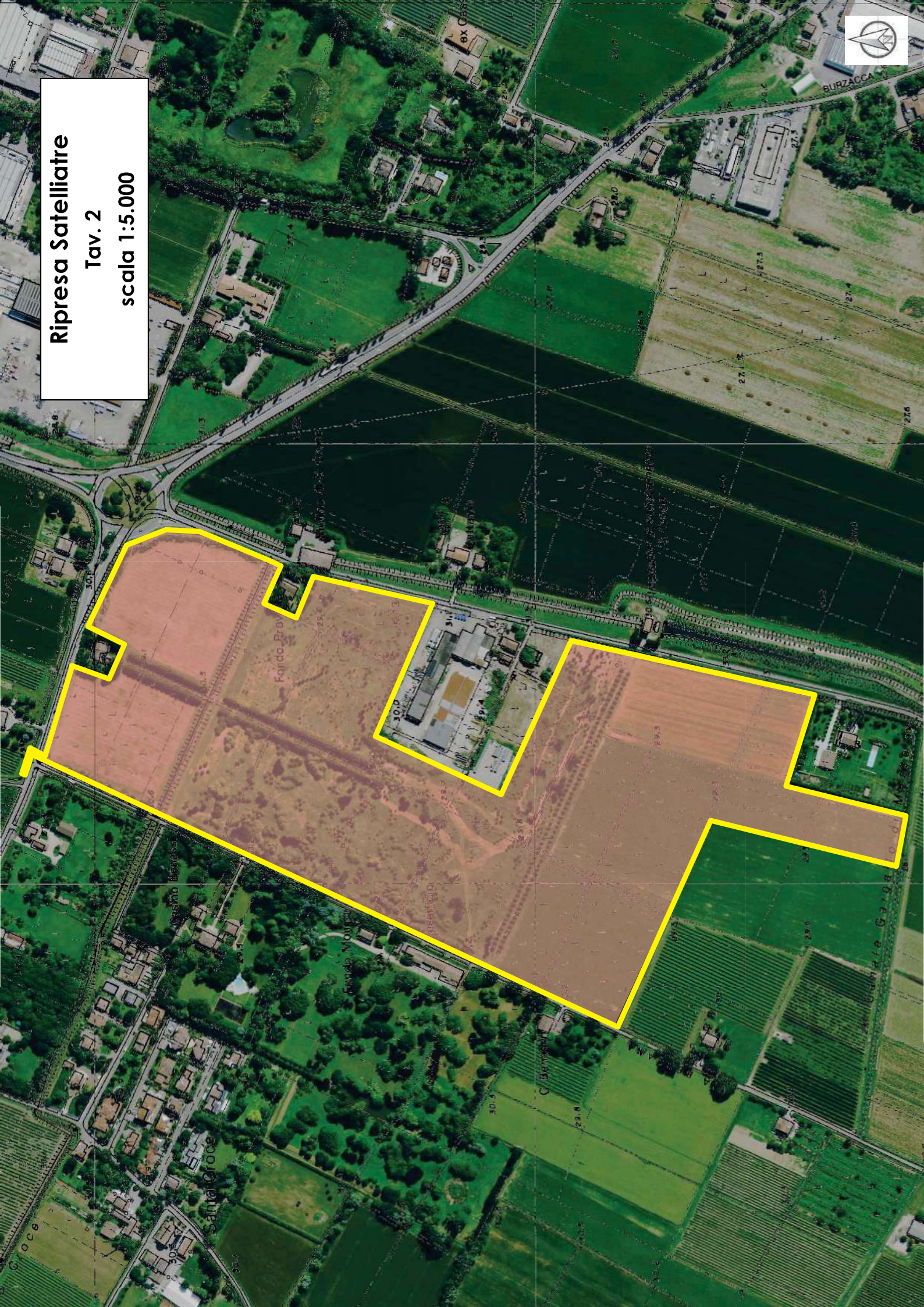
scala 1:5.000







**Ripresa Satellitare**  
**Tav. 2**  
**scala 1:5.000**



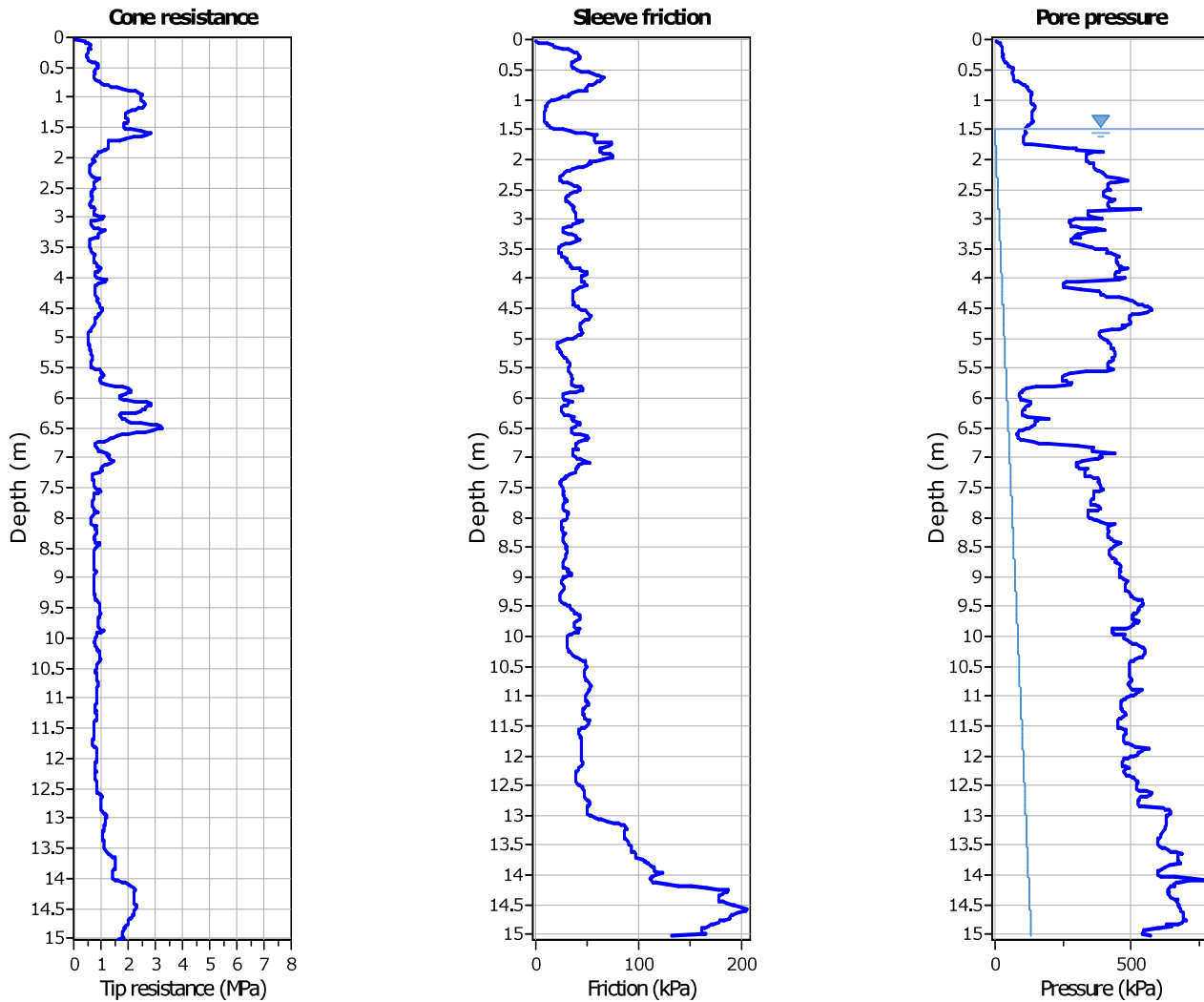




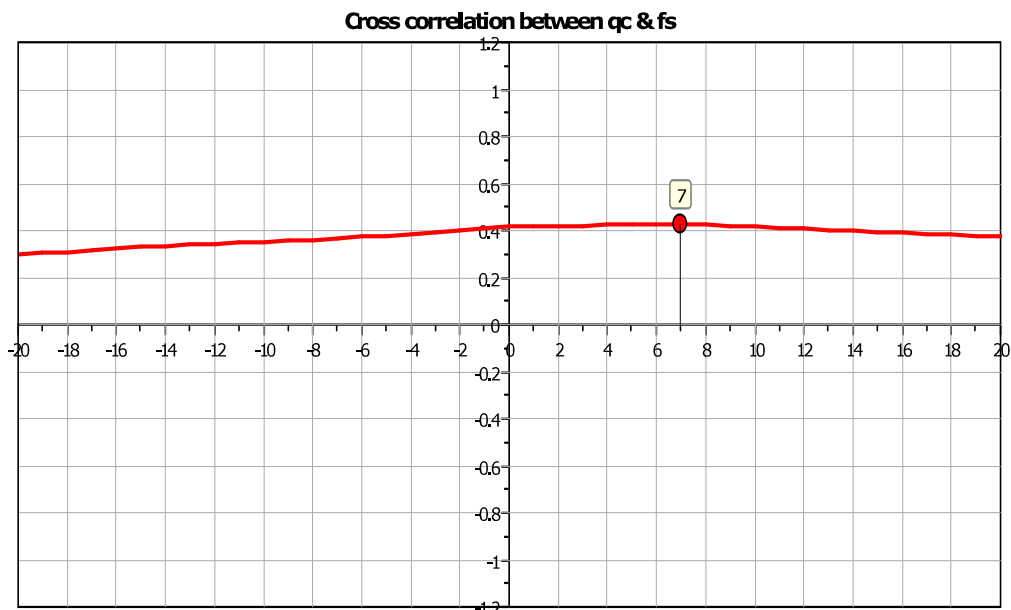


# ALLEGATO 1

## PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTE/U

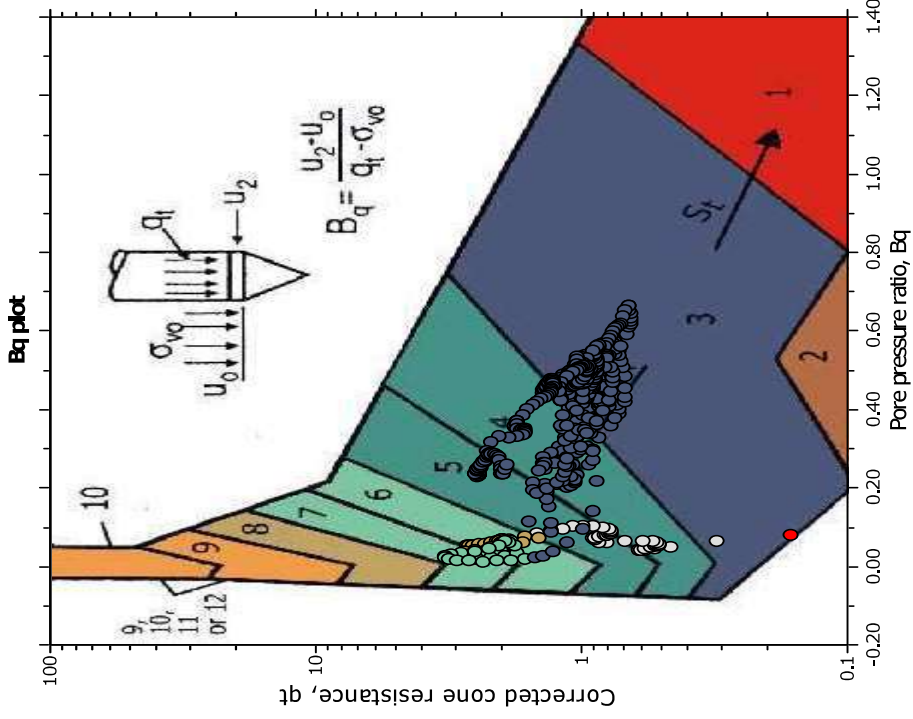
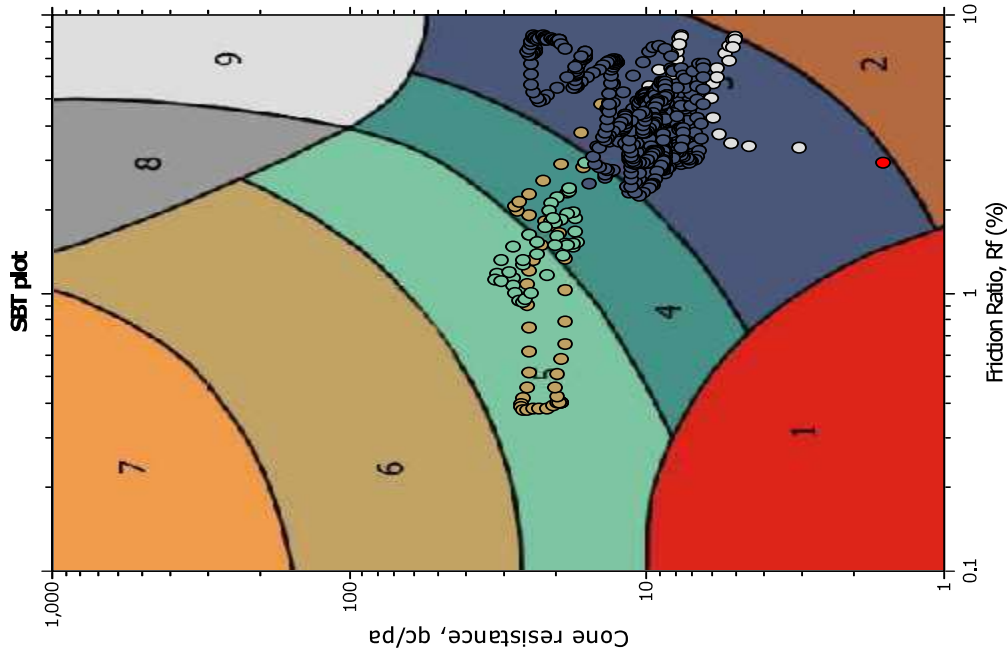


The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





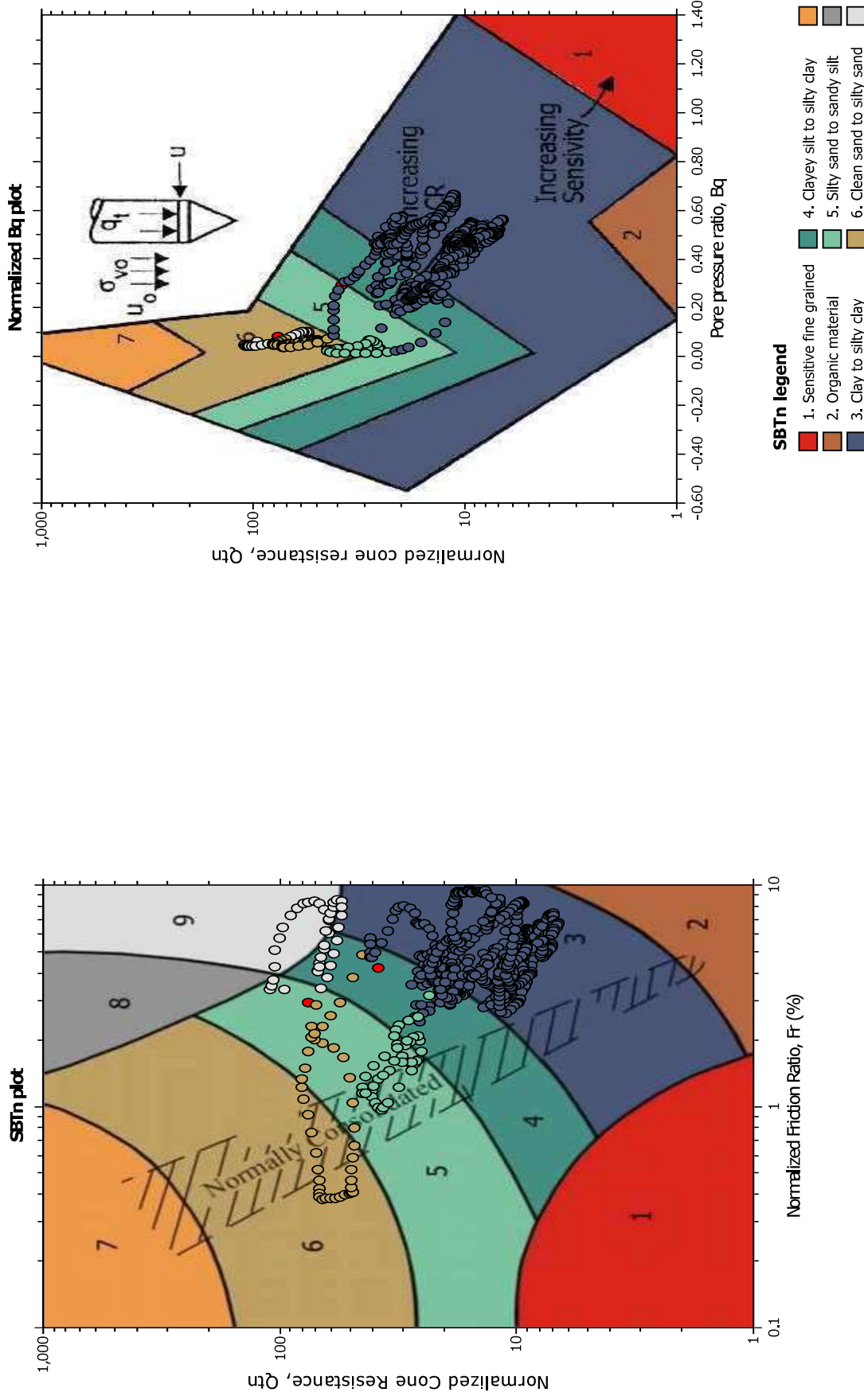
SBT - Bq plots



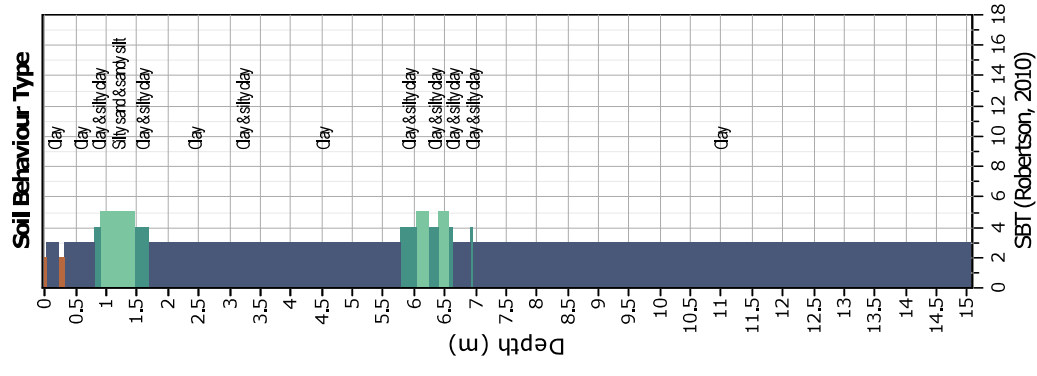
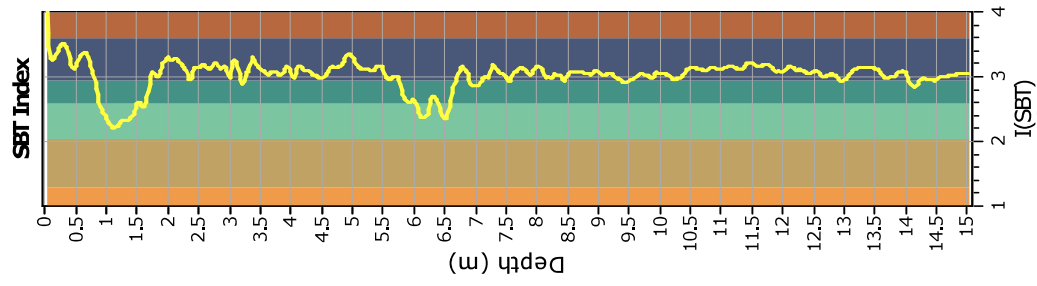
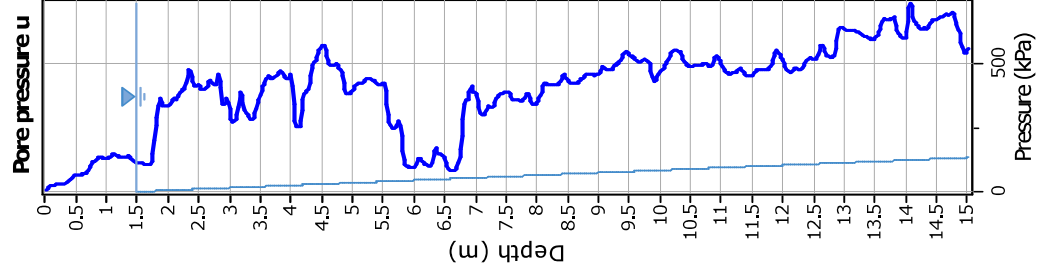
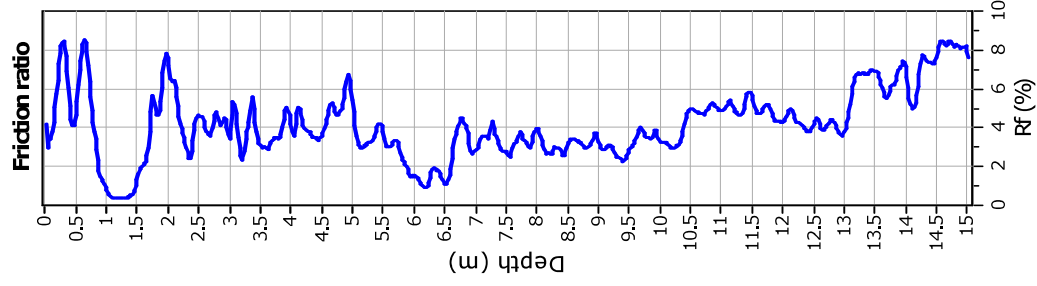
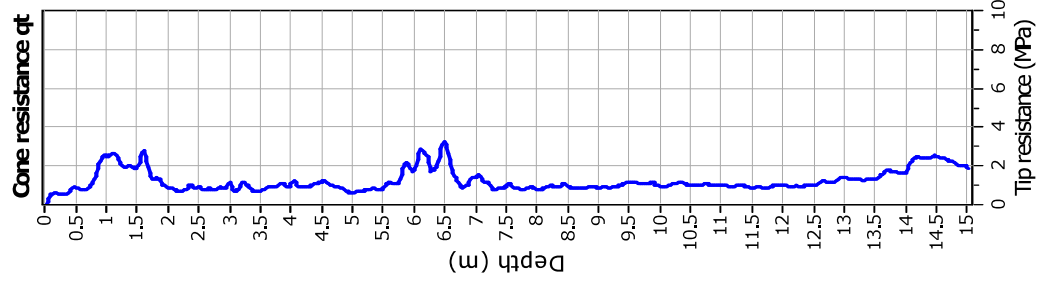
SBT legend

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

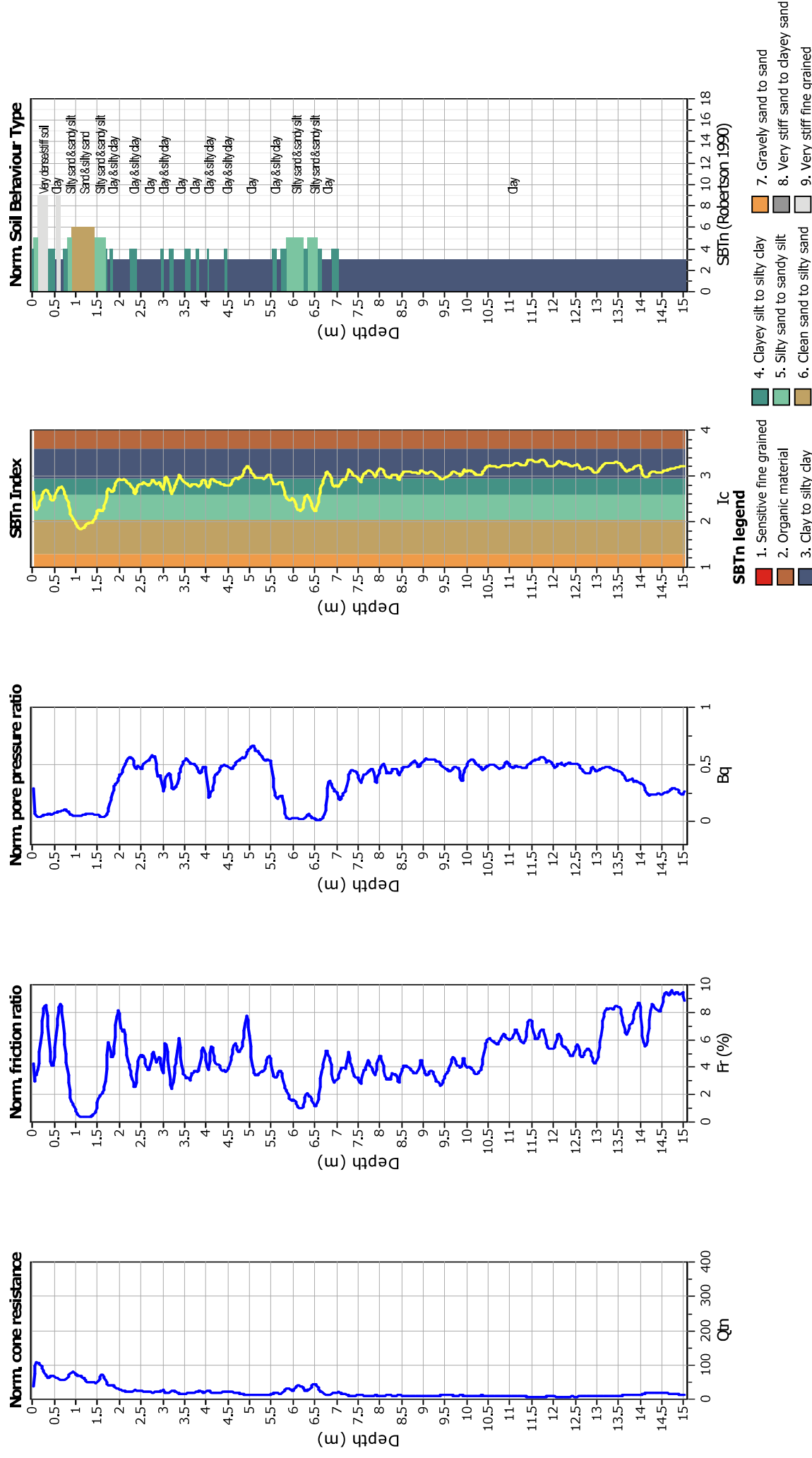
**SBT - Bq plots (normalized)**



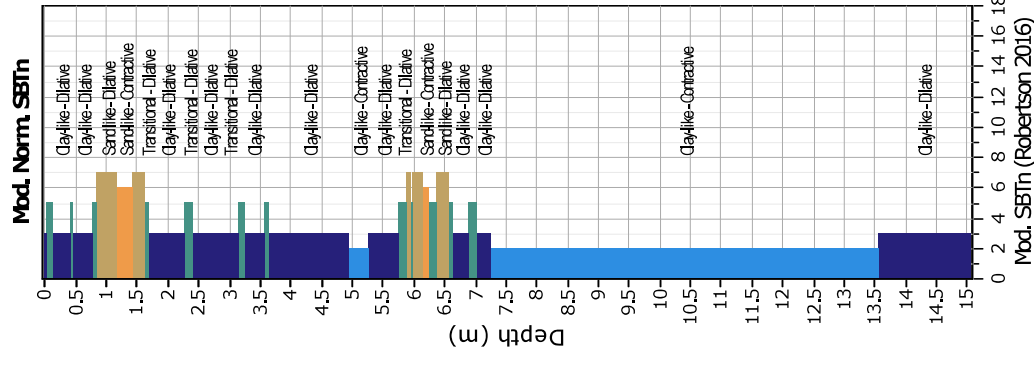
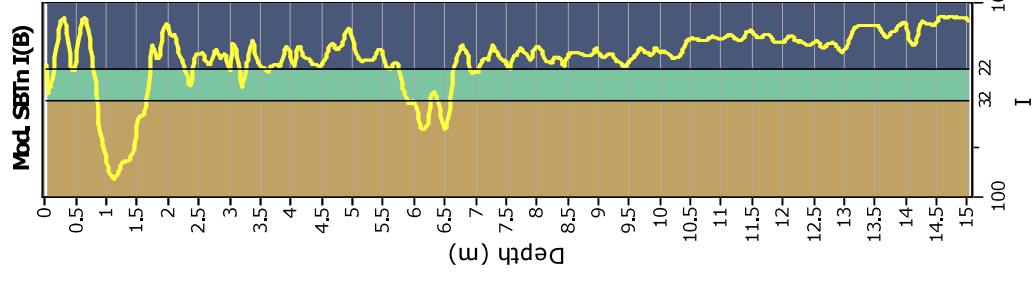
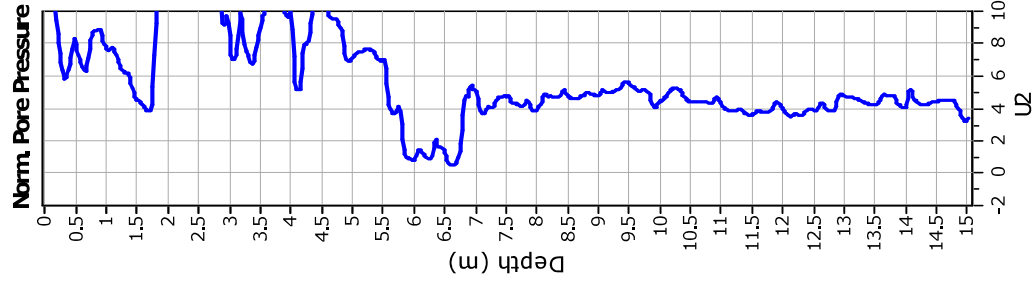
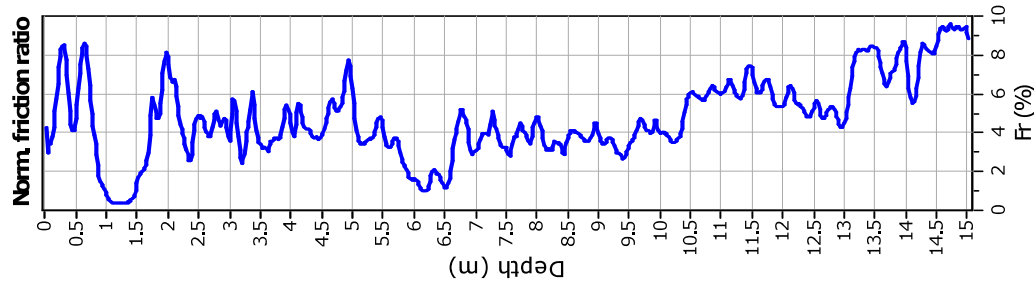
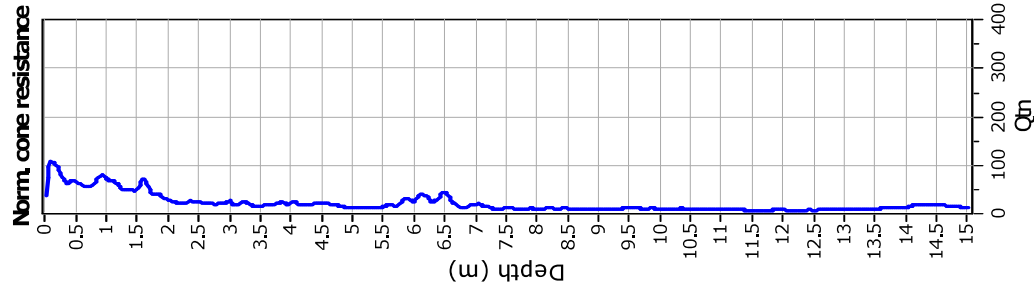




- SBT legend**
- 1. Sensitive fine grained
  - 2. Organic material
  - 3. Clay to silty clay
  - 4. Clayey silt to silty clay
  - 5. Silty sand to sandy silt
  - 6. Clean sand to silty sand
  - 7. Gravely sand to sand
  - 8. Very stiff sand to clayey sand
  - 9. Very stiff fine grained



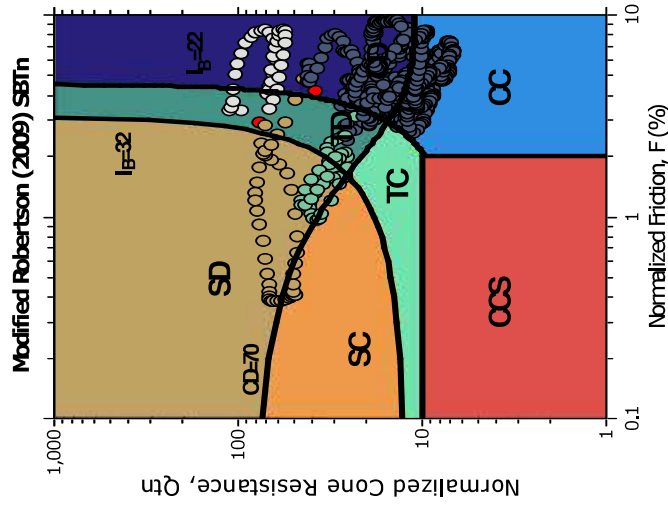




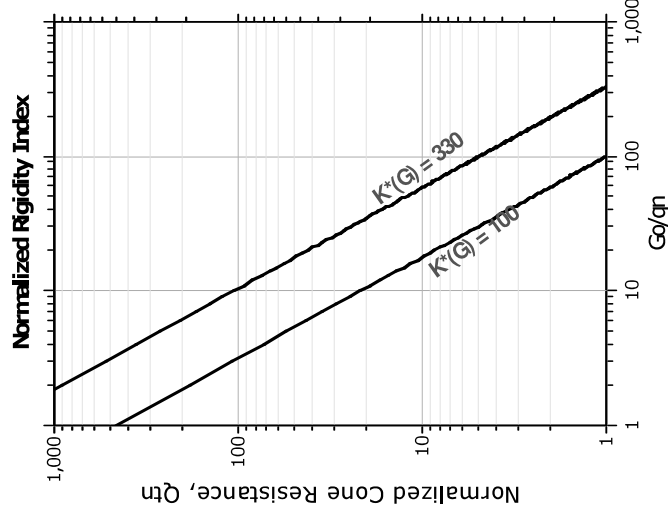
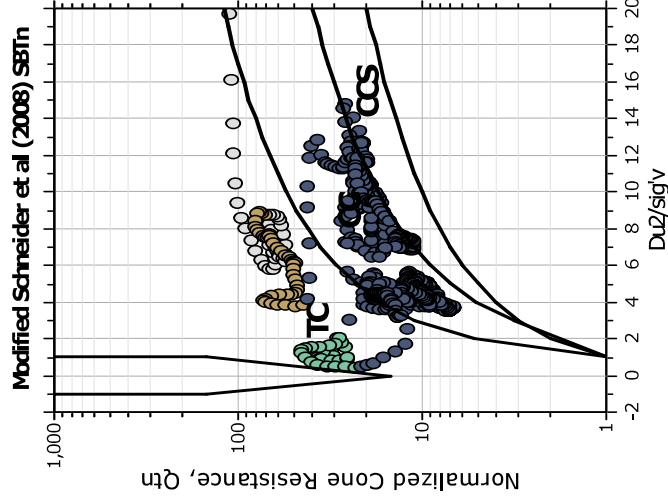
Mod. SBTn legend

- 1. CCS: ClayLike - Contractive, Sensitive
- 2. CC: Clay-like - Contractive
- 3. CD: Clay-Like: Dilative
- 4. TC: Transitional - Contractive
- 5. TD: Transitional - Dilative
- 6. SC: Sand-like - Contractive
- 7. SD: Sand-like - Dilative

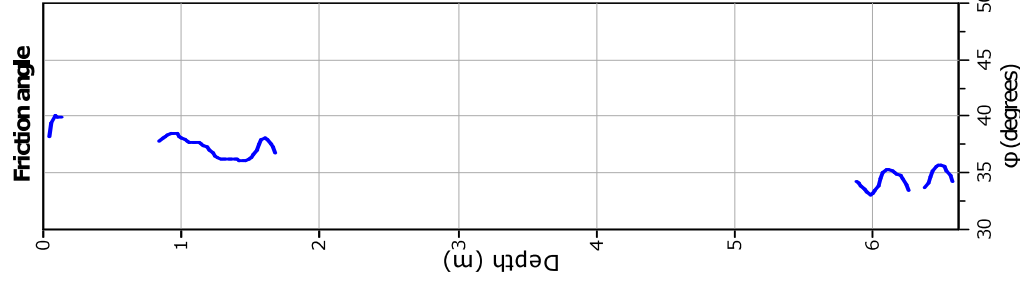
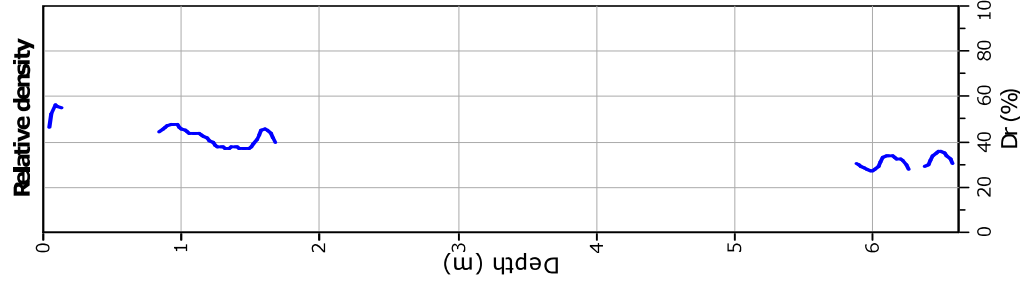
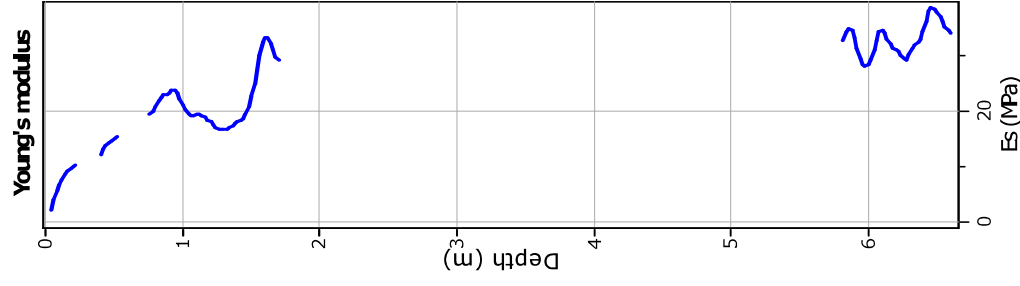
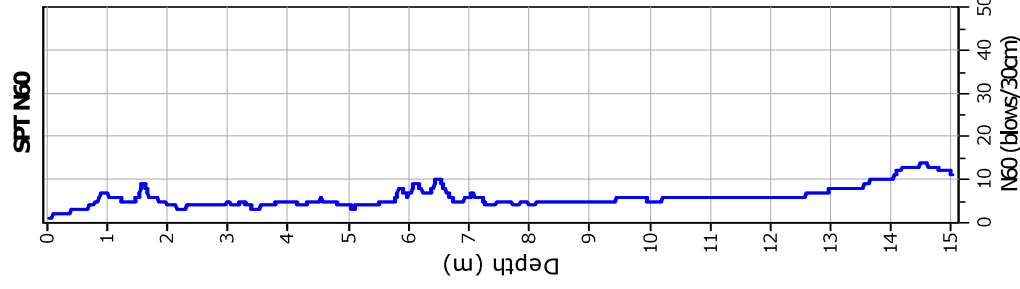
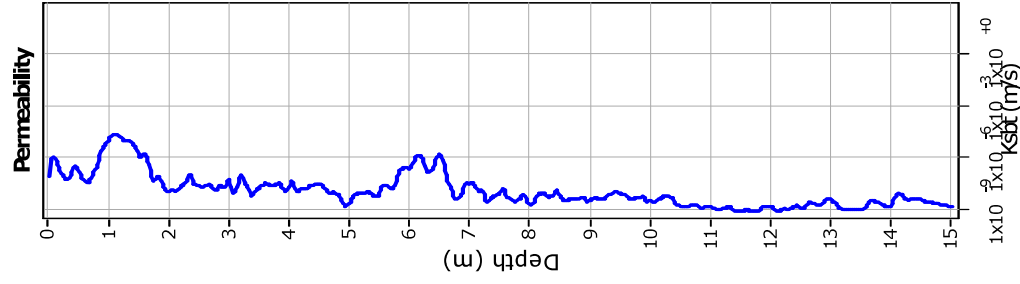
**Updated SBTn plots**



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



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



**Calculation parameters**

Permeability: Based on  $SBT_n$

SPT  $N_{60}$ : Based on  $I_c$  and  $q_t$

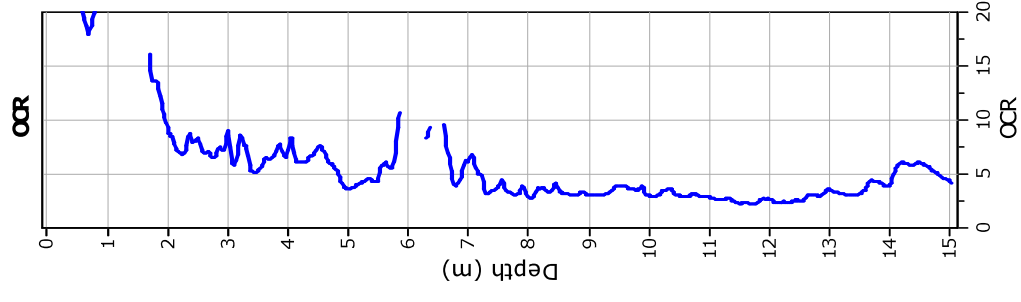
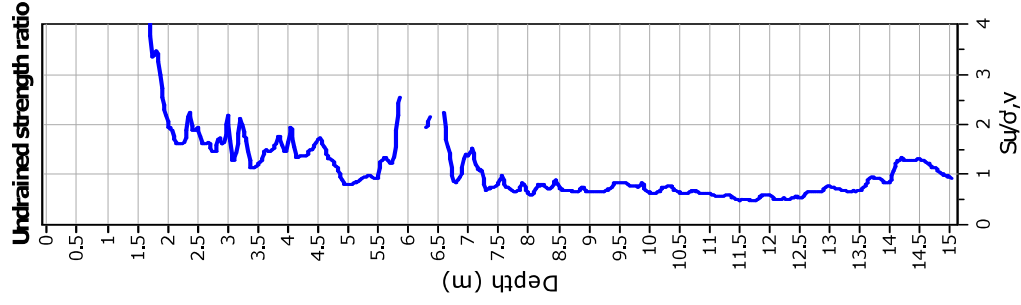
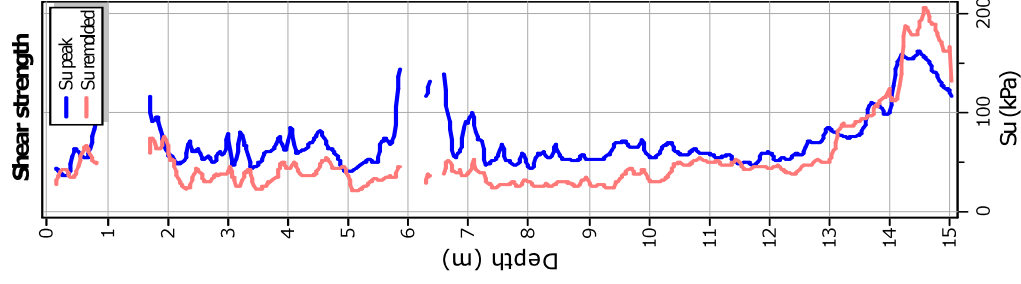
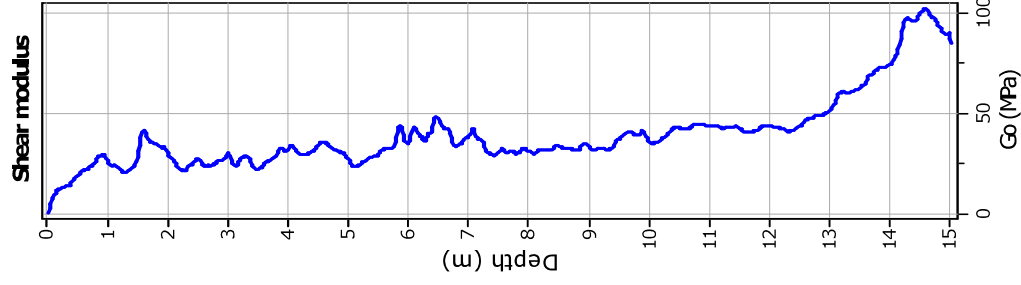
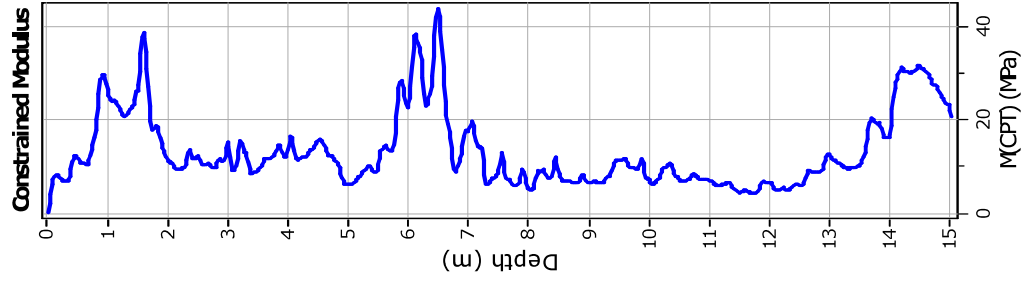
Young's modulus: Based on variable alpha using  $I_c$  (Robertson, 2009)

Relative density constant,  $C_{Dr}$ : 350.0

Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

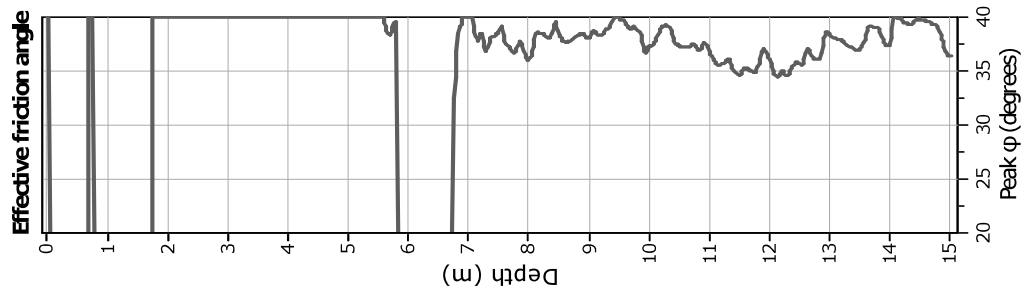
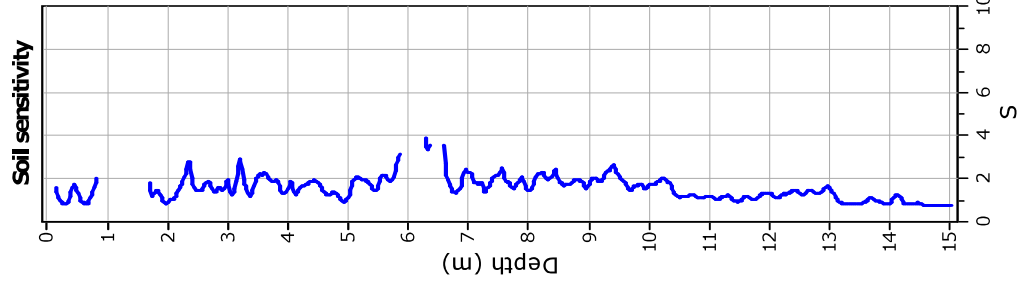
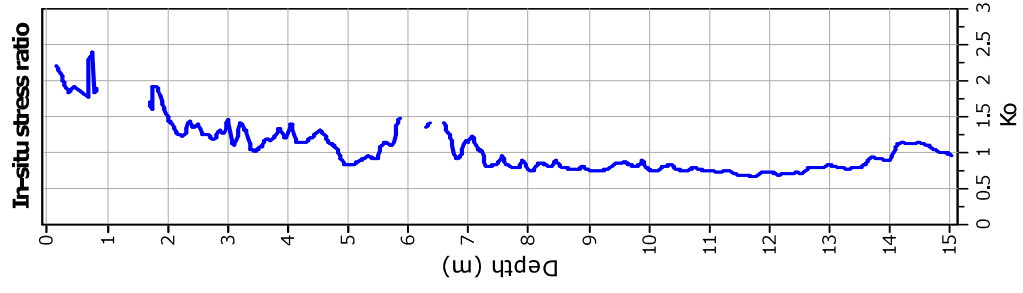
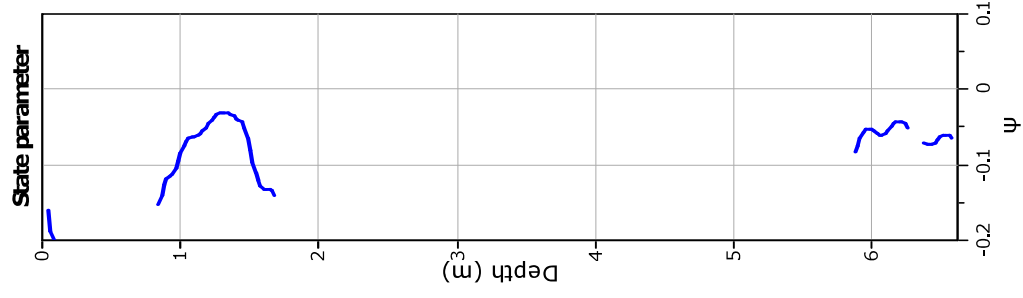
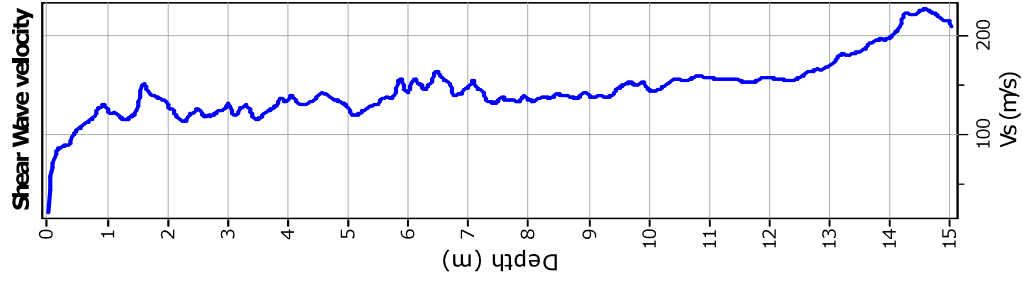
—●— User defined estimation data





**Calculation parameters**

Constrained modulus: Based on variable  $\alpha/\beta$  using  $I_c$  and  $Q_m$  (Robertson, 2009)    OCR factor for clays,  $N_{kt}$ : 0.33  
 Go: Based on variable  $\alpha/\beta$  using  $I_c$  (Robertson, 2009)    —●— User defined estimation data  
 Undrained shear strength cone factor for clays,  $N_{kt}$ : 14    —●— Flat Dilatometer Test data



Calculation parameters

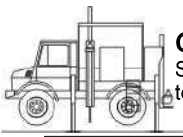
Soil Sensitivity factor,  $N_s$ : 7.00

—●— User defined estimation data

## ALLEGATO 2

### PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT





## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

**Strumento utilizzato:**  
**SP200 - GeoDeepDrill**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura:  $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm/sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione  $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$   
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta:  $q_c \text{ (MPa)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale:  $f_s \text{ (kPa)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale :  $R_t \text{ (kPa)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta  $S \text{ (Kg)}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $CT$ .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $f_s$  viene computata alla stessa quota della punta.

### CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t

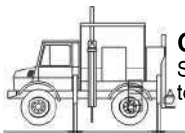
1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N  $\approx$  100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1.000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t/m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

1 kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN



## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto:  $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

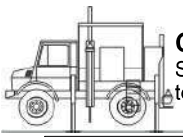
$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 1470 \text{ kPa}$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$1470 \text{ kPa} < F \leq 2940 \text{ kPa}$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$2940 \text{ kPa} < F \leq 5880 \text{ kPa}$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 5880 \text{ kPa}$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $q_c$  e di  $FR = (f_s / q_c) \%$  :

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

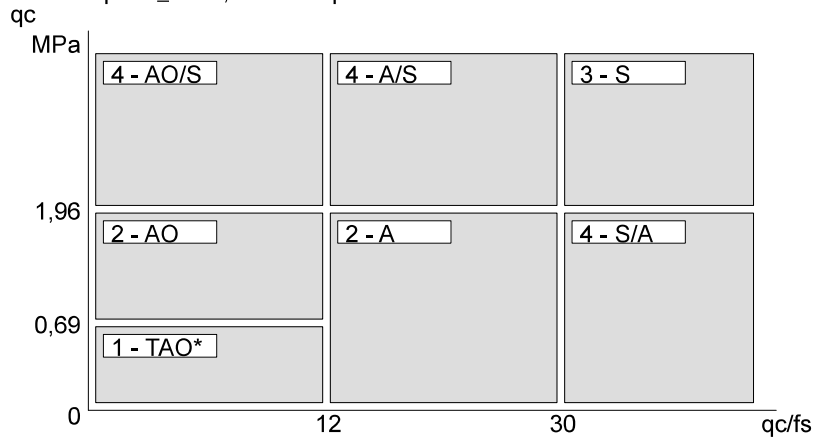


## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $qc / fs$  (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$qc \leq 1,96$  MPa : possibili terreni COESIVI anche se  $(qc / fs) > 30$

$qc \geq 1,96$  MPa : possibili terreni GRANULARI anche se  $(qc / fs) < 30$



### NATURA LITOLOGICA

1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIM.

2 - COESIVA IN GENERE

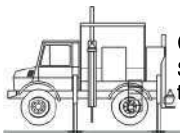
3 - GRANULARE

4 - COESIVA / GRANULARE

### PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno immerso in falda [ correlaz.:  $\gamma'$  - qc - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  - qc ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni : E' - qc ]  
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente )  
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo - qc - natura ]  
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  (Schmertmann 1976 ) ]
- $\emptyset'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\emptyset'$  - Dr - qc  $\sigma'_{vo}$  ]  
 $\emptyset'_{Ca}$  - Caquot (1948)  $\emptyset'_{Ko}$  - Koppejan (1948)  
 $\emptyset'_{DB}$  - De Beer (1965)  $\emptyset'_{Sc}$  - Schmertmann (1978)  
 $\emptyset'_{DM}$  - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.)  $\emptyset'_{Me}$  - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = fattore di liquefazione (F.L.1 = Sabbie Pulite, F.L.2 = Sabbie Limose)
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche ( Iyisan 1996 )



**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI****CPT****2**

Riferimento

**016-2020**Committente **STUDIO TECNICO**  
Cantiere **STUDIO DEL TERRENO DI FONDAZIONE**  
Località **CARPI - SANTA CROCE**U.M.: **MPa**

Data esec. 11/12/2020

Pagina 1/17  
Elaborato

Falda -1,50 m

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0,20	0,00	0,00		0,00	0,00			15,20	27,00	45,00		2,65	120,00	23	4,4
0,40	0,00	0,00		0,00	0,00			15,40	27,00	42,00		2,65	100,00	27	3,7
0,60	6,00	12,00		0,59	40,00	15	6,7	15,60	25,00	39,00		2,45	93,00	27	3,7
0,80	7,00	15,00		0,69	53,00	13	7,6	15,80	26,00	41,00		2,55	100,00	26	3,8
<b>1,00</b>	<b>6,00</b>	<b>15,00</b>		<b>0,59</b>	<b>60,00</b>	<b>10</b>	<b>10,0</b>	<b>16,00</b>	<b>27,00</b>	<b>39,00</b>		<b>2,65</b>	<b>80,00</b>	<b>34</b>	<b>3,0</b>
1,20	6,00	15,00		0,59	60,00	10	10,0	16,20	26,00	36,00		2,55	67,00	39	2,6
1,40	8,00	17,00		0,78	60,00	13	7,5	16,40	21,00	31,00		2,06	67,00	31	3,2
1,60	13,00	19,00		1,27	40,00	33	3,1	16,60	21,00	30,00		2,06	60,00	35	2,9
1,80	13,00	18,00		1,27	33,00	39	2,5	16,80	20,00	29,00		1,96	60,00	33	3,0
<b>2,00</b>	<b>8,00</b>	<b>29,00</b>		<b>0,78</b>	<b>140,00</b>	<b>6</b>	<b>17,5</b>	<b>17,00</b>	<b>22,00</b>	<b>34,00</b>		<b>2,16</b>	<b>80,00</b>	<b>28</b>	<b>3,6</b>
2,20	8,00	18,00		0,78	67,00	12	8,4	17,20	23,00	37,00		2,25	93,00	25	4,0
2,40	9,00	20,00		0,88	73,00	12	8,1	17,40	25,00	43,00		2,45	120,00	21	4,8
2,60	12,00	22,00		1,18	67,00	18	5,6	17,60	20,00	31,00		1,96	73,00	27	3,7
2,80	9,00	17,00		0,88	53,00	17	5,9	17,80	20,00	31,00		1,96	73,00	27	3,7
<b>3,00</b>	<b>10,00</b>	<b>20,00</b>		<b>0,98</b>	<b>67,00</b>	<b>15</b>	<b>6,7</b>	<b>18,00</b>	<b>19,00</b>	<b>33,00</b>		<b>1,86</b>	<b>93,00</b>	<b>20</b>	<b>4,9</b>
3,20	8,00	16,00		0,78	53,00	15	6,6	18,20	22,00	36,00		2,16	93,00	24	4,2
3,40	10,00	21,00		0,98	73,00	14	7,3	18,40	23,00	38,00		2,25	100,00	23	4,3
3,60	18,00	23,00		1,76	33,00	55	1,8	18,60	22,00	36,00		2,16	93,00	24	4,2
3,80	10,00	20,00		0,98	67,00	15	6,7	18,80	21,00	35,00		2,06	93,00	23	4,4
<b>4,00</b>	<b>11,00</b>	<b>23,00</b>		<b>1,08</b>	<b>80,00</b>	<b>14</b>	<b>7,3</b>	<b>19,00</b>	<b>20,00</b>	<b>33,00</b>		<b>1,96</b>	<b>87,00</b>	<b>23</b>	<b>4,4</b>
4,20	10,00	19,00		0,98	60,00	17	6,0	19,20	19,00	32,00		1,86	87,00	22	4,6
4,40	10,00	20,00		0,98	67,00	15	6,7	19,40	23,00	36,00		2,25	87,00	26	3,8
4,60	9,00	18,00		0,88	60,00	15	6,7	19,60	20,00	35,00		1,96	100,00	20	5,0
4,80	11,00	16,00		1,08	33,00	33	3,0	19,80	21,00	34,00		2,06	87,00	24	4,1
<b>5,00</b>	<b>13,00</b>	<b>22,00</b>		<b>1,27</b>	<b>60,00</b>	<b>22</b>	<b>4,6</b>	<b>20,00</b>	<b>22,00</b>	<b>36,00</b>		<b>2,16</b>	<b>93,00</b>	<b>24</b>	<b>4,2</b>
5,20	12,00	22,00		1,18	67,00	18	5,6								
5,40	10,00	18,00		0,98	53,00	19	5,3								
5,60	9,00	17,00		0,88	53,00	17	5,9								
5,80	14,00	24,00		1,37	67,00	21	4,8								
<b>6,00</b>	<b>18,00</b>	<b>29,00</b>		<b>1,76</b>	<b>73,00</b>	<b>25</b>	<b>4,1</b>								
6,20	26,00	42,00		2,55	107,00	24	4,1								
6,40	22,00	45,00		2,16	153,00	14	7,0								
6,60	14,00	24,00		1,37	67,00	21	4,8								
6,80	26,00	53,00		2,55	180,00	14	6,9								
<b>7,00</b>	<b>9,00</b>	<b>18,00</b>		<b>0,88</b>	<b>60,00</b>	<b>15</b>	<b>6,7</b>								
7,20	7,00	13,00		0,69	40,00	18	5,7								
7,40	7,00	13,00		0,69	40,00	18	5,7								
7,60	7,00	12,00		0,69	33,00	21	4,7								
7,80	8,00	14,00		0,78	40,00	20	5,0								
<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>16,00</b>		<b>0,78</b>	<b>53,00</b>	<b>15</b>	<b>6,6</b>								
8,20	8,00	14,00		0,78	40,00	20	5,0								
8,40	7,00	15,00		0,69	53,00	13	7,6								
8,60	9,00	16,00		0,88	47,00	19	5,2								
8,80	8,00	15,00		0,78	47,00	17	5,9								
<b>9,00</b>	<b>10,00</b>	<b>17,00</b>		<b>0,98</b>	<b>47,00</b>	<b>21</b>	<b>4,7</b>								
9,20	9,00	16,00		0,88	47,00	19	5,2								
9,40	9,00	16,00		0,88	47,00	19	5,2								
9,60	10,00	18,00		0,98	53,00	19	5,3								
9,80	12,00	20,00		1,18	53,00	23	4,4								
<b>10,00</b>	<b>11,00</b>	<b>21,00</b>		<b>1,08</b>	<b>67,00</b>	<b>16</b>	<b>6,1</b>								
10,20	10,00	19,00		0,98	60,00	17	6,0								
10,40	9,00	19,00		0,88	67,00	13	7,4								
10,60	10,00	18,00		0,98	53,00	19	5,3								
10,80	10,00	19,00		0,98	60,00	17	6,0								
<b>11,00</b>	<b>10,00</b>	<b>19,00</b>		<b>0,98</b>	<b>60,00</b>	<b>17</b>	<b>6,0</b>								
11,20	10,00	20,00		0,98	67,00	15	6,7								
11,40	11,00	19,00		1,08	53,00	21	4,8								
11,60	9,00	18,00		0,88	60,00	15	6,7								
11,80	11,00	21,00		1,08	67,00	16	6,1								
<b>12,00</b>	<b>11,00</b>	<b>23,00</b>		<b>1,08</b>	<b>80,00</b>	<b>14</b>	<b>7,3</b>								
12,20	10,00	21,00		0,98	73,00	14	7,3								
12,40	11,00	22,00		1,08	73,00	15	6,6								
12,60	13,00	25,00		1,27	80,00	16	6,2								
12,80	13,00	26,00		1,27	87,00	15	6,7								
<b>13,00</b>	<b>16,00</b>	<b>29,00</b>		<b>1,57</b>	<b>87,00</b>	<b>18</b>	<b>5,4</b>								
13,20	18,00	33,00		1,76	100,00	18	5,6								
13,40	21,00	39,00		2,06	120,00	18	5,7								
13,60	22,00	41,00		2,16	127,00	17	5,8								
13,80	27,00	50,00		2,65	153,00	18	5,7								
<b>14,00</b>	<b>31,00</b>	<b>58,00</b>		<b>3,04</b>	<b>180,00</b>	<b>17</b>	<b>5,8</b>								
14,20	34,00	65,00		3,33	207,00	16	6,1								
14,40	27,00	56,00		2,65	193,00	14	7,1								
14,60	30,00	62,00		2,94	213,00	14	7,1								
14,80	31,00	54,00		3,04	153,00	20	4,9								
<b>15,00</b>	<b>29,00</b>	<b>48,00</b>		<b>2,84</b>	<b>127,00</b>	<b>23</b>	<b>4,4</b>								

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10,00 costante di trasformazione

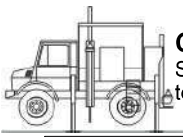
qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

alla stessa quota di qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

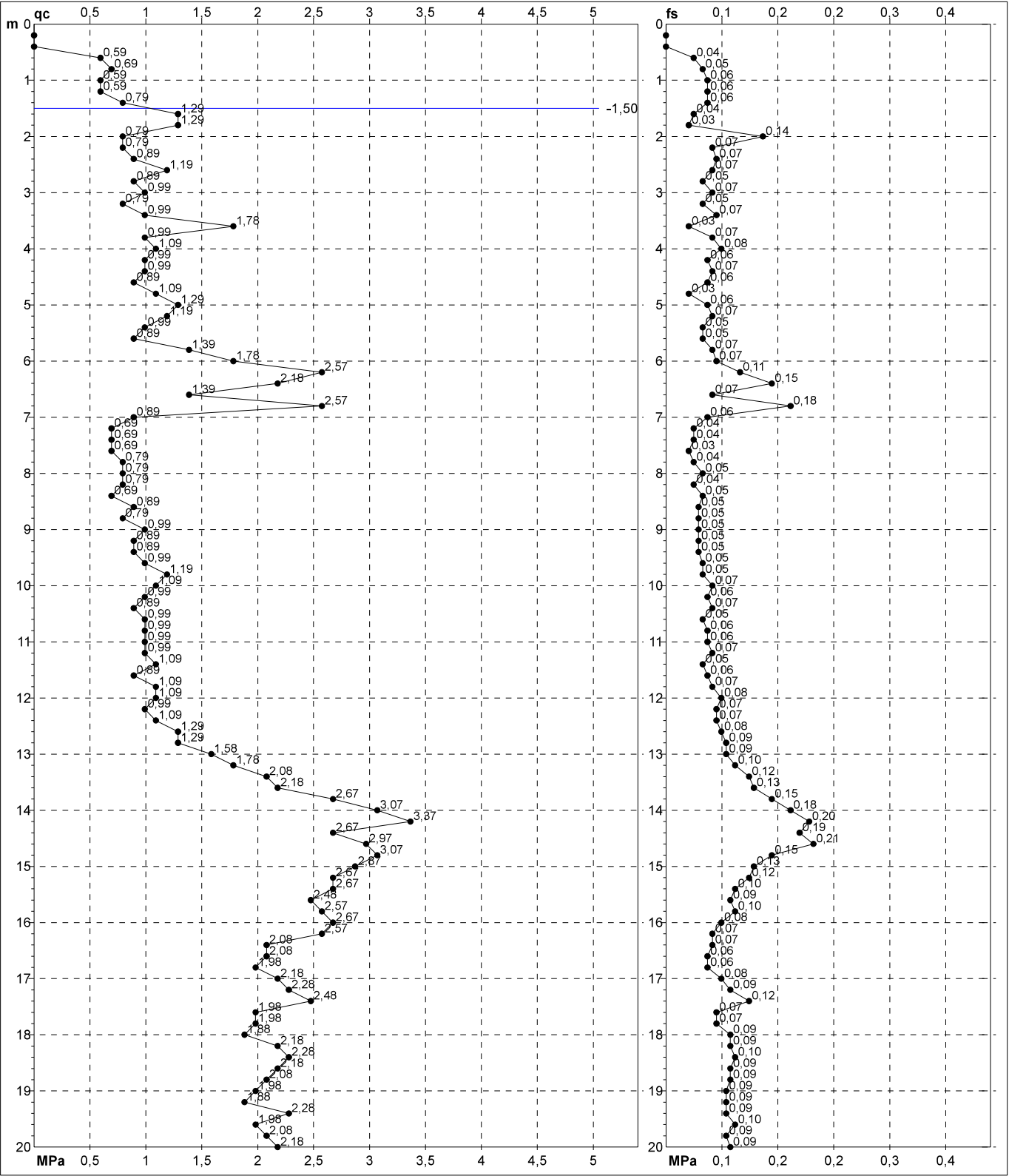


# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

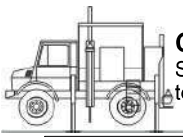
<b>CPT</b>	<b>2</b>
Riferimento	<b>016-2020</b>

Committente **STUDIO TECNICO**  
 Cantiere **STUDIO DEL TERRENO DI FONDAZIONE**  
 Località **CARPI - SANTA CROCE**

U.M.: **MPa**      Data eseg. 11/12/2020  
 Scala: 1:100  
 Pagina 2/17      Quota inizio:  
 Elaborato      Falda -1,50 m



	Penetrometro: SP200	preforo m
	Responsabile: Dr. Geol. Diego Merlin	Corr.astine: kN/ml
	Assistente:	Cod. tip:



**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

**CPT**

**2**

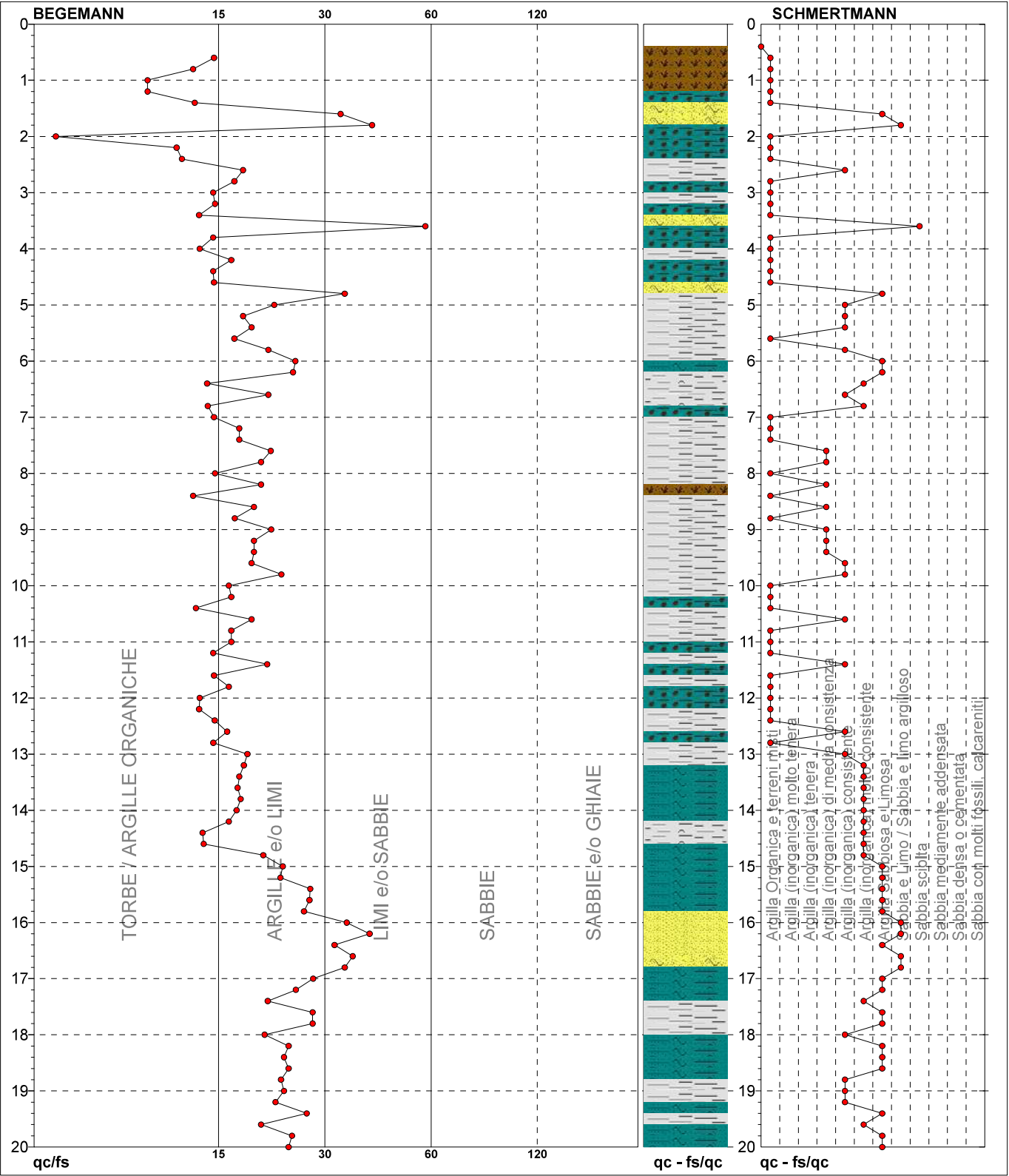
Riferimento

**016-2020**

Committente **STUDIO TECNICO**  
Cantiere **STUDIO DEL TERRENO DI FONDAZIONE**  
Località **CARPI - SANTA CROCE**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:100**  
Pagina **3/17**  
Elaborato

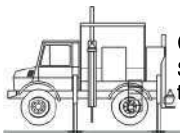
Data exec. **11/12/2020**  
Falda **-1,50 m**



TORBE / ARGILLE OR	28 punti, 28,00%	Argilla Organica e terreni misti	36 punti, 36,00%	Argilla Sabbiosa e Limosa	20 punti, 20,00%
ARGILLE e/o LIMI	63 punti, 63,00%	Argilla (inorganica) di media consistenza	7 punti, 7,00%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	5 punti, 5,00%
LIMI e/o SABBIE	9 punti, 9,00%	Argilla (inorganica) consistente	16 punti, 16,00%	Sabbia sciolta	1 punto, 1,00%
		Argilla (inorganica) molto consistente	13 punti, 13,00%		





**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI****CPT****3**

Riferimento

**016-2020**Committente **STUDIO TECNICO**  
Cantiere **STUDIO DEL TERRENO DI FONDAZIONE**  
Località **CARPI - SANTA CROCE**U.M.: **MPa**

Data esec. 11/12/2020

Pagina 1/17  
Elaborato

Falda -1,50 m

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0,20	0,00	0,00		0,00	0,00			15,20	31,00	54,00		3,04	153,00	20	4,9
0,40	0,00	0,00		0,00	0,00			15,40	27,00	49,00		2,65	147,00	18	5,4
0,60	8,00	16,00		0,78	53,00	15	6,6	15,60	27,00	51,00		2,65	160,00	17	5,9
0,80	8,00	14,00		0,78	40,00	20	5,0	15,80	25,00	39,00		2,45	93,00	27	3,7
<b>1,00</b>	<b>7,00</b>	<b>14,00</b>		<b>0,69</b>	<b>47,00</b>	<b>15</b>	<b>6,7</b>	<b>16,00</b>	<b>25,00</b>	<b>38,00</b>		<b>2,45</b>	<b>87,00</b>	<b>29</b>	<b>3,5</b>
1,20	28,00	37,00		2,74	60,00	47	2,1	16,20	27,00	39,00		2,65	80,00	34	3,0
1,40	32,00	49,00		3,14	113,00	28	3,5	16,40	27,00	38,00		2,65	73,00	37	2,7
1,60	34,00	53,00		3,33	127,00	27	3,7	16,60	26,00	35,00		2,55	60,00	43	2,3
1,80	36,00	49,00		3,53	87,00	41	2,4	16,80	20,00	31,00		1,96	73,00	27	3,7
<b>2,00</b>	<b>18,00</b>	<b>38,00</b>		<b>1,76</b>	<b>133,00</b>	<b>14</b>	<b>7,4</b>	<b>17,00</b>	<b>22,00</b>	<b>32,00</b>		<b>2,16</b>	<b>67,00</b>	<b>33</b>	<b>3,0</b>
2,20	13,00	22,00		1,27	60,00	22	4,6	17,20	20,00	29,00		1,96	60,00	33	3,0
2,40	12,00	20,00		1,18	53,00	23	4,4	17,40	25,00	36,00		2,45	73,00	34	2,9
2,60	10,00	18,00		0,98	53,00	19	5,3	17,60	24,00	38,00		2,35	93,00	26	3,9
2,80	9,00	17,00		0,88	53,00	17	5,9	17,80	26,00	45,00		2,55	127,00	20	4,9
<b>3,00</b>	<b>9,00</b>	<b>17,00</b>		<b>0,88</b>	<b>53,00</b>	<b>17</b>	<b>5,9</b>	<b>18,00</b>	<b>20,00</b>	<b>33,00</b>		<b>1,96</b>	<b>87,00</b>	<b>23</b>	<b>4,4</b>
3,20	8,00	14,00		0,78	40,00	20	5,0	18,20	24,00	36,00		2,35	80,00	30	3,3
3,40	6,00	14,00		0,59	53,00	11	8,8	18,40	20,00	31,00		1,96	73,00	27	3,7
3,60	11,00	21,00		1,08	67,00	16	6,1	18,60	22,00	35,00		2,16	87,00	25	4,0
3,80	8,00	17,00		0,78	60,00	13	7,5	18,80	20,00	39,00		1,96	127,00	16	6,4
<b>4,00</b>	<b>11,00</b>	<b>21,00</b>		<b>1,08</b>	<b>67,00</b>	<b>16</b>	<b>6,1</b>	<b>19,00</b>	<b>21,00</b>	<b>35,00</b>		<b>2,06</b>	<b>93,00</b>	<b>23</b>	<b>4,4</b>
4,20	9,00	15,00		0,88	40,00	23	4,4	19,20	26,00	39,00		2,55	87,00	30	3,3
4,40	15,00	32,00		1,47	113,00	13	7,5	19,40	20,00	33,00		1,96	87,00	23	4,4
4,60	12,00	21,00		1,18	60,00	20	5,0	19,60	20,00	35,00		1,96	100,00	20	5,0
4,80	14,00	26,00		1,37	80,00	18	5,7	19,80	21,00	32,00		2,06	73,00	29	3,5
<b>5,00</b>	<b>20,00</b>	<b>34,00</b>		<b>1,96</b>	<b>93,00</b>	<b>22</b>	<b>4,7</b>	<b>20,00</b>	<b>21,00</b>	<b>36,00</b>		<b>2,06</b>	<b>100,00</b>	<b>21</b>	<b>4,8</b>
5,20	18,00	30,00		1,76	80,00	23	4,4								
5,40	14,00	28,00		1,37	93,00	15	6,6								
5,60	14,00	24,00		1,37	67,00	21	4,8								
5,80	10,00	20,00		0,98	67,00	15	6,7								
<b>6,00</b>	<b>7,00</b>	<b>15,00</b>		<b>0,69</b>	<b>53,00</b>	<b>13</b>	<b>7,6</b>								
6,20	7,00	16,00		0,69	60,00	12	8,6								
6,40	8,00	16,00		0,78	53,00	15	6,6								
6,60	6,00	13,00		0,59	47,00	13	7,8								
6,80	5,00	11,00		0,49	40,00	13	8,0								
<b>7,00</b>	<b>6,00</b>	<b>13,00</b>		<b>0,59</b>	<b>47,00</b>	<b>13</b>	<b>7,8</b>								
7,20	5,00	10,00		0,49	33,00	15	6,6								
7,40	7,00	13,00		0,69	40,00	18	5,7								
7,60	9,00	17,00		0,88	53,00	17	5,9								
7,80	7,00	13,00		0,69	40,00	18	5,7								
<b>8,00</b>	<b>7,00</b>	<b>14,00</b>		<b>0,69</b>	<b>47,00</b>	<b>15</b>	<b>6,7</b>								
8,20	6,00	12,00		0,59	40,00	15	6,7								
8,40	11,00	23,00		1,08	80,00	14	7,3								
8,60	7,00	15,00		0,69	53,00	13	7,6								
8,80	8,00	16,00		0,78	53,00	15	6,6								
<b>9,00</b>	<b>8,00</b>	<b>17,00</b>		<b>0,78</b>	<b>60,00</b>	<b>13</b>	<b>7,5</b>								
9,20	32,00	53,00		3,14	140,00	23	4,4								
9,40	29,00	43,00		2,84	93,00	31	3,2								
9,60	40,00	69,00		3,92	193,00	21	4,8								
9,80	37,00	62,00		3,63	167,00	22	4,5								
<b>10,00</b>	<b>15,00</b>	<b>29,00</b>		<b>1,47</b>	<b>93,00</b>	<b>16</b>	<b>6,2</b>								
10,20	29,00	37,00		2,84	53,00	55	1,8								
10,40	34,00	43,00		3,33	60,00	57	1,8								
10,60	32,00	41,00		3,14	60,00	53	1,9								
10,80	34,00	45,00		3,33	73,00	47	2,1								
<b>11,00</b>	<b>29,00</b>	<b>36,00</b>		<b>2,84</b>	<b>47,00</b>	<b>62</b>	<b>1,6</b>								
11,20	9,00	19,00		0,88	67,00	13	7,4								
11,40	8,00	14,00		0,78	40,00	20	5,0								
11,60	9,00	19,00		0,88	67,00	13	7,4								
11,80	12,00	26,00		1,18	93,00	13	7,8								
<b>12,00</b>	<b>12,00</b>	<b>23,00</b>		<b>1,18</b>	<b>73,00</b>	<b>16</b>	<b>6,1</b>								
12,20	10,00	20,00		0,98	67,00	15	6,7								
12,40	9,00	19,00		0,88	67,00	13	7,4								
12,60	10,00	22,00		0,98	80,00	13	8,0								
12,80	10,00	21,00		0,98	73,00	14	7,3								
<b>13,00</b>	<b>12,00</b>	<b>24,00</b>		<b>1,18</b>	<b>80,00</b>	<b>15</b>	<b>6,7</b>								
13,20	13,00	24,00		1,27	73,00	18	5,6								
13,40	15,00	31,00		1,47	107,00	14	7,1								
13,60	16,00	35,00		1,57	127,00	13	7,9								
13,80	20,00	39,00		1,96	127,00	16	6,4								
<b>14,00</b>	<b>24,00</b>	<b>43,00</b>		<b>2,35</b>	<b>127,00</b>	<b>19</b>	<b>5,3</b>								
14,20	26,00	46,00		2,55	133,00	20	5,1								
14,40	27,00	51,00		2,65	160,00	17	5,9								
14,60	31,00	60,00		3,04	193,00	16	6,2								
14,80	30,00	58,00		2,94	187,00	16	6,2								
<b>15,00</b>	<b>29,00</b>	<b>56,00</b>		<b>2,84</b>	<b>180,00</b>	<b>16</b>	<b>6,2</b>								

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10,00 costante di trasformazione

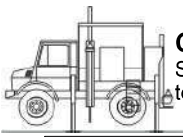
qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

alla stessa quota di qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

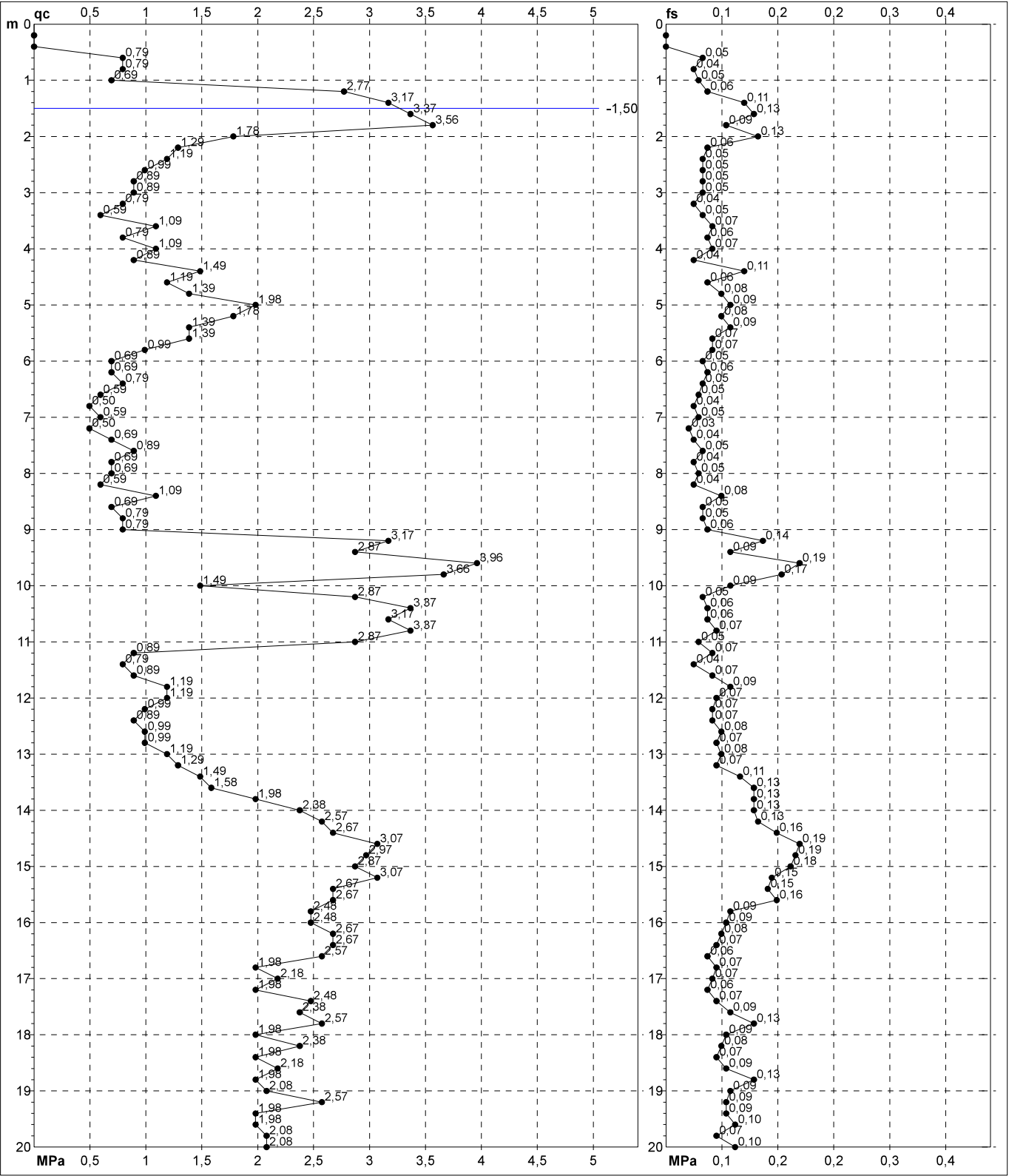


# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

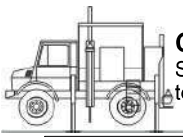
<b>CPT</b>	<b>3</b>
Riferimento	<b>016-2020</b>

Committente **STUDIO TECNICO**  
 Cantiere **STUDIO DEL TERRENO DI FONDAZIONE**  
 Località **CARPI - SANTA CROCE**

U.M.: **MPa**      Data exec. 11/12/2020  
 Scala: 1:100  
 Pagina 2/17      Quota inizio:  
 Elaborato      Falda -1,50 m



Penetrometro: SP200	preforo m
Responsabile: Dr. Geol. Diego Merlin	Corr.astine: kN/ml
Assistente:	Cod. tip:

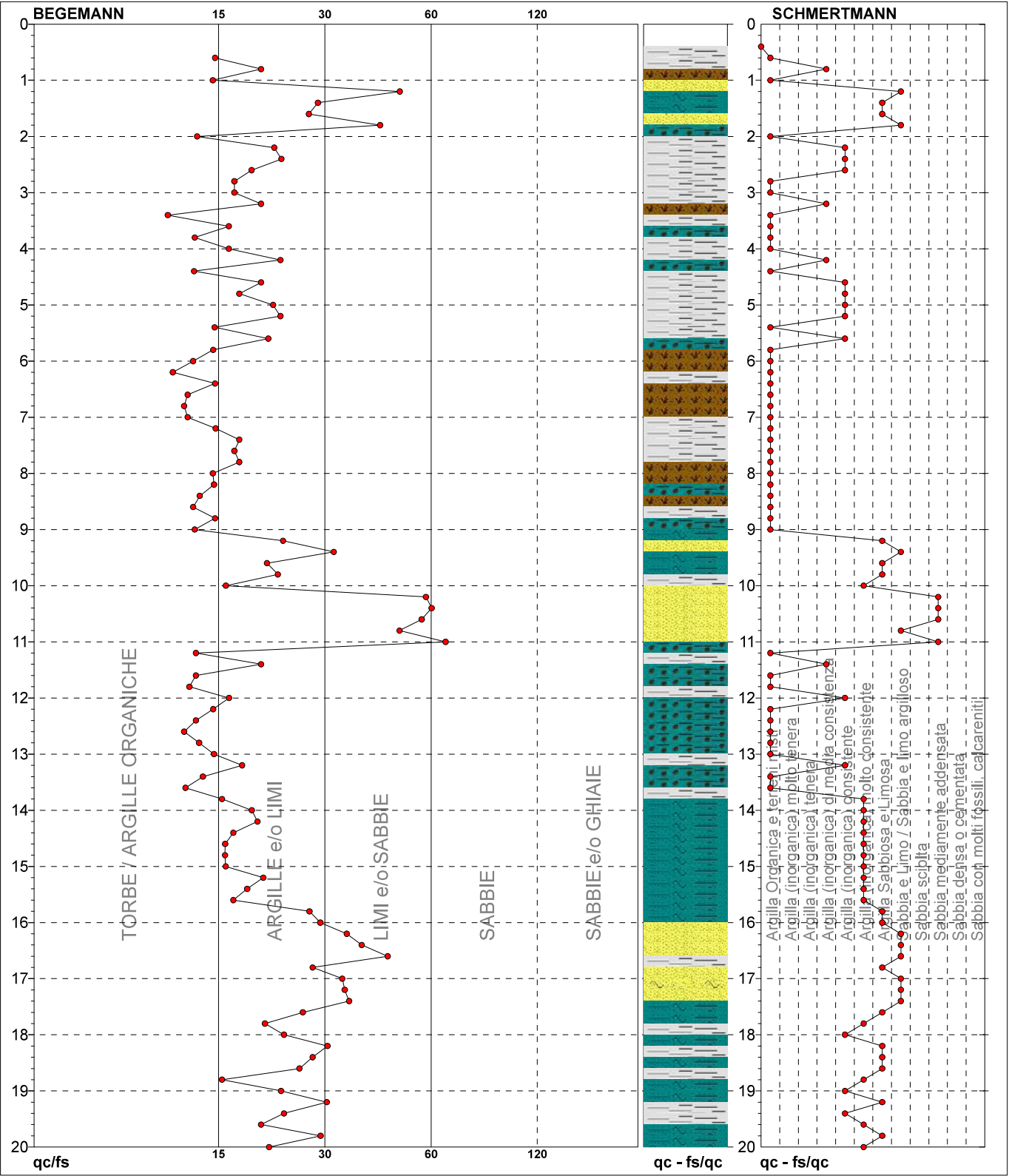


**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>3</b>
Riferimento	<b>016-2020</b>

Committente **STUDIO TECNICO**  
Cantiere **STUDIO DEL TERRENO DI FONDAZIONE**  
Località **CARPI - SANTA CROCE**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:100**  
Pagina **3/17**  
Elaborato  
Data eseg. **11/12/2020**  
Falda **-1,50 m**



TORBE / ARGILLE OR	28 punti, 28,00%	Argilla Organica e terreni misti	38 punti, 38,00%	Argilla Sabbiosa e Limosa	14 punti, 14,00%
ARGILLE e/o LIMI	58 punti, 58,00%	Argilla (inorganica) di media consistenza	4 punti, 4,00%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	10 punti, 10,00%
LIMI e/o SABBIE	13 punti, 13,00%	Argilla (inorganica) consistente	13 punti, 13,00%	Sabbia mediamente addensata	4 punti, 4,00%
SABBIE	1 punti, 1,00%	Argilla (inorganica) molto consistente	15 punti, 15,00%		

