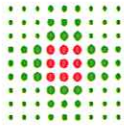


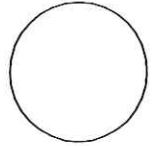
COMUNE DI BENTIVOGLIO



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna
Dipartimento Tecnico Patrimoniale

Istituto delle Scienze Neurologiche
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

N° Progr.



CONSEGNA

VERIFICA/VALIDAZIONE/APPROVAZIONE

DATA E PROT.

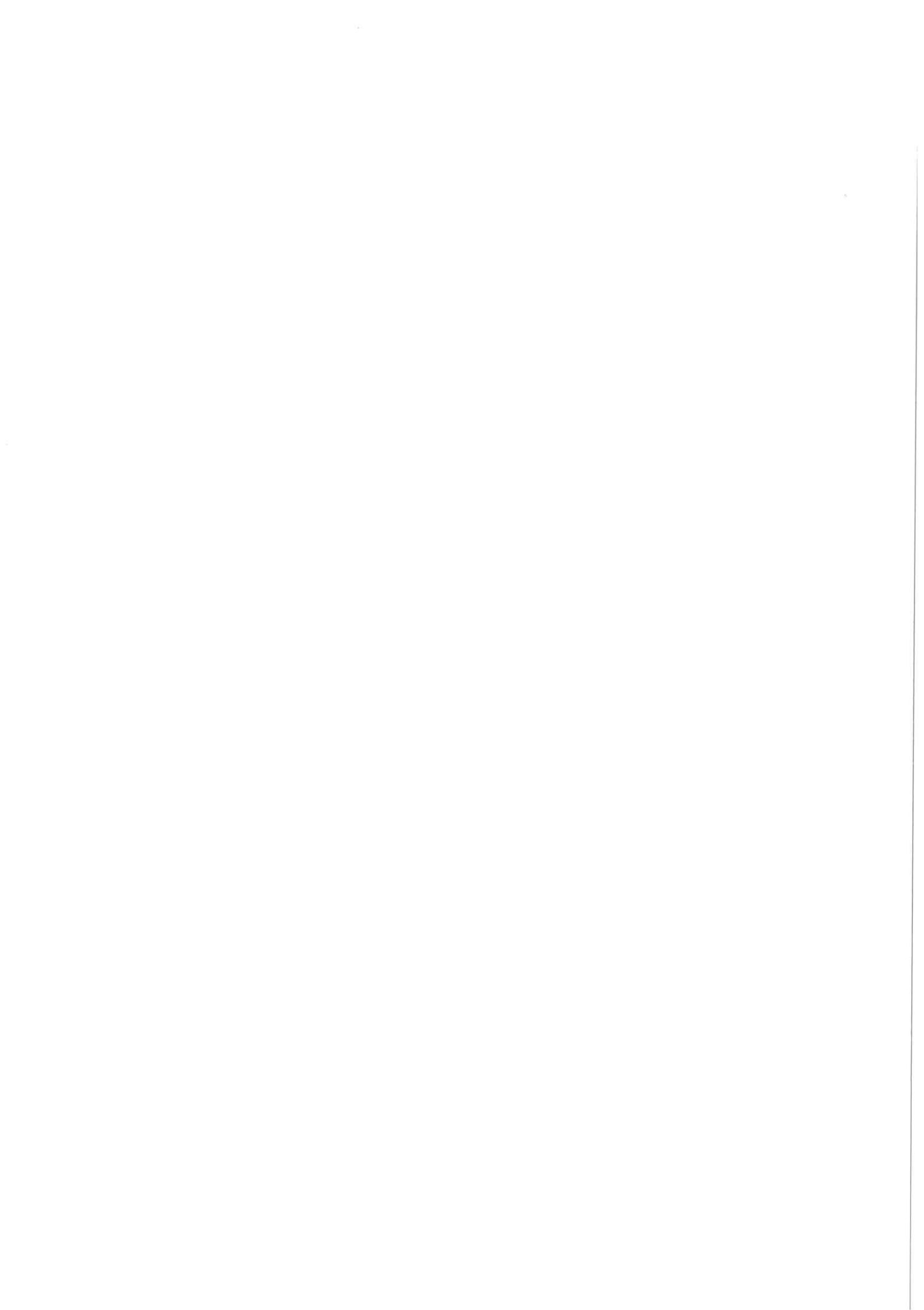
DATA E PROT.

TIMBRI E FIRME DI ATTESTAZIONE DELLA VERIFICA/VALIDAZIONE

OSPEDALE DI BENTIVOGLIO NUOVO PRONTO SOCCORSO PROGETTO ESECUTIVO

SPAZIO RISERVATO PER APPROVAZIONE TITOLO EDILIZIO

| | | | | |
|---|---------------------|--|--|--|
| PROGETTO ARCHITETTONICO Ing. Fabio Penacchioni | | PROGETTO STRUTTURALE Ing. Daniele Biondi | PROPRIETA': AZIENDA USL DI BOLOGNA DELEGATO CON DELIBERA N. 275 del 26/10/2016 IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO TECNICO PATRIMONIALE (Ing. Francesco Rainaldi) | |
| PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI Studio AZ S.r.l. Per. Ind. Loris Amaduzzi | | PROGETTO IMPIANTI MECCANICI P.I. Leonardo Belloni | | DIRETTORE GENERALE Dott. ssa Chiara Gibertoni |
| COORDINATORE SICUREZZA FASE PROGETTAZIONE Geom. Umberta Ugolini | | COORDINATORE SICUREZZA FASE ESECUZIONE | | RESPONSABILE UO Servizi Progettazione Edile Ing. Franco Emiliani RESPONSABILE PROCEDIMENTO Ing. Francesco Rainaldi |
| PRESIDIO: OSPEDALE DI BENTIVOGLIO | | | INGEGNERIZZAZIONE BIM Ing. Fabio Penacchioni Geom. Daniele Dall'Olio | |
| EDIFICIO: NUOVO PRONTO SOCCORSO | | CODICE EDIFICIO 140 | | |
| PIANO: | | | DIREZIONE LAVORI | |
| ELABORATO: Relazione geologica | | | CODICE PROG. PE | ELAB. N. ST-GEO |
| | | | SOSTITUISCE IL N. | |
| | | | SOSTITUITO DAL N. | |
| ARCHIVIO USL N.: | DATA: marzo 2017 | SCALA: | REFERENTE AMMINISTRATIVO: | |
| | ARCHIVIO N.: | FILE: | MOD01 PsqB01 ADT Rev. 5.1 del 26/10/2016 | |
| AGGIORNAMENTI | | | | |
| | 1 | | 3 | |
| | 2 | | 4 | |



COMUNE DI BENTIVOGLIO

PROVINCIA DI BOLOGNA

**RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA PER
LA REALIZZAZIONE DEL NUOVO PRONTO SOCCORSO
A SERVIZIO DELLA STRUTTURA OSPEDALIERA DI
BENTIVOGLIO, UBICATA IN VIA G. MARCONI N° 35**

Committente

AZIENDA UNITÀ SANITARIA
LOCALE DI BOLOGNA

Il Professionista incaricato

Dott. R. DEGLI ESPOSTI



Riccardo Degli Esposti

Bologna, marzo 2016

INDICE

| | | |
|----|---|----------------|
| 1. | INTRODUZIONE | <i>pag. 1</i> |
| 2. | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO | <i>pag. 2</i> |
| 3. | INDAGINE GEOGNOSTICA | <i>pag. 4</i> |
| 4. | NATURA DEI TERRENI INDAGATI | <i>pag. 5</i> |
| 5. | PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO INDAGATO | <i>pag. 7</i> |
| 6. | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI INDAGATI | <i>pag. 10</i> |
| | 6.1. Parametri di resistenza al taglio | <i>pag. 10</i> |
| | 6.2. Parametri di deformabilità | <i>pag. 14</i> |
| 7. | CONCLUSIONI | <i>pag. 18</i> |

1. INTRODUZIONE

In accordo con quanto stabilito dal Decreto Ministeriale 14/01/08 (G.U. n° 29 del 04/02/08, suppl. ord. n° 30), i progetti relativi ad opere interagenti con il terreno devono essere corredati da una specifica relazione geologica, sismica e geotecnica.

La presente relazione analizza la situazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica (modello geologico) dell'area interessata dagli interventi e fornisce una caratterizzazione geotecnica dei terreni indagati (modello geotecnico) sulla base dell'indagine geognostica appositamente eseguita.

Il progetto in esame prevede la realizzazione del nuovo Pronto Soccorso a servizio della struttura ospedaliera di Bentivoglio; il nuovo edificio sarà costituito da un piano fuori terra ed uno seminterrato ed avrà dimensioni massime di 21 x 42 m.

Il lotto in oggetto è ubicato in Via G. Marconi n° 35, all'interno del complesso ospedaliero del centro abitato di Bentivoglio (si vedano gli allegati 1 e 2).

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio si trova all'interno della pianura bolognese; questa si è originata in seguito all'attività sedimentaria dei corsi d'acqua appenninici, con la deposizione dei sedimenti di origine francamente continentale che costituiscono le alluvioni quaternarie.

In profondità i depositi sedimentari cambiano le proprie caratteristiche passando da un'origine continentale ad una transizionale (di ambiente lagunare salmastro) ed infine marina.

Le variazioni di spessore e dei caratteri deposizionali, registrate dalla successione litostratigrafica, sono verosimilmente riconducibili a fenomeni tettonici che hanno controllato la sedimentazione all'interno del bacino e hanno condizionato la potenzialità deposizionale dei vari corsi d'acqua.

Le prospezioni geofisiche ed i sondaggi effettuati dall'ENI per la ricerca di idrocarburi hanno individuato nel sottosuolo padano strutture plicative e disgiuntive, sviluppatesi in un lasso di tempo compreso tra il Miocene superiore ed il Pleistocene, geneticamente connesse alla tettonica di embricazione che ha caratterizzato l'evoluzione strutturale dell'Appennino. Di particolare rilevanza è la grande faglia inversa attiva ("sovrascorrimento pedeappenninico") con direzione appenninica (nord-ovest/sud-est) che rappresenta un importante elemento morfostrutturale, in quanto separa l'area collinare in sollevamento dall'area di pianura, fortemente subsidente.

Sulla base delle differenti caratteristiche sedimentologiche, morfologiche e tessiturali è possibile suddividere la pianura bolognese in tre fasce (alta, media e bassa), procedendo da sud verso nord. L'area in esame è ubicata nella media pianura.

La fascia più prossima alla catena appenninica (alta pianura) è costituita dalla giustapposizione di diverse conoidi alluvionali. Queste si sono formate in seguito al rilascio di rilevanti quantità di sedimenti grossolani (ghiaie e sabbie) da parte dei

corsi d'acqua appenninici che, al loro sbocco in pianura, subivano una forte diminuzione di velocità e quindi di capacità di trasporto.

Procedendo verso nord si passa alle fasce di media e bassa pianura, caratterizzate dalla presenza dei dossi fluviali: strutture sviluppate longitudinalmente anche per distanze di parecchi chilometri che si dipartivano dalle conoidi ed all'interno delle quali scorrevano i corsi d'acqua. I dossi corrispondono a momenti della vita del fiume caratterizzati da condizioni di energia di trasporto elevata e sono generalmente costituiti da materiali a tessitura sabbiosa o sabbioso-limosa. Essi si presentano come lingue che si addentrano nella pianura, costituendo corpi prismatici sparsi in maniera apparentemente indiscriminata in tutta la media e bassa pianura. In seguito ad un eccessivo accrescimento in altezza del dosso e/o a momenti di piena fluviale, si verificavano rotte e diversioni del corso d'acqua, con abbandono del precedente alveo fluviale ed impostazione di una nuova direttrice di scorrimento in aree topograficamente più favorevoli.

Gli spazi tra i dossi venivano progressivamente colmati mediante tracimazioni periodiche del corso d'acqua dalla struttura di dosso, con conseguente deposizione di materiali a tessitura fine (limi ed argille), corrispondenti alle caratteristiche di energia bassa o bassissima della corrente di trasporto fluviale, nelle aree topograficamente più depresse.

Dal punto di vista morfologico l'area oggetto dell'intervento è compresa nella zona di transizione fra il dominio del Fiume Reno (che scorre entro il suo attuale alveo circa 10 km ad ovest dell'area) ed il dominio del Torrente Savena il cui antico dosso (denominato "*Savena abbandonato*") si trova ad est dell'area ad una distanza di circa 3 km.

Un altro elemento morfologico rilevante è la linea di colmo del Reno antico (posta circa 3 km ad ovest del lotto in esame), attiva fino al VI secolo d.C.; essa è

rilevabile immediatamente ad ovest di Corticella, e prosegue verso nord, lambendo Castel Maggiore, Funo, Stiatico, S. Giorgio di Piano e S. Pietro in Casale.

La semipertinenza sinistra (occidentale) del sistema riferibile al Reno antico risulta parzialmente obliterata dai depositi legati all'attività del nuovo corso, mentre la semipertinenza destra (orientale) è interessata dall'incisione del Canale Navile, opera artificiale risalente al Medioevo.

I terreni alluvionali presenti nei pressi dell'area in esame sono costituiti da limi, limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie intercalate a depositi prevalentemente argillosi.

L'area oggetto dell'intervento risulta sub-pianeggiante con debole inclinazione verso nord/nord-est.

Il sistema di raccolta delle acque superficiali è costituito da una serie di scoline e fossi artificiali che recapitano ai canali naturali ed artificiali presenti nei pressi dell'area.

3. INDAGINE GEOGNOSTICA

L'individuazione della natura dei terreni e la valutazione dei parametri geotecnici di calcolo sono state effettuate sulla base dei risultati di un'indagine geognostica appositamente realizzata in data 25 e 26/02/'16. Sono state eseguite sette prove penetrometriche statiche (CPT1÷CPT7, ubicate come indicato in all. 3), spinte fino alla profondità massima di 20 m dal p.c. di riferimento (CPT4).

Per l'esecuzione delle CPT è stato impiegato un penetrometro statico da 20 t con punta meccanica di tipo olandese, montato su mezzo cingolato modello Pagani.

Inoltre, sono state considerate le seguenti altre due indagini geognostiche eseguite nelle immediate vicinanze del lotto oggetto del presente studio, fornite dalla Committenza:

- ✓ la “*Relazione geologica e geotecnica a corredo del progetto di ampliamento dell’Ospedale di Bentivoglio (Bologna)*”, redatta dalla Dott.ssa Geol. Mariantonietta Sileo nel mese di Ottobre 2003;
- ✓ la “*Relazione geologico – tecnica*” inerente al progetto per la realizzazione di un centro dialisi presso l’Ospedale di Bentivoglio (Bologna), redatta dal Dott. Geol. Graziano Grimandi (Geo-Probe S.r.l.) in data 09/04/’08.

Si precisa che nel valutare le profondità dei litotipi indagati nel presente studio ed il livello della falda idrica bisogna considerare che il piano di campagna (p.c.) dell’area in esame non è posto tutto alla medesima quota. Si ha, infatti, indicativamente:

- per la CPT1, CPT2 e CPT7 una quota analoga a quella del piazzale adibito a parcheggio pubblico (assunta come riferimento) posto immediatamente a nord del complesso ospedaliero (tale quota corrisponde approssimativamente a quella del p.c. naturale nei pressi del lotto);
- per la CPT3 una quota inferiore di circa 0,8 m rispetto alla quota assunta come riferimento (come descritta nel precedente paragrafo);
- per la CPT4 una quota inferiore di circa 0,1 m rispetto alla quota assunta come riferimento;
- per la CPT5 una quota inferiore di circa 0,5 m rispetto alla quota assunta come riferimento;
- per la CPT6 una quota inferiore di circa 0,3 m rispetto alla quota assunta come riferimento.

4. NATURA DEI TERRENI INDAGATI

Le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni di fondazione sono state individuate attraverso l’esame dei diagrammi delle sette prove penetrometriche

statiche (forniti in all. 4) e dei dati risultanti da indagini geognostiche eseguite in aree limitrofe a quella oggetto del presente studio (si veda il capitolo precedente).

I dati ricavati dalle CPT sono stati interpretati sulla base delle esperienze di Begemann e Schmertmann che, utilizzando i valori di resistenza alla punta e di resistenza laterale, rendono possibile una schematizzazione litologica dei terreni.

L'area indagata, dal punto di vista litostratigrafico, presenta una discreta omogeneità.

I depositi alluvionali più superficiali sono costituiti in prevalenza da argille e limi aventi consistenza medio – scarsa, caratterizzati da valori di resistenza alla punta (R_p) del penetrometro statico compresi in media tra 6 e 22 kg/cm².

A profondità superiori a 7+8 m dal p.c. di riferimento la consistenza media dei suddetti litotipi tende ad aumentare lievemente; ad essi infatti si alternano argille e limi mediamente consistenti, caratterizzati da valori di R_p compresi in media tra 22 e 40 kg/cm².

Intercalati ai litotipi in precedenza descritti, sono presenti sporadici livelli da centimetrici a decimetrici di limi sabbiosi e sabbie limose.

A profondità, dal p.c. di riferimento, comprese tra 13,4 m (in CPT2) e 14,4 m (in CPT1) è presente il tetto di un banco di sabbie da mediamente addensate ad addensate, caratterizzato da valori di R_p compresi in media tra 90 e 250 kg/cm² ed avente uno spessore massimo di circa 2 m, come rilevato in corrispondenza dei punti d'indagine in cui è stato possibile attraversarlo.

Alla base di tale banco sabbioso, fino alla massima profondità indagata (20 m), sono presenti prevalentemente litotipi a granulometria fine (argille e limi) mediamente consistenti.

In all. 5 vengono fornite tre sezioni geologiche (le cui tracce sono riportate in all. 3) che schematizzano quanto in precedenza descritto.

Al termine delle sette prove penetrometriche, il livello della superficie piezometrica è stato rilevato ad una profondità dal p.c. di riferimento (soggiacenza rispetto al piazzale adibito a parcheggio) variabile tra 1,6 m (in CPT7) e 1,9 m (in CPT3 ed in CPT5).

5. PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO INDAGATO

Il territorio del Comune di Bentivoglio è catalogato in “Zona 3” nella “*Classificazione sismica dei Comuni della Regione Emilia – Romagna*”.

In data 28/02/08, nell'ambito del progetto per la realizzazione di un centro dialisi presso l'Ospedale di Bentivoglio (Bologna), è stata eseguita, circa 70 m a sud dell'area oggetto del presente studio, una misurazione del rumore sismico ambientale di fondo (microtremore) tramite tromografo digitale con il metodo HVSR (“*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*”), basato sull'analisi dei rapporti di ampiezza spettrale. Sulla base di tali registrazioni è possibile assegnare ai terreni indagati la categoria di sottosuolo “C” ($V_{s30} = 224$ m/s), secondo il D.M. 14/01/08.

Ai sensi del suddetto D.M. ed in accordo con le indicazioni fornite dai progettisti, di seguito vengono forniti i parametri ed i coefficienti sismici relativi alle opere in progetto ed al sito in corrispondenza del quale tali opere verranno realizzate.

Il grado d'addensamento e la profondità dei terreni a granulometria grossolana rilevati nel corso dell'esecuzione delle indagini geognostiche in corrispondenza del lotto interessato dagli interventi in progetto, **rendono tale sito non a rischio nei confronti della liquefazione** anche in presenza di evento sismico (con magnitudo massima corrispondente al grado di sismicità di riferimento

per l'area in esame), come risulta dalla valutazione del potenziale di liquefazione condotta secondo i "metodi semplificati" generalmente accettati dall'Ingegneria Geotecnica Sismica. Da tale valutazione risulta che il valore del rapporto di resistenza ciclica (CRR) è superiore al valore del rapporto di tensione ciclica (CSR), generata dal sisma.

Infine, si segnala che, nelle carte relative al "*Rischio Sismico*" allegata ai vigenti "*Piano Strutturale*" del Comune di Bentivoglio e "*Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale*" della Provincia di Bologna, il lotto in esame non è ricompreso all'interno delle aree soggette a potenziale liquefazione.

Sito in esame: Via G. Marconi

Latitudine: 44,634954
 Longitudine: 11,416156
 Classe: 4
 Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1: ID: 16287 Lat: 44,6162
 Lon: 11,3840 Distanza: 3286,222

Sito 2: ID: 16288 Lat: 44,6174
 Lon: 11,4542 Distanza: 3586,344

Sito 3: ID: 16066 Lat: 44,6674
 Lon: 11,4525 Distanza: 4617,307

Sito 4: ID: 16065 Lat: 44,6662
 Lon: 11,3823 Distanza: 4388,165

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 200 anni
 Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Prob. di superamento: 81%
 Tr: 120 [anni]
 ag: 0,091 g
 Fo: 2,489
 Tc*: 0,275 [s]

Danno (SLD):

Prob. di superamento: 63%
 Tr: 201 [anni]
 ag: 0,114 g
 Fo: 2,547
 Tc*: 0,274 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Prob. di superamento: 10%
 Tr: 1898 [anni]
 ag: 0,272 g
 Fo: 2,463
 Tc*: 0,292 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Prob. di superamento: 5%
 Tr: 2475 [anni]
 ag: 0,300 g
 Fo: 2,441
 Tc*: 0,296 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:
 Ss: 1,500
 Cc: 1,610
 St: 1,000
 Kh: 0,027
 Kv: 0,014
 Amax: 1,335 [ms⁻²]
 Beta: 0,200

SLD:
 Ss: 1,500
 Cc: 1,610
 St: 1,000
 Kh: 0,041
 Kv: 0,021
 Amax: 1,679 [ms⁻²]
 Beta: 0,240

SLV:
 Ss: 1,300
 Cc: 1,580
 St: 1,000
 Kh: 0,099
 Kv: 0,049
 Amax: 3,465 [ms⁻²]
 Beta: 0,280

SLC:
 Ss: 1,260
 Cc: 1,570
 St: 1,000
 Kh: 0,106
 Kv: 0,053
 Amax: 3,701 [ms⁻²]
 Beta: 0,280

(Geostru software-www.geostru.com)

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI INDAGATI

6.1. PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO

È possibile stimare il valore della coesione non drenata (C_u) sulla base dei valori della resistenza alla punta del penetrometro statico (R_p) mediante:

$$C_u = (R_p - \gamma h) / N_k$$

dove:

γ = peso di volume (kg/cm^3)

H = profondità (cm)

N_k = coefficiente adimensionale variabile tra 16 e 25, in relazione al grado di sovraconsolidazione

Per fondazioni impostate alla profondità di 2 m dall'attuale piano campagna di riferimento, caratterizzando l'intera distribuzione statistica dei valori di C_u mediante una stima puntuale a carattere cautelativo (modello semiprobabilistico) individuata dal 5° percentile calcolato sulla distribuzione che influenza l'insorgere dello stato limite considerato, si ottiene un valore caratteristico di C_u pari a $0,5 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

Nelle tabelle seguenti viene riportata la caratterizzazione geotecnica dei terreni indagati, suddivisi in strati omogenei dal punto di vista litotecnico (unità litotecniche; i valori dei parametri geomeccanici indicati sono quelli caratteristici) relativamente alle sette verticali indagate:

CPT1

| Unità | Prof. (m) | Litotipi | γ (t/mc) | Cu (kg/cmq) | C' (kg/cmq) | φ' (°) |
|-------|-----------|----------------|-----------------|-------------|-------------|----------------|
| A | 1,4÷7,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 7,2÷9,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 9,6÷12,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 12,2÷14,4 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| C | 14,4÷15,0 | sabbia | 1,8 | --- | 0 | 30 |

γ = massa volumica totale

Cu = coesione non drenata

C' = coesione efficace (drenata)

φ' = angolo di attrito interno efficace (drenato)

CPT2

| Unità | Prof. (m) | Litotipi | γ (t/mc) | Cu (kg/cmq) | C' (kg/cmq) | φ' (°) |
|-------|-----------|----------------|-----------------|-------------|-------------|----------------|
| A | 1,0÷8,4 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 8,4÷9,8 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 9,8÷12,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 12,2÷12,8 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 12,8÷13,4 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| C | 13,4÷15,6 | sabbia | 1,8 | --- | 0 | 30 |
| A | 15,6÷16,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 16,6÷17,0 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |

γ = massa volumica totale

Cu = coesione non drenata

C' = coesione efficace (drenata)

φ' = angolo di attrito interno efficace (drenato)

CPT3

| Unità | Prof. (m) | Litotipi | γ (t/mc) | C_u (kg/cm ²) | C' (kg/cm ²) | ϕ' (°) |
|-------|-----------|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|
| A | 1,2÷6,4 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 6,4÷8,8 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 8,8÷12,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 12,2÷12,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |

γ = massa volumica totale

C_u = coesione non drenata

C' = coesione efficace (drenata)

ϕ' = angolo di attrito interno efficace (drenato)

CPT4

| Unità | Prof. (m) | Litotipi | γ (t/mc) | C_u (kg/cm ²) | C' (kg/cm ²) | ϕ' (°) |
|-------|-----------|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|
| A | 1,2÷6,8 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 6,8÷8,8 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 8,8÷12,0 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 12,0÷14,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| C | 14,2÷15,6 | sabbia | 1,8 | --- | 0 | 30 |
| A | 15,6÷16,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 16,6÷17,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 17,6÷20,0 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |

γ = massa volumica totale

C_u = coesione non drenata

C' = coesione efficace (drenata)

ϕ' = angolo di attrito interno efficace (drenato)

CPT5

| Unità | Prof. (m) | Litotipi | γ (t/mc) | Cu (kg/cm ²) | C' (kg/cm ²) | ϕ' (°) |
|-------|-----------|----------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| A | 1,2÷6,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 6,6÷9,0 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 9,0÷12,0 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 12,0÷13,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| C | 13,2÷15,0 | sabbia | 1,8 | --- | 0 | 30 |

γ = massa volumica totale

Cu = coesione non drenata

C' = coesione efficace (drenata)

ϕ' = angolo di attrito interno efficace (drenato)

CPT6

| Unità | Prof. (m) | Litotipi | γ (t/mc) | Cu (kg/cm ²) | C' (kg/cm ²) | ϕ' (°) |
|-------|-----------|----------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| A | 1,6÷6,8 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 6,8÷9,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 9,2÷12,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |

γ = massa volumica totale

Cu = coesione non drenata

C' = coesione efficace (drenata)

ϕ' = angolo di attrito interno efficace (drenato)

CPT7

| Unità | Prof. (m) | Litotipi | γ (t/mc) | Cu (kg/cmq) | C' (kg/cmq) | φ' (°) |
|-------|-----------|----------------|-----------------|-------------|-------------|----------------|
| A | 1,4÷7,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 7,6÷10,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 10,2÷11,2 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |
| B | 11,2÷11,8 | argilla e limo | 1,9 | 0,8 | --- | --- |
| A | 11,8÷12,6 | argilla e limo | 1,9 | 0,5 | --- | --- |

γ = massa volumica totale

Cu = coesione non drenata

C' = coesione efficace (drenata)

φ' = angolo di attrito interno efficace (drenato)

6.2. PARAMETRI DI DEFORMABILITÀ

Un valore orientativo dell'ordine di grandezza del modulo di deformabilità (edometrico – E) è stato stimato sulla base della correlazione:

$$E = \alpha R_p$$

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i valori caratteristici di E (coincidenti con i valori di progetto) ottenuti dall'elaborazione dei dati delle sette prove penetrometriche eseguite.

CPT1

| Profondità (m dal p.c.) | E (kg/cm ²) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2,0÷7,2 | 43 |
| 7,2÷9,6 | 75 |
| 9,6÷12,2 | 46 |
| 12,2÷14,4 | 85 |
| 14,4÷15,0 | 484 |

CPT2

| Profondità (m dal p.c.) | E (kg/cm ²) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2,0÷8,4 | 39 |
| 8,4÷9,8 | 75 |
| 9,8÷12,2 | 48 |
| 12,2÷12,8 | 81 |
| 12,8÷13,4 | 58 |
| 13,4÷15,6 | 352 |
| 15,6÷16,6 | 52 |
| 16,6÷17,0 | 168 |

CPT3

| Profondità (m dal p.c.) | E (kg/cm ²) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2,0÷6,4 | 43 |
| 6,4÷8,8 | 90 |
| 8,8÷12,2 | 53 |
| 12,2÷12,6 | 121 |

CPT4

| Profondità (m dal p.c.) | E (kg/cm ²) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2,0÷6,8 | 44 |
| 6,8÷8,8 | 71 |
| 8,8÷12,0 | 47 |
| 12,0÷14,2 | 91 |
| 14,2÷15,6 | 499 |
| 15,6÷16,6 | 55 |
| 16,6÷17,6 | 141 |
| 17,6÷20,0 | 59 |

CPT5

| Profondità (m dal p.c.) | E (kg/cm ²) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2,0÷6,6 | 49 |
| 6,6÷9,0 | 73 |
| 9,0÷12,0 | 50 |
| 12,0÷13,2 | 85 |
| 13,2÷15,0 | 537 |

CPT6

| Profondità (m dal p.c.) | E (kg/cm ²) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2,0÷6,8 | 36 |
| 6,8÷9,2 | 74 |
| 9,2÷12,6 | 50 |

CPT7

| Profondità (m dal p.c.) | E (kg/cm ²) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 2,0÷7,6 | 45 |
| 7,6÷10,2 | 84 |
| 10,2÷11,2 | 51 |
| 11,2÷11,8 | 79 |
| 11,8÷12,6 | 39 |

7. CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico svolte nella presente relazione è possibile affermare che gli interventi che saranno attuati in corrispondenza del lotto in esame risultano compatibili con le condizioni ambientali analizzate.

Al fine di minimizzare la probabilità d'insorgenza di indesiderati fenomeni di cedimento differenziale, si evidenzia la necessità di verificare la buona consistenza, integrità ed omogeneità dei terreni di fondazione prima di realizzare le strutture fondali delle opere in progetto. Nel caso in cui tali disomogeneità venissero rilevate, sarà necessario procedere all'asportazione delle parti più superficiali dei litotipi più compressibili e sostituirle con bonifiche locali costituite da materiali granulari (misto granulare stabilizzato) compattati a regola d'arte, di adeguati spessori.

Avendo l'indagine geognostica evidenziato una soggiacenza minima della superficie piezometrica pari a 1,6 m dal p.c. attuale di riferimento (soggiacenza rispetto al piazzale adibito a parcheggio), qualora, in fase di realizzazione dell'intervento in progetto, tale livello venisse effettivamente rilevato alla suddetta profondità e non subisse significativi abbassamenti conseguenti all'apertura degli scavi, sarà necessario ricorrere a:

- opportuni accorgimenti per l'abbattimento della falda idrica durante l'esecuzione dello sbancamento (da effettuare in periodi siccitosi);
- esecuzione di opere a carattere permanente per impedire l'allagamento del piano interrato;
- realizzazione di un'impermeabilizzazione laterale e di fondo delle opere di fondazione stesse.

Infine, si precisa che, ai sensi della Deliberazione della Giunta della Regione Emilia – Romagna n° 2193 del 21/12/15 (allegato A3, punto B3)

in corrispondenza degli strati di materiali più superficiali a granulometria fine, a comportamento prevalentemente coesivo (argille sature, plastiche e poco consistenti, aventi coesione non drenata C_u inferiore o uguale a $0,7 \text{ kg/cm}^2$ e V_s minore di 180 m/s), potrebbero verificarsi cedimenti postsismici di riconsolidazione conseguenti alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante un eventuale sisma.

In via preliminare, nel lotto in esame, tali cedimenti postsismici sono stimabili in circa $5 \div 6 \text{ cm}$ nei primi metri degli strati dei suddetti materiali a comportamento prevalentemente coesivo, compresi tra l'intradosso della fondazione e la profondità di circa 7 m dal p.c. di riferimento.

Bologna, marzo 2016

Dott. R. Degli Esposti



Riccardo Degli Esposti

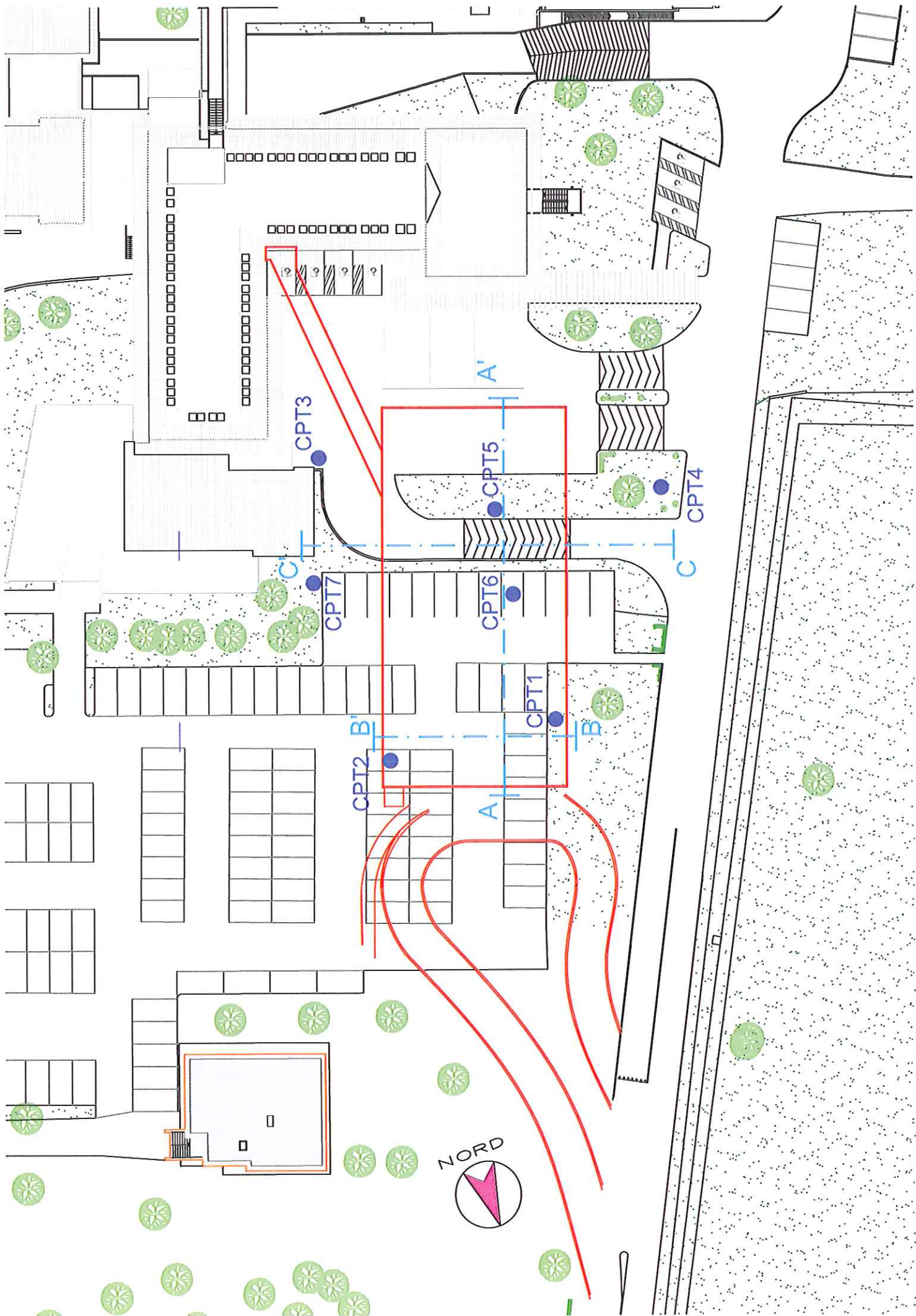
ELENCO DEGLI ALLEGATI

| | |
|---|------------------------|
| All. 1 : Corografia | <i>scala 1: 25.000</i> |
| All. 2 : Ubicazione dell'area | <i>scala 1: 10.000</i> |
| All. 3 : Ubicazione delle prove penetrometriche statiche e tracce delle sezioni geologiche | <i>scala 1: 500</i> |
| All. 4 : Diagrammi delle prove penetrometriche statiche | |
| All. 5 : Sezioni geologiche | <i>scala 1: 250</i> |

All. 1
Corografia
Scala 1: 25.000

All. 2
Ubicazione dell'area
Scala 1: 10.000

All. 3
Ubicazione delle prove penetrometriche statiche
e tracce delle sezioni geologiche
Scala 1: 500



All. 4
Diagrammi delle prove penetrometriche statiche

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -3,4m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,40 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,80 m da quota inizio
 - pagina : 1

| Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs | Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs |
|------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|
| | punta | laterale | kg/cm ² | | | | punta | laterale | kg/cm ² | | |
| 0,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,80 | 24,0 | 48,0 | 24,0 | 1,27 | 19,0 |
| 0,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,00 | 28,0 | 47,0 | 28,0 | 1,87 | 15,0 |
| 0,60 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,20 | 24,0 | 52,0 | 24,0 | 1,67 | 14,0 |
| 0,80 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,40 | 25,0 | 50,0 | 25,0 | 1,47 | 17,0 |
| 1,00 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,60 | 24,0 | 46,0 | 24,0 | 1,60 | 15,0 |
| 1,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,80 | 28,0 | 52,0 | 28,0 | 1,87 | 15,0 |
| 1,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 9,00 | 22,0 | 50,0 | 22,0 | 1,60 | 14,0 |
| 1,60 | 14,0 | ---- | 14,0 | 0,93 | 15,0 | 9,20 | 23,0 | 47,0 | 23,0 | 1,40 | 16,0 |
| 1,80 | 18,0 | 32,0 | 18,0 | 1,60 | 11,0 | 9,40 | 27,0 | 48,0 | 27,0 | 1,53 | 18,0 |
| 2,00 | 18,0 | 42,0 | 18,0 | 1,33 | 13,0 | 9,60 | 23,0 | 46,0 | 23,0 | 1,13 | 20,0 |
| 2,20 | 14,0 | 34,0 | 14,0 | 1,20 | 12,0 | 9,80 | 17,0 | 34,0 | 17,0 | 1,00 | 17,0 |
| 2,40 | 11,0 | 29,0 | 11,0 | 0,93 | 12,0 | 10,00 | 12,0 | 27,0 | 12,0 | 0,73 | 16,0 |
| 2,60 | 11,0 | 25,0 | 11,0 | 1,00 | 11,0 | 10,20 | 13,0 | 24,0 | 13,0 | 0,67 | 19,0 |
| 2,80 | 13,0 | 28,0 | 13,0 | 0,87 | 15,0 | 10,40 | 15,0 | 25,0 | 15,0 | 0,73 | 20,0 |
| 3,00 | 17,0 | 30,0 | 17,0 | 0,87 | 20,0 | 10,60 | 16,0 | 27,0 | 16,0 | 0,80 | 20,0 |
| 3,20 | 18,0 | 31,0 | 18,0 | 1,00 | 18,0 | 10,80 | 17,0 | 29,0 | 17,0 | 0,93 | 18,0 |
| 3,40 | 8,0 | 23,0 | 8,0 | 0,87 | 9,0 | 11,00 | 20,0 | 34,0 | 20,0 | 1,20 | 17,0 |
| 3,60 | 9,0 | 22,0 | 9,0 | 0,60 | 15,0 | 11,20 | 22,0 | 40,0 | 22,0 | 1,13 | 19,0 |
| 3,80 | 19,0 | 28,0 | 19,0 | 0,40 | 47,0 | 11,40 | 17,0 | 34,0 | 17,0 | 1,00 | 17,0 |
| 4,00 | 21,0 | 27,0 | 21,0 | 0,67 | 31,0 | 11,60 | 15,0 | 30,0 | 15,0 | 0,60 | 25,0 |
| 4,20 | 11,0 | 21,0 | 11,0 | 0,47 | 24,0 | 11,80 | 8,0 | 17,0 | 8,0 | 0,47 | 17,0 |
| 4,40 | 15,0 | 22,0 | 15,0 | 0,73 | 20,0 | 12,00 | 9,0 | 16,0 | 9,0 | 0,60 | 15,0 |
| 4,60 | 12,0 | 23,0 | 12,0 | 0,73 | 16,0 | 12,20 | 22,0 | 31,0 | 22,0 | 1,47 | 15,0 |
| 4,80 | 19,0 | 30,0 | 19,0 | 0,53 | 36,0 | 12,40 | 40,0 | 62,0 | 40,0 | 2,27 | 18,0 |
| 5,00 | 14,0 | 22,0 | 14,0 | 0,47 | 30,0 | 12,60 | 26,0 | 60,0 | 26,0 | 1,27 | 21,0 |
| 5,20 | 14,0 | 21,0 | 14,0 | 0,53 | 26,0 | 12,80 | 23,0 | 42,0 | 23,0 | 1,20 | 19,0 |
| 5,40 | 10,0 | 18,0 | 10,0 | 0,47 | 21,0 | 13,00 | 26,0 | 44,0 | 26,0 | 0,87 | 30,0 |
| 5,60 | 11,0 | 18,0 | 11,0 | 0,40 | 27,0 | 13,20 | 19,0 | 32,0 | 19,0 | 0,93 | 20,0 |
| 5,80 | 15,0 | 21,0 | 15,0 | 0,47 | 32,0 | 13,40 | 27,0 | 41,0 | 27,0 | 1,40 | 19,0 |
| 6,00 | 13,0 | 20,0 | 13,0 | 0,60 | 22,0 | 13,60 | 25,0 | 46,0 | 25,0 | 1,73 | 14,0 |
| 6,20 | 14,0 | 23,0 | 14,0 | 0,53 | 26,0 | 13,80 | 49,0 | 75,0 | 49,0 | 1,20 | 41,0 |
| 6,40 | 15,0 | 23,0 | 15,0 | 0,73 | 20,0 | 14,00 | 38,0 | 56,0 | 38,0 | 2,13 | 18,0 |
| 6,60 | 15,0 | 26,0 | 15,0 | 0,73 | 20,0 | 14,20 | 19,0 | 51,0 | 19,0 | 1,00 | 19,0 |
| 6,80 | 17,0 | 28,0 | 17,0 | 0,93 | 18,0 | 14,40 | 23,0 | 38,0 | 23,0 | 1,60 | 14,0 |
| 7,00 | 17,0 | 31,0 | 17,0 | 1,00 | 17,0 | 14,60 | 132,0 | 156,0 | 132,0 | 3,60 | 37,0 |
| 7,20 | 17,0 | 32,0 | 17,0 | 1,07 | 16,0 | 14,80 | 154,0 | 208,0 | 154,0 | 4,13 | 37,0 |
| 7,40 | 24,0 | 40,0 | 24,0 | 1,00 | 24,0 | 15,00 | 198,0 | 260,0 | 198,0 | ----- | ---- |
| 7,60 | 28,0 | 43,0 | 28,0 | 1,60 | 17,0 | | | | | | |

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/201
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

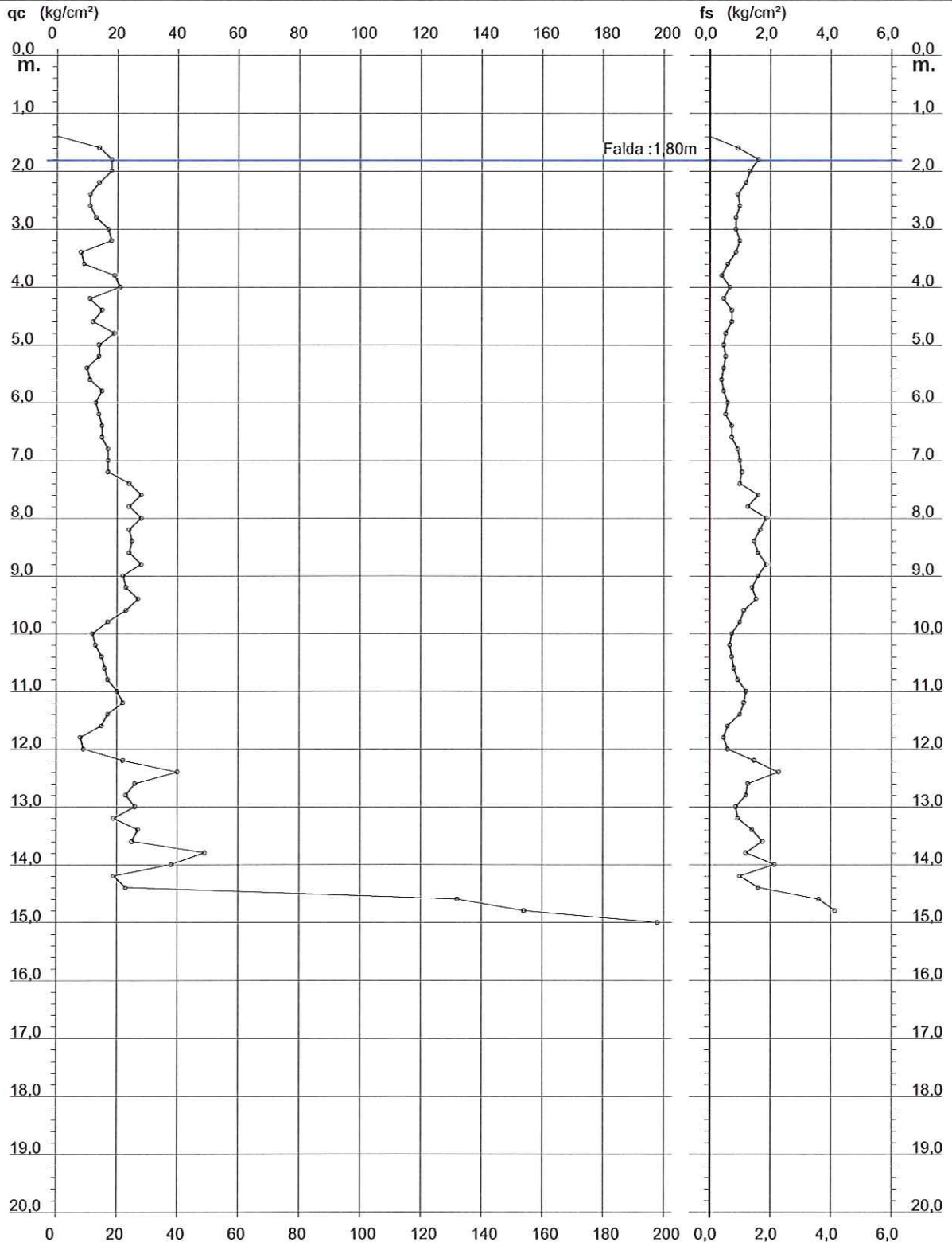
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -3,4m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,40 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,80 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -4,6m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,00 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,70 m da quota inizio
 - pagina : 1

| Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs | Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs |
|------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|
| | punta | laterale | kg/cm ² | | | | punta | laterale | kg/cm ² | | |
| 0,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,80 | 32,0 | 57,0 | 32,0 | 2,27 | 14,0 |
| 0,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 9,00 | 29,0 | 63,0 | 29,0 | 1,87 | 16,0 |
| 0,60 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 9,20 | 24,0 | 52,0 | 24,0 | 1,87 | 13,0 |
| 0,80 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 9,40 | 23,0 | 51,0 | 23,0 | 1,67 | 14,0 |
| 1,00 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 9,60 | 22,0 | 47,0 | 22,0 | 1,60 | 14,0 |
| 1,20 | 7,0 | ---- | 7,0 | 1,20 | 6,0 | 9,80 | 21,0 | 45,0 | 21,0 | 1,33 | 16,0 |
| 1,40 | 14,0 | 32,0 | 14,0 | 0,73 | 19,0 | 10,00 | 15,0 | 35,0 | 15,0 | 0,93 | 16,0 |
| 1,60 | 13,0 | 24,0 | 13,0 | 0,73 | 18,0 | 10,20 | 12,0 | 26,0 | 12,0 | 0,80 | 15,0 |
| 1,80 | 14,0 | 25,0 | 14,0 | 0,80 | 17,0 | 10,40 | 16,0 | 28,0 | 16,0 | 1,00 | 16,0 |
| 2,00 | 17,0 | 29,0 | 17,0 | 1,07 | 16,0 | 10,60 | 17,0 | 32,0 | 17,0 | 1,33 | 13,0 |
| 2,20 | 22,0 | 38,0 | 22,0 | 1,20 | 18,0 | 10,80 | 24,0 | 44,0 | 24,0 | 1,80 | 13,0 |
| 2,40 | 19,0 | 37,0 | 19,0 | 1,00 | 19,0 | 11,00 | 24,0 | 51,0 | 24,0 | 1,87 | 13,0 |
| 2,60 | 14,0 | 29,0 | 14,0 | 0,87 | 16,0 | 11,20 | 21,0 | 49,0 | 21,0 | 1,40 | 15,0 |
| 2,80 | 8,0 | 21,0 | 8,0 | 0,67 | 12,0 | 11,40 | 19,0 | 40,0 | 19,0 | 1,20 | 16,0 |
| 3,00 | 17,0 | 27,0 | 17,0 | 0,80 | 21,0 | 11,60 | 12,0 | 30,0 | 12,0 | 0,73 | 16,0 |
| 3,20 | 15,0 | 27,0 | 15,0 | 0,80 | 19,0 | 11,80 | 9,0 | 20,0 | 9,0 | 0,47 | 19,0 |
| 3,40 | 13,0 | 25,0 | 13,0 | 0,80 | 16,0 | 12,00 | 12,0 | 19,0 | 12,0 | 0,47 | 26,0 |
| 3,60 | 8,0 | 20,0 | 8,0 | 0,53 | 15,0 | 12,20 | 14,0 | 21,0 | 14,0 | 0,67 | 21,0 |
| 3,80 | 9,0 | 17,0 | 9,0 | 0,47 | 19,0 | 12,40 | 24,0 | 34,0 | 24,0 | 1,07 | 22,0 |
| 4,00 | 9,0 | 16,0 | 9,0 | 0,47 | 19,0 | 12,60 | 32,0 | 48,0 | 32,0 | 1,73 | 18,0 |
| 4,20 | 11,0 | 18,0 | 11,0 | 0,60 | 18,0 | 12,80 | 25,0 | 51,0 | 25,0 | 1,47 | 17,0 |
| 4,40 | 11,0 | 20,0 | 11,0 | 0,80 | 14,0 | 13,00 | 17,0 | 39,0 | 17,0 | 1,40 | 12,0 |
| 4,60 | 8,0 | 20,0 | 8,0 | 0,20 | 40,0 | 13,20 | 20,0 | 41,0 | 20,0 | 1,60 | 12,0 |
| 4,80 | 7,0 | 10,0 | 7,0 | 0,40 | 17,0 | 13,40 | 21,0 | 45,0 | 21,0 | 2,00 | 10,0 |
| 5,00 | 7,0 | 13,0 | 7,0 | 0,27 | 26,0 | 13,60 | 66,0 | 96,0 | 66,0 | 1,47 | 45,0 |
| 5,20 | 8,0 | 12,0 | 8,0 | 0,40 | 20,0 | 13,80 | 48,0 | 70,0 | 48,0 | 4,33 | 11,0 |
| 5,40 | 9,0 | 15,0 | 9,0 | 0,40 | 22,0 | 14,00 | 72,0 | 137,0 | 72,0 | 3,40 | 21,0 |
| 5,60 | 9,0 | 15,0 | 9,0 | 0,87 | 10,0 | 14,20 | 86,0 | 137,0 | 86,0 | 4,00 | 22,0 |
| 5,80 | 11,0 | 24,0 | 11,0 | 0,80 | 14,0 | 14,40 | 168,0 | 228,0 | 168,0 | 3,73 | 45,0 |
| 6,00 | 12,0 | 24,0 | 12,0 | 0,60 | 20,0 | 14,60 | 226,0 | 282,0 | 226,0 | 5,00 | 45,0 |
| 6,20 | 14,0 | 23,0 | 14,0 | 0,60 | 23,0 | 14,80 | 163,0 | 238,0 | 163,0 | 5,20 | 31,0 |
| 6,40 | 16,0 | 25,0 | 16,0 | 0,60 | 27,0 | 15,00 | 139,0 | 217,0 | 139,0 | 4,07 | 34,0 |
| 6,60 | 14,0 | 23,0 | 14,0 | 0,53 | 26,0 | 15,20 | 128,0 | 189,0 | 128,0 | 3,80 | 34,0 |
| 6,80 | 13,0 | 21,0 | 13,0 | 0,80 | 16,0 | 15,40 | 98,0 | 155,0 | 98,0 | 2,87 | 34,0 |
| 7,00 | 10,0 | 22,0 | 10,0 | 0,60 | 17,0 | 15,60 | 99,0 | 142,0 | 99,0 | 2,60 | 38,0 |
| 7,20 | 13,0 | 22,0 | 13,0 | 0,80 | 16,0 | 15,80 | 38,0 | 77,0 | 38,0 | 1,93 | 20,0 |
| 7,40 | 18,0 | 30,0 | 18,0 | 1,00 | 18,0 | 16,00 | 11,0 | 40,0 | 11,0 | 0,67 | 16,0 |
| 7,60 | 21,0 | 36,0 | 21,0 | 1,13 | 19,0 | 16,20 | 11,0 | 21,0 | 11,0 | 0,67 | 16,0 |
| 7,80 | 23,0 | 40,0 | 23,0 | 1,33 | 17,0 | 16,40 | 12,0 | 22,0 | 12,0 | 0,80 | 15,0 |
| 8,00 | 20,0 | 40,0 | 20,0 | 1,27 | 16,0 | 16,60 | 15,0 | 27,0 | 15,0 | 0,60 | 25,0 |
| 8,20 | 14,0 | 33,0 | 14,0 | 1,20 | 12,0 | 16,80 | 57,0 | 66,0 | 57,0 | 0,73 | 78,0 |
| 8,40 | 16,0 | 34,0 | 16,0 | 0,93 | 17,0 | 17,00 | 55,0 | 66,0 | 55,0 | ----- | ---- |
| 8,60 | 26,0 | 40,0 | 26,0 | 1,67 | 16,0 | | | | | | |

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

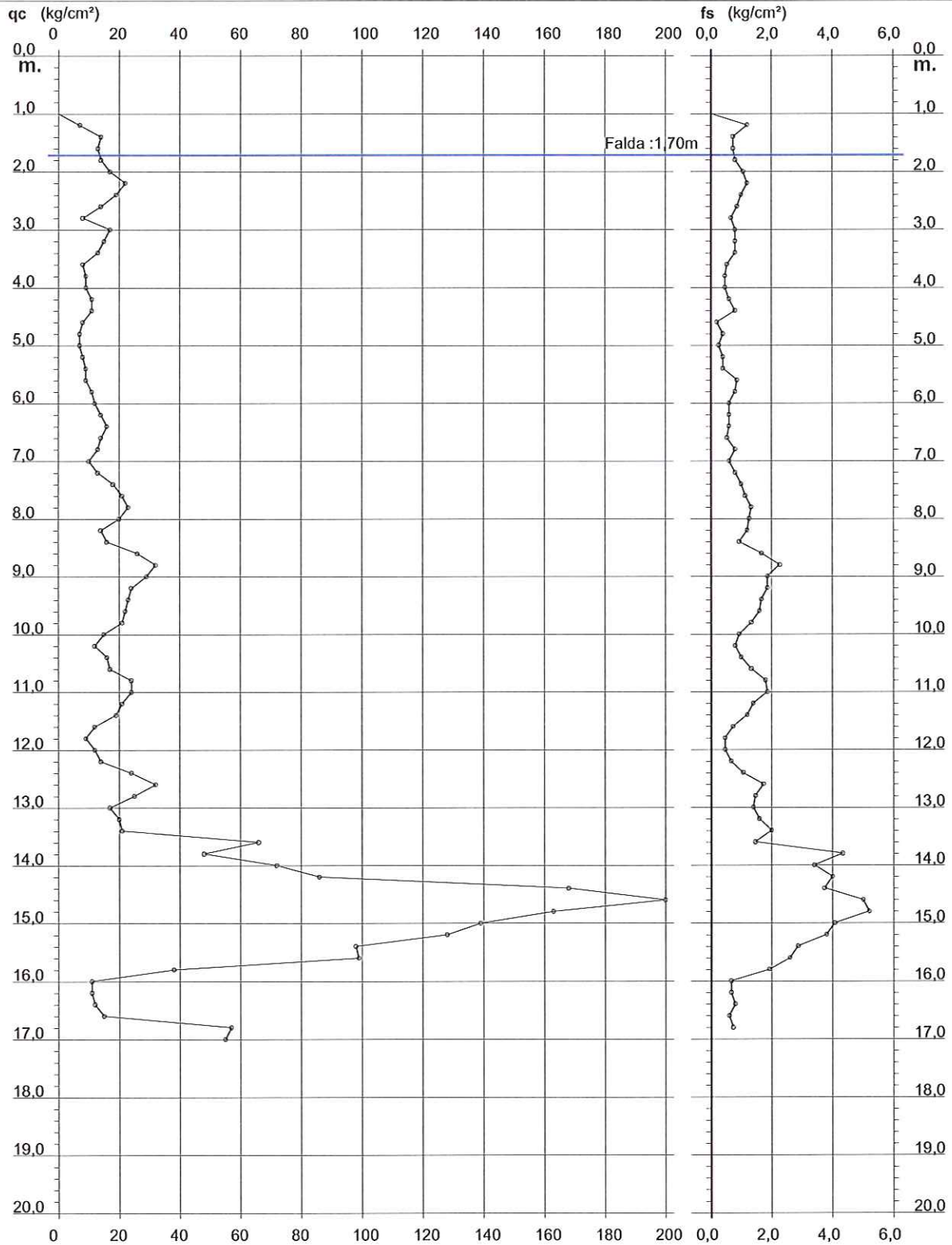
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -4,6m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,00 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,70 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -3,2m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,10 m da quota inizio
 - pagina : 1

| Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs | Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs |
|------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|
| | punta | laterale | kg/cm ² | | | | punta | laterale | kg/cm ² | | |
| 0,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 6,60 | 33,0 | 50,0 | 33,0 | 1,40 | 24,0 |
| 0,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 6,80 | 30,0 | 51,0 | 30,0 | 2,00 | 15,0 |
| 0,60 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,00 | 33,0 | 63,0 | 33,0 | 1,60 | 21,0 |
| 0,80 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,20 | 34,0 | 58,0 | 34,0 | 1,93 | 18,0 |
| 1,00 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,40 | 33,0 | 62,0 | 33,0 | 1,87 | 18,0 |
| 1,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,60 | 26,0 | 54,0 | 26,0 | 1,53 | 17,0 |
| 1,40 | 17,0 | ---- | 17,0 | 0,73 | 23,0 | 7,80 | 32,0 | 55,0 | 32,0 | 1,93 | 17,0 |
| 1,60 | 21,0 | 32,0 | 21,0 | 0,73 | 29,0 | 8,00 | 37,0 | 66,0 | 37,0 | 2,20 | 17,0 |
| 1,80 | 13,0 | 24,0 | 13,0 | 0,53 | 24,0 | 8,20 | 27,0 | 60,0 | 27,0 | 1,47 | 18,0 |
| 2,00 | 11,0 | 19,0 | 11,0 | 0,47 | 24,0 | 8,40 | 22,0 | 44,0 | 22,0 | 1,33 | 16,0 |
| 2,20 | 21,0 | 28,0 | 21,0 | 0,87 | 24,0 | 8,60 | 26,0 | 46,0 | 26,0 | 1,60 | 16,0 |
| 2,40 | 18,0 | 31,0 | 18,0 | 0,67 | 27,0 | 8,80 | 27,0 | 51,0 | 27,0 | 1,67 | 16,0 |
| 2,60 | 9,0 | 19,0 | 9,0 | 0,53 | 17,0 | 9,00 | 22,0 | 47,0 | 22,0 | 1,53 | 14,0 |
| 2,80 | 9,0 | 17,0 | 9,0 | 0,33 | 27,0 | 9,20 | 23,0 | 46,0 | 23,0 | 1,73 | 13,0 |
| 3,00 | 7,0 | 12,0 | 7,0 | 0,47 | 15,0 | 9,40 | 18,0 | 44,0 | 18,0 | 1,27 | 14,0 |
| 3,20 | 16,0 | 23,0 | 16,0 | 0,73 | 22,0 | 9,60 | 14,0 | 33,0 | 14,0 | 0,80 | 17,0 |
| 3,40 | 14,0 | 25,0 | 14,0 | 0,73 | 19,0 | 9,80 | 18,0 | 30,0 | 18,0 | 1,20 | 15,0 |
| 3,60 | 13,0 | 24,0 | 13,0 | 0,67 | 19,0 | 10,00 | 20,0 | 38,0 | 20,0 | 1,13 | 18,0 |
| 3,80 | 15,0 | 25,0 | 15,0 | 0,67 | 22,0 | 10,20 | 29,0 | 46,0 | 29,0 | 1,33 | 22,0 |
| 4,00 | 14,0 | 24,0 | 14,0 | 0,67 | 21,0 | 10,40 | 23,0 | 43,0 | 23,0 | 1,40 | 16,0 |
| 4,20 | 22,0 | 32,0 | 22,0 | 0,87 | 25,0 | 10,60 | 17,0 | 38,0 | 17,0 | 1,00 | 17,0 |
| 4,40 | 11,0 | 24,0 | 11,0 | 0,80 | 14,0 | 10,80 | 9,0 | 24,0 | 9,0 | 0,73 | 12,0 |
| 4,60 | 15,0 | 27,0 | 15,0 | 0,80 | 19,0 | 11,00 | 6,0 | 17,0 | 6,0 | 0,60 | 10,0 |
| 4,80 | 16,0 | 28,0 | 16,0 | 0,53 | 30,0 | 11,20 | 7,0 | 16,0 | 7,0 | 0,73 | 10,0 |
| 5,00 | 11,0 | 19,0 | 11,0 | 0,40 | 27,0 | 11,40 | 11,0 | 22,0 | 11,0 | 0,93 | 12,0 |
| 5,20 | 12,0 | 18,0 | 12,0 | 0,40 | 30,0 | 11,60 | 24,0 | 38,0 | 24,0 | 1,33 | 18,0 |
| 5,40 | 10,0 | 16,0 | 10,0 | 0,40 | 25,0 | 11,80 | 21,0 | 41,0 | 21,0 | 1,27 | 17,0 |
| 5,60 | 15,0 | 21,0 | 15,0 | 0,53 | 28,0 | 12,00 | 18,0 | 37,0 | 18,0 | 1,27 | 14,0 |
| 5,80 | 15,0 | 23,0 | 15,0 | 0,80 | 19,0 | 12,20 | 22,0 | 41,0 | 22,0 | 1,47 | 15,0 |
| 6,00 | 17,0 | 29,0 | 17,0 | 0,87 | 20,0 | 12,40 | 32,0 | 54,0 | 32,0 | 2,00 | 16,0 |
| 6,20 | 18,0 | 31,0 | 18,0 | 1,27 | 14,0 | 12,60 | 49,0 | 79,0 | 49,0 | ----- | ---- |
| 6,40 | 19,0 | 38,0 | 19,0 | 1,13 | 17,0 | | | | | | |

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20I
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

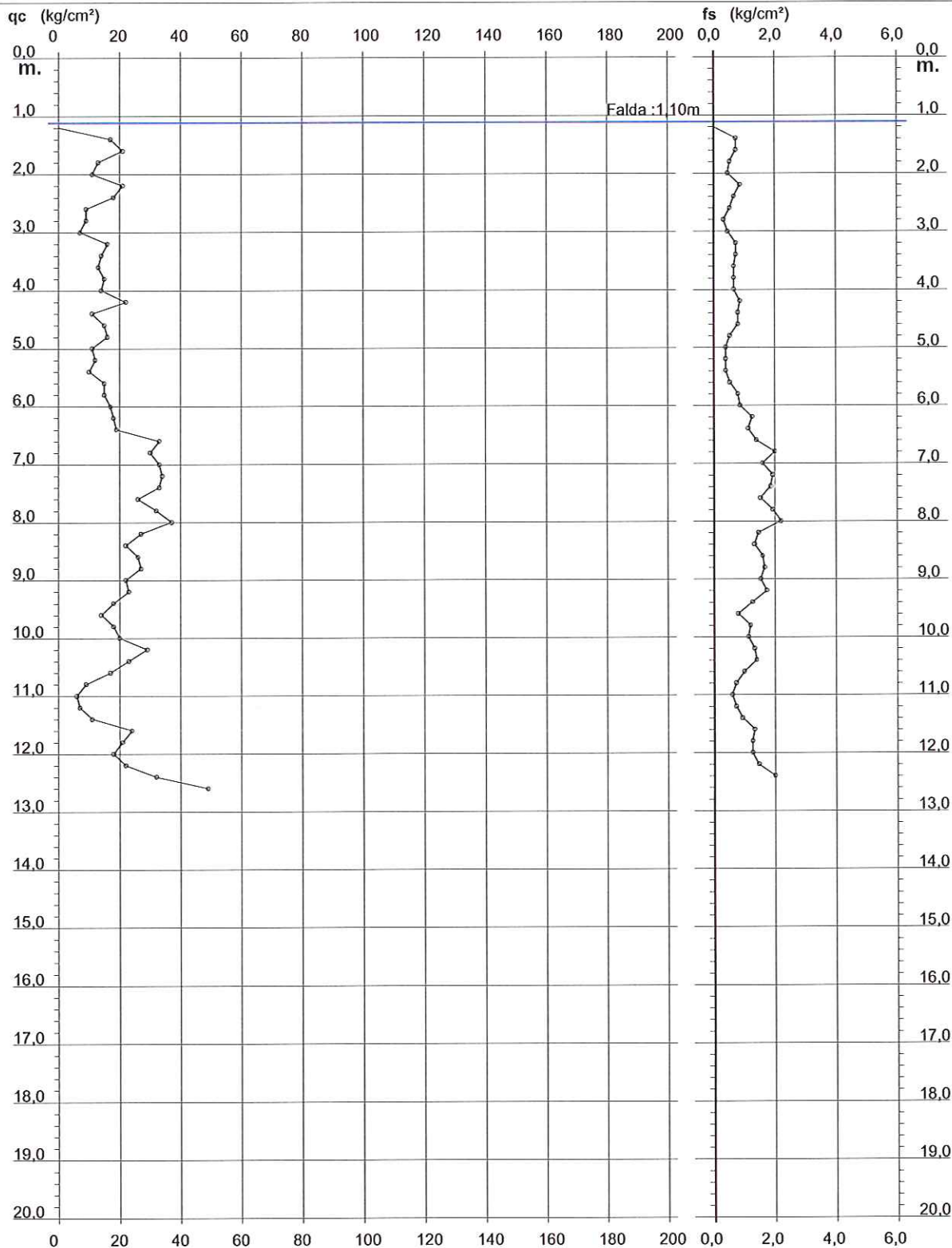
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -3,2m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,10 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



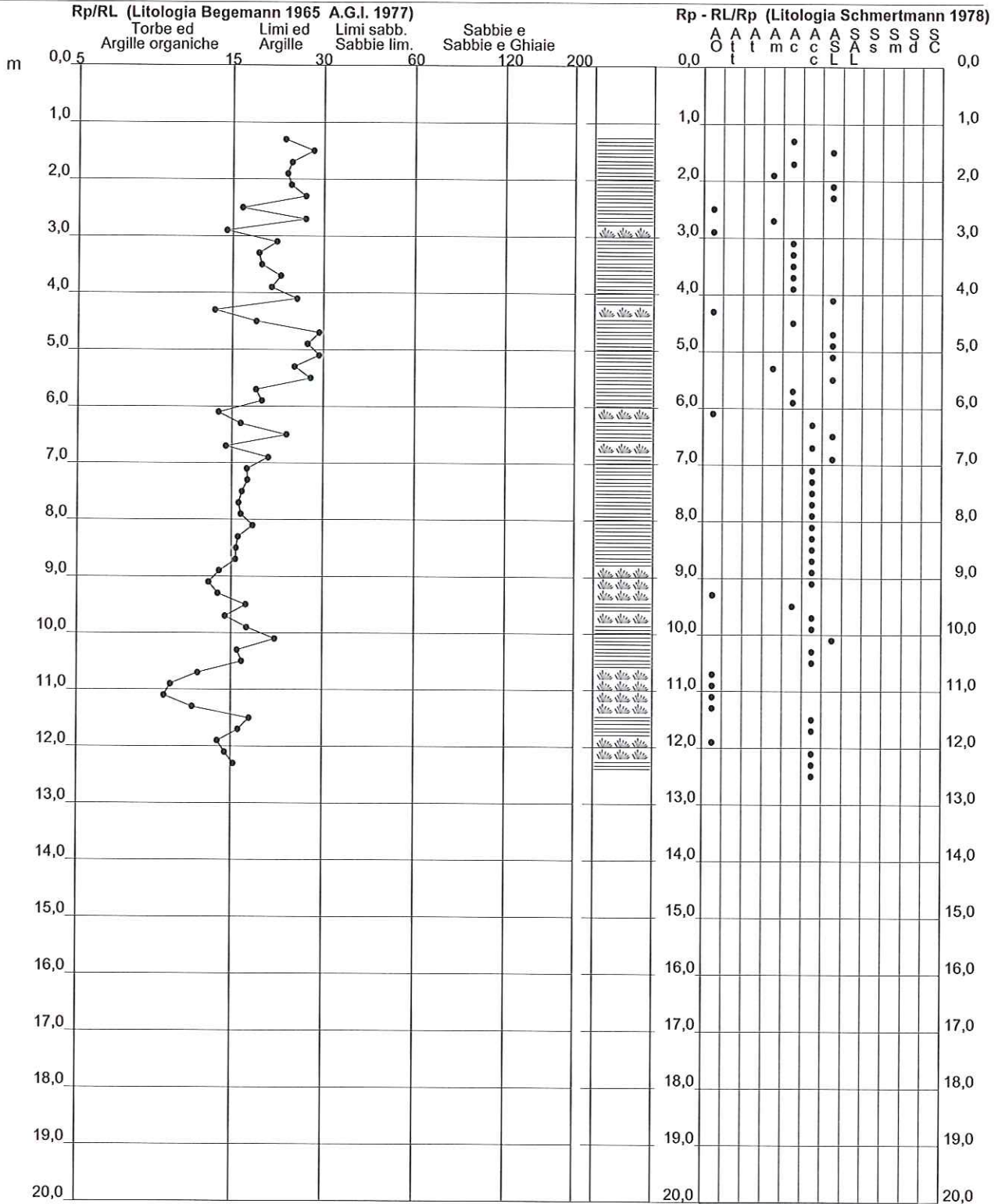
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -3,2m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,10 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -3,3m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,60 m da quota inizio
 - pagina : 1

| Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs | Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs |
|------------|---------------------|----------|--------------------|--------------------|-------|------------|---------------------|----------|--------------------|--------------------|-------|
| | punta | laterale | kg/cm ² | kg/cm ² | | | punta | laterale | kg/cm ² | kg/cm ² | |
| 0,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 10,20 | 11,0 | 22,0 | 11,0 | 0,67 | 16,0 |
| 0,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 10,40 | 13,0 | 23,0 | 13,0 | 0,73 | 18,0 |
| 0,60 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 10,60 | 13,0 | 24,0 | 13,0 | 1,13 | 11,0 |
| 0,80 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 10,80 | 22,0 | 39,0 | 22,0 | 1,53 | 14,0 |
| 1,00 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 11,00 | 23,0 | 46,0 | 23,0 | 1,67 | 14,0 |
| 1,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 11,20 | 19,0 | 44,0 | 19,0 | 1,33 | 14,0 |
| 1,40 | 8,0 | ---- | 8,0 | 0,47 | 17,0 | 11,40 | 13,0 | 33,0 | 13,0 | 0,73 | 18,0 |
| 1,60 | 9,0 | 16,0 | 9,0 | 0,67 | 13,0 | 11,60 | 10,0 | 21,0 | 10,0 | 0,40 | 25,0 |
| 1,80 | 10,0 | 20,0 | 10,0 | 0,87 | 12,0 | 11,80 | 9,0 | 15,0 | 9,0 | 0,47 | 19,0 |
| 2,00 | 19,0 | 32,0 | 19,0 | 1,13 | 17,0 | 12,00 | 14,0 | 21,0 | 14,0 | 0,67 | 21,0 |
| 2,20 | 22,0 | 39,0 | 22,0 | 1,33 | 16,0 | 12,20 | 23,0 | 33,0 | 23,0 | 1,07 | 22,0 |
| 2,40 | 14,0 | 34,0 | 14,0 | 1,13 | 12,0 | 12,40 | 19,0 | 35,0 | 19,0 | 1,00 | 19,0 |
| 2,60 | 11,0 | 28,0 | 11,0 | 0,53 | 21,0 | 12,60 | 27,0 | 42,0 | 27,0 | 2,20 | 12,0 |
| 2,80 | 21,0 | 29,0 | 21,0 | 0,93 | 22,0 | 12,80 | 29,0 | 62,0 | 29,0 | 1,20 | 24,0 |
| 3,00 | 19,0 | 33,0 | 19,0 | 1,20 | 16,0 | 13,00 | 34,0 | 52,0 | 34,0 | 2,13 | 16,0 |
| 3,20 | 13,0 | 31,0 | 13,0 | 0,67 | 19,0 | 13,20 | 20,0 | 52,0 | 20,0 | 1,20 | 17,0 |
| 3,40 | 9,0 | 19,0 | 9,0 | 0,47 | 19,0 | 13,40 | 26,0 | 44,0 | 26,0 | 1,47 | 18,0 |
| 3,60 | 9,0 | 16,0 | 9,0 | 0,67 | 13,0 | 13,60 | 38,0 | 60,0 | 38,0 | 2,13 | 18,0 |
| 3,80 | 11,0 | 21,0 | 11,0 | 0,80 | 14,0 | 13,80 | 33,0 | 65,0 | 33,0 | 3,47 | 10,0 |
| 4,00 | 16,0 | 28,0 | 16,0 | 1,13 | 14,0 | 14,00 | 44,0 | 96,0 | 44,0 | 1,27 | 35,0 |
| 4,20 | 11,0 | 28,0 | 11,0 | 0,80 | 14,0 | 14,20 | 41,0 | 60,0 | 41,0 | 2,53 | 16,0 |
| 4,40 | 27,0 | 39,0 | 27,0 | 0,87 | 31,0 | 14,40 | 120,0 | 158,0 | 120,0 | 3,73 | 32,0 |
| 4,60 | 12,0 | 25,0 | 12,0 | 0,93 | 13,0 | 14,60 | 200,0 | 256,0 | 200,0 | 4,33 | 46,0 |
| 4,80 | 22,0 | 36,0 | 22,0 | 1,53 | 14,0 | 14,80 | 244,0 | 309,0 | 244,0 | 4,40 | 55,0 |
| 5,00 | 15,0 | 38,0 | 15,0 | 0,87 | 17,0 | 15,00 | 170,0 | 236,0 | 170,0 | 2,60 | 65,0 |
| 5,20 | 19,0 | 32,0 | 19,0 | 1,20 | 16,0 | 15,20 | 177,0 | 216,0 | 177,0 | 2,87 | 62,0 |
| 5,40 | 12,0 | 30,0 | 12,0 | 0,53 | 22,0 | 15,40 | 143,0 | 186,0 | 143,0 | 3,60 | 40,0 |
| 5,60 | 14,0 | 22,0 | 14,0 | 0,80 | 17,0 | 15,60 | 112,0 | 166,0 | 112,0 | 3,20 | 35,0 |
| 5,80 | 14,0 | 26,0 | 14,0 | 1,13 | 12,0 | 15,80 | 26,0 | 74,0 | 26,0 | 1,73 | 15,0 |
| 6,00 | 15,0 | 32,0 | 15,0 | 0,93 | 16,0 | 16,00 | 12,0 | 38,0 | 12,0 | 0,67 | 18,0 |
| 6,20 | 13,0 | 27,0 | 13,0 | 0,87 | 15,0 | 16,20 | 17,0 | 27,0 | 17,0 | 0,93 | 18,0 |
| 6,40 | 13,0 | 26,0 | 13,0 | 1,07 | 12,0 | 16,40 | 16,0 | 30,0 | 16,0 | 1,60 | 10,0 |
| 6,60 | 16,0 | 32,0 | 16,0 | 1,13 | 14,0 | 16,60 | 22,0 | 46,0 | 22,0 | 1,00 | 22,0 |
| 6,80 | 18,0 | 35,0 | 18,0 | 1,53 | 12,0 | 16,80 | 66,0 | 81,0 | 66,0 | 2,53 | 26,0 |
| 7,00 | 24,0 | 47,0 | 24,0 | 1,53 | 16,0 | 17,00 | 41,0 | 79,0 | 41,0 | 1,80 | 23,0 |
| 7,20 | 26,0 | 49,0 | 26,0 | 1,87 | 14,0 | 17,20 | 22,0 | 49,0 | 22,0 | 0,73 | 30,0 |
| 7,40 | 19,0 | 47,0 | 19,0 | 1,40 | 14,0 | 17,40 | 73,0 | 84,0 | 73,0 | 1,93 | 38,0 |
| 7,60 | 23,0 | 44,0 | 23,0 | 1,73 | 13,0 | 17,60 | 34,0 | 63,0 | 34,0 | 1,93 | 18,0 |
| 7,80 | 23,0 | 49,0 | 23,0 | 1,80 | 13,0 | 17,80 | 14,0 | 43,0 | 14,0 | 0,67 | 21,0 |
| 8,00 | 24,0 | 51,0 | 24,0 | 1,67 | 14,0 | 18,00 | 16,0 | 26,0 | 16,0 | 0,67 | 24,0 |
| 8,20 | 19,0 | 44,0 | 19,0 | 1,47 | 13,0 | 18,20 | 16,0 | 26,0 | 16,0 | 0,87 | 18,0 |
| 8,40 | 26,0 | 48,0 | 26,0 | 1,80 | 14,0 | 18,40 | 12,0 | 25,0 | 12,0 | 0,33 | 36,0 |
| 8,60 | 30,0 | 57,0 | 30,0 | 2,07 | 15,0 | 18,60 | 45,0 | 50,0 | 45,0 | 1,13 | 40,0 |
| 8,80 | 23,0 | 54,0 | 23,0 | 1,73 | 13,0 | 18,80 | 15,0 | 32,0 | 15,0 | 0,87 | 17,0 |
| 9,00 | 17,0 | 43,0 | 17,0 | 1,33 | 13,0 | 19,00 | 20,0 | 33,0 | 20,0 | 0,93 | 21,0 |
| 9,20 | 22,0 | 42,0 | 22,0 | 1,27 | 17,0 | 19,20 | 19,0 | 33,0 | 19,0 | 1,00 | 19,0 |
| 9,40 | 21,0 | 40,0 | 21,0 | 1,33 | 16,0 | 19,40 | 19,0 | 34,0 | 19,0 | 1,20 | 16,0 |
| 9,60 | 19,0 | 39,0 | 19,0 | 1,13 | 17,0 | 19,60 | 21,0 | 39,0 | 21,0 | 1,27 | 17,0 |
| 9,80 | 15,0 | 32,0 | 15,0 | 0,87 | 17,0 | 19,80 | 19,0 | 38,0 | 19,0 | 1,27 | 15,0 |
| 10,00 | 12,0 | 25,0 | 12,0 | 0,73 | 16,0 | 20,00 | 21,0 | 40,0 | 21,0 | ----- | ----- |

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

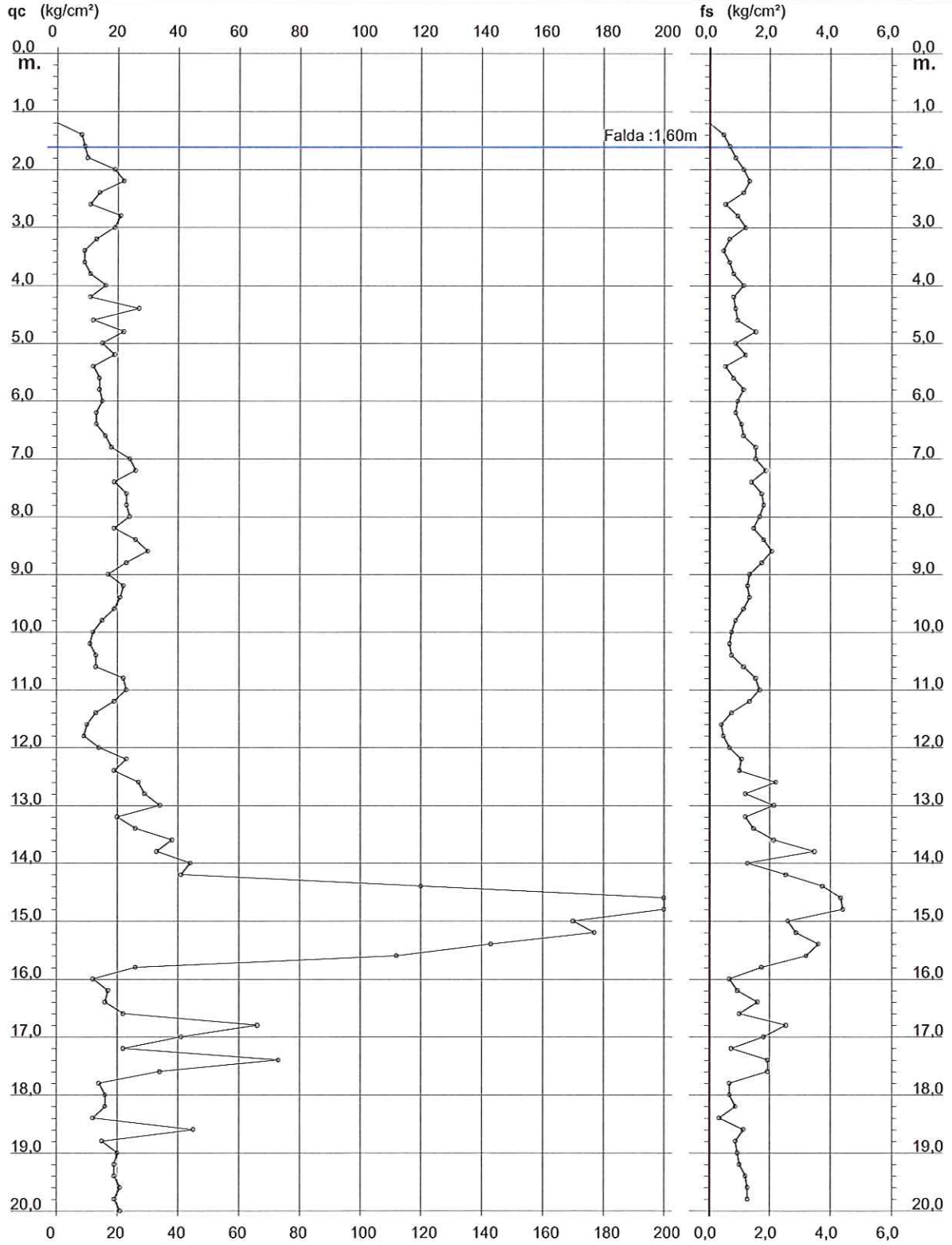
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
- lavoro : Ospedale Bentivoglio
- località : Bentivoglio (BO)
- note : foro chiuso a -3,3m da p.c.

- data : 25/02/2016
- quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



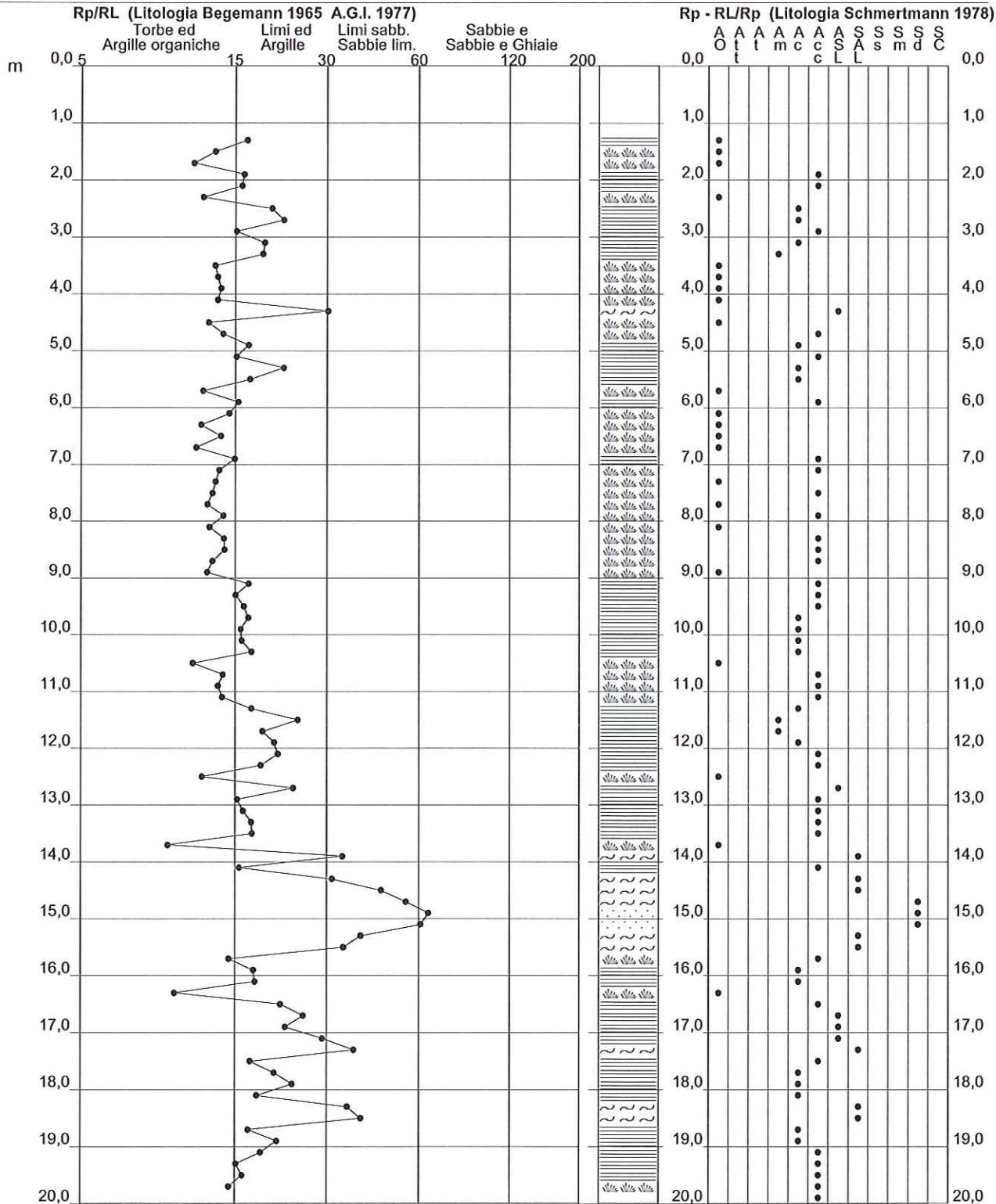
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -3,3m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,60 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -4,1m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,40 m da quota inizio
 - pagina : 1

| Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs | Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs |
|------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|
| | punta | laterale | kg/cm ² | | | | punta | laterale | kg/cm ² | | |
| 0,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,80 | 19,0 | 38,0 | 19,0 | 1,20 | 16,0 |
| 0,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,00 | 26,0 | 44,0 | 26,0 | 1,60 | 16,0 |
| 0,60 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,20 | 31,0 | 55,0 | 31,0 | 1,40 | 22,0 |
| 0,80 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,40 | 28,0 | 49,0 | 28,0 | 1,27 | 22,0 |
| 1,00 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,60 | 20,0 | 39,0 | 20,0 | 1,33 | 15,0 |
| 1,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 8,80 | 22,0 | 42,0 | 22,0 | 1,27 | 17,0 |
| 1,40 | 14,0 | ---- | 14,0 | 0,87 | 16,0 | 9,00 | 28,0 | 47,0 | 28,0 | 1,67 | 17,0 |
| 1,60 | 20,0 | 33,0 | 20,0 | 1,00 | 20,0 | 9,20 | 19,0 | 44,0 | 19,0 | 1,27 | 15,0 |
| 1,80 | 20,0 | 35,0 | 20,0 | 0,87 | 23,0 | 9,40 | 19,0 | 38,0 | 19,0 | 1,20 | 16,0 |
| 2,00 | 11,0 | 24,0 | 11,0 | 0,40 | 27,0 | 9,60 | 13,0 | 31,0 | 13,0 | 0,93 | 14,0 |
| 2,20 | 16,0 | 22,0 | 16,0 | 0,80 | 20,0 | 9,80 | 13,0 | 27,0 | 13,0 | 0,80 | 16,0 |
| 2,40 | 20,0 | 32,0 | 20,0 | 1,00 | 20,0 | 10,00 | 15,0 | 27,0 | 15,0 | 1,00 | 15,0 |
| 2,60 | 17,0 | 32,0 | 17,0 | 0,87 | 20,0 | 10,20 | 19,0 | 34,0 | 19,0 | 1,20 | 16,0 |
| 2,80 | 9,0 | 22,0 | 9,0 | 0,60 | 15,0 | 10,40 | 22,0 | 40,0 | 22,0 | 1,53 | 14,0 |
| 3,00 | 7,0 | 16,0 | 7,0 | 0,40 | 17,0 | 10,60 | 22,0 | 45,0 | 22,0 | 1,53 | 14,0 |
| 3,20 | 16,0 | 22,0 | 16,0 | 0,67 | 24,0 | 10,80 | 18,0 | 41,0 | 18,0 | 1,33 | 13,0 |
| 3,40 | 11,0 | 21,0 | 11,0 | 0,53 | 21,0 | 11,00 | 11,0 | 31,0 | 11,0 | 1,13 | 10,0 |
| 3,60 | 16,0 | 24,0 | 16,0 | 0,87 | 18,0 | 11,20 | 14,0 | 31,0 | 14,0 | 0,73 | 19,0 |
| 3,80 | 10,0 | 23,0 | 10,0 | 0,67 | 15,0 | 11,40 | 23,0 | 34,0 | 23,0 | 0,80 | 29,0 |
| 4,00 | 10,0 | 20,0 | 10,0 | 0,60 | 17,0 | 11,60 | 10,0 | 22,0 | 10,0 | 0,67 | 15,0 |
| 4,20 | 11,0 | 20,0 | 11,0 | 0,80 | 14,0 | 11,80 | 14,0 | 24,0 | 14,0 | 0,73 | 19,0 |
| 4,40 | 9,0 | 21,0 | 9,0 | 0,60 | 15,0 | 12,00 | 18,0 | 29,0 | 18,0 | 1,20 | 15,0 |
| 4,60 | 14,0 | 23,0 | 14,0 | 1,27 | 11,0 | 12,20 | 22,0 | 40,0 | 22,0 | 1,33 | 16,0 |
| 4,80 | 23,0 | 42,0 | 23,0 | 0,87 | 27,0 | 12,40 | 23,0 | 43,0 | 23,0 | 1,40 | 16,0 |
| 5,00 | 34,0 | 47,0 | 34,0 | 1,00 | 34,0 | 12,60 | 28,0 | 49,0 | 28,0 | 1,47 | 19,0 |
| 5,20 | 36,0 | 51,0 | 36,0 | 0,93 | 39,0 | 12,80 | 24,0 | 46,0 | 24,0 | 1,20 | 20,0 |
| 5,40 | 22,0 | 36,0 | 22,0 | 1,20 | 18,0 | 13,00 | 29,0 | 47,0 | 29,0 | 3,67 | 8,0 |
| 5,60 | 16,0 | 34,0 | 16,0 | 1,00 | 16,0 | 13,20 | 45,0 | 100,0 | 45,0 | 1,47 | 31,0 |
| 5,80 | 16,0 | 31,0 | 16,0 | 1,00 | 16,0 | 13,40 | 175,0 | 197,0 | 175,0 | 3,93 | 44,0 |
| 6,00 | 17,0 | 32,0 | 17,0 | 1,13 | 15,0 | 13,60 | 188,0 | 247,0 | 188,0 | 5,27 | 36,0 |
| 6,20 | 16,0 | 33,0 | 16,0 | 1,13 | 14,0 | 13,80 | 136,0 | 215,0 | 136,0 | 4,00 | 34,0 |
| 6,40 | 17,0 | 34,0 | 17,0 | 1,07 | 16,0 | 14,00 | 176,0 | 236,0 | 176,0 | 4,20 | 42,0 |
| 6,60 | 16,0 | 32,0 | 16,0 | 1,07 | 15,0 | 14,20 | 147,0 | 210,0 | 147,0 | 5,27 | 28,0 |
| 6,80 | 27,0 | 43,0 | 27,0 | 1,47 | 18,0 | 14,40 | 165,0 | 244,0 | 165,0 | 4,40 | 37,0 |
| 7,00 | 23,0 | 45,0 | 23,0 | 1,33 | 17,0 | 14,60 | 168,0 | 234,0 | 168,0 | 4,20 | 40,0 |
| 7,20 | 26,0 | 46,0 | 26,0 | 1,53 | 17,0 | 14,80 | 257,0 | 320,0 | 257,0 | 3,47 | 74,0 |
| 7,40 | 23,0 | 46,0 | 23,0 | 1,33 | 17,0 | 15,00 | 200,0 | 252,0 | 200,0 | ----- | ---- |
| 7,60 | 19,0 | 39,0 | 19,0 | 1,27 | 15,0 | | | | | | |

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35,7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

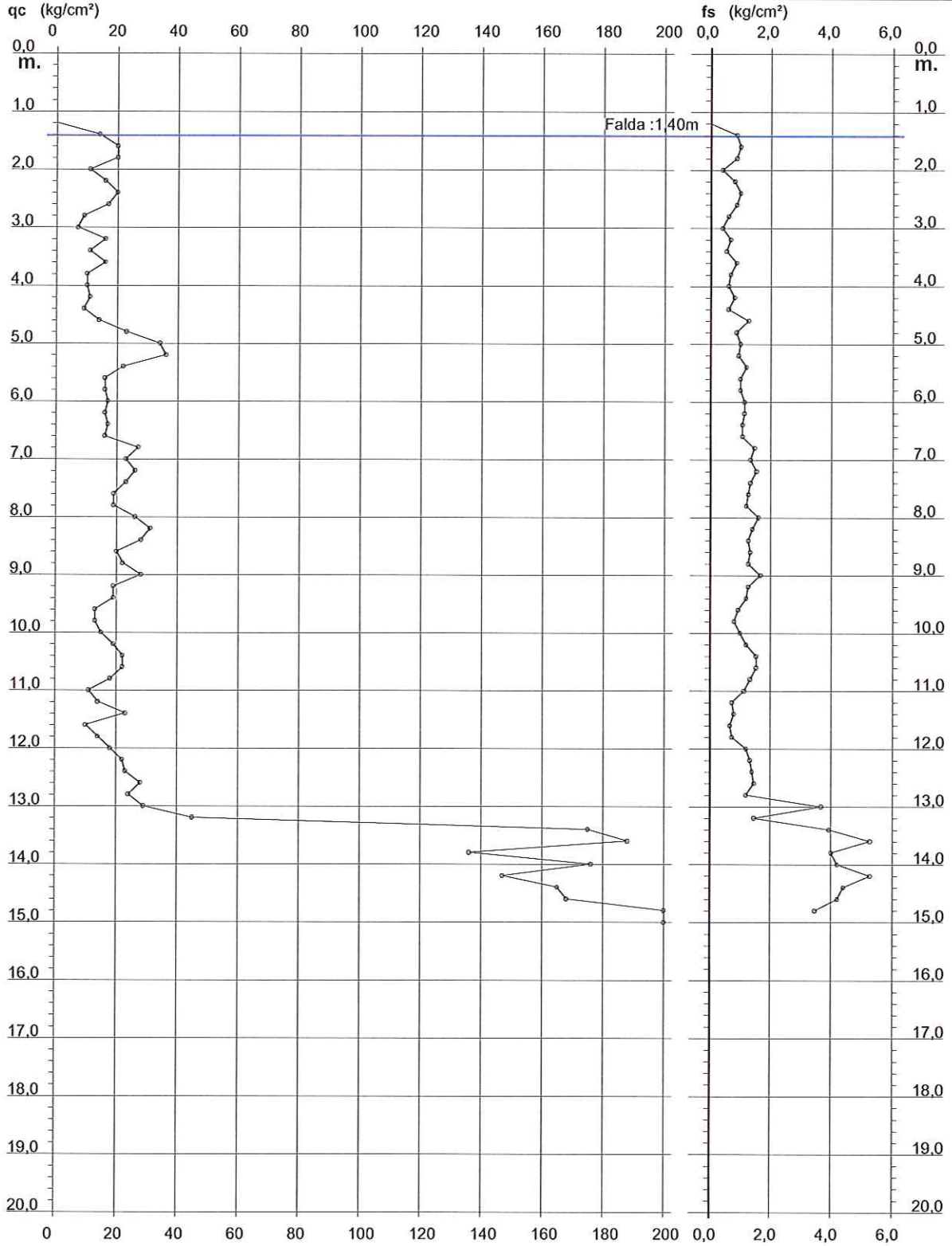
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
- lavoro : Ospedale Bentivoglio
- località : Bentivoglio (BO)
- note : foro chiuso a -4,1m da p.c.

- data : 25/02/2016
- quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
- prof. falda : 1,40 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



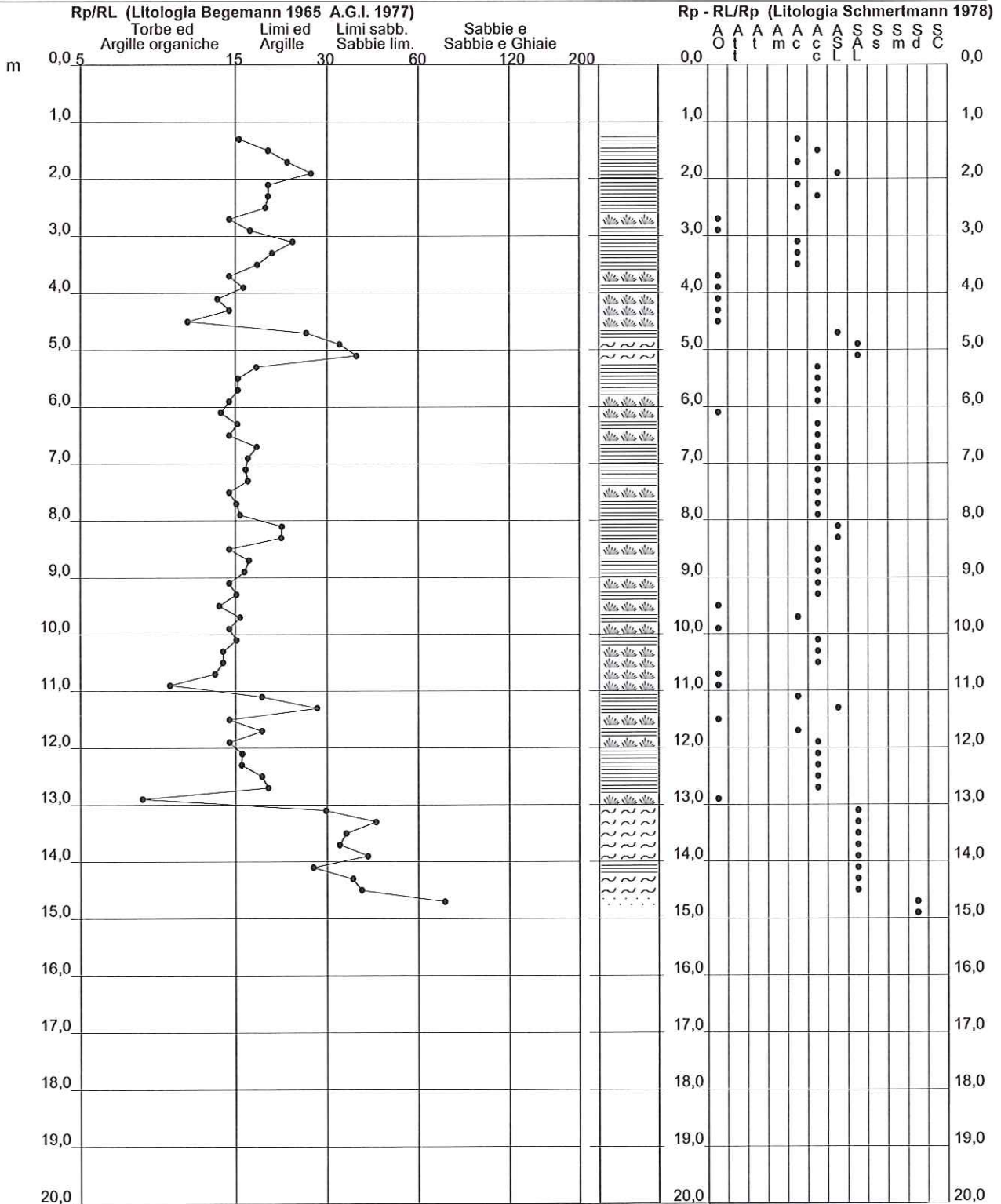
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 5

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -4,1m da p.c.

- data : 25/02/2016
 - quota inizio : -1,20 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,40 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 6

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -9,3m da p.c.

- data : 26/02/2016
 - quota inizio : -1,60 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,40 m da quota inizio
 - pagina : 1

| Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs | Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs |
|---------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|---------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|
| | punta | laterale | kg/cm ² | | | | punta | laterale | kg/cm ² | | |
| 0,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 6,60 | 16,0 | 28,0 | 16,0 | 1,20 | 13,0 |
| 0,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 6,80 | 14,0 | 32,0 | 14,0 | 0,80 | 17,0 |
| 0,60 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,00 | 23,0 | 35,0 | 23,0 | 1,13 | 20,0 |
| 0,80 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,20 | 18,0 | 35,0 | 18,0 | 1,27 | 14,0 |
| 1,00 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,40 | 24,0 | 43,0 | 24,0 | 1,40 | 17,0 |
| 1,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,60 | 26,0 | 47,0 | 26,0 | 1,80 | 14,0 |
| 1,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,80 | 27,0 | 54,0 | 27,0 | 1,73 | 16,0 |
| 1,60 | ---- | ---- | -- | 0,73 | ---- | 8,00 | 27,0 | 53,0 | 27,0 | 1,60 | 17,0 |
| 1,80 | 15,0 | 26,0 | 15,0 | 0,87 | 17,0 | 8,20 | 26,0 | 50,0 | 26,0 | 1,60 | 16,0 |
| 2,00 | 16,0 | 29,0 | 16,0 | 0,80 | 20,0 | 8,40 | 30,0 | 54,0 | 30,0 | 1,87 | 16,0 |
| 2,20 | 16,0 | 28,0 | 16,0 | 0,73 | 22,0 | 8,60 | 26,0 | 54,0 | 26,0 | 1,60 | 16,0 |
| 2,40 | 18,0 | 29,0 | 18,0 | 1,13 | 16,0 | 8,80 | 24,0 | 48,0 | 24,0 | 1,80 | 13,0 |
| 2,60 | 14,0 | 31,0 | 14,0 | 0,67 | 21,0 | 9,00 | 24,0 | 51,0 | 24,0 | 1,47 | 16,0 |
| 2,80 | 9,0 | 19,0 | 9,0 | 0,53 | 17,0 | 9,20 | 24,0 | 46,0 | 24,0 | 1,60 | 15,0 |
| 3,00 | 5,0 | 13,0 | 5,0 | 0,27 | 19,0 | 9,40 | 21,0 | 45,0 | 21,0 | 1,40 | 15,0 |
| 3,20 | 10,0 | 14,0 | 10,0 | 0,80 | 12,0 | 9,60 | 16,0 | 37,0 | 16,0 | 1,07 | 15,0 |
| 3,40 | 5,0 | 17,0 | 5,0 | 0,40 | 12,0 | 9,80 | 13,0 | 29,0 | 13,0 | 1,00 | 13,0 |
| 3,60 | 6,0 | 12,0 | 6,0 | 0,47 | 13,0 | 10,00 | 17,0 | 32,0 | 17,0 | 1,20 | 14,0 |
| 3,80 | 6,0 | 13,0 | 6,0 | 0,40 | 15,0 | 10,20 | 16,0 | 34,0 | 16,0 | 1,07 | 15,0 |
| 4,00 | 7,0 | 13,0 | 7,0 | 0,53 | 13,0 | 10,40 | 18,0 | 34,0 | 18,0 | 1,40 | 13,0 |
| 4,20 | 13,0 | 21,0 | 13,0 | 0,93 | 14,0 | 10,60 | 22,0 | 43,0 | 22,0 | 1,60 | 14,0 |
| 4,40 | 12,0 | 26,0 | 12,0 | 0,27 | 45,0 | 10,80 | 26,0 | 50,0 | 26,0 | 1,67 | 16,0 |
| 4,60 | 14,0 | 18,0 | 14,0 | 0,60 | 23,0 | 11,00 | 26,0 | 51,0 | 26,0 | 1,60 | 16,0 |
| 4,80 | 7,0 | 16,0 | 7,0 | 0,47 | 15,0 | 11,20 | 20,0 | 44,0 | 20,0 | 1,27 | 16,0 |
| 5,00 | 9,0 | 16,0 | 9,0 | 0,47 | 19,0 | 11,40 | 14,0 | 33,0 | 14,0 | 0,80 | 17,0 |
| 5,20 | 13,0 | 20,0 | 13,0 | 0,80 | 16,0 | 11,60 | 9,0 | 21,0 | 9,0 | 0,60 | 15,0 |
| 5,40 | 13,0 | 25,0 | 13,0 | 0,73 | 18,0 | 11,80 | 10,0 | 19,0 | 10,0 | 0,67 | 15,0 |
| 5,60 | 21,0 | 32,0 | 21,0 | 1,33 | 16,0 | 12,00 | 9,0 | 19,0 | 9,0 | 0,73 | 12,0 |
| 5,80 | 10,0 | 30,0 | 10,0 | 0,67 | 15,0 | 12,20 | 12,0 | 23,0 | 12,0 | 1,13 | 11,0 |
| 6,00 | 14,0 | 24,0 | 14,0 | 0,67 | 21,0 | 12,40 | 15,0 | 32,0 | 15,0 | 0,87 | 17,0 |
| 6,20 | 14,0 | 24,0 | 14,0 | 0,87 | 16,0 | 12,60 | 21,0 | 34,0 | 21,0 | ----- | ---- |
| 6,40 | 13,0 | 26,0 | 13,0 | 0,80 | 16,0 | | | | | | |

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

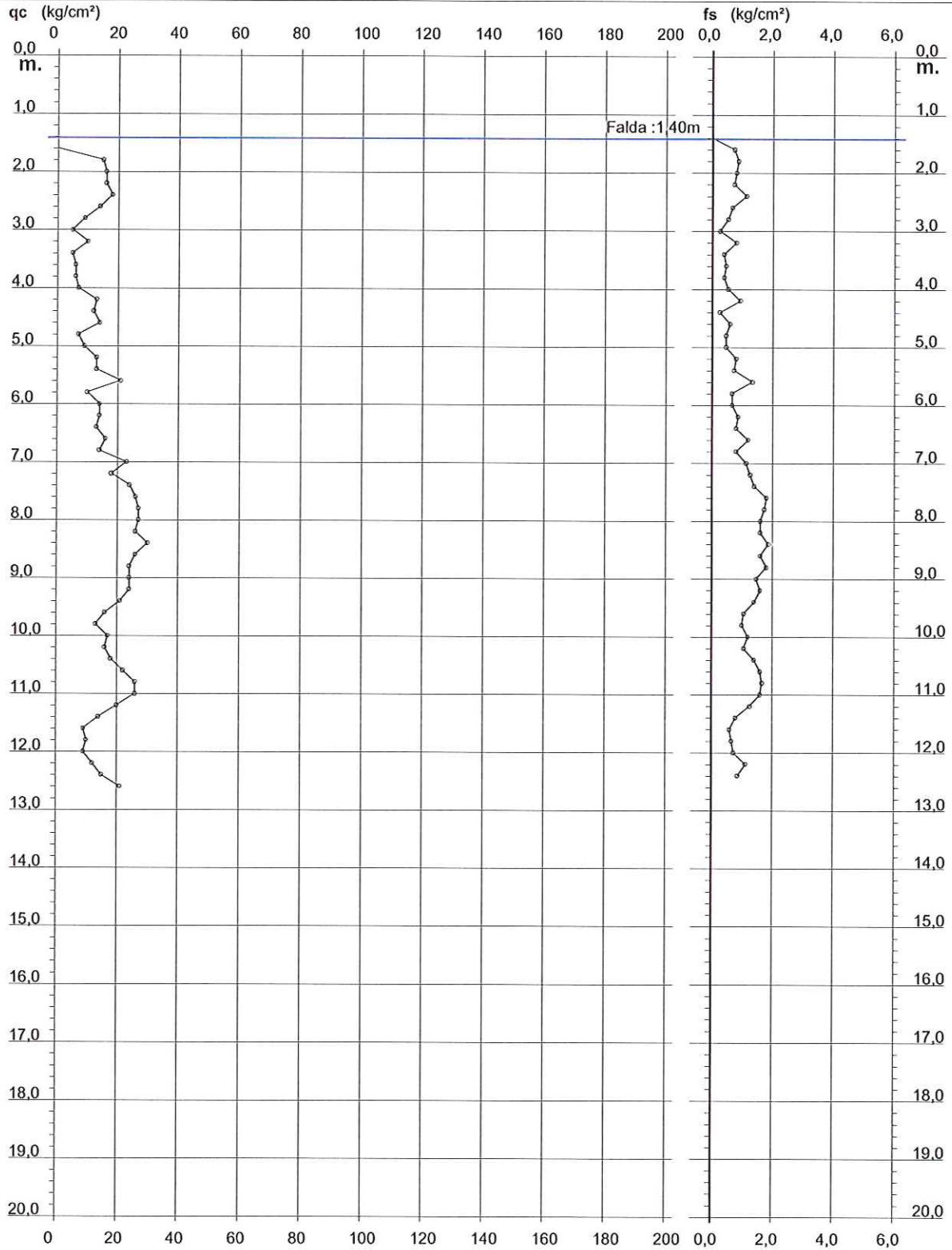
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -9,3m da p.c.

- data : 26/02/2016
 - quota inizio : -1,60 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,40 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 7

2.01PG05-101

- committente : dott. R. Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -2,0m da p.c.

- data : 26/02/2016
 - quota inizio : -1,40 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,60 m da quota inizio
 - pagina : 1

| Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs | Prof. m | Letture di campagna | | qc | fs | qc/fs |
|-------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|--------------|---------------------|----------|--------------------|-------|-------|
| | punta | laterale | kg/cm ² | | | | punta | laterale | kg/cm ² | | |
| 0,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 6,60 | 11,0 | 21,0 | 11,0 | 0,67 | 16,0 |
| 0,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 6,80 | 14,0 | 24,0 | 14,0 | 0,80 | 17,0 |
| 0,60 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,00 | 14,0 | 26,0 | 14,0 | 0,80 | 17,0 |
| 0,80 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,20 | 19,0 | 31,0 | 19,0 | 1,00 | 19,0 |
| 1,00 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,40 | 18,0 | 33,0 | 18,0 | 1,13 | 16,0 |
| 1,20 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,60 | 21,0 | 38,0 | 21,0 | 1,13 | 19,0 |
| 1,40 | ---- | ---- | -- | ----- | ---- | 7,80 | 31,0 | 48,0 | 31,0 | 1,47 | 21,0 |
| 1,60 | 9,0 | ---- | 9,0 | 0,40 | 22,0 | 8,00 | 23,0 | 45,0 | 23,0 | 1,33 | 17,0 |
| 1,80 | 16,0 | 22,0 | 16,0 | 0,87 | 18,0 | 8,20 | 30,0 | 50,0 | 30,0 | 1,53 | 20,0 |
| 2,00 | 18,0 | 31,0 | 18,0 | 0,93 | 19,0 | 8,40 | 28,0 | 51,0 | 28,0 | 1,27 | 22,0 |
| 2,20 | 20,0 | 34,0 | 20,0 | 0,93 | 21,0 | 8,60 | 33,0 | 52,0 | 33,0 | 1,40 | 24,0 |
| 2,40 | 19,0 | 33,0 | 19,0 | 1,20 | 16,0 | 8,80 | 27,0 | 48,0 | 27,0 | 1,53 | 18,0 |
| 2,60 | 24,0 | 42,0 | 24,0 | 1,07 | 22,0 | 9,00 | 30,0 | 53,0 | 30,0 | 1,47 | 20,0 |
| 2,80 | 17,0 | 33,0 | 17,0 | 0,93 | 18,0 | 9,20 | 30,0 | 52,0 | 30,0 | 1,40 | 21,0 |
| 3,00 | 8,0 | 22,0 | 8,0 | 0,60 | 13,0 | 9,40 | 24,0 | 45,0 | 24,0 | 1,47 | 16,0 |
| 3,20 | 15,0 | 24,0 | 15,0 | 0,67 | 22,0 | 9,60 | 26,0 | 48,0 | 26,0 | 1,47 | 18,0 |
| 3,40 | 15,0 | 25,0 | 15,0 | 0,87 | 17,0 | 9,80 | 31,0 | 53,0 | 31,0 | 1,53 | 20,0 |
| 3,60 | 9,0 | 22,0 | 9,0 | 0,80 | 11,0 | 10,00 | 27,0 | 50,0 | 27,0 | 1,20 | 22,0 |
| 3,80 | 10,0 | 22,0 | 10,0 | 0,47 | 21,0 | 10,20 | 24,0 | 42,0 | 24,0 | 1,13 | 21,0 |
| 4,00 | 11,0 | 18,0 | 11,0 | 0,47 | 24,0 | 10,40 | 17,0 | 34,0 | 17,0 | 0,80 | 21,0 |
| 4,20 | 11,0 | 18,0 | 11,0 | 0,53 | 21,0 | 10,60 | 16,0 | 28,0 | 16,0 | 0,80 | 20,0 |
| 4,40 | 15,0 | 23,0 | 15,0 | 0,73 | 20,0 | 10,80 | 16,0 | 28,0 | 16,0 | 0,93 | 17,0 |
| 4,60 | 14,0 | 25,0 | 14,0 | 0,87 | 16,0 | 11,00 | 15,0 | 29,0 | 15,0 | 0,87 | 17,0 |
| 4,80 | 13,0 | 26,0 | 13,0 | 0,40 | 32,0 | 11,20 | 21,0 | 34,0 | 21,0 | 1,13 | 19,0 |
| 5,00 | 14,0 | 20,0 | 14,0 | 0,87 | 16,0 | 11,40 | 26,0 | 43,0 | 26,0 | 1,67 | 16,0 |
| 5,20 | 16,0 | 29,0 | 16,0 | 1,07 | 15,0 | 11,60 | 29,0 | 54,0 | 29,0 | 1,73 | 17,0 |
| 5,40 | 18,0 | 34,0 | 18,0 | 0,80 | 22,0 | 11,80 | 24,0 | 50,0 | 24,0 | 1,27 | 19,0 |
| 5,60 | 14,0 | 26,0 | 14,0 | 1,07 | 13,0 | 12,00 | 19,0 | 38,0 | 19,0 | 1,07 | 18,0 |
| 5,80 | 15,0 | 31,0 | 15,0 | 0,87 | 17,0 | 12,20 | 11,0 | 27,0 | 11,0 | 0,60 | 18,0 |
| 6,00 | 20,0 | 33,0 | 20,0 | 0,73 | 27,0 | 12,40 | 11,0 | 20,0 | 11,0 | 0,73 | 15,0 |
| 6,20 | 13,0 | 24,0 | 13,0 | 0,53 | 24,0 | 12,60 | 12,0 | 23,0 | 12,0 | ----- | ---- |
| 6,40 | 12,0 | 20,0 | 12,0 | 0,67 | 18,0 | | | | | | |

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
 - punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
 - manicotto laterale (superficie 150 cm²)

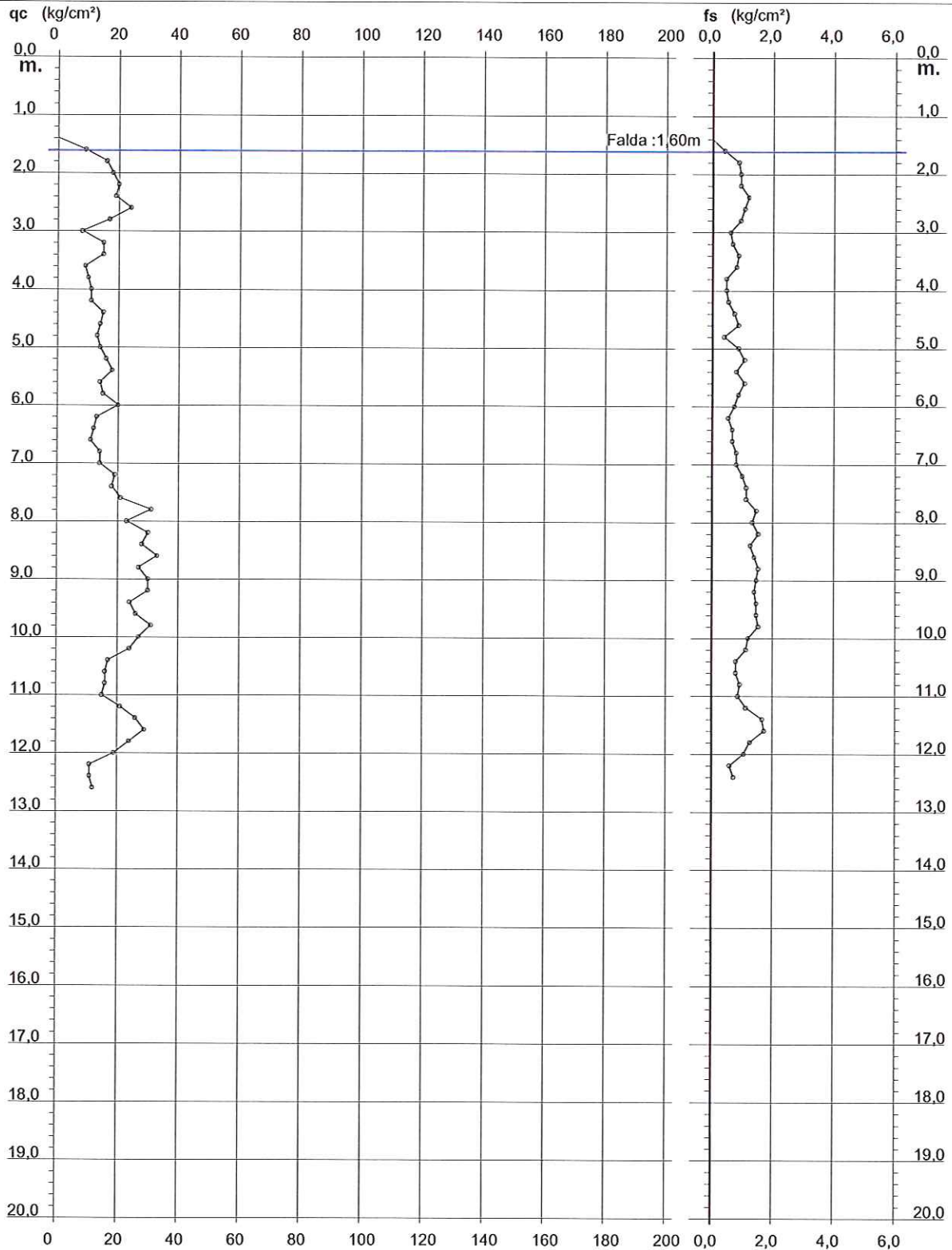
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 7

2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -2,0m da p.c.

- data : 26/02/2016
 - quota inizio : -1,40 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,60 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



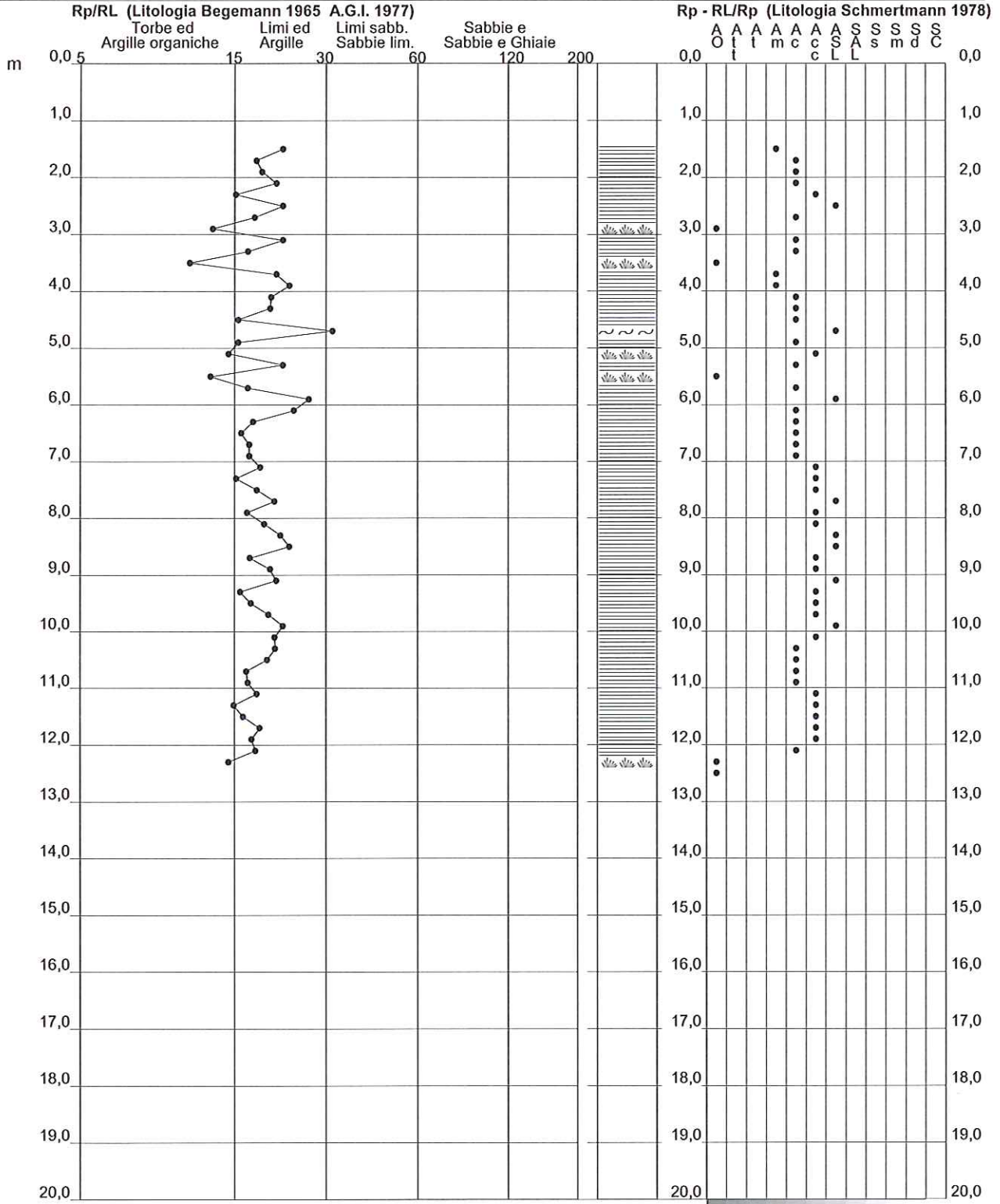
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 7

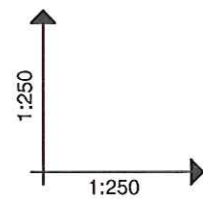
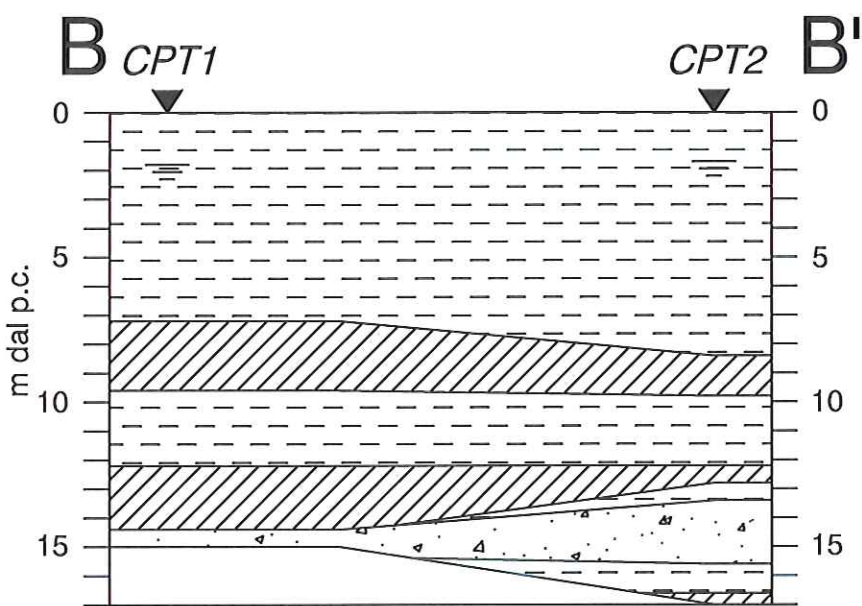
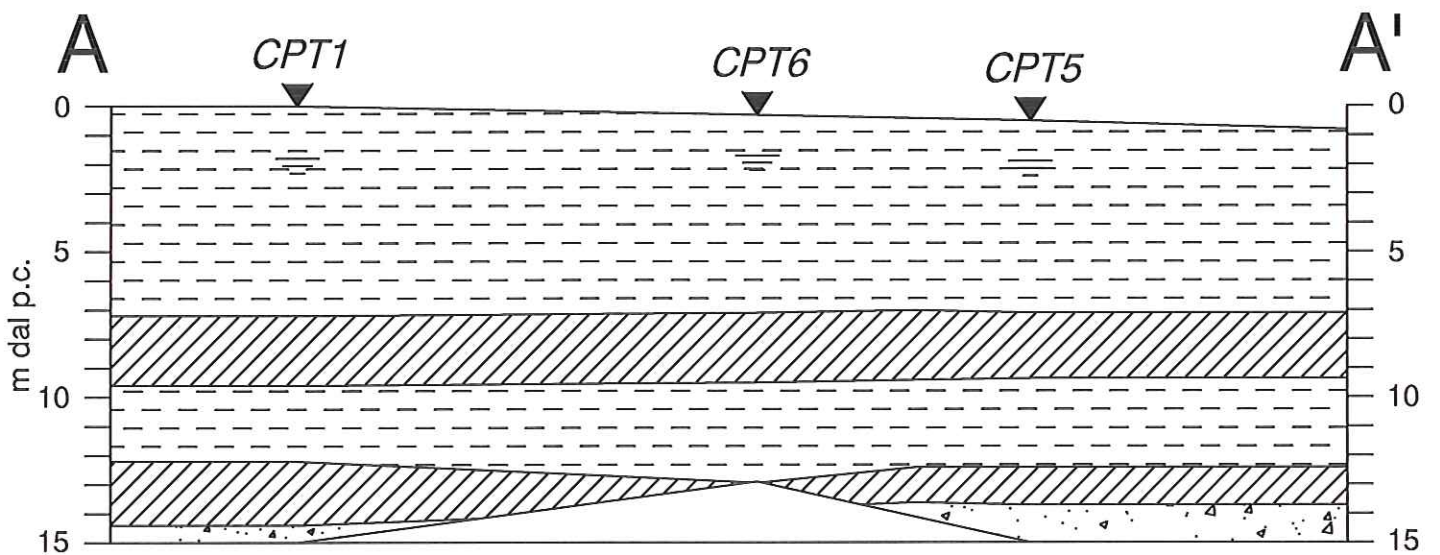
2.01PG05-101

- committente : dott. R.Degli Esposti
 - lavoro : Ospedale Bentivoglio
 - località : Bentivoglio (BO)
 - note : foro chiuso a -2,0m da p.c.

- data : 26/02/2016
 - quota inizio : -1,40 m da quota p.c.
 - prof. falda : 1,60 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



All. 5
Sezioni geologiche
Scala 1: 250



≡≡≡ Livello falda idrica

A Limi ed argille con consistenza medio - scarsa

B Limi ed argille con consistenza media

C Sabbie

