

Rev.	DATA	CERTIFICATO	DIRETTORE
1	08/03/2014	cerpl001cm18519	Dr. Ing. Davide Splendore

COMMITTENTE: Incos Italia S.p.a.

CANTIERE: Via G. Soldà - Vicenza



PROVA PENETROMETRICA STATICA





1 Nelle verifiche i simboli hanno il seguente significato:

Z _f	Quota d'imposta della fondazione in m dallo 0.00 m di riferimento
D	Incastro delle fondazioni in m
Z	Profondità della mezzeria dello strato compressibile in m
Z _f	quota di imposta della fondazione in m
B	larghezza della fondazione in m
D	incastro della fondazione in m
q _f	Peso della fondazione in kN o kN/m
p _v	Pressione di contatto terreno fondazione in kPa – componente verticale
p _h	Pressione di contatto terreno fondazione in kPa – componente orizzontale
q _v	Carico per unità di lunghezza in kN/m – componente verticale (per fond continue)
q _h	Carico per unità di lunghezza in kN/m – componente orizzontale (per fond continue)
q _M	Momento per unità di lunghezza in kNm/m (per fond continue)
N	Sforzo normale in kN
M	Momento in kNm
T	Sforzo di taglio in kN
G	Pedice che indica che l'azione di riferimento è permanente
Q	Pedice che indica che l'azione di riferimento è variabile
K	Pedice che indica che il valore della grandezza di riferimento è caratteristico
d	Pedice che indica che il valore della grandezza di riferimento è di progetto
Ed _{q_v}	Azione di progetto espressa in termini di carico per unità di lunghezza – componente verticale in kNm
Ed _{q_h}	Azione di progetto espressa in termini di carico per unità di lunghezza – componente orizzontale in kNm
Ed _{p_v}	Azione di progetto espressa in termini di pressione di contatto fondazione terreno – componente verticale in kPa
Ed _{p_h}	Azione di progetto espressa in termini di pressione di contatto fondazione terreno – componente orizzontale in kPa
Ed _N	Azione di progetto espressa in termini di sforzo normale in kN
Ed _T	Azione di progetto espressa in termini di sforzo di taglio in kN
Ed _M	Azione di progetto espressa in termini di momento flettente kNm
Rd _{q_v}	Resistenza di progetto espressa in termini di carico per unità di lunghezza – componente verticale in kNm
Rd _{q_h}	Resistenza di progetto espressa in termini di carico per unità di lunghezza – componente orizzontale in kNm
Rd _{p_v}	Resistenza di progetto espressa in termini di pressione di contatto fondazione terreno – componente verticale in kPa
Rd _{p_h}	Resistenza di progetto espressa in termini di pressione di contatto fondazione terreno – componente orizzontale in kPa
Rd _N	Resistenza di progetto espressa in termini di sforzo normale in kN
Rd _T	Resistenza di progetto espressa in termini di sforzo di taglio in kN
ψ _{0,1,2}	Coefficienti di combinazione (NTC 2008)



γ_M	Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC 2008)
γ_R	Coefficienti parziali per le verifiche/resistenze (NTC 2008)
$\gamma_G - \gamma_O$	Coefficienti parziali per le azioni (NTC 2008)
ΔH	Cedimenti in cm
$\Delta\Delta H$	Cedimento differenziale in cm
H	Spessore dello strato compressibile in cm
C_v	Coefficiente di consolidazione (assunto indicativamente in assenza di prove di compressione edometrica) in cm^2/sec .
σ'_{v0}	Pressione verticale efficace in kPa
CR	Rapporto di compressione (si assumono valori indicativi in assenza di prove di compressione edometrica)
E	Modulo di elasticità in kPa
E_{oed}	Modulo edometrico in kPa
ΔH_E	Cedimenti in cm
N_c, N_q, N_γ	Fattori di capacità portante
Δp	Incremento di pressione indotta dal fabbricato in kPa
γ, γ'	Peso di volume e peso di terreno immerso in kN/mc
ϕ'	Angolo di resistenza al taglio
c'	coesione efficace in kPa
C_u	Coesione non drenata in kPa

2.- RIFERIMENTI NORMATIVI

Decreto Ministeriale LL.PP. 11/3/1988

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

Eurocodice 2

Design of concrete structures – ENV 1992, CEN .

Eurocodice 3

Design of steel structures – ENV 1993, CEN .

Eurocodice 7

Geotechnical Design– ENV 1997, CEN .

Eurocodice 8

design of structures for earthquake resistance

D.M. 14.01.2008

norme tecniche per le costruzioni

Circolare applicativa n° 617 del 2/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"

INGEO SINTESI srl
Via Pola, 24 - 36040 Torri di Quartesolo VI
0444 26.74.06
e-mail ingeo@ingeosintesi.it



3.- NATURA E CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI

3.1 Al fine di conoscere le caratteristiche geomeccaniche dei terreni sono state eseguite:

n°4 prove penetrometriche statiche (CPT – Cone Penetration Test) spinte fino alla profondità max di 36.00 m dallo 0.00m di riferimento.

E' stato usato un penetrometro statico da 20 t, munito di Jacket Friction Cone, con determinazione, ogni 20 cm di infissione, della Resistenza alla Punta (Kg/cmq) e della Resistenza di Attrito Laterale Locale (Kg/cmq).

I dati misurati in campagna sono stati elaborati, tabulati e diagrammati in funzione della profondità.

In essi è pure riportato il rapporto Begemann (Rp/Rl) che fornisce utili indicazioni sulla natura dei terreni in base alla loro granulometria.

3.2 Con riferimento alla figura 3, si riporta la parametrizzazione geomeccanica delle successioni stratigrafiche riscontrate con le prove in sito.

Per ogni strato individuato vengono attribuiti dei valori di resistenza al taglio medi e generici.

Nelle verifiche geotecniche il sig. Progettista dovrà scegliere di volta in volta il parametro caratteristico più opportuno in considerazione dello stato limite considerato.

I parametri geotecnici sono stati stimati utilizzando le seguenti espressioni:

- **ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO**

metodo di Robertson e Campanella $\phi = \tan^{-1} \left[0.1 + 0.38 \cdot \log \left(\frac{q_c}{\sigma'_{vo}} \right) \right]$

metodo di Caquot $\phi = 9.8 + 4.96 \cdot \ln \left(\frac{q_c}{\sigma'_v} \right)$

metodo di Koppejan $\phi = 5.8 + 5.21 \cdot \ln \left(\frac{q_c}{\sigma'_v} \right)$

metodo di De Beer $\phi = 5.9 + 4.76 \cdot \ln \left(\frac{q_c}{\sigma'_v} \right)$

- **DENSITA' RELATIVA**

metodo di Schmertmann $Dr = -97.8 + 36.6 \cdot \ln(q_c) - 26.9 \cdot \ln(\sigma'_v)$

metodo di Jamiolkowski $Dr = -98 + 66 \cdot \log \left(\frac{q_c}{(\sigma'_{vo})^{0.5}} \right)$

- **COESIONE NON DRENATA**

metodo di Lunne e Eide $C_u = \frac{Rp - \sigma'_{vo}}{k}$

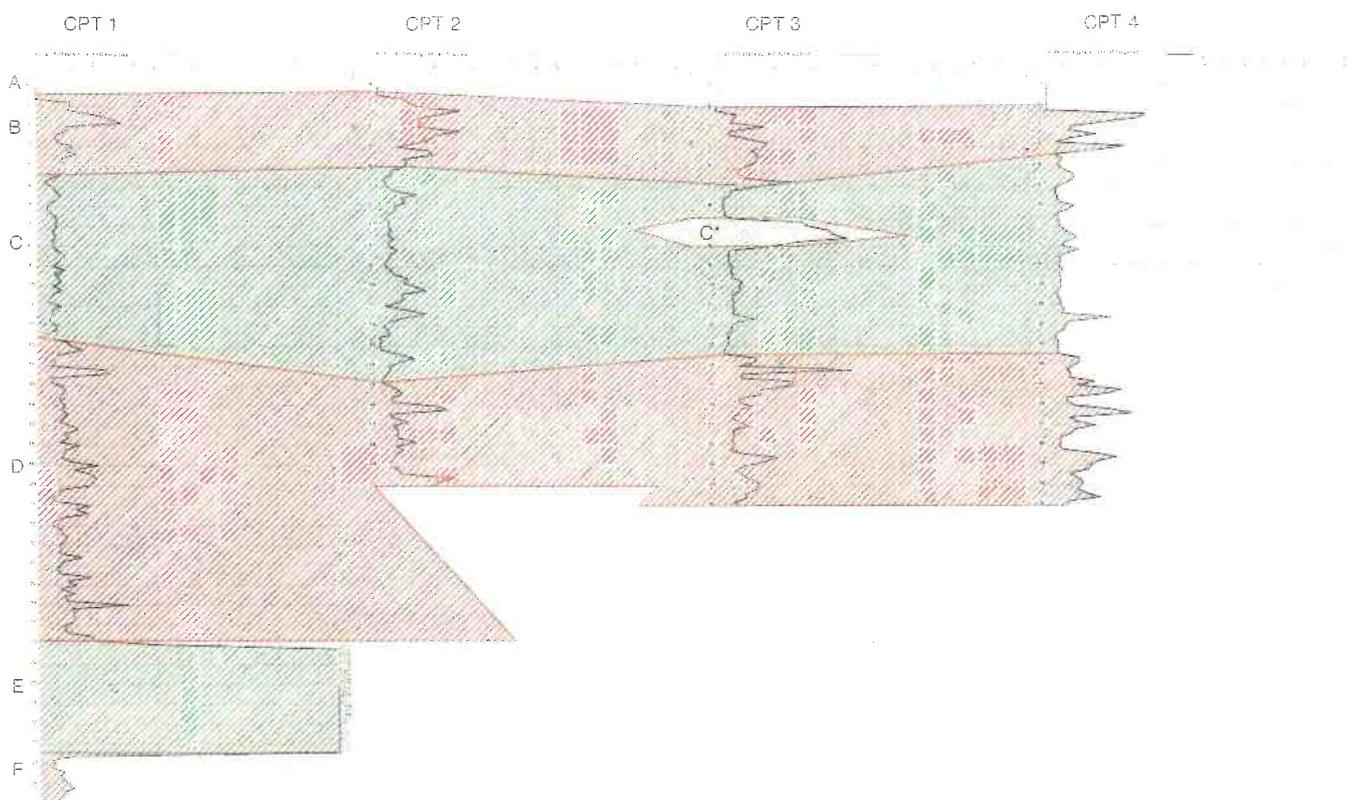


FIG.3 – INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA



LIVELLO A: *I terreni sono depressi.*

LIV/CPT	TOP (-m)	BOT (-m)	Rpmin (daN/cm ²)	Rpmax (daN/cm ²)	Rpmed (daN/cm ²)
A1	0,00	0,37	/	/	/
A2	0,00	0,25	/	/	/
A3	0,00	1,05	/	/	/
A4	0,00	1,01	/	/	/

LIVELLO B: *Argille e limi prevalenti con intercalazioni locali limo sabbiose e talora sabbiose.*

LIV/CPT (n°)	TOP (-m)	BOT (-m)	Rpmin (daN/cm ²)	Rpmax (daN/cm ²)	Rpmed (daN/cm ²)
B1	0,37	4,40	10	43	18
B2	0,25	4,00	10	41	23
B3	1,05	5,00	6	37	16
B4	1,01	3,20	5	50	26

$C_u = (40+80) \text{ kPa}$

LIVELLO C: *Argille prevalenti con rare e sottili intercalazioni limose e limo sabbiose..*

LIV/CPT (n°)	TOP (-m)	BOT (-m)	Rpmin (daN/cm ²)	Rpmax (daN/cm ²)	Rpmed (daN/cm ²)
C1	4,40	12,60	4	14	9
C2	4,00	14,80	1	25	8
C3	5,00	13,40	3	65	7
C4	3,20	13,40	4	33	8

$C_u = (10+30) \text{ kPa}$

All'interno del livello, in corrispondenza della CPT 3, è stato riscontrato uno strato di limi sabbiosi e sabbie:

LIV/CPT (n°)	LIV/CPT (-m)	BOT (-m)	Rpmin (daN/cm ²)	Rpmax (daN/cm ²)	Rpmed (daN/cm ²)
C*3	6,60	8,00	27	65	48

$\varphi = 31^\circ$

$D_r \cong 50\%$

LIVELLO D: *Argille e argille limose prevalenti con sottili e continue intercalazioni limo sabbiose e sabbiose.*

CPT (n°)	TOP (-m)	BOT (-m)	Rpmin (daN/cm ²)	Rpmax (daN/cm ²)	Rpmed (daN/cm ²)
D1	12,60	27,80	7	46	16
D2	14,80	20,00	6	38	14
D3	13,40	21,00	7	67	17
D4	13,40	21,00	6	43	18

$C_u = (20-60) \text{ kPa}$

LIVELLO E: *Sabbie e sabbie con ghiaia.*

CPT (n°)	TOP (-m)	BOT (-m)	Rpmin (daN/cm ²)	Rpmax (daN/cm ²)	Rpmed (daN/cm ²)
E1	27,80	33,40	66	415	263

$\phi > 35^\circ$ $D_r \cong 80\%$

LIVELLO F: *Argille e argille limose prevalenti.*

CPT (n°)	TOP (-m)	BOT (-m)	Rpmin (daN/cm ²)	Rpmax (daN/cm ²)	Rpmed (daN/cm ²)
F1	33,40	36,00	7	18	12

$C_u \cong 30 \text{ kPa}$

3.4 Falda.

La falda è stata misurata alle quote

CPT 1 $q = -1.92 \text{ m.}$

CPT 2 $q = -2.75 \text{ m.}$

CPT 3 $q = -3.15 \text{ m.}$

CPT 4 $q = -2.41 \text{ m.}$

4.- RISPOSTA SISMICA LOCALE

4.1. – Amplificazione stratigrafica

La categoria di sottosuolo viene identificata correlando i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio con la resistenza alla punta del penetrometro statico (qc).

La correlazione viene effettuata con l'espressione di Iyislian (1996):

$$\begin{array}{ll} \text{argilla} & V_s = 55.3 \cdot qc^{0.377} \\ \text{sabbia} & V_s = 0.70 \cdot qc + 218 \end{array}$$

Il valore di $V_{s,30}$ si determina con la formula

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Dove

h_i = spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
 $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

Si riportano di seguito i tabulati di calcolo.



quota p.c. 0,70 m
 quota falda 1,50 (-m)

CPT (n°)	TOP (m)	BOT (m)	Rpmed (daN/cm ²)	comp	Z (m)	hi (m)	V _{s30}		
							argilla/sabbia (m/s)	hi/Vsi (m/s)	
BI	0,37	4,40	18	C	2,4	4,03	163,51	0,0246	
C1	4,40	12,60	9	C	8,5	8,20	126,09	0,0650	
D1	12,60	27,80	16	C	20,2	15,20	158,11	0,0961	
E1	27,80	33,40	263	G	30,6	5,60	401,98	0,0139	
F1	33,40	36,00	12	C	34,7	2,60	141,46	0,0184	
						H =	35,63	somma	0,2181

V_{s30} = 163 m/s

Sulla base dei risultati delle verifiche e di esperienze maturate su lotti limiotrofi, si classifica il terreno come appartenente alla **categoria suolo di fondazione tipo D**.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V _{s30} 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 _{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero N ₆₀₍₁₀₎ > 50 nei terreni a grana grossa e c _{v30} > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V _{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < N ₆₀₍₁₀₎ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < c _{v30} < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati 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 _{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero N ₆₀₍₁₀₎ < 15 nei terreni a grana grossa e c _{v30} < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 30 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con V _s > 800 m/s).

INGEO SINTESI srl
Via Pola, 24 - 36040 Torri di Quartesolo VI
0444 26,74,06
e-mail ingeo@ingeosintesi.it



5.- STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

5.1 Il fenomeno della liquefazione interessa quei depositi sabbiosi saturi che, nel corso di un terremoto o più genericamente durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio

La causa principale della liquefazione dei terreni non coesivi saturi, che si verifica nel corso dei terremoti, è il sorgere dell'eccesso delle pressioni interstiziali indotte dalle sollecitazioni di taglio cicliche che sono attribuite alla propagazione nel terreno delle onde di taglio



La verifica viene effettuata alla procedura proposta da Robertson & Wride (1997).
 Con riferimento all'allegato 2, il fattore di sicurezza FSL risulta:

$$FSL = \frac{CRR_{7.5}}{CSR_{7.5}} = 3.31$$



VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE (ROBERTSON & WRIDE - 1997)

DATI DI INPUT

dati generali sito

quota p.c.	0,70 (-m)	
quota falda	1,50 (-m)	
sg	1,31 m/s ²	1,000000 FI
SE	1,60	
SR	1,00	
usak	1,10 m/s ²	
Magnitudo	6,5	

livello potenzialmente liquefacibile

top	27,80 (-m)
bot	33,40 (-m)
qs	26282 kPa
fs	335 kPa

calcolo tensione litostatica

z	30,60 m
sigma	276,30
sigma'	538,20

FS = 3,31

CALCOLO CRR

(CAPACITA' RESISTENZA LIQUEFAZIONE)

PARAMETRI DA UTILIZZARE NEL CALCOLO

na	0,1	nc=1	lc = 2,01
nb	194,80	nc=0,5	lc = 1,85
pc	5,30	nc=0,7	lc = 1,91
lc	1,85		

CALCOLO POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'

calcolo di qc1N

qs = 26282
 qc1N = 158,17
 la resistenza alla penetrazione normalizzata (q_{1N}) per sabbia limosa è corretta per sabbie pulite (qc1N_{ics} mediana) il fattore di correzione Kc per le caratteristiche granulometriche Kc = 1,14
 qc1N_{ics} = 180,930902
 la resistenza alla liquefazione riferita alla magnitudo 7,5 risulta
 CRR7,5 = 0,6368

CALCOLO CSR

(CORRADA DI RESISTENZA LIQUEFAZIONE)

Il parametro di carico sismico, ovvero il profilo del rapporto di tensione ciclica equivalente ad un terremoto di magnitudo 7,5, può essere stimato con la seguente equazione semiempirica proposta da Seed e Idriss (1971):

$$CSR = \left[\frac{\tau}{\sigma'_v} \right] = 0,68 \left[\frac{\sigma_{vm}}{\sigma'_v} \right] \left[\frac{\sigma_{vm}}{\sigma'_v} \right]^{1,5}$$

CSR = 0,28512112

COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLA LIQUEFAZIONE

$$MSF = \frac{0,65}{0,14M - 11} = 1,181819$$

$$FSL = \frac{C}{D} = \frac{CRR}{CSR} = \left(\frac{CRR}{CSR} \right) \cdot MSF = 3,31$$

6.- ANALISI STATISTICA PARAMETRI GEOTECNICI

6.1 Si stima in via del tutto esemplificativa il valore caratteristico dei parametri di resistenza al taglio del **LIVELLO C**. Tale valore si stima correlando tali parametri (rif. Par 3.2.) al valore caratteristico **della resistenza alla punta del penetrometro statico**.

L'analisi statistica si effettua fissando una probabilità di non superamento del 5% come indicato dall'**Eurocodice 7** e dalle **NTC2008** utilizzando le seguenti formule:

$R_{pk} = R_{pm} - X \times \sigma(x)$	distribuzione normale
$R_{pk} = R_{pm} - X \times \sigma(x) / \sqrt{n}$	distribuzione normale (resistenze compensate)
$R_{pk} = R_{pm} - t \times \sigma(x)$	distribuzione di Student
$R_{pk} = R_{pm} - t \times \sigma(x) / \sqrt{n}$	distribuzione di Student (resistenze compensate)

Dove:

- R_{pk} valore caratteristico della resistenza alla punta del penetrometro statico;
- R_{pm} valore medio della resistenza alla punta del penetrometro statico;
- σ(x) scarto quadratico medio del campione;
- X parametro dipendente dalla legge di distribuzione e dalla probabilità di non superamento (per una distribuzione di tipo gaussiano e probabilità di non superamento 5% X = **-1,645**).
- t t di Student.

La distribuzione normale si applica quando i valori del campione della popolazione superano le 30 unità, nel caso contrario si applica la distribuzione di Student.

Le resistenze compensate sono applicabili quando le opere coinvolgono variazioni tensionali grandi volumi di terreno

Con riferimento ai tabulati di calcolo di seguito riportati, si ottiene:

DISTRIBUZIONE	NORMALE
RESISTENZA	NON COMPENSATA
CORRELAZIONE	LUNNE E EIDE

Cum =	39 kPa
Cuk =	34 kPa



quota p.e. 0.70 (-m)
 quota falda 1.50 (-m)
 k per Cu 20

								LUNNE E BIDE	ROBERTSON E CAMP.	CAQUOT	KOPPEJAN	DE BEER	JAMOLKOWSKI	SCHMERTMANN
valore (n°)	TOP (m)	BOT (m)	Rp (daN/cm ²)	comp	Z (m)	σ _{vo} (kPa)	σ' _{vo} (kPa)	Cu med (kPa)	φ med (°)	φ med (°)	φ med (°)	φ med (°)	Dr med (%)	Dr med (%)
medio	0.70	4.00	8.12	C	2.4	29.70	22.05	39	/	/	/	/	/	/
caratteristico	0.70	4.00	7.01	C	2.4	29.70	22.05	34	/	/	/	/	/	/

n 4 *numero di valori*
 Rpmedio 8.12 daN/cm²
 $\sum(x-\mu(x))^2$ 1
 σ(x) 0.67 daN/cm² *scarto quadratico medio*
 Rpk 7.01 daN/cm² *distribuzione normale*
 Rpk 7.57 daN/cm² *distribuzione normale resistenze compensate*
 Rpk / daN/cm² *distribuzione di student*
 Rpk / daN/cm² *distribuzione di student resistenze compensate*
 t / *t di student*
 COV 0.083

NUM	CPT (n°)	Rp (daN/cm ²)	$x-\mu(x)$
1	1	9	0.6
2	2	8	0.0
3	3	7	0.7
4	4	8	0.0

Torri di quartesolo, 20 Maggio 2013



ALLEGATO 1

RIFERIMENTI TEORICI VERIFICA A LIQUEFAZIONE

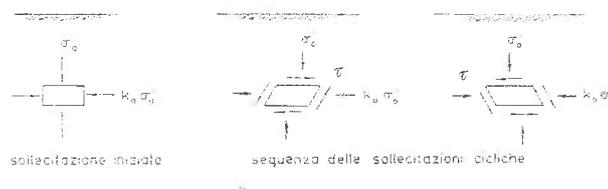
A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials "M.C." or similar, located in the right-center of the page.

INGEO SINTESI srl
Via Pola, 24 - 36040 Torri di Quartesolo VI
0444 26.74.06
e-mail ingeo@ingeosintesi.it





Il fenomeno della liquefazione interessa quei depositi sabbiosi saturi che, nel corso di un terremoto o più genericamente durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio. La causa principale della liquefazione dei terreni non coesivi saturi, che si verifica nel corso dei terremoti, è il sorgere dell'eccesso delle pressioni interstiziali indotte dalle sollecitazioni di taglio cicliche che sono attribuite alla propagazione nel terreno delle onde di taglio.



VALUTAZIONE DI LIQUEFACIBILITA' DA PROVE IN SITO

I metodi semplificati di valutazione del rischio sismico di liquefazione da prove in sito sono di tipo storico-empirico in quanto utilizzano una base dati, la più ampia possibile, di informazioni sul comportamento osservato di siti sabbiosi in occasione di terremoti storici.

Il parametro di resistenza alla liquefazione, denominato CRR (Cyclic Resistance Ratio), è desunto dai risultati della prova in sito.

Il parametro di carico sismico è il rapporto di tensione ciclica CSR, stimato sulla base di considerazioni teoriche ed empiriche dalle caratteristiche del terremoto, magnitudo e accelerazione di picco in superficie.

Il fattore di sicurezza, FSL, nella verifica di resistenza alla liquefazione di un livello di terreno è dunque per definizione il rapporto fra la capacità di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di resistenza ciclica, $R = CRR$ e la domanda di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di tensione ciclica, $L = CSR$, ovvero:

$$FSL = \frac{R}{L} = \frac{CRR}{CSR}$$

VALUTAZIONE DELLA DOMANDA DI RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE, CSR

Il parametro di carico sismico, ovvero il profilo del rapporto di tensione ciclica equivalente ad un terremoto di magnitudo 7.5, può essere stimato con la seguente equazione semiempirica proposta da Seed e Idriss (1971):

$$CSR = \left(\frac{\tau_{max}}{\sigma'_{vo}} \right) = f \left\{ \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \right), r_d \right\}$$

dove:

a_{max} è il picco di accelerazione orizzontale in superficie prodotto dal terremoto;

g è l'accelerazione di gravità;

σ_{vo} e σ'_{vo} sono rispettivamente le tensioni verticali litostatiche totale ed efficace;

r_d è un coefficiente di riduzione delle tensioni.

Il coefficiente r_d , introdotto per tenere conto in modo approssimato della flessibilità del profilo di terreno, decresce con la profondità ed è funzione delle condizioni stratigrafiche e geotecniche. Nelle procedure semplificate di calcolo si assume che r_d vari solo con la profondità.



VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DI RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DA PROVE IN SITO, CRR.

Prova penetrometrica statica CPT

La prova CPT può oggi essere considerata la principale prova in sito utilizzabile al fine della valutazione della capacità di resistenza alla liquefazione da prove in sito.

Le prime tecniche di analisi dei risultati, sviluppate negli anni '80 (ad es. Robertson & Campanella, 1985; Seed & De Alba, 1986) utilizzavano le procedure ideate per la prova SPT, previa conversione della resistenza di punta q_c nell'indice di prova SPT equivalente, N_{60} .

Esse richiedevano la conoscenza delle caratteristiche granulometriche del terreno penetrato.

In anni recenti l'aumento della base statistica di dati CPT ha reso possibile lo sviluppo di tecniche di analisi del potenziale di liquefazione direttamente basate sui risultati di prove CPT e molto affidabili.

Alcune di tali procedure non solo non richiedono la preventiva conoscenza della composizione granulometrica ma tengono conto anche di altri fattori legati alla presenza di una frazione fine (plasticità, storia tensionale, struttura del terreno).

La procedura attualmente più accreditata, alla quale si farà riferimento nel seguito, è quella di Robertson & Wride (1997) nella sua versione più recente.

La curva base per sabbia pulita può essere approssimata dall'equazione di Robertson e Wride, (1998)

$$CRR_{7,5} = f(q_{c(N)})$$

dove $(q_{c(N)})_{cs}$ rappresenta la resistenza alla punta penetrometrica normalizzata a 1 atm (100 kPa).

La procedura CPT richiede la normalizzazione della resistenza alla punta utilizzando le seguenti relazioni:

$$q_{c(N)} = C_Q \left(\frac{q_c}{p_a} \right)^n \quad C_Q = \left(\frac{p_a}{\sigma_{vo}} \right)^n$$

C_Q è il fattore di normalizzazione

p_a è la pressione atmosferica (1 atm) o comunque nella stessa unità di misura di σ'_{vo}

n è un esponente che varia col tipo di terreno. Per sabbie pulite, comunque, un valore dell'esponente pari a 0.5 è più appropriato e un valore intermedio fra 0.5 e 1.0 dovrebbe essere appropriato per limi e limi sabbiosi.

q_c è la resistenza alla punta del penetrometro statico.

Comunque non vanno applicati valori di C_Q maggiori di 1.7. Il valore di n varia da 0.5 a 1.0 in funzione delle caratteristiche granulometriche del terreno (Olsen 1997).

Il rapporto di attrito (la resistenza laterale f_s divisa per la resistenza q_c) generalmente cresce al crescere del contenuto in fini e della plasticità del terreno, consentendo una stima approssimata del tipo di terreno e del contenuto in fini dai dati CPT.

La resistenza alla penetrazione normalizzata $(q_{c(N)})$ per sabbie limose è corretta per sabbie pulite $(q_{c(N)})_{cs}$ con la seguente relazione:

$$(q_{c(N)})_{cs} = K_c \cdot q_{c(N)}$$

dove K_c è il fattore di correzione per le caratteristiche granulometriche.

Per calcolare $CRR_{7,5}$ bisogna differenziare i terreni caratterizzabili come argille dai terreni caratterizzabili come sabbie e limi.

Ciò viene effettuato calcolando preventivamente l'indice del tipo di comportamento del terreno.



$$I_c = \left[(3.47 - \log Q)^2 + (1.22 + \log F)^2 \right]^{0.5}$$

$$Q = \left[\frac{(q_c - \sigma_{vm})}{p_s} \right] \cdot \left[\left(\frac{p_s}{\sigma_{vm}} \right)^n \right]$$

$$F = \left[\frac{f}{(q_c - \sigma_{vm})} \right] \cdot 100\%$$

dove

Indice del tipo di terreno, I_c	Classe di terreno
$I_c < 1.31$	Sabbia ghiaiosa
$1.31 < I_c < 2.05$	Sabbie: da pulite a limose
$2.05 < I_c < 2.60$	Miscele di sabbie: da sabbia limosa a limo sabbioso
$2.60 < I_c < 2.95$	Miscele di limi: da limo argilloso a argilla limosa
$2.95 < I_c < 3.60$	Argille
$I_c > 3.60$	Terreni organici: torbe

La procedura per il calcolo di I_c prevede

- 1°) calcolo di I_c Ponenedo l'esponente $n=1$ (argille)
 Se il valore di I_c calcolato con $n = 1.0$ è > 2.6 il terreno è classificato argilloso e considerato troppo ricco di argilla per liquefare e l'analisi potrebbe essere conclusa. Comunque, campioni di terreno devono essere sottoposti a prova per confermare il tipo di terreno e la resistenza alla liquefazione. Criteri come quello Cinese possono essere applicati per confermare che il terreno non è liquefacibile.
- 2°) Se il valore calcolato di I_c è < 2.6 il terreno è considerato di natura granulare e quindi C_p e Q devono essere ricalcolati con un esponente $n = 0.5$; anche I_c deve essere quindi ricalcolato e se il suo valore è < 2.6 il terreno è classificato non plastico e granulare.
- 3°) Se il valore di I_c ricalcolato con $n=0.5$ è > 2.6 è possibile che il terreno sia limoso. In questo caso q_{c10} deve essere ricalcolato usando un esponente n pari a 0.7. Di conseguenza anche I_c è ricalcolato. Questo valore di I_c intermedio è quindi usato per calcolare la resistenza alla liquefazione.

VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DI RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DA PROVE IN SITO, CRR

Come detto il fattore di sicurezza, FSL, si determina con l'espressione.

$$FSL = \frac{R}{L} = \frac{CRR}{CSR}$$

Per applicare le procedure semplificate di analisi della liquefazione a terremoti di magnitudo diversa da 7.5 si utilizza un fattore di scala della magnitudo MSF, moltiplicatore del rapporto di resistenza ciclica $CRR_{7.5}$ (anche se sarebbe più logico utilizzare un fattore correttivo del rapporto di tensione ciclica CSR).

Il coefficiente di sicurezza FSL, nella verifica di resistenza alla liquefazione è dunque:

$$FSL = \frac{C}{D} = \frac{CRR}{CSR} = \left(\frac{CRR_{7.5}}{CSR} \right) MSF$$

Il valore da attribuire a MSF è stato a lungo calcolato con l'equazione:

$$MSF = \frac{0.65}{0.1 \cdot (M - 1)}$$

che analiticamente riproduce i valori numerici proposti da Seed e Idriss (1982).

INGEO SINTESI srl
Via Pola, 24 - 36040 Torri di Quaresolo VI
0444 26.74.06
e-mail ingeo@ingeosintesi.it



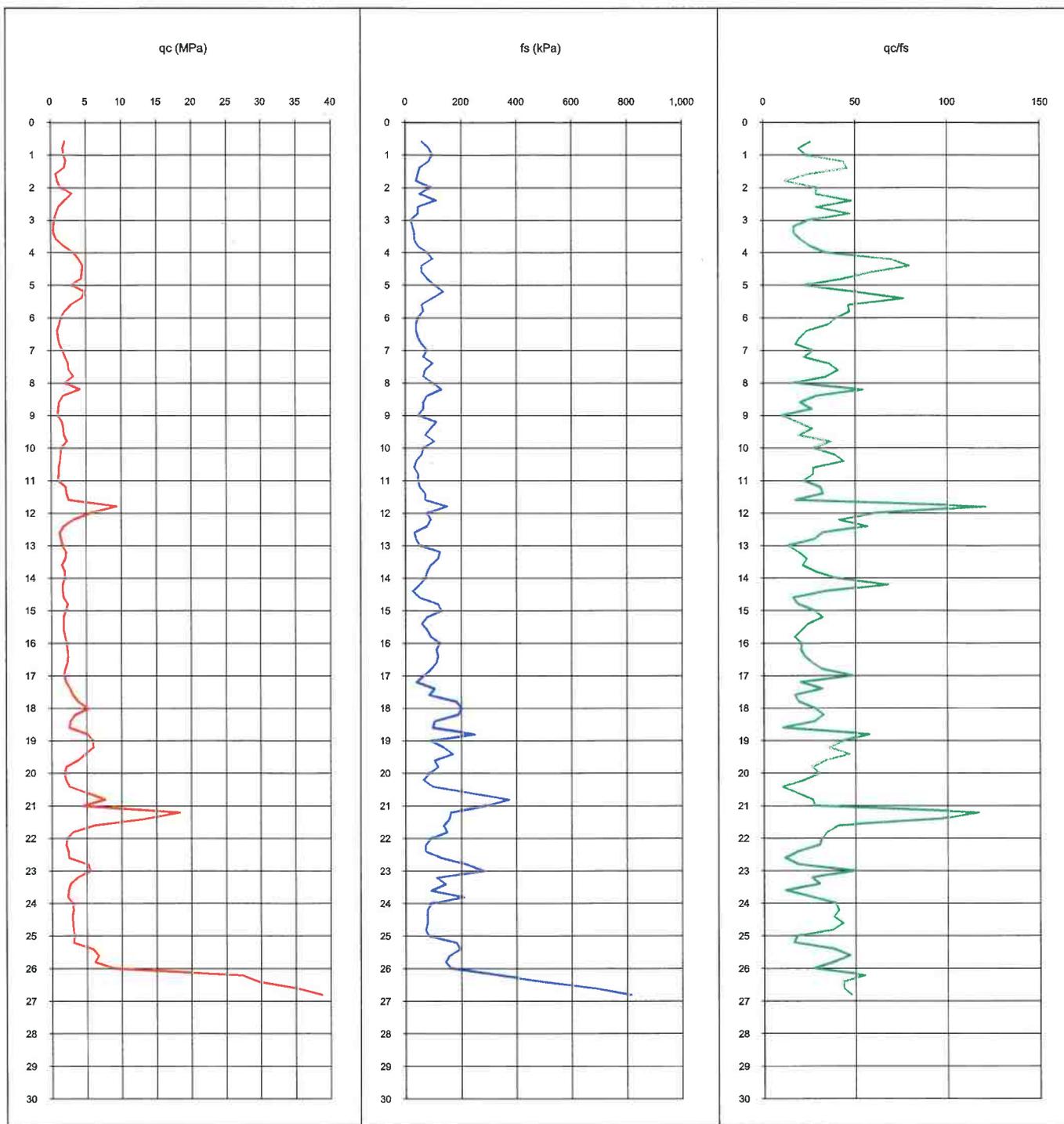
COMMITTENTE: **Incoss Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
 PROVA: **CPT 1** del **18-10-19** FALDA: **2.40** m da p.c.
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190750/19 del 21/10/19**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	1.52	39.22	38.85	20.20	2.15	65.36	21.94
0.40	3.84	98.04	65.23	10.40	1.43	32.68	43.62	20.40	2.64	104.58	10.10
0.60	2.17	84.97	25.55	10.60	1.23	45.75	26.87	20.60	3.13	281.05	8.41
0.80	1.88	104.58	19.14	10.80	1.23	45.75	26.87	20.80	7.64	450.98	26.57
1.00	1.99	104.58	23.40	11.00	1.15	52.29	21.90	21.00	4.52	300.65	27.65
1.20	2.28	71.90	43.65	11.20	2.22	71.90	30.93	21.20	18.34	163.40	116.93
1.40	2.09	45.75	45.60	11.40	2.32	71.90	32.29	21.40	13.24	405.23	96.49
1.60	0.91	52.29	23.20	11.60	2.62	150.33	17.40	21.60	6.09	228.76	40.49
1.80	1.11	39.22	12.09	11.80	9.48	78.43	120.85	21.80	3.15	91.50	34.37
2.00	1.51	78.43	28.91	12.00	5.57	91.50	60.88	22.00	2.28	52.29	31.67
2.20	3.18	52.29	28.61	12.20	3.22	78.43	41.03	22.20	2.18	65.36	30.30
2.40	2.20	104.58	48.04	12.40	1.85	32.68	56.46	22.40	2.47	65.36	18.92
2.60	1.32	52.29	28.76	12.60	1.26	39.22	32.05	22.60	2.57	137.25	11.57
2.80	0.92	39.22	47.10	12.80	1.45	52.29	27.79	22.80	5.32	169.93	18.91
3.00	0.64	32.68	24.60	13.00	1.66	124.18	13.39	23.00	5.53	209.15	49.73
3.20	0.55	19.61	16.68	13.20	2.25	117.65	19.13	23.20	3.76	111.11	26.16
3.40	0.55	26.14	16.68	13.40	2.15	91.50	23.53	23.40	2.78	98.04	30.39
3.60	0.94	32.68	20.49	13.60	1.66	78.43	21.20	23.60	2.49	98.04	11.89
3.80	2.02	26.14	25.70	13.80	2.06	71.90	28.58	23.80	2.39	98.04	26.10
4.00	3.30	98.04	33.70	14.00	2.07	52.29	39.56	24.00	3.07	111.11	39.20
4.20	4.09	98.04	69.50	14.20	1.77	26.14	67.88	24.20	3.19	78.43	40.63
4.40	4.68	58.82	79.50	14.40	1.77	52.29	33.94	24.40	2.99	84.97	38.13
4.60	4.58	65.36	58.38	14.60	1.87	117.65	15.92	24.60	3.09	78.43	42.96
4.80	4.48	78.43	42.84	14.80	2.46	130.72	18.83	24.80	3.19	84.97	37.50
5.00	3.02	111.11	22.03	15.00	2.18	78.43	27.80	25.00	3.28	104.58	17.95
5.20	4.98	143.79	50.84	15.20	1.89	58.82	32.07	25.20	3.20	150.33	16.32
5.40	4.49	91.50	76.40	15.40	1.89	78.43	24.05	25.40	5.95	163.40	37.90
5.60	3.02	71.90	46.26	15.60	1.89	91.50	20.62	25.60	6.73	65.36	46.80
5.80	2.14	91.50	46.80	15.80	2.08	124.18	16.77	25.80	6.24	143.79	38.19
6.00	1.57	52.29	39.95	16.00	2.29	111.11	20.63	26.00	9.08	137.25	27.25
6.20	1.37	32.68	34.95	16.20	2.39	117.65	20.32	26.20	27.23	84.97	54.83
6.40	1.08	26.14	23.53	16.40	2.49	111.11	22.40	26.40	29.59	91.50	43.11
6.60	1.17	52.29	19.97	16.60	2.39	91.50	26.12	26.60	35.08	143.79	43.28
6.80	1.37	45.75	17.48	16.80	2.10	65.36	32.07	26.80	38.51	346.41	47.51
7.00	1.78	58.82	27.18	17.00	1.91	39.22	48.80	27.00			
7.20	2.17	65.36	22.12	17.20	2.11	104.58	20.18	27.20			
7.40	2.56	111.11	35.62	17.40	2.70	84.97	31.76	27.40			
7.60	2.66	45.75	40.68	17.60	3.09	183.01	16.89	27.60			
7.80	3.35	58.82	34.12	17.80	3.87	202.61	19.12	27.80			
8.00	2.08	124.18	15.95	18.00	5.26	189.54	27.76	28.00			
8.20	4.24	130.72	54.08	18.20	3.40	104.58	32.50	28.20			
8.40	1.89	71.90	28.89	18.40	2.71	98.04	27.66	28.40			
8.60	1.30	65.36	19.89	18.60	2.61	248.37	10.52	28.60			
8.80	1.20	52.29	26.27	18.80	5.26	91.50	57.49	28.80			
9.00	1.12	39.22	10.06	19.00	5.96	137.25	43.43	29.00			
9.20	1.71	130.72	18.64	19.20	6.06	169.93	35.65	29.20			
9.40	1.90	84.97	26.46	19.40	4.88	104.58	46.69	29.40			
9.60	2.00	71.90	19.13	19.60	3.90	117.65	33.17	29.60			
9.80	2.39	32.68	36.60	19.80	2.24	84.97	26.31	29.80			
10.00	1.62	39.22	27.57	20.00	1.96	65.36	29.91	30.00			

COMMITTENTE: **Incos Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**

PROVA: **CPT 1** del **18-10-19**
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190750/19 del 21/10/19**

FALDA: **2.40** m da p.c.



COMMITTENTE: **Incoss Italia S.p.a**
CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
PROVA: **CPT 1** del **18-10-19** FALDA: **2.40** m da p.c.
COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190750/19 del 21/10/19**

PLANIMETRIA

Località: Via G. Soldà - Vicenza

LAT. (WGS 84): 45.545058°
LONG. (WGS 84): 11.509573°



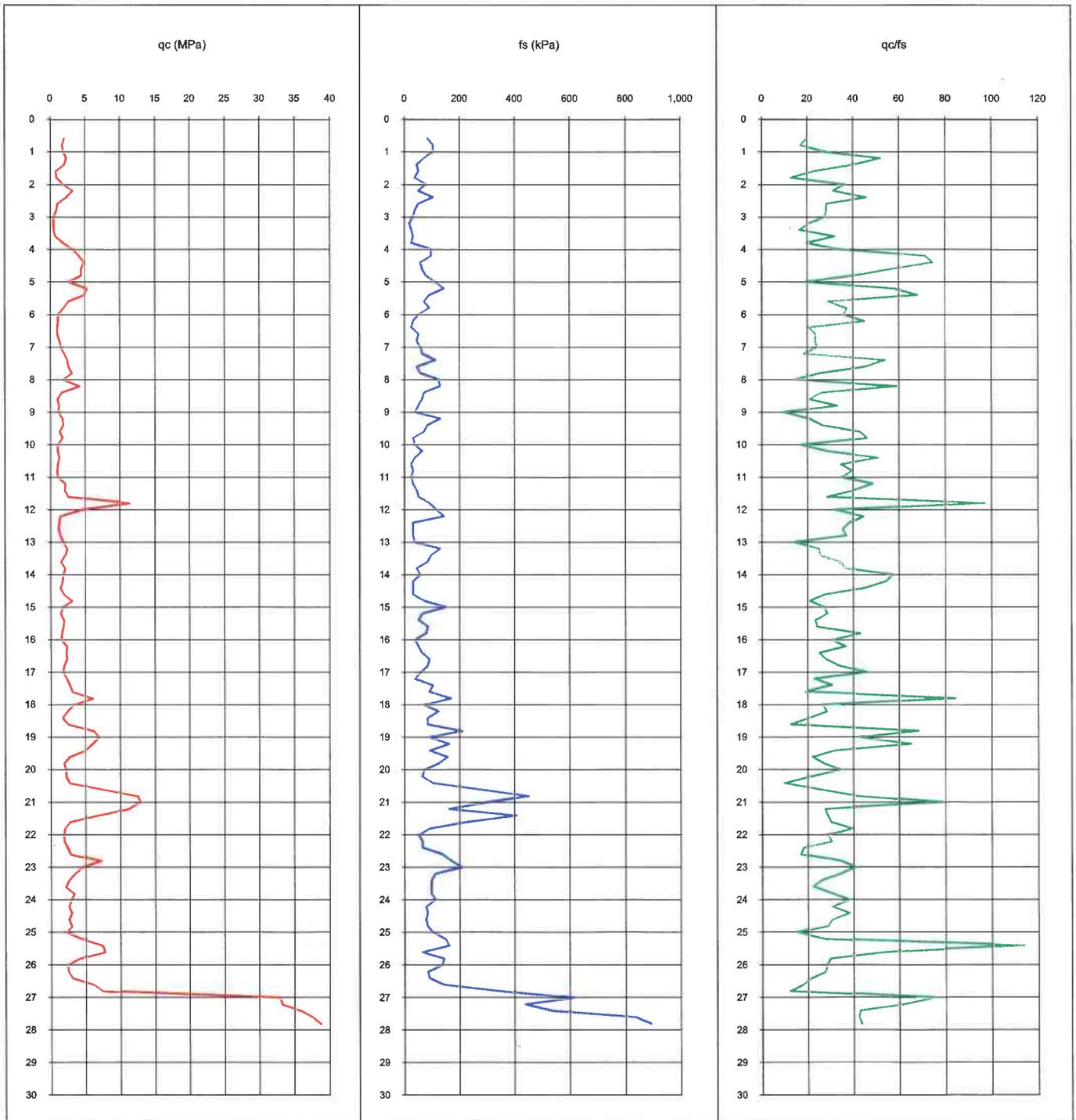
COMMITTENTE: **Incos Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
 PROVA: **CPT 2** del **16-10-19** FALDA: **2.40** m da p.c.
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190751/19 del 21/10/19**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	1.13	39.22	28.85	20.20	2.25	65.36	21.51
0.40				10.40	1.33	26.14	50.78	20.40	2.74	104.58	9.75
0.60	2.07	84.97	19.82	10.60	1.13	32.68	34.62	20.60	4.11	281.05	9.12
0.80	1.78	104.58	17.01	10.80	1.03	26.14	39.53	20.80	12.54	450.98	41.72
1.00	1.99	104.58	27.65	11.00	1.15	32.68	35.04	21.00	12.85	300.65	78.65
1.20	2.38	71.90	52.03	11.20	2.22	45.75	48.60	21.20	11.18	163.40	27.60
1.40	2.09	45.75	39.90	11.40	2.13	52.29	40.65	21.40	6.58	405.23	28.75
1.60	0.91	52.29	23.20	11.60	2.62	91.50	28.59	21.60	2.75	228.76	30.09
1.80	1.01	39.22	12.85	11.80	11.44	117.65	97.23	21.80	2.07	91.50	39.53
2.00	1.90	78.43	36.41	12.00	4.59	143.79	31.92	22.00	1.88	52.29	28.83
2.20	3.28	52.29	31.33	12.20	1.45	32.68	44.46	22.20	1.98	65.36	30.33
2.40	2.39	104.58	45.79	12.40	1.26	32.68	38.46	22.40	2.47	65.36	18.02
2.60	1.12	52.29	28.55	12.60	1.16	32.68	35.46	22.60	2.86	137.25	16.86
2.80	0.92	39.22	28.26	12.80	1.45	39.22	37.05	22.80	7.18	169.93	34.32
3.00	0.55	32.68	27.80	13.00	1.86	130.72	14.22	23.00	4.55	209.15	40.91
3.20	0.55	19.61	20.85	13.20	2.45	98.04	24.96	23.20	3.37	111.11	34.36
3.40	0.55	26.14	16.68	13.40	2.15	84.97	25.34	23.40	2.58	98.04	26.36
3.60	0.84	32.68	32.10	13.60	1.56	45.75	34.20	23.60	2.19	98.04	22.36
3.80	1.92	26.14	19.56	13.80	2.15	58.82	36.60	23.80	3.37	98.04	30.32
4.00	3.30	98.04	33.70	14.00	1.87	32.68	57.30	24.00	2.98	111.11	37.95
4.20	4.19	98.04	71.17	14.20	1.77	32.68	54.30	24.20	2.60	78.43	30.58
4.40	4.87	58.82	74.55	14.40	1.48	32.68	45.30	24.40	2.99	84.97	38.13
4.60	4.48	65.36	57.13	14.60	1.97	71.90	27.41	24.60	2.60	78.43	30.58
4.80	4.48	78.43	40.32	14.80	3.15	150.33	20.94	24.80	2.99	84.97	28.60
5.00	2.73	111.11	18.98	15.00	1.79	65.36	27.36	25.00	2.30	104.58	15.33
5.20	5.28	143.79	57.69	15.20	1.49	52.29	28.58	25.20	4.57	150.33	27.99
5.40	4.89	91.50	67.96	15.40	1.98	84.97	23.36	25.40	7.42	163.40	113.46
5.60	2.63	71.90	28.76	15.60	1.89	78.43	24.05	25.60	7.71	65.36	53.62
5.80	1.95	91.50	37.20	15.80	1.69	39.22	43.10	25.80	4.08	143.79	29.74
6.00	1.17	52.29	35.94	16.00	1.61	52.29	30.72	26.00	2.42	137.25	28.43
6.20	1.17	32.68	44.93	16.20	2.39	65.36	36.57	26.20	2.53	84.97	27.62
6.40	1.08	26.14	20.59	16.40	2.29	91.50	25.05	26.40	3.12	91.50	21.67
6.60	1.08	52.29	23.53	16.60	2.39	84.97	28.13	26.60	6.16	143.79	17.77
6.80	1.37	45.75	23.30	16.80	2.00	58.82	33.97	26.80	7.43	346.41	12.09
7.00	1.58	58.82	24.18	17.00	1.82	39.22	46.30	27.00	32.92	614.38	75.18
7.20	2.07	65.36	18.64	17.20	2.40	104.58	22.99	27.20	33.23	437.91	62.00
7.40	2.46	111.11	53.83	17.40	2.80	91.50	30.56	27.40	35.87	535.95	42.88
7.60	2.66	45.75	45.20	17.60	3.19	169.93	18.76	27.60	37.54	836.60	42.23
7.80	3.15	58.82	25.36	17.80	6.03	71.90	83.89	27.80	38.62	888.89	43.45
8.00	1.89	124.18	14.45	18.00	3.30	124.18	26.57	28.00			
8.20	4.24	130.72	58.99	18.20	2.42	84.97	28.46	28.20			
8.40	1.69	71.90	25.89	18.40	1.73	84.97	20.38	28.40			
8.60	1.10	65.36	21.11	18.60	2.61	209.15	12.50	28.60			
8.80	1.30	52.29	33.15	18.80	6.24	91.50	68.21	28.80			
9.00	1.22	39.22	9.30	19.00	6.94	163.40	42.48	29.00			
9.20	1.80	130.72	21.23	19.20	5.96	91.50	65.14	29.20			
9.40	1.90	84.97	26.46	19.40	4.98	156.86	31.75	29.40			
9.60	1.41	71.90	43.20	19.60	2.73	124.18	21.95	29.60			
9.80	1.80	32.68	46.00	19.80	1.94	71.90	27.00	29.80			
10.00	1.13	39.22	17.31	20.00	2.25	65.36	34.41	30.00			

COMMITTENTE: **Incos Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**

PROVA: **CPT 2** del **16-10-19**
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190751/19 del 21/10/19**

FALDA: **2.40** m da p.c.



COMMITTENTE: **Incos Italia S.p.a**
CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
PROVA: **CPT 2** del **16-10-19** FALDA: **2.40** m da p.c.
COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190751/19 del 21/10/19**

PLANIMETRIA

Località: Via G. Solda' - Vicenza

LAT. (WGS 84): 45.544689°
LONG. (WGS 84): 11.509762°



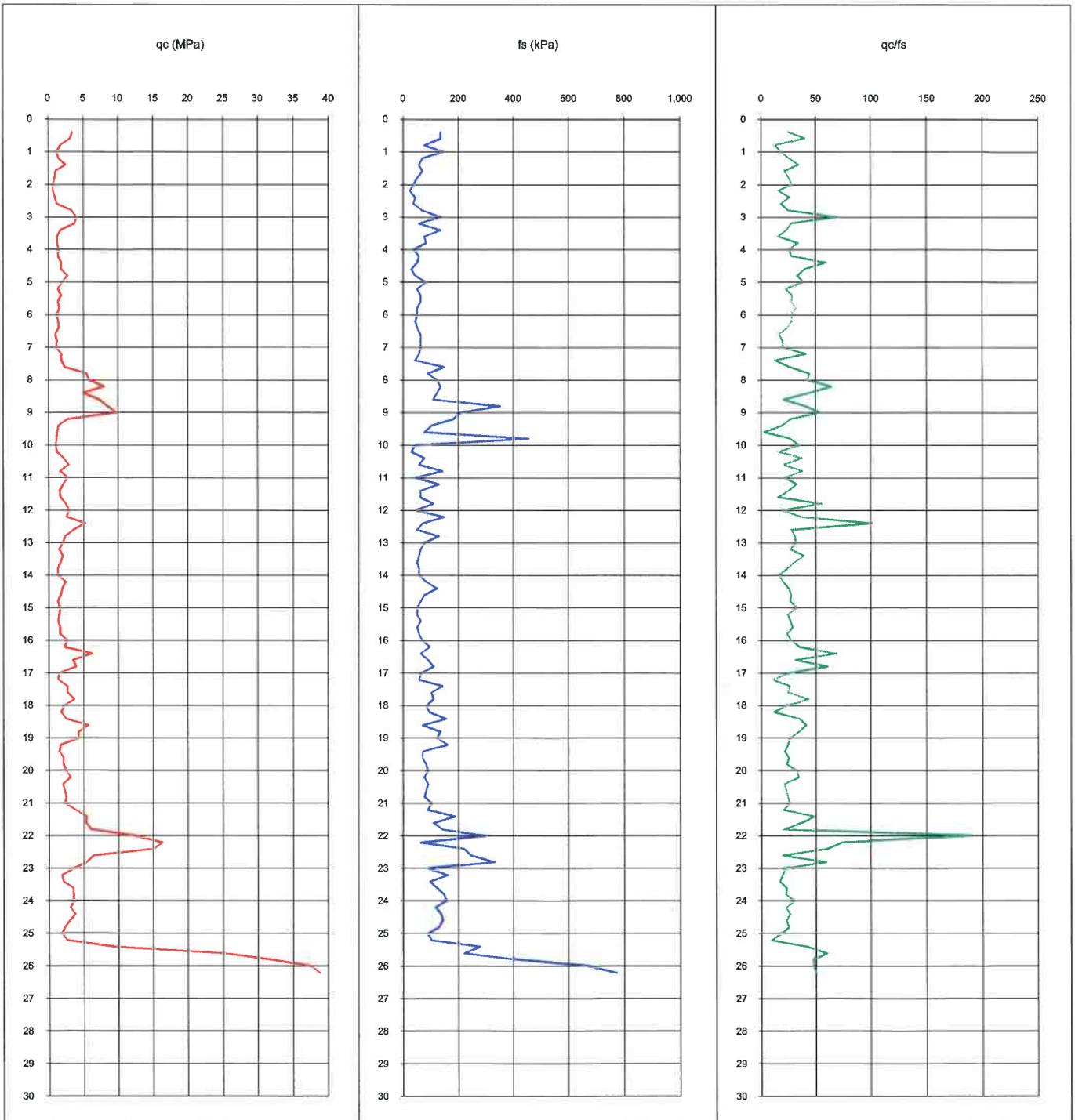
COMMITTENTE: **Incoss Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
 PROVA: **CPT 3** del **18-10-19** FALDA: **2.30** m da p.c.
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190752/19 del 21/10/19**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	1.23	78.43	15.68	20.20	3.13	65.36	34.22
0.40	3.45	137.25	25.10	10.40	2.21	58.82	37.57	20.40	2.05	104.58	20.94
0.60	3.15	84.97	40.18	10.60	2.90	143.79	20.14	20.60	2.05	281.05	26.18
0.80	1.78	104.58	12.37	10.80	1.72	45.75	37.59	20.80	2.54	450.98	24.32
1.00	1.30	104.58	18.11	11.00	2.81	130.72	21.51	21.00	2.36	300.65	25.80
1.20	1.50	71.90	25.47	11.20	2.13	65.36	32.52	21.20	3.83	163.40	20.21
1.40	2.48	45.75	34.47	11.40	1.64	65.36	25.02	21.40	5.40	405.23	48.60
1.60	1.11	52.29	21.15	11.60	1.73	111.11	15.60	21.60	5.30	228.76	36.87
1.80	1.01	39.22	25.70	11.80	2.52	45.75	55.03	21.80	5.99	91.50	19.92
2.00	0.73	78.43	27.83	12.00	2.92	150.33	19.45	22.00	12.47	52.29	190.83
2.20	0.73	52.29	15.90	12.20	2.63	71.90	36.57	22.20	16.30	65.36	73.33
2.40	1.02	104.58	26.05	12.40	5.28	52.29	100.91	22.40	15.02	65.36	60.48
2.60	1.32	52.29	18.30	12.60	3.61	130.72	27.62	22.60	6.39	137.25	19.18
2.80	3.37	39.22	24.59	12.80	2.43	78.43	31.03	22.80	5.41	169.93	59.17
3.00	4.07	32.68	69.27	13.00	2.06	65.36	31.44	23.00	3.56	209.15	21.82
3.20	3.78	19.61	27.54	13.20	1.56	58.82	26.60	23.20	1.90	111.11	19.36
3.40	1.82	26.14	23.20	13.40	2.06	52.29	39.30	23.40	2.09	98.04	16.86
3.60	1.33	32.68	15.65	13.60	1.76	58.82	29.94	23.60	3.47	98.04	23.06
3.80	1.33	26.14	33.90	13.80	1.37	58.82	23.27	23.80	3.56	98.04	22.73
4.00	1.54	98.04	26.17	14.00	1.38	84.97	16.27	24.00	3.56	111.11	30.30
4.20	1.44	98.04	27.56	14.20	2.46	124.18	19.82	24.20	3.09	78.43	22.50
4.40	1.93	58.82	59.10	14.40	1.97	78.43	25.13	24.40	3.77	84.97	26.25
4.60	1.83	65.36	40.07	14.60	1.77	65.36	27.15	24.60	2.99	78.43	22.88
4.80	2.81	78.43	33.12	14.80	1.38	52.29	26.44	24.80	2.30	84.97	25.18
5.00	2.04	111.11	39.08	15.00	1.69	52.29	32.33	25.00	1.91	104.58	18.28
5.20	1.45	143.79	22.26	15.20	1.59	65.36	24.36	25.20	2.61	150.33	9.29
5.40	1.85	91.50	28.26	15.40	1.40	52.29	26.70	25.40	9.28	163.40	41.75
5.60	1.45	71.90	27.83	15.60	1.69	58.82	28.74	25.60	25.06	65.36	59.92
5.80	1.65	91.50	31.58	15.80	1.69	71.90	23.51	25.80	32.02	143.79	47.57
6.00	1.27	52.29	27.82	16.00	2.68	98.04	27.38	26.00	37.42	137.25	48.51
6.20	1.47	32.68	28.09	16.20	2.29	65.36	35.07	26.20	38.70	84.97	50.18
6.40	1.57	26.14	23.97	16.40	6.21	91.50	67.91	26.40			
6.60	1.08	52.29	16.47	16.60	3.47	111.11	31.22	26.60			
6.80	1.27	45.75	19.47	16.80	3.96	65.36	60.57	26.80			
7.00	1.19	58.82	20.20	17.00	1.52	58.82	25.87	27.00			
7.20	1.87	65.36	40.97	17.20	1.42	143.79	9.90	27.20			
7.40	1.87	111.11	12.47	17.40	2.70	104.58	25.80	27.40			
7.60	2.36	45.75	25.84	17.60	2.70	111.11	24.28	27.60			
7.80	5.50	58.82	44.31	17.80	3.68	84.97	43.29	27.80			
8.00	5.81	124.18	42.33	18.00	2.22	98.04	22.66	28.00			
8.20	7.97	130.72	64.15	18.20	1.83	156.86	11.66	28.20			
8.40	4.93	71.90	44.35	18.40	2.52	71.90	34.99	28.40			
8.60	7.28	65.36	20.63	18.60	5.65	137.25	41.19	28.60			
8.80	8.46	52.29	40.43	18.80	4.28	124.18	34.47	28.80			
9.00	9.84	39.22	53.79	19.00	4.29	163.40	26.28	29.00			
9.20	2.78	130.72	26.63	19.20	1.75	71.90	24.28	29.20			
9.40	1.51	84.97	19.25	19.40	1.55	71.90	21.55	29.40			
9.60	1.31	71.90	2.87	19.60	2.14	84.97	25.16	29.60			
9.80	1.22	32.68	26.57	19.80	2.14	91.50	23.36	29.80			
10.00	1.13	39.22	34.62	20.00	2.54	78.43	32.43	30.00			

COMMITTENTE: **Incos Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**

PROVA: **CPT 3** del **18-10-19**
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190752/19 del 21/10/19**

FALDA: **2.30** m da p.c.



COMMITTENTE: **Incos Italia S.p.a**
CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
PROVA: **CPT 3** del **18-10-19** FALDA: **2.30** m da p.c.
COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190752/19 del 21/10/19**

PLANIMETRIA

Località: Via G. Solda' - Vicenza

LAT. (WGS 84): 45.545697°

LONG. (WGS 84): 11.511595°



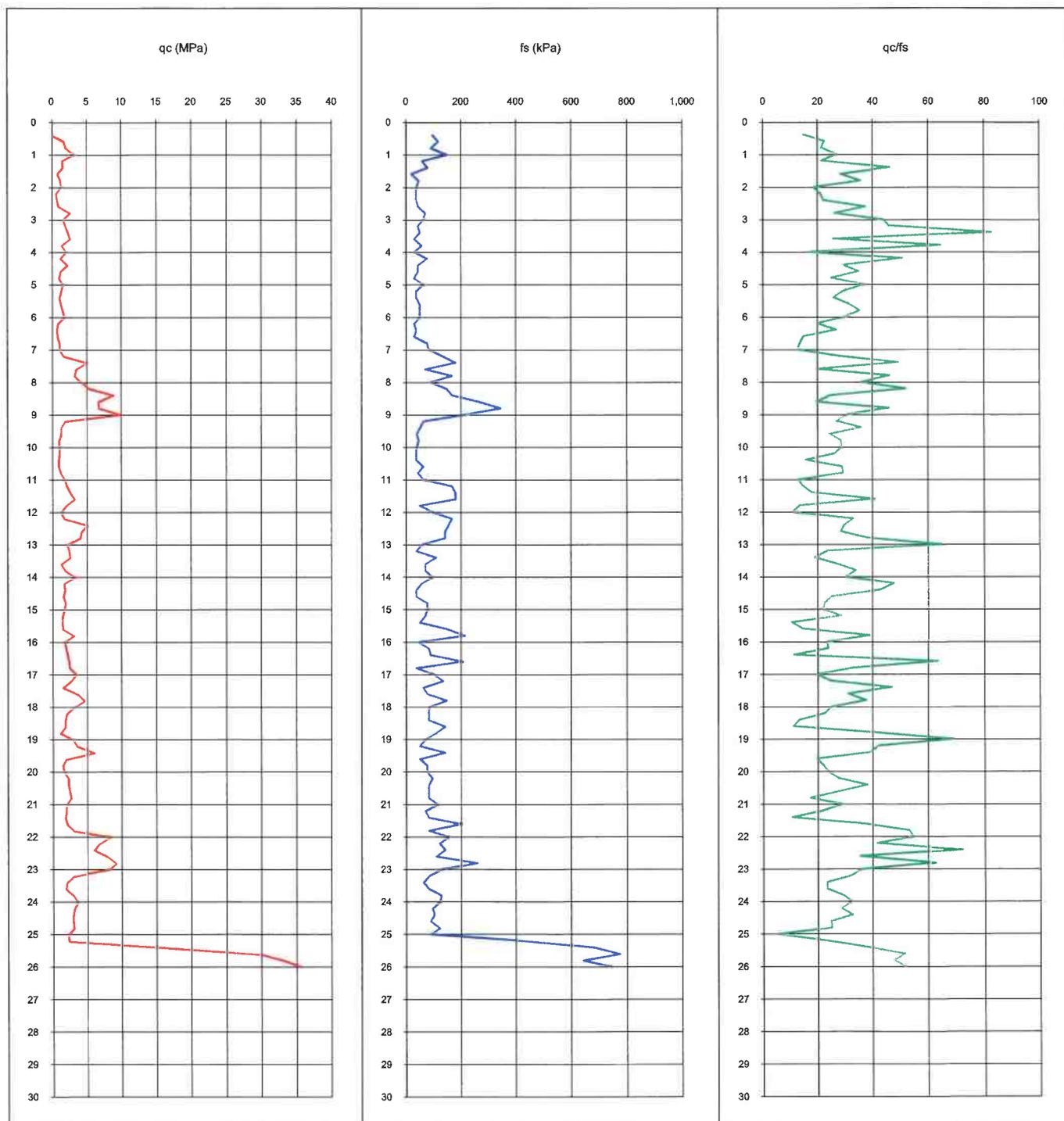
COMMITTENTE: **Incoss Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
 PROVA: **CPT 4** del **18-10-19** FALDA: **2.00 m da p.c.**
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190753/19 del 21/10/19**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	1.03	39.22	26.35	20.20	2.35	65.36	27.63
0.40	1.78	137.25	15.12	10.40	1.03	65.36	15.81	20.40	2.74	104.58	38.10
0.60	2.07	84.97	22.65	10.60	1.33	45.75	29.02	20.60	2.54	281.05	29.93
0.80	3.25	104.58	21.61	10.80	1.92	65.36	29.31	20.80	2.05	450.98	17.45
1.00	1.60	104.58	27.13	11.00	2.22	169.93	13.09	21.00	2.07	300.65	28.75
1.20	1.69	71.90	21.60	11.20	2.71	183.01	14.83	21.20	1.87	163.40	22.02
1.40	0.91	45.75	46.40	11.40	3.30	183.01	18.04	21.40	2.16	405.23	10.68
1.60	1.30	52.29	28.46	11.60	2.13	52.29	40.65	21.60	3.15	228.76	37.02
1.80	1.40	39.22	35.70	11.80	1.34	98.04	13.68	21.80	8.34	91.50	53.18
2.00	0.73	78.43	18.55	12.00	1.85	169.93	10.86	22.00	6.79	52.29	54.65
2.20	0.83	52.29	21.05	12.20	5.18	156.86	33.01	22.20	6.00	65.36	41.74
2.40	1.02	104.58	22.33	12.40	4.30	143.79	29.88	22.40	7.96	65.36	71.67
2.60	2.69	52.29	37.39	12.60	4.10	143.79	28.51	22.60	9.24	137.25	35.33
2.80	1.71	39.22	26.13	12.80	2.24	58.82	38.04	22.80	8.16	169.93	62.42
3.00	2.02	32.68	44.06	13.00	2.55	39.22	64.90	23.00	3.07	209.15	36.19
3.20	2.41	19.61	46.05	13.20	2.64	111.11	23.79	23.20	2.09	111.11	32.04
3.40	2.70	26.14	82.68	13.40	1.37	71.90	19.04	23.40	2.00	98.04	23.49
3.60	1.53	32.68	25.93	13.60	1.96	71.90	27.22	23.60	3.07	98.04	23.52
3.80	2.11	26.14	64.68	13.80	3.33	98.04	33.96	23.80	3.66	98.04	29.50
4.00	1.34	98.04	17.13	14.00	1.77	58.82	30.17	24.00	3.17	111.11	32.36
4.20	2.32	98.04	50.79	14.20	1.87	39.22	47.75	24.20	2.99	78.43	28.60
4.40	1.34	58.82	29.36	14.40	1.68	39.22	42.75	24.40	2.99	84.97	32.68
4.60	1.15	65.36	35.10	14.60	1.97	78.43	25.13	24.60	3.09	78.43	24.87
4.80	1.64	78.43	25.05	14.80	1.77	78.43	22.63	24.80	2.30	84.97	25.18
5.00	1.45	111.11	37.10	15.00	1.59	71.90	22.15	25.00	2.40	104.58	5.57
5.20	1.16	143.79	29.60	15.20	1.49	52.29	28.58	25.20	16.24	150.33	23.89
5.40	1.36	91.50	25.95	15.40	1.59	150.33	10.59	25.40	29.57	163.40	38.34
5.60	1.65	71.90	31.58	15.60	3.16	215.69	14.66	25.60	33.00	65.36	51.53
5.80	1.85	91.50	35.33	15.80	1.79	45.75	39.09	25.80	35.55	143.79	47.72
6.00	0.98	52.29	29.94	16.00	2.00	84.97	23.52	26.00	38.49	137.25	51.66
6.20	0.78	32.68	19.95	16.20	2.19	91.50	23.98	26.20			
6.40	0.88	26.14	26.94	16.40	2.39	209.15	11.43	26.40			
6.60	1.17	52.29	14.98	16.60	2.49	39.22	63.45	26.60			
6.80	1.17	45.75	13.82	16.80	3.47	104.58	33.17	26.80			
7.00	1.78	58.82	12.94	17.00	2.70	137.25	19.66	27.00			
7.20	5.11	65.36	27.92	17.20	1.62	65.36	24.78	27.20			
7.40	3.54	111.11	49.26	17.40	3.68	78.43	46.90	27.40			
7.60	3.35	45.75	19.69	17.60	4.66	150.33	30.99	27.60			
7.80	4.23	58.82	46.20	17.80	3.19	84.97	37.52	27.80			
8.00	5.42	124.18	36.04	18.00	2.12	84.97	24.99	28.00			
8.20	8.85	130.72	52.07	18.20	1.93	84.97	22.69	28.20			
8.40	6.69	71.90	24.97	18.40	1.93	143.79	13.41	28.40			
8.60	6.79	65.36	19.60	18.60	1.24	111.11	11.17	28.60			
8.80	9.93	52.29	46.03	18.80	3.01	71.90	41.81	28.80			
9.00	2.00	39.22	30.60	19.00	3.61	52.29	69.00	29.00			
9.20	1.41	130.72	27.00	19.20	6.06	143.79	42.14	29.20			
9.40	1.41	84.97	36.00	19.40	2.04	52.29	39.00	29.40			
9.60	1.12	71.90	24.43	19.60	1.55	78.43	19.75	29.60			
9.80	1.12	32.68	28.50	19.80	1.75	78.43	22.25	29.80			
10.00	1.13	39.22	28.85	20.00	2.35	98.04	23.94	30.00			

COMMITTENTE: **Incos Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**

PROVA: **CPT 4** del **18-10-19**
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190753/19 del 21/10/19**

FALDA: **2.00** m da p.c.



COMMITTENTE: **Incoss Italia S.p.a**
CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
PROVA: **CPT 4** del **18-10-19** FALDA: **2.00** m da p.c.
COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190753/19 del 21/10/19**

PLANIMETRIA

Località: Via G. Solda' - Vicenza

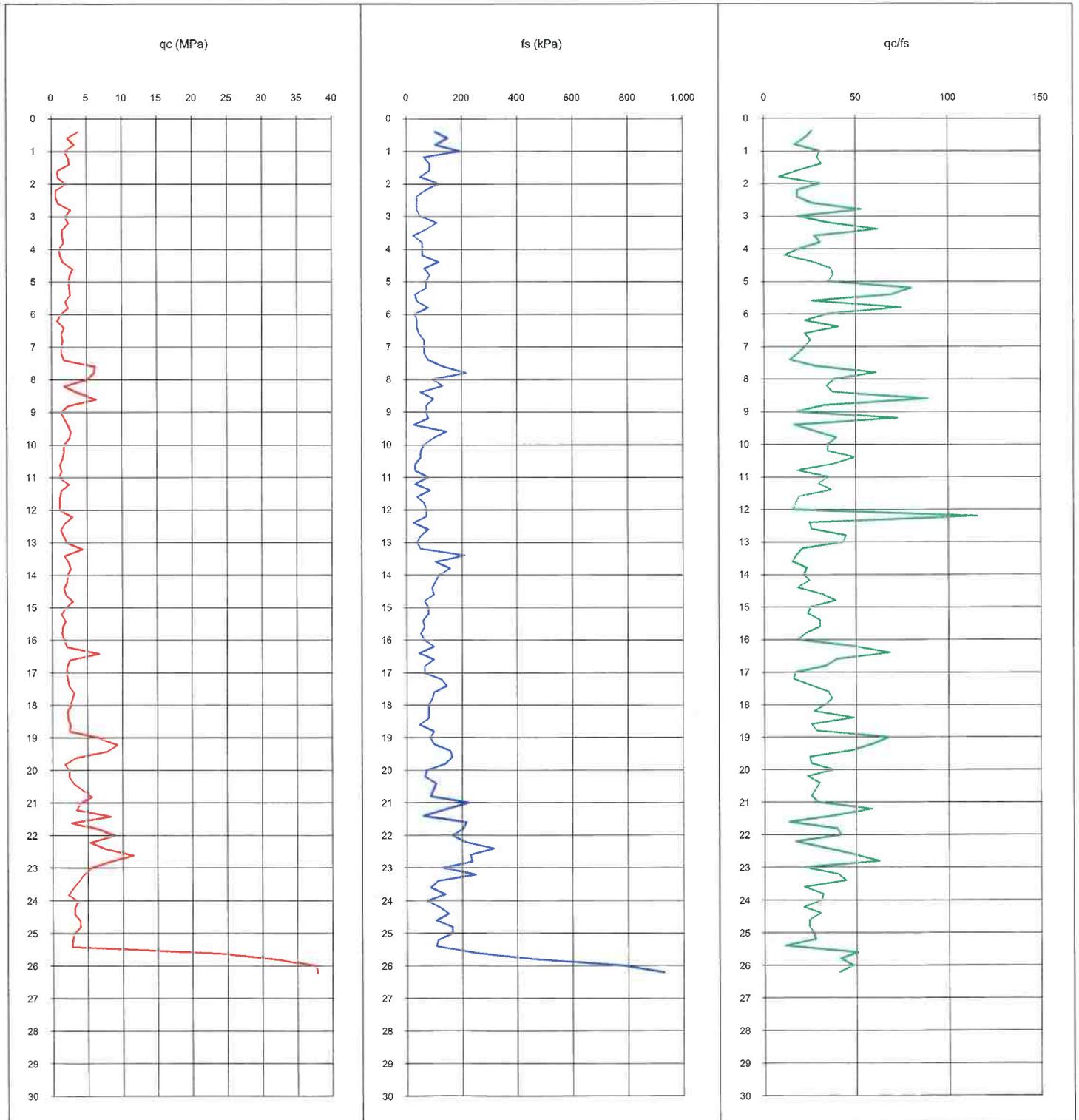
LAT. (WGS 84): 45.545335°
LONG. (WGS 84): 11.511853°



COMMITTENTE: **Incoss Italia S.p.a**
 CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
 PROVA: **CPT 5** del **16-10-19** FALDA: **2.40 m da p.c.**
 COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190754/19 del 21/10/19**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	1.82	52.29	34.76	20.20	2.45	65.36	23.38
0.40	3.94	137.25	26.18	10.40	1.62	32.68	49.62	20.40	3.13	104.58	29.95
0.60	2.37	84.97	22.63	10.60	1.23	32.68	37.62	20.60	3.03	281.05	35.70
0.80	3.35	104.58	17.07	10.80	1.43	78.43	18.18	20.80	5.68	450.98	25.56
1.00	1.99	104.58	30.42	11.00	1.15	32.68	35.04	21.00	4.03	300.65	29.34
1.20	2.48	71.90	29.17	11.20	2.52	84.97	29.63	21.20	3.44	163.40	58.47
1.40	2.67	45.75	31.48	11.40	1.44	39.22	36.70	21.40	8.34	405.23	38.67
1.60	1.01	52.29	19.28	11.60	1.24	65.36	19.02	21.60	2.75	228.76	13.59
1.80	1.01	39.22	8.57	11.80	1.24	71.90	17.29	21.80	6.48	91.50	39.65
2.00	2.20	78.43	30.57	12.00	1.16	71.90	16.12	22.00	8.75	52.29	41.82
2.20	0.73	52.29	18.55	12.20	3.02	26.14	115.58	22.20	5.41	65.36	17.26
2.40	0.73	104.58	18.55	12.40	1.94	78.43	24.78	22.40	7.57	65.36	33.10
2.60	1.02	52.29	26.05	12.60	1.36	52.29	25.91	22.60	11.49	137.25	48.84
2.80	2.79	39.22	53.29	12.80	1.75	39.22	44.55	22.80	8.16	169.93	62.42
3.00	2.02	32.68	18.14	13.00	2.25	52.29	43.05	23.00	5.43	209.15	21.85
3.20	2.51	19.61	34.86	13.20	4.41	209.15	21.08	23.20	4.45	111.11	40.03
3.40	1.62	26.14	62.10	13.40	1.86	104.58	17.78	23.40	3.76	98.04	44.26
3.60	1.62	32.68	27.60	13.60	2.45	156.86	15.60	23.60	2.98	98.04	21.69
3.80	1.82	26.14	30.93	13.80	2.74	117.65	23.30	23.80	2.29	98.04	31.86
4.00	1.15	98.04	19.50	14.00	2.26	104.58	21.66	24.00	3.66	111.11	31.14
4.20	1.34	98.04	11.42	14.20	2.26	91.50	24.75	24.20	3.19	78.43	21.20
4.40	1.74	58.82	26.55	14.40	1.77	98.04	18.10	24.40	3.19	84.97	30.47
4.60	3.11	65.36	36.58	14.60	2.07	65.36	31.65	24.60	3.97	78.43	24.30
4.80	2.72	78.43	37.77	14.80	3.05	78.43	38.88	24.80	3.97	84.97	24.30
5.00	2.53	111.11	35.24	15.00	1.98	78.43	25.30	25.00	2.99	104.58	26.91
5.20	2.63	143.79	80.52	15.20	1.40	58.82	23.74	25.20	2.91	150.33	27.79
5.40	2.73	91.50	69.60	15.40	1.98	65.36	30.36	25.40	2.81	163.40	11.31
5.60	2.04	71.90	26.05	15.60	1.59	52.29	30.45	25.60	23.89	65.36	50.76
5.80	2.44	91.50	74.52	15.80	1.49	65.36	22.86	25.80	32.42	143.79	41.33
6.00	1.37	52.29	34.95	16.00	1.80	98.04	18.38	26.00	37.61	137.25	47.96
6.20	0.88	32.68	22.45	16.20	2.19	45.75	47.96	26.20			
6.40	1.86	26.14	40.67	16.40	6.70	98.04	68.38	26.40			
6.60	1.47	52.29	22.47	16.60	2.59	65.36	39.57	26.60			
6.80	1.66	45.75	25.47	16.80	2.19	65.36	33.57	26.80			
7.00	1.48	58.82	22.68	17.00	2.11	124.18	16.99	27.00			
7.20	1.48	65.36	18.90	17.20	2.31	143.79	16.04	27.20			
7.40	1.87	111.11	14.34	17.40	2.50	98.04	25.52	27.40			
7.60	6.19	45.75	28.69	17.60	3.19	91.50	34.84	27.60			
7.80	5.99	58.82	61.12	17.80	2.89	78.43	36.90	27.80			
8.00	5.03	124.18	38.45	18.00	2.61	78.43	33.33	28.00			
8.20	1.79	130.72	34.24	18.20	2.12	78.43	27.08	28.20			
8.40	3.65	71.90	37.26	18.40	2.22	45.75	48.56	28.40			
8.60	6.40	65.36	88.99	18.60	2.52	98.04	25.66	28.60			
8.80	2.38	52.29	33.08	18.80	2.42	84.97	28.46	28.80			
9.00	1.41	39.22	18.00	19.00	6.65	98.04	67.80	29.00			
9.20	1.90	130.72	72.75	19.20	9.29	156.86	59.25	29.20			
9.40	2.39	84.97	16.64	19.40	7.82	163.40	47.88	29.40			
9.60	2.78	71.90	28.40	19.60	3.41	137.25	24.86	29.60			
9.80	2.59	32.68	39.60	19.80	1.84	71.90	25.64	29.80			
10.00	1.82	39.22	34.76	20.00	2.45	65.36	37.41	30.00			

COMMITTENTE: Incos Italia S.p.a
CANTIERE: Vicenza - Via G. Soldà
PROVA: CPT 5 del 16-10-19 **FALDA:** 2.40 m da p.c.
COMMESSA: 185/19 C. SITO N°: SF190754/19 del 21/10/19



COMMITTENTE: **Incoss Italia S.p.a**
CANTIERE: **Vicenza - Via G. Soldà**
PROVA: **CPT 5** del **16-10-19** FALDA: **2.40** m da p.c.
COMMESSA: **185/19** C. SITO N°: **SF190754/19 del 21/10/19**

PLANIMETRIA

Località: Via G. Soldà - Vicenza

LAT. (WGS 84): 45.545216°

LONG. (WGS 84): 11.510709°

