



**GUIDETTISERRI**  
STUDIO INGEGNERIA

Via Pier Carlo Cadoppi, 14 - 42124 Reggio Emilia  
Tel. +39 0522 439734 - Fax +39 0522 580006  
Mail: info@studiocgs.it - Web: www.guidettiserri.it  
C.F. e P.I. 01934740356

**AZIENDA CON SISTEMA  
DI GESTIONE QUALITÀ  
CERTIFICATO DA DNV GL  
= ISO 9001 =**

COMMITTENTE



**IRENE BENASSI**

FIRMA

PROGETTO

Interventi di demolizione totale  
per riqualificazione dell'ambito urbano  
con realizzazione di nuove volumetrie  
in Via Leonardo da Vinci a Rolo (RE)

ELABORATO

**RELAZIONE GEOLOGICA  
E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE**

G				
F				
E				
D				
C				
B	NOV 21	INTEGRAZIONE 4	GIUSTI A.	GIUSTI A.
A	MAR '20	EMISSIONE	GIUSTI A.	GIUSTI A.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO

FILE W:\P-2019\P26-BENASSI SRL - PUA Via Da Vinci, Rolo\11-ACCORDO OPERATIVO\10\_ACCORDO OPERATIVO -  
integrazione 4\CARTIGLI.dwg

PROGETTISTA



COLLABORATORE

FASE DI PROGETTO

**ACCORDO  
OPERATIVO**

DATA EMISSIONE

**Marzo 2020**

SCALA

PRATICA

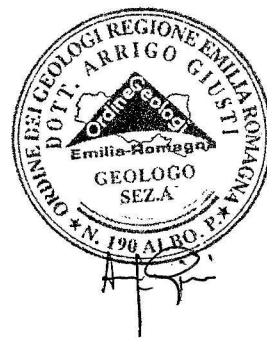
**P26/2019**

TAVOLA

**AOR4**

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO  
DI RIPRODURLO E DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LA NOSTRA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

DOTT. GEOL. GIUSTI ARRIGO  
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18  
TEL. (0522) 984819 - (348) 9109596  
www.geogiusti.it arrigogiusti@alice.it



COMUNE DI ROLO  
(Provincia di Reggio nell'Emilia)

LOCALITÀ : VIA LEONARDO DA VINCI

DEMOLIZIONE DI EDIFICI ESISTENTI  
REALIZZAZIONE SUPERMERCATO E PUBBLICI ESERCIZI



RELAZIONE GEOLOGICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

---

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE .....	3
3. INQUADRAMENTO TETTONICO, LITOLOGIA E CENNI DI IDROGEOLOGIA .....	4
4. METODOLOGIA D'INDAGINE .....	7
5. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E PARAMETRI GEOTECNICI .....	9
6. SISMICITÀ DELL'AREA.....	11
7. RISPOSTA SISMICA LOCALE .....	17
8. MICROZONAZIONE SISMICA .....	21
9. RISPOSTA SISMICA DI III° LIVELLO .....	23
10. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE .....	26
11. RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	27

### - **ALLEGATI:**

- UBICAZIONE DELLE INDAGINI
- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
- SISMICA A RIFRAZIONE TIPO MASW
- RISPOSTA SISMICA DI III° LIVELLO
- VERIFICA A LIQUEFAZIONE

## **1. PREMESSA**

Con riferimento agli accordi intercorsi, trasmetto la presente relazione geologica e sulla pericolosità sismica di base atta a definire le caratteristiche geomeccaniche e sismiche di un terreno, sito in comune di Rolo (RE), su cui è in progetto la demolizione di edifici esistenti e la realizzazione di un supermercato e pubblici esercizi.

Per definire con precisione le caratteristiche litologiche, idrogeologiche e sismiche dei terreni presenti nell'area oggetto di studio sono state eseguite quattro prove penetrometriche statiche ed un'indagine geofisica a rifrazione tipo MASW.

Il presente elaborato è stato redatto in ottemperanza con le disposizioni contenute nelle normative di riferimento per il settore geologico e geotecnico e consultando gli strumenti di pianificazione provinciale e di bacino.

Sono qui di seguito elencate le principali normative di riferimento:

- D.G.R. n° 630 del 29/04/2019 revisione indirizzi per gli studi di microzonazione sismica;
- D.M. 17/1/2018 – “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- D.G.R. n° 1300 del 01/08/2016 “Prime disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico”;
- D.G.R. n° 2193 del 21/12/2015 aggiornamento dell’atto di coordinamento tecnico denominato “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2/2/2009 – “Istruzioni per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- D.M. 14/1/2008 – “Testo unitario - Norme tecniche per le costruzioni”;
- Legge regionale 30 ottobre 2008, n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico".

- Delibera Assemblea Legislativa (DAL) n. 112/2007 Art. 16 c.1 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica";
- "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" approvato dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (da qui in avanti "ICMS");
- L. 64/74 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- AGI: raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio e sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. Giugno 1990;
- Circolare Min. LL.PP. n°30483 24 settembre 1988;
- D.M. 11/3/88 - "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".

## **2. MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE**

L'area in oggetto di studio, posta alla quota di 20.8 m s.l.m., è sita nel centro abitato di Rolo, ad oriente dell'Autostrada A22 del Brennero, a monte del Cavo Naviglio.

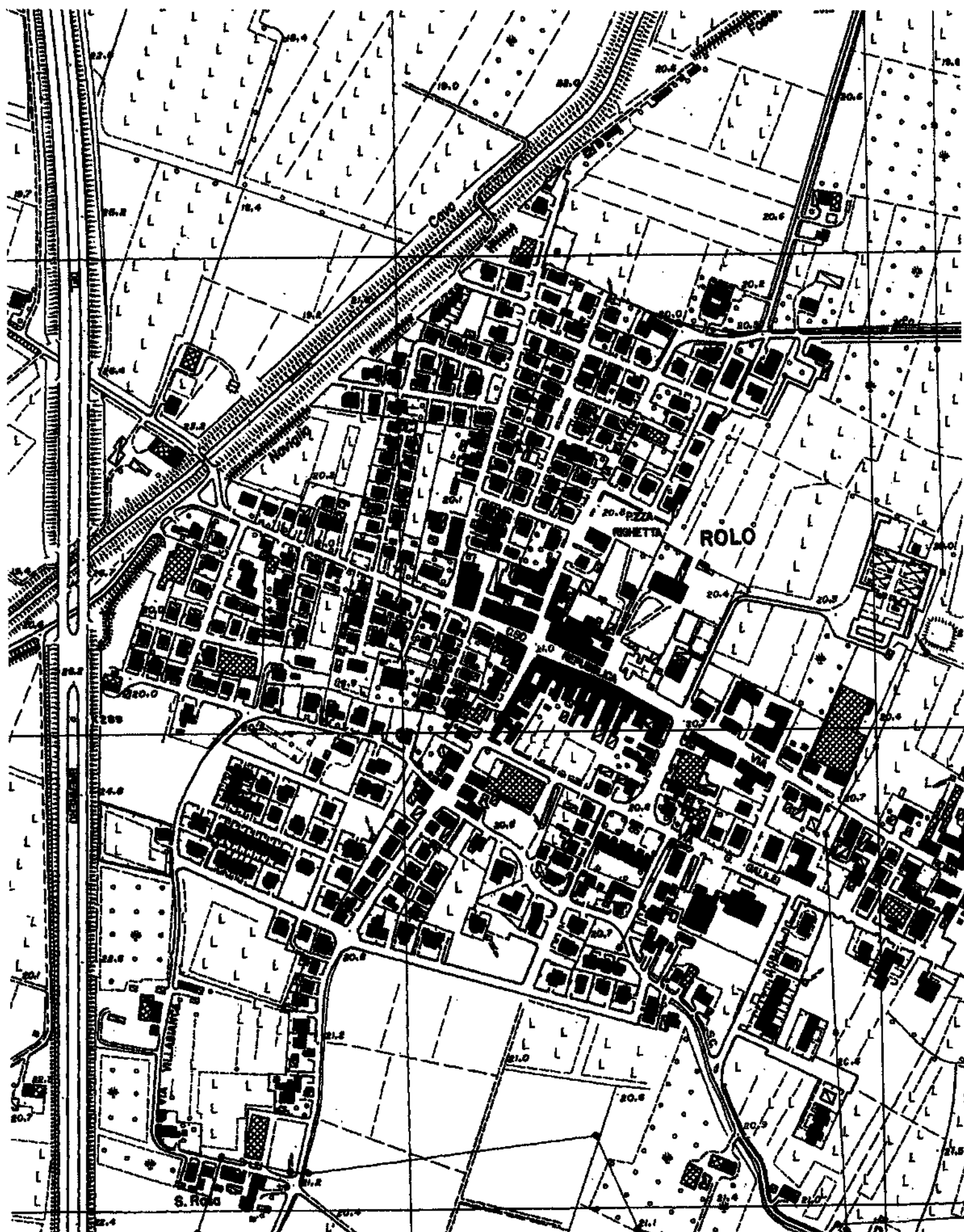
Più precisamente l'intervento edilizio in progetto che, in via prioritaria, prevede la demolizione di un vecchio fabbricato, ricade ad est di Via G. Garibaldi e dell'Ufficio Postale, tra Via Corbella e Via Leonardo da Vinci (cf. stralcio dalla CTR in scala 1:5000 – elemento n° 183114 – Rolo, estratto di planimetria catastale in scala 1:1000 Foglio n° 12 - mappali n° 370-373-384-583 nonché ortofoto proposta sul frontespizio).

Da un punto di vista idrogeologico, questa zona compete all'Unità Idrogeologica del Fiume Po.



STRALCIO DALLA C.T.R. IN SCALA 1 : 5.000

Elemento n° 183114 – Rolo





Scala originale 1:1000  
Dimensione cornice: 385.000 x 275.000 metri

3 Ott-2018 16.32.34  
Prot. n. 1249920/2018

Comune: ROLO  
Foglio: 12

I suoli tipici di questa Unità Idrogeologica, in parte asportati dal precedente intervento edilizio e ricoperti da una coltre di riporto, appartengono all'associazione dei "suoli alluvionali".

Si tratta di entisuoli sub alcalini a prevalente tessitura limo-argillosa, con un sensibile contenuto calcareo. Sono questi suoli profondi, oltre il metro di spessore, con tenore in sostanza organica elevato. La potenzialità, piuttosto alta, è limitata solamente dalla tessitura particolarmente fine.

Il regime pluviometrico della zona è di tipo continentale. Il valore medio annuo delle precipitazioni è di 683 mm con punte massime di piovosità in primavera (184 mm) ed in autunno (187 mm).

La temperatura media mensile annua è di 12.7 °C, con valori medi massimi di 29.8 °C, per il mese di luglio, e minimi di -2.3 °C, per il mese di gennaio. L'escursione annua è quindi di 32.1 °C.

### **3. INQUADRAMENTO TETTONICO, LITOLOGIA E CENNI DI IDROGEOLOGIA**

L'intero territorio del Comune risulta compreso nel bacino subsidente pliocenico-quadernario della Pianura Padana, costituito da un'ampia depressione a stile compressivo colmata da sedimenti mesozoici, terziari e quadernari. I litotipi che compongono il primo sottosuolo, in relazione alle evoluzioni idrografiche di fiumi e torrenti, hanno un andamento lentiforme, discontinuo, con passaggi laterali e verticali da una componente granulometrica all'altra più o meno gradualmente.

Dal punto di vista stratigrafico, il territorio in esame si presenta quindi di una complessità non trascurabile dovuta a migrazioni di fiumi e torrenti, al costipamento differenziato dei sedimenti fluviali, nonché al massiccio intervento antropico volto alla regimazione dei corsi d'acqua, con tutta una serie di deviazioni, canalizzazioni e bonifiche.

Consultando la cartografia geologica ufficiale, si può facilmente notare come l'abitato di Rolo ricada a settentrione di un'anticlinale, in corrispondenza di una faglia sepolta; a loro volta esse evolvono in direzione di una sinclinale, strutture sepolte che, con direzione SW/NE, costituiscono



le ultime propaggini della dorsale ferrarese (cf. stralcio Carta Geologica d'Italia – foglio n° 74 – Reggio nell'Emilia).

Lo spessore dei sedimenti e delle alluvioni quaternarie è di circa 1400 m tuttavia, secondo quanto riportato nel “Rilevamento studio delle risorse idriche sotterranee nel territorio della provincia di Reggio Emilia” edito dall'Amministrazione Provinciale, il limite delle conoscenze stratigrafiche è di solo 150 m dal p.c. Utilizzando una sezione tratta dallo studio in precedenza citato, si evince che Rolo, ad oriente ma a relativa contenuta distanza da Fabbrico, come indicato in sezione, si trova in una situazione simile, con in profondità due potenti banchi di sabbia, testimonianza dell'esistenza di un paleoalveo del Po, attualmente dismesso ma qui ripercorso dal Cavo Fiuma (cf. fig. 10 sez. I – I).

La carta geologica del Servizio Geologico d'Italia evidenzia altresì come il territorio in esame si caratterizzi per la presenza, in superficie, di alluvioni oloceniche prevalentemente argillose. Nello specifico, essa individua l'area in esame come appartenente all'Alluvium medio-recente ( $a_2$ ) che così descrive “alluvioni argillose a lenti limose della bassa Pianura”. A settentrione, nella zona attualmente ripercorsa dal Cavo Fiuma, questi terreni sfumano poi in quelli dell'Alluvium recente ( $a_3$ ), a loro volta così descritti “depositi prevalentemente argillosi neri, sartumosi, dei bacini palustri di recente bonifica”. In entrambi i casi si tratta di depositi recenti, di età olocenica.









La “Carta della Litologia di Superficie” che, con maggior dettaglio in scala 1 : 25.000 (cf. stralcio), riporta le caratteristiche del primo sottosuolo, segnala che l'area in esame ricade su “depositi prevalentemente sabbiosi, con scarse lenti di ghiaie fini e/o limi” del Pleistocene sup-Olocene, relativamente più antichi quindi rispetto a quelli, di età olocenica, che ad oriente e ad occidente dell'abitato sfumano in “depositi prevalentemente limosi con lenti sabbiose in subordine” e “depositi prevalentemente argillosi o argilloso-limosi”, questi ultimi facilmente assimilabili a quelli dell'Alluvium recente ( $a_3$ ), sulla Carta Geologica d'Italia frutto di sedimentazione avvenuta in aree un tempo sede appunto di “bacini palustri”.



# CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Foglio n° 74 - Reggio nell'Emilia

[illegible]

Oleaceae		<b>AJULIUM ATTUALE:</b> alifolium glaucum e sottile del lato dei rami; lei dei ghi del fo.
		<b>AJULUM RECENTE:</b> repens proceriusculum alifolium nati, auratum, de laici subuli di recente barila.
		<b>AJULUM MEDIO-RECENTE:</b> alifolium alifolium a forti frons dei laici Parae e anche strabulata aurata; laici: aurum glaucum-candore, frons e subuli laici: aurum, auri albidum del T. Ture e del F. Sculte.
Quaternario		<b>AJULUM ANFICO:</b> alifolium alifolium della media Parae, sui laici frons glaucum.
		
Platanaceae		<b>DIPLUM TACTIV:</b> ( <i>Platanus Flavigula turkomanica</i> ) alifolium glaucum, repens con laici frons-alifolium della Parae, a subo proceriusculum brevis, ex dila nell'Alfium auri.
		<b>DIPLUM RECENTE</b> ( <i>Platanus Flavigula Wenz</i> ): aurum repens 6-10 metri alti Parae, a glaucum e sottile, sui laici alifolium brevis e dilatatum giallo-aurato de laici dei laici: laici: aurum aurum.
		<b>DIPLUM MEDIO</b> ( <i>Platanus Flavigula Wenz</i> ): aurum repens glaucum-candore e giallo-aurato alifolium giallo-aurato, repens 10 e 2 metri, aurum laici Parae e aurum repens ad aurum subo a Wenz, aurum aurum.

Litologia di superficie  
delle formazioni quaternarie continentali

	Green
	Sage
	Lime
	Anglia

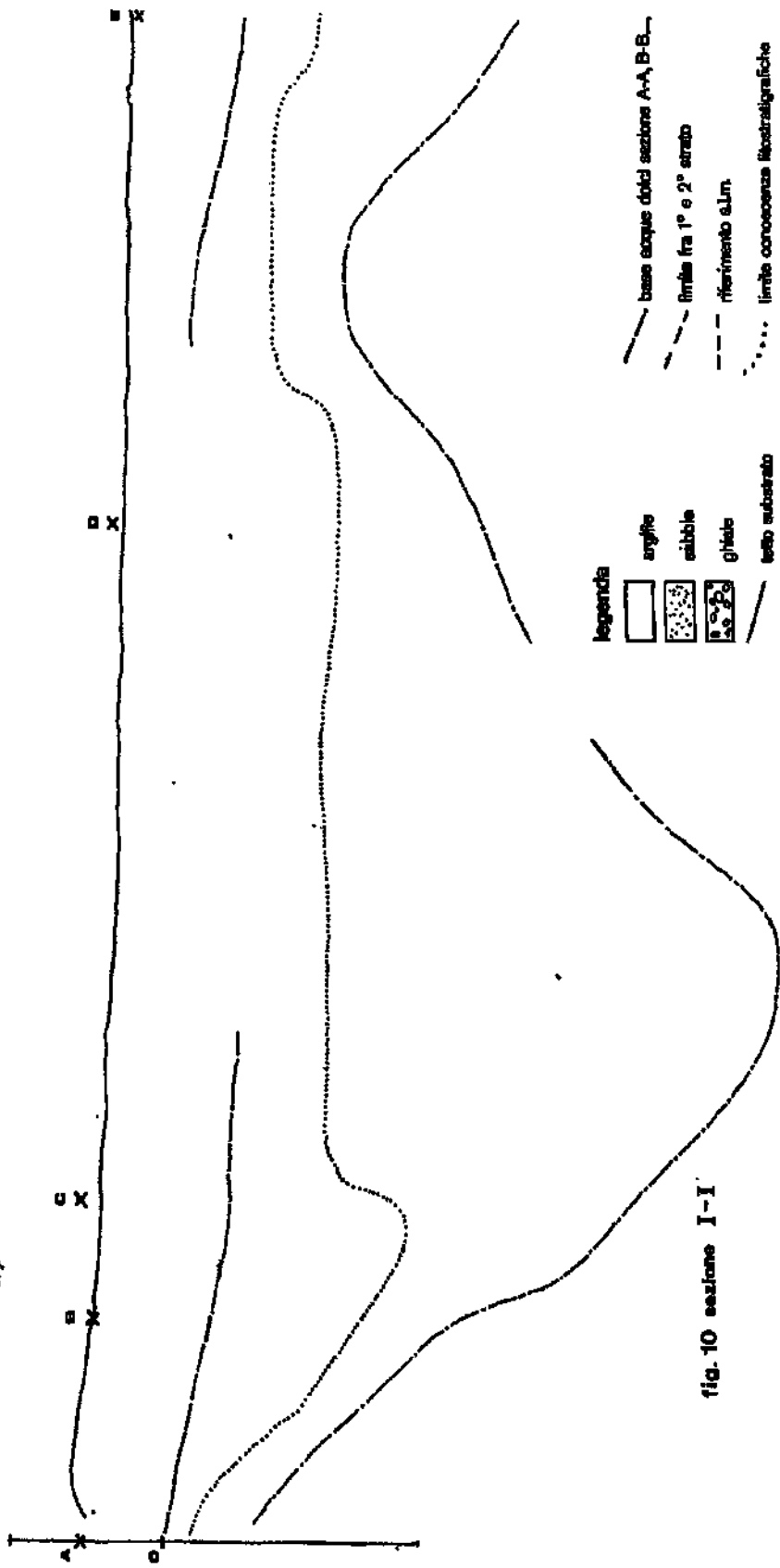
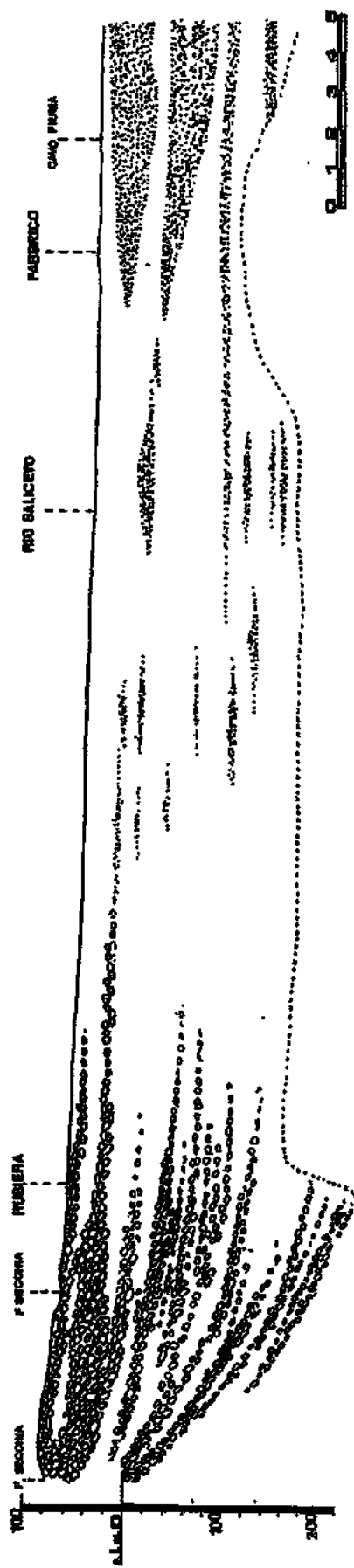
-  Assi delle rettilinee semplici e loro intersezione.
-  Assi delle rettilinee doppie e loro intersezione.
-  Foglie separate.

**ATTIVITÀ**

Analisi delle parti 1-10:

-  1) Stipendi.
-  2) Stipendi e piazze d'acqua salinate.
-  3) Fatti per natura e loro proprietà di avere i salini con ricchezza di gas.
-  4) Mercurio e di gas carbonatici.
-  5) Fatti per natura di idrocarburi e loro proprietà di avere:
-  6) Fatti per natura di idrocarburi e loro proprietà di avere:
-  7) Case di argilla.
-  8) Tracce di animali.





- legenda**
- argilla
  - sabbie
  - ghiaie
  - letto substrato
  - base acque dolci sezione A-A B-B
  - limite fra 1° e 2° strato
  - rifiorimento a.l.m.
  - limite conoscenza litostigrafiche

fig. 10 sezione I-I'

Confermando quanto riportato sulle carte tematiche, le prove penetrometriche statiche, appositamente effettuate per accertare la reale natura del primo sottosuolo, alla base della coltre di riporto e del sottostante terreno vegetale, sino alla profondità di 5÷5.5 m, hanno riscontrato l'esistenza di argille, talora ad elevata componente organica e torbosa, con sottili livelli di limi sabbiosi. Da 5÷5.5 m sino a 9÷10 m vi sono poi argille ad elevata componente organica con livelli di sabbie limose e sabbie che ricoprono argille ed argille sabbioso limose con livelli di sabbie limose e sabbie. A testimonianza dell'esistenza, anche in Rolo, di depositi di un paleoalveo del Po, ad iniziare da 14÷14.5 m le penetrometrie hanno riscontrato l'esistenza di un primo banco di sabbie limose e sabbie, entro cui sono state spinte per alcuni metri, per poi venire interrotte, a seguito dell'elevato grado di addensamento del deposito, ad una profondità massima di 20 m.

Come anticipato in premessa, questa zona, dal punto di vista idrogeologico, compete all'Unità Idrogeologica del Fiume Po. Tale Unità Idrogeologica si caratterizza per la presenza, nei primi cento metri, di due acquiferi principali che, come visualizzato in sezione, hanno sede entro le due bancate di sabbia, talora ghiaiose.

Le falde di questi acquiferi, tra loro in comunicazione, sono in equilibrio con il Po che le alimenta; la loro alimentazione deriva inoltre da altre falde idriche sotterranee di provenienza appenninica. Le acque della prima falda hanno sede entro il banco di sabbie limose e sabbie intercettato dalle prove, mentre l'acquifero principale è confinato nel banco più profondo ad una profondità non inferiore a 50÷60 m. A questa falda attingono i numerosi pozzi realizzati in zona, sia ad uso domestico sia industriale.

Nel foro di sonda delle indagini penetrometriche è stata altresì accertata l'esistenza di una falda superficiale il cui livello statico si è in breve stabilizzato tra 1.7 m e 2.3 m rispetto alla quota del piano cortilivo.

In base alla Carta delle isopieze della falda freatica restituita in allegato allo studio di Microzonazione Sismica del comune di Rolo e prodotto a cura dello Studio Geologico Centrogeo di Correggio (RE), l'abitato risulta sostanzialmente compreso tra le isopieze 20 m e 18 m s.l.m.

## **CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE**

(SCALA 1 : 25.000)

### **LEGENDA**



Depositi prevalentemente argillosi o argilloso-limosi.  
Olocene



Depositi prevalentemente limosi con lenti sabbiose  
in subordine. Olocene



Depositi prevalentemente sabbiosi, con scarse lenti  
di ghiaie fini e/o di limi. Pleistocene sup.-Olocene



Depositi di ghiaie eterometriche alternati a  
livelli con granulometria piu' fine.  
Pleistocene sup. (Wurm)-Olocene

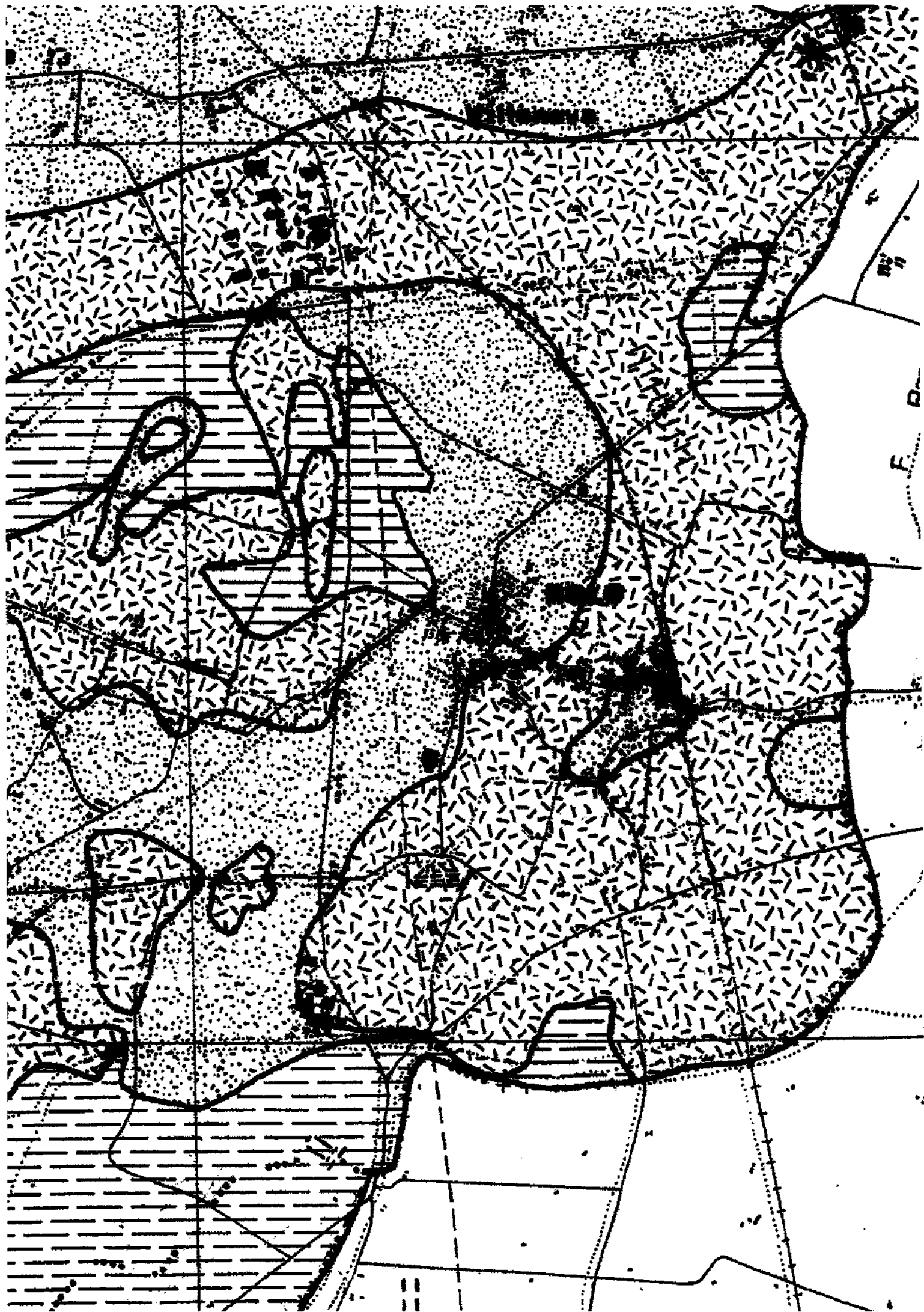


Ghiaie grossolane debolmente cementate con lenti  
di sabbie e limi sabbiosi. Limi eolici (Loess)  
dell' altopiano del Ghiardo. Riss



Conglomerati sabbioso-arenacei con clasti alterati.  
Mindel







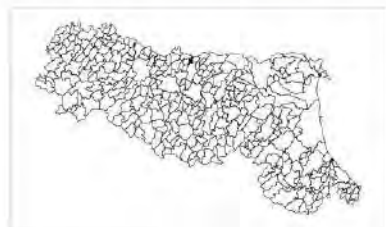
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta delle isopieze della falda

scala 1 : 10.000

Regione Emilia-Romagna  
Comune di Rolo



Regione:  
Emilia-Romagna

Soggetto realizzatore:  
Studio Geologico CENTROCED

Amministrazione comunale:  
Sindaco:  
Fabrizio Allegretti

Studio realizzato con il contributo di:  
cui all'OCDCP 171/2014  
DGR ER 1227/2015.

Coordinamento della Regione:  
Emilia-Romagna - Servizio Geologico  
Luca Martelli

Progetto:  
Gian Pietro Mazzanti  
Collaboratori:  
Stefano Gelli  
Andrea Arbizzi  
Mauro Mazzetti

Responsabile Ufficio Tecnico:  
Maria Giulia Rinaldi  
Ufficio Ricostruzione:  
Alessandro Marrazzo

Data:  
Marzo 2017

Tavola:  
1-3

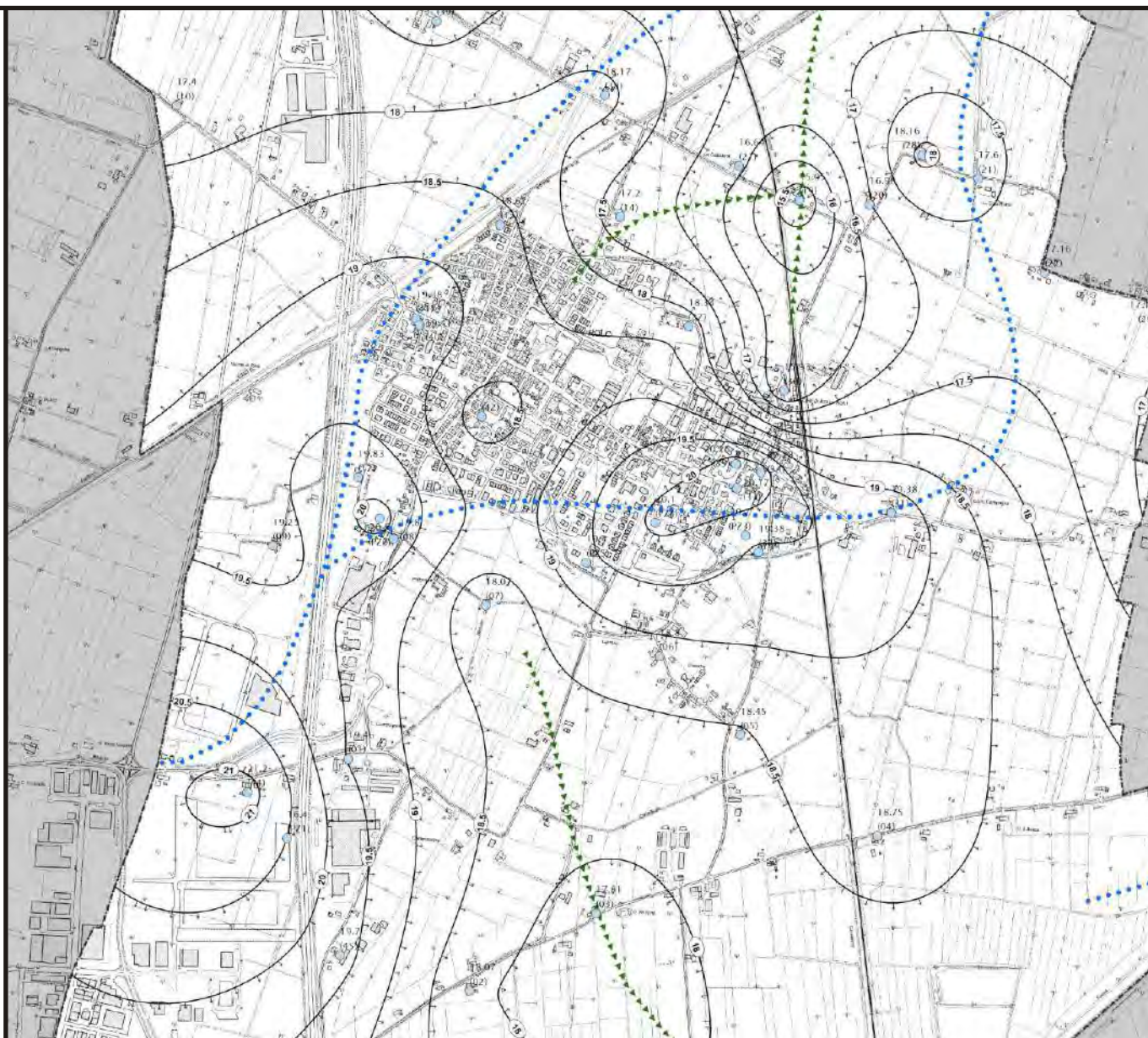
## Legenda

### Elementi geologici e idrogeologici

- 15,51 (19) piezometria della falda (metri sul livello del mare) e numero di pozzi
- 17,2 isopieze della falda (metri sul livello del mare) con direzione del flusso indicata dalle frecce
- 17,2 piezometria della falda (metri sul livello del mare) e numero di pozzi
- 17,2 piezometria della falda (metri sul livello del mare) e numero di pozzi
- 17,2 piezometria della falda (metri sul livello del mare) e numero di pozzi

### Altri elementi rappresentati

- limite del Comune



L'area in esame viene individuata in una zona di depressione dell'acquifero, in quanto segnalato a 18.5 m s.l.m., rispetto ad aree perimetrali ad occidente e ad oriente in cui il livello viene invece indicato a quote maggiormente vicine alla superficie. Rispetto a questa quota, confermata anche dall'esistenza di un pozzo in cui all'acquifero viene assegnata una quota di 18.2 m s.l.m., con piano campagna a 20.8 m s.l.m., il livello viene pertanto individuato alla profondità di 2.3 m, pertanto coincidente con una delle verifiche effettuate in sito.

In base alla ricostruzione della carta tematica, l'abitato risulta compreso tra due spartiacque ed è appunto rispetto ad essi, in zona centrale, qui corrispondente con la posizione dell'area in esame, che passerebbe un asse di drenaggio.

#### **4. METODOLOGIA D'INDAGINE**

Le caratteristiche litologiche e geomeccaniche del primo sottosuolo sono state determinate interpretando i dati ricavati da quattro indagini penetrometriche che sono state realizzate mediante l'ausilio di penetrometri statici tipo Gouda da 10 t e 15 t.

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm/sec} \pm 0.5 \text{ cm/sec}$ ).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (di tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo "Begemann").

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono  $\phi = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono  $\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto  $m = 150 \text{ cm}^2$

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'approfondimento.

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- $R_p \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = \text{resistenza alla punta (conica)}$
- $R_L \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = \text{resistenza laterale (manicotto)}$

(la resistenza alla punta  $R_p$  e la resistenza laterale  $R_L$  sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm).

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto  $R_p/R_L$  fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di  $R_p$  e del rapporto  $FR = (R_L/R_p) \%$  (esperienze di Schmertmann - 1978). Sempre con riferimento alla prova penetrometrica statica CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata  $C_u$ , angolo di attrito interno efficace  $\phi'$ , densità relativa  $D_r$ , modulo edometrico  $M_o$ , moduli di deformazione non drenato  $E_u$  e drenato  $E'$ , peso di volume  $Y$ , ecc.).

## **5. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E PARAMETRI GEOTECNICI**

Le indagini consentono di ricostruire, per i vari strati, le caratteristiche litologiche ed i parametri geotecnici:

### Livello A

Strato che dal piano cortilivo, annettendo la coltre di riporto ed il sottostante terreno vegetale, si approfondisce sino a 5÷5.5 m in argille talora ad elevata componente organica e torbosa con sottili livelli di limi sabbiosi, con valori di:

$$\gamma = 1.85 \text{ t/m}^3 = 18.14 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.95 \text{ t/m}^3 = 19.12 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.6 \text{ kg/cm}^2 = 58.83 \text{ kN/m}^2$$

$$c' = 0.1 \text{ kg/cm}^2 = 9.81 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi' = 20 [^\circ]$$

$$M_o = 60 \text{ kg/cm}^2 = 5883 \text{ kN/m}^2$$

$$E = 50 \text{ kg/cm}^2 = 4903 \text{ kN/m}^2$$

### Livello B

Da 5÷5.5 m sino a 9÷10 m vi sono argille ad elevata componente organica con livelli di sabbie limose e sabbie, con valori di:

$$\gamma = 1.85 \text{ t/m}^3 = 18.14 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.95 \text{ t/m}^3 = 19.12 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.5 \text{ kg/cm}^2 = 49 \text{ kN/m}^2$$

$$c' = 0.1 \text{ kg/cm}^2 = 9.81 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi' = 18 [^\circ]$$

$$M_o = 50 \text{ kg/cm}^2 = 4903 \text{ kN/m}^2$$

$$E = 40 \text{ kg/cm}^2 = 3922 \text{ kN/m}^2$$



### Livello C

Da 9÷10 m sino a 14÷14.5 m vi è una preponderanza di argille ed argille sabbioso limose con livelli di sabbie limose e sabbie, con valori di:

$$\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3 = 18.63 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2.00 \text{ t/m}^3 = 19.61 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.8 \text{ kg/cm}^2 = 78.45 \text{ kN/m}^2$$

$$c' = 0.15 \text{ kg/cm}^2 = 14.71 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi' = 22 [^\circ]$$

$$M_o = 80 \text{ kg/cm}^2 = 7845 \text{ kN/m}^2$$

$$E = 70 \text{ kg/cm}^2 = 6864 \text{ kN/m}^2$$

### Livello D

Oltre 14÷14.5 m il deposito si caratterizza per la presenza di banchi di sabbie limose e sabbie addensate, con valori di:

$$\gamma = 1.95 \text{ t/m}^3 = 19.12 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2.0 \text{ t/m}^3 = 19.61 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$c' = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi' = 30 [^\circ]$$

$$M_o = 250 \text{ kg/cm}^2 = 24516 \text{ kN/m}^2$$

$$E = 200 \text{ kg/cm}^2 = 19613 \text{ kN/m}^2$$

dove:

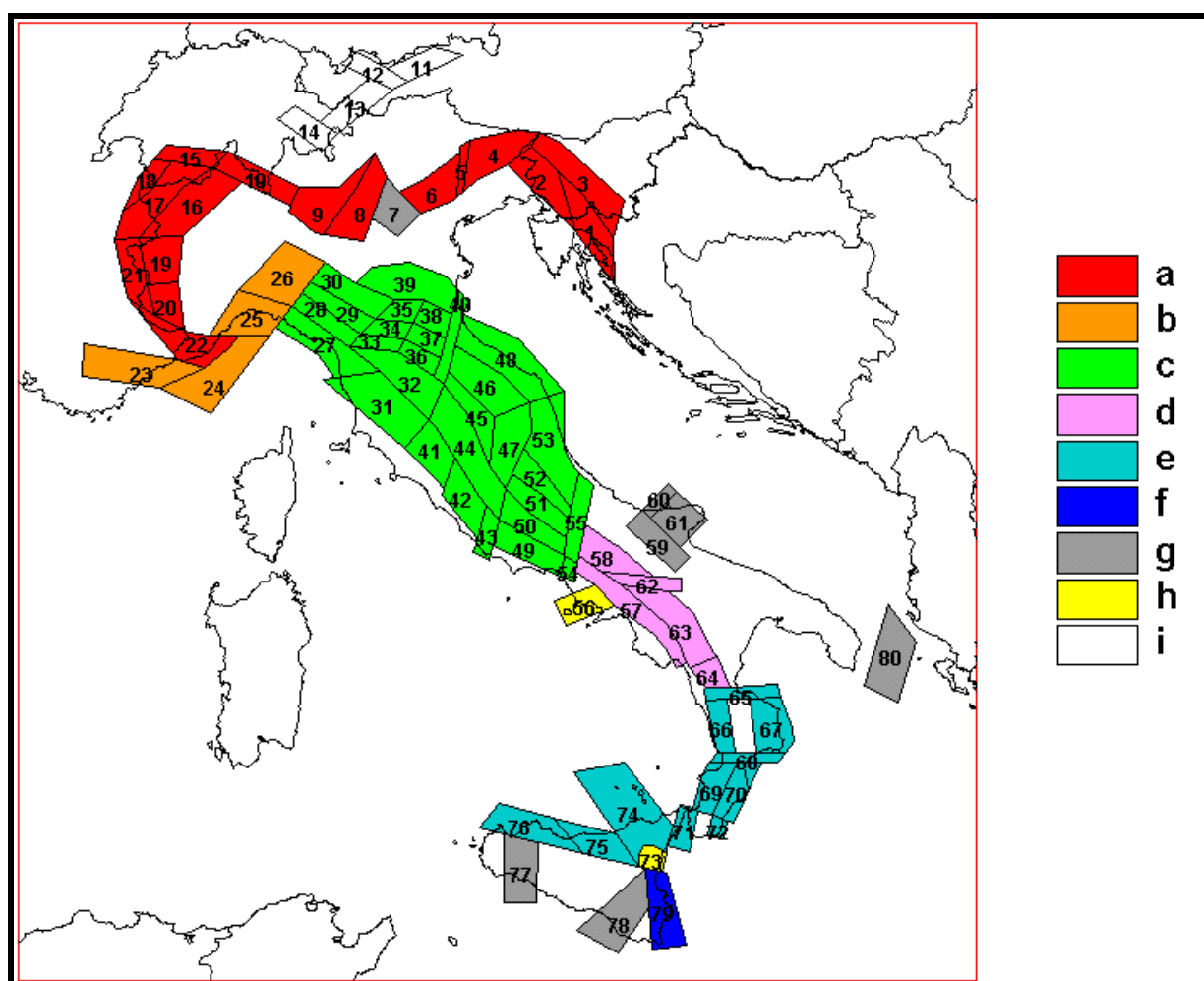
$\gamma$  = peso di volume;  $\gamma_{\text{sat}}$  = peso di volume saturo;  $C_u$  = coesione non drenata;  $c'$  = coesione efficace;

$\phi'$  = angolo di attrito;  $M_o$  = modulo edometrico;  $E$  = modulo elastico.

## 6. SISMICITÀ DELL'AREA

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Secondo questa suddivisione l'area oggetto di studio ricade nell'area 39, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a  $PGA = 0.15g$  (Peak Ground Acceleration).

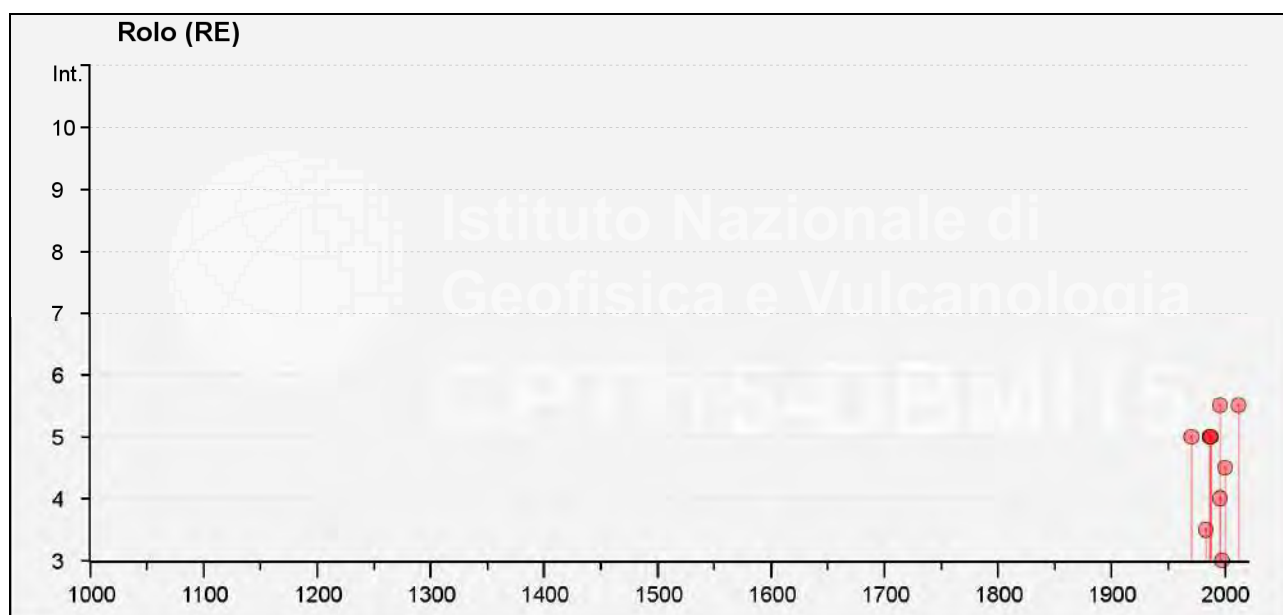
L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in Rolo, in epoca storica, il valore del VII/VIII grado MCS. (cf. tabelle qui di seguito allegate).

### Storia sismica di Rolo (RE) [44.886, 10.858]

Osservazioni disponibili: 18

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	Io	Mw
NF	1901	01	20	06	30		Bassa modenese	4	3.68
NF	1901	01	20	06	34	2	Bassa modenese	5	4.11
5	1971	07	15	01	33	2	Parmense	8	5.51
3-4	1983	11	09	16	29	5	Parmense	6-7	5.04
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	6	4.43
5	1987	04	24	02	30	2	Reggiano	6	4.64
5	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	6	4.71
5	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	6	4.57
5-6	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	7	5.38
2	1996	10	26	04	56	5	Pianura emiliana	5-6	3.94
2	1996	10	26	06	50	2	Pianura emiliana	5-6	3.63
2	1996	11	25	19	47	5	Pianura emiliana	5-6	4.29
4	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	5-6	4.06
2-3	1997	05	12	22	13	5	Pianura emiliana	4-5	3.68
3	1998	02	21	02	21	1	Pianura emiliana	5	3.93
4-5	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	5-6	4.40
NF	2002	06	18	22	23	3	Frignano	4	4.30
5-6	2012	05	29	07	00	0	Pianura emiliana	7-8	5.90

Intendendo:  $I_s$  = Intensità al sito (MCS);  $I_o$  = Intensità epicentrale (MCS);  $M_w$  = Magnitudo



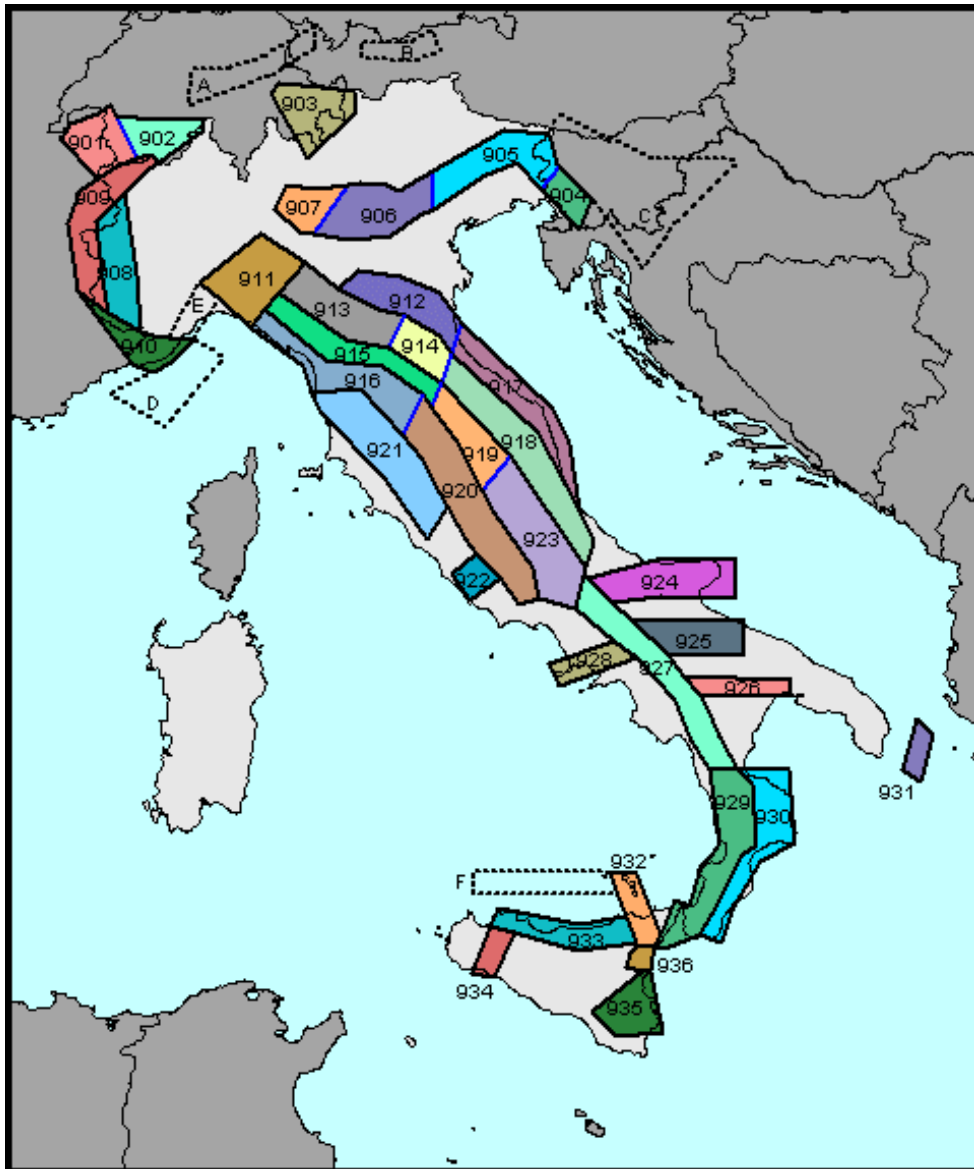
*eventi nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate)*

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 ha aggiornato la normativa sismica, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Rolo, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 912 (cf. tavola nella pagina seguente). In base a questa nuova zonazione, il territorio in esame (secondo la precedente classificazione non classificato), è stato inserito in zona Z3 a bassa sismicità.

Come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24/10/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può essere assegnato, a zone come questa di bassa sismicità, un valore ( $a_g/g$ ), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.15.

Più precisamente, al comune di Rolo, l'allegato 4 dell'Assemblea Legislativa n° 2131 – prot. n° 8511 del 2 maggio 2007, assegna il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè  $T = 0$ , espressa in frazione dell'accelerazione di gravità  $g$  ( $a_{refg}$ ), di 0.137.



Zonazione sismogenetica ZS9

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza propongono una caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo. Secondo il D.M. 17/1/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni", in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio, mediate sui primi 30 metri di terreno ( $V_{s30}$ ), vengono individuate cinque categorie (A – B – C – D – E).



In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa è stato effettuato un sondaggio sismico. La prospezione geofisica è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali prodotto dalla Ditta PASI di Torino attrezzato con 24 geofoni orizzontali di ricezione, dotati di preamplificatori di segnale, disposti ad interasse di 2 m l'uno dall'altro.

L'indagine, effettuata mediante sismica a rifrazione applicando il metodo MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves, ha consentito di analizzare, nei primi 30 m, la velocità delle onde di taglio (S). Le onde S, analogamente a quelle di compressione (P), non sono dispersive e si propagano anche in mezzi perfettamente omogenei inducendo deformazioni puramente distorsionali. Gli elementi di volume investiti dall'onda vibrano in direzione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione.

Nella fattispecie, il sondaggio ha accertato la presenza di sei strati e ad ognuno di essi, mediante l'ausilio dell'apposito programma di calcolo winMASW 4.1.1 Pro, è stata attribuita la velocità delle onde di taglio S ( $V_S$ ) ed il rispettivo spessore (d) (cf. tabelle e diagrammi proposti in allegato).

Per i primi sei strati sono stati rispettivamente ottenuti i seguenti valori:

1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
$V_S = 162 \text{ m/sec}$	$V_S = 160 \text{ m/sec}$	$V_S = 238 \text{ m/sec}$
$d = 0.9 \text{ m}$	$d = 4.8 \text{ m}$	$d = 5.8 \text{ m}$

4° STRATO	5° STRATO	6° STRATO
$V_S = 224 \text{ m/sec}$	$V_S = 218 \text{ m/sec}$	$V_S = 299 \text{ m/sec}$
$d = 4.0 \text{ m}$	$d = 6.1 \text{ m}$	$d = 8.4 \text{ m}$

La valutazione del valore  $V_{S30}$  viene quindi ottenuta mediante l'utilizzo della seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

$h_i$  = spessore dello strato  $i$ esimo, m

$v_i$  = velocità onde di taglio strato  $i$ esimo, m/sec

ottenendo:

$$V_{S30} = 224 \text{ m/sec}$$

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo sottosuolo, il suolo di fondazione può essere pertanto assimilato alla categoria C di azione sismica “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*” con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

## **7. RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 recante le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, attualmente aggiornato dal D.M. del 17/1/2018, definisce i criteri antisismici generali, precisando le azioni che devono essere impiegate in fase progettuale per la sicurezza strutturale delle opere.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata partendo da una “pericolosità sismica di base”, derivata da studi eseguiti a livello nazionale e definita sulla base di condizioni ideali in superficie di suolo rigido e topografia orizzontale.

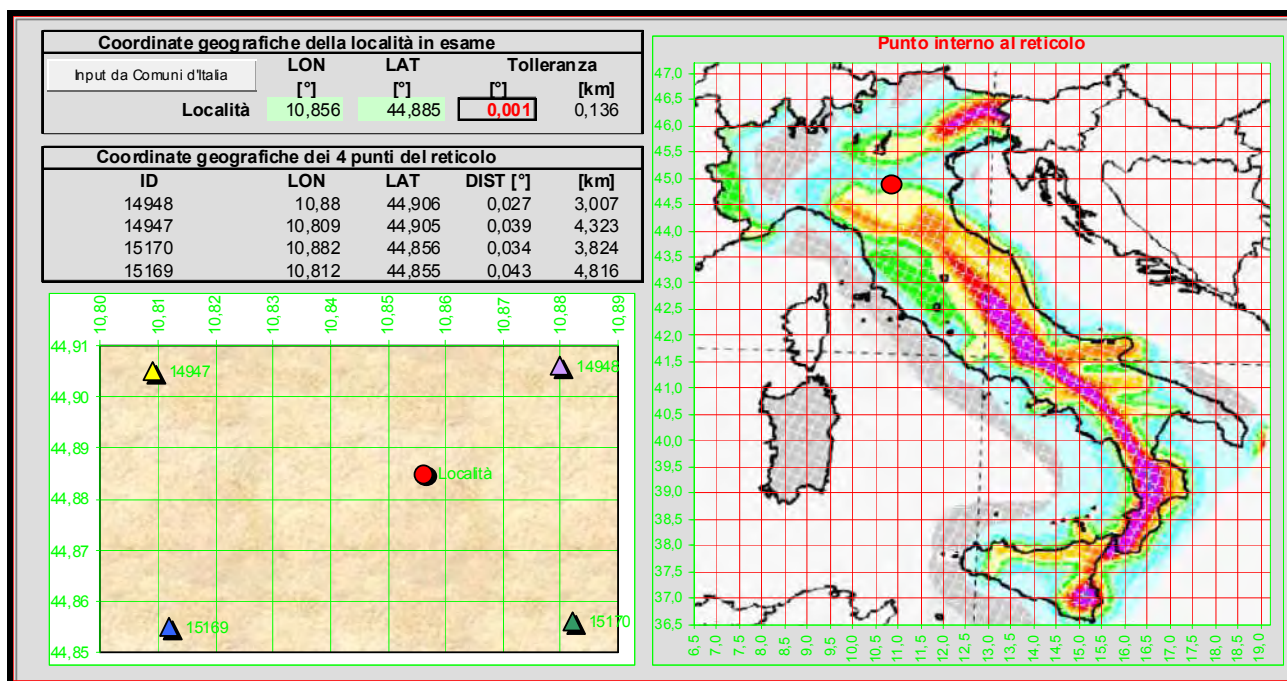
Le Azioni di progetto, per un suolo rigido orizzontale, vengono ricavate in funzione di tre parametri:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima
- $F_o$  = fattore di amplificazione massimo dello spettro in accelerazione orizzontale
- $T_{c^*}$  = periodo inizio tratto costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono inoltre definiti secondo termini probabilistici differenti, con periodi di ritorno  $T_R$  di 30, 50, 475, 975 anni; per tale motivo, ai fini progettuali, occorre fissare la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione e la probabilità di superamento associata a ciascuno degli stati limite considerati.

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_{c^*}$  per la definizione dell'Azione Sismica possono essere calcolati mediante l'utilizzo del programma di calcolo “Calcolo Spettro Sismico”, ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

I primi dati ad essere stati introdotti nel programma sono le coordinate geografiche (latitudine e longitudine) del sito di riferimento (vedi figura in allegato).



Come si può visualizzare nella tabella sottostante, per ottenere gli spettri di risposta sismica locale, sono stati inoltre introdotti i valori della vita della struttura e le caratteristiche sismiche del terreno.

VITA DELLA STRUTTURA

Vita nominale

$V_N$

50

[anni]

Classe d'uso

$C_U$

III

Vita di riferimento

$V_R$

75

[anni]

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO

Topografia

T1

Coeff. topografico

$S_T$

1,0

Categoria suolo

C

	SL	$P_{VR}$	$T_R$	$a_g$	$F_o$	$T_C^*$	S	Tb	$T_C$	$T_D$	$F_v$
sle	Operatività	81%	45	0,450	2,55	0,26	1,50	0,14	0,42	1,78	0,73
sle	Danno	63%	75	0,561	2,53	0,28	1,50	0,15	0,45	1,82	0,81
slu	Salv. Vita	10%	712	1,625	2,55	0,27	1,45	0,15	0,44	2,25	1,39
slu	Collasso	5%	1462	2,179	2,49	0,28	1,37	0,15	0,45	2,47	1,57

I valori dei principali parametri sismici ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$ ) riferiti all'area in oggetto al  $TR = 712$  anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita esplicitati sono:

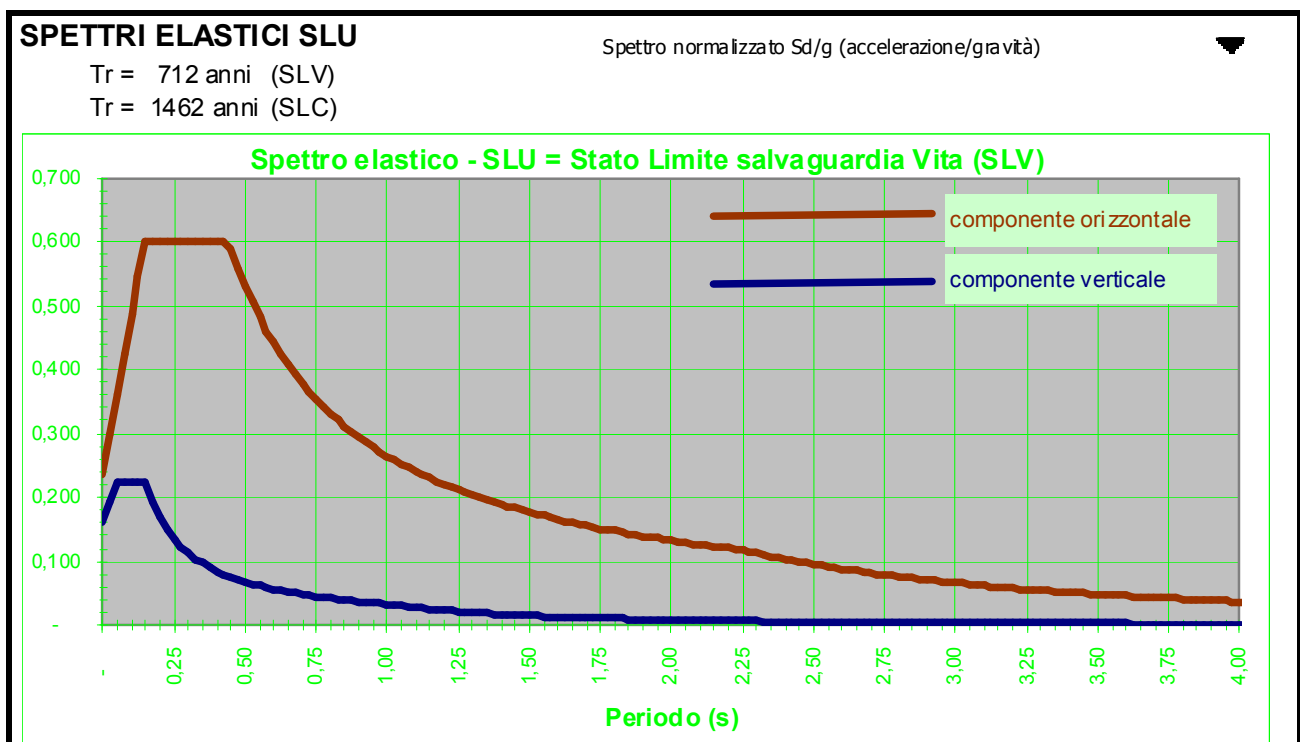
$$a_g = a_g/g = 1.625 / 9.81 = 0.165$$

$$F_o = 2.55$$

$$T_c^* = 0.27$$

Elaborando i dati forniti, il programma di calcolo ha prodotto gli spettri di risposta elastica necessari per definire gli stati limite ultimo.

Nella fattispecie è stato ottenuto il grafico degli spettri elastici SLU:



In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$



in cui:

$S_s$  = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_t$  = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A.

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_s$**

<b>Categoria sottosuolo</b>	<b><math>S_s</math></b>
<b>A</b>	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Nel caso in esame potrà essere assunto:

VN 50 anni - Classe d'Uso III

Stato limite SLV e TR = 712 anni (*Paragrafo 7.1 D.M. 17.01.2018*):

$S_s = 1.45$  - Categoria sottosuolo C

$S_t = 1.0$  - Categoria topografica T1

$a_g = 0.165 \cdot g$

Sulla base dei dati sopra riportati risulta pertanto che:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.45 \cdot 1.0 \cdot 0.165 = 0.239 \cdot g$$

## **8. MICROZONAZIONE SISMICA**

L'aggiornamento con il DGR 630/2019 del DGR 2193/2015, che integra la Delibera Regionale 112/2007, emessa dalla Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna in data 2 Maggio 2007, fornisce i criteri per l'individuazione delle aree che potrebbero essere soggette ad effetti sismici locali (microzonazione sismica), in modo da orientare le scelte di pianificazione verso le aree a minor rischio. La metodologia indicata per tali tipi di studio prevede due fasi di analisi, con diversi livelli di approfondimento. La prima fase ha carattere qualitativo ed è diretta ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.). Essa viene realizzata sulla base di rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati.

La seconda fase ha invece come obiettivo la microzonazione sismica del territorio. Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

a) analisi semplificata (secondo livello di approfondimento); basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologico più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard; essa viene svolta nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività minore o uguale a  $15^\circ$  in cui il deposito ha spessore costante

b) analisi approfondita (terzo livello di approfondimento), richiesta nei seguenti casi:

- Aree soggette a liquefazione e densificazione;
- Aree instabili e potenzialmente instabili;
- Aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;

- Aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Avendo attribuito la classe d'uso 3 all'edificio esaminato, si è deciso di proporre una microzonazione sismica con analisi approfondita di III° livello.

L'analisi approfondita di terzo livello prevede la valutazione dei fattori di amplificazione  $F_a$  sulla base delle velocità medie delle onde di taglio all'interno della copertura ( $V_{sH}$ ) o nei primi 30 metri dalla superficie ( $V_{s30}$ ), calcolate secondo le seguenti formule:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}} \quad V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

I fattori stimati esprimono l'amplificazione del moto sismico al passaggio dal bedrock alla superficie. Essi possono essere espressi sia come rapporto di PGA che come rapporto tra le intensità spettrali calcolate sugli spettri di pseudo-velocità.

## **9. RISPOSTA SISMICA DI III° LIVELLO**

Come in precedenza detto, viene qui di seguito proposta un'analisi sismica di III° livello, in grado di definire i Fattori di Amplificazione di P.G.A.

La modellazione numerica della risposta sismica locale (RSL) è stata effettuata utilizzando il software "RSL III" della ditta Geostru di Bianco (RC), avvalendosi dello specifico codice di calcolo monodimensionale "SHAKE".

L'elaborazione ha permesso di valutare l'amplificazione dell'impulso sismico al suolo e di quantificare gli spettri di risposta sulla base di terremoti di riferimento (TR 712 anni con smorzamento pari al 5%) forniti dalla Regione Emilia-Romagna, per lo Stato Limite Ultimo SLV.

Il Software RSL III permette di valutare puntualmente l'effettiva amplificazione stratigrafica sfruttando la soluzione dell'equazione differenziale che governa il problema della propagazione di onde di taglio in un solido alla Kelvin-Voigt ed un comportamento dei terreni secondo curve di decadimento per G e lo smorzamento tratte dalla letteratura scientifica e/o normative, o ancora, curve di decadimento personalizzate.

La procedura di calcolo utilizzata da RSL III per la risposta sismica locale è di tipo lineare equivalente su un modello di n strati piani e paralleli di estensione orizzontale infinita su un semispazio corrispondente al bedrock.

L'input sismico, rappresentato da più accelerogrammi, viene applicato al bedrock e viene valutato il moto di propagazione delle onde in direzione perpendicolare alla superficie utilizzando l'equazione di equilibrio dinamico in funzione dello spostamento. I valori finali forniti dall'analisi di risposta sismica locale sono gli accelerogrammi e i relativi spettri di risposta, lo spettro medio e quello medio normalizzato da confrontare con lo spettro di normativa.

La verifica monodimensionale dell'amplificazione locale, tramite l'utilizzo di Shake, si compone di due fasi: elaborazione del modello e simulazione degli effetti indotti dal sisma di progetto.

La prima fase consiste nel costruire la colonna di sottosuolo di riferimento, rappresentata da strati (layer) a differente tessitura e da diversi valori delle onde di taglio S (Vs).

Il modello geologico si è basato sulla stratigrafia, redatta sugli esiti delle prove penetrometriche CPT e dello stendimento sismico a rifrazione MASW.

La prova MASW consente di valutare la distribuzione delle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio (Vs) nei primi trenta metri pari a 224 m/s. All'interno del modello geologico utilizzato per l'analisi di RSL si sono quindi inseriti i sismostrati riportati nel capitolo "Sismicità dell'Area" di suddetta relazione; il bedrock sismico è stato quindi impostato alla profondità di 100 m dal piano campagna attuale attribuendo una velocità di 600 m/s.

Occorre poi procedere all'inserimento degli input sismici, desunti dai segnali di riferimento selezionati dalla banca dati accelerometrica "European Strong Motiondatabase" e forniti dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale. Si tratta di tre tipologie di segnali, già "scalati" per il territorio comunale a cui si riferiscono e sono rappresentati dai tre differenti accelerogrammi di progetto:

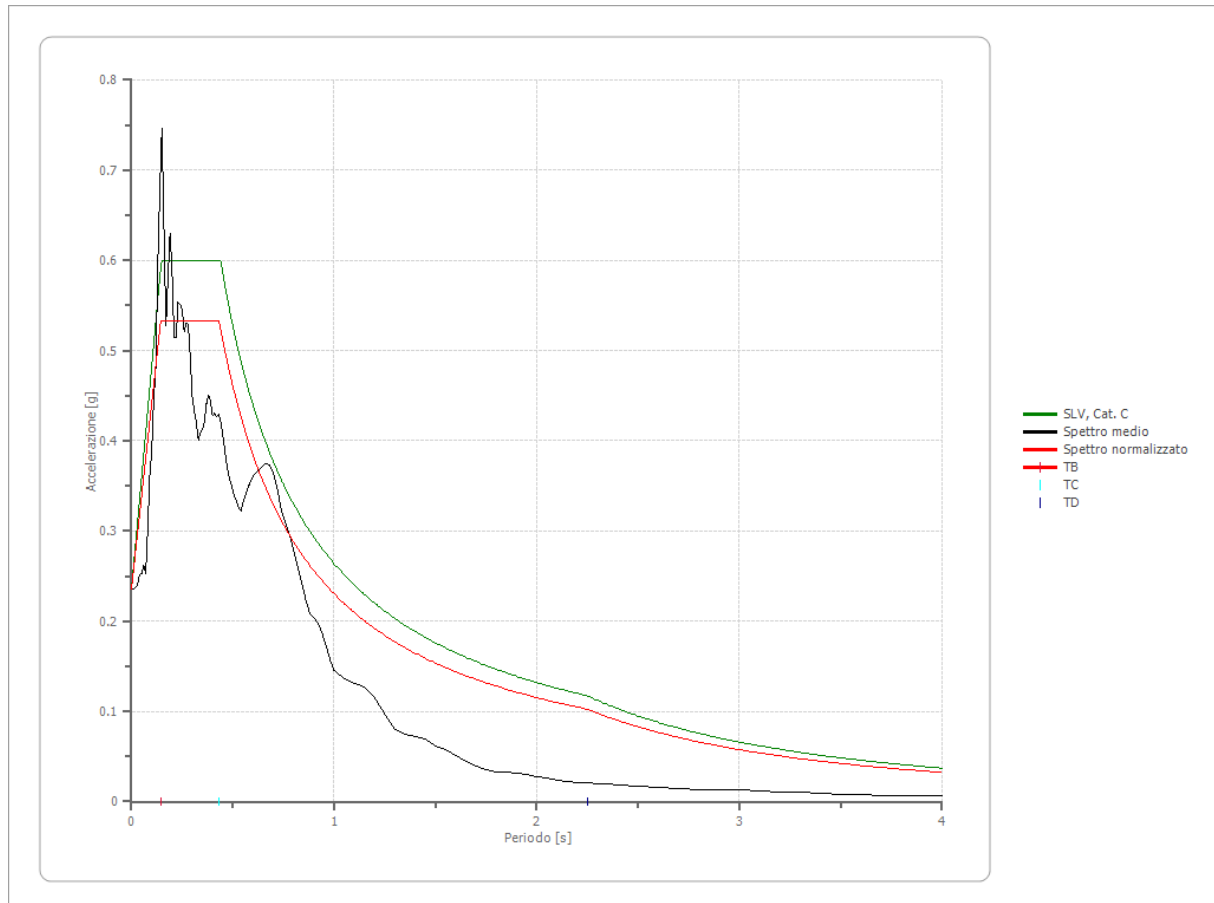
- 1) impulsivo;
- 2) con ampio contenuto in frequenze;
- 3) con componente predominante alle alte frequenze.

La modellazione consente la valutazione dell'amplificazione locale intesa come rapporto PGA/PGA0 ossia come rapporto dell' $a_{g_{max}}$  al suolo (calcolata con SHAKE) con quella del suolo rigido. Si rammenta ancora che per il Comune di Rolo si riporta un' $a_{g_{max}}$  al suolo rigido pari a 0,137 g.

In allegato vengono riportate tutte le elaborazioni fornite dal software RSL III, da cui sono stati estrapolati i risultati qui di seguito forniti.

I risultati ottenuti evidenziano che il fattore di amplificazione FA è pari a 1.45 e un fattore di amplificazione spettrale massima Fo di 2.258, da cui deriva un  $a_{max}$  o PGA al sito pari a 0.236 g.

Visionando il grafico del rapporto degli spettri, suddetto valore di accelerazione risulta essere inferiore rispetto a quello calcolato nel capitolo precedente con una risposta sismica semplificata, a favore della sicurezza, si dovrà pertanto adottare il valore di 0.239 g per il dimensionamento delle strutture.



*confronto spettro di progetto e spettro da normativa*

## **10. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

Con il termine liquefazione, si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso. Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Questi fenomeni si verificano soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

Il capitolo 7.11.3.4 delle NTC 2008 riporta che gli effetti di liquefazione avvengono soprattutto in terreni prevalentemente sabbiosi intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

In conformità con quanto richiesto dall'allegato A3 del DGR 630/2019 e dal punto 7.11.3.4.2. delle NTC 2018, per la presenza di Magnitudo superiori a 5 e di frequenti sottili livelli di limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie che si alternano alle argille, si è quindi proceduto alla verifica della liquefazione del terreno.

La verifica, effettuata utilizzando i dati acquisiti con le indagini penetrometriche, mediante l'ausilio del programma Liquiter prodotto dalla Ditta Geostru S.r.l., applicando il metodo specifico per le prove penetrometriche statiche (Robertson e Wride 1997), ha appurato che il rischio alla liquefazione dei terreni varia da molto basso a basso (IPL 0.39 in CPT4).



## **11. RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Le prove penetrometriche statiche, appositamente effettuate per accertare la reale natura del primo sottosuolo, alla base della coltre di riporto e del sottostante terreno vegetale, sino alla profondità di 5÷5.5 m, hanno riscontrato l'esistenza di argille, talora ad elevata componente organica e torbosa, con sottili livelli di limi sabbiosi.

Da 5÷5.5 m sino a 9÷10 m vi sono poi argille ad elevata componente organica con livelli di sabbie limose e sabbie che ricoprono argille ed argille sabbioso limose che annettono anch'esse livelli di sabbie limose e sabbie. A testimonianza dell'esistenza, anche in Rolo, di depositi di un paleoalveo del Po, ad iniziare da 14÷14.5 m le penetrometrie hanno poi riscontrato l'esistenza di un primo banco di sabbie limose e sabbie ad elevato grado di addensamento.

Per quanto concerne il livello della falda freatica, nei fori di sonda delle penetrometrie, al termine delle prospezioni, si è in breve tempo stabilizzato tra 1.7 m e 2.3 m dal p.c. La maggiore profondità (2.3 m), misurata del foro di sonda della prova CPT4 realizzata all'interno del fabbricato oggetto di futura demolizione, è coincidente con il valore (18.5), riferito al piano campagna, della quota delle isopieze della carta tematica prodotta in allegato allo studio di microzonazione sismica prodotto per il comune di Rolo. Ciò non toglie che l'acquifero possa essere sensibile di variazioni nel corso dell'anno, con ragionevoli ma altresì contenuti abbassamenti nelle stagioni estive e risalite in quelle più piovose, primavera e autunno.

Oltre alle prove dirette di tipo penetrometrico si è proceduto all'esecuzione di un'indagine geofisica di sismica a rifrazione tipo MASW in base alle cui risultanze, nei primi trenta metri ( $V_{s30}$ ), è stata quantificata una velocità di propagazione delle onde sismiche di 224 m/s.

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo sottosuolo, il suolo di fondazione può essere pertanto assimilato alla categoria C di azione sismica “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*” con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle

proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Mediante l'utilizzo di un apposito programma per il "Calcolo dello Spettro Sismico", ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito, si è proceduto poi al calcolo del valore dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per la definizione dell'Azione Sismica locale.

Riferiti all'area in oggetto, al  $TR = 712$  anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita, sono stati ottenuti i seguenti valori:  $a_g = a_g/g = 1.625 / 9.81 = 0.165$ ;  $F_0 = 2.55$ ;  $T_c^* = 0.27$ .

Elaborando i dati, il programma ha prodotto gli spettri elastici SLU; è stata inoltre calcolata l'accelerazione massima attesa al sito di  $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.45 \cdot 1.0 \cdot 0.165 = 0.239 \cdot g$ .

Avendo attribuito la classe d'uso 3 all'edificio esaminato, si è ritenuto tuttavia necessario procedere ad una microzonazione sismica con analisi approfondita di III° livello.

I risultati ottenuti evidenziano che il fattore di amplificazione  $FA$  è pari a 1.45 e un fattore di amplificazione spettrale massima  $F_0$  di 2.258, da cui deriva un  $a_{max}$  o PGA al sito pari a 0.236 g.

Visionando il grafico del rapporto degli spettri, suddetto valore di accelerazione risulta essere leggermente inferiore rispetto a quello calcolato con una risposta sismica semplificata, a favore della sicurezza, si dovrà pertanto adottare il valore di 0.239 g per il dimensionamento delle strutture.

Sulla base dei parametri geomeccanici del terreno acquisiti con le indagini si è infine proceduto alla valutazione del peso di volume ( $\gamma$ ), dell'angolo di attrito interno ( $\phi$ ), della coesione non drenata ( $C_u$ ), della coesione efficace ( $c'$ ), del modulo edometrico ( $M_o$ ) e del modulo elastico ( $E$ ) per gli strati che caratterizzano il primo sottosuolo. Suddetti valori potranno essere utilizzati per il dimensionamento strutturale in conformità con quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018.

La base d'appoggio delle fondazioni dovrà essere impostata ad una profondità non inferiore a 1.5 m, oltre quindi il riporto e verosimilmente sino alla profondità raggiunta dalle preesistenti fondazioni della struttura che dovrà essere demolita; si dovrà altresì accertare che così operando

venga rimosso anche il preesistente suolo, come da indagini ad elevata componente organica e torbosa sensibile a forme di consolidazione e ritiro.

Le verifiche nei fori di sonda hanno come detto appurato che la falda è situata ad una profondità variabile tra 1.7 m e 2.3 m quindi mediamente a circa 2 m rispetto alla quota del piano cortilivo; nell'ipotesi di un'ulteriore risalita dell'acquifero non si può pertanto escludere un'interazione con la base d'appoggio delle future fondazioni. Occorrerà quindi procedere ad un adeguato dosaggio delle malte cementizie e ad un corretto dimensionamento delle nuove strutture portanti affinché esse possano essere in grado di controbilanciare un'eventuale spinta idrostatica e reagire in modo adeguato all'innescarsi di cedimenti addizionali dovuti ad un aumento della pressione efficace.

Per non incrementare l'ammollimento del terreno alla base delle stesse è in ogni caso opportuno che tutte le acque meteoriche e di scarico vengano raccolte ed allontanate, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta, in direzione della rete fognaria principale.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto e delle disposizioni delle leggi vigenti, siano esse nazionali che regionali (D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni") che prescrivono un'attenta verifica dell'idoneità delle strutture in funzione delle caratteristiche del primo sottosuolo, si attesta l'idoneità del terreno all'attuazione dell'intervento edilizio in progetto e si concede quindi parere geologico favorevole.

Scandiano, novembre 2019



# **ALLEGATI**



## **A) UBICAZIONE INDAGINI**

## **B) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE** (effettuate con penetrometri statici tipo GOUDA da 10 e 15 t)

## **C) SISMICA A RIFRAZIONE PER LA DETERMINAZIONE DEL $V_{s30}$** (realizzata applicando il metodo MASW con sismografo PASI 16SG24)

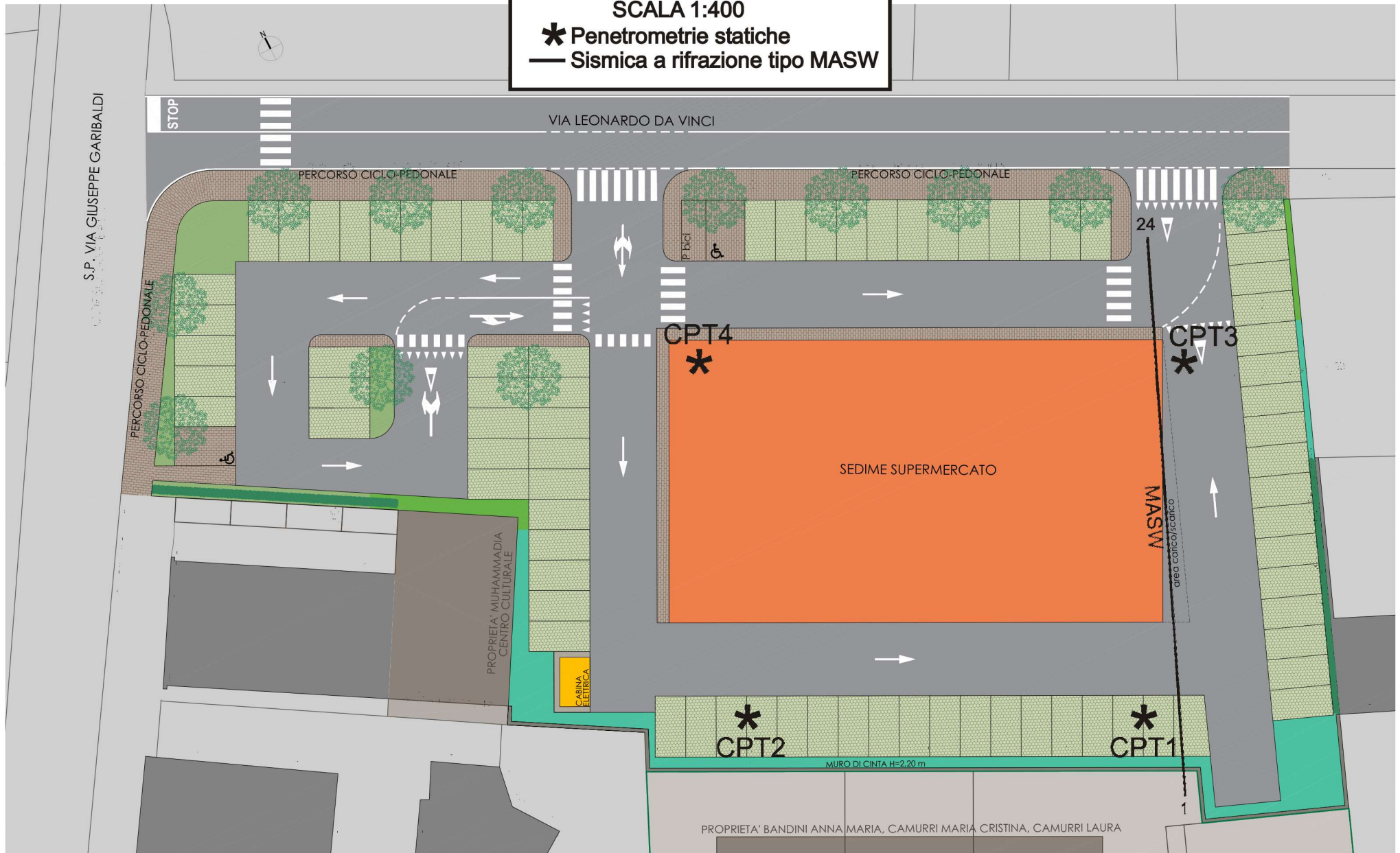
## **D) RISPOSTA SISMICA LOCALE DI 3° LIVELLO** (svolta con il programma RLS III della Ditta Geostru)

## **E) VERIFICA A LIQUEFAZIONE** (eseguita con il programma Liquiter della Geostru)

# UBICAZIONE INDAGINI

SCALA 1:400

- \* Penetrometrie statiche
- Sismica a rifrazione tipo MASW



## **- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE -**



DIAGRAMMI DI RESISTENZA

-

TABELLE E VALORI DI RESISTENZA

-

VALUTAZIONI LITOLOGICHE

-

PARAMETRI GEOTECNICI



## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

### PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$  )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (  $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat.  $A_m = 150 \text{ cm}^2$  )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec } ( \pm 0,5 \text{ cm / sec } )$
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.  $\Rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta  $R_p \text{ ( Kg / cm}^2 \text{ )} = ( L. \text{ punta} ) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $R_L \text{ ( Kg / cm}^2 \text{ )} = [(L. \text{ laterale}) - (L. \text{ punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale  $R_t \text{ ( Kg )} = ( L. \text{ totale} ) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

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

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $R_L$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N  $\approx$  100 t

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

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

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

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  $F = (R_p / R_L)$

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

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

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

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

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

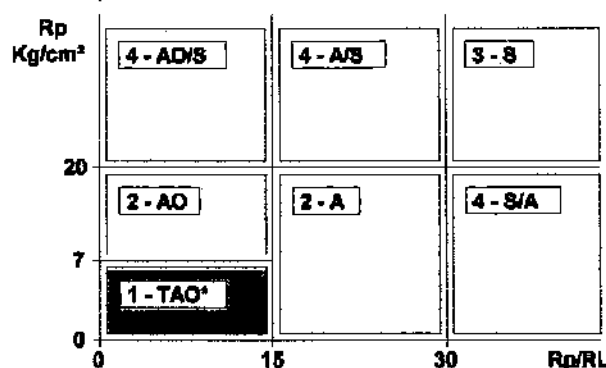
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

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

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI      anche se  $( R_p / R_L ) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI      anche se  $( R_p / R_L ) < 30$



### NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

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

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume ( efficace ) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $R_p$  - natura ]  
( Terzaghi & Pack 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 :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- $E_u$  = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. :  $E_u$  -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
 $E_{u50}$  -  $E_{u25}$  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 :  $E'$  -  $R_p$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  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 et al. 1983 )
- $M_o$  = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. :  $M_o$  -  $R_p$  - natura ]  
( Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- $D_r$  = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni :  $D_r$  -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] ( Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  -  $D_r$  -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976 )  
  - $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata
  - $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
  - $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- $A_{max}$  = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
(  $g$  = acc.gravità )(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni :  $(A_{max}/g)$  -  $D_r$  ]

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 1**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.6 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : Piano Cortilivo  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	9,20	14,5	26,0	29,0	1,33	22,0
0,40	----	----	--	-----	----	9,40	10,0	20,0	20,0	1,07	19,0
0,60	----	----	--	-----	----	9,60	12,5	20,5	25,0	0,80	31,0
0,80	5,0	----	10,0	0,53	19,0	9,80	13,0	19,0	26,0	1,33	19,0
<b>1,00</b>	9,0	13,0	18,0	0,93	19,0	<b>10,00</b>	8,0	18,0	16,0	0,93	17,0
1,20	6,0	13,0	12,0	1,00	12,0	10,20	19,0	26,0	38,0	1,33	28,0
1,40	5,0	12,5	10,0	0,80	12,0	10,40	20,0	30,0	40,0	2,13	19,0
1,60	5,5	11,5	11,0	0,60	18,0	10,60	15,0	31,0	30,0	1,73	17,0
1,80	7,0	11,5	14,0	0,73	19,0	10,80	14,0	27,0	28,0	1,33	21,0
<b>2,00</b>	7,5	13,0	15,0	0,93	16,0	<b>11,00</b>	15,0	25,0	30,0	2,27	13,0
2,20	5,0	12,0	10,0	0,40	25,0	11,20	14,0	31,0	28,0	1,07	26,0
2,40	7,5	10,5	15,0	0,67	22,0	11,40	16,0	24,0	32,0	1,20	27,0
2,60	4,5	9,5	9,0	0,53	17,0	11,60	13,0	22,0	26,0	1,13	23,0
2,80	6,0	10,0	12,0	0,47	26,0	11,80	9,5	18,0	19,0	0,73	26,0
<b>3,00</b>	5,5	9,0	11,0	1,07	10,0	<b>12,00</b>	12,5	18,0	25,0	1,47	17,0
3,20	8,0	16,0	16,0	0,67	24,0	12,20	11,0	22,0	22,0	1,20	18,0
3,40	10,5	15,5	21,0	1,00	21,0	12,40	11,0	20,0	22,0	0,93	24,0
3,60	10,0	17,5	20,0	1,00	20,0	12,60	12,0	19,0	24,0	1,20	20,0
3,80	9,0	16,5	18,0	0,87	21,0	12,80	7,5	16,5	15,0	0,87	17,0
<b>4,00</b>	10,0	16,5	20,0	0,87	23,0	<b>13,00</b>	6,5	13,0	13,0	1,13	11,0
4,20	9,5	16,0	19,0	1,00	19,0	13,20	8,5	17,0	17,0	0,60	28,0
4,40	6,5	14,0	13,0	0,67	19,0	13,40	7,5	12,0	15,0	0,73	20,0
4,60	7,5	12,5	15,0	0,67	22,0	13,60	10,5	16,0	21,0	1,20	17,0
4,80	7,0	12,0	14,0	0,73	19,0	13,80	16,0	25,0	32,0	1,27	25,0
<b>5,00</b>	7,5	13,0	15,0	0,80	19,0	<b>14,00</b>	15,5	25,0	31,0	1,33	23,0
5,20	9,0	15,0	18,0	0,73	25,0	14,20	16,0	26,0	32,0	1,47	22,0
5,40	8,0	13,5	16,0	1,00	16,0	14,40	19,0	30,0	38,0	0,80	47,0
5,60	6,0	13,5	12,0	0,67	18,0	14,60	25,0	31,0	50,0	3,20	16,0
5,80	6,0	11,0	12,0	0,53	22,0	14,80	26,0	50,0	52,0	1,07	49,0
<b>6,00</b>	5,0	9,0	10,0	0,40	25,0	<b>15,00</b>	28,0	36,0	56,0	1,33	42,0
6,20	4,0	7,0	8,0	0,27	30,0	15,20	50,0	60,0	100,0	0,67	150,0
6,40	8,5	10,5	17,0	0,33	51,0	15,40	55,0	60,0	110,0	1,33	82,0
6,60	5,0	7,5	10,0	0,33	30,0	15,60	40,0	50,0	80,0	0,67	120,0
6,80	5,5	8,0	11,0	0,47	24,0	15,80	45,0	50,0	90,0	1,87	48,0
<b>7,00</b>	6,5	10,0	13,0	0,47	28,0	<b>16,00</b>	36,0	50,0	72,0	4,40	16,0
7,20	5,0	8,5	10,0	0,47	21,0	16,20	27,0	60,0	54,0	2,00	27,0
7,40	3,5	7,0	7,0	0,40	17,0	16,40	30,0	45,0	60,0	0,67	90,0
7,60	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	16,60	60,0	65,0	120,0	1,33	90,0
7,80	4,5	7,5	9,0	0,53	17,0	16,80	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0
<b>8,00</b>	5,0	9,0	10,0	0,87	12,0	<b>17,00</b>	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0
8,20	6,5	13,0	13,0	0,87	15,0	17,20	70,0	80,0	140,0	1,33	105,0
8,40	8,5	15,0	17,0	0,93	18,0	17,40	55,0	65,0	110,0	1,33	82,0
8,60	12,0	19,0	24,0	1,33	18,0	17,60	65,0	75,0	130,0	1,33	97,0
8,80	11,0	21,0	22,0	1,67	13,0	17,80	80,0	90,0	160,0	1,33	120,0
<b>9,00</b>	11,5	24,0	23,0	1,53	15,0	<b>18,00</b>	80,0	90,0	160,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore)-  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

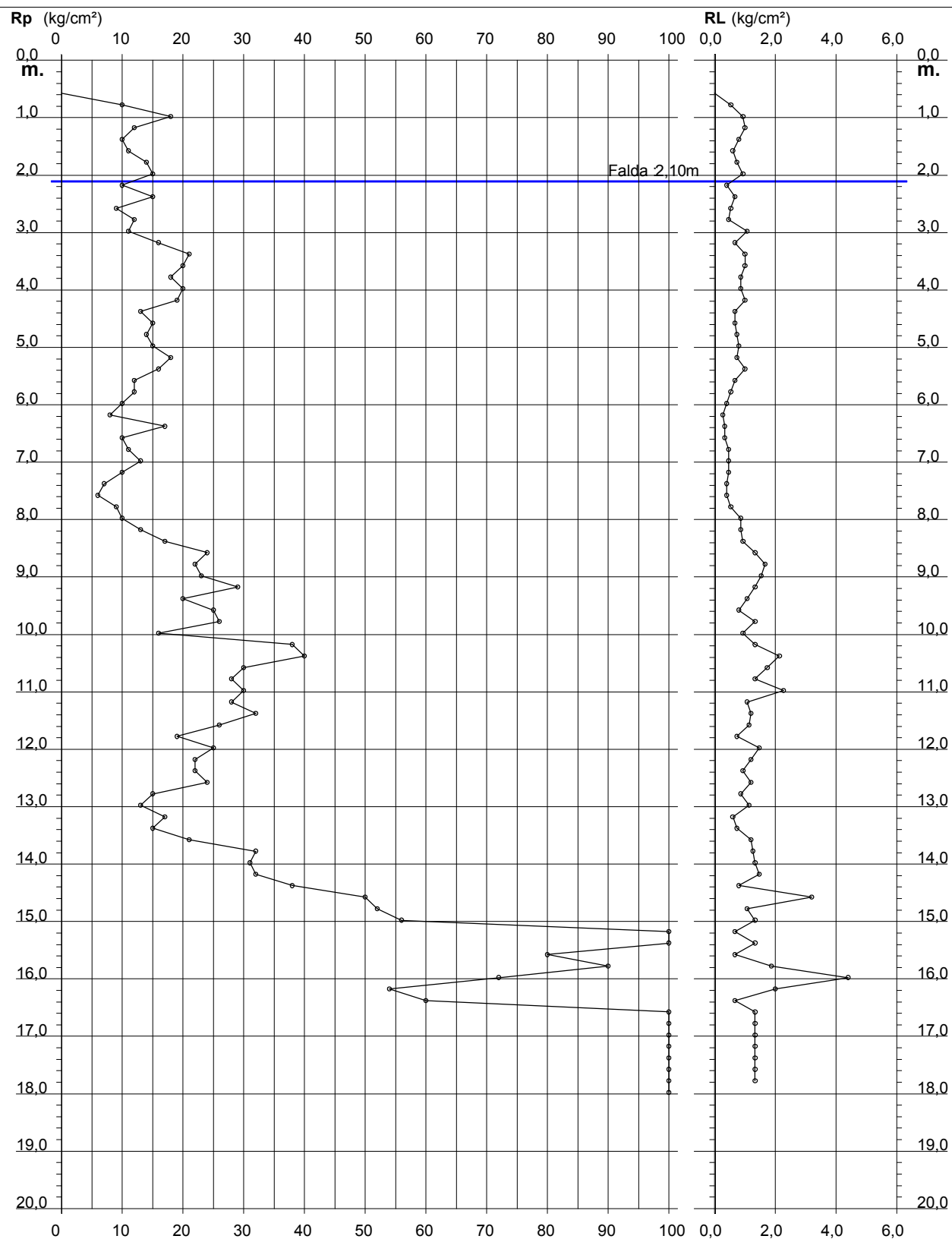
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.6 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : Piano Cortilivo  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



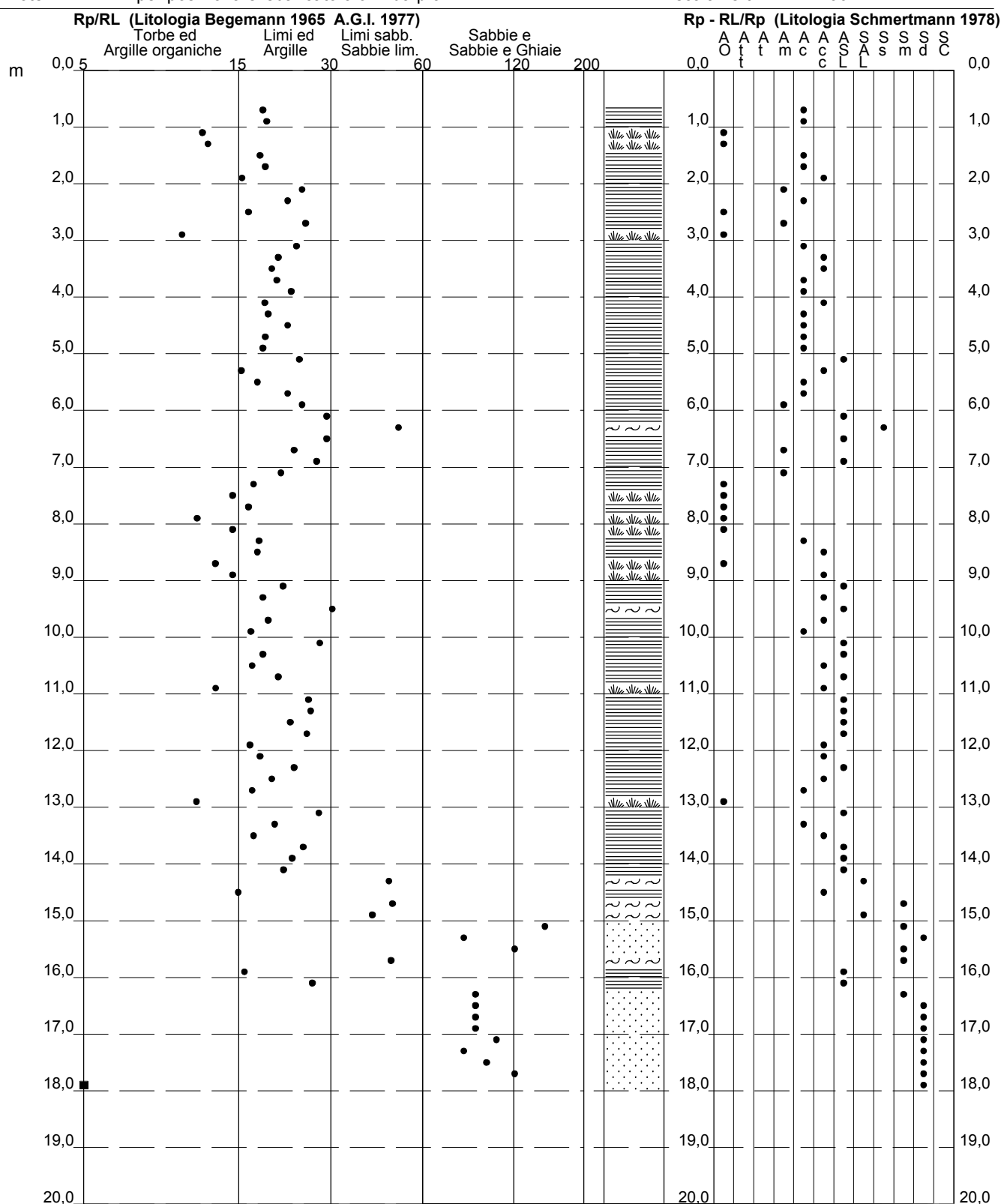
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 1

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)
- note : per posizionarsi sbancato 0.6 m da p.c.

- data : 15/10/2019
- quota inizio : Piano Cortilivo
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.6 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : Piano Cortilivo  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	10	19	2////	1,85	0,15	0,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	18	19	2////	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	12	12	2////	1,85	0,22	0,57	20,5	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	10	12	2////	1,85	0,26	0,50	14,3	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	11	18	2////	1,85	0,30	0,54	13,2	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	14	19	2////	1,85	0,33	0,64	14,1	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	15	16	2////	1,85	0,37	0,67	13,1	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	15	25	2////	0,90	0,39	0,50	8,6	92	138	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	15	22	2////	0,91	0,41	0,67	11,6	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	9	17	2////	0,88	0,42	0,45	6,8	108	162	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	12	26	2////	0,92	0,44	0,57	8,6	105	157	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	11	10	2////	0,91	0,46	0,54	7,6	112	169	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	16	24	2////	0,96	0,48	0,70	10,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	21	21	4:/:	0,93	0,50	0,82	11,7	140	210	63	35	33	35	38	41	32	27	0,069	35	53	63
3,60	20	20	4:/:	0,93	0,52	0,80	10,8	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,064	33	50	60
3,80	18	21	2////	0,98	0,54	0,75	9,5	129	194	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	20	23	4:/:	0,93	0,56	0,80	9,9	136	204	60	31	32	35	38	40	31	27	0,060	33	50	60
4,20	19	19	2////	0,99	0,58	0,78	9,1	137	205	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	13	19	2////	0,93	0,59	0,60	6,4	154	231	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	15	22	2////	0,95	0,61	0,67	7,0	154	231	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	14	19	2////	0,94	0,63	0,64	6,3	164	246	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	15	19	2////	0,95	0,65	0,67	6,5	168	252	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	18	25	2////	0,98	0,67	0,75	7,2	166	249	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	16	16	2////	0,96	0,69	0,70	6,3	179	269	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	12	18	2////	0,92	0,71	0,57	4,8	196	295	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	12	22	2////	0,92	0,73	0,57	4,7	202	303	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	10	25	2////	0,90	0,74	0,50	3,8	209	314	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	8	30	4:/:	0,84	0,76	0,40	2,8	203	305	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
6,40	17	51	4:/:	0,91	0,78	0,72	5,7	209	314	54	17	30	33	36	39	28	27	0,033	28	43	51
6,60	10	30	4:/:	0,86	0,80	0,50	3,5	225	337	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
6,80	11	24	2////	0,91	0,81	0,54	3,7	230	345	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	13	28	2////	0,93	0,83	0,60	4,2	233	349	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	10	21	2////	0,90	0,85	0,50	3,2	237	356	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	7	17	2////	0,84	0,87	0,35	2,0	196	294	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	6	15	1***	0,46	0,88	0,30	1,6	37	56	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	9	17	2////	0,88	0,89	0,45	2,7	234	350	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	10	12	2////	0,90	0,91	0,50	3,0	248	373	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	13	15	2////	0,93	0,93	0,60	3,7	263	394	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	17	18	2////	0,97	0,95	0,72	4,5	265	398	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	24	18	4:/:	0,94	0,97	0,89	5,6	261	392	72	24	31	34	37	40	29	28	0,045	40	60	72
8,80	22	13	4:/:	0,93	0,99	0,85	5,2	271	407	66	20	31	34	37	40	29	28	0,038	37	55	66
9,00	23	15	4:/:	0,94	1,01	0,87	5,2	276	414	69	21	31	34	37	40	29	28	0,040	38	58	69
9,20	29	22	4:/:	0,96	1,03	0,98	5,9	272	408	87	29	32	35	37	40	30	29	0,055	48	73	87
9,40	20	19	4:/:	0,93	1,04	0,80	4,5	291	437	60	16	30	33	36	39	28	27	0,030	33	50	60
9,60	25	31	3:::	0,86	1,06	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	29	28	0,043	42	63	75
9,80	26	19	4:/:	0,95	1,08	0,93	5,2	296	445	78	24	31	34	37	40	29	28	0,045	43	65	78
10,00	16	17	2////	0,96	1,10	0,70	3,5	310	466	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	38	28	4:/:	0,99	1,12	1,27	7,3	277	415	114	36	33	36	38	41	31	30	0,071	63	95	114
10,40	40	19	4:/:	1,00	1,14	1,33	7,6	277	416	120	37	33	36	38	41	31	30	0,074	67	100	120
10,60	30	17	4:/:	0,96	1,16	1,00	5,2	318	476	90	27	32	34	37	40	29	29	0,052	50	75	90
10,80	28	21	4:/:	0,96	1,18	0,97	4,9	326	489	84	24	31	34	37	40	29	28	0,046	47	70	84
11,00	30	13	4:/:	0,96	1,20	1,00	5,0	330	496	90	26	32	34	37	40	29	29	0,050	50	75	90
11,20	28	26	4:/:	0,96	1,22	0,97	4,7	338	507	84	23	31	34	37	40	29	28	0,045	47	70	84
11,40	32	27	4:/:	0,97	1,24	1,07	5,2	339	508	96	28	32	35	37	40	29	29	0,053	53	80	96
11,60	26	23	4:/:	0,95	1,26	0,93	4,3	351	526	78	20	31	34	37	40	28	28	0,038	43	65	78
11,80	19	26	2////	0,99	1,27	0,78	3,4	358	537	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	25	17	4:/:	0,94	1,29	0,91	4,0	361	541	75	18	31	33	36	39	28	28	0,034	42	63	75
12,20	22	18	4:/:	0,93	1,31	0,85	3,6	371	556	66	13	30	33	36	39	27	28	0,026	37	55	66
12,40	22	24	4:/:	0,93	1,33	0,85	3,6	376	564	66	13	30	33	36	39	27	28	0,025	37	55	66
12,60	24	20	4:/:	0,94	1,35	0,89	3,7	381	571	72	16	30	33	36	39	27	28	0,030	40	60	72
12,80	15	17	2////	0,95	1,37	0,67	2,6	351	526	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	13	11	2////	0,93	1,39	0,60	2,2	331	497	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	17	28	2////	0,97	1,41	0,72	2,7	372	557	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,40	15	20	2////	0,95	1,43	0,67	2,4	357	535	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,60	21	17	4:/:	0,93	1,44	0,82	3,1	399	598	63	9	29	32	35	39	26	27	0,019	35	53	63
13,80	32	25	4:/:	0,97																	



## PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 2**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : -0,50 m da piano cortilivo  
- prof. falda : 1,70 m da quota inizio  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	9,0	----	18,0	0,07	270,0	10,20	5,0	9,5	10,0	0,13	75,0
0,40	8,0	8,5	16,0	1,40	11,0	10,40	18,0	19,0	36,0	0,53	67,0
0,60	7,5	18,0	15,0	1,13	13,0	10,60	23,0	27,0	46,0	0,53	86,0
0,80	7,5	16,0	15,0	1,00	15,0	10,80	28,0	32,0	56,0	0,13	420,0
<b>1,00</b>	9,0	16,5	18,0	0,87	21,0	<b>11,00</b>	24,0	25,0	48,0	1,80	27,0
1,20	8,5	15,0	17,0	0,93	18,0	11,20	12,5	26,0	25,0	0,53	47,0
1,40	7,0	14,0	14,0	0,67	21,0	11,40	16,0	20,0	32,0	0,53	60,0
1,60	10,0	15,0	20,0	0,47	43,0	11,60	12,0	16,0	24,0	1,07	22,0
1,80	9,5	13,0	19,0	0,80	24,0	11,80	12,0	20,0	24,0	1,07	22,0
<b>2,00</b>	10,0	16,0	20,0	0,53	37,0	<b>12,00</b>	12,0	20,0	24,0	1,47	16,0
2,20	7,0	11,0	14,0	0,33	42,0	12,20	12,0	23,0	24,0	1,33	18,0
2,40	7,5	10,0	15,0	0,60	25,0	12,40	10,0	20,0	20,0	1,13	18,0
2,60	9,0	13,5	18,0	0,87	21,0	12,60	9,5	18,0	19,0	0,93	20,0
2,80	10,0	16,5	20,0	1,07	19,0	12,80	8,5	15,5	17,0	1,13	15,0
<b>3,00</b>	10,0	18,0	20,0	1,20	17,0	<b>13,00</b>	8,5	17,0	17,0	1,13	15,0
3,20	10,0	19,0	20,0	1,00	20,0	13,20	7,5	16,0	15,0	0,53	28,0
3,40	10,5	18,0	21,0	1,07	20,0	13,40	8,5	12,5	17,0	1,07	16,0
3,60	8,0	16,0	16,0	0,67	24,0	13,60	9,0	17,0	18,0	0,67	27,0
3,80	10,0	15,0	20,0	1,07	19,0	13,80	35,0	40,0	70,0	0,13	525,0
<b>4,00</b>	9,0	17,0	18,0	1,13	16,0	<b>14,00</b>	18,0	19,0	36,0	1,07	34,0
4,20	12,0	20,5	24,0	0,80	30,0	14,20	10,0	18,0	20,0	0,73	27,0
4,40	10,0	16,0	20,0	1,07	19,0	14,40	5,5	11,0	11,0	0,80	14,0
4,60	6,0	14,0	12,0	0,80	15,0	14,60	25,0	31,0	50,0	0,67	75,0
4,80	4,0	10,0	8,0	0,53	15,0	14,80	45,0	50,0	90,0	0,27	337,0
<b>5,00</b>	7,0	11,0	14,0	0,60	23,0	<b>15,00</b>	40,0	42,0	80,0	0,67	120,0
5,20	3,0	7,5	6,0	0,33	18,0	15,20	55,0	60,0	110,0	1,60	69,0
5,40	5,0	7,5	10,0	0,53	19,0	15,40	19,0	31,0	38,0	0,27	142,0
5,60	5,0	9,0	10,0	0,67	15,0	15,60	60,0	62,0	120,0	0,93	129,0
5,80	5,0	10,0	10,0	0,47	21,0	15,80	31,0	38,0	62,0	0,27	232,0
<b>6,00</b>	10,5	14,0	21,0	0,93	22,0	<b>16,00</b>	40,0	42,0	80,0	1,33	60,0
6,20	7,0	14,0	14,0	0,60	23,0	16,20	40,0	50,0	80,0	0,53	150,0
6,40	13,5	18,0	27,0	0,33	81,0	16,40	40,0	44,0	80,0	0,40	200,0
6,60	13,5	16,0	27,0	0,67	40,0	16,60	32,0	35,0	64,0	0,67	96,0
6,80	4,0	9,0	8,0	0,40	20,0	16,80	50,0	55,0	100,0	0,27	375,0
<b>7,00</b>	6,0	9,0	12,0	0,47	26,0	<b>17,00</b>	73,0	75,0	146,0	1,33	109,0
7,20	4,5	8,0	9,0	0,53	17,0	17,20	30,0	40,0	60,0	0,67	90,0
7,40	5,0	9,0	10,0	0,60	17,0	17,40	80,0	85,0	160,0	2,00	80,0
7,60	5,5	10,0	11,0	0,80	14,0	17,60	65,0	80,0	130,0	1,33	97,0
7,80	7,0	13,0	14,0	0,87	16,0	17,80	50,0	60,0	100,0	0,67	150,0
<b>8,00</b>	9,5	16,0	19,0	1,07	18,0	<b>18,00</b>	75,0	80,0	150,0	0,67	225,0
8,20	11,5	19,5	23,0	1,33	17,0	18,20	80,0	85,0	160,0	2,00	80,0
8,40	11,5	21,5	23,0	1,40	16,0	18,40	65,0	80,0	130,0	1,33	97,0
8,60	12,5	23,0	25,0	1,20	21,0	18,60	40,0	50,0	80,0	1,33	60,0
8,80	13,0	22,0	26,0	1,20	22,0	18,80	50,0	60,0	100,0	1,33	75,0
<b>9,00</b>	8,0	17,0	16,0	0,93	17,0	<b>19,00</b>	70,0	80,0	140,0	1,33	105,0
9,20	4,0	11,0	8,0	0,47	17,0	19,20	60,0	70,0	120,0	2,00	60,0
9,40	2,0	5,5	4,0	0,40	10,0	19,40	55,0	70,0	110,0	2,00	55,0
9,60	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0	19,60	75,0	90,0	150,0	1,33	112,0
9,80	6,0	9,0	12,0	0,53	22,0	19,80	80,0	90,0	160,0	2,00	80,0
<b>10,00</b>	7,0	11,0	14,0	0,60	23,0	<b>20,00</b>	75,0	90,0	150,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 15 t - (con anello allargatore)-  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing$  = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

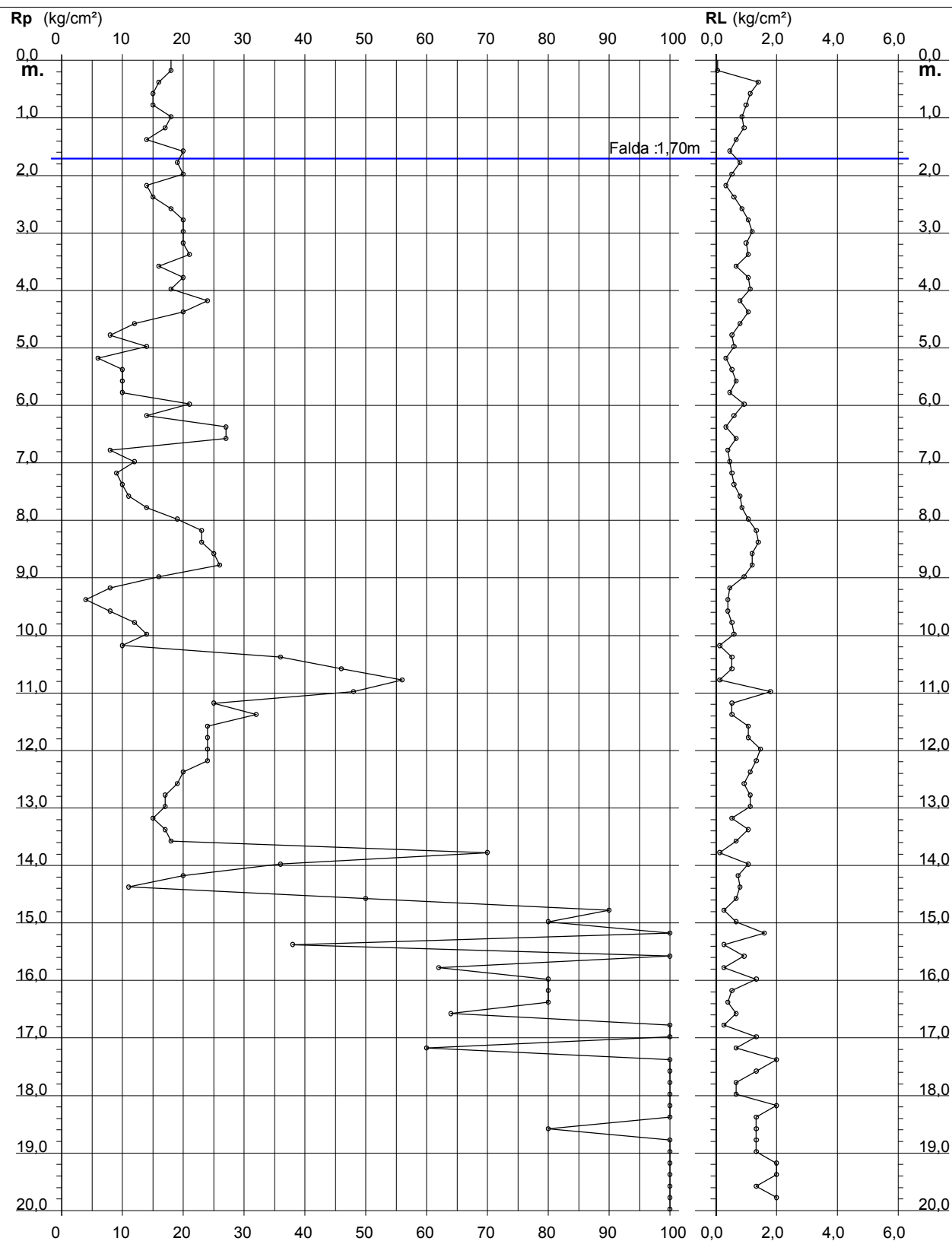
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 2**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : -0,50 m da piano cortilivo  
- prof. falda : 1,70 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



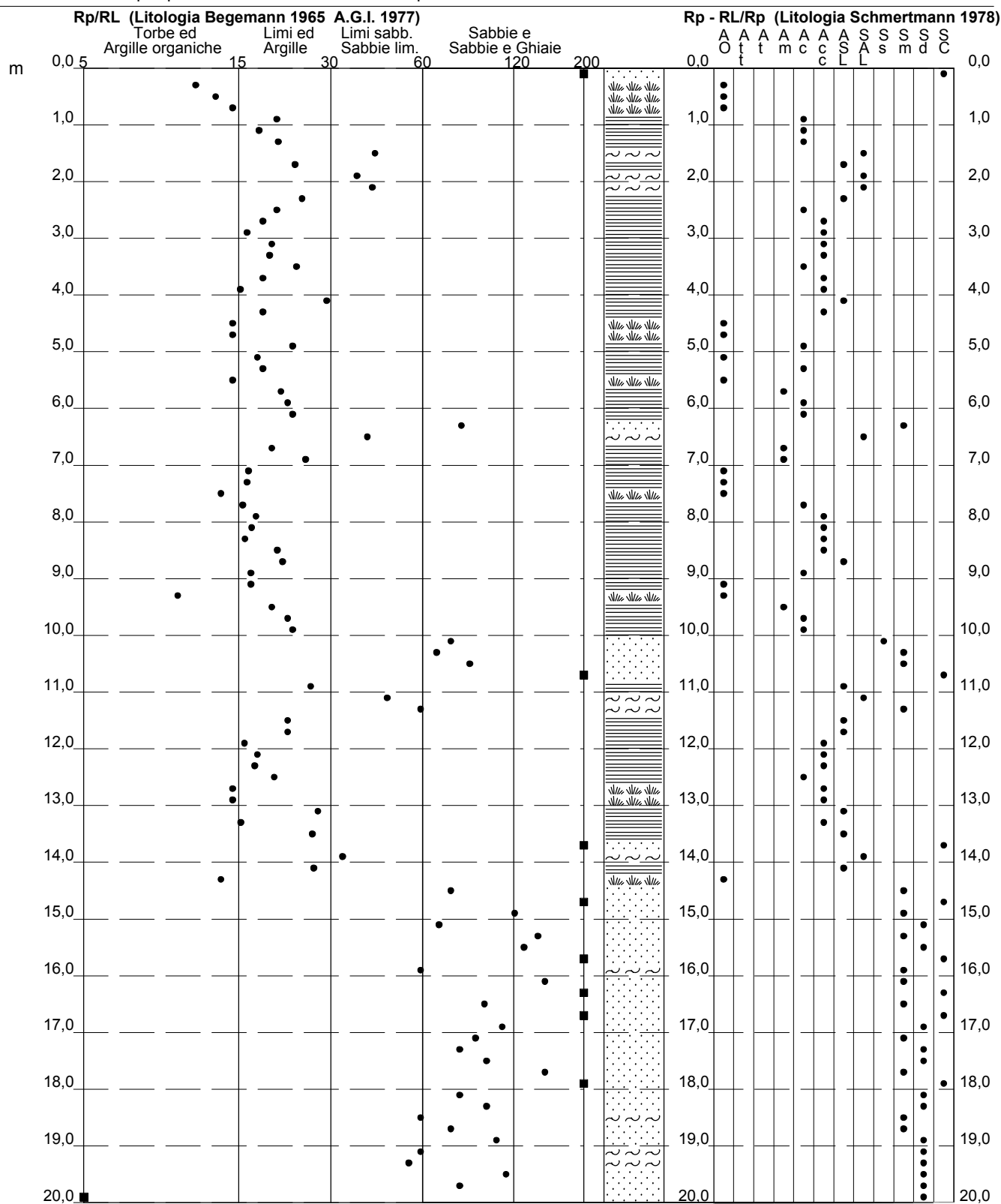
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 2**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
 - lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
 - località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
 - note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
 - quota inizio : -0,50 m da piano cortilivo  
 - prof. falda : 1,70 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



## PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT 2**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : -0,50 m da piano cortilivo  
- prof. falda : 1,70 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	18	270	4/..	1,85	0,04	0,75	99,9	128	191	56	93	41	42	44	45	44	27	0,235	30	45	54
0,40	16	11	2/III	1,85	0,07	0,70	99,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	15	13	2/III	1,85	0,11	0,67	59,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	15	15	2/III	1,85	0,15	0,67	41,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	18	21	2/III	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	17	18	2/III	1,85	0,22	0,72	27,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	21	2/III	1,85	0,26	0,64	19,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	20	43	4/..	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60
1,80	19	24	2/III	0,99	0,32	0,78	19,3	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	20	37	4/..	0,93	0,33	0,80	18,7	136	204	60	43	34	36	39	41	34	27	0,088	33	50	60
2,20	14	42	4/..	0,89	0,35	0,64	13,2	108	162	48	30	32	35	38	40	32	26	0,058	23	35	42
2,40	15	25	2/III	0,95	0,37	0,67	13,1	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	18	21	2/III	0,98	0,39	0,75	14,2	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	20	19	4/..	0,93	0,41	0,80	14,5	136	204	60	38	33	36	38	41	33	27	0,076	33	50	60
3,00	20	17	4/..	0,93	0,43	0,80	13,7	136	204	60	37	33	36	38	41	33	27	0,074	33	50	60
3,20	20	20	4/..	0,93	0,45	0,80	13,0	136	204	60	36	33	36	38	41	32	27	0,072	33	50	60
3,40	21	20	4/..	0,93	0,46	0,82	12,8	140	210	63	37	33	36	38	41	33	27	0,073	35	53	63
3,60	16	24	2/III	0,96	0,48	0,70	9,9	118	178	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	20	19	4/..	0,93	0,50	0,80	11,2	136	204	60	33	33	35	38	41	32	27	0,065	33	50	60
4,00	18	16	2/III	0,98	0,52	0,75	9,9	128	192	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	24	30	4/..	0,94	0,54	0,89	11,7	151	227	72	38	33	36	38	41	32	28	0,075	40	60	72
4,40	20	19	4/..	0,93	0,56	0,80	9,8	136	205	60	31	32	35	38	40	31	27	0,060	33	50	60
4,60	12	15	2/III	0,92	0,58	0,57	6,2	151	227	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	8	15	2/III	0,86	0,59	0,40	3,8	167	251	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	23	2/III	0,94	0,61	0,64	6,6	158	236	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	6	18	2/III	0,82	0,63	0,30	2,5	159	239	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	10	19	2/III	0,90	0,65	0,50	4,5	181	271	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	10	15	2/III	0,90	0,67	0,50	4,4	186	279	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	10	21	2/III	0,90	0,68	0,50	4,2	191	287	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	21	22	4/..	0,93	0,70	0,82	7,7	171	256	63	27	32	34	37	40	30	27	0,052	35	53	63
6,20	14	23	2/III	0,94	0,72	0,64	5,4	197	295	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	27	81	3/...	0,87	0,74	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	31	28	0,067	45	68	81
6,60	27	40	3/...	0,87	0,76	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	31	28	0,066	45	68	81
6,80	8	20	2/III	0,86	0,77	0,40	2,8	205	307	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	12	26	2/III	0,92	0,79	0,57	4,2	221	332	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	9	17	2/III	0,88	0,81	0,45	3,0	221	332	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	10	17	2/III	0,90	0,83	0,50	3,3	232	348	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	11	14	2/III	0,91	0,85	0,54	3,6	239	358	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	14	16	2/III	0,94	0,86	0,64	4,3	241	362	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	19	18	2/III	0,99	0,88	0,78	5,3	241	362	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	23	17	4/..	0,94	0,90	0,87	6,0	239	359	69	24	31	34	37	40	29	28	0,046	38	58	69
8,40	23	16	4/..	0,94	0,92	0,87	5,8	246	369	69	23	31	34	37	40	29	28	0,045	38	58	69
8,60	25	21	4/..	0,94	0,94	0,91	6,0	249	373	75	26	32	34	37	40	30	28	0,049	42	63	75
8,80	26	22	4/..	0,95	0,96	0,93	6,0	254	380	78	27	32	34	37	40	30	28	0,051	43	65	78
9,00	16	17	2/III	0,96	0,98	0,70	4,1	273	410	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	8	17	2/III	0,86	1,00	0,40	2,0	224	336	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	4	10	1***	0,46	1,01	0,20	0,8	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	8	20	2/III	0,86	1,02	0,40	1,9	225	338	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	12	22	2/III	0,92	1,04	0,57	3,0	283	425	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	14	23	2/III	0,94	1,06	0,64	3,3	297	445	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	10	75	4/..	0,86	1,08	0,50	2,4	268	402	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
10,40	36	67	3/...	0,89	1,09	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	31	30	0,068	60	90	108
10,60	46	86	3/...	0,91	1,11	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	32	31	0,086	77	115	138
10,80	56	420	3/...	0,93	1,13	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	31	0,102	93	140	168
11,00	48	27	4/..	1,01	1,15	1,60	9,5	276	414	144	43	34	36	39	41	32	31	0,088	80	120	144
11,20	25	47	3/...	0,86	1,17	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	28	28	0,039	42	63	75
11,40	32	60	3/...	0,88	1,19	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	29	0,055	53	80	96
11,60	24	22	4/..	0,94	1,21	0,89	4,3	337	505	72	18	31	33	36	39	28	28	0,035	40	60	72
11,80	24	22	4/..	0,94	1,22	0,89	4,2	342	513	72	18	31	33	36	39	28	28	0,034	40	60	72
12,00	24	16	4/..	0,94	1,24	0,89	4,1	347	520	72	18	30	33	36	39	28	28	0,034	40	60	72
12,20	24	18	4/..	0,94	1,26	0,89	4,1	352	528	72	17	30	33	36	39	28	28	0,033	40	60	72
12,40	20	18	4/..	0,93	1,28	0,80	3,5	361	541	60	11	29	33	36	39	27	27	0,022	33	50	60
12,60	19	20	2/III	0,99	1,30	0,78	3,3	364	545	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	17	15	2/III	0,97	1,32	0,72	3,0	359	539	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	17	15	2/III	0,97	1,34	0,72	2,9	362	543	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	15	28	2/III	0,95	1,36	0,67	2,6	350	525	50	--	--</									

## PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 3**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : Piano Cortilivo  
- prof. falda : 1,90 m da quota inizio  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	9,20	9,0	18,5	18,0	1,07	17,0
0,40	----	----	--	-----	----	9,40	9,0	17,0	18,0	1,20	15,0
0,60	10,0	----	20,0	0,80	25,0	9,60	11,0	20,0	22,0	1,20	18,0
0,80	10,0	16,0	20,0	2,00	10,0	9,80	13,0	22,0	26,0	1,20	22,0
<b>1,00</b>	7,0	22,0	14,0	0,73	19,0	<b>10,00</b>	11,0	20,0	22,0	1,73	13,0
1,20	5,5	11,0	11,0	0,47	24,0	10,20	17,0	30,0	34,0	2,00	17,0
1,40	6,0	9,5	12,0	0,53	22,0	10,40	17,0	32,0	34,0	2,27	15,0
1,60	5,0	9,0	10,0	0,47	21,0	10,60	17,0	34,0	34,0	1,93	18,0
1,80	6,0	9,5	12,0	0,67	18,0	10,80	12,5	27,0	25,0	1,40	18,0
<b>2,00</b>	6,0	11,0	12,0	0,33	36,0	<b>11,00</b>	10,5	21,0	21,0	1,20	17,0
2,20	8,0	10,5	16,0	0,47	34,0	11,20	7,0	16,0	14,0	1,00	14,0
2,40	6,5	10,0	13,0	0,27	49,0	11,40	8,5	16,0	17,0	1,00	17,0
2,60	10,0	12,0	20,0	0,53	37,0	11,60	9,5	17,0	19,0	0,80	24,0
2,80	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0	11,80	11,0	17,0	22,0	1,60	14,0
<b>3,00</b>	8,0	12,0	16,0	0,67	24,0	<b>12,00</b>	17,0	29,0	34,0	1,13	30,0
3,20	9,0	14,0	18,0	0,87	21,0	12,20	11,5	20,0	23,0	0,93	25,0
3,40	9,5	16,0	19,0	1,00	19,0	12,40	10,0	17,0	20,0	0,80	25,0
3,60	9,5	17,0	19,0	1,27	15,0	12,60	14,0	20,0	28,0	1,33	21,0
3,80	11,5	21,0	23,0	1,47	16,0	12,80	14,0	24,0	28,0	1,60	17,0
<b>4,00</b>	11,0	22,0	22,0	1,87	12,0	<b>13,00</b>	16,0	28,0	32,0	1,53	21,0
4,20	9,0	23,0	18,0	1,20	15,0	13,20	14,5	26,0	29,0	1,53	19,0
4,40	9,5	18,5	19,0	1,33	14,0	13,40	9,5	21,0	19,0	1,13	17,0
4,60	9,0	19,0	18,0	1,20	15,0	13,60	7,5	16,0	15,0	0,80	19,0
4,80	9,0	18,0	18,0	1,13	16,0	13,80	15,0	21,0	30,0	0,40	75,0
<b>5,00</b>	8,5	17,0	17,0	0,67	25,0	<b>14,00</b>	29,0	32,0	58,0	1,33	43,0
5,20	6,0	11,0	12,0	0,60	20,0	14,20	40,0	50,0	80,0	0,67	120,0
5,40	6,5	11,0	13,0	0,53	24,0	14,40	45,0	50,0	90,0	0,73	123,0
5,60	6,0	10,0	12,0	0,53	22,0	14,60	25,5	31,0	51,0	0,53	96,0
5,80	5,5	9,5	11,0	0,53	21,0	14,80	31,0	35,0	62,0	0,67	93,0
<b>6,00</b>	4,0	8,0	8,0	0,47	17,0	<b>15,00</b>	35,0	40,0	70,0	0,67	105,0
6,20	14,0	17,5	28,0	0,47	60,0	15,20	40,0	45,0	80,0	0,67	120,0
6,40	16,0	19,5	32,0	0,40	80,0	15,40	45,0	50,0	90,0	0,13	675,0
6,60	16,0	19,0	32,0	1,33	24,0	15,60	45,0	46,0	90,0	1,33	67,0
6,80	10,0	20,0	20,0	0,80	25,0	15,80	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0
<b>7,00</b>	6,0	12,0	12,0	0,33	36,0	<b>16,00</b>	55,0	65,0	110,0	0,67	165,0
7,20	3,5	6,0	7,0	0,40	17,0	16,20	75,0	80,0	150,0	0,67	225,0
7,40	4,0	7,0	8,0	0,27	30,0	16,40	100,0	105,0	200,0	0,67	300,0
7,60	7,0	9,0	14,0	0,67	21,0	16,60	65,0	70,0	130,0	0,67	195,0
7,80	6,0	11,0	12,0	0,73	16,0	16,80	70,0	75,0	140,0	1,33	105,0
<b>8,00</b>	7,5	13,0	15,0	0,80	19,0	<b>17,00</b>	60,0	70,0	120,0	1,07	112,0
8,20	8,5	14,5	17,0	1,13	15,0	17,20	62,0	70,0	124,0	1,33	93,0
8,40	11,0	19,5	22,0	1,07	21,0	17,40	60,0	70,0	120,0	1,33	90,0
8,60	11,5	19,5	23,0	1,20	19,0	17,60	70,0	80,0	140,0	1,33	105,0
8,80	10,5	19,5	21,0	1,27	17,0	17,80	70,0	80,0	140,0	2,67	52,0
<b>9,00</b>	10,5	20,0	21,0	1,27	17,0	<b>18,00</b>	70,0	90,0	140,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 15 t - (con anello allargatore)-  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

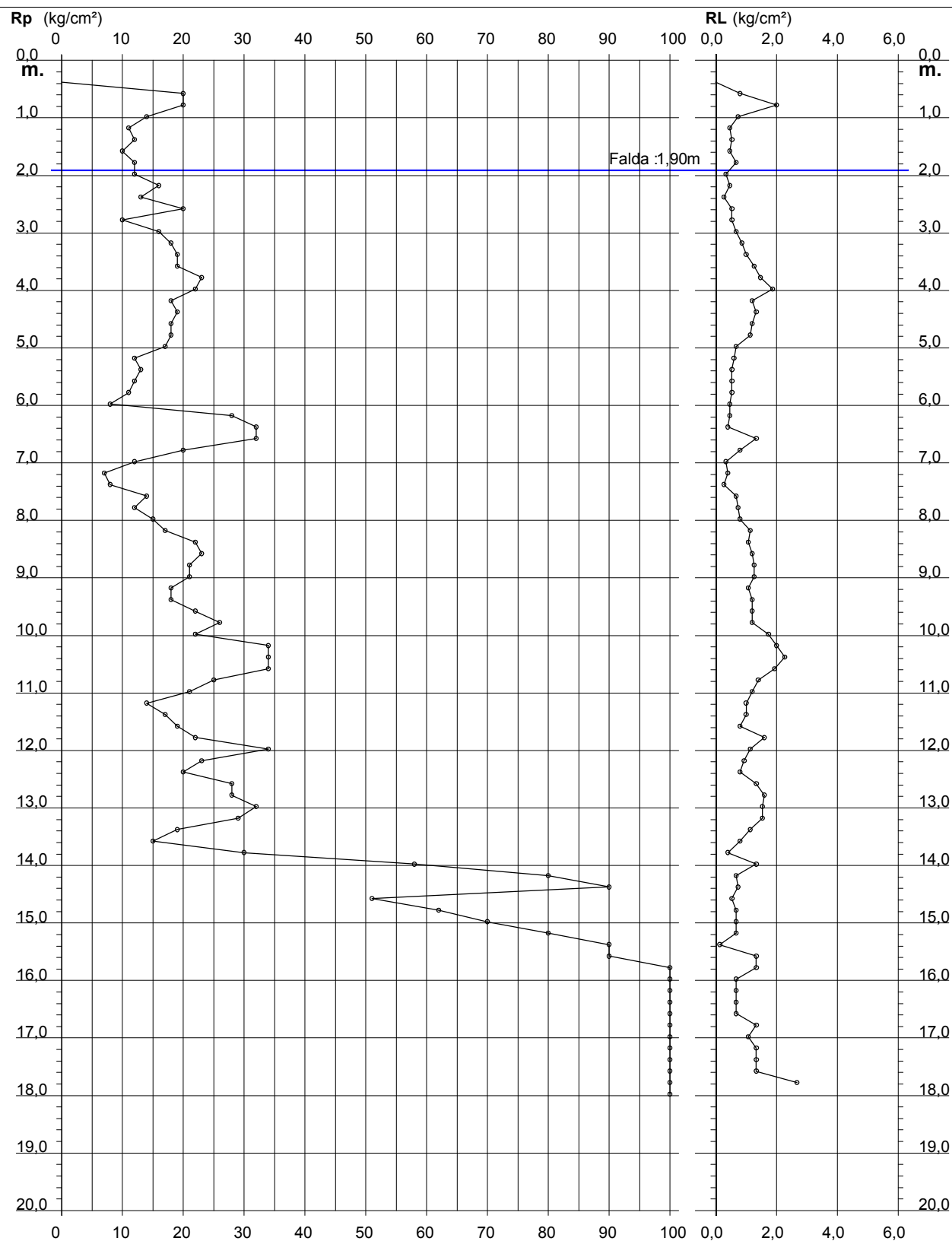
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 3**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
 - lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
 - località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
 - note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
 - quota inizio : Piano Cortilivo  
 - prof. falda : 1,90 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



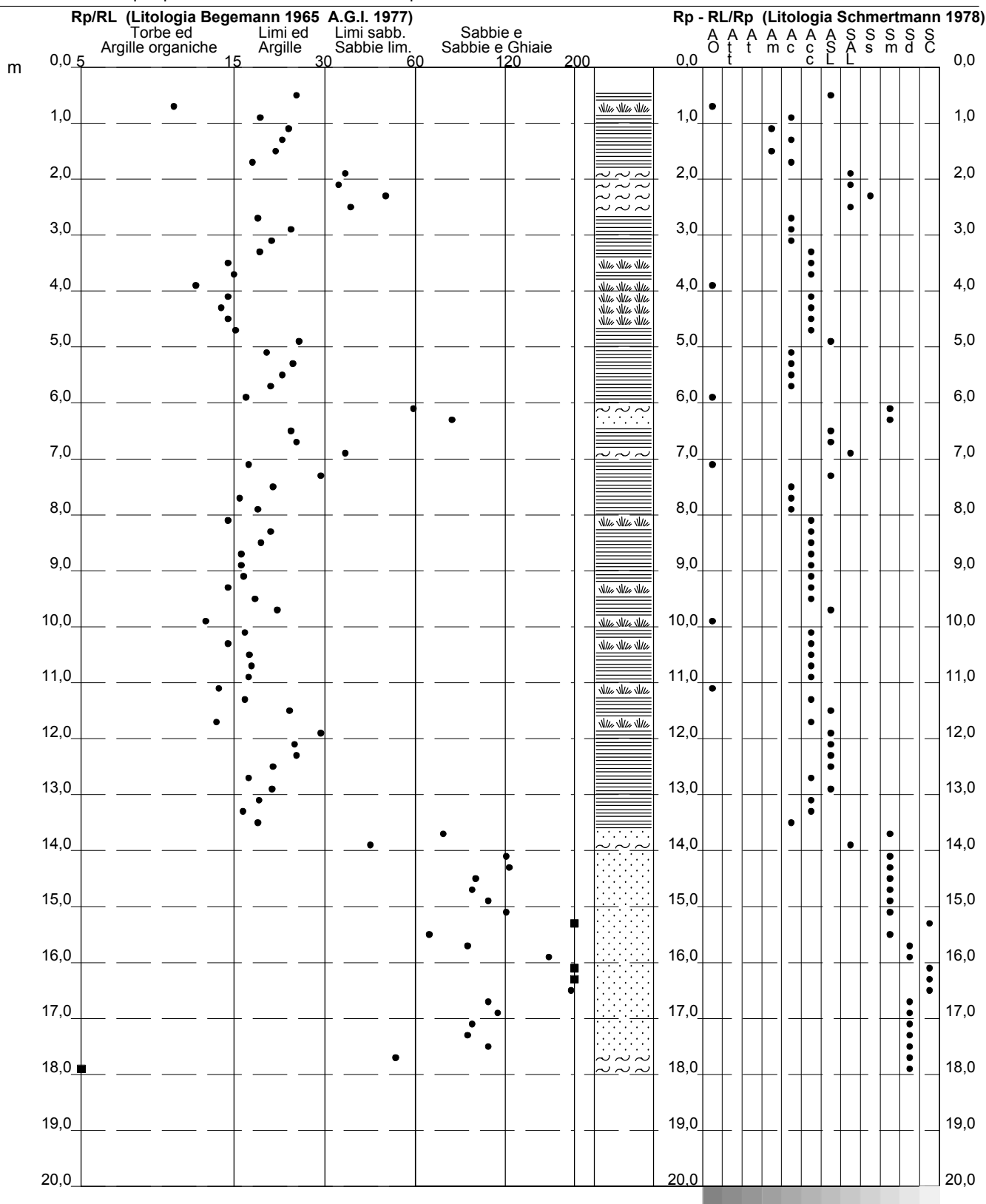
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 3**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
 - lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
 - località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
 - note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
 - quota inizio : Piano Cortilivo  
 - prof. falda : 1,90 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100





## PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT 3**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : Piano Cortilivo  
- prof. falda : 1,90 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	20	25	4/f:	1,85	0,11	0,80	74,1	136	204	60	70	38	40	42	44	40	27	0,160	33	50	60
0,80	20	10	4/f:	1,85	0,15	0,80	51,7	136	204	60	63	37	39	41	43	38	27	0,140	33	50	60
1,00	14	19	2/iii	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	11	24	2/iii	1,85	0,22	0,54	18,9	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	12	22	2/iii	1,85	0,26	0,57	16,9	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	10	21	2/iii	1,85	0,30	0,50	12,1	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	12	18	2/iii	1,85	0,33	0,57	12,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	12	36	4/f:	0,88	0,35	0,57	11,6	97	146	45	25	31	34	37	40	31	26	0,047	20	30	36
2,20	16	34	4/f:	0,90	0,37	0,70	13,9	118	177	52	33	33	35	38	41	32	27	0,065	27	40	48
2,40	13	49	4/f:	0,88	0,39	0,60	11,0	103	154	47	25	32	34	37	40	31	26	0,048	22	33	39
2,60	20	37	4/f:	0,93	0,40	0,80	14,7	136	204	60	39	33	36	38	41	33	27	0,077	33	50	60
2,80	10	19	2/iii	0,90	0,42	0,50	7,7	102	154	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	16	24	2/iii	0,96	0,44	0,70	11,1	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	18	21	2/iii	0,98	0,46	0,75	11,5	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	19	19	2/iii	0,99	0,48	0,78	11,4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	19	15	2/iii	0,99	0,50	0,78	10,8	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	23	16	4/f:	0,94	0,52	0,87	11,9	148	221	69	37	33	36	38	41	32	28	0,074	38	58	69
4,00	22	12	4/f:	0,93	0,54	0,85	11,0	144	216	66	35	33	35	38	41	32	28	0,069	37	55	66
4,20	18	15	2/iii	0,98	0,56	0,75	9,1	132	199	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	19	14	2/iii	0,99	0,58	0,78	9,1	137	206	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	18	15	2/iii	0,98	0,60	0,75	8,3	142	213	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	18	16	2/iii	0,98	0,62	0,75	8,0	148	222	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	17	25	2/iii	0,97	0,64	0,72	7,4	157	235	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	12	20	2/iii	0,92	0,65	0,57	5,3	179	268	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	13	24	2/iii	0,93	0,67	0,60	5,5	183	274	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	12	22	2/iii	0,92	0,69	0,57	4,9	191	287	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	11	21	2/iii	0,91	0,71	0,54	4,4	198	297	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	8	17	2/iii	0,86	0,73	0,40	3,0	198	297	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	28	60	3:iii	0,87	0,74	--	--	--	--	--	35	33	36	38	41	32	28	0,069	47	70	84
6,40	32	80	3:iii	0,88	0,76	--	--	--	--	--	39	34	36	38	41	32	29	0,079	53	80	96
6,60	32	24	4/f:	0,97	0,78	1,07	9,3	186	279	96	39	33	36	38	41	32	29	0,077	53	80	96
6,80	20	25	4/f:	0,93	0,80	0,80	6,3	209	313	60	22	31	34	37	40	29	27	0,042	33	50	60
7,00	12	36	4/f:	0,88	0,82	0,57	4,0	228	342	45	4	29	32	35	38	26	26	0,010	20	30	36
7,20	7	17	2/iii	0,84	0,83	0,35	2,1	194	291	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	8	30	4/f:	0,84	0,85	0,40	2,4	214	320	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
7,60	14	21	2/iii	0,94	0,87	0,64	4,2	243	364	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	12	16	2/iii	0,92	0,89	0,57	3,6	251	376	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	15	19	2/iii	0,95	0,91	0,67	4,3	253	380	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	17	15	2/iii	0,97	0,93	0,72	4,6	258	387	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	22	21	4/f:	0,93	0,95	0,85	5,5	257	385	66	21	31	34	37	40	29	28	0,040	37	55	66
8,60	23	19	4/f:	0,94	0,96	0,87	5,5	261	392	69	22	31	34	37	40	29	28	0,042	38	58	69
8,80	21	17	4/f:	0,93	0,98	0,82	5,0	271	406	63	19	31	34	36	40	28	27	0,036	35	53	63
9,00	21	17	4/f:	0,93	1,00	0,82	4,9	277	415	63	18	31	33	36	39	28	27	0,035	35	53	63
9,20	18	17	2/iii	0,98	1,02	0,75	4,3	285	428	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	18	15	2/iii	0,98	1,04	0,75	4,2	291	436	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	22	18	4/f:	0,93	1,06	0,85	4,7	294	441	66	19	31	33	36	39	28	28	0,035	37	55	66
9,80	26	22	4/f:	0,95	1,08	0,93	5,2	296	443	78	24	31	34	37	40	29	28	0,045	43	65	78
10,00	22	13	4/f:	0,93	1,10	0,85	4,5	306	459	66	18	30	33	36	39	28	28	0,034	37	55	66
10,20	34	17	4/f:	0,98	1,12	1,13	6,4	289	434	102	32	33	35	38	41	30	29	0,062	57	85	102
10,40	34	15	4/f:	0,98	1,14	1,13	6,3	297	445	102	32	32	35	38	41	30	29	0,062	57	85	102
10,60	34	18	4/f:	0,98	1,16	1,13	6,1	304	456	102	31	32	35	38	41	30	29	0,061	57	85	102
10,80	25	18	4/f:	0,94	1,17	0,91	4,6	327	491	75	20	31	34	37	40	28	28	0,039	42	63	75
11,00	21	17	4/f:	0,93	1,19	0,82	4,0	334	501	63	14	30	33	36	39	27	27	0,027	35	53	63
11,20	14	14	2/iii	0,94	1,21	0,84	2,8	323	485	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	17	17	2/iii	0,97	1,23	0,72	3,2	343	515	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	19	24	2/iii	0,99	1,25	0,78	3,5	352	528	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	22	14	4/f:	0,93	1,27	0,85	3,8	358	537	66	14	30	33	36	39	27	28	0,027	37	55	66
12,00	34	30	4/f:	0,98	1,29	1,13	5,3	352	527	102	29	32	35	37	40	30	29	0,055	57	85	102
12,20	23	25	4/f:	0,94	1,31	0,87	3,8	369	553	69	15	30	33	36	39	27	28	0,029	38	58	69
12,40	20	25	4/f:	0,93	1,33	0,80	3,3	372	558	60	10	29	32	35	39	26	27	0,020	33	50	60
12,60	28	21	4/f:	0,96	1,35	0,97	4,1	376	564	84	21	31	34	37	40	28	28	0,040	47	70	84
12,80	28	17	4/f:	0,96	1,36	0,97	4,1	381	571	84	21	31	34	37	40	28	28	0,039	47	70	84
13,00	32	21	4/f:	0,97	1,38	1,07	4,5	386	579	96	25	31	34	37	40	29	29	0,047	53	80	96
13,20	29	19	4/f:	0,96	1,40	0,98	4,0	391	587	87	21	31	34	37	40	28	29	0,040	48	73	87
13,40	19	17	2/iii	0,																	

## PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

**CPT 4**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : Piano Cortilivo  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	9,80	12,0	19,0	24,0	1,67	14,0
0,40	----	----	--	-----	----	<b>10,00</b>	13,5	26,0	27,0	1,20	22,0
0,60	2,5	----	5,0	0,07	75,0	10,20	9,0	18,0	18,0	0,67	27,0
0,80	4,5	5,0	9,0	0,47	19,0	10,40	16,0	21,0	32,0	1,60	20,0
<b>1,00</b>	6,5	10,0	13,0	0,67	19,0	10,60	16,0	28,0	32,0	1,47	22,0
1,20	5,0	10,0	10,0	0,80	12,0	10,80	13,0	24,0	26,0	1,47	18,0
1,40	4,0	10,0	8,0	0,40	20,0	<b>11,00</b>	16,0	27,0	32,0	1,33	24,0
1,60	6,0	9,0	12,0	0,47	26,0	11,20	14,0	24,0	28,0	1,87	15,0
1,80	8,0	11,5	16,0	0,67	24,0	11,40	14,0	28,0	28,0	0,67	42,0
<b>2,00</b>	8,0	13,0	16,0	0,80	20,0	11,60	16,0	21,0	32,0	1,00	32,0
2,20	5,0	11,0	10,0	0,40	25,0	11,80	16,0	23,5	32,0	1,60	20,0
2,40	4,5	7,5	9,0	0,40	22,0	<b>12,00</b>	13,0	25,0	26,0	0,93	28,0
2,60	5,0	8,0	10,0	0,33	30,0	12,20	11,0	18,0	22,0	0,73	30,0
2,80	5,0	7,5	10,0	0,40	25,0	12,40	8,0	13,5	16,0	0,40	40,0
<b>3,00</b>	7,0	10,0	14,0	0,40	35,0	12,60	15,0	18,0	30,0	1,13	26,0
3,20	7,5	10,5	15,0	0,47	32,0	12,80	12,0	20,5	24,0	1,27	19,0
3,40	8,5	12,0	17,0	0,67	25,0	<b>13,00</b>	15,5	25,0	31,0	1,53	20,0
3,60	9,0	14,0	18,0	0,67	27,0	13,20	15,0	26,5	30,0	1,60	19,0
3,80	11,5	16,5	23,0	1,13	20,0	13,40	13,0	25,0	26,0	1,47	18,0
<b>4,00</b>	9,5	18,0	19,0	1,00	19,0	13,60	9,0	20,0	18,0	1,60	11,0
4,20	7,5	15,0	15,0	0,60	25,0	13,80	8,0	20,0	16,0	1,00	16,0
4,40	9,5	14,0	19,0	0,67	28,0	<b>14,00</b>	9,5	17,0	19,0	0,53	36,0
4,60	9,5	14,5	19,0	0,87	22,0	14,20	6,0	10,0	12,0	0,40	30,0
4,80	7,5	14,0	15,0	0,53	28,0	14,40	22,0	25,0	44,0	0,27	165,0
<b>5,00</b>	6,0	10,0	12,0	0,53	22,0	14,60	16,0	18,0	32,0	1,07	30,0
5,20	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0	14,80	17,0	25,0	34,0	0,53	64,0
5,40	6,0	10,0	12,0	0,53	22,0	<b>15,00</b>	19,0	23,0	38,0	0,87	44,0
5,60	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0	15,20	15,5	22,0	31,0	0,53	58,0
5,80	4,0	8,0	8,0	0,67	12,0	15,40	10,0	14,0	20,0	0,73	27,0
<b>6,00</b>	3,0	8,0	6,0	0,40	15,0	15,60	11,5	17,0	23,0	0,53	43,0
6,20	5,0	8,0	10,0	0,27	37,0	15,80	22,0	26,0	44,0	0,93	47,0
6,40	3,0	5,0	6,0	0,13	45,0	<b>16,00</b>	20,0	27,0	40,0	0,80	50,0
6,60	4,0	5,0	8,0	0,20	40,0	16,20	26,0	32,0	52,0	0,27	195,0
6,80	3,5	5,0	7,0	0,27	26,0	16,40	44,0	46,0	88,0	0,67	132,0
<b>7,00</b>	4,5	6,5	9,0	0,33	27,0	16,60	70,0	75,0	140,0	0,67	210,0
7,20	3,5	6,0	7,0	0,33	21,0	16,80	40,0	45,0	80,0	0,67	120,0
7,40	4,5	7,0	9,0	0,53	17,0	<b>17,00</b>	45,0	50,0	90,0	0,67	135,0
7,60	4,5	8,5	9,0	0,60	15,0	17,20	50,0	55,0	100,0	0,67	150,0
7,80	5,0	9,5	10,0	0,80	12,0	17,40	60,0	65,0	120,0	1,33	90,0
<b>8,00</b>	6,0	12,0	12,0	0,80	15,0	17,60	50,0	60,0	100,0	0,67	150,0
8,20	7,0	13,0	14,0	0,80	17,0	17,80	55,0	60,0	110,0	0,67	165,0
8,40	9,0	15,0	18,0	1,00	18,0	<b>18,00</b>	65,0	70,0	130,0	1,33	97,0
8,60	11,5	19,0	23,0	1,07	22,0	18,20	60,0	70,0	120,0	0,67	180,0
8,80	11,0	19,0	22,0	1,47	15,0	18,40	65,0	70,0	130,0	0,27	487,0
<b>9,00</b>	11,0	22,0	22,0	1,27	17,0	18,60	50,0	52,0	100,0	0,93	107,0
9,20	10,5	20,0	21,0	1,00	21,0	18,80	33,0	40,0	66,0	0,67	99,0
9,40	8,5	16,0	17,0	0,87	20,0	<b>19,00</b>	75,0	80,0	150,0	----	----
9,60	11,0	17,5	22,0	0,93	24,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 15 t - (con anello allargatore)-  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

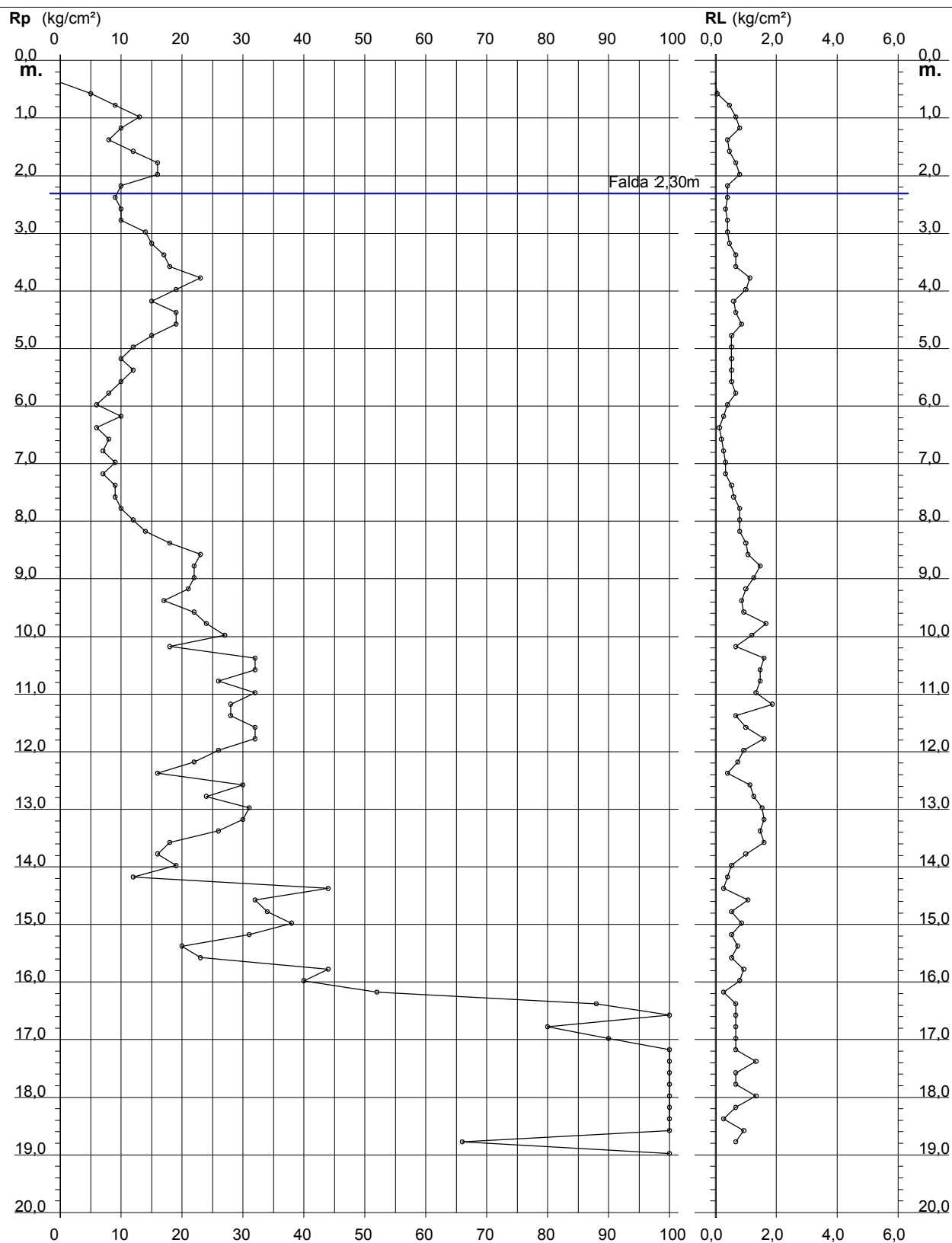
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 4**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : Piano Cortilivo  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



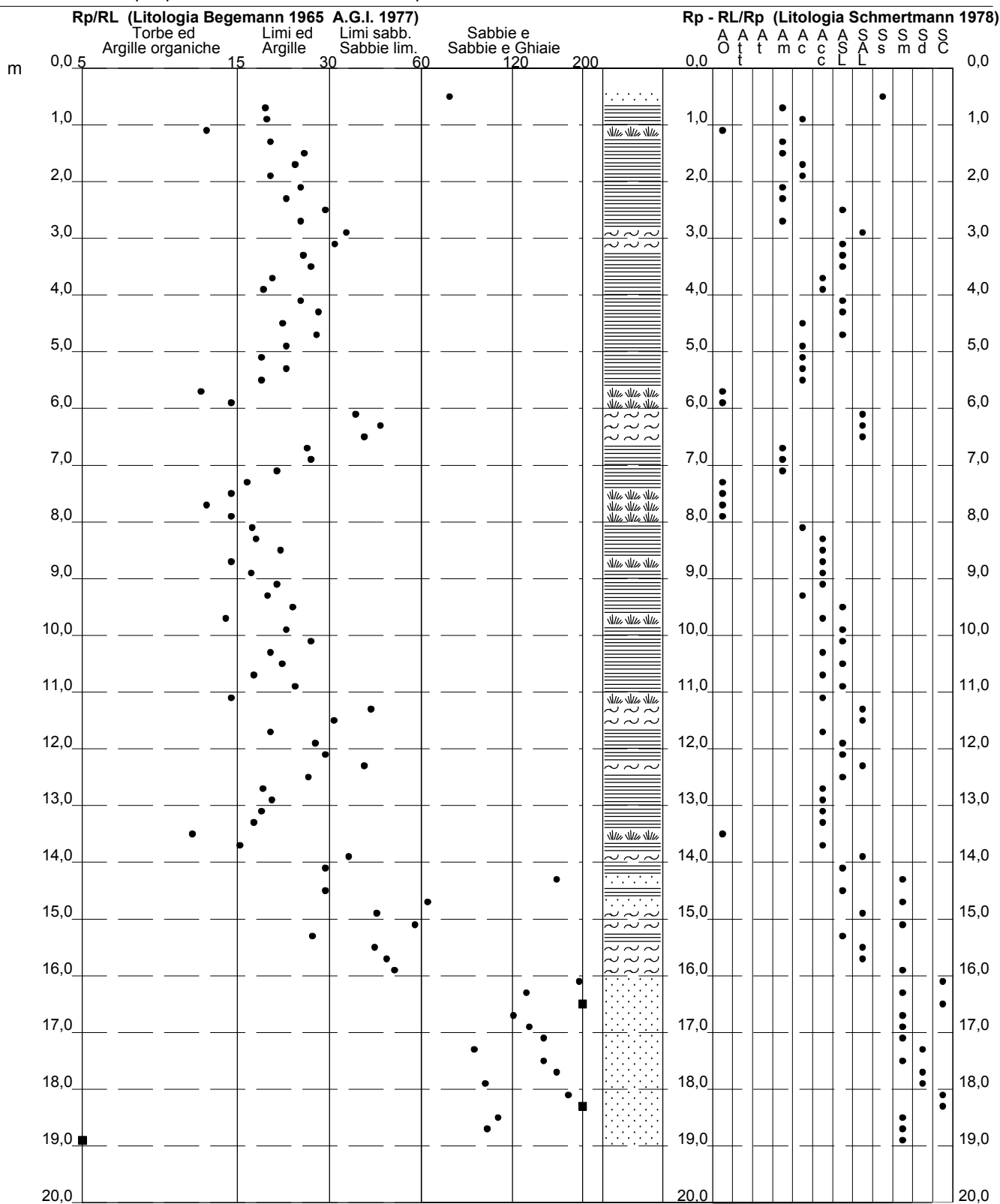
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 4**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
 - lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
 - località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
 - note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
 - quota inizio : Piano Cortilivo  
 - prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



## PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT 4**

2.010496-059

- committente : Benassi S.r.l.  
- lavoro : Demolizione edifici e realizzazione supermercato  
- località : Via Leonardo da Vinci - Rolo (RE)  
- note : per posizionarsi sbancato 0.5 m da p.c.

- data : 15/10/2019  
- quota inizio : Piano Cortilivo  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	5	75	4/1	1,85	0,11	0,25	17,3	43	64	25	23	31	34	37	40	33	25	0,043	8	13	15
0,80	9	19	2/III	1,85	0,15	0,45	25,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	13	19	2/III	1,85	0,19	0,60	27,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	10	12	2/III	1,85	0,22	0,50	17,3	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	8	20	2/III	1,85	0,26	0,40	10,8	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	12	26	2/III	1,85	0,30	0,57	14,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	16	24	2/III	1,85	0,33	0,70	15,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	16	20	2/III	1,85	0,37	0,70	13,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	10	25	2/III	1,85	0,41	0,50	8,1	97	146	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	9	22	2/III	0,88	0,42	0,45	6,8	108	162	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	10	30	4/1	0,86	0,44	0,50	7,3	109	164	40	13	30	33	36	39	29	26	0,025	17	25	30
2,80	10	25	2/III	0,90	0,46	0,50	7,0	116	173	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	14	35	4/1	0,89	0,48	0,64	9,0	113	170	48	22	31	34	37	40	30	26	0,043	23	35	42
3,20	15	32	4/1	0,89	0,50	0,67	9,1	118	176	50	24	31	34	37	40	30	27	0,045	25	38	45
3,40	17	25	2/III	0,97	0,51	0,72	9,6	124	186	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	18	27	2/III	0,98	0,53	0,75	9,6	129	193	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	23	20	4/1	0,94	0,55	0,87	11,0	148	221	69	36	33	36	38	41	32	28	0,071	38	58	69
4,00	19	19	2/III	0,99	0,57	0,78	9,2	136	204	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	15	25	2/III	0,95	0,59	0,67	7,3	146	220	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	19	28	2/III	0,99	0,61	0,78	8,4	145	218	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	19	22	2/III	0,99	0,63	0,78	8,1	151	227	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	15	28	2/III	0,95	0,65	0,67	6,5	168	252	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	12	22	2/III	0,92	0,67	0,57	5,2	184	276	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	10	19	2/III	0,90	0,69	0,50	4,2	192	288	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	12	22	2/III	0,92	0,71	0,57	4,8	196	293	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	10	19	2/III	0,90	0,72	0,50	4,0	202	303	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	8	12	2/III	0,86	0,74	0,40	2,9	200	300	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	6	15	1/1	0,46	0,75	0,30	2,0	36	54	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	10	37	4/1	0,86	0,77	0,50	3,7	217	325	40	--	28	31	35	38	26	26	--	17	25	30
6,40	6	45	4/1	0,82	0,78	0,30	1,9	170	255	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18
6,60	8	40	4/1	0,84	0,80	0,40	2,6	208	312	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
6,80	7	26	2/III	0,84	0,82	0,35	2,2	193	289	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	9	27	2/III	0,88	0,83	0,45	2,9	226	338	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	7	21	2/III	0,84	0,85	0,35	2,1	195	292	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	9	17	2/III	0,88	0,87	0,45	2,8	230	346	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	9	15	2/III	0,88	0,89	0,45	2,7	233	349	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	10	12	2/III	0,90	0,90	0,50	3,0	247	370	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	12	15	2/III	0,92	0,92	0,57	3,4	260	390	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	14	17	2/III	0,94	0,94	0,64	3,8	265	397	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	18	18	2/III	0,98	0,96	0,75	4,6	268	402	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	23	22	4/1	0,94	0,98	0,87	5,4	267	400	69	22	31	34	37	40	29	28	0,042	38	58	69
8,80	22	15	4/1	0,93	1,00	0,85	5,1	275	412	66	20	31	34	37	40	29	28	0,038	37	55	66
9,00	22	17	4/1	0,93	1,02	0,85	5,0	281	421	66	20	31	34	36	40	28	28	0,037	37	55	66
9,20	21	21	4/1	0,93	1,04	0,82	4,7	288	432	63	17	30	33	36	39	28	27	0,033	35	53	63
9,40	17	20	2/III	0,97	1,06	0,72	3,9	296	444	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	22	24	4/1	0,93	1,07	0,85	4,7	299	448	66	18	31	33	36	39	28	28	0,035	37	55	66
9,80	24	14	4/1	0,94	1,09	0,89	4,8	303	454	72	21	31	34	37	40	29	28	0,039	40	60	72
10,00	27	22	4/1	0,95	1,11	0,95	5,1	306	458	81	24	31	34	37	40	29	28	0,046	45	68	81
10,20	18	27	2/III	0,98	1,13	0,75	3,8	319	478	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	32	20	4/1	0,97	1,15	1,07	5,7	309	463	96	29	32	35	37	40	30	29	0,057	53	80	96
10,60	32	22	4/1	0,97	1,17	1,07	5,6	316	474	96	29	32	35	37	40	30	29	0,056	53	80	96
10,80	26	18	4/1	0,95	1,19	0,93	4,6	331	497	78	21	31	34	37	40	28	28	0,041	43	65	78
11,00	32	24	4/1	0,97	1,21	1,07	5,4	329	494	96	28	32	35	37	40	30	29	0,054	53	80	96
11,20	28	15	4/1	0,96	1,23	0,97	4,6	342	512	84	23	31	34	37	40	29	28	0,044	47	70	84
11,40	28	42	3/1	0,87	1,25	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	29	28	0,043	47	70	84
11,60	32	32	3/1	0,88	1,26	--	--	--	--	--	27	32	35	37	40	29	29	0,052	53	80	96
11,80	32	20	4/1	0,97	1,28	1,07	5,0	354	531	96	27	32	34	37	40	29	29	0,051	53	80	96
12,00	26	28	4/1	0,95	1,30	0,93	4,1	363	545	78	19	31	34	36	40	28	28	0,037	43	65	78
12,20	22	30	4/1	0,93	1,32	0,85	3,6	373	559	66	13	30	33	36	39	27	28	0,026	37	55	66
12,40	16	40	4/1	0,90	1,34	0,70	2,8	355	533	52	2	28	31	35	38	25	27	0,005	27	40	48
12,60	30	26	4/1	0,96	1,36	1,00	4,3	379	568	90	23	31	34	37	40	29	29	0,044	50	75	90
12,80	24	19	4/1	0,94	1,38	0,89	3,6	388	583	72	15	30	33	36	39	27	28	0,029	40	60	72
13,00	31	20	4/1	0,97	1,40	1,03	4,3	390	584	93	24	31	34	37	40	29	29	0,045	52	78	93
13,20	30	19	4/1	0,96	1,41	1,00	4,1	395	592	90	22	31	34	37	40	28	29	0,042	50	75	90
13,40	26	18	4/1	0,95	1,43	0,93	3,6	4													

# **SISMICA A RIFRAZIONE**

## **MASW**

### ***Determinazione del $V_{s30}$***



**SISMOGRAFO: PASI 16SG24**

## Analyzing phase velocities

==0== SECTION#1

dataset: Rolo (RE) via Leonardo da Vinci.DAT  
minimum offset (m): 5  
geophone spacing (m): 2  
sampling (ms): 0.5  
Dispersion curve: Rolo (RE) - Benassi Srl.cdp  
Number of individuals: 50  
Number of generations: 51

## Rayleigh-wave dispersion analysis

### Analyzing phase velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 70 0.5 90 3  
110 4 130 3 150 5 170  
9 190  
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 250 1.5 300 5  
350 6 400 5 450 7 500  
11 550  
Adopted Poisson values: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35

Output folder: C:\Users\Xeon\Desktop\SISMICHE 2019\Giusti\10\Rolo via Da Vinci\output\_disp

==0== SECTION#2

### Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-18.4262	-3.8326
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-14.6715	-3.38407
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-14.0157	-2.70019
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-12.0136	-2.70019
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-11.8994	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-12.6059	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-12.045	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-10.447	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-12.8326	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-12.4174	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-12.9001	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-12.1504	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-14.2155	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-14.8698	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-13.6626	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-14.1065	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-14.7749	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-12.9732	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-12.9486	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-13.0041	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-14.7088	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-12.601	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-11.4266	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-13.0578	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-11.4449	-2.68672
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-11.5338	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-11.0509	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-11.1154	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-12.1912	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-9.1127	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-9.7918	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 32; average & best misfits:	-8.565	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 33; average & best misfits:	-11.0433	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 34; average & best misfits:	-11.9742	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 35; average & best misfits:	-11.3914	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 36; average & best misfits:	-13.431	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 37; average & best misfits:	-10.8915	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 38; average & best misfits:	-12.7088	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 39; average & best misfits:	-10.5537	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 40; average & best misfits:	-11.5847	-2.6517
Optimizing Vs & Thickness - generation: 41; average & best misfits:	-9.7616	-2.5954
Optimizing Vs & Thickness - generation: 42; average & best misfits:	-10.4124	-2.59542
Optimizing Vs & Thickness - generation: 43; average & best misfits:	-11.4424	-2.59542
Optimizing Vs & Thickness - generation: 44; average & best misfits:	-12.1815	-2.59542
Optimizing Vs & Thickness - generation: 45; average & best misfits:	-11.3892	-2.59542
Optimizing Vs & Thickness - generation: 46; average & best misfits:	-12.8718	-2.59542
Optimizing Vs & Thickness - generation: 47; average & best misfits:	-9.9356	-2.4023
Optimizing Vs & Thickness - generation: 48; average & best misfits:	-9.734	-2.4023
Optimizing Vs & Thickness - generation: 49; average & best misfits:	-14.068	-2.40235
Optimizing Vs & Thickness - generation: 50; average & best misfits:	-13.024	-2.40235
Optimizing Vs & Thickness - generation: 51; average & best misfits:	-12.6991	-2.40235

### Forcing search space

Now a finer search around the most promising search space area

### Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -8.9884 -2.4023



Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -7.9105	-2.4023
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -7.1853	-2.4023
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -7.3864	-2.4023
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -7.4636	-2.1114
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -7.5622	-2.1114
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -7.9544	-2.1114
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -7.6714	-2.1114
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -8.9035	-2.0685
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -8.3004	-2.0685
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -8.623	-2.0685
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -8.4955	-2.0596
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -7.8573	-2.0596
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -7.2679	-2.0596

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 169 158 285 175 179 309 284

Thickness (m): 0.87 5.2 6 4.3 6.3 12

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35

Vp & Density Optimization

Columns 1 through 7

0.0488	0.1098	0.1422	0.1812	0.2188	0.2577	0.2954
0.1047	0.1252	0.1521	0.2035	0.2483	0.3061	0.4138
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Columns 8 through 14

0.3395	0.3771	0.4148	0.4589	0.5251	0.5679	0.6185
0.4536	0.4985	0.5472	0.6049	0.6614	0.7101	0.7512
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Columns 15 through 21

0.6626	0.7158	0.7781	0.8313	0.8806	0.9507	1.0000
0.8204	0.8833	0.9410	1.0000	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -2.0996	-1.9247
Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -2.0641	-1.9154
Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -2.035	-1.9072
Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -2.0179	-1.8974
Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -1.9987	-1.8974
Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -1.9691	-1.8922
Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -1.9771	-1.8911
Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -1.961	-1.8809
Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -1.9626	-1.8809
Optimizing Vp & Density - generation: 10; average & best misfits: -1.9716	-1.8809
Optimizing Vp & Density - generation: 11; average & best misfits: -1.9835	-1.8809
Optimizing Vp & Density - generation: 12; average & best misfits: -1.9586	-1.8809
Optimizing Vp & Density - generation: 13; average & best misfits: -1.9609	-1.8809
Optimizing Vp & Density - generation: 14; average & best misfits: -1.9649	-1.8809

Number of models considered to calculate the average model: 62

#####  
RESULTS  
#####

Dataset: RoLo (RE) via Leonardo da Vinci.DAT

Analyzed curve/spectrum: RoLo (RE) - Benassi Srl.cdp

===== SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-Wave Dispersion

=====

MEAN MODEL

Vs (m/s): 162 160 238 224 218 299 359

Standard deviations (m/s): 11 4 53 61 61 64 83

Thickness (m): 0.9 4.8 5.8 4.0 6.1 9.9

Standard deviations (m): 0.2 0.5 0.7 0.5 0.7 1.1

Approximate values for Vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 629 511 1034 699 713 1088 1126

Density (gr/cm3): 1.94 1.89 2.06 1.97 1.97 2.07 2.08

Vp/Vs ratio: 3.88 3.19 4.34 3.12 3.27 3.64 3.14

Poisson: 0.46	0.45	0.47	0.44	0.45	0.46	0.44							
Shear modulus (MPa): 51			48	117	99		94		185		268		0
Estimated static shear modulus (MPa): 0					0	0		0		0		0	

#### Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
2.86757	303.8613
6.45026	213.9093
8.35594	204.0547
10.6428	193.37
12.8534	179.5601
15.1402	168.1408
17.3508	161.7379
19.9425	157.6464
22.1531	155.6824
24.3637	154.4756
26.9554	153.6137
30.843	152.9268
33.3585	152.6949
36.3314	152.5407
38.9231	152.4729
42.0484	152.4427
45.7074	152.4516
48.8327	152.4822
51.7293	152.5222
55.8456	152.5907
58.7422	152.6436

#### First higher mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
6.22158	336.0461
7.44121	323.7409
9.04199	301.8456
12.0911	252.9043
14.759	234.1134
18.1893	226.9915
24.5924	221.6033
26.9554	218.85
29.6234	213.8112
32.52	205.8948
35.9503	195.9818
39.3043	188.111
42.2009	182.9628
44.6402	179.5751
48.7565	175.2837
52.4916	172.4718
55.9218	170.5067
59.4283	168.9329

#### ===== SECTION#4

#### BEST MODEL

Vs (m/s): 169	158	285	175	179	309	284						
thickness (m): 0.867927			5.2337				6	4.33382		6.26696		11.8937

Approximate values for vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s):		312	464	876	1214	1043	1485	1998				
Density (gr/cm3):			1.77	1.87	2.02	2.10	2.06	2.15	2.22			
Vp/Vs ratio: 1.85	2.94		3.07	6.94	5.83	4.81	7.04					
Poisson: 0.29	0.43	0.44	0.49	0.48	0.48	0.49						
Shear modulus (MPa): 51			47	164		64	66	205	179			
Estimated static shear modulus (MPa): 0					0		0	0		0		0

#### dispersion curve (frequency - velocity)

#### Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
2.86757	248.8638
6.45026	199.7038
8.35594	200.1455
10.6428	197.2485
12.8534	180.008
15.1402	164.7145
17.3508	157.7139
19.9425	153.7676
22.1531	152.0419
24.3637	151.0684
26.9554	150.4521
30.843	150.0835
33.3585	150.0352
36.3314	150.0836

38.9231	150.1839
42.0484	150.349
45.7074	150.5793
48.8327	150.794
51.7293	151.001
55.8456	151.3005
58.7422	151.5117

First higher mode)  
best model

6.22158	282.9351
7.44121	281.1003
9.04199	278.8075
12.0911	242.0219
14.759	223.041
18.1893	208.126
24.5924	191.9501
26.9554	189.0803
29.6234	186.7669
32.52	184.9644
35.9503	183.4333
39.3043	182.342
42.2009	178.3337
44.6402	175.1847
48.7565	171.3109
52.4916	168.827
55.9218	167.1112
59.4283	165.7469

Vs5 (mean model): 160 m/s  
Vs5 (best model): 160 m/s

Vs20 (mean model): 203 m/s  
Vs20 (best model): 192 m/s

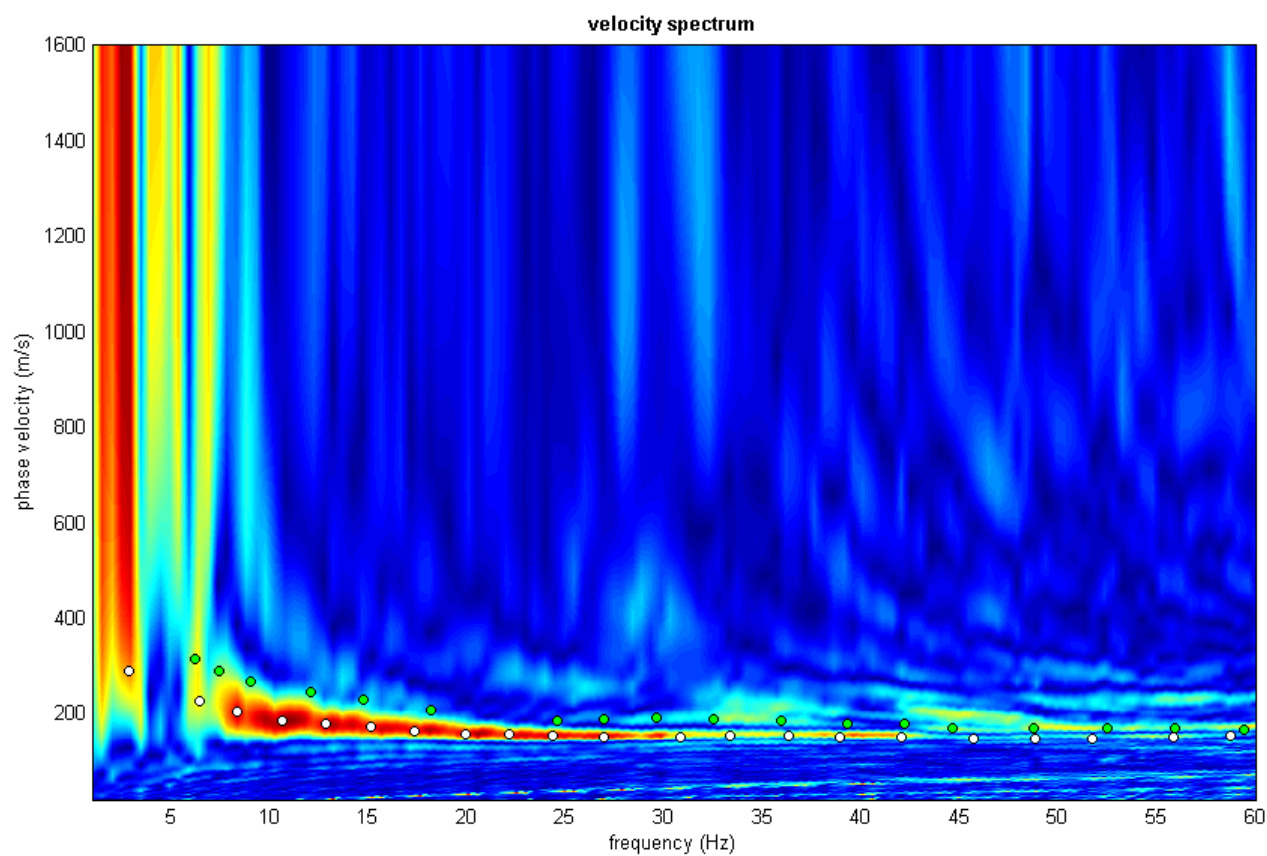
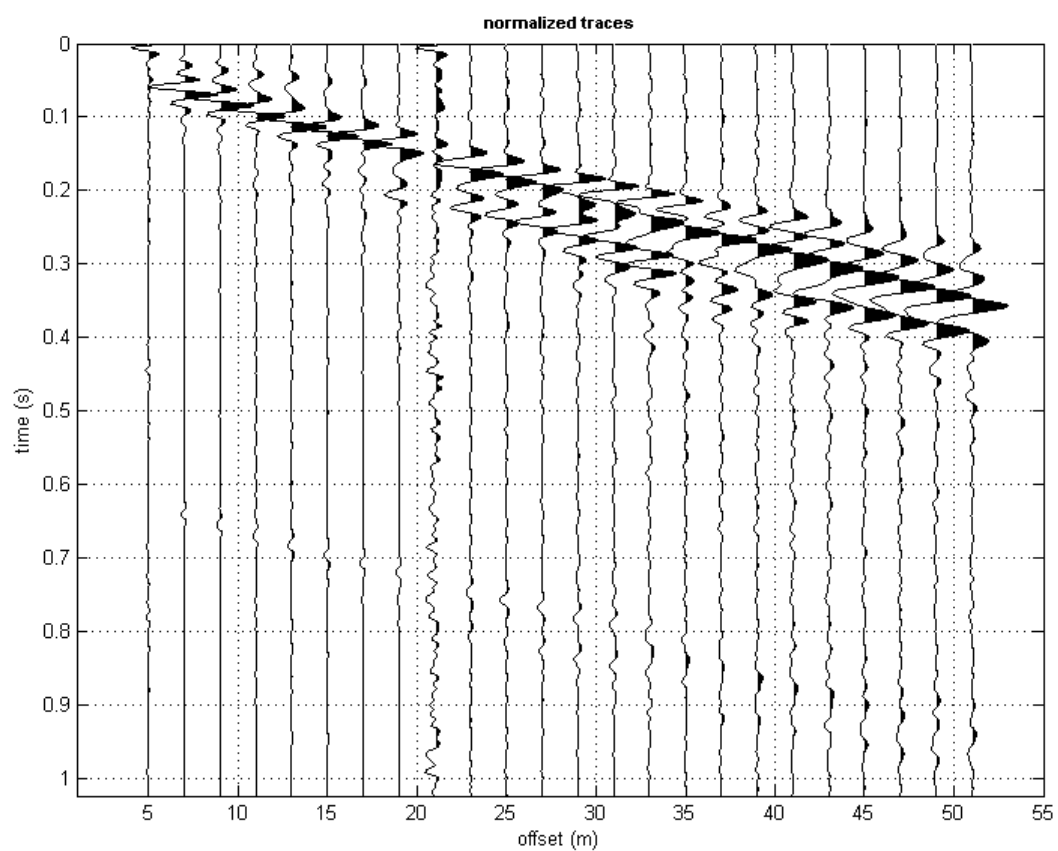
Vs30 (mean model): 224 m/s  
Vs30 (best model): 210 m/s

dataset: Rolo (RE) via Leonardo da Vinci.DAT

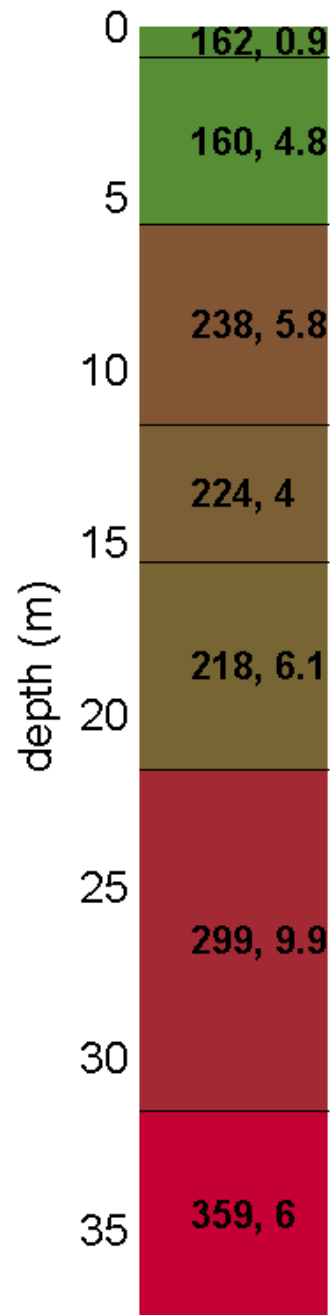
sampling: 0.5 ms

minimum offset: 5 m

geophone spacing: 2 m



# Subsurface model



$V$ (m/s)	<i>thickness</i> (m)
--------------	-------------------------

# winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

## Main results

Dataset: Rolo (RE) via Leonardo da Vinci.DAT

Mean model

Vs (m/s): 162, 160, 238, 224, 218, 299, 359

Standard deviations (m/s): 11, 4, 53, 61, 61, 64, 83

Thickness (m): 0.9, 4.8, 5.8, 4.0, 6.1, 9.9

Standard deviations (m): 0.2, 0.5, 0.7, 0.5, 0.7, 1.1

Density (gr/cm<sup>3</sup>) (approximate values): 1.94, 1.89, 2.06, 1.97, 1.97, 2.07, 2.08

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 51 48 117 99 94 185 268

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: Rolo (RE) - Benassi Srl.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

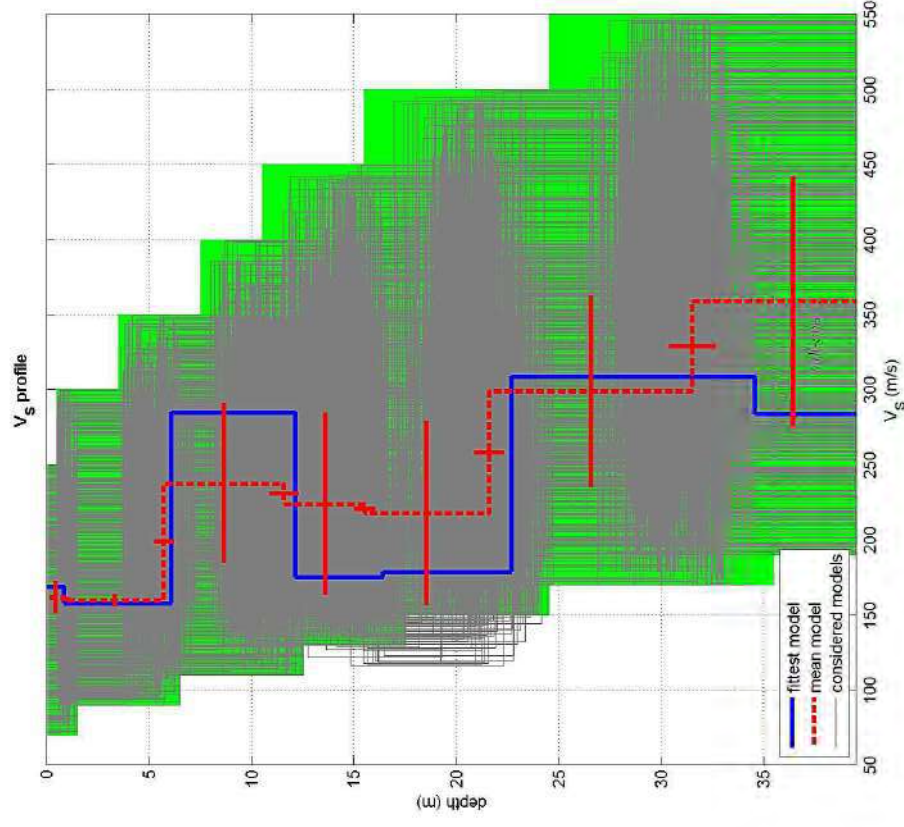
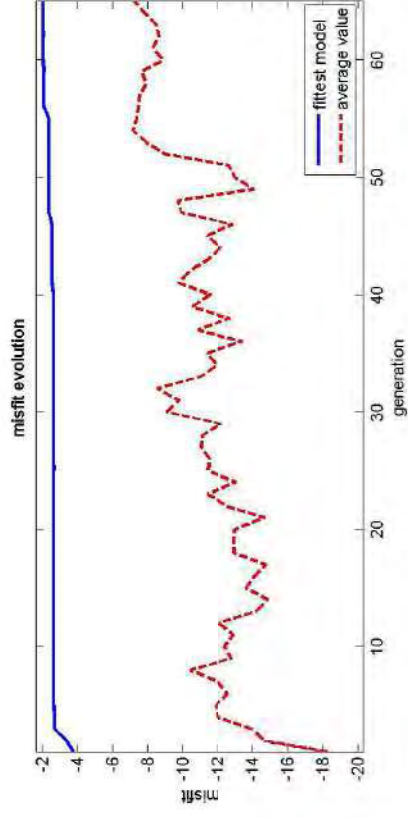
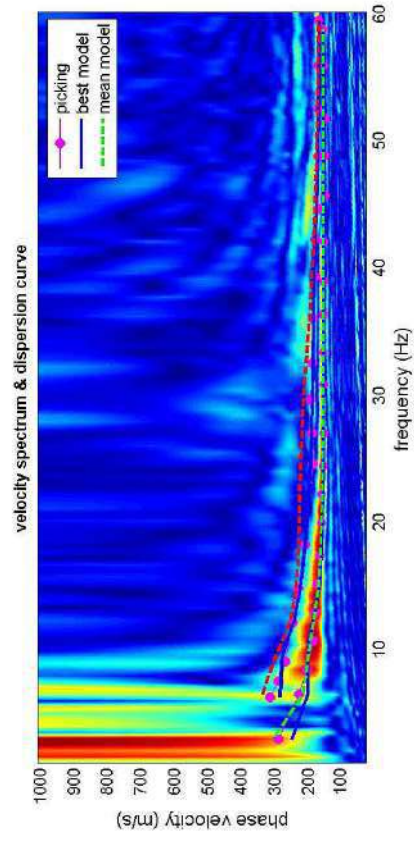
Vp (m/s): 629, 511, 1034, 699, 713, 1088, 1126

Poisson: 0.46 0.45 0.47 0.44 0.45 0.46 0.44

Vs30 (m/s): 224

Soil classification: **C**

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*



dataset: Rolo (RE) via Leonardo da Vinci.DAT

dispersion curve: Rolo (RE) - Benassi Srl.cdp

$V_s30$  (best model): 210 m/s

$V_s30$  (mean model): 224 m/s



## **RISPOSTA SISMICA LOCALE DI 3° LIVELLO**

### **DEMOLIZIONE DI EDIFICI ESISTENTI REALIZZAZIONE DI SUPERMERCATO E PUBBLICI ESERCIZI**

#### **ROLO (RE)**

**Committente: Benassi S.r.l.**

**Data: novembre 2019**

## INTRODUZIONE

### PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
  - 2.1. Stima della funzione di trasferimento;
  - 2.2. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
  - 2.3. Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile “trasferire” l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove  $M$  rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da  $N$  strati orizzontali di cui l' $N$ -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che ciascuno

strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt  $\left[ \tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z, t)}{\partial z \partial t} \right]$ , la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove:  $u$  rappresenta lo spostamento;  $t$  il tempo;  $\rho$  la densità;  $G$  il modulo di deformazione al taglio;  $\eta$  la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z, t) = U(z) e^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = -\rho\omega^2 U \quad (3)$$

dove  $\omega$  rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = -\rho\omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto  $G^* = G + i\omega\eta$ , ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

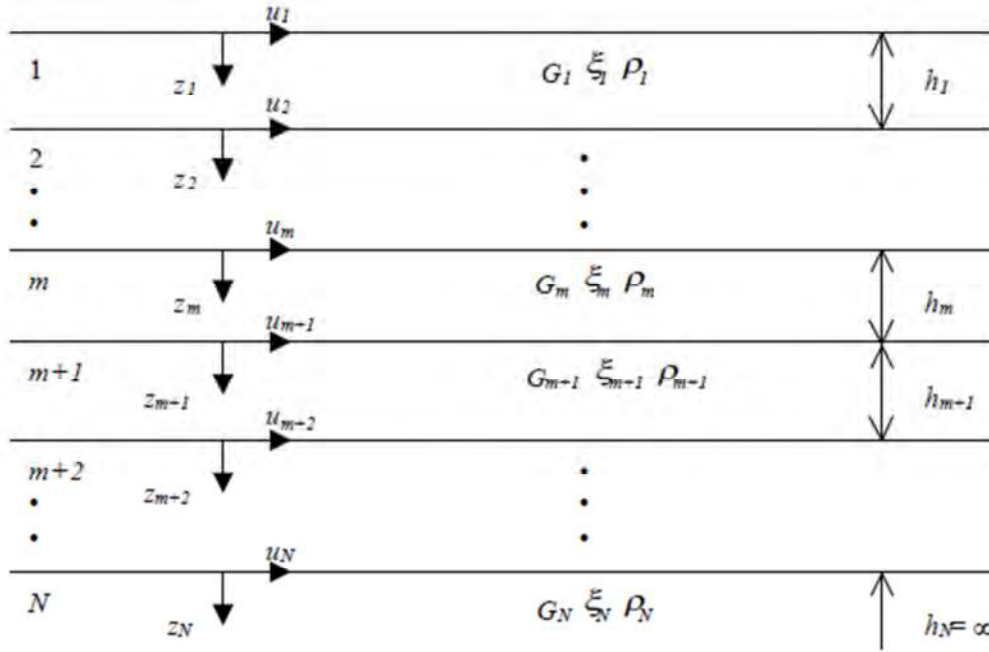
$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove  $\xi$  rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice \* indica la natura complessa della variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z, t) = Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)} \quad (7)$$



**Figura 1:** Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre  $k^*$  rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* [Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)}] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore  $h_m$  gli spostamenti, rispettivamente in sommità ( $z = 0$ ) ed al fondo ( $z = h_m$ ), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' $m$ -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove  $\alpha_m^*$  rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati  $m$  ed  $m+1$ , ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che  $E_1 = F_1$ .

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad  $m$ . La funzione di trasferimento  $A_{mn}$  che lega gli spostamenti in sommità degli strati  $m$  ed  $n$  è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

$A_{mn}$  rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti  $m$  e  $n$ .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento  $A_{mn}$  può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati  $n$  ed  $m$ :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità  $z$  e al tempo  $t$  dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (E e^{ik^* z} - F e^{-ik^* z}) e^{i\omega t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

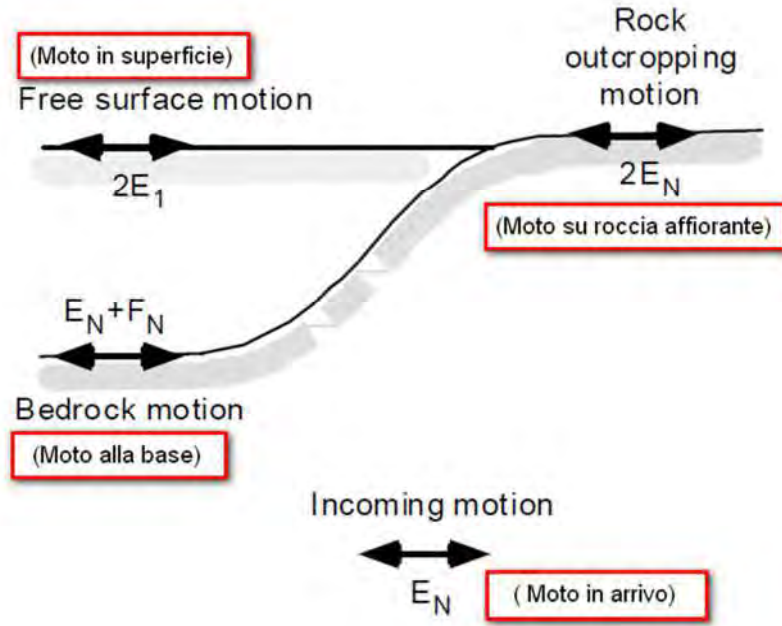


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad  $E_N$ ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a  $E_N + F_N$ . Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ( $E_N = F_N$ ), il moto avrà ampiezza pari a  $2E_N$ . La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché  $G$  è funzione di  $\gamma$ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di  $\gamma$ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo  $G$  così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per  $G(\gamma)$  adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[ \ln \left( \frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

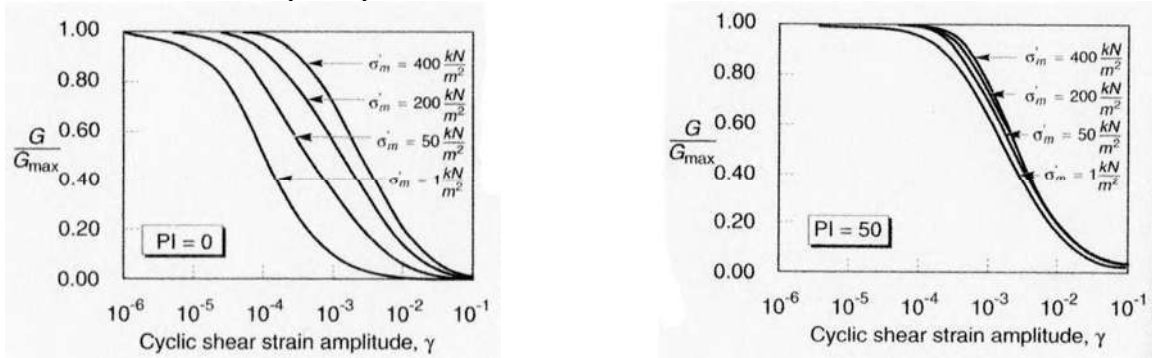
$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[ \ln \left( \frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove  $G_{max}$  è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove  $\rho$  è la densità del terreno e  $V_s$  la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di  $G$  per la prima iterazione.

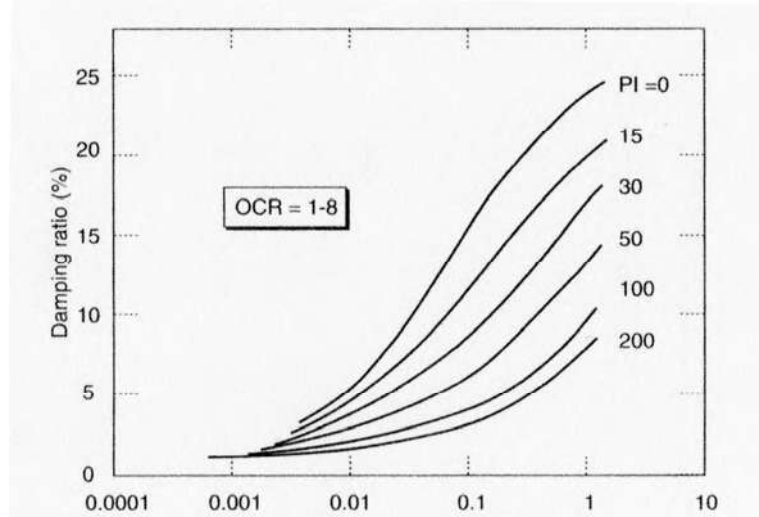


**Figura 2:** Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{2.8})}{2} \left[ 0.586 \left( \frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche  $\xi$  deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.



**Figura 3:** Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

### Dati generali

Latitudine 44.88561[°]  
 Longitudine 10.8562517[°]

### Stratigrafia

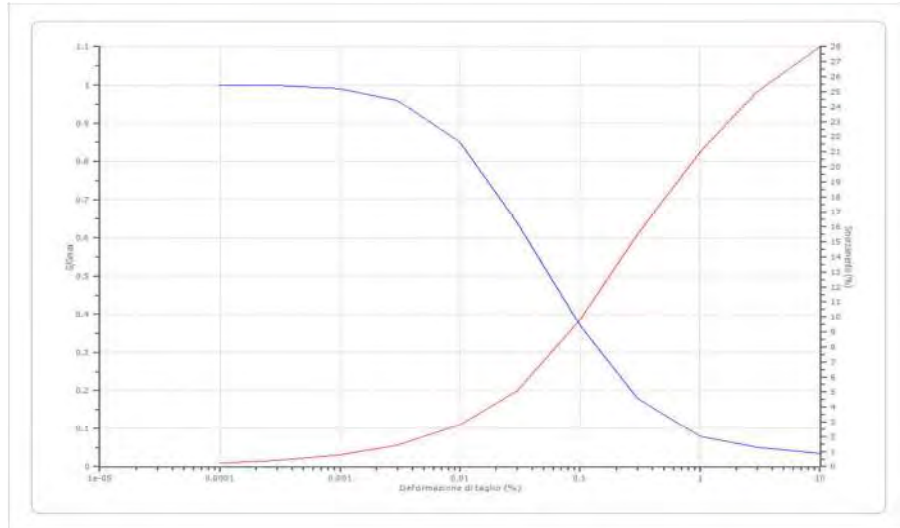
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Gmax [MPa]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	--	5.7	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	57.41	18.0	160.0	62.7
2	5.7	5.8	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	127.03	18.0	238.0	160.8
3	11.5	4.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	112.53	19.0	224.0	220.5
4	15.5	6.1	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)	106.58	19.0	218.0	282.0
5	21.6	9.9	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)	182.27	20.0	299.0	369.7
6	31.5	8.5	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)	275.89	21.0	359.0	467.7
7	40.0	30.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	454.13	22.0	450.0	698.1
8	70.0	30.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	678.39	22.0	550.0	1063.8
9	100.0	--	Smorzamento costante	807.34	22.0	600.0	1246.6

Strato con falda: 1  
 Strato rilevamento accelerogramma: 9 Affiorante

## Terreni

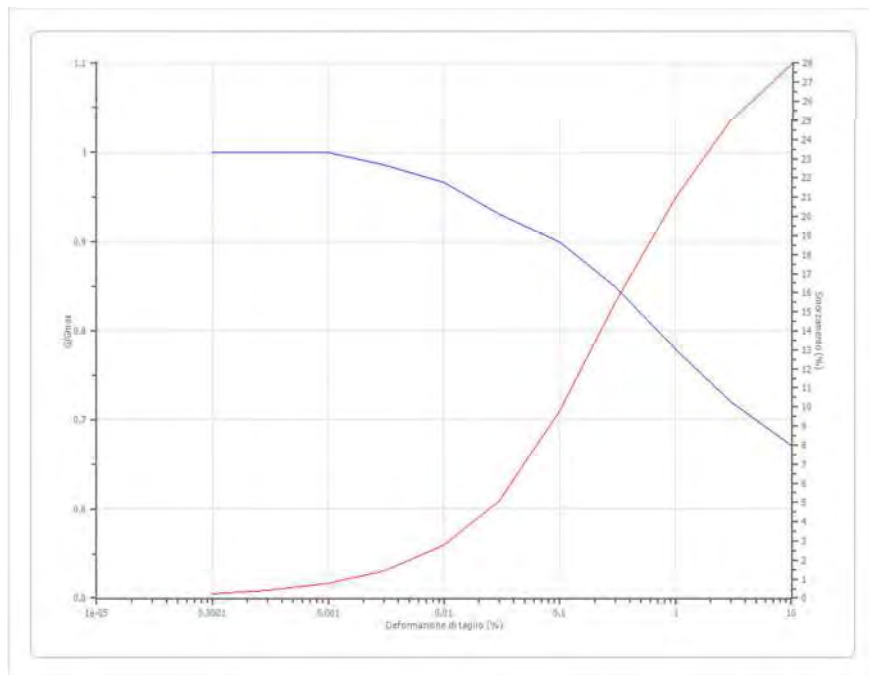
### Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	0.990	0.001	0.800
0.003	0.960	0.003	1.400
0.010	0.850	0.010	2.800
0.030	0.640	0.030	5.100
0.100	0.370	0.100	9.800
0.300	0.180	0.300	15.500
1.000	0.080	1.000	21.000
3.000	0.050	3.000	25.000
10.000	0.035	10.000	28.000



### Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	1.000	0.001	0.800
0.003	0.986	0.003	1.400
0.010	0.966	0.010	2.800
0.030	0.931	0.030	5.100
0.100	0.900	0.100	9.800
0.300	0.850	0.300	15.500
1.000	0.779	1.000	21.000
3.000	0.720	3.000	25.000
10.000	0.671	10.000	28.000





## Elaborazione

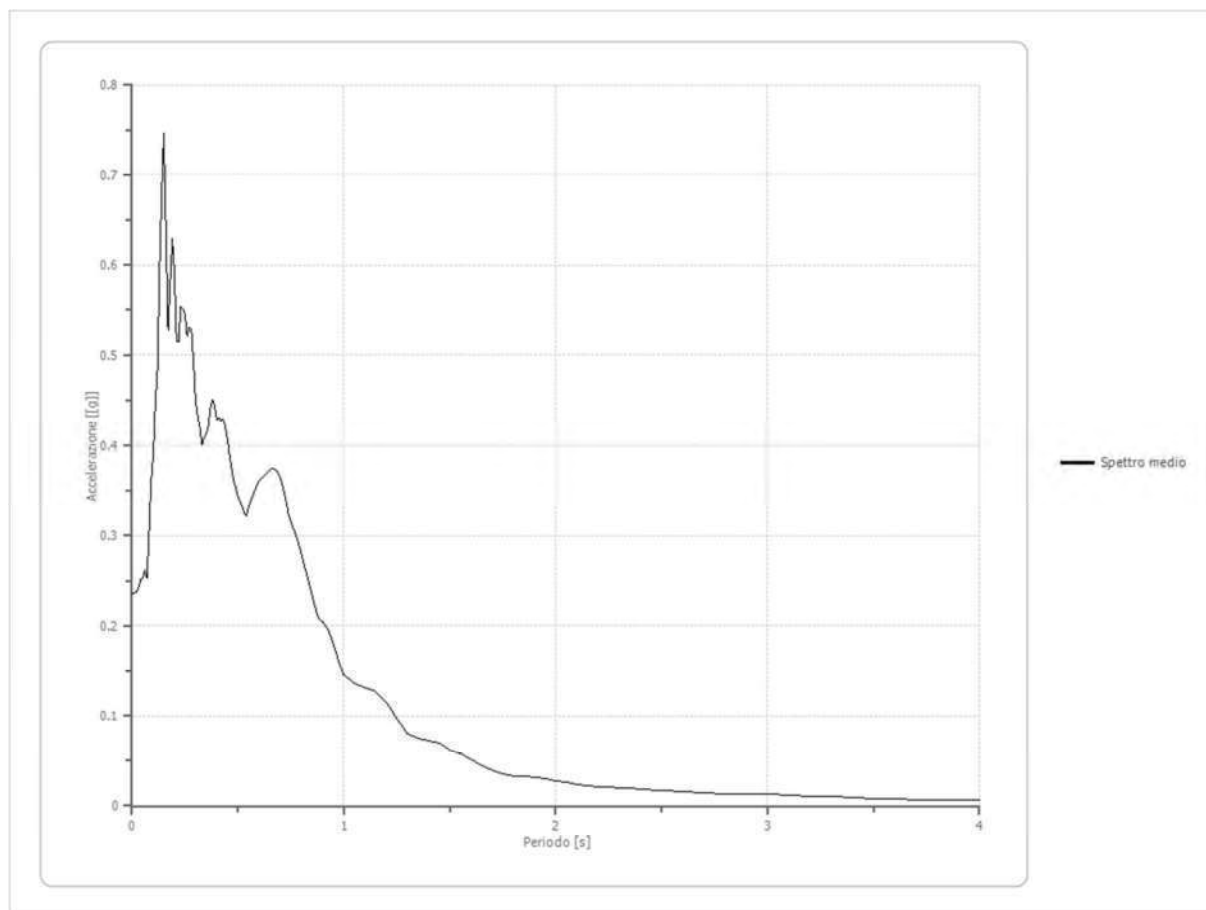
Numero di iterazioni 16  
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5  
 Tipo di modulo elastico Shake

### Fattori di amplificazione ICMS 2008

Tai	0.150 [s]
Tvi	0.700 [s]
Tao	0.150 [s]
Tvo	0.680 [s]
Sami	3.588 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmi	0.191 [m/s]
Samo	5.230 [m/s <sup>2</sup> ]
Svmo	0.360 [m/s]
<b>Fa</b>	<b>1.458 [-]</b>
<b>Fv</b>	<b>1.880 [-]</b>
TB	0.144 [s]
TC	0.432 [s]
TD	2.248 [s]
SA(0)	0.236 [g]
SA(TB)	0.533 [g]

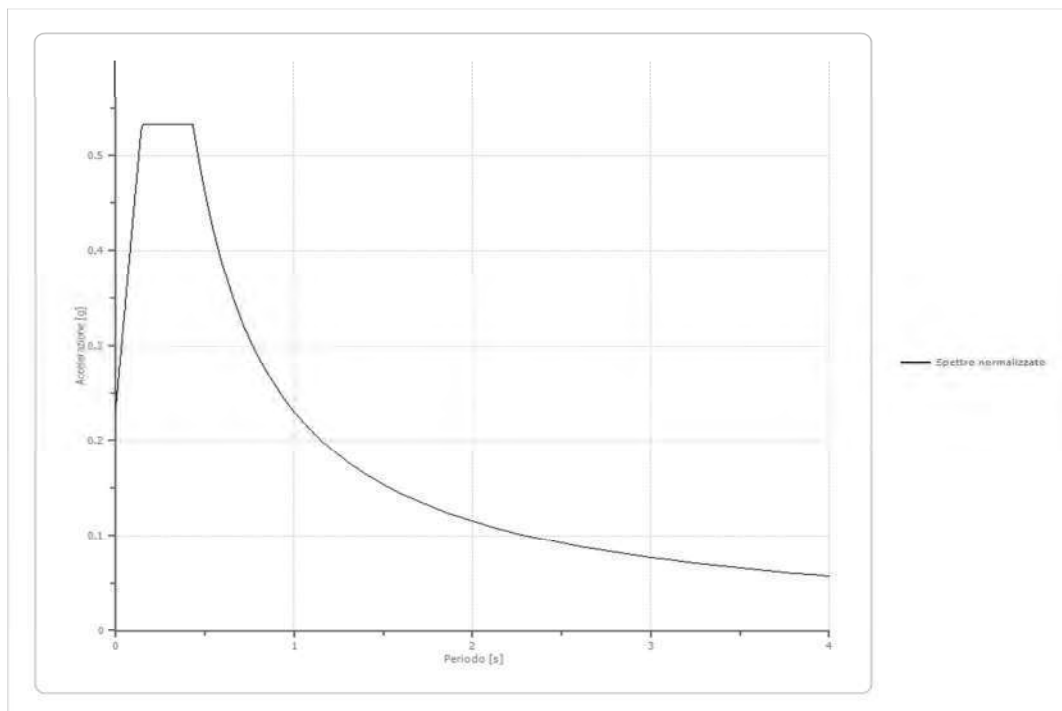
### Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.2354	0.26	0.5214	0.52	0.3321	0.98	0.1573	2.25	0.0205
0.01	0.2354	0.27	0.5299	0.53	0.3242	1.00	0.1452	2.30	0.0201
0.02	0.2374	0.28	0.5295	0.54	0.3226	1.05	0.1358	2.35	0.0196
0.03	0.2410	0.29	0.4918	0.55	0.3314	1.10	0.1314	2.40	0.0188
0.04	0.2510	0.30	0.4489	0.56	0.3389	1.15	0.1268	2.50	0.0170
0.05	0.2531	0.31	0.4316	0.57	0.3447	1.20	0.1148	2.60	0.0154
0.06	0.2623	0.32	0.4197	0.58	0.3508	1.25	0.0964	2.70	0.0143
0.07	0.2530	0.33	0.4005	0.60	0.3608	1.30	0.0793	2.80	0.0137
0.08	0.3006	0.34	0.4090	0.62	0.3659	1.35	0.0747	2.90	0.0132
0.09	0.3612	0.35	0.4128	0.64	0.3700	1.40	0.0726	3.00	0.0125
0.10	0.3884	0.36	0.4217	0.66	0.3738	1.45	0.0693	3.10	0.0117
0.11	0.4470	0.37	0.4419	0.68	0.3734	1.50	0.0620	3.20	0.0108
0.12	0.4827	0.38	0.4507	0.70	0.3643	1.55	0.0577	3.30	0.0099
0.13	0.5977	0.39	0.4442	0.72	0.3464	1.60	0.0515	3.40	0.0091
0.14	0.6806	0.40	0.4287	0.74	0.3219	1.65	0.0448	3.50	0.0081
0.15	0.7462	0.41	0.4306	0.76	0.3091	1.70	0.0393	3.60	0.0074
0.16	0.6355	0.42	0.4266	0.78	0.2964	1.75	0.0351	3.70	0.0071
0.17	0.5272	0.43	0.4288	0.80	0.2793	1.80	0.0332	3.80	0.0068
0.18	0.5804	0.44	0.4215	0.82	0.2605	1.85	0.0322	3.90	0.0065
0.19	0.6304	0.45	0.4071	0.84	0.2420	1.90	0.0313	4.00	0.0062
0.20	0.5909	0.46	0.3904	0.86	0.2241	1.95	0.0299		
0.21	0.5150	0.47	0.3743	0.88	0.2078	2.00	0.0280		
0.22	0.5141	0.48	0.3619	0.90	0.2037	2.05	0.0262		
0.23	0.5534	0.49	0.3530	0.92	0.1973	2.10	0.0242		
0.24	0.5507	0.50	0.3449	0.94	0.1870	2.15	0.0222		
0.25	0.5462	0.51	0.3378	0.96	0.1729	2.20	0.0210		



**Spettro normalizzato di risposta elastico**

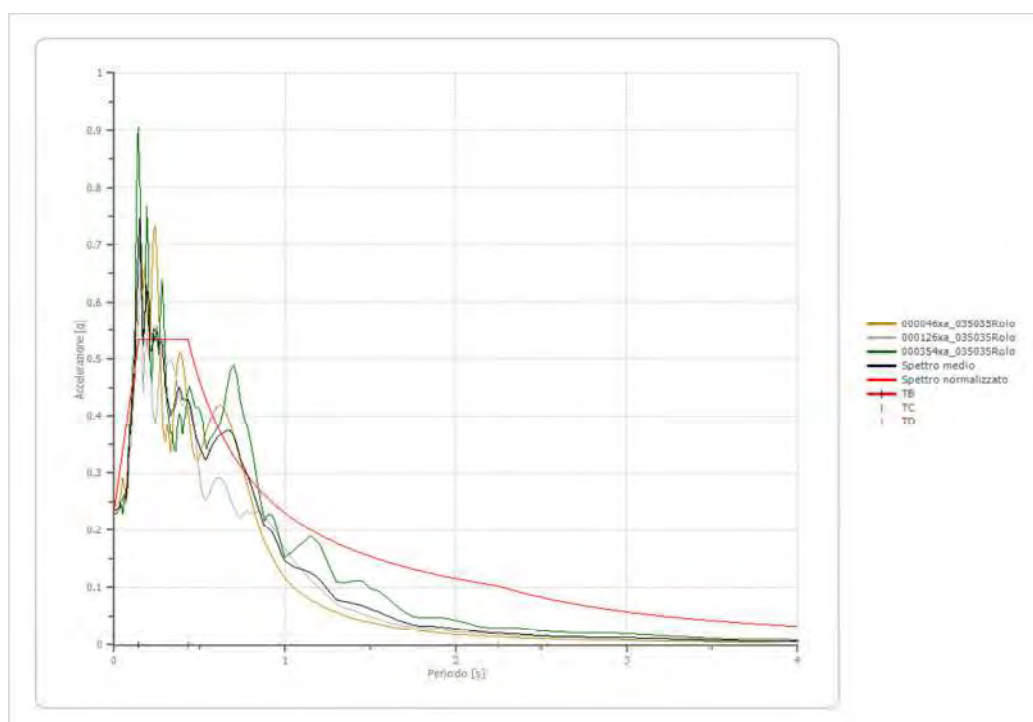
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.2361	0.26	0.5331	0.52	0.4429	0.98	0.2350	2.25	0.1024
0.01	0.2568	0.27	0.5331	0.53	0.4345	1.00	0.2303	2.30	0.1001
0.02	0.2774	0.28	0.5331	0.54	0.4265	1.05	0.2193	2.35	0.0980
0.03	0.2980	0.29	0.5331	0.55	0.4187	1.10	0.2094	2.40	0.0960
0.04	0.3186	0.30	0.5331	0.56	0.4113	1.15	0.2003	2.50	0.0921
0.05	0.3393	0.31	0.5331	0.57	0.4040	1.20	0.1919	2.60	0.0886
0.06	0.3599	0.32	0.5331	0.58	0.3971	1.25	0.1842	2.70	0.0853
0.07	0.3805	0.33	0.5331	0.60	0.3838	1.30	0.1772	2.80	0.0823
0.08	0.4011	0.34	0.5331	0.62	0.3715	1.35	0.1706	2.90	0.0794
0.09	0.4218	0.35	0.5331	0.64	0.3599	1.40	0.1645	3.00	0.0768
0.10	0.4424	0.36	0.5331	0.66	0.3490	1.45	0.1588	3.10	0.0743
0.11	0.4630	0.37	0.5331	0.68	0.3387	1.50	0.1535	3.20	0.0720
0.12	0.4836	0.38	0.5331	0.70	0.3290	1.55	0.1486	3.30	0.0698
0.13	0.5043	0.39	0.5331	0.72	0.3199	1.60	0.1439	3.40	0.0677
0.14	0.5249	0.40	0.5331	0.74	0.3112	1.65	0.1396	3.50	0.0658
0.15	0.5331	0.41	0.5331	0.76	0.3030	1.70	0.1355	3.60	0.0640
0.16	0.5331	0.42	0.5331	0.78	0.2953	1.75	0.1316	3.70	0.0622
0.17	0.5331	0.43	0.5331	0.80	0.2879	1.80	0.1279	3.80	0.0606
0.18	0.5331	0.44	0.5234	0.82	0.2809	1.85	0.1245	3.90	0.0591
0.19	0.5331	0.45	0.5118	0.84	0.2742	1.90	0.1212	4.00	0.0576
0.20	0.5331	0.46	0.5007	0.86	0.2678	1.95	0.1181		
0.21	0.5331	0.47	0.4900	0.88	0.2617	2.00	0.1152		
0.22	0.5331	0.48	0.4798	0.90	0.2559	2.05	0.1123		
0.23	0.5331	0.49	0.4700	0.92	0.2503	2.10	0.1097		
0.24	0.5331	0.50	0.4606	0.94	0.2450	2.15	0.1071		
0.25	0.5331	0.51	0.4516	0.96	0.2399	2.20	0.1047		



**Parametri spettro normalizzato**

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.236	2.258	--	0.144	0.432	2.248	0.236	0.533	1.458

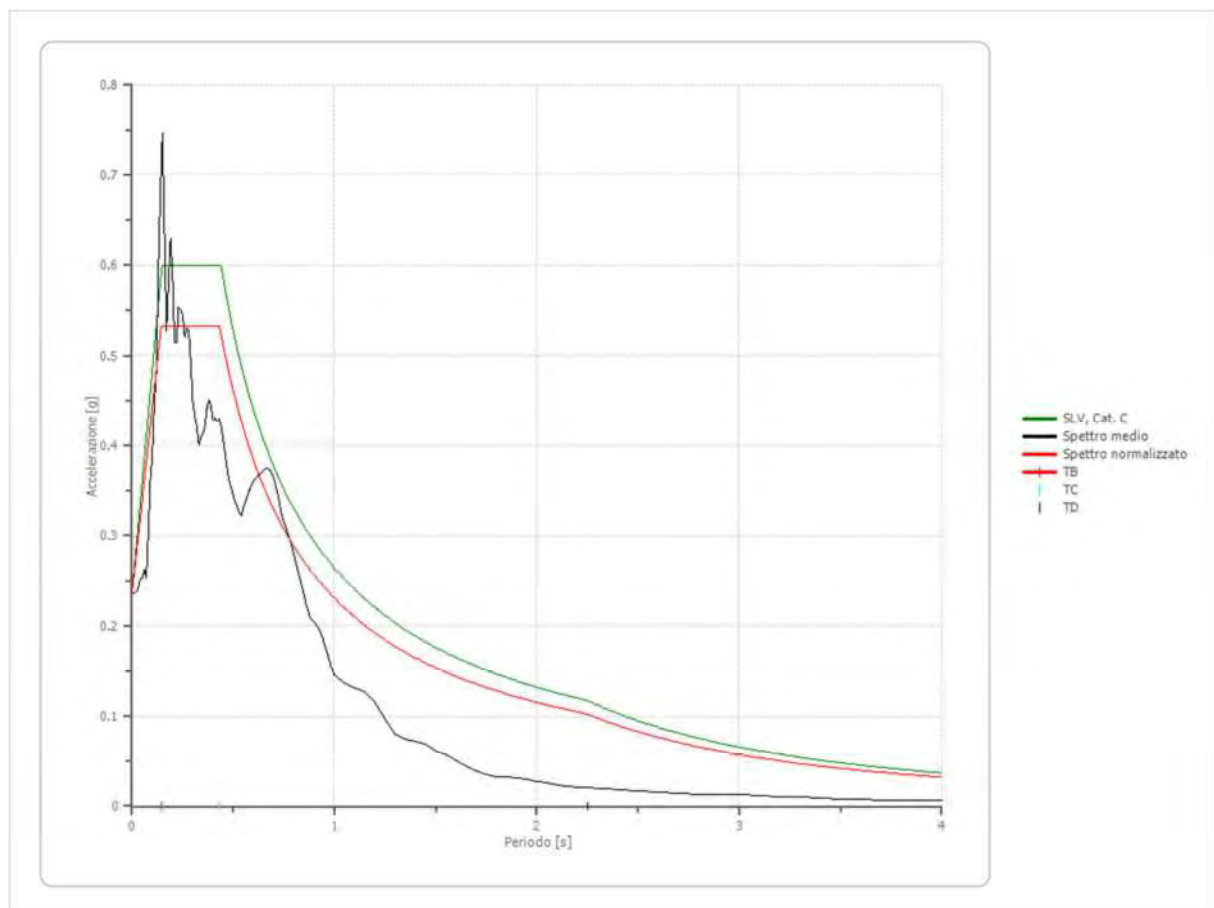
**Confronto tra gli spettri**



## Confronto spettro normativa

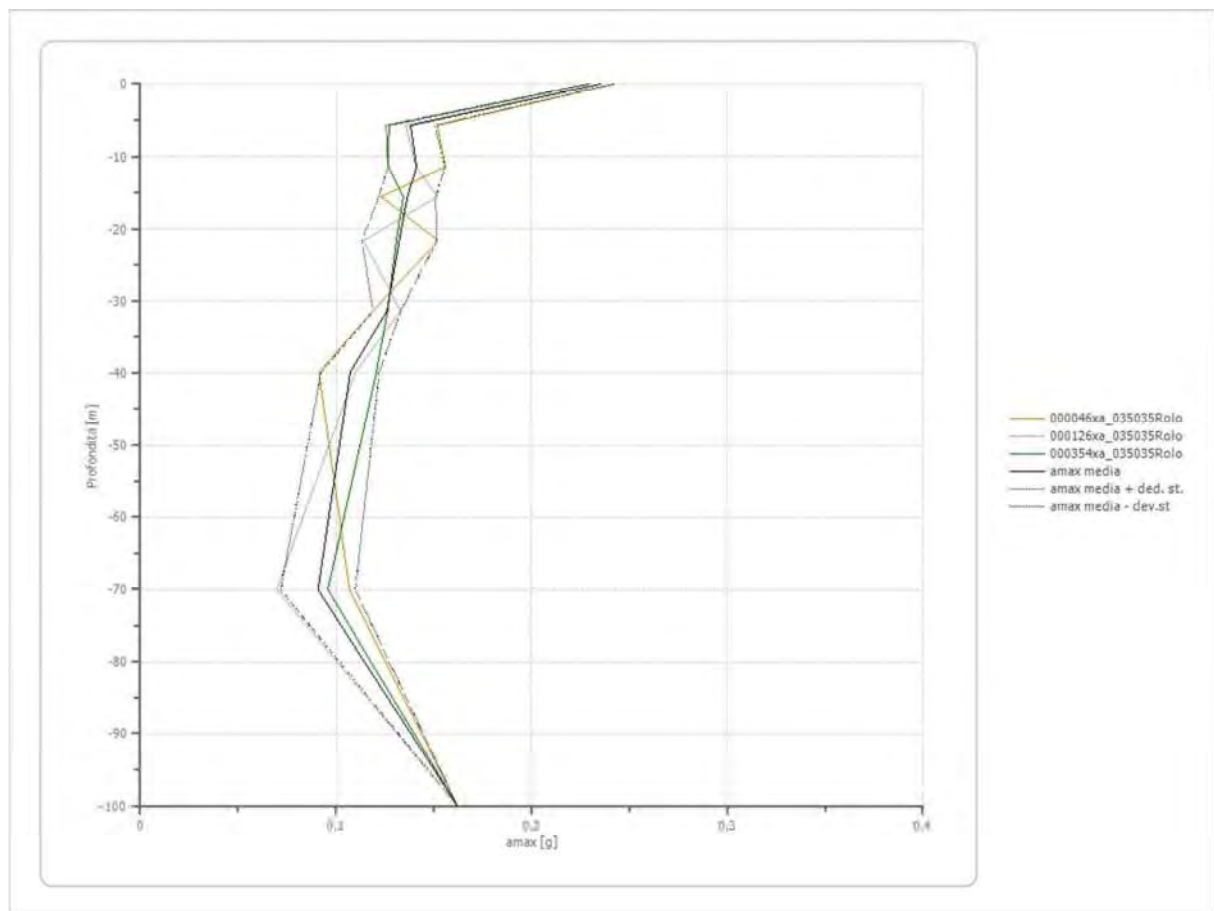
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [g]	0.045	0.056	0.162	0.218
Fo	2.547	2.533	2.549	2.494
Tc* [s]	0.26	0.277	0.273	0.28
Ss	1.50	1.50	1.45	1.37
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.64	1.60	1.61	1.60
TB [s]	0.142	0.148	0.147	0.149
TC [s]	0.426	0.444	0.440	0.447
TD [s]	1.780	1.824	2.248	2.472
Se(0) [g]	0.067	0.084	0.235	0.300
Se(TB) [g]	0.172	0.213	0.600	0.747



### Perfil a max

	0.0 [m]	5.7 [m]	11.5 [m]	15.5 [m]	21.6 [m]	31.5 [m]	40.0 [m]	70.0 [m]	100.0 [m]
000046xa_035035Rolo [g]	0.242	0.152	0.156	0.123	0.152	0.119	0.091	0.107	0.162
000126xa_035035Rolo [g]	0.235	0.136	0.141	0.152	0.114	0.133	0.110	0.070	0.162
000354xa_035035Rolo [g]	0.229	0.127	0.127	0.134	0.131	0.126	0.121	0.096	0.162
media [g]	0.235	0.138	0.141	0.136	0.132	0.126	0.107	0.091	0.162
Dev. St. [g]	0.006	0.013	0.015	0.014	0.019	0.007	0.015	0.019	0.000



# **VERIFICA A LIQUEFAZIONE**



**PROGRAMMA DI CALCOLO: LIQUITER (GEOSTRU)**

Progetto: Realizzazione supermercato  
Ditta: Benassi S.r.l.  
Comune: Via Leonardo da Vinci – Rolo (RE)

### Normative di riferimento

- Normativa sismica del GRUPPO NAZIONALE di Difesa dei Terremoti.
- Raccomandazioni del National Center for Earthquake Reserch (NCEER)
- Eurocodice 8, Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture
- Norme Tecniche D.M. del 17 Gennaio 2018

### Metodo di calcolo: Robertson e Wride (1997)

Il 'metodo di Robertson e Wride' è basato sui risultati di prove CPT (*Cone Penetration Test*) ed utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo  $I_C$  che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$I_c = \left[ (3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5} \quad (5.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (5.0c)$$

dove:

$q_c$  è la resistenza alla punta misurata

$Pa$  è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di  $\sigma'_{vo}$

$f_s$  è l'attrito del manicotto

$n$  è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume  $n = 1$ , come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di  $I_C$  con la (5.0a).

Se  $I_C > 2,6$  il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma. Il terreno non si considera a rischio di liquefazione.

Se  $I_C \leq 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi assunta è errata, il suolo è di natura granulare,  $Q$  verrà ricalcolato utilizzando la (5.0a) usando come esponente  $n = 0,5$ .

Se è ancora  $I_C \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece  $I_C > 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso.  $Q$  deve essere nuovamente ricalcolato dalla (2.8b) ponendo  $n = 0,75$ .

Calcolato  $I_C$ , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata  $q_c$  mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.1)$$

Dove l'esponente di sforzo **n** è lo stesso utilizzato nel calcolo di  $I_C$ .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene determinata dalla seguente procedura:

#### **Robertson e Wride classico**

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N} \quad (5.2a)$$

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88 \quad (5.2b)$$

#### **Robertson e Wride modificato**

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (5.3a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N} \quad (5.3b)$$

dove  $K_c$  dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$$\begin{aligned} K_c &= 0 && \text{per } FC \leq 5 \\ K_c &= 0,0267(FC - 5) && \text{per } 5 < FC \leq 35 \\ K_c &= 0,8 && \text{per } FC > 35 \end{aligned}$$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$FC (\%) = 1,75 (I_c)^{3,25} - 3,7 \quad (5.4)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR<sub>7,5</sub>**) si calcola con le espressioni seguenti:

se  $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \quad (5.5)$$

se  $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$CRR = 93 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08 \quad (5.6)$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR<sub>7,5</sub>**) si determina dalla seguente espressione:



$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d \quad (5.7)$$

Per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*) come raccomandato dal **NCEER** (vedi Tabella 1)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (5.8)$$

**Tabella 1-** *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **r<sub>d</sub>** vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del **NCEER** (*National Center for Earthquake Engineering Research*):

per  $z < 9,15$  m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z \quad (5.9)$$

per  $9,15 \leq z < 23$  m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z \quad (5.10)$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (5.11)$$

mentre **l'indice e il rischio di liquefazione** vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii** (1978; 1984).

## DATI GENERALI

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 1.7-2.3 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.165

Fattore amplificazione 2.55

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.45

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Peak ground acceleration (PGA) 0.239

# PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT1

## PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	5.5	18.59	19.37	1279.96	67.27
2	Argilla inorganica compatta	5.5	9	18.53	19.31	1274.87	67.96
3	Argille sabbiose e limose	9	14.5	19.79	20.57	2686.04	118.37
4	Sabbie addensate o cementate	14.5	18	18.63	21.57	9945.03	144.55

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	22.464	20.503	42.009	5.350	2.684	1.7	84.516	0.991	0.136	0.101	1.347	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
1.40	26.338	22.415	55.927	5.366	2.601	1.7	72.586	0.989	0.116	0.108	1.068	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.60	30.212	24.328	51.371	5.383	2.627	1.7	76.083	0.988	0.121	0.114	1.059	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.80	34.086	26.241	47.479	5.399	2.651	1.7	79.516	0.986	0.127	0.119	1.063	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.00	37.960	28.153	44.116	5.416	2.674	1.7	82.888	0.985	0.133	0.124	1.075	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.20	41.834	30.066	41.180	5.433	2.695	1.7	86.204	0.983	0.140	0.127	1.096	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.40	45.708	31.979	38.596	5.450	2.716	1.7	89.467	0.982	0.147	0.131	1.122	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.60	49.582	33.891	36.304	5.467	2.735	1.7	92.682	0.980	0.154	0.134	1.154	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.80	53.456	35.804	34.256	5.485	2.754	1.7	95.851	0.979	0.162	0.136	1.190	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.00	57.330	37.717	32.416	5.502	2.772	1.7	98.976	0.977	0.170	0.138	1.231	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.20	61.204	39.629	30.754	5.520	2.789	1.7	102.061	0.976	0.179	0.140	1.275	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.40	65.078	41.542	29.245	5.537	2.805	1.7	105.107	0.974	0.188	0.142	1.323	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.60	68.952	43.455	27.868	5.555	2.821	1.7	108.118	0.972	0.198	0.144	1.375	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.80	72.826	45.367	26.608	5.573	2.837	1.7	111.095	0.971	0.208	0.145	1.430	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.00	76.700	47.280	25.450	5.591	2.852	1.7	114.039	0.969	0.218	0.146	1.488	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.20	80.574	49.193	24.381	5.609	2.866	1.7	116.953	0.968	0.229	0.148	1.550	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.40	84.448	51.105	23.393	5.627	2.880	1.7	119.838	0.966	0.240	0.149	1.614	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.60	88.322	53.018	22.476	5.645	2.894	1.7	122.695	0.965	0.252	0.150	1.682	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.80	92.196	54.931	21.623	5.664	2.907	1.7	125.527	0.963	0.264	0.151	1.753	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.00	96.070	56.843	20.827	5.682	2.920	1.7	128.334	0.962	0.277	0.151	1.827	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.20	99.944	58.756	20.083	5.701	2.933	1.7	131.118	0.960	0.290	0.152	1.904	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.40	103.818	60.669	19.386	5.720	2.945	1.648295	129.807	0.959	0.283	0.153	1.855	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.60	107.686	62.575	18.652	5.823	2.963	1.598072	129.125	0.957	0.280	0.153	1.827	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.80	111.548	64.476	18.043	5.842	2.974	1.550963	127.793	0.956	0.274	0.154	1.780	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.00	115.410	66.377	17.468	5.861	2.986	1.506552	126.521	0.954	0.268	0.154	1.737	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.20	119.272	68.277	16.925	5.881	2.997	1.464613	125.304	0.953	0.263	0.155	1.697	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.40	123.134	70.178	16.412	5.901	3.008	1.424946	124.138	0.951	0.258	0.155	1.660	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.60	126.996	72.079	15.925	5.921	3.019	1.387371	123.020	0.950	0.253	0.156	1.625	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.80	130.858	73.979	15.464	5.940	3.029	1.351727	121.946	0.948	0.249	0.156	1.592	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.00	134.720	75.880	15.026	5.961	3.040	1.317869	120.915	0.946	0.244	0.156	1.562	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

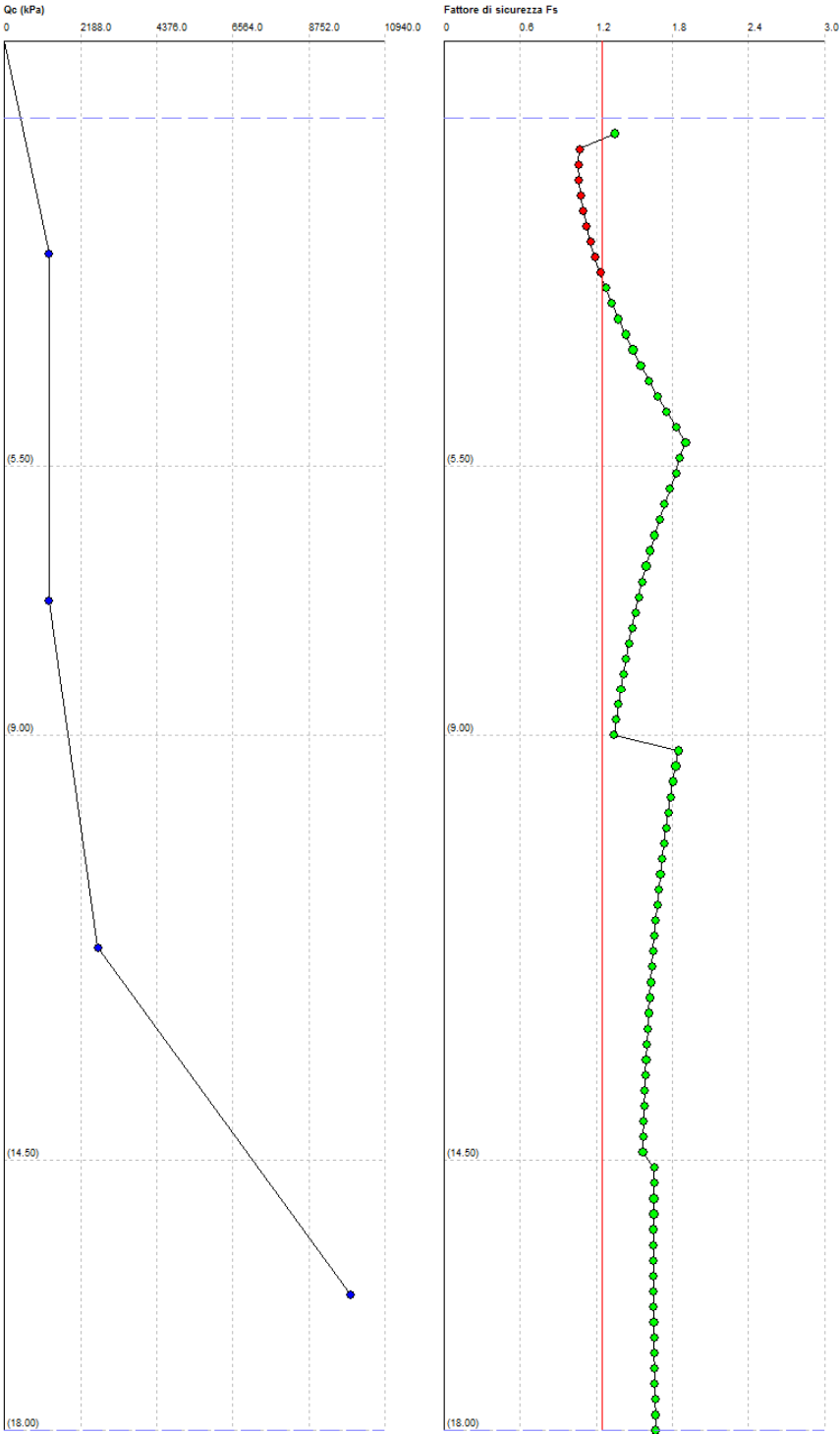
7.20	138.582	77.781	14.609	5.981	3.050	1.285665	119.923	0.945	0.240	0.157	1.533	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.40	142.444	79.681	14.212	6.001	3.060	1.254997	118.969	0.943	0.237	0.157	1.507	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.60	146.306	81.582	13.833	6.022	3.070	1.225759	118.049	0.942	0.233	0.157	1.481	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.80	150.168	83.483	13.472	6.042	3.079	1.197852	117.162	0.940	0.230	0.158	1.458	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.00	154.030	85.383	13.127	6.063	3.089	1.171187	116.307	0.939	0.226	0.158	1.435	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.20	157.892	87.284	12.797	6.084	3.098	1.145684	115.481	0.937	0.223	0.158	1.414	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.40	161.754	89.185	12.481	6.105	3.108	1.121267	114.683	0.936	0.220	0.158	1.394	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.60	165.616	91.085	12.178	6.127	3.117	1.09787	113.911	0.934	0.217	0.158	1.375	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.80	169.478	92.986	11.888	6.148	3.126	1.075429	113.165	0.933	0.215	0.158	1.357	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.00	173.340	94.887	11.609	6.170	3.135	1.053887	112.443	0.931	0.212	0.158	1.340	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.20	177.454	97.039	25.851	4.719	2.796	1.030509	131.586	0.928	0.292	0.158	1.846	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.40	181.568	99.192	25.249	4.726	2.804	1.008144	130.579	0.923	0.287	0.157	1.825	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.60	185.682	101.345	24.672	4.734	2.812	0.9867303	129.605	0.918	0.282	0.157	1.804	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.80	189.796	103.498	24.119	4.742	2.820	0.9662071	128.663	0.912	0.278	0.156	1.785	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.00	193.910	105.650	23.589	4.750	2.828	0.9465201	127.750	0.907	0.274	0.155	1.767	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.20	198.024	107.803	23.079	4.758	2.835	0.9276196	126.866	0.902	0.270	0.154	1.750	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.40	202.138	109.956	22.590	4.765	2.843	0.909459	126.009	0.896	0.266	0.153	1.734	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.60	206.252	112.108	22.120	4.773	2.850	0.8919958	125.177	0.891	0.262	0.153	1.719	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.80	210.366	114.261	21.667	4.781	2.857	0.8751906	124.369	0.886	0.259	0.152	1.705	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.00	214.480	116.414	21.231	4.789	2.864	0.8590069	123.585	0.880	0.256	0.151	1.692	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.20	218.594	118.566	20.811	4.797	2.871	0.8434109	122.822	0.875	0.252	0.150	1.680	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.40	222.708	120.719	20.406	4.805	2.878	0.8283712	122.080	0.870	0.249	0.149	1.668	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.60	226.822	122.872	20.015	4.813	2.885	0.8138583	121.358	0.864	0.246	0.149	1.657	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.80	230.936	125.024	19.637	4.821	2.892	0.7998452	120.656	0.859	0.243	0.148	1.647	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.00	235.050	127.177	19.272	4.829	2.898	0.7863067	119.971	0.854	0.241	0.147	1.638	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.20	239.164	129.330	18.920	4.838	2.905	0.7732188	119.305	0.848	0.238	0.146	1.629	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.40	243.278	131.482	18.579	4.846	2.911	0.7605594	118.655	0.843	0.235	0.145	1.621	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.60	247.392	133.635	18.249	4.854	2.918	0.7483078	118.021	0.838	0.233	0.144	1.613	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.80	251.506	135.788	17.929	4.862	2.924	0.7364447	117.402	0.832	0.230	0.144	1.606	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.00	255.620	137.940	17.619	4.870	2.930	0.7249519	116.798	0.827	0.228	0.143	1.599	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.20	259.734	140.093	17.319	4.879	2.936	0.7138123	116.209	0.822	0.226	0.142	1.593	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.40	263.848	142.246	17.028	4.887	2.942	0.7030097	115.633	0.816	0.224	0.141	1.587	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.60	267.962	144.398	16.746	4.895	2.948	0.6925294	115.070	0.811	0.222	0.140	1.582	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.80	272.076	146.551	16.472	4.904	2.954	0.6823569	114.520	0.806	0.220	0.139	1.578	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.00	276.190	148.704	16.206	4.912	2.960	0.6724789	113.982	0.800	0.218	0.138	1.573	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.20	280.304	150.856	15.947	4.920	2.966	0.6628829	113.457	0.795	0.216	0.138	1.569	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.40	284.418	153.009	15.696	4.929	2.972	0.6535568	112.942	0.790	0.214	0.137	1.566	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.60	288.632	155.262	79.813	1.497	2.099	0.8025424	115.936	0.784	0.225	0.136	1.657	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.80	292.946	157.614	79.215	1.498	2.101	0.7965302	115.437	0.779	0.223	0.135	1.655	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.00	297.260	159.967	78.631	1.498	2.104	0.7906512	114.949	0.774	0.221	0.134	1.653	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

15.20	301.574	162.320	78.059	1.499	2.106	0.7849004	114.472	0.768	0.220	0.133	1.652	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.40	305.888	164.672	77.499	1.500	2.109	0.7792733	114.007	0.763	0.218	0.132	1.651	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.60	310.202	167.025	76.951	1.500	2.111	0.7737654	113.552	0.757	0.216	0.131	1.650	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.80	314.516	169.378	76.415	1.501	2.114	0.7683729	113.108	0.752	0.215	0.130	1.650	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.00	318.830	171.730	75.890	1.502	2.116	0.7630914	112.673	0.747	0.213	0.129	1.650	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.20	323.144	174.083	75.375	1.502	2.118	0.7579175	112.248	0.741	0.212	0.128	1.651	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.40	327.458	176.436	74.871	1.503	2.121	0.7528473	111.832	0.736	0.210	0.127	1.651	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.60	331.772	178.788	74.377	1.504	2.123	0.7478776	111.424	0.731	0.209	0.126	1.652	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.80	336.086	181.141	73.892	1.504	2.125	0.743005	111.026	0.725	0.207	0.125	1.654	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.00	340.400	183.494	73.417	1.505	2.128	0.7382264	110.635	0.720	0.206	0.124	1.656	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.20	344.714	185.846	72.951	1.506	2.130	0.7335387	110.253	0.715	0.205	0.123	1.658	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.40	349.028	188.199	72.493	1.506	2.132	0.7289394	109.879	0.709	0.203	0.123	1.660	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.60	353.342	190.552	72.044	1.507	2.134	0.7244254	109.512	0.704	0.202	0.122	1.663	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.80	357.656	192.904	71.604	1.508	2.136	0.7199944	109.152	0.699	0.201	0.121	1.666	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
18.00	361.970	195.257	71.171	1.508	2.138	0.7156435	108.799	0.693	0.200	0.120	1.669	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

<FIELD1>  
<FIELD2>  
<FIELD3>  
<FIELD4>

1:78



# PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT2

## PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale Is (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	5	19.07	19.85	1694.59	81.1
2	Argilla inorganica compatta	5	10	18.76	19.54	1455.31	68.55
3	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi	10	14.5	19.91	20.7	2886.88	82.28
4	Sabbie addensate o cementate	14.5	20	18.63	21.57	10746.43	102.28

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	23.040	21.079	54.473	4.852	2.577	1.7	91.786	0.991	0.152	0.101	1.506	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
1.40	27.010	23.087	50.878	4.863	2.597	1.7	95.369	0.989	0.161	0.108	1.491	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
1.60	30.980	25.096	47.793	4.875	2.617	1.7	98.814	0.988	0.170	0.114	1.495	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
1.80	34.950	27.105	45.111	4.887	2.635	1.7	102.135	0.986	0.179	0.118	1.512	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.00	38.920	29.113	42.756	4.898	2.651	1.7	105.344	0.985	0.189	0.123	1.540	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.20	42.890	31.122	40.669	4.910	2.667	1.7	108.451	0.983	0.199	0.126	1.574	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.40	46.860	33.131	49.734	4.922	2.608	1.7	97.236	0.982	0.165	0.129	1.280	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.60	50.830	35.139	46.778	4.934	2.627	1.7	100.681	0.980	0.175	0.132	1.325	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.80	54.800	37.148	44.142	4.946	2.645	1.7	104.082	0.979	0.185	0.134	1.375	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.00	58.770	39.157	41.776	4.958	2.662	1.7	107.441	0.977	0.195	0.137	1.431	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.20	62.740	41.165	39.641	4.970	2.679	1.7	110.760	0.976	0.206	0.138	1.491	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.40	66.710	43.174	37.705	4.982	2.695	1.7	114.041	0.974	0.218	0.140	1.555	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.60	70.680	45.183	35.941	4.994	2.710	1.7	117.285	0.972	0.230	0.142	1.624	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.80	74.650	47.191	34.327	5.006	2.725	1.7	120.494	0.971	0.243	0.143	1.697	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.00	78.620	49.200	32.845	5.019	2.740	1.7	123.670	0.969	0.256	0.144	1.774	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.20	82.590	51.209	31.479	5.031	2.753	1.7	126.815	0.968	0.270	0.145	1.855	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.40	86.560	53.217	30.216	5.043	2.767	1.7	129.930	0.966	0.284	0.146	1.940	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.60	90.530	55.226	29.045	5.056	2.780	1.7	133.015	0.965	0.299	0.147	2.029	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.80	94.500	57.235	27.957	5.068	2.793	1.7	136.073	0.963	0.314	0.148	2.122	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.00	98.470	59.243	26.942	5.081	2.805	1.687952	138.119	0.962	0.325	0.149	2.184	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.20	102.378	61.190	22.110	5.067	2.867	1.634252	128.099	0.960	0.275	0.150	1.842	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.40	106.286	63.137	21.367	5.081	2.879	1.583864	126.732	0.959	0.269	0.150	1.792	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.60	110.194	65.083	20.668	5.096	2.891	1.53649	125.429	0.957	0.264	0.151	1.746	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.80	114.102	67.030	20.009	5.111	2.902	1.491867	124.184	0.956	0.258	0.151	1.704	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.00	118.010	68.977	19.388	5.126	2.913	1.449764	122.994	0.954	0.253	0.152	1.665	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.20	121.918	70.923	18.800	5.141	2.924	1.409972	121.855	0.953	0.248	0.152	1.628	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.40	125.826	72.870	18.245	5.156	2.935	1.372305	120.763	0.951	0.244	0.153	1.594	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.60	129.734	74.817	17.718	5.171	2.945	1.336599	119.715	0.950	0.240	0.153	1.563	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.80	133.642	76.763	17.217	5.187	2.955	1.302703	118.708	0.948	0.236	0.154	1.533	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.00	137.550	78.710	16.742	5.202	2.965	1.270485	117.740	0.946	0.232	0.154	1.505	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

7.20	141.458	80.657	16.289	5.217	2.975	1.239822	116.808	0.945	0.228	0.154	1.479	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.40	145.366	82.603	15.858	5.233	2.985	1.210603	115.910	0.943	0.225	0.155	1.454	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.60	149.274	84.550	15.447	5.249	2.995	1.182731	115.045	0.942	0.222	0.155	1.431	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.80	153.182	86.497	15.054	5.264	3.004	1.156112	114.209	0.940	0.219	0.155	1.409	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.00	157.090	88.443	14.679	5.280	3.013	1.130666	113.403	0.939	0.216	0.155	1.389	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.20	160.998	90.390	14.319	5.296	3.022	1.106316	112.623	0.937	0.213	0.155	1.369	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.40	164.906	92.337	13.975	5.312	3.031	1.082992	111.869	0.936	0.210	0.156	1.351	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.60	168.814	94.283	13.645	5.328	3.040	1.060631	111.140	0.934	0.208	0.156	1.333	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.80	172.722	96.230	13.328	5.345	3.049	1.039176	110.434	0.933	0.205	0.156	1.317	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.00	176.630	98.177	13.024	5.361	3.057	1.018571	109.750	0.931	0.203	0.156	1.301	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.20	180.538	100.124	12.732	5.377	3.066	0.9987668	109.087	0.928	0.201	0.156	1.288	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.40	184.446	102.070	12.451	5.394	3.074	0.9797184	108.444	0.923	0.199	0.155	1.279	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.60	188.354	104.017	12.180	5.411	3.082	0.9613829	107.820	0.918	0.197	0.155	1.270	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.80	192.262	105.964	11.920	5.427	3.090	0.9437213	107.214	0.912	0.195	0.154	1.263	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.00	196.170	107.910	11.668	5.444	3.098	0.9266968	106.626	0.907	0.193	0.154	1.255	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.20	200.310	110.089	24.404	3.063	2.692	0.9083573	103.304	0.902	0.183	0.153	1.195	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.40	204.450	112.268	23.893	3.067	2.700	0.8907297	102.699	0.896	0.181	0.152	1.189	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.60	208.590	114.446	23.402	3.072	2.707	0.8737732	102.113	0.891	0.179	0.151	1.184	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.80	212.730	116.625	22.930	3.077	2.714	0.8574502	101.544	0.886	0.177	0.150	1.179	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.00	216.870	118.804	22.474	3.082	2.722	0.8417259	100.992	0.880	0.176	0.150	1.175	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.20	221.010	120.982	22.035	3.086	2.729	0.8265679	100.456	0.875	0.174	0.149	1.171	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.40	225.150	123.161	21.612	3.091	2.736	0.8119463	99.935	0.870	0.173	0.148	1.167	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.60	229.290	125.340	21.203	3.096	2.743	0.7978329	99.429	0.864	0.171	0.147	1.164	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.80	233.430	127.518	20.808	3.101	2.749	0.7842017	98.937	0.859	0.170	0.146	1.162	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.00	237.570	129.697	20.427	3.106	2.756	0.7710288	98.457	0.854	0.169	0.146	1.159	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.20	241.710	131.876	20.058	3.111	2.763	0.7582908	97.991	0.848	0.168	0.145	1.157	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.40	245.850	134.054	19.701	3.115	2.769	0.7459669	97.536	0.843	0.166	0.144	1.155	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.60	249.990	136.233	19.356	3.120	2.776	0.7340372	97.093	0.838	0.165	0.143	1.154	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.80	254.130	138.412	19.021	3.125	2.782	0.7224831	96.661	0.832	0.164	0.142	1.153	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.00	258.270	140.590	18.697	3.130	2.788	0.7112871	96.239	0.827	0.163	0.141	1.152	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.20	262.410	142.769	18.383	3.135	2.795	0.7004328	95.828	0.822	0.162	0.141	1.151	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.40	266.550	144.948	18.078	3.140	2.801	0.6899046	95.426	0.816	0.161	0.140	1.151	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.60	270.690	147.126	17.782	3.145	2.807	0.6796885	95.034	0.811	0.160	0.139	1.150	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.80	274.830	149.305	17.495	3.150	2.813	0.6697704	94.651	0.806	0.159	0.138	1.151	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.00	278.970	151.484	17.216	3.155	2.819	0.6601375	94.276	0.800	0.158	0.137	1.151	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.20	283.110	153.662	16.945	3.160	2.825	0.650778	93.910	0.795	0.157	0.136	1.151	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.40	287.250	155.841	16.681	3.165	2.831	0.6416801	93.552	0.790	0.156	0.136	1.152	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.60	291.477	158.107	85.465	0.978	1.957	0.7952891	106.671	0.784	0.193	0.135	1.433	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.80	295.791	160.459	84.836	0.979	1.960	0.7894373	106.140	0.779	0.191	0.134	1.430	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.00	300.105	162.812	84.221	0.979	1.963	0.7837128	105.621	0.774	0.190	0.133	1.428	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

15.20	304.419	165.165	83.619	0.980	1.965	0.778111	105.114	0.768	0.188	0.132	1.426	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.40	308.733	167.517	83.030	0.980	1.968	0.7726277	104.619	0.763	0.186	0.131	1.425	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.60	313.047	169.870	82.453	0.980	1.970	0.7672586	104.134	0.757	0.185	0.130	1.423	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.80	317.361	172.223	81.888	0.981	1.973	0.7619999	103.661	0.752	0.184	0.129	1.423	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.00	321.675	174.575	81.334	0.981	1.975	0.7568479	103.197	0.747	0.182	0.128	1.422	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.20	325.989	176.928	80.792	0.982	1.978	0.7517991	102.743	0.741	0.181	0.127	1.422	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.40	330.303	179.281	80.260	0.982	1.980	0.7468499	102.299	0.736	0.180	0.126	1.422	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.60	334.617	181.633	79.738	0.982	1.982	0.7419973	101.864	0.731	0.178	0.125	1.422	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.80	338.931	183.986	79.227	0.983	1.985	0.7372379	101.437	0.725	0.177	0.124	1.423	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.00	343.245	186.339	78.725	0.983	1.987	0.7325691	101.020	0.720	0.176	0.124	1.424	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.20	347.559	188.691	78.233	0.984	1.989	0.7279878	100.611	0.715	0.175	0.123	1.425	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.40	351.873	191.044	77.750	0.984	1.991	0.7234914	100.210	0.709	0.174	0.122	1.427	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.60	356.187	193.397	77.275	0.984	1.994	0.7190773	99.817	0.704	0.172	0.121	1.429	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.80	360.501	195.749	76.809	0.985	1.996	0.714743	99.431	0.699	0.171	0.120	1.431	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
18.00	364.815	198.102	76.352	0.985	1.998	0.7104861	99.053	0.693	0.170	0.119	1.433	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
18.20	369.129	200.455	75.903	0.986	2.000	0.7063045	98.682	0.688	0.169	0.118	1.436	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
18.40	373.443	202.807	75.461	0.986	2.002	0.7021958	98.318	0.683	0.168	0.117	1.438	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
18.60	377.757	205.160	75.027	0.986	2.004	0.698158	97.961	0.677	0.167	0.116	1.442	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
18.80	382.071	207.513	74.601	0.987	2.006	0.694189	97.611	0.672	0.166	0.115	1.445	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
19.00	386.385	209.865	74.181	0.987	2.008	0.690287	97.267	0.667	0.166	0.114	1.449	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
19.20	390.699	212.218	73.769	0.988	2.010	0.6864499	96.929	0.661	0.165	0.113	1.453	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
19.40	395.013	214.571	73.363	0.988	2.013	0.6826763	96.597	0.656	0.164	0.112	1.457	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
19.60	399.327	216.923	72.964	0.988	2.015	0.6789641	96.270	0.651	0.163	0.112	1.461	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
19.80	403.641	219.276	72.572	0.989	2.016	0.675312	95.950	0.645	0.162	0.111	1.466	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
20.00	407.955	221.629	72.186	0.989	2.018	0.6717181	95.635	0.640	0.161	0.110	1.471	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso



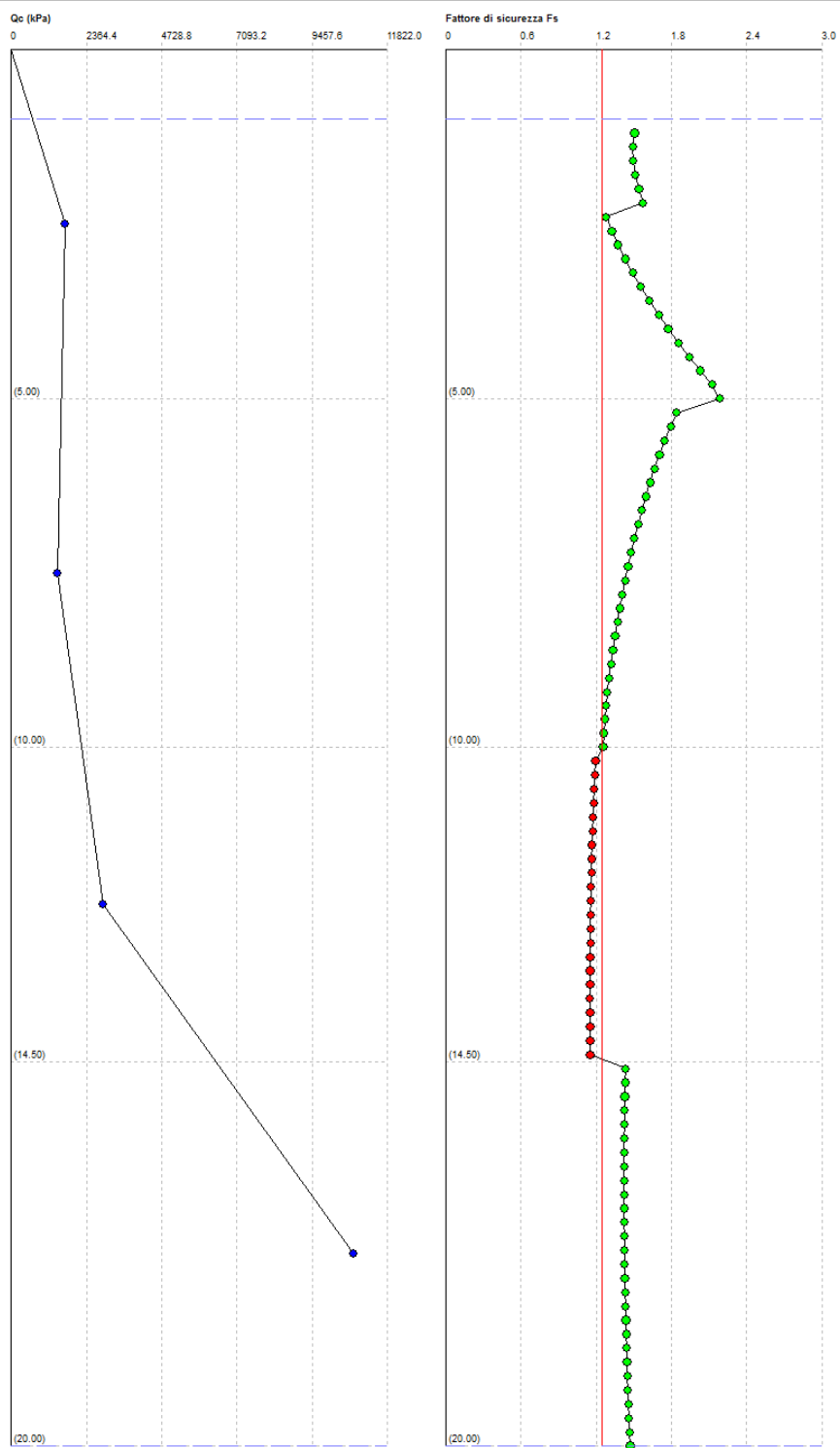
<FIELD1>

<FIELD2>

<FIELD3>

<FIELD4>

1.83



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT3

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale Is (KPa)
1	Argilla inorganica molto compatta	0	5	18.83	19.62	1478.84	94.44
2	Argilla inorganica compatta	5	9	18.95	19.73	1667.13	72.57
3	Argille sabbiose e limose	9	14	19.72	20.51	2680.75	126.02
4	Sabbie addensate o cementate	14	18	18.63	21.57	11241.07	90.52

Correzione per la magnitudo (MSF)1.67

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	22.754	20.793	70.029	6.486	2.602	1.7	83.890	0.991	0.135	0.101	1.336	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
1.40	26.678	22.755	63.816	6.503	2.628	1.7	88.048	0.989	0.143	0.108	1.329	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
1.60	30.602	24.718	58.590	6.521	2.653	1.7	92.110	0.988	0.153	0.114	1.341	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
1.80	34.526	26.681	54.133	6.539	2.676	1.7	96.086	0.986	0.163	0.119	1.367	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.00	38.450	28.643	50.287	6.557	2.697	1.7	99.982	0.985	0.173	0.123	1.405	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.20	42.374	30.606	46.934	6.574	2.718	1.7	103.803	0.983	0.184	0.127	1.452	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.40	46.298	32.569	43.985	6.592	2.738	1.7	107.555	0.982	0.196	0.130	1.506	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.60	50.222	34.531	41.372	6.611	2.756	1.7	111.243	0.980	0.208	0.133	1.567	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
2.80	54.146	36.494	39.039	6.629	2.774	1.7	114.871	0.979	0.221	0.135	1.634	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.00	58.070	38.457	36.945	6.647	2.791	1.7	118.442	0.977	0.235	0.137	1.707	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.20	61.994	40.419	35.054	6.666	2.808	1.7	121.961	0.976	0.249	0.139	1.785	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.40	65.918	42.382	33.338	6.684	2.824	1.7	125.430	0.974	0.264	0.141	1.868	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.60	69.842	44.345	31.774	6.703	2.839	1.7	128.853	0.972	0.279	0.143	1.956	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
3.80	73.766	46.307	30.342	6.721	2.854	1.7	132.232	0.971	0.295	0.144	2.049	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.00	77.690	48.270	29.027	6.740	2.868	1.7	135.568	0.969	0.312	0.145	2.146	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.20	81.614	50.233	27.815	6.759	2.882	1.7	138.866	0.968	0.329	0.146	2.247	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.40	85.538	52.195	26.694	6.778	2.895	1.7	142.126	0.966	0.347	0.147	2.353	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.60	89.462	54.158	25.654	6.797	2.908	1.7	145.351	0.965	0.366	0.148	2.463	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.80	93.386	56.121	24.687	6.817	2.921	1.7	148.542	0.963	0.385	0.149	2.578	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.00	97.310	58.083	23.785	6.836	2.934	1.7	151.702	0.962	0.405	0.150	2.697	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.20	101.256	60.068	26.068	4.634	2.788	1.664778	130.081	0.960	0.285	0.151	1.889	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.40	105.202	62.053	25.171	4.646	2.800	1.611532	128.630	0.959	0.278	0.151	1.836	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.60	109.148	64.037	24.329	4.658	2.812	1.561587	127.250	0.957	0.272	0.152	1.788	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.80	113.094	66.022	23.538	4.670	2.823	1.514645	125.935	0.956	0.266	0.152	1.743	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.00	117.040	68.007	22.793	4.682	2.835	1.470442	124.679	0.954	0.260	0.153	1.702	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.20	120.986	69.991	22.090	4.694	2.845	1.428746	123.480	0.953	0.255	0.153	1.664	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.40	124.932	71.976	21.427	4.706	2.856	1.38935	122.332	0.951	0.250	0.154	1.628	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.60	128.878	73.961	20.798	4.718	2.867	1.352068	121.231	0.950	0.246	0.154	1.595	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.80	132.824	75.945	20.203	4.730	2.877	1.316735	120.176	0.948	0.241	0.154	1.564	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.00	136.770	77.930	19.638	4.742	2.887	1.283201	119.162	0.946	0.237	0.155	1.535	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

7.20	140.716	79.915	19.101	4.754	2.897	1.251333	118.187	0.945	0.234	0.155	1.507	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.40	144.662	81.899	18.589	4.767	2.906	1.221009	117.249	0.943	0.230	0.155	1.482	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.60	148.608	83.884	18.103	4.779	2.916	1.192121	116.345	0.942	0.226	0.155	1.458	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.80	152.554	85.869	17.638	4.791	2.925	1.164568	115.473	0.940	0.223	0.156	1.435	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.00	156.500	87.853	17.195	4.804	2.934	1.138259	114.632	0.939	0.220	0.156	1.413	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.20	160.446	89.838	16.771	4.817	2.943	1.113113	113.820	0.937	0.217	0.156	1.393	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.40	164.392	91.823	16.366	4.829	2.952	1.089054	113.035	0.936	0.214	0.156	1.374	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.60	168.338	93.807	15.977	4.842	2.961	1.066013	112.275	0.934	0.212	0.156	1.356	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.80	172.284	95.792	15.605	4.855	2.969	1.043927	111.541	0.933	0.209	0.156	1.338	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.00	176.230	97.777	15.248	4.868	2.978	1.022737	110.829	0.931	0.207	0.156	1.322	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.20	180.332	99.917	25.025	5.040	2.826	1.000826	134.451	0.928	0.306	0.156	1.962	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.40	184.434	102.058	24.460	5.048	2.834	0.9798335	133.442	0.923	0.301	0.155	1.938	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.60	188.536	104.199	23.918	5.057	2.842	0.9597037	132.465	0.918	0.296	0.155	1.916	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.80	192.638	106.340	23.398	5.065	2.849	0.9403844	131.518	0.912	0.292	0.154	1.895	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.00	196.740	108.480	22.898	5.073	2.857	0.9218276	130.601	0.907	0.287	0.153	1.875	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.20	200.842	110.621	22.418	5.082	2.864	0.9039888	129.711	0.902	0.283	0.152	1.856	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.40	204.944	112.762	21.956	5.090	2.871	0.8868275	128.847	0.896	0.279	0.152	1.839	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.60	209.046	114.902	21.511	5.099	2.878	0.8703055	128.008	0.891	0.275	0.151	1.822	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.80	213.148	117.043	21.083	5.107	2.885	0.854388	127.192	0.886	0.271	0.150	1.807	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.00	217.250	119.184	20.670	5.115	2.892	0.8390422	126.399	0.880	0.268	0.149	1.792	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.20	221.352	121.324	20.271	5.124	2.899	0.824238	125.628	0.875	0.264	0.149	1.779	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.40	225.454	123.465	19.887	5.133	2.905	0.8099471	124.877	0.870	0.261	0.148	1.766	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.60	229.556	125.606	19.515	5.141	2.912	0.7961434	124.146	0.864	0.258	0.147	1.754	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.80	233.658	127.746	19.156	5.150	2.919	0.7828022	123.433	0.859	0.255	0.146	1.742	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.00	237.760	129.887	18.809	5.158	2.925	0.7699009	122.739	0.854	0.252	0.145	1.732	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.20	241.862	132.028	18.473	5.167	2.931	0.7574178	122.062	0.848	0.249	0.145	1.722	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.40	245.964	134.168	18.147	5.176	2.938	0.7453331	121.401	0.843	0.246	0.144	1.712	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.60	250.066	136.309	17.832	5.185	2.944	0.7336279	120.757	0.838	0.244	0.143	1.704	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.80	254.168	138.450	17.527	5.193	2.950	0.7222848	120.127	0.832	0.241	0.142	1.696	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.00	258.270	140.590	17.231	5.202	2.956	0.7112871	119.513	0.827	0.239	0.141	1.688	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.20	262.372	142.731	16.944	5.211	2.962	0.7006192	118.912	0.822	0.236	0.141	1.681	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.40	266.474	144.872	16.665	5.220	2.968	0.6902667	118.325	0.816	0.234	0.140	1.674	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.60	270.576	147.012	16.394	5.229	2.974	0.6802155	117.752	0.811	0.232	0.139	1.668	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.80	274.678	149.153	16.132	5.238	2.980	0.670453	117.191	0.806	0.230	0.138	1.663	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.00	278.780	151.294	15.876	5.247	2.985	0.6609667	116.642	0.800	0.228	0.137	1.658	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.20	283.094	153.646	90.687	0.826	1.892	0.8067502	107.153	0.795	0.194	0.136	1.426	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.40	287.408	155.999	90.001	0.826	1.895	0.8006436	106.569	0.790	0.193	0.135	1.422	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.60	291.722	158.352	89.330	0.827	1.898	0.7946736	105.999	0.784	0.191	0.135	1.418	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.80	296.036	160.704	88.674	0.827	1.900	0.7888353	105.443	0.779	0.189	0.134	1.415	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.00	300.350	163.057	88.031	0.827	1.903	0.7831238	104.898	0.774	0.187	0.133	1.412	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

15.20	304.664	165.410	87.403	0.828	1.906	0.7775345	104.366	0.768	0.186	0.132	1.410	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.40	308.978	167.762	86.788	0.828	1.908	0.7720633	103.846	0.763	0.184	0.131	1.408	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.60	313.292	170.115	86.186	0.828	1.911	0.7667059	103.337	0.757	0.183	0.130	1.406	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
15.80	317.606	172.468	85.596	0.829	1.913	0.7614586	102.838	0.752	0.181	0.129	1.405	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.00	321.920	174.820	85.018	0.829	1.916	0.7563175	102.350	0.747	0.180	0.128	1.403	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.20	326.234	177.173	84.452	0.829	1.918	0.7512791	101.873	0.741	0.178	0.127	1.403	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.40	330.548	179.526	83.897	0.830	1.920	0.7463402	101.405	0.736	0.177	0.126	1.402	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.60	334.862	181.878	83.352	0.830	1.923	0.7414973	100.947	0.731	0.176	0.125	1.402	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
16.80	339.176	184.231	82.818	0.830	1.925	0.7367476	100.498	0.725	0.174	0.124	1.402	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.00	343.490	186.584	82.295	0.831	1.927	0.732088	100.058	0.720	0.173	0.123	1.403	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.20	347.804	188.936	81.781	0.831	1.930	0.7275156	99.627	0.715	0.172	0.123	1.404	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.40	352.118	191.289	81.276	0.831	1.932	0.7230279	99.204	0.709	0.171	0.122	1.405	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.60	356.432	193.642	80.781	0.832	1.934	0.7186223	98.789	0.704	0.170	0.121	1.406	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
17.80	360.746	195.994	80.295	0.832	1.937	0.7142962	98.382	0.699	0.169	0.120	1.408	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
18.00	365.060	198.347	79.817	0.832	1.939	0.7100472	97.983	0.693	0.167	0.119	1.409	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

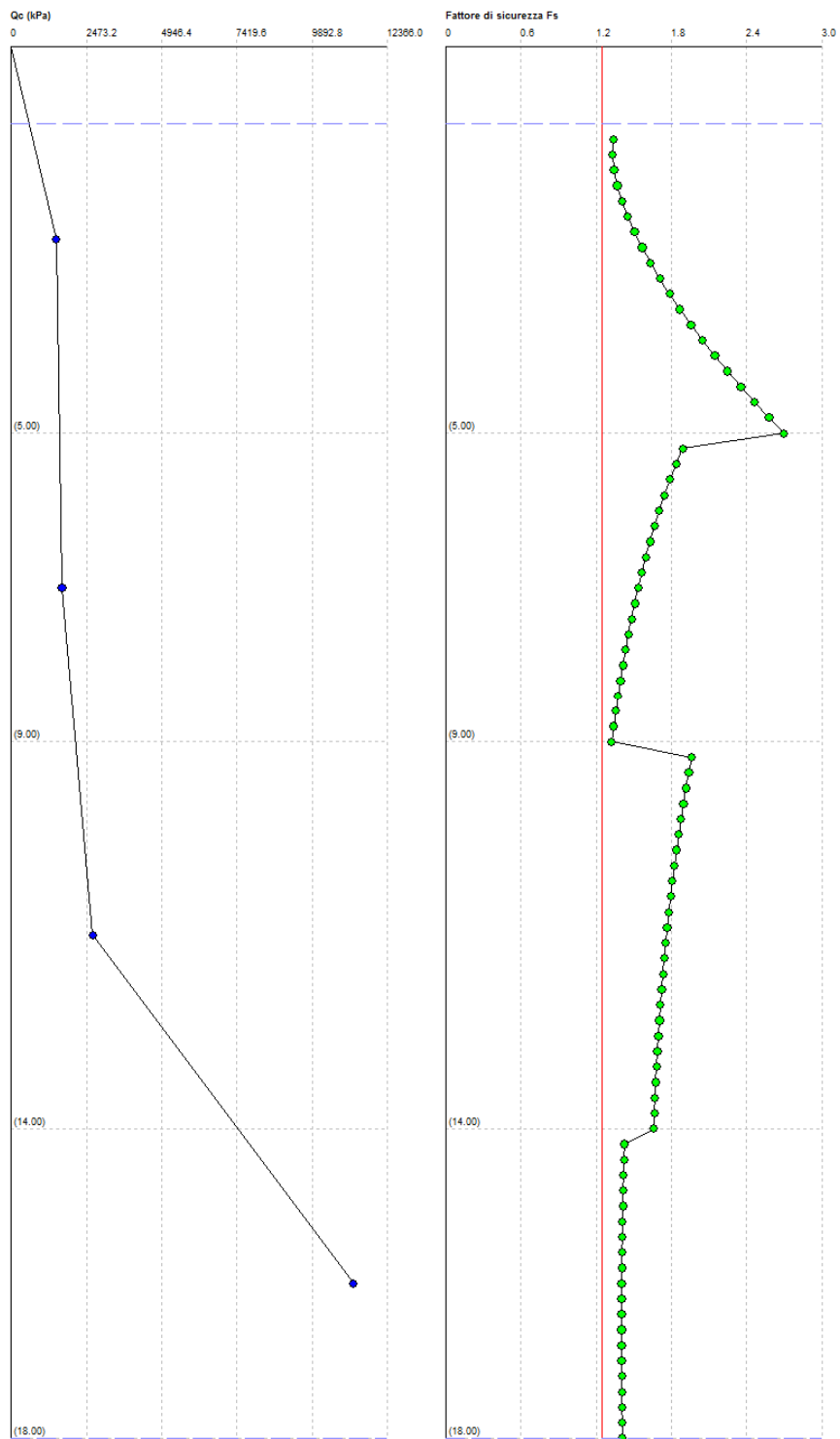
<FIELD1>

<FIELD2>

<FIELD3>

<FIELD4>

1:75



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT4

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	Argilla inorganica compatta	0	5	18.58	19.36	1272.32	51.29
2	Argilla inorganica compatta	5	9	18.48	19.26	1239.07	61.49
3	Argille sabbiose e limose	9	14.5	19.76	20.55	2653.39	109.74
4	Sabbie	14.5	19	18.63	21.57	8069.21	68.84

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	22.452	20.491	41.776	4.104	2.604	1.7	72.455	0.991	0.115	0.101	1.141	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.40	26.324	22.401	39.074	4.116	2.625	1.7	75.398	0.989	0.120	0.108	1.107	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.60	30.196	24.312	36.748	4.129	2.645	1.7	78.231	0.988	0.125	0.114	1.090	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
1.80	34.068	26.223	34.721	4.142	2.664	1.7	80.964	0.986	0.129	0.119	1.084	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.00	37.940	28.133	32.937	4.155	2.682	1.7	83.608	0.985	0.134	0.124	1.087	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.20	41.812	30.044	40.957	4.168	2.615	1.7	73.921	0.983	0.118	0.127	0.923	Terreno suscettibile di liquefazione	1.61	Basso
2.40	45.684	31.955	38.387	4.181	2.636	1.7	76.834	0.982	0.122	0.131	0.935	Terreno suscettibile di liquefazione	1.47	Basso
2.60	49.556	33.865	36.107	4.195	2.656	1.7	79.714	0.980	0.127	0.134	0.952	Terreno suscettibile di liquefazione	1.17	Basso
2.80	53.428	35.776	34.070	4.208	2.675	1.7	82.560	0.979	0.132	0.136	0.972	Terreno suscettibile di liquefazione	0.72	Basso
3.00	57.300	37.687	32.240	4.221	2.693	1.7	85.375	0.977	0.138	0.138	0.997	Terreno suscettibile di liquefazione	0.09	Basso
3.20	61.172	39.597	30.587	4.235	2.711	1.7	88.161	0.976	0.144	0.140	1.024	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.40	65.044	41.508	29.085	4.248	2.728	1.7	90.919	0.974	0.150	0.142	1.055	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.60	68.916	43.419	27.716	4.262	2.744	1.7	93.650	0.972	0.156	0.144	1.088	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.80	72.788	45.329	26.463	4.276	2.760	1.7	96.355	0.971	0.163	0.145	1.124	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.00	76.660	47.240	25.310	4.290	2.775	1.7	99.037	0.969	0.170	0.146	1.163	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.20	80.532	49.151	24.248	4.304	2.790	1.7	101.695	0.968	0.178	0.148	1.204	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.40	84.404	51.061	23.264	4.318	2.805	1.7	104.332	0.966	0.186	0.149	1.248	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.60	88.276	52.972	22.352	4.332	2.819	1.7	106.948	0.965	0.194	0.150	1.294	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
4.80	92.148	54.883	21.504	4.346	2.832	1.7	109.543	0.963	0.202	0.151	1.343	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.00	96.020	56.793	20.712	4.360	2.845	1.7	112.120	0.962	0.211	0.151	1.394	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.20	99.872	58.684	19.412	5.398	2.928	1.7	125.865	0.960	0.265	0.152	1.744	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.40	103.724	60.575	18.743	5.416	2.940	1.650853	124.814	0.959	0.261	0.153	1.706	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.60	107.576	62.465	18.114	5.434	2.952	1.600886	123.528	0.957	0.255	0.153	1.663	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
5.80	111.428	64.356	17.522	5.453	2.964	1.553855	122.300	0.956	0.250	0.154	1.623	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.00	115.280	66.247	16.964	5.472	2.976	1.509508	121.127	0.954	0.245	0.155	1.587	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.20	119.132	68.137	16.436	5.490	2.987	1.467622	120.004	0.953	0.241	0.155	1.552	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.40	122.984	70.028	15.938	5.509	2.998	1.427998	118.929	0.951	0.236	0.156	1.520	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.60	126.836	71.919	15.465	5.529	3.009	1.390458	117.897	0.950	0.232	0.156	1.490	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
6.80	130.688	73.809	15.017	5.548	3.020	1.35484	116.907	0.948	0.229	0.156	1.463	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.00	134.540	75.700	14.591	5.567	3.030	1.321002	115.956	0.946	0.225	0.157	1.437	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.20	138.392	77.591	14.186	5.587	3.040	1.288813	115.041	0.945	0.222	0.157	1.412	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.40	142.244	79.481	13.800	5.606	3.050	1.258155	114.161	0.943	0.218	0.157	1.389	Terreno non	0	Molto

												suscettibile di liquefazione		basso
7.60	146.096	81.372	13.432	5.626	3.060	1.228922	113.312	0.942	0.215	0.157	1.367	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
7.80	149.948	83.263	13.081	5.646	3.070	1.201017	112.495	0.940	0.212	0.158	1.347	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.00	153.800	85.153	12.745	5.666	3.080	1.174351	111.706	0.939	0.210	0.158	1.328	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.20	157.652	87.044	12.424	5.686	3.089	1.148843	110.944	0.937	0.207	0.158	1.310	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.40	161.504	88.935	12.116	5.706	3.099	1.124419	110.208	0.936	0.204	0.158	1.292	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.60	165.356	90.825	11.822	5.727	3.108	1.101013	109.497	0.934	0.202	0.158	1.276	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
8.80	169.208	92.716	11.539	5.747	3.117	1.078561	108.808	0.933	0.200	0.158	1.261	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.00	173.060	94.607	11.268	5.768	3.126	1.057006	108.143	0.931	0.198	0.159	1.246	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.20	177.170	96.755	25.593	4.432	2.781	1.033533	126.897	0.928	0.270	0.158	1.706	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.40	181.280	98.904	24.995	4.439	2.789	1.01108	125.947	0.923	0.266	0.158	1.687	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.60	185.390	101.053	24.423	4.447	2.797	0.9895816	125.029	0.918	0.262	0.157	1.670	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
9.80	189.500	103.202	23.875	4.454	2.805	0.9689784	124.140	0.912	0.258	0.156	1.653	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.00	193.610	105.350	23.349	4.461	2.813	0.9492155	123.280	0.907	0.254	0.155	1.638	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.20	197.720	107.499	22.844	4.469	2.820	0.9302428	122.446	0.902	0.251	0.154	1.624	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.40	201.830	109.648	22.359	4.476	2.828	0.9120136	121.638	0.896	0.247	0.154	1.610	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.60	205.940	111.796	21.892	4.484	2.835	0.8944851	120.854	0.891	0.244	0.153	1.598	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
10.80	210.050	113.945	21.443	4.491	2.843	0.8776177	120.092	0.886	0.241	0.152	1.586	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.00	214.160	116.094	21.011	4.499	2.850	0.8613746	119.353	0.880	0.238	0.151	1.575	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.20	218.270	118.242	20.594	4.507	2.857	0.845722	118.634	0.875	0.235	0.150	1.564	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.40	222.380	120.391	20.193	4.514	2.864	0.830628	117.935	0.870	0.233	0.150	1.555	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.60	226.490	122.540	19.805	4.522	2.870	0.8160633	117.255	0.864	0.230	0.149	1.546	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
11.80	230.600	124.688	19.431	4.529	2.877	0.8020006	116.593	0.859	0.227	0.148	1.537	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.00	234.710	126.837	19.069	4.537	2.884	0.7884145	115.948	0.854	0.225	0.147	1.530	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.20	238.820	128.986	18.720	4.545	2.891	0.7752809	115.320	0.848	0.223	0.146	1.522	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.40	242.930	131.134	18.382	4.553	2.897	0.7625777	114.707	0.843	0.220	0.145	1.516	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.60	247.040	133.283	18.054	4.560	2.903	0.750284	114.110	0.838	0.218	0.145	1.509	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
12.80	251.150	135.432	17.738	4.568	2.910	0.7383806	113.527	0.832	0.216	0.144	1.504	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.00	255.260	137.580	17.431	4.576	2.916	0.7268488	112.959	0.827	0.214	0.143	1.498	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.20	259.370	139.729	17.133	4.584	2.922	0.7156717	112.404	0.822	0.212	0.142	1.493	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.40	263.480	141.878	16.845	4.592	2.928	0.7048332	111.861	0.816	0.210	0.141	1.489	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.60	267.590	144.026	16.565	4.600	2.934	0.6943181	111.331	0.811	0.208	0.140	1.485	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
13.80	271.700	146.175	16.293	4.608	2.940	0.684112	110.813	0.806	0.207	0.139	1.481	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.00	275.810	148.324	16.030	4.616	2.946	0.6742018	110.307	0.800	0.205	0.139	1.478	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.20	279.920	150.472	15.773	4.624	2.952	0.6645746	109.812	0.795	0.203	0.138	1.475	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.40	284.030	152.621	15.524	4.632	2.958	0.6552183	109.327	0.790	0.202	0.137	1.473	Terreno non suscettibile di liquefazione	0	Molto basso
14.60	288.242	154.872	64.840	0.885	2.028	0.8035523	86.735	0.784	0.141	0.136	1.035	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.80	292.556	157.224	64.353	0.885	2.030	0.7975176	86.344	0.779	0.140	0.135	1.036	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.00	296.870	159.577	63.877	0.886	2.033	0.7916168	85.963	0.774	0.139	0.134	1.038	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.20	301.184	161.930	63.411	0.886	2.036	0.785845	85.591	0.768	0.138	0.133	1.040	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.40	305.498	164.282	62.956	0.887	2.039	0.7801978	85.228	0.763	0.138	0.132	1.042	Terreno	0.00	Molto

												suscettibile di liquefazione		basso
15.60	309.812	166.635	62.510	0.887	2.041	0.7746705	84.873	0.757	0.137	0.131	1.044	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.80	314.126	168.988	62.073	0.888	2.044	0.769259	84.526	0.752	0.136	0.130	1.046	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
16.00	318.440	171.340	61.645	0.888	2.046	0.7639594	84.187	0.747	0.135	0.129	1.048	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
16.20	322.754	173.693	61.227	0.889	2.049	0.7587679	83.856	0.741	0.135	0.128	1.051	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
16.40	327.068	176.046	60.816	0.889	2.052	0.7536807	83.532	0.736	0.134	0.127	1.054	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
16.60	331.382	178.398	60.414	0.890	2.054	0.7486947	83.215	0.731	0.134	0.126	1.057	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
16.80	335.696	180.751	60.019	0.890	2.057	0.7438061	82.905	0.725	0.133	0.125	1.060	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
17.00	340.010	183.104	59.632	0.891	2.059	0.7390122	82.602	0.720	0.132	0.125	1.063	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
17.20	344.324	185.456	59.253	0.891	2.061	0.7343097	82.305	0.715	0.132	0.124	1.067	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
17.40	348.638	187.809	58.881	0.892	2.064	0.7296959	82.014	0.709	0.131	0.123	1.071	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
17.60	352.952	190.162	58.515	0.892	2.066	0.7251679	81.729	0.704	0.131	0.122	1.075	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
17.80	357.266	192.514	58.157	0.893	2.069	0.7207233	81.450	0.699	0.130	0.121	1.079	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
18.00	361.580	194.867	57.805	0.893	2.071	0.7163593	81.177	0.693	0.130	0.120	1.083	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
18.20	365.894	197.220	57.459	0.894	2.073	0.7120737	80.909	0.688	0.129	0.119	1.087	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
18.40	370.208	199.572	57.119	0.894	2.075	0.7078641	80.646	0.683	0.129	0.118	1.092	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
18.60	374.522	201.925	56.785	0.895	2.078	0.7037283	80.389	0.677	0.128	0.117	1.097	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
18.80	378.836	204.278	56.457	0.895	2.080	0.6996642	80.136	0.672	0.128	0.116	1.102	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
19.00	383.150	206.630	56.135	0.896	2.082	0.6956695	79.888	0.667	0.127	0.115	1.107	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0.39 Zcrit=20 m Rischio=Basso



<FIELD1>  
<FIELD2>  
<FIELD3>  
<FIELD4>

1:79

