



## **StudioTondi**

Via P.G. Martini n° 38/F  
40134 Bologna  
Tel - Fax: +39 051 6144617  
Mob: +39 339 2587461  
www.studio-tondi.it - [luca@studio-tondi.it](mailto:luca@studio-tondi.it)

# **COMUNE DI SAN PIETRO IN CASALE**

**PROVINCIA DI BOLOGNA**

**RICHIESTA DI INSERIMENTO NEL PIANO OPERATIVO  
COMUNALE (POC) DI AREE RICADENTI NELL'AREALE N° 2  
"Borgo Armando Vaccari"**

# **STUDIO GEOLOGICO**

**DOTT. GEOLOGO LUCA TONDI**



**BOLOGNA – DICEMBRE 2012**



## INDICE

<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO MORFOLOGICO.....</b>	<b>1</b>
<b>INDAGINI DI CAMPAGNA E STRATIGRAFIA .....</b>	<b>2</b>
PROVE PENETROMETRICHE C.P.T. ....	2
<b>CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE .....</b>	<b>3</b>
<b>INDAGINI SISMICHE, CATEGORIA DEI TERRENI, PGA .....</b>	<b>3</b>
<b>CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA.....</b>	<b>5</b>
CLASSIFICAZIONE SISMICA SECONDO L'O.P.C.M. N° 3274 DEL 20 MARZO 2003 .....	5
EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA .....	8
SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI .....	8
<b>INDICAZIONI SULLE TIPOLOGIE DELLE STRUTTURE FONDALI .....</b>	<b>9</b>
<b>CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI.....</b>	<b>10</b>

Tavole a fine testo

## **PREMESSA**

A seguito di incarico professionale ricevuto è stata effettuata un'indagine geologica su terreno sito nel Comune di San Pietro in Casale (Bo) fra le vie De Zaiacomo e A .Stagni.

Scopo dell'indagine è stato quello di stabilire la compatibilità alle nuove destinazioni urbanistiche, dei comparti ricadenti nell'areale n° 2 "Borgo Armando Vaccari", in seguito alla loro richiesta di inserimento nel POC.

Lo studio ha avuto inizio con l'effettuazione di un sopralluogo atto ad inquadrare la zona dal punto di vista geologico-geomorfologico; successivamente per la determinazione delle caratteristiche dei terreni si sono effettuate n° 2 prove penetrometriche statiche (C.P.T.) Per inquadrare l'area dal punto di vista sismico si è consultato lo studio di micro zonizzazione sismica contenuto nel PSC del Comune di San Pietro in Casale, durante il corso del quale sono state eseguite indagini sismiche nelle vicinanze dei lotti oggetto di studio.

Lo studio geologico è stato eseguito in accordo con le normative di seguito elencate:

- Norme tecniche per le costruzioni: Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008)
- Circolare Cons. Sup.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008 -bozza aggiornata al 7 marzo 2008
- Circolare Cons. Sup.LL.PP. N° 617/2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- Ordinanza PCM 3274 (20/03/2003): primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003)

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO MORFOLOGICO**

L'area oggetto di studio, inserita nelle C.T.R. n. 203052 e 203091, ricade nella zona della bassa pianura bolognese ad una quota di circa 16 m s.l.m., ed è caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante con gradienti topografici molto modesti. La zona, dal punto di vista geo-strutturale, si colloca in corrispondenza di una geosinclinale subsidente, colmata da materiali alluvionali abbandonati dai corsi d'acqua sfocianti dalle valli appenniniche. I sedimenti continentali accumulati nel corso del Quaternario, raggiungono spessori dell'ordine 150 ÷ 200 m. (Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna)

I terreni che caratterizzano il primo sottosuolo sono rappresentati da sedimenti di origine fluvio-palustre depositati in massima parte dal Fiume Reno, ovverosia depositi alluvionali aventi la tipica struttura a lenti incrociate, formati da strati di materiali a granulometria fine e/o finissima (limi e argille) di spessore decimetrico, intercalati a strati di materiali più grossolani ( limi sabbiosi e sabbie).

Da quel che si evince dalla lettura della Carta Geologica di pianura dell'Emilia-Romagna (a cura di R.E.R. – Servizio Sistemi Informativi Geografici – Ufficio Geologico - scala 1:250.000) i terreni caratterizzanti l'area sono rappresentati da *"Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale ed argine prossimale"* (vedi tav. 3).

## **INDAGINI DI CAMPAGNA E STRATIGRAFIA**

Allo scopo di definire le caratteristiche dei terreni e la stratigrafia, sono state effettuate n° 2 prove penetrometriche statiche C.P.T. spinte fino alla profondità massima di - 15.0 m dal p.c..

### ***Prove penetrometriche C.P.T.***

Le indagini sono state ubicate in modo da essere rappresentative per la zona indagata compatibilmente con l'accessibilità del sito ai mezzi (per l'ubicazione vedi tav. n° 4).

Le prove sono state eseguite con apparecchiatura statica di tipo " Gouda " (SP120C "Deep-Drill") dotata di punta standard tipo Begemann (punta conica con angolo di apertura di 60° ed una sezione di 10 cm<sup>2</sup>) e del manicotto di frizione " Friction Jacket " per la misura della resistenza di attrito laterale locale. I valori ottenuti sono riportati nei diagrammi a fine testo dove figurano:

1. La curva di resistenza alla punta **qc** che si riferisce ai valori della resistenza offerta dal terreno all'avanzamento della punta conica.
2. La curva **fs** che si riferisce alla resistenza di attrito locale misurata mediante il manicotto di frizione.

Dai valori ottenuti si può risalire alla litologia dei terreni attraversati secondo la teoria di Schmertmann in base ai rapporti tra **qc** e **fs** (vedi tabelle allegate a fine testo). A tal riguardo si vuol sottolineare che tale teoria fa tendere ad una sottostima della granulometria dei depositi che non sono saturi, ragion per cui nella sintesi del quadro litostratigrafico sotto riportato si è tenuto conto di tale fattore.

Dall'elaborazione dei dati reperiti si è estrapolata la seguente stratigrafia:

Unità' Litostratigrafica	PROFONDITA'	LITOLOGIA	Qc ( Kg/cm <sup>2</sup> )
A	da 0.0 m a -0.6 m (CPT1) da 0.0 m a -1.6 m (CPT2)	Terreno vegetale / terreno rimaneggiato	-
B	da 0.6 m a -7.6 m (CPT1) da 1.6 m a -9.2 m (CPT2)	Alternanze di argille, limi, limi sabbiosi e sabbie limose, con presenza di livelli dotati di scadenti caratteristiche geotecniche	6 ÷ 24
C	da 7.6 m a -11.0m (CPT1) da 9.2 m a -12.0 m (CPT2)	Sabbie e sabbie limose con intercalazioni di limi sabbiosi	20 ÷ 122
D	da -11.0 m a -15.0 m (CPT1) da -12.0 m a -15.4 m (CPT2)	Limi e argille con rare intercalazioni di limi sabbiosi	10÷ 36

Tab. 1 – Interpretazione prove CPT

Dal punto di vista litostratigrafico il comparto presenta una situazione, che evidenzia il carattere comune dei processi di sedimentazione che hanno messo in posto alternanze di livelli di limi, argille, limi sabbiosi e sabbie, depositi tipici di processi sedimentari alluvionali di canale ed argine prossimale.

Si segnalano livelli moderatamente consistenti ( $q_c < 10 \text{ Kg/cm}^2$ ) di modesto spessore in tutte e due le prove nell'unità B.

### **CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE**

Nei fori di sondaggio sono state eseguite misure mediante freatimetro, ottenendo i seguenti risultati:

POSIZIONE	DATA MISURAZIONE	LIVELLO H <sub>2</sub> O riferito al p.c. (m)
CPT 1	03/12/2012	-1.80
CPT 2	03/12/2012	-2.15

Tab. 2 – Livello della falda

I livelli freatici riscontrati rivelano la presenza della falda fra -1.80 e -2.15 m. dal p.c.. Tenendo conto che la prima falda superficiale viene alimentata prevalentemente dalle acque meteoriche, tali livelli risultano soggetti ad oscillazioni legate alle condizioni climatico-stagionali.

### **INDAGINI SISMICHE, CATEGORIA DEI TERRENI, PGA**

Nell'ambito della microzonizzazione sismica del PSC di San Pietro in Casale è stata realizzata un'indagine sismica a circa 200 m a nord est del comparto studiato (vedi Fig.1).

Per le misure è stato utilizzato un tromografo digitale portatile (TROMINO), progettato specificamente per la registrazione del rumore sismico ambientale. Lo strumento è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, e permette la registrazione nel campo di frequenze 0-200 Hz.

Le misure di microtremori vengono anche utilizzate per valutazioni stratigrafiche o, alternativamente, di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ). Il metodo risulta molto semplice ed intuitivo nell'ipotesi di un sottosuolo stratificato orizzontalmente e i cui parametri variano solo con la profondità (sistema monodimensionale 1D).

I dati misurati dallo strumento elaborati ed interpretati forniscono indicazioni sulle  $VS_{30}$  e quindi sulla Categoria dei terreni secondo la nuova normativa sismica.

Facendo riferimento alla Tav. 1 della Microzonizzazione Sismica del P.S.C di San Pietro in Casale risulta che il suolo nell'area in oggetto d'intervento è ascrivibile alla categoria C (vedi figura 1):

“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  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)”.

Inoltre l'area presenta i seguenti valori del Fattore di amplificazione FA per valori di  $VS_{30}=200$ :

FA (PGA) = 1.5

FA modello= 2.5

FA SI:  $0.1 < T_0 < 0.5$  s = 1.8

FA SI:  $0.5 < T_0 < 1.0$  s = 2.5

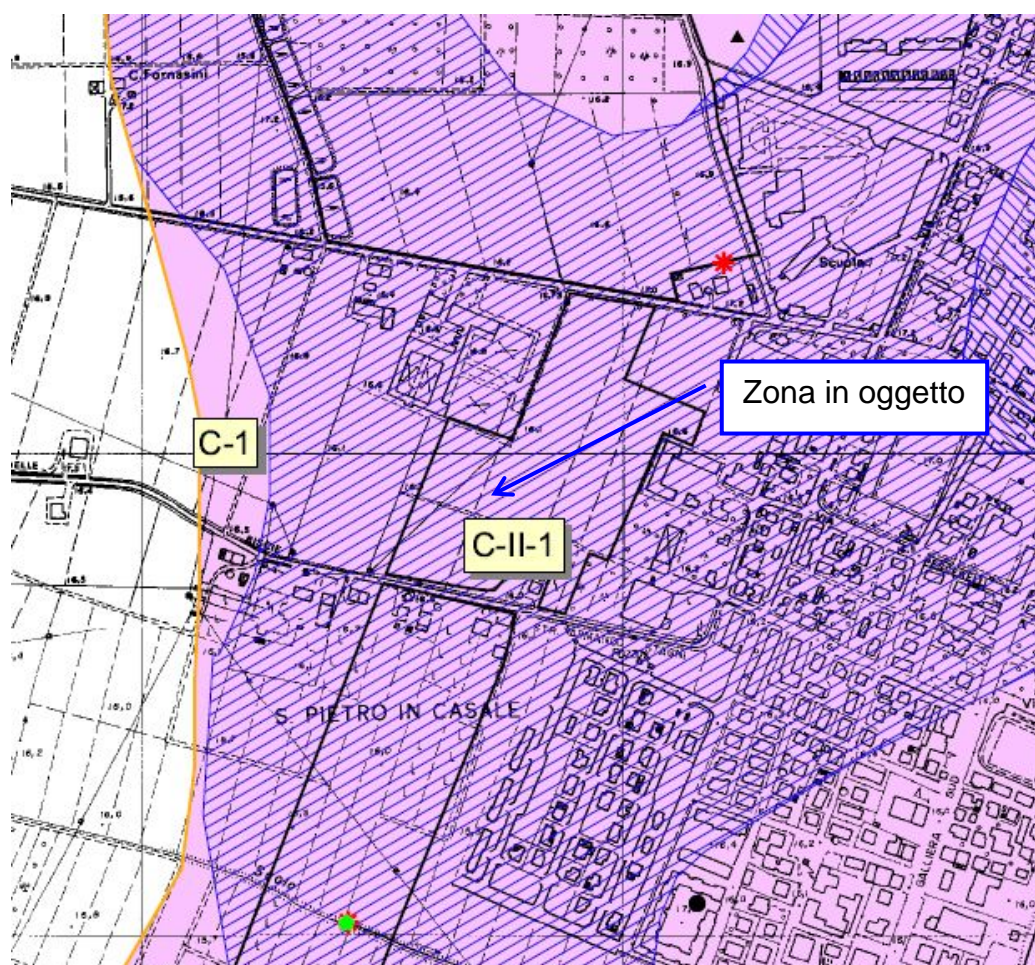


Fig. 1- Stralcio tratto da P.S.C. Microzonizzazione Sismica Tav. 1

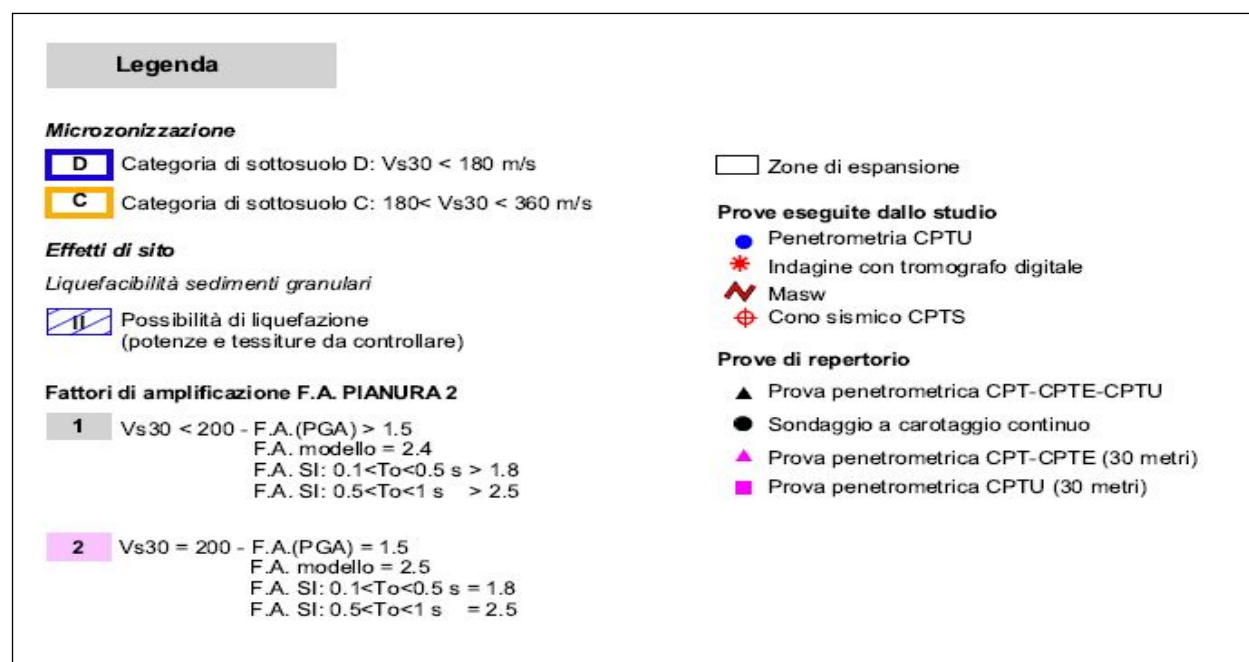


Fig. 2- Legenda - P.S.C. Microzonizzazione Sismica Tav. 1



## **CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA**

### ***Classificazione sismica secondo l'O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003***

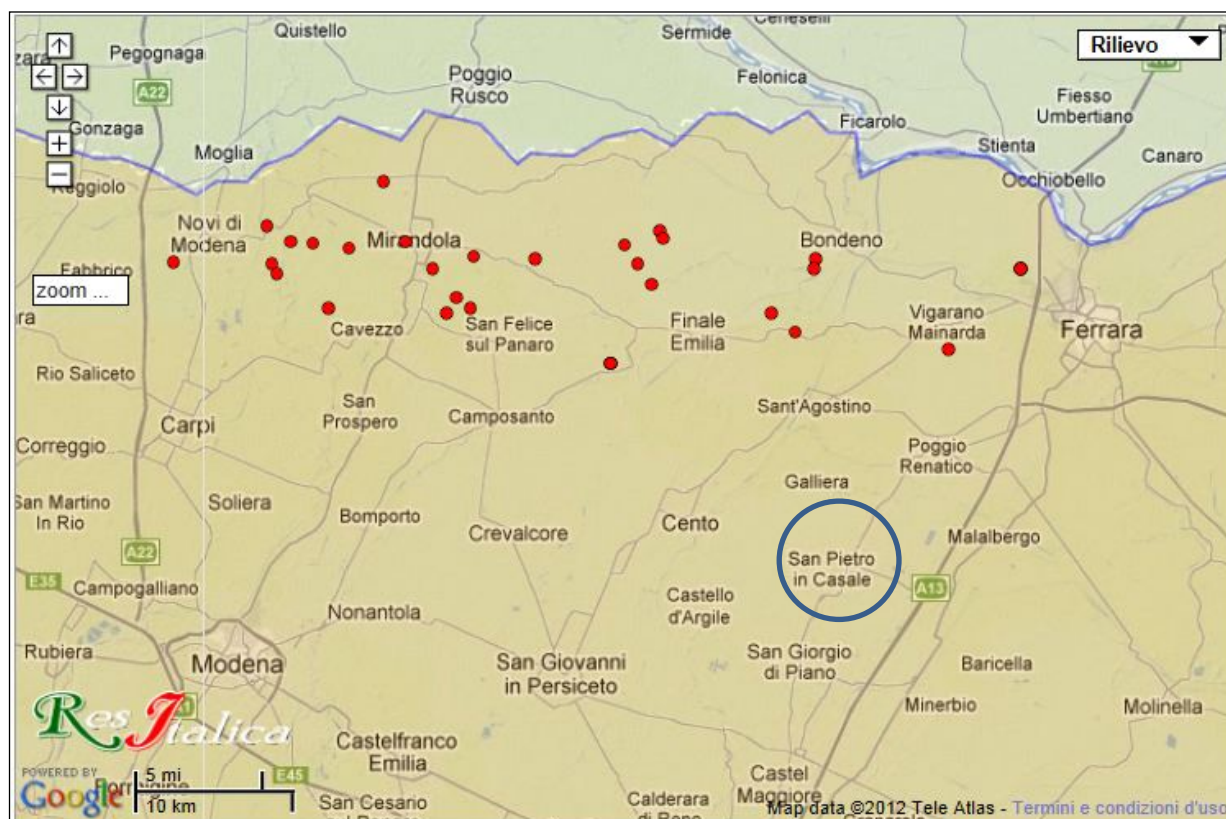
Secondo la classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n° 3274, il comune di San Pietro in Casale viene classificato in Zona 3.

### **Storia sismica dell'area**

Dalla consultazione della Carta degli epicentri dei terremoti della Regione Emilia Romagna per classi di Magnitudo (I.G.N., Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, 1999 ), si evince che la località di Maccaretolo non è stata interessata storicamente da terremoti di alta intensità.

Dall'elenco dei terremoti storici tratto da *Resitalica*, si deduce che durante gli eventi sismici più importanti, avvenuti in un raggio di 30 km dalla zona oggetto di studio, i due terremoti più significativi sono avvenuti, uno nel comune di Molinella 1796 dove si sono avute magnitudo di 5,63 maw e il secondo nel comune di Finale Emilia nel 2012, dove si sono registrate magnitudo di 5,9 maw. Nei comuni confinanti, si hanno notizie di eventi sismici anche recenti, maggio 2012, con magnitudo tra 3 e 4.9 maw.

A seguito viene riportato una mappatura delle magnitudo registrate superiori a maw 4 e relativa tabella tratto da *Resitalica*;



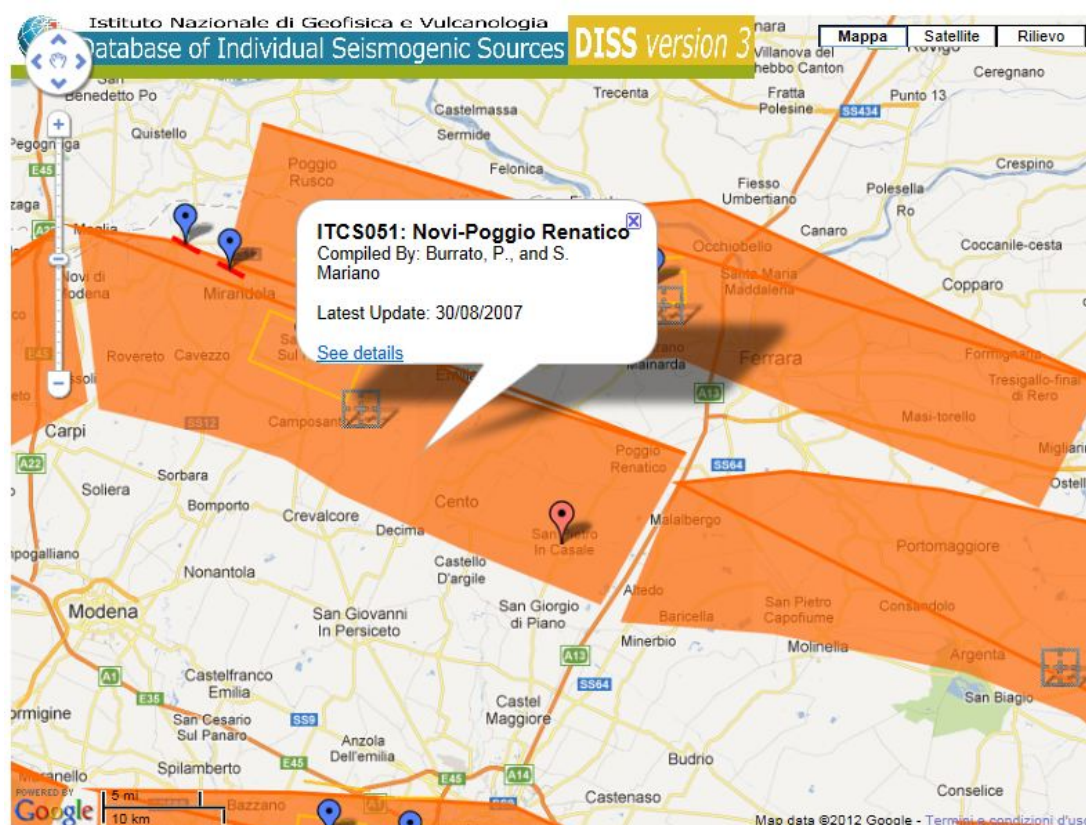
ora UTC	maw zona	comune
32) 31/5 19:4:4	<b>4,2</b> I Terzi	CONCORDIA SULLA SEC... (MO)
31) 31/5 14:58:21	<b>4,0</b> ROLO	ROLO (RE)
30) 29/5 11:7:5	<b>4,0</b> Castello Sant'Ant...	MEDOLLA (MO)
29) 29/5 11:0:25	<b>5,2</b> Borgoferro	NOVI DI MODENA (MO)
28) 29/5 11:0:2	<b>4,9</b> Borgoferro	NOVI DI MODENA (MO)
27) 29/5 10:55:57	<b>5,3</b> SAN POSSIDONIO	SAN POSSIDONIO (MO)
26) 29/5 9:30:21	<b>4,2</b> San Martino	MIRANDOLA (MO)
25) 29/5 8:40:58	<b>4,2</b> I Livelli	CONCORDIA SULLA SEC... (MO)
26) 29/5 9:30:21	<b>4,2</b> San Martino	MIRANDOLA (MO)
25) 29/5 8:40:58	<b>4,2</b> I Livelli	CONCORDIA SULLA SEC... (MO)
24) 29/5 8:27:23	<b>4,7</b> Ridotta Modena	SAN FELICE SUL PANA... (MO)
23) 29/5 8:25:51	<b>4,5</b> Molino Banfi	NOVI DI MODENA (MO)
22) 29/5 7:9:54	<b>4,1</b> Fossa	CONCORDIA SULLA SEC... (MO)
21) 29/5 7:7:21	<b>4,0</b> Disvetro	CAVEZZO (MO)
20) 29/5 7:0:3	<b>5,8</b> Corte Wegman	MEDOLLA (MO)
19) 27/5 18:18:45	<b>4,0</b> Mortizzuolo-Ponte...	MIRANDOLA (MO)
18) 25/5 13:14:5	<b>4,0</b> I Gazzuoli	MIRANDOLA (MO)
17) 23/5 21:41:18	<b>4,3</b> Viarovere	FINALE EMILIA (MO)
16) 21/5 16:37:31	<b>4,1</b> Casumaro	FINALE EMILIA (MO)
15) 20/5 17:37:14	<b>4,5</b> Serragliolo	BONDENO (FE)
14) 20/5 13:21:6	<b>4,1</b> Punta	BONDENO (FE)
13) 20/5 13:18:2	<b>5,1</b> Conventone	VIGARANO MAINARDA (FE)
12) 20/5 9:13:21	<b>4,2</b> La Palazzina	FINALE EMILIA (MO)
11) 20/5 3:2:50	<b>4,9</b> La Scavrona	SAN FELICE SUL PANA... (MO)
10) 20/5 2:39:10	<b>4,0</b> Fruttarola	FINALE EMILIA (MO)
9) 20/5 2:35:37	<b>4,0</b> Ca' Pontoni	VIGARANO MAINARDA (FE)
8) 20/5 2:35:37	<b>4,0</b> Ca' Pontoni	VIGARANO MAINARDA (FE)
7) 20/5 2:35:37	<b>4,0</b> Ca' Pontoni	VIGARANO MAINARDA (FE)
6) 20/5 2:12:42	<b>4,3</b> Ca' Bianca	CAMPOSANTO (MO)
5) 20/5 2:12:42	<b>4,3</b> Ca' Bianca	CAMPOSANTO (MO)
4) 20/5 2:12:42	<b>4,3</b> Ca' Bianca	CAMPOSANTO (MO)
3) 20/5 2:11:46	<b>4,3</b> Casumaro	BONDENO (FE)
2) 20/5 2:3:53	<b>5,9</b> Rosse	FINALE EMILIA (MO)
1) 19/5 23:13:27	<b>4,1</b> Forna	BONDENO (FE)

- Elenco dei terremoti storici per la località di Maccaretolo tratto da Resitalica.it

### **Zone sismogenetiche**

Dalla consultazione della on line della Mappa sismogenetica si evince che l'area oggetto di studio ricade su una zona sismogenetica attiva; a seguito viene riportata l'ubicazione e le caratteristiche di tale zona:





**DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS051 - Novi-Poggio Renatico**

[Source Info Summary](#) [Commentary](#) [References](#) [Pictures](#)

**General information**

<b>Code</b>	ITCS051
<b>Name</b>	Novi-Poggio Renatico
<b>Compiled By</b>	Burrato, P., and S. Mariano
<b>Latest Update</b>	30/08/2007

**Parametric information**

	Parameter	Qual.	Evidence
<b>Min Depth (km)</b>	3	OD	Based on geological data from various authors.
<b>Max Depth (km)</b>	10	OD	Based on macroseismic and geological data from various authors.
<b>Strike (deg)</b>	95 - 125	OD	Based on geological data from various authors.
<b>Dip (deg)</b>	25 - 45	OD	Based on geological data from various authors.
<b>Rake (deg)</b>	80 - 100	OD	Based on geological data from various authors.
<b>Slip Rate (mm/y)</b>	0.25 - 0.5	OD	Based on geological data from Scrocca et al. (2007).
<b>Max Magnitude (Mw)</b>	5.9	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

**Q-keys:** LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

**Associated Active Faults or Folds**

#	Type	Name	Reference
78	Fault	Mirandola	Castaldini et al. [1979]
79	Fault	Canalazzo di Finale Emilia	Castaldini et al. [1979]
80	Fault	Concordia	Castaldini et al. [1979]

### **Effetti di amplificazione topografica**

Visto il contesto geologico e morfologico dell'area, come coeff. topografico si potrà considerare la classe T1.

### **Suscettibilità alla liquefazione dei terreni**

La liquefazione nei terreni denota una diminuzione di resistenza a taglio e di rigidezza, causata dall'aumento della pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante un evento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. I fattori principali che rendono i terreni suscettibili alla liquefazione sono legati alle caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche del territorio.

In base alla normativa vigente la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nel caso in esame, si ritiene opportuno procedere alla verifica della liquefazione nei terreni.

Le verifiche a liquefazione sono state eseguite utilizzando un metodo di tipo semplificato. Il grado di sicurezza nei confronti della liquefazione ad una generica profondità  $z$  è stato valutato in termini di coefficiente di sicurezza  $FS$ , definito come rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione a quella profondità e la corrispondente sollecitazione indotta dall'azione sismica, entrambe normalizzate rispetto allo stato tensionale

$$FL = \frac{CRR}{CSR}$$

la verifica è stata condotta mediante software Fondazio considerando una magnitudo pari a 5,9. Tale verifica è stata condotta sulle litologie granulari e coesive-granulari (vedi tabulati a fine testo FL1 e FL2)

Una volta determinato il profilo del fattore di sicurezza  $FL$ , è stato calcolato l'indice del potenziale di liquefazione  $IL$  sulle verticali investigate, secondo la formulazione di Iwasaki et al. (1982):

$$IL = \sum_{i=1}^n F(W(z)) \Delta z$$

Dove  $I_L$  indica il rischio di liquefazione secondo la seguente tabella:

<i>Valori di <math>I_L</math></i>	<i>Rischio di liquefazione</i>
$I_L = 0$	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

Dalle verifiche eseguite i risultati delle prove mostrano un rischio alla liquefazione Basso.

<b>Prova</b>	<b>IL</b>	<b>Rischio di liquefazione</b>
C.P.T. 1	1,8636	Basso
C.P.T. 2	1,0082	Basso

Tenendo conto del numero delle verticali investigate e che da quanto riportato nella Microzonizzazione Sismica del P.S.C i comparti in oggetto risultano posizionati in un'area con possibilità di liquefazione (potenze e tessiture da controllare), si rimanda perciò ad una fase di studio successiva il controllo entro l'area di sedime dei fabbricati, degli spessori degli strati liquefacibili e relativi potenziali di liquefazione.

#### **INDICAZIONI SULLE TIPOLOGIE DELLE STRUTTURE FONDALI**

In base a quanto emerso dalle indagini eseguite, i terreni mostrano caratteristiche che permettono l'adozione di fondazioni di tipo superficiale (a platea od a trave rovescia) considerando però carichi indotti limitati. Tali valutazioni dovranno essere verificate con indagini di dettaglio su ogni lotto, in funzione sia dei reali carichi degli edifici in progetto, sia di eventuali discontinuità o problematiche locali che potrebbero generare cedimenti differenziati di entità non trascurabile.

## **CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI**

Dallo studio eseguito è emerso che nei primi 15 metri di profondità sono presenti alternanze di livelli limi e limi argillosi intercalati a livelli di limi sabbiosi e sabbie. Le litologie incontrate si possono ritenere presenti per parecchie decine di metri di profondità.

Durante le prove è stata riscontrata la presenza della falda fra -1.8 e -2.15 rispetto al piano campagna.

Facendo riferimento alla Tav. 1 della Microzonizzazione Sismica del P.S.C risulta:

Fattore di amplificazione FA per valori di VS30=200:
FA (PGA) = 1.5
FA modello= 2.5
FA SI: $0.1 < T_0 < 0.5$ s = 1.8
FA SI: $0.5 < T_0 < 1.0$ s = 2.5

➤ Categoria dei terreni secondo il NTC 2008 = C

Dallo studio eseguito, non sono emerse particolari problematiche di carattere geologico relative all'area investigata. Alla luce di tutte le informazioni raccolte è possibile esprimere un parere favorevole, circa l'idoneità delle aree oggetto del presente studio ad essere utilizzate per futuri usi urbanistici.

Bologna, 05-12-2012

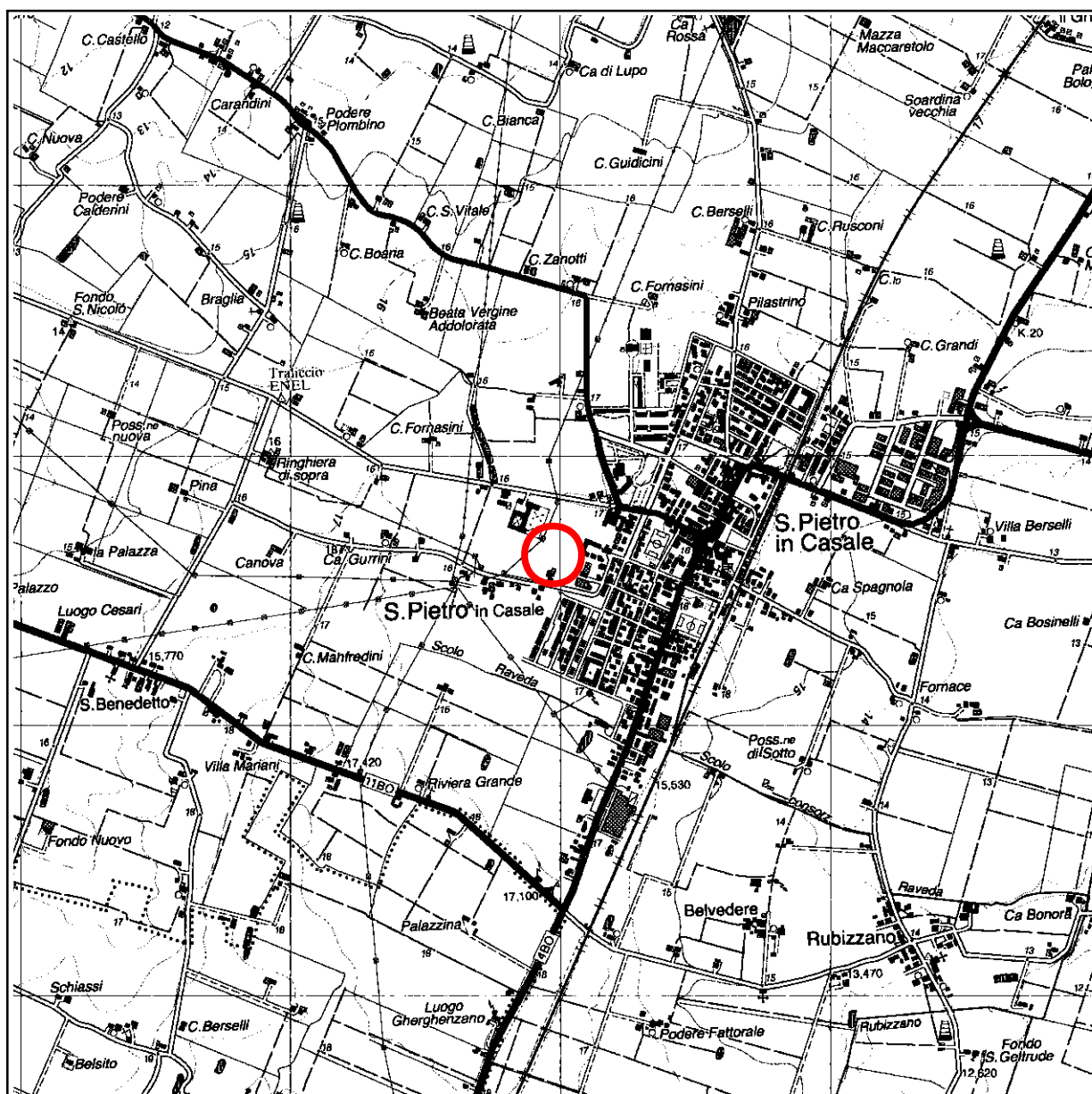
Dott. Luca Tondi




# TAVOLE

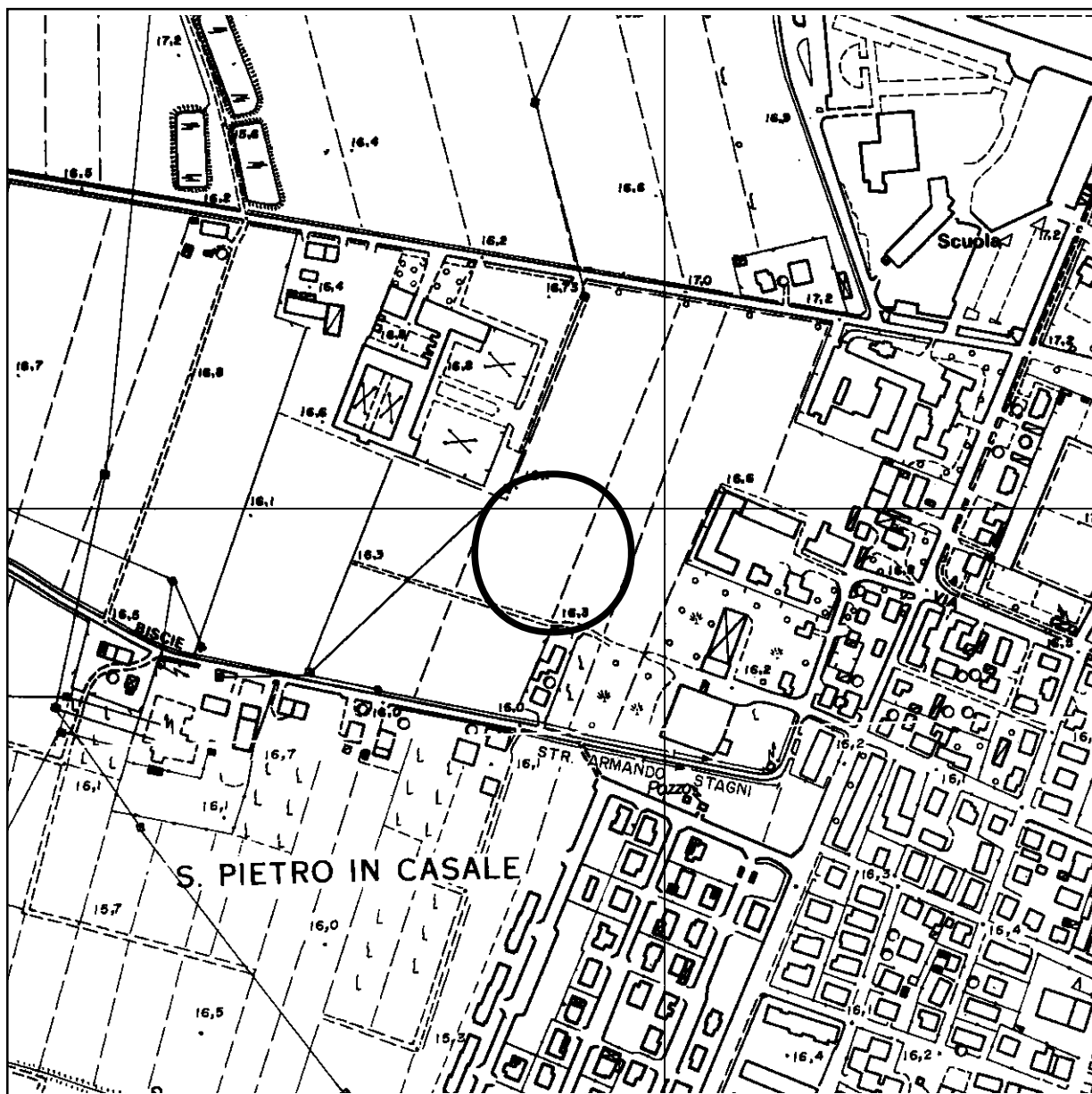
- **Tav. 1 Corografia 1:25.000**
- **Tav. 2 Corografia 1:5.000**
- **Tav. 3 Carta geologica 1:10.000**
- **Tav. 4 Ubicazione indagini planimetria**





Legenda

 Area in oggetto



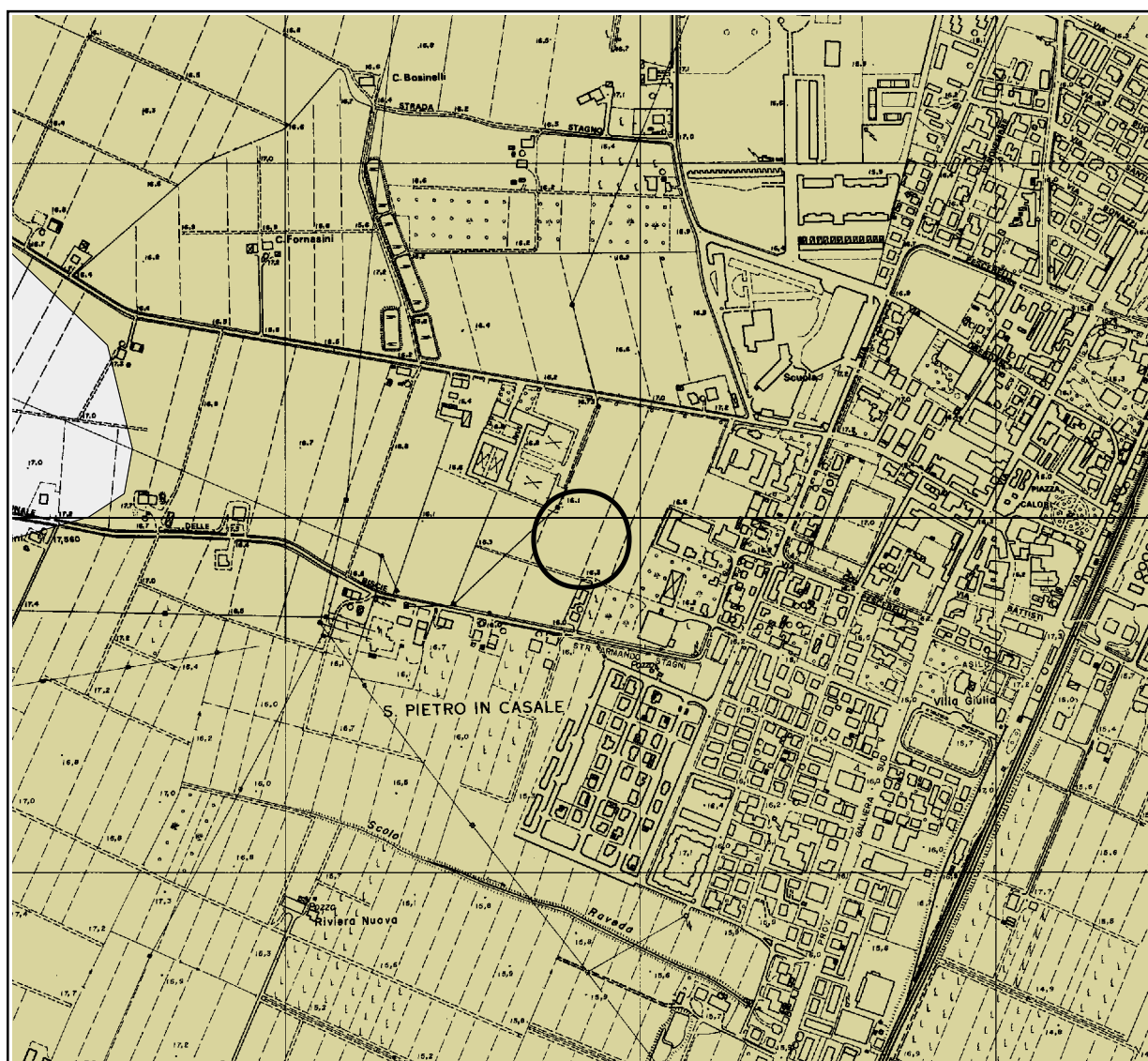
Legenda



Area in oggetto

Ingrandimento della Carta Geologica di Pianura 1:250.000\*  
sul C.T.R. n° 203052 e 203091

Scala 1:10.000



### LEGENDA



Area in oggetto

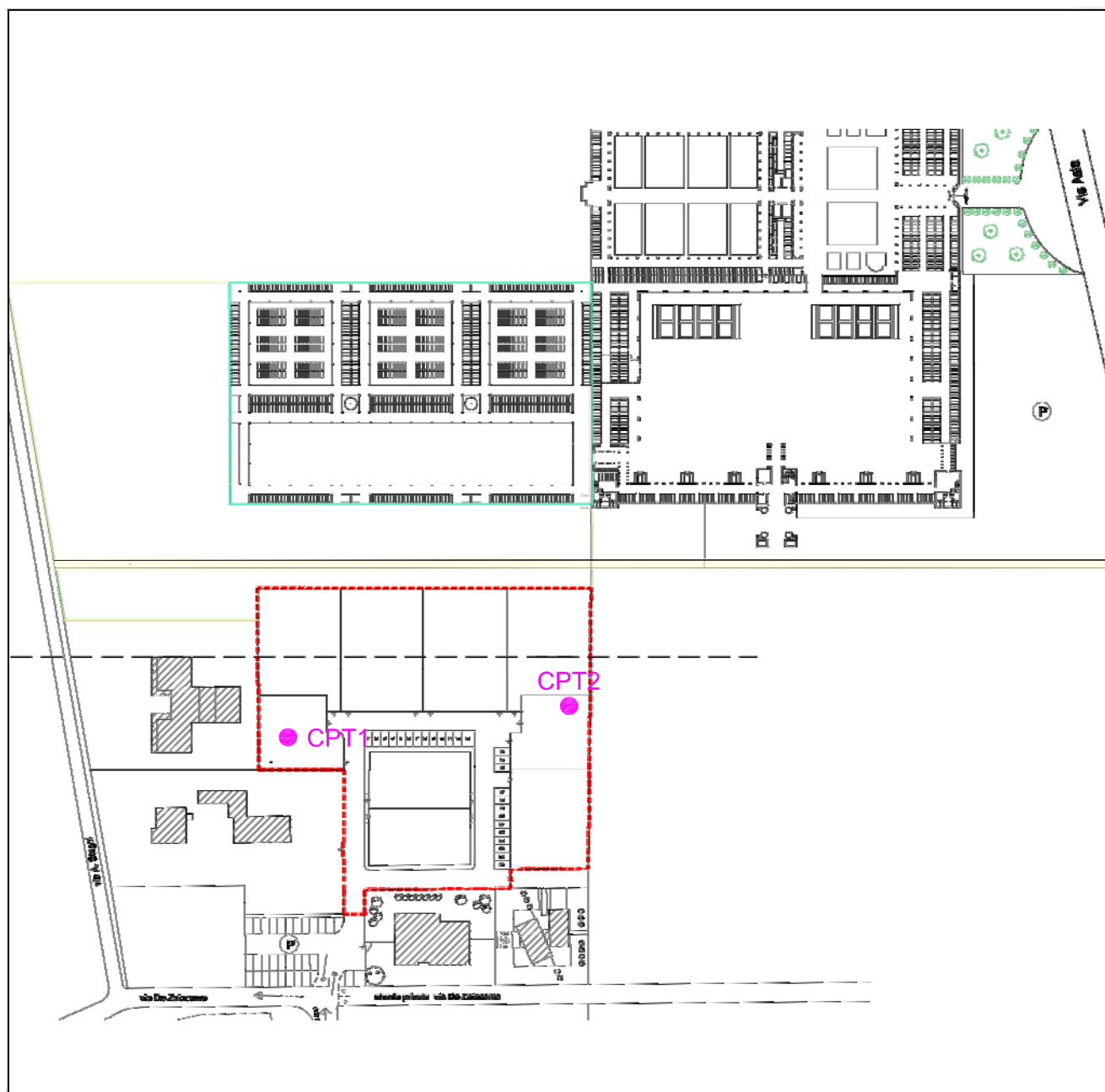
5

Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale ed argine prossimale

6

Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate. Depositi di argine distale

\* R.E.R.- Servizio Sistemi Informativi Geografici -  
Servizio Geologico Sismico e dei Suoli



Legenda

- CPT1-2 Prove penetrometriche statiche
- Area in oggetto

# PROVE PENETROMETRICHE

## CONE PENETRATION TEST (C.T.P.)

### PENETROMETRO STATICO SP120-C (DEEP-DRILL)

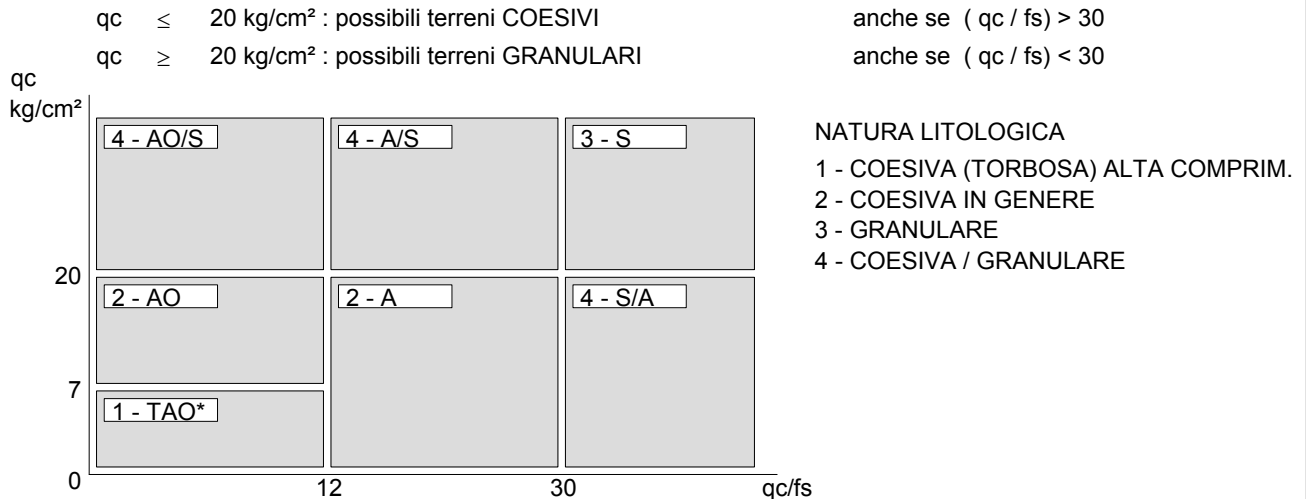
#### Caratteristiche Tecniche-Strumentali

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Lecture	Punta-Laterale
Baricentro punta lungo l'altezza	30 cm
Area punta	10 cm <sup>2</sup>
Area interna punta cono	8.5 cm <sup>2</sup>
Angolo di apertura punta	60°
Diametro punta conica meccanica	35.7 mm
Altezza manicotto laterale	13.3 cm
Sistema di misura:	Meccanico
Passo:	20 cm
Peso manicotto ancoraggio	2 Kg
Superficie manicotto	150 cm <sup>2</sup>
Anello allargatore:	Sì
Costante di trasformazione	20



## 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 :



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

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $qc$  - 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 )]
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $qc$  -  $\sigma'_{vo}$  )  
 $\phi'_{Ca}$  - Caquot (1948)  $\phi'_{Ko}$  - Koppejan (1948)  
 $\phi'_{DB}$  - De Beer (1965)  $\phi'_{Sc}$  - Schmertmann (1978)  
 $\phi'_{DM}$  - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.)  $\phi'_{Me}$  - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( F.L. 1 terreni granulari F.L.2. terreni coesivi/gran. )  
 ( g = accelerazione gravità )(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/g) - Dr]
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche ( Iyisan 1996 )

## 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'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	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 VALUTAZIONI SISMICHE INDICAZIONI GENERALI (parte 1)

### INTRODUZIONE

Secondo la definizione data nell'Eurocodice 8, la liquefazione denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino all'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

In questo contesto, il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie, ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

In altre parole è necessario valutare il potenziale di liquefazione del terreno ove deve essere realizzata la costruzione.

Le ricerche che hanno portato all'evoluzione delle conoscenze sul tipo di parametri più significativi e alla formulazione di metodi empirici e di analisi dinamica hanno preso avvio a partire dai terremoti di Niigata dell'Alaska (1964).

Sono emersi così i primi criteri empirici di previsione, basati sulle caratteristiche granulometriche e sullo stato di addensamento, cui hanno fatto seguito criteri e metodi più raffinati e complessi capaci di tenere conto di un numero di parametri sempre più elevato.

Il quadro dei metodi oggi disponibili è quanto mai vario e va da criteri basati su soli dati geologici qualitativi (età del deposito, origine, stratigrafia, profondità della falda, ecc.) a metodi di analisi dinamica molto sofisticati, basati sulla valutazione in termini di pressione effettive della risposta sismica locale e su prove di laboratorio molto sofisticate e complesse.

Questi metodi si basano sul confronto fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto, ovvero fra gli stati tensionali che producono liquefazione o livelli di deformazione critici e quelli indotti dalle onde sismiche nella loro propagazione.

A tal fine richiedono la precisazione di parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, valutati questi ultimi o con prove dinamiche di laboratorio o con prove in situ.

La loro applicazione richiede quindi:

- la valutazione della resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclici in condizioni non drenate, mediante correlazioni basate su prove in situ e in laboratorio;
- calcolo delle sollecitazioni di taglio indotte;

Essi sono basati sui concetti di rapporto tensionale ciclico (CSR), che esprime il carico sismico, e di rapporto di resistenza ciclica (CRR), che esprime la capacità del terreno di resistere alla liquefazione.

**Ove si usi il metodo delle correlazioni di campagna, un terreno deve essere considerato suscettibile a liquefazione allorché lo sforzo di taglio generato dal terremoto a una data profondità supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati alla medesima profondità; il livello di sforzo di taglio pari all'80% implica un fattore di sicurezza pari a 1,25**

Metodo di Robertson e Campanella 1998

Tra i metodi semplificati il più noto è quello di Robertson - Campanella, basato sulla conoscenza di pochi parametri geotecnici:

granulometria, resistenza di punta della prova standard CPT, densità relativa, peso di volume.

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA

**CPT****1**

riferimento

**036-2012**

certificato n°

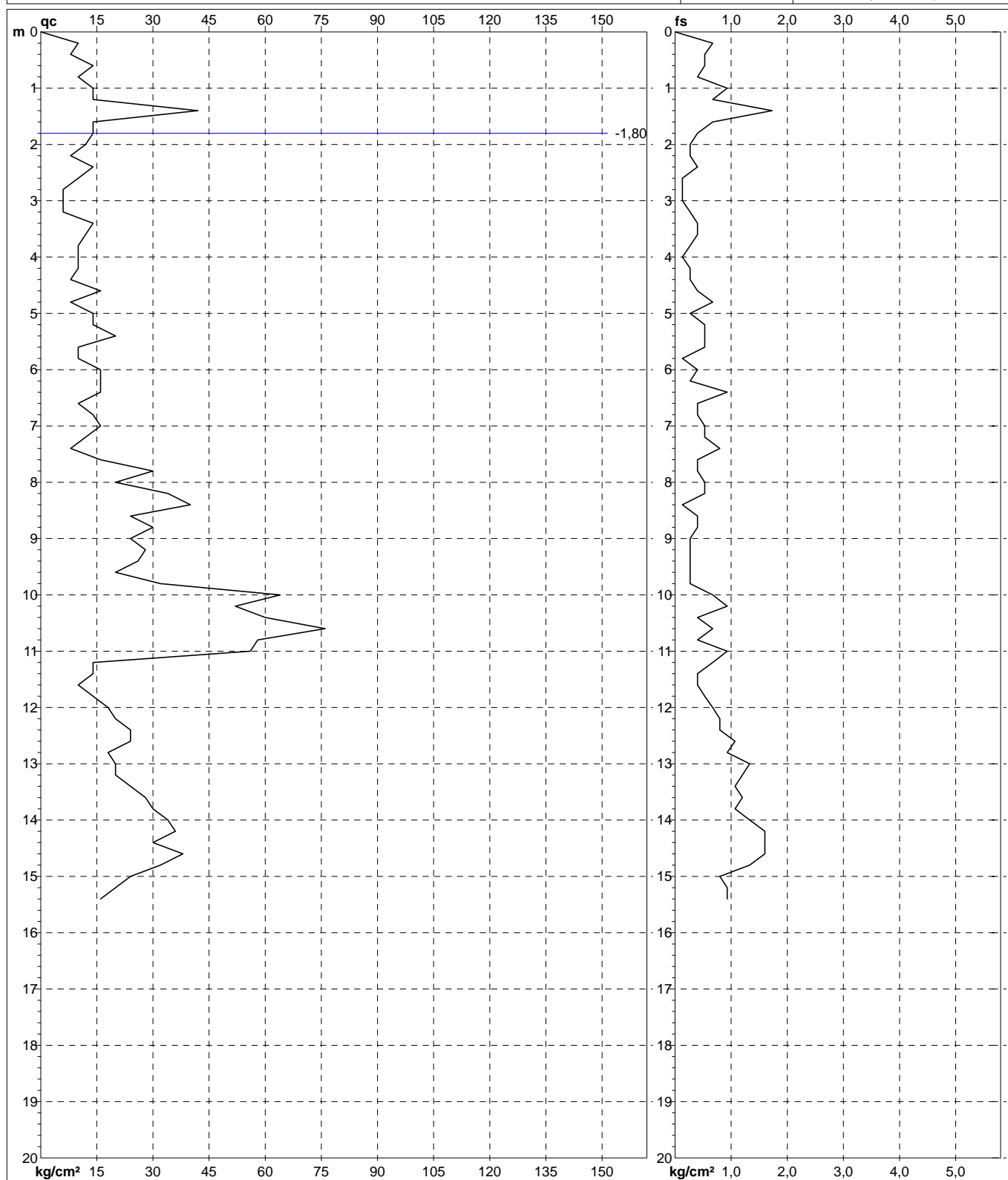
0312121

Committente: **Arch. Persi**Cantiere: **Via De Zaiacomo**Località: **San Pietro in Casale**U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**Scala: **1:100**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **03/12/2012**Data certificato: **03/12/2012**

Quota inizio:

Falda: **-1,80 m** da p.c.Penetrometro: **SP200**

Responsabile:

Assistente:

Preforo: **m**Corr.astine: **kg/ml**Cod.ISTAT: **037055**

Cod. punta:

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****1**

riferimento

**036-2012**

certificato n°

0312121

Committente: **Arch. Persi**Cantiere: **Via De Zaiacomo**Località: **San Pietro in Casale**U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 03/12/2012

Pagina: 1

Data certificato: 03/12/2012

Elaborato:

Falda: -1,80 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	5	8		10,0	0,67	15	6,7	15,20	10	16		20,0	0,93	22	4,7
0,40	4	9		8,0	0,53	15	6,6	15,40	8	15		16,0	0,93	17	5,8
0,60	7	11		14,0	0,53	26	3,8								
0,80	5	9		10,0	0,40	25	4,0								
<b>1,00</b>	<b>7</b>	<b>10</b>		<b>14,0</b>	<b>0,93</b>	<b>15</b>	<b>6,6</b>								
1,20	7	14		14,0	0,67	21	4,8								
1,40	21	26		42,0	1,73	24	4,1								
1,60	7	20		14,0	0,67	21	4,8								
1,80	7	12		14,0	0,40	35	2,9								
<b>2,00</b>	<b>6</b>	<b>9</b>		<b>12,0</b>	<b>0,27</b>	<b>44</b>	<b>2,3</b>								
2,20	4	6		8,0	0,27	30	3,4								
2,40	7	9		14,0	0,40	35	2,9								
2,60	5	8		10,0	0,13	77	1,3								
2,80	3	4		6,0	0,13	46	2,2								
<b>3,00</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>6,0</b>	<b>0,13</b>	<b>46</b>	<b>2,2</b>								
3,20	3	4		6,0	0,27	22	4,5								
3,40	7	9		14,0	0,40	35	2,9								
3,60	6	9		12,0	0,40	30	3,3								
3,80	5	8		10,0	0,27	37	2,7								
<b>4,00</b>	<b>5</b>	<b>7</b>		<b>10,0</b>	<b>0,13</b>	<b>77</b>	<b>1,3</b>								
4,20	5	6		10,0	0,27	37	2,7								
4,40	4	6		8,0	0,27	30	3,4								
4,60	8	10		16,0	0,40	40	2,5								
4,80	4	7		8,0	0,67	12	8,4								
<b>5,00</b>	<b>7</b>	<b>12</b>		<b>14,0</b>	<b>0,27</b>	<b>52</b>	<b>1,9</b>								
5,20	7	9		14,0	0,53	26	3,8								
5,40	10	14		20,0	0,53	38	2,7								
5,60	5	9		10,0	0,53	19	5,3								
5,80	5	9		10,0	0,13	77	1,3								
<b>6,00</b>	<b>8</b>	<b>9</b>		<b>16,0</b>	<b>0,40</b>	<b>40</b>	<b>2,5</b>								
6,20	8	11		16,0	0,27	59	1,7								
6,40	8	10		16,0	0,93	17	5,8								
6,60	5	12		10,0	0,40	25	4,0								
6,80	7	10		14,0	0,40	35	2,9								
<b>7,00</b>	<b>8</b>	<b>11</b>		<b>16,0</b>	<b>0,53</b>	<b>30</b>	<b>3,3</b>								
7,20	6	10		12,0	0,53	23	4,4								
7,40	4	8		8,0	0,80	10	10,0								
7,60	8	14		16,0	0,40	40	2,5								
7,80	15	18		30,0	0,40	75	1,3								
<b>8,00</b>	<b>10</b>	<b>13</b>		<b>20,0</b>	<b>0,53</b>	<b>38</b>	<b>2,7</b>								
8,20	17	21		34,0	0,53	64	1,6								
8,40	20	24		40,0	0,13	308	0,3								
8,60	12	13		24,0	0,40	60	1,7								
8,80	15	18		30,0	0,40	75	1,3								
<b>9,00</b>	<b>12</b>	<b>15</b>		<b>24,0</b>	<b>0,27</b>	<b>89</b>	<b>1,1</b>								
9,20	14	16		28,0	0,27	104	1,0								
9,40	13	15		26,0	0,27	96	1,0								
9,60	10	12		20,0	0,27	74	1,4								
9,80	16	18		32,0	0,27	119	0,8								
<b>10,00</b>	<b>32</b>	<b>34</b>		<b>64,0</b>	<b>0,67</b>	<b>96</b>	<b>1,0</b>								
10,20	26	31		52,0	0,93	56	1,8								
10,40	30	37		60,0	0,40	150	0,7								
10,60	38	41		76,0	0,67	113	0,9								
10,80	29	34		58,0	0,40	145	0,7								
<b>11,00</b>	<b>28</b>	<b>31</b>		<b>56,0</b>	<b>0,93</b>	<b>60</b>	<b>1,7</b>								
11,20	7	14		14,0	0,67	21	4,8								
11,40	7	12		14,0	0,40	35	2,9								
11,60	5	8		10,0	0,40	25	4,0								
11,80	7	10		14,0	0,53	26	3,8								
<b>12,00</b>	<b>9</b>	<b>13</b>		<b>18,0</b>	<b>0,67</b>	<b>27</b>	<b>3,7</b>								
12,20	10	15		20,0	0,80	25	4,0								
12,40	12	18		24,0	0,80	30	3,3								
12,60	12	18		24,0	1,07	22	4,5								
12,80	9	17		18,0	0,93	19	5,2								
<b>13,00</b>	<b>10</b>	<b>17</b>		<b>20,0</b>	<b>1,33</b>	<b>15</b>	<b>6,7</b>								
13,20	10	20		20,0	1,20	17	6,0								
13,40	12	21		24,0	1,07	22	4,5								
13,60	14	22		28,0	1,20	23	4,3								
13,80	15	24		30,0	1,07	28	3,6								
<b>14,00</b>	<b>17</b>	<b>25</b>		<b>34,0</b>	<b>1,33</b>	<b>26</b>	<b>3,9</b>								
14,20	18	28		36,0	1,60	23	4,4								
14,40	15	27		30,0	1,60	19	5,3								
14,60	19	31		38,0	1,60	24	4,2								
14,80	16	28		32,0	1,33	24	4,2								
<b>15,00</b>	<b>12</b>	<b>22</b>		<b>24,0</b>	<b>0,80</b>	<b>30</b>	<b>3,3</b>								

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 20,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta

fs = resistenza laterale calcolata

alla stessa quota di qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

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



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**1**

riferimento

**036-2012**

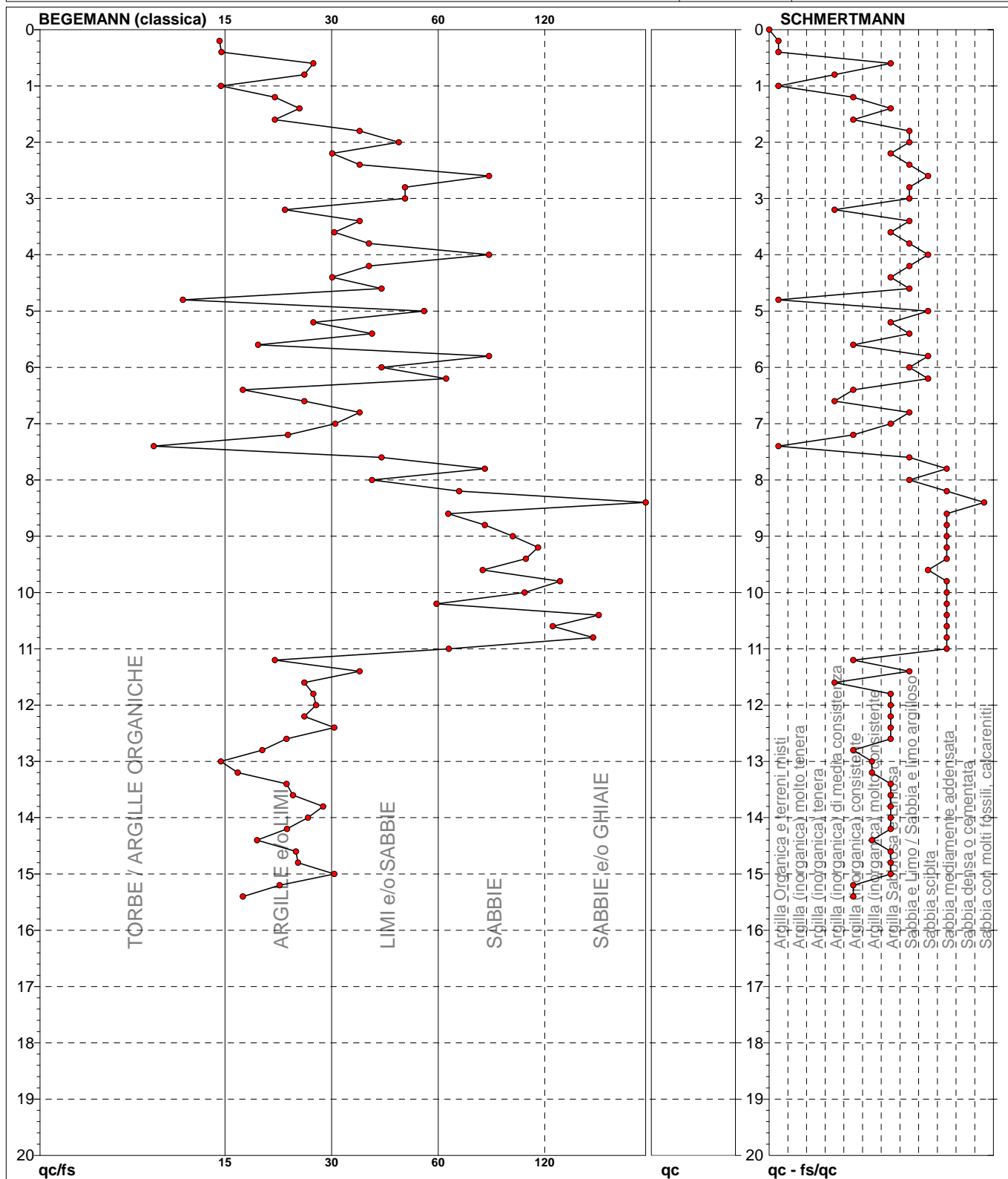
certificato n°

0312121

Committente: **Arch. Persi**  
Cantiere: **Via De Zaiacomo**  
Località: **San Pietro in Casale**

U.M.: **kg/cm²**  
Scala: **1:100**  
Pagina: **1**  
Elaborato:

Data eseg.: **03/12/2012**  
Data certificato: **03/12/2012**  
Falda: **-1,80 m da p.c.**



Torbe / Argille org. :	26 punti, 26,26%	Argilla Organica e terreni misti:	5 punti, 5,05%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	20 punti, 20,20%
Argille e/o Limi :	37 punti, 37,37%	Argilla (inorganica) media consist.:	4 punti, 4,04%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	15 punti, 15,15%
Limi e/o Sabbie :	20 punti, 20,20%	Argilla (inorganica) consistente:	9 punti, 9,09%	Sabbia sciolta:	6 punti, 6,06%
Sabbie:	14 punti, 14,14%	Argilla (inorganica) molto consist.:	3 punti, 3,03%	Sabbia mediamente addensata:	14 punti, 14,14%
Sabbie e/o Ghiaie :	3 punti, 3,03%			Sabbia con molti fossili, calcareniti:	1 punti, 1,01%

<b>CPT</b>	<b>1</b>
riferimento	<b>036-2012</b>
<b>certificato n°</b>	0312121

Falda: -1,80 m da p.c.

FON043

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA

**CPT****2**

riferimento

**036-2012**

certificato n°

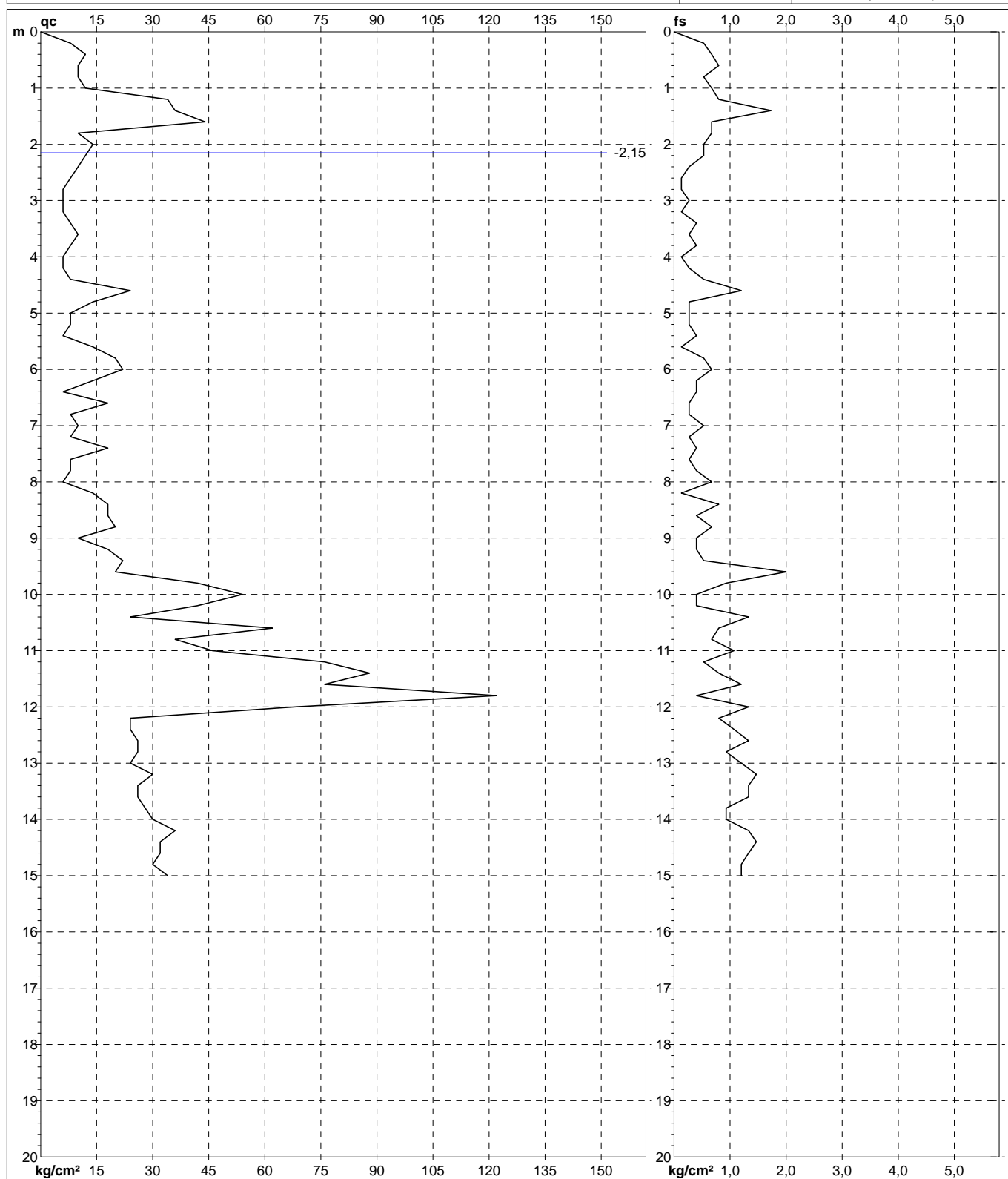
0312122

Committente: **Arch. Persi**Cantiere: **Via De Zaiacomo**Località: **San Pietro in Casale**U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**Scala: **1:100**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **03/12/2012**Data certificato: **03/12/2012**

Quota inizio:

Falda: **-2,15 m** da p.c.Penetrometro: **SP200**

Responsabile:

Assistente:

Preforo: **m**Corr.astine: **kg/ml**Cod.ISTAT: **037055**

Cod. punta:

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****2**

riferimento

**036-2012**

certificato n°

0312122

Committente: **Arch. Persi**Cantiere: **Via De Zaiacomo**Località: **San Pietro in Casale**U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 03/12/2012

Pagina: 1

Data certificato: 03/12/2012

Elaborato:

Falda: -2,15 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	4	9		8,0	0,53	15	6,6								
0,40	6	10		12,0	0,67	18	5,6								
0,60	5	10		10,0	0,80	13	8,0								
0,80	5	11		10,0	0,53	19	5,3								
<b>1,00</b>	<b>6</b>	<b>10</b>		<b>12,0</b>	<b>0,67</b>	<b>18</b>	<b>5,6</b>								
1,20	17	22		34,0	0,80	43	2,4								
1,40	18	24		36,0	1,73	21	4,8								
1,60	22	35		44,0	0,67	66	1,5								
1,80	5	10		10,0	0,67	15	6,7								
<b>2,00</b>	<b>7</b>	<b>12</b>		<b>14,0</b>	<b>0,53</b>	<b>26</b>	<b>3,8</b>								
2,20	6	10		12,0	0,53	23	4,4								
2,40	5	9		10,0	0,27	37	2,7								
2,60	4	6		8,0	0,13	62	1,6								
2,80	3	4		6,0	0,13	46	2,2								
<b>3,00</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>6,0</b>	<b>0,27</b>	<b>22</b>	<b>4,5</b>								
3,20	3	5		6,0	0,13	46	2,2								
3,40	4	5		8,0	0,40	20	5,0								
3,60	5	8		10,0	0,27	37	2,7								
3,80	4	6		8,0	0,40	20	5,0								
<b>4,00</b>	<b>3</b>	<b>6</b>		<b>6,0</b>	<b>0,13</b>	<b>46</b>	<b>2,2</b>								
4,20	3	4		6,0	0,27	22	4,5								
4,40	4	6		8,0	0,53	15	6,6								
4,60	12	16		24,0	1,20	20	5,0								
4,80	7	16		14,0	0,27	52	1,9								
<b>5,00</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>8,0</b>	<b>0,27</b>	<b>30</b>	<b>3,4</b>								
5,20	4	6		8,0	0,27	30	3,4								
5,40	3	5		6,0	0,40	15	6,7								
5,60	7	10		14,0	0,13	108	0,9								
5,80	10	11		20,0	0,53	38	2,7								
<b>6,00</b>	<b>11</b>	<b>15</b>		<b>22,0</b>	<b>0,67</b>	<b>33</b>	<b>3,0</b>								
6,20	7	12		14,0	0,40	35	2,9								
6,40	3	6		6,0	0,40	15	6,7								
6,60	9	12		18,0	0,27	67	1,5								
6,80	4	6		8,0	0,27	30	3,4								
<b>7,00</b>	<b>5</b>	<b>7</b>		<b>10,0</b>	<b>0,53</b>	<b>19</b>	<b>5,3</b>								
7,20	4	8		8,0	0,27	30	3,4								
7,40	9	11		18,0	0,40	45	2,2								
7,60	4	7		8,0	0,27	30	3,4								
7,80	4	6		8,0	0,40	20	5,0								
<b>8,00</b>	<b>3</b>	<b>6</b>		<b>6,0</b>	<b>0,67</b>	<b>9</b>	<b>11,2</b>								
8,20	7	12		14,0	0,13	108	0,9								
8,40	9	10		18,0	0,80	23	4,4								
8,60	9	15		18,0	0,40	45	2,2								
8,80	10	13		20,0	0,67	30	3,4								
<b>9,00</b>	<b>5</b>	<b>10</b>		<b>10,0</b>	<b>0,40</b>	<b>25</b>	<b>4,0</b>								
9,20	9	12		18,0	0,40	45	2,2								
9,40	11	14		22,0	0,53	42	2,4								
9,60	10	14		20,0	2,00	10	10,0								
9,80	21	36		42,0	0,93	45	2,2								
<b>10,00</b>	<b>27</b>	<b>34</b>		<b>54,0</b>	<b>0,40</b>	<b>135</b>	<b>0,7</b>								
10,20	21	24		42,0	0,40	105	1,0								
10,40	12	15		24,0	1,33	18	5,5								
10,60	31	41		62,0	0,80	78	1,3								
10,80	18	24		36,0	0,67	54	1,9								
<b>11,00</b>	<b>23</b>	<b>28</b>		<b>46,0</b>	<b>1,07</b>	<b>43</b>	<b>2,3</b>								
11,20	38	46		76,0	0,53	143	0,7								
11,40	44	48		88,0	0,80	110	0,9								
11,60	38	44		76,0	1,20	63	1,6								
11,80	61	70		122,0	0,40	305	0,3								
<b>12,00</b>	<b>34</b>	<b>37</b>		<b>68,0</b>	<b>1,33</b>	<b>51</b>	<b>2,0</b>								
12,20	12	22		24,0	0,80	30	3,3								
12,40	12	18		24,0	1,07	22	4,5								
12,60	13	21		26,0	1,33	20	5,1								
12,80	13	23		26,0	0,93	28	3,6								
<b>13,00</b>	<b>12</b>	<b>19</b>		<b>24,0</b>	<b>1,20</b>	<b>20</b>	<b>5,0</b>								
13,20	15	24		30,0	1,47	20	4,9								
13,40	13	24		26,0	1,33	20	5,1								
13,60	13	23		26,0	1,33	20	5,1								
13,80	14	24		28,0	0,93	30	3,3								
<b>14,00</b>	<b>15</b>	<b>22</b>		<b>30,0</b>	<b>0,93</b>	<b>32</b>	<b>3,1</b>								
14,20	18	25		36,0	1,33	27	3,7								
14,40	16	26		32,0	1,47	22	4,6								
14,60	16	27		32,0	1,33	24	4,2								
14,80	15	25		30,0	1,20	25	4,0								
<b>15,00</b>	<b>17</b>	<b>26</b>		<b>34,0</b>	<b>1,20</b>	<b>28</b>	<b>3,5</b>								

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 20,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta

fs = resistenza laterale calcolata

alla stessa quota di qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

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

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**2**

riferimento

**036-2012**

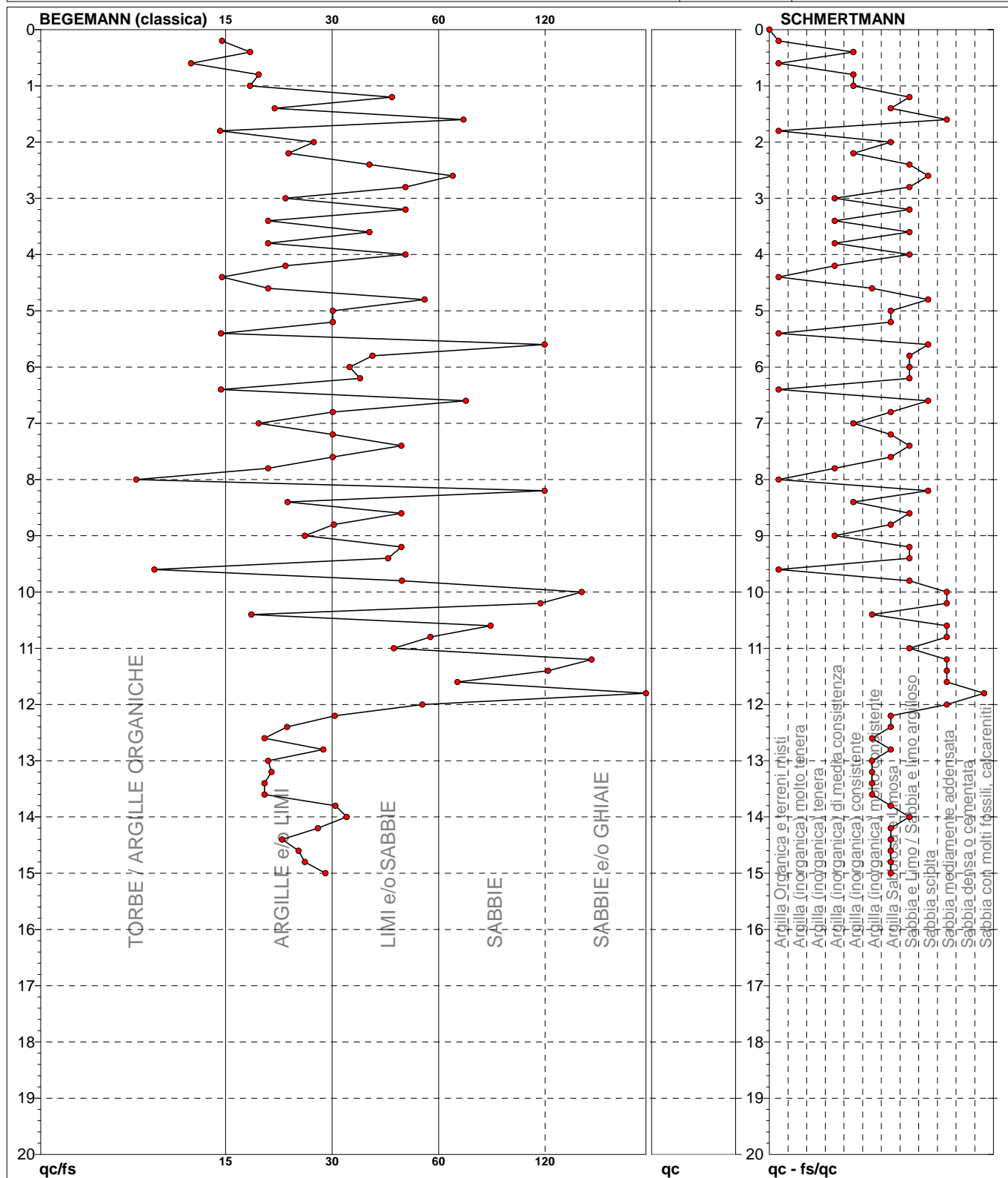
certificato n°

0312122

Committente: **Arch. Persi**  
Cantiere: **Via De Zaiacomo**  
Località: **San Pietro in Casale**

U.M.: **kg/cm²**  
Scala: **1:100**  
Pagina: **1**  
Elaborato:

Data eseg.: **03/12/2012**  
Data certificato: **03/12/2012**  
Falda: **-2,15 m da p.c.**



Torbe / Argille org. :	31 punti, 31,31%	Argilla Organica e terreni misti:	8 punti, 8,08%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	17 punti, 17,17%
Argille e/o Limi :	37 punti, 37,37%	Argilla (inorganica) media consist.:	6 punti, 6,06%	Sabbia e Limi / Sabbia e limo arg.:	16 punti, 16,16%
Limi e/o Sabbie :	20 punti, 20,20%	Argilla (inorganica) consistente:	6 punti, 6,06%	Sabbia sciolta:	5 punti, 5,05%
Sabbie:	9 punti, 9,09%	Argilla (inorganica) molto consist.:	7 punti, 7,07%	Sabbia mediamente addensata:	9 punti, 9,09%
Sabbie e/o Ghiaie :	3 punti, 3,03%			Sabbia con molti fossili, calcareniti:	1 punti, 1,01%

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**PARAMETRI GEOTECNICI****CPT****2**

riferimento

**036-2012**

certificato n°

0312122

Committente: **Arch. Persi**Cantiere: **Via De Zaiacomio**Località: **San Pietro in Casale**U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 03/12/2012

Pagina:

Data certificato: 05/12/2012

Elaborato:

Falda: -2,15 m da p.c.

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	FLs	FLI	E'50	E'25	Mo
							U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)			U.M.	U.M.	U.M.
0,20	8,0	15,1	2	1,86	0,04	57	0,40	99,9	68,0	102,0	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	12,0	17,9	2	1,92	0,08	70	0,57	78,7	97,1	145,7	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	10,0	12,5	2	1,90	0,11	67	0,50	40,0	85,0	127,5	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	10,0	18,9	2	1,90	0,15	69	0,50	27,9	85,0	127,5	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	12,0	17,9	2	1,92	0,19	79	0,57	24,9	97,1	145,7	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	34,0	42,5	3	1,89	0,23	92	--	--	--	--	--	71	40	35	32	30	39	29	--	--	56,7	85,0	102,0
1,40	36,0	20,8	4	1,99	0,27	109	1,20	41,0	204,0	306,0	108,0	69	40	34	31	29	38	30	--	--	60,0	90,0	108,0
1,60	44,0	65,7	3	1,91	0,31	104	--	--	--	--	--	73	40	34	32	30	39	31	--	--	73,3	110,0	132,0
1,80	10,0	14,9	2	1,90	0,34	78	0,50	10,0	85,0	127,5	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	14,0	26,4	2	1,94	0,38	94	0,64	11,9	108,2	162,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	12,0	22,6	2	0,92	0,40	88	0,57	9,8	97,5	146,3	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	10,0	37,0	4	0,86	0,42	80	0,50	7,9	100,9	151,3	40,0	14	33	26	22	21	29	26	1,09	1,65	16,7	25,0	30,0
2,60	8,0	61,5	4	0,84	0,43	80	0,40	5,7	117,0	175,5	35,2	6	32	24	21	20	28	26	1,00	1,51	13,3	20,0	24,0
2,80	6,0	46,2	4	0,82	0,45	81	0,30	3,8	127,1	190,7	28,8	--	31	23	19	18	26	26	0,91	1,41	10,0	15,0	18,0
3,00	6,0	22,2	2	0,82	0,47	81	0,30	3,6	132,0	198,0	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	6,0	46,2	4	0,82	0,48	82	0,30	3,5	136,3	204,4	28,8	--	31	22	19	18	25	26	0,85	1,32	10,0	15,0	18,0
3,40	8,0	20,0	2	0,86	0,50	82	0,40	4,7	139,2	208,8	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	10,0	37,0	4	0,86	0,52	82	0,50	6,0	137,2	205,7	40,0	9	32	24	21	20	28	26	0,88	1,33	16,7	25,0	30,0
3,80	8,0	20,0	2	0,86	0,54	83	0,40	4,4	149,5	224,3	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	6,0	46,2	4	0,82	0,55	83	0,30	2,9	149,6	224,5	28,8	--	31	22	18	17	25	26	0,77	1,20	10,0	15,0	18,0
4,20	6,0	22,2	2	0,82	0,57	83	0,30	2,8	152,1	228,1	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	8,0	15,1	2	0,86	0,59	84	0,40	3,9	164,2	246,3	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	24,0	20,0	4	0,94	0,60	111	0,89	10,2	151,1	226,7	72,0	35	35	28	25	23	32	28	1,00	1,51	40,0	60,0	72,0
4,80	14,0	51,9	4	0,89	0,62	100	0,64	6,5	160,6	240,9	48,2	16	33	25	22	21	29	26	0,84	1,26	23,3	35,0	42,0
5,00	8,0	29,6	2	0,86	0,64	85	0,40	3,5	180,2	270,3	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	8,0	29,6	2	0,86	0,66	85	0,40	3,4	184,4	276,6	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	6,0	15,0	1	0,46	0,67	85	0,30	2,3	34,4	51,6	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	14,0	107,7	4	0,89	0,68	102	0,64	5,7	183,1	274,7	48,2	14	33	25	22	20	28	26	0,79	1,18	23,3	35,0	42,0
5,80	20,0	37,7	4	0,93	0,70	108	0,80	7,4	172,6	258,9	60,0	25	34	26	23	22	30	27	0,85	1,28	33,3	50,0	60,0
6,00	22,0	32,8	3	0,86	0,72	113	--	--	--	--	--	28	35	27	24	22	30	28	0,86	1,30	36,7	55,0	66,0
6,20	14,0	35,0	4	0,89	0,74	103	0,64	5,2	201,7	302,6	48,2	12	33	24	21	20	28	26	0,76	1,14	23,3	35,0	42,0
6,40	6,0	15,0	1	0,46	0,75	87	0,30	2,0	35,9	53,9	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	18,0	66,7	4	0,91	0,76	103	0,75	6,1	200,8	301,2	56,2	20	34	25	22	21	29	27	0,79	1,19	30,0	45,0	54,0
6,80	8,0	29,6	2	0,86	0,78	87	0,40	2,7	205,9	308,8	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	10,0	18,9	2	0,90	0,80	87	0,50	3,5	225,3	338,0	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	8,0	29,6	2	0,86	0,82	88	0,40	2,6	210,0	315,0	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	18,0	45,0	4	0,91	0,83	105	0,75	5,5	226,3	339,4	56,2	17	33	25	22	21	28	27	0,76	1,14	30,0	45,0	54,0
7,60	8,0	29,6	2	0,86	0,85	88	0,40	2,4	213,6	320,4	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	8,0	20,0	2	0,86	0,87	89	0,40	2,4	215,1	322,7	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	6,0	9,0	1	0,46	0,88	89	0,30	1,6	37,4	56,1	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	14,0	107,7	4	0,89	0,90	106	0,64	4,1	250,1	375,2	48,2	7	32	23	20	19	27	26	0,69	1,05	23,3	35,0	42,0
8,40	18,0	22,5	2	0,98	0,92	106	0,75	4,9	253,4	380,2	56,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	18,0	45,0	4	0,91	0,93	106	0,75	4,8	259,3	388,9	56,2	15	33	24	21	20	28	27	0,72	1,09	30,0	45,0	54,0
8,80	20,0	29,9	4	0,93	0,95	113	0,80	5,0	262,5	393,7	60,0	18	33	25	22	20	28	27	0,74	1,11	33,3	50,0	60,0
9,00	10,0	25,0	2	0,90	0,97	90	0,50	2,7	256,6	384,9	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	18,0	45,0	4	0,91	0,99	107	0,75	4,4	275,9	413,8	56,2	13	33	24	21	20	27	27	0,71	1,07	30,0	45,0	54,0
9,40	22,0	41,5	3	0,86	1,01	119	--	--	--	--	--	20	34	25	22	21	28	28	0,75	1,13	36,7	55,0	66,0
9,60	20,0	10,0	4	0,93	1,02	114	0,80	4,6	285,2	427,9	60,0	16	33	25	21	20	28	27	0,73	1,10	33,3	50,0	60,0
9,80	42,0	45,2	3	0,90	1,04	121	--	--	--	--	--	41	36	28	25	23	32	30	0,92	1,40	70,0	105,0	126,0
10,00	54,0	135,0	3	0,92	1,06	148	--	--	--	--	--	49	37	29	26	25	33	31	1,01	1,56	90,0	135,0	162,0
10,20	42,0	105,0	3	0,90	1,08	122	--	--	--	--	--	40	36	28	25	23	32	30	0,92	1,40	70,0	105,0	126,0
10,40	24,0	18,0	4	0,94	1,10	120	0,89	4,8	304,4	456,6	72,0	21	34	25	22	21	28	28	0,76	1,15	40,0	60,0	72,0
10,60	62,0	77,5	3	0,94	1,12	154	--	--	--	--	--	53	38	30	27	25	34	32	1,09	1,66	103,3	155,0	186,0
10,80	36,0	53,7	3	0,89	1,13	119	--	--	--	--	--	34	35	27	24	22	31	30	0,87	1,31	60,0	90,0	108,0
11,00	46,0	43,0	3	0,91	1,15	144	--	--	--	--	--	42	36	28	25	23	32	31	0,94	1,45	76,7	115,0	138,0
11,20	76,0	143,4	3	0,96	1,17	162	--	--	--	--	--	59	38	30	27	26	35	33	1,26	1,87	126,7	190,0	228,0
11,40	88,0	110,0	3	0,98	1,19	169	--	--	--	--	--	63	39	31	28	26	35	33	1,42	>2,00	146,7	220,0	264,0
11,60	76,0	63,3	3	0,96	1,21	163	--	--	--	--	--	58	38	30	27	26	34	33	1,25	1,85	126,7	190,0	228,0
11,80	122,0	305,0	3	1,03	1,23	200	--	--	--	--	--	74	40	33	30	28	37	35	1,86	>2,00	203,3	305,0	366,0
12,00	68,0	51,1	3	0,95	1,25	159	--	--	--	--	--	53	38	30	27	25	34	32	1,14	1,72	113,1		