

AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'

OPERE DI ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA ANTINCENDIO E MESSA IN SICUREZZA E MIGLIORAMENTO SISMICO DEI LABORATORI DI INGEGNERIA VIA U. TERRACINI 24/26 e 34 BOLOGNA

PROPRIETA' EDIFICIO
UNIBO

CODICE EDIFICIO N.
431

CODICE PROGETTO N.

TICKET N.
17688

DIRIGENTE AREA EDILIZIA E SOSTENIBILITA'
ing. ANDREA BRASCHI

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
arch. MARIA PANDOLFO

DIRETTORE DEI LAVORI

PROFESSIONISTI INCARICATI

PROGETTO ARCHITETTONICO

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

PROGETTO OPERE STRUTTURALI

ing. ANDREA BRIGHENTI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA
IN FASE DI PROGETTAZIONE

geom. DINA UCCELLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA
IN FASE DI ESECUZIONE

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE:

FATTIBILITA'
TECNICA
ECONOMICA

DEFINITIVO

ESECUTIVO

AS-BUILT

OGGETTO DOCUMENTO

INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

SCALA

DATA 04/08/2020

REV.

DATA

N° PROGRESSIVO ELENCO ELABORATI

TAVOLA N°

DG_02-INDGEO

REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di Bologna

Relazione geologica con interpretazione delle indagini
geotecniche relative ad interventi di miglioramento sismico di
una porzione del Plesso Universitario Terracini

MODELLO GEOLOGICO

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Settembre 2017	Dott. Geol. Paolo Dal Pian	Dott. Geol. Stefano Maggi	Emissione
N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione	

Committente:

ALMA MATER STUDIORUM



Redatto da:



Collaboratori:

dr. geol. Paolo Dal Pian



Paolo Dal Pian



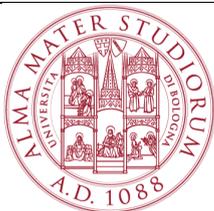
MOD PROD14 REV00

Codice Committente: N. Ordine 1232 del 25/07/2017

Codice interno: 17.141

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378

e-mail: info@geoteasrl.it



SOMMARIO

TESTO RELAZIONE

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	pag.4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	pag.5
3.	PREMESSE _____	pag.6
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO _____	pag.7
5.	SUBSIDENZA _____	pag.12
6.	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO-IDRAULICO ED ESONDABILITÀ _____	pag.15
7.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO _____	pag.18
7.1.	RICERCHE BIBLIOGRAFICHE _____	pag.18
7.2.	MIONITORAGGIO PIEZOMETRICO _____	pag.22
8.	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI _____	pag.27
8.1.	GENERALITÀ DELLE INDAGINI GEOTECNICHE _____	pag.27
8.2.	QUOTE DEL PIANO CAMPAGNA DELLE INDAGINI IN SITO _____	pag.27
8.3.	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE MECCANICHE CPT _____	pag.28
8.4.	TRATTAMENTO STATISTICO DEI PARAMETRI GEOTECNICI _____	pag.31
8.5.	PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO Xd _____	pag.35
8.6.	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA ELETTRICA, PIEZOCONO E CONO SISMICO SCPTU _____	pag.36
8.7.	PRELIEVO CAMPIONI DI TERRENO IN SCPTU1-2-3 _____	pag.43
8.8.	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO _____	pag.46
8.9.	PROVE PENETROMETRICHE STANDARD PENETRATION TEST - S.P.T. _____	pag.47
8.10.	ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO _____	pag.50
8.11.	PARAMETRI GEOTECNICI DELLE LENTI ARGILLOSE ALL'INTERNO DEI DEPOSITI GHIAIOSI _____	pag.54
8.12.	MODELLI GEOTECNICI _____	pag.55
9.	INQUADRAMENTO SISMICO _____	pag.56
9.1.	NORMATIVA _____	pag.56
9.2.	STORIA SISMICA DI BOLOGNA _____	pag.56
9.3.	LIQUEFAZIONE _____	pag.66

ALLEGATI

ESTRATTO NUOVA CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE 25000 EDIZIONE 2014 SEZIONI 220NE - 220SE - 221NE - 221SE _____	fig.1
ESTRATTO CARTA TECNICA DBTR2013 220082 _____	fig.2
ESTRATTO DELLA "CARTA GEOMORFOLOGICA DEL TERRITORIO DI PIANURA DEL COMUNE DI BOLOGNA" DI A. BERGONZONI E C. ELMI - 2000 _____	fig.3



ESTRATTO DELLA CARTA GEOLOGICA DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SEZIONI 220080-220120-221050-221090 _____ fig.4
 SEZIONE GEOLOGICA N.46 DEL SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA _____ fig.5
 PLANIMETRIA INDAGINI GEOTECNICHE ED ISOBATE DEL DEPOSITO GHIAIOSO _____ fig.6

- TABELLE E GRAFICI DELLE PENETROMETRIE STATICHE MECCANICHE PREGRESSE CPT1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13
- RIELABORAZIONE DELLE TABELLE DELLE PENETROMETRIE STATICHE MECCANICHE PREGRESSE CPT1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13 CON DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI, CARATTERISTICI E DI PROGETTO
- RIELABORAZIONE DEI GRAFICI DELLE PENETROMETRIE STATICHE MECCANICHE PREGRESSE CPT1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13
- GRAFICI DELLA PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA, PIEZOCONO E CONO SISMICO SCPTU2
- STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI S.1-2-3-4-5 220080P4135
- STRATIGRAFIA DEL POZZO 220080P761
- PROVE ED ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO
- SEZIONI STRATIGRAFICHE X-X' E Y-Y'
- MODELLI GEOTECNICI:
 - Laboratorio di Ingegneria Meccanica del DIN,
 - Laboratorio di Ingegneria Strutturale e Geotecnica LISG del DICAM,
 - Laboratorio di Ingegneria Idraulica LIDR del DICAM,
 - Laboratorio di Geingegneria e Risorse Naturali LAGIRN del DICAM,
 - Laboratorio di Ingegneria Chimica LABIC del DICAM,
 - Laboratorio di Fisica Tecnica del DIN ed Aule TA11 e TA12,
 del Plesso Universitario Terracini dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

	<p align="center">MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna</p>	 
--	--	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno *17.141_MODELLO GEOLOGICO_rev. n° 00*, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

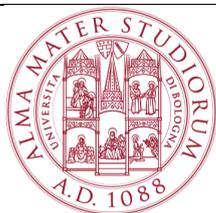
Dott. Geol. Stefano Maggi

Redazione del documento.

Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Paolo Dal Pian e dal Dott. Geol. Stefano Maggi in data 25/09/2017.

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n. 69 pagine di testo.



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni/

DGR 2193/2015 Regione Emilia-Romagna

Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, n. 112.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "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";

Decreto Ministeriale 11 Marzo 1988

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

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

3. PREMESSE

La presente relazione geologica con interpretazione delle indagini geotecniche è stata commissionata dall'ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA ed è relativa ad interventi di miglioramento sismico di una porzione del Plesso Universitario Terracini:

- Laboratorio di Ingegneria Meccanica del DIN,
- Laboratorio di Ingegneria Strutturale e Geotecnica LISG del DICAM,
- Laboratorio di Ingegneria Idraulica LIDR del DICAM,
- Laboratorio di Geingegneria e Risorse Naturali LAGIRN del DICAM,
- Laboratorio di Ingegneria Chimica LABIC del DICAM,
- Laboratorio di Fisica Tecnica del DIN,
- Aule TA11 e TA12,

dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

Il Plesso Universitario Terracini è sito in via Terracini, 28 in Comune di Bologna, vedi fig.1-2 in allegato.

La planimetria generale del Plesso Universitario Terracini con evidenziati i fabbricati soggetti ad interventi di miglioramento sismico è riportata in fig.6.

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Il Plesso Terracini è posto nell'area urbana Nordovest di Bologna, alla quota di 40m s.l.m., facente parte di in un territorio di media pianura.

La pendenza del sito in oggetto e del territorio circostante è:

dislivello $\Delta H = 7.5\text{m}$;

lunghezza $\Delta L = 2392\text{m}$;

pendenza $i = 0.18^\circ$ verso Nord.

Con riferimento alle fig.3-4 in allegato, il plesso si localizza 2.7km a Nord dei primi rilievi collinari del margine pedeappenninico emiliano romagnolo, il cui fronte è definito da una grande faglia inversa attiva ("sovrascorrimento pedeappenninico"), formante un importante elemento morfostrutturale e separante le due unità: i rilievi in sollevamento e la pianura subsidente. Il sovrascorrimento delimita l'area collinare da quella di pianura ed inoltre segna il contatto tra le formazioni marine neogeniche quaternarie ed i depositi alluvionali di pianura del Pleistocene-Olocene.

Il carattere prevalente della tettonica è di tipo compressivo a faglie inverse, accompagnato da una più debole attività trascorrente deducibile prevalentemente dai lineamenti affioranti in Appennino.

Il Plesso Terracini insiste sull'unità subsidente, la quale è costituita dalla quasi totalità della Successione neogenico-quaternaria continentale (AES - Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - AES8 - Subsintema di Ravenna), deposta all'interno di un bacino di forma allungata parallelamente alla catena appenninica e confinata a Nord dalle pieghe ferraresi che la delimitano all'interno del più ampio bacino padano.

Morfologicamente il sito è localizzato in un'area di interdosso-conoide, compreso tra il più antico dosso del torrente Aposa-fiume Reno ad Est ed il più recente dosso-conoide fiume Reno ad Ovest.

L'interdosso-conoide è contraddistinto da una superficie dolcemente degradante verso Nord, attribuibile ad antichi processi deposizionali di età post-romana (IV-VI sec. d.C. – Attuale).

Per dosso si intende un corpo sedimentario di origine fluviale corrispondente ad un paleoalveo, cioè a depositi ascrivibili agli argini naturali del corso d'acqua che, mentre la sedimentazione procedeva, si elevavano sulla pianura circostante.

Nel caso del fiume Reno non si riconosce la tipica forma a ventaglio dei conoidi che i fiumi e torrenti sedimentano allo sbocco dall'area collinare-montana nella pianura. Nel caso del f. Reno il conoide si presenta come un dosso allungato, fortemente re-inciso nella porzione apicale. In realtà si rilevano due dossi:

- un recente dosso-conoide largo fino a 3km che si protende in pianura per oltre 15km, seguendo l'alveo attuale del f. Reno;
- un altro, probabilmente più antico, localizzato tra il canale Ghisiliera ed il Navile, che nel tratto iniziale è formato dagli apporti del torrente Aposa, mentre in quello distale, a partire dalla Tangenziale, da un ramo deviato del f. Reno, che segue lo stesso andamento dei corpi ghiaiosi sepolti.



Nella fig.4 estratto della Carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo della Regione Emilia-Romagna SEZIONI 220080 – 220120 – 221050 - 221090, i depositi alluvionali più superficiali del sito in oggetto sono ascrivibili ad AES8a - Unità di Modena di età post-romana (IV-VI sec. d.C. – Attuale), facente parte della Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano.

Nei settori intravallivi si rinvencono ghiaie prevalenti organizzate in 2 ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Il limite superiore, sempre affiorante, è rappresentato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati. Il limite inferiore è segnato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive. Lo spessore massimo in pianura è di 7 metri, nel sottosuolo circa 10m.

In corrispondenza del Plesso Terracini i primi 5÷13.2m di sottosuolo sono costituiti da argille limose e limi argillosi prevalenti, con subordinati limi sabbiosi (fonte: indagini geognostiche realizzate per l'edificazione del Plesso, in allegato).

I depositi alluvionali sottostanti sono riferibili ad AES8 - Subsintema di Ravenna del Pleistocene sup. - Olocene (14 ka – attuale), anch'esso facente parte della Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano.

Nei settori intravallivi si rinvencono ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Il limite superiore è rappresentato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a.

Il limite inferiore è erosivo sui depositi marini e alluvionali sottostanti. Il subsintema contiene un'unità a limiti inconformi di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Lo spessore massimo in pianura di 25m circa.

In corrispondenza del Plesso Terracini i depositi alluvionali compresi tra 5÷13.2m e 29÷52m di sottosuolo sono costituiti da prevalenti ghiaie in matrice sabbiosa; in subordine ed in alternanza si rinvencono depositi di 2÷7.6m di spessore di limi sabbiosi ed argille limose (fonte: indagini geognostiche realizzate per l'edificazione del Plesso e stratigrafie del pozzo 220080P761 e del sondaggio 220080P4135 da dati geognostici del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, in allegato). In fig.6 in allegato sono riportate le isobate del tetto del deposito ghiaioso dal piano campagna delle indagini geognostiche in sito.

I depositi ghiaiosi del conoide del f. Reno si sviluppano nel sottosuolo con una geometria a lobi divergenti, separati da depressioni che, nella parte distale, sono più accentuati, mentre in quella prossima al margine collinare l'accumulo è più compatto e regolare vedi figura seguente ("Il territorio di pianura del Comune di Bologna" Carta geomorfologica. Carta della litologia superficiale. Note illustrative. A. Bergonzoni & C. Elmi - 2003).

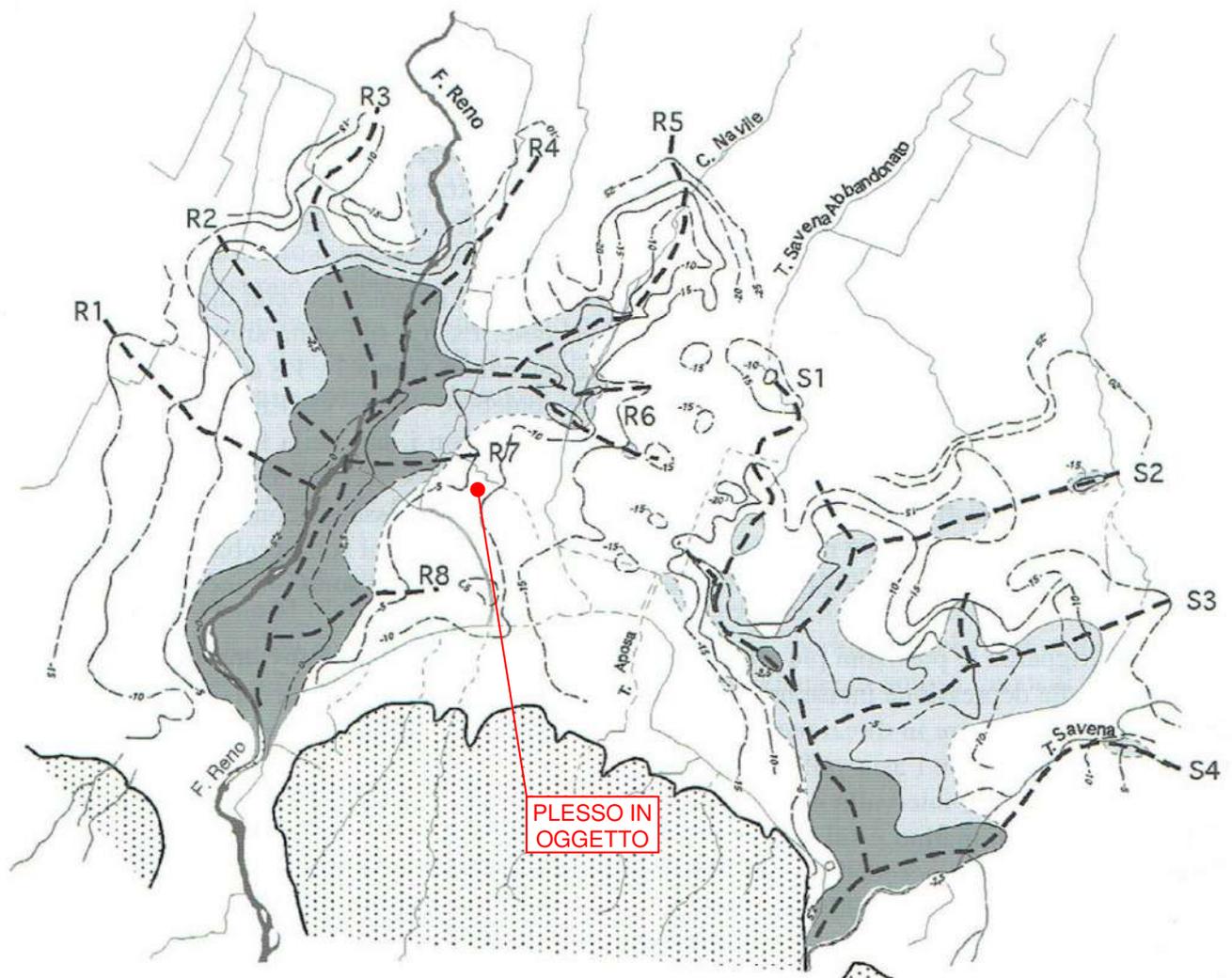


Fig. 2: Percorsi dei fiumi bolognesi ricostruiti sulla base della litologia superficiale e dell'andamento del tetto dei sedimenti grossolani. Linee grosse a tratto R1-R8: probabili percorsi del F. Reno; S1-S4: percorsi del T. Savena; campitura grigio-chiara: sabbie; grigio scura: ghiaie; puntinato: rilievo collinare; isolinee: profondità dal p.c. del tetto dei corpi ghiaiosi.

Nella sua geometria sepolta, il conoide del Reno si mostra abbastanza uniforme sino circa all'altezza della Via Emilia Ponente; da qui prendono forma otto lobature a direzioni radiali, indicate nella fig.2 sovrastante con le sigle R (Reno) che indicano antichi percorsi o assi a maggiore competenza idraulica, separati da zone a deposizione più fine.

Questi lobi, ad eccezione di R1 e R8, sono coincidenti con i dati della litologia di superficie (ghiaia o sabbia), ma non hanno corrispondenza con le forme superficiali (dossi). L'ordine con cui i lobi sono stati elencati non è quello cronologico. Le migrazioni sono probabilmente influenzate da gradienti topografici, legati ai processi deposizionali, mentre sono più incerti i fattori neotettonici.

In profondità, nell'intervallo +50 ÷ -40 m, il conoide appare costruito a partire da un apice poggiante sul substrato marino e sul lembo rialzato della faglia pedeappenninica: qui gli spessori sono ridotti a pochi metri.



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



Procedendo verso Nord, il conoide subisce in poche centinaia di metri un notevole ispessimento e già ad un chilometro dal bordo collinare le alluvioni raggiungono spessori dell'ordine delle centinaia di metri.

Il conoide è strutturato in un corpo superiore di sedimenti ghiaiosi grossolani, interrotto da lenti e lingue pelitiche, che varia dai 30m nella parte alta a ridosso del margine appenninico agli oltre 70m della porzione più settentrionale (Trebbo di Reno). La sua larghezza varia dai 6 km in corrispondenza della Via Emilia agli 8 km della sezione più distale. Gli episodi pelitici che interrompono con saltuarietà il corpo ghiaioso principale possono essere interpretati, oltre che come variazioni laterali legate alle sole dinamiche morfologico-deposizionali, anche a variazioni relative del livello marino.

Più in profondità i sondaggi indicano la presenza di almeno altri tre livelli ghiaiosi di spessore più contenuto (10m), localmente collegati e separati da intercalazioni limo-argillose che divengono progressivamente più spesse verso la pianura.

Ulteriori dati stratigrafici derivano dalla sezione geologica n.46 del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna riportata in allegato in fig.5.

Il Sintema emiliano-romagnolo superiore – AES si estende fino a 158m di profondità con alternanze di depositi prevalentemente ghiaiosi che in profondità si rarefanno per lasciare spazio ad argille e limi.

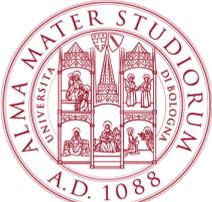
Da 158 a 269m di profondità si rinvencono limi ed argille prevalenti riferibili a depositi alluvionali del Sintema emiliano-romagnolo inferiore – AEI.

Si tratta di un'unità stratigrafica deposta in ambienti sedimentari di piana costiera, bacino interfluviale e conoide distale. È costituita prevalentemente da depositi limosi e limoso argillosi, di colore tipicamente grigio azzurrognolo, nei quali si intercalano livelli ghiaiosi che, in corrispondenza dei paleo-conoidi fluviali principali, possono diventare localmente preponderanti. Quest'ultima litofacies si rinvia solitamente in banchi, spessi alcuni metri, massivi o con stratificazione piano-parallela debolmente espressa, intervallati da strati decimetrici più argillosi e di colore scuro. Sono frequenti i livelli ricchi in sostanza organica (prevalentemente frustoli carboniosi) e con presenza di macrofossili di ambiente continentale (gasteropodi a guscio sottile). Il contatto di base con i sottostanti depositi del Supersintema Quaternario Marino è netto o erosivo e discordante.

A 269m di profondità si rinvia il contatto erosivo che segna il passaggio dai depositi alluvionali di AEI alle sabbie ed arenarie di ambiente marino delle Sabbie di Imola - membro di Castel San Pietro - IMO3 od alle sabbie ed arenarie di ambiente marino e deltizio delle Sabbie di Imola - membro di Monte Castellaccio - IMO1.

IMO3 - Sabbie di Imola - membro di Castel San Pietro del Pleistocene medio

Sabbie ed arenarie giallastre generalmente fini e finissime, a stratificazione obliqua, con ripples ed hummocky cross-bedding localmente riconoscibili, in strati generalmente amalgamati, alternate a rari strati decimetri di peliti sabbiose. Nella parte alta sono presenti livelli di ghiaie fini frequentemente silicee e locali corpi di ghiaie ben selezionate contenenti tritume organogeno. L'ambiente deposizionale è di spiaggia e subordinatamente

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

di delta conoide. Il contatto inferiore è eteropico su IMO2 o erosivo su IMO1. Lo spessore è di alcune decine di metri.

IMO1 - Sabbie di Imola - membro di Monte Castellaccio del Pleistocene medio

Sabbie ed arenarie gialle fini e finissime, subordinatamente medie e grossolane in strati generalmente amalgamati, rare intercalazioni pelitiche discontinue di spessore centimetrico e decimetrico. Queste sabbie passano verso l'alto ad alternanze in strati medi e spessi di ghiaie poligeniche, spesso caratterizzate da patine di alterazione manganesifere bruno-violacee, con diametro massimo fino a 12 centimetri e subordinate sabbie. L'ambiente di sedimentazione è di spiaggia (dalla battigia, alla spiaggia sommersa). Si interdigitano, depositi deltizi costituiti da sabbie fini e medie, intercalate a conglomerati (IMO1c - litofacies conglomeratica) con cementazione modesta o assente, in strati da medi a spessi, a stratificazione incrociata concava, con sottili intercalazioni di argille marnose biancastre e grigio-verdi dotate di scarsa continuità laterale.

Il contatto inferiore è erosivo e discordante su FAA. Lo spessore massimo è di poche decine di metri.

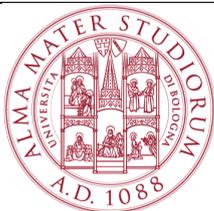
Il sito in oggetto fa parte di un territorio urbano adibito a plesso universitario della Facoltà di Ingegneria dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna; il piano campagna risulta quasi completamente impermeabilizzato da pavimentazioni di vario tipo; sussistono alcune aiuole con essenze erbacee, arbustive ed arboree entro le quali sono state realizzate le indagini geognostiche SCPTU1-2 del 27/07/2017.

Precedentemente alla realizzazione dei primi fabbricati universitari del Plesso Terracini, avvenuta nel 1985, l'area era adibita a seminativo semplice almeno dal 1850.

L'area a Sud è stata ed è adibita a scalo ferroviario; quella ad Est a sede per attività culturali, sociali e politiche, in passato a servizi sanitari che si sono sovrapposti ai bastioni ed alle fortificazioni con terrapieni della Lunetta Canaletta, in essere al 1884 e costruiti subito dopo l'annessione del 11-12/03/1860 di Bologna al Regno Sabauda.

L'area a Nord ed ad Ovest sono in prevalenza costituite da incolti e seminativi con qualche capannone ed un edificio residenziale. Sulla base della stratigrafia del sondaggio 220080P4135 da dati geognostici Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, riportata in allegato, l'area ad Ovest sembra essere stata utilizzata come cava di inerti con escavazione fino a 16.6m di profondità.

La Tavola dei vincoli – Testimonianze storiche ed archeologiche del PSC vigente del Comune di Bologna classifica il plesso universitario come zona a media potenzialità archeologica.



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



5. SUBSIDENZA

La subsidenza, cioè l'abbassamento del suolo, è un fenomeno molto attivo ed intenso nel territorio di pianura della provincia di Bologna.

Le cause sono prevalentemente antropiche: grandi opere di bonifica di territori perennemente o saltuariamente allagati, regimazioni idrauliche quali arginature e rettifiche fluviali e soprattutto il forte prelievo idrico dal sottosuolo a fini acquedottistici.

Questi elevati valori di subsidenza hanno favorito negli ultimi decenni una variazione della pendenza del reticolo idrografico, alterandone il naturale deflusso e favorendo il pericolo di inondazioni a seguito di rotture degli argini.

Facendo riferimento allo studio "La subsidenza in Emilia-Romagna" di Pignone, Cibin, Severi presentato al convegno "La subsidenza in Emilia-Romagna" il 3 dicembre 2007 – Bologna, risulta che la velocità di abbassamento del suolo del sito in esame nel periodo 1970/93-1999 -20÷-24mm/anno.

Si tratta di una velocità di subsidenza molto superiore a quella naturale (0.5-1mm/anno), relativa allo spessore dei terreni sedimentati negli ultimi 600.000 anni.

Nel 2005-07 ARPA, su incarico della Regione e in collaborazione con il Dicam, ha aggiornato le conoscenze geometriche relative al fenomeno della subsidenza tramite l'interazione di due tecniche:

- la livellazione geometrica di alta precisione di un sottoinsieme della rete regionale (circa il 50% delle linee di livellazione) in funzione di supporto all'analisi interferometrica
- l'analisi interferometrica di dati radar satellitari con tecnica PSInSARTM estesa all'intero territorio di pianura della regione, circa 11.000 km².

I risultati ottenuti forniscono un quadro sinottico di dettaglio del fenomeno della subsidenza a scala regionale. In particolare, sulla base della disponibilità dei dati satellitari, sono state realizzate due diverse cartografie a curve isocinetiche: la prima, relativa al periodo 1992-2000, fa riferimento all'elaborazione dei dati provenienti da due satelliti dell'Agenzia Spaziale Europea (Esa) Ers1 e Ers2 e si basa sulle velocità di movimento relative a circa 160.000 punti. La seconda riguarda il periodo 2002-2006, fa riferimento all'elaborazione dei dati provenienti dai satelliti Envisat (Esa) e Radarsat (Agenzia Spaziale Canadese) e si basa sulle velocità di movimento relative a circa 140.000 punti.

Nel corso del 2011-12 ARPA su incarico della Regione, Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua ed in collaborazione con il DICAM ha realizzato il progetto "Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola" con l'obiettivo di aggiornare le conoscenze sui movimenti verticali del suolo rispetto al precedente rilievo effettuato nel 2006. L'aggiornamento è stato effettuato utilizzando il metodo dell'analisi interferometrica di dati radar satellitari supportato dall'elaborazione di 17 stazioni permanenti GPS, diversamente dal rilievo realizzato nel 2006 in cui, non essendo ancora disponibile un numero sufficiente di stazioni GPS sul territorio regionale, si ricorse, al fine di supportare l'analisi interferometrica, all'ausilio di misure di livellazione di alta precisione.

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

La combinazione dei due metodi (analisi interferometrica e GPS) ha risposto pienamente ai risultati attesi, anche grazie al nuovo algoritmo SqueeSARTM utilizzato per l'analisi interferometrica, su un numero di punti di misura più che doppio (315.371 contro i precedenti 142.000 punti); ciò ha determinato un'informazione più capillare e diffusa che si è voluto meglio rappresentare tramite isolinee con passo 2.5 mm/anno, anziché 5 mm/anno come nella precedente cartografia relativa al periodo 2002-2006.

Di seguito la subsidenza rilevata presso il Plesso Terracini.

Periodo 1970/93-1999 -20÷-24mm/anno

Velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 1970/93-1999 in "La subsidenza in Emilia-Romagna" di Pignone, Cibin, Severi.

Periodo 1999-2000 -32÷-34mm/anno

Velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 1992-2000, realizzata sulla base di analisi interferometrica radar effettuata da T.R.E. – Tele-rilevamento Europa mediante la tecnica dei Permanent Scatterers (PSInSARTM) sviluppata e brevettata dal Politecnico di Milano.

Periodo 2002-2006 -21.2÷-22.7mm/anno

Velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2002-2006, realizzata sulla base di analisi interferometrica radar effettuata da T.R.E. – Tele-rilevamento Europa mediante la tecnica dei Permanent Scatterers (PSInSARTM) sviluppata e brevettata dal Politecnico di Milano.

Periodo 2006-2011 -20÷-21.5mm/anno

Velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2006-2011, realizzata sulla base di analisi interferometrica radar effettuata da T.R.E. - Tele-rilevamento Europa mediante la tecnica SqueeSARTM, algoritmo PSInSARTM di seconda generazione.

In corrispondenza del Plesso Terracini la subsidenza risulta rilevante, con un picco di velocità di abbassamento -32÷-34mm/anno rilevato nel periodo 1999-2000.

Le velocità di subsidenza dei periodi 1970/93-1999, 1999-2000, 2006-2011 sono tra loro consimili e discretamente inferiori al picco del periodo 1999-2000.

Il Bolognese si conferma come un territorio fortemente subsidente, nonostante continui la tendenza, già in atto da alcuni decenni, verso una progressiva riduzione degli abbassamenti. Persiste, infatti, un'ampia area a ridosso della città di Bologna, con una superficie di oltre 500 km², con un abbassamento medio di circa 15 mm/anno e punte massime di oltre 30 mm/anno in corrispondenza di Sala Bolognese, Lavino di Sotto e dell'area tra Lavino di Mezzo e Anzola dell'Emilia; di oltre 35 mm/anno in corrispondenza della cassa di espansione a ridosso del Fiume Reno nei pressi di Malacappa; di oltre 30 mm/anno a Castello d'Argile e di oltre 20 mm/anno a Castelmaggiore. Altri picchi, seppure arealmente molto più limitati, sono presenti a Budrio,



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



con oltre 25 mm/anno e in corrispondenza della zona industriale Ca' Bianca (Castel San Pietro) con oltre 30 mm/anno. Il centro storico di Bologna, in particolare, risulta invece esente da abbassamenti significativi (alcuni mm/anno).



6. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO-IDRAULICO ED ESONDABILITÀ

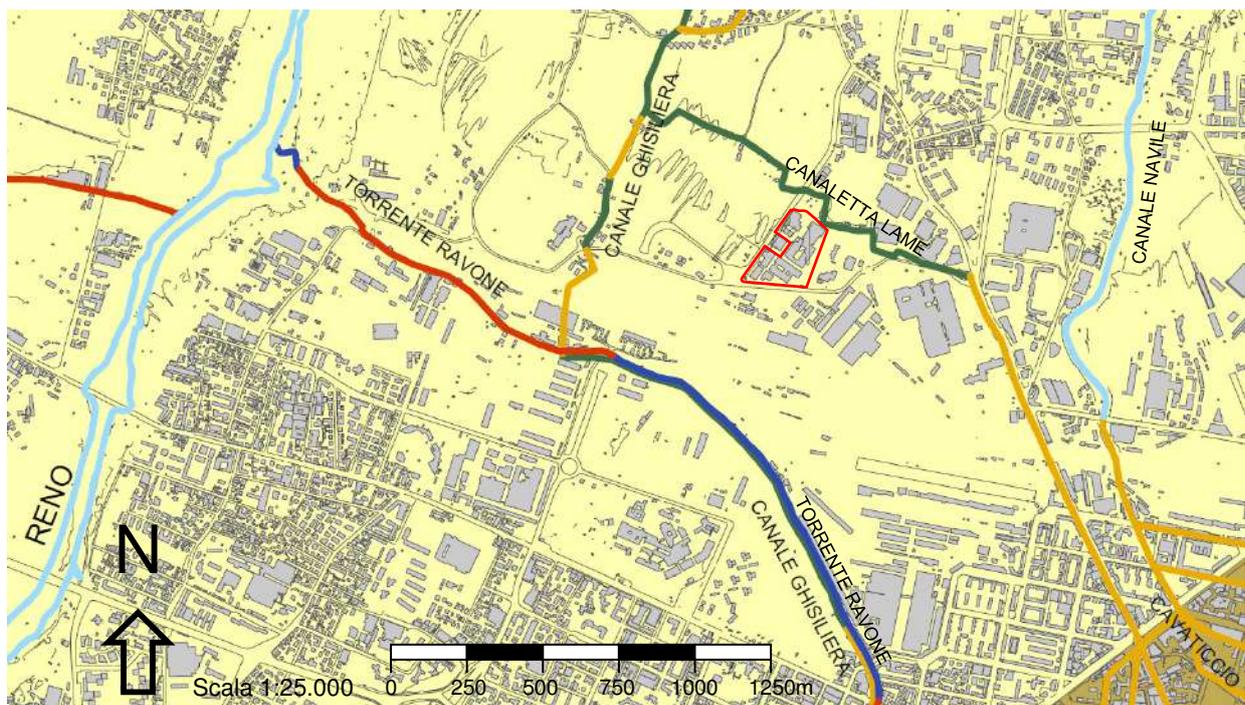
Con riferimento alla cartografia seguente, estratta da “I sistemi idrici di Bologna” TAVOLA F del PSC 2007 del Comune di Bologna, l'elemento idrografico naturale più prossimo al sito in oggetto è il torrente Ravone, il cui corso si localizza 390m a Sudovest. Il Ravone confluisce nel fiume Reno 1.6km ad Ovest del Plesso Terracini. Fino al 2005 era presente la Canaletta Lama che lambiva il lato Nordovest del sito universitario; si trattava di un corso d'acqua in alveo artificiale, appartenente alla rete principale di adduzione e smaltimento.

La Canaletta Lama ha origine davanti al civico 52 di Via Riva di Reno, prosegue per tutta la lunghezza di P.zza Azzarita fino a Via Calori, segue la stessa fino al civico 11 poi piega verso Porta Lama, passando sotto i condomini di Via Graziano e Via Dolfi. A questo punto taglia Via Ercolani all'altezza del civico 20 ed attraversa perpendicolarmente Via delle Lama tra il civico 160 ed il civico 113. Arrivata a questo punto la Canaletta delle Lama piega a sinistra di 90°, lascia il centro storico attraversando tutta Piazza IV Novembre (P.ta Lama) e prosegue sotto il marciapiede dei numeri dispari di Via Zanardi. Arrivata all'incrocio con Via Bovi Campeggi, la attraversa diagonalmente verso sinistra e prosegue ancora parallela a Via Zanardi fino all'incrocio con Via Manzi. Qui piega a sinistra di circa 45°, attraversa la via e la segue parallelamente fino alla Rotonda Guidi, che attraversa per proseguire e gettarsi nella Canaletta Ghisiliera all'altezza del civico 29 di Via della Volta.

In seguito alla realizzazione tra il 2005 ed il 2007 di via Alberto Manzi e della rotonda Tommasina Guidi in adiacenza a Nord del Plesso Terracini, la Canaletta Lama è stata rettificata a cielo aperto a Nord di via Manzi, cioè a 35m dal confine Nord del Plesso universitario.

La cartografia sottostante rende conto dell'idrografia prima del 2005.

Si sottolinea che via Manzi risulta in trincea, pertanto non sussiste interazione tra la Canaletta Lama o gli elementi idrografici limitrofi ed il Plesso Terracini.





Plesso Universitario Terracini

 Reticolo minore scoperto

 Reticolo canali scoperti

 Reticolo principale scoperto

 Reticolo minore coperto

 Reticolo canali coperti

Il Plesso Terracini rientra nel bacino scolante principale del canale Navile.

La rete scolante è controllata da opere di regimazione idraulica realizzate per l'urbanizzazione.

All'interno dell'area cortiliva pavimentata le acque corrive si immettono nelle caditoie presenti.

Non si ha memoria di fenomeni di alluvionamento pluviale in occasione di precipitazioni rilevanti.

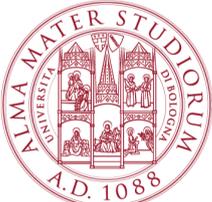
La Tav.1 del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale PTCP, la Tavola dei vincoli – Risorse idriche ed assetto idrogeologico del Piano Strutturale Comunale PSC vigente del Comune di Bologna e la Tav.10 Rischio idraulico del Quadro Conoscitivo – Il sistema naturale e ambientale del PSC vigente del Comune di Bologna non classificano il sito in oggetto come:

- fascia di tutela fluviale;
- fascia di pertinenza fluviale;
- area a rischio inondazione per piene con tempi di ritorno di 200 anni;
- area ad alta probabilità di inondazione.

Relativamente agli allagamenti, alla pericolosità di allagamenti ed alle aree esondate, si è consultata la Tav.D6.1 del PTCP, derivata dalla “CARTA DI SINTESI DELLE AREE ALLAGATE/ESONDATE DELLA PIANURA BOLOGNESE DAL 1950 AL 1999” da “L’acqua dei bolognesi” di G. Viel, S. Sangiorgi, G. Zaccanti – 2005. Di tale pubblicazione si riporta quanto segue:

“...La traduzione planimetrica delle aree di allagamento tratta dalle informazioni della Protezione Civile Regionale, elaborata in base alle ricorrenze degli eventi nel tempo,..... sono riportati gli inviluppi di tutte le aree allagate o esondate dal 1950 al 1999, la quantificazione delle superfici allagate delle due tabelle precedenti, e le delimitazioni disegnate, risentono delle ripetizioni che si sono succedute nel tempo.

La legenda della figura esprime la scansione delle ricorrenze con un valore numerico che deriva dalla somma degli eventi registrati sulla medesima area: agli allagamenti di ogni decennio si è attribuito un medesimo peso, ma valori decrescenti nei vari decenni, da un massimo (0,2) per gli anni Novanta, ad un minimo (0,05) per gli anni Cinquanta e Sessanta. Si è così cercato di proporre una stima di pericolosità idraulica che consideri anche gli interventi di sistemazione effettuati sul reticolo nel tempo. In questo modo si è cercato di mantenere la “memoria” anche degli eventi più distanti nel tempo (anni Cinquanta e Sessanta, le cui cause, legate ai fiumi maggiori, sono già state rimosse), attribuendo però un peso 4 volte superiore agli allagamenti avvenuti negli anni novanta. Gli allagamenti successivi agli anni Settanta, in prevalenza dovuti ad affluenti minori o al reticolo di bonifica, se ripetuti nel medesimo anno sullo stesso territorio, sono stati valutati una sola volta nel conteggio delle ricorrenze. ...”

	<p>MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna</p>	
--	---	--

Da tale cartografia si evince che il Plesso Terracini e le zone circostanti non risultano essere state sottoposte ad alluvionamento od esondazione tra il 1950 ed il 1999.

Inoltre si desume che la modalità di drenaggio di questo territorio è contraddistinta da acque alte.

Il Plesso Terracini è sottoposto all'art.4.8 Ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura del PTCP che guida i Comuni a redigere i propri strumenti urbanistici relativamente alla gestione delle acque meteoriche.



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il quadro idrogeologico è stato definito per mezzo di ricerche bibliografiche e del monitoraggio piezometrico in corrispondenza delle indagini geotecniche eseguite.

7.1 RICERCHE BIBLIOGRAFICHE

La proprietà è classificata dal Piano Strutturale Comunale PSC 2007 del Comune di Bologna e dalla Tavola 2B Tutela delle acque superficiali e sotterranee del PTCP di Bologna come zona di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura - Aree di ricarica tipo B.

Nella Carta unica del territorio - Schede dei vincoli dei PSC RUE, POC di Comune di Bologna viene definito:

Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura

a) Definizione e finalità di tutela.

Le zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura sono fasce di territorio che si estendono lungo il margine pedecollinare a ricomprendere parte dell'alta pianura caratterizzata dalla presenza di conoidi alluvionali dei corsi d'acqua appenninici, che presentano in profondità le falde idriche da cui attingono i sistemi acquedottistici, finalizzati al prelievo di acque destinate al consumo umano.

Sono zone finalizzate alla tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica.

Nella Carta unica sono riportate distinte in quattro diverse tipologie in funzione della diversa caratterizzazione idrogeologica:

area di ricarica di tipo A, area di ricarica di tipo B, area di ricarica di tipo C, area di ricarica di tipo D, così come definiti al comma 3 dell'art. 5.2 del Ptcp.

b) Provvedimento istitutivo della tutela.

Piano territoriale di coordinamento provinciale approvato con delibera del Consiglio provinciale n. 19 del 30 marzo 2004 (art. 5.2) e sue successive varianti.

c) Modalità di tutela.

In queste aree valgono le prescrizioni stabilite ai commi 2, 3, 4, 5 dell'art. 5.3 del Ptcp.

Quindi, facendo riferimento ai suddetti articoli del PTCP:

Art. 5.2 – Aree sottoposte a particolare tutela

3. (P) Le “zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura” sono riportate nella Tavola 2B e si identificano nella fascia di territorio che si estende lungo il margine pedecollinare, a ricomprendere parte dell'alta pianura caratterizzata dalla presenza di conoidi alluvionali dei corsi d'acqua appenninici, che presentano, in profondità, le falde idriche da cui attingono i sistemi acquedottistici, finalizzati al prelievo di acque destinate al consumo umano.

Le disposizioni riguardanti tali zone di protezione sono finalizzate alla tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche sotterranee; per esse si applica la disciplina di cui al successivo articolo 5.3, che costituisce elemento di attuazione e approfondimento delle Norme del PTA regionale, in coerenza con i contenuti delle disposizioni stabilite dal PTPR all'art. 28.

Tali zone comprendono le aree di ricarica e alimentazione degli acquiferi che sono suddivise in quattro diverse



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



tipologie in funzione della loro diversa caratterizzazione idrogeologica:

-.....

- *Aree di ricarica di tipo B (di cui all'art. 5.3 punto 3)*

aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda: generalmente presenti tra la zona A e la pianura, idrogeologicamente identificabili come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale.

-.....

Art. 5.3 - Norme per la tutela delle aree di cui all'art. 5.2

1.

2.

3. (P) *All'interno delle "zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura" di tipo B:*

- le attività agrozootecniche (spandimento di effluenti, fertilizzanti, fanghi e fitofarmaci) vanno effettuate nel rispetto delle specifiche disposizioni dettate dal PTA (v.) (capp. 2 e 3 del Tit. III);*
- non è consentita l'interruzione delle falde acquifere sotterranee, con particolare riguardo per quelle alimentanti acquedotti per uso idropotabile;*
- non è consentita la realizzazione di discariche di rifiuti pericolosi;*
- l'esercizio di attività estrattive (per le quali a convenzione non è stata approvata prima del 21/12/2005) può avvenire solo nel rispetto delle specifiche condizioni:*

- le attività estrattive non devono comportare rischi di contaminazione della falda e sono subordinate alla definizione dei progetti di recupero ambientale da effettuarsi alla cessazione dell'attività; nella formazione dei detti progetti dovrà essere valutato il potenziale utilizzo delle ex cave come bacini di accumulo della risorsa idrica;

- non sono ammessi tombamenti di invasi di cava, con terreni eccedenti le concentrazioni soglia di contaminazione di cui alla colonna A tab. 1 All. 5 Tit. 5 Parte IV D.Lgs 152/06;

- gli ambiti per i nuovi insediamenti (L.R. 20/2000) dovranno presentare indici e parametri urbanistici tali da garantire il mantenimento di una superficie permeabile (v.) pari almeno al 20% della superficie territoriale ricadente in zona B, nel caso di aree a destinazione prevalentemente produttiva (per le Apea cfr. art. 4.8 punto 6) e commerciale, e pari almeno al 35% nel caso di aree a destinazione residenziale e terziaria. Una quota non superiore al 10% della superficie permeabile potrà essere costituita da pavimentazioni permeabili (v.) e coperture verdi (v.). Per gli ambiti ricadenti all'interno del territorio urbanizzato, gli ambiti da riqualificare e gli ambiti interessati da interventi di sostituzione di rilevanti parti dell'agglomerato urbano, come individuati negli strumenti urbanistici alla data di approvazione della Variante al PTCP in recepimento del PTA (v.), non vale l'obbligo al raggiungimento delle percentuali suddette. Nel caso di interventi in tali ambiti i Comuni dovranno comunque perseguire l'obiettivo di*



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



miglioramento quantitativo della funzione di ricarica dell'acquifero, prescrivendo significative percentuali minime di superficie permeabile da garantire, tendenti a raggiungere le percentuali richieste agli ambiti per i nuovi insediamenti.

- *ai fini del calcolo delle percentuali suddette, la superficie territoriale è considerata al netto delle eventuali aree cedute al di fuori dell'ambito interessato dalle nuove urbanizzazione o dai nuovi interventi edilizi.*
- *per quanto concerne i Centri di pericolo, la loro elencazione, le relative misure per la messa in sicurezza e le limitazioni all'insediamento, si rimanda all'Allegato O delle presenti Norme.*

4.

5.

Il quadro idrogeologico dell'area bolognese appare particolarmente complesso per la concomitante influenza di fattori diversi, naturali ed antropici, quali la riduzione del tasso di ricarica della falda ed i prelievi idrici elevati.

I conoidi bolognesi costituiscono corpi isolati, separati lateralmente da cospicue estensioni di depositi argillosi-limosi a permeabilità bassa o nulla e verticalmente da setti di ridotta potenza.

Solo nella parte apicale dei conoidi la struttura idrogeologica può essere schematizzata come un unico acquifero, in cui i conoidi sono collegati da interdigitazioni di terreni più grossolani.

La struttura idrogeologica del territorio di pianura del Comune di Bologna si articola in falde superficiali e falde profonde.

Le falde superficiali SUP4, SUP3, SUP2, SUP1, dalla più superficiale alla più profonda, si collocano nei primi 50m di profondità all'interno di alternanze verticali di corpi grossolani e fini, contenenti talora, nella media e bassa pianura, un sistema acquifero multifalda.

Le falde superficiali costituiscono la ricarica delle falde profonde. Queste ultime sono separate dalle superficiali da un livello relativamente impermeabile costituito da depositi limoso-argillosi, contenenti localmente intercalazioni grossolane.

Le falde profonde sono quelle contenute negli acquiferi posti a profondità compresa tra 50÷60m e 300÷400m; sono oggetto di prelievo per l'approvvigionamento potabile.

La struttura delle unità superficiali sepolte è contraddistinta dall'alternanza verticale di corpi grossolani e fini; essa contiene un sistema acquifero multifalda composto, dall'alto verso il basso, dai seguenti corpi acquiferi:

FALDA SUP4: è costituita da corpi semipermeabili sabbioso-limosi.

La funzione di tale falda è connessa ad un contenimento del carico inquinante eventualmente presente nel suolo e nel sottosuolo. Il rilievo piezometrico è stato eseguito per conto del Comune di Bologna nell'inverno degli anni 1997 e 1998.

FALDA SUP3: è presente in modo chiaro solo su aree ristrette; per il sito l'oggetto la mappatura non è disponibile.



FALDA SUP2: è caratterizzata da un andamento complesso; la falda è libera per una buona parte del territorio comunale, e in pressione nelle parti distali. Nel centro storico è caratterizzata da litologie prevalentemente fini ed è poco rilevante.

Le isopieze convergono verso l'apice del conoide del Fiume Reno a causa del richiamo delle falde profonde. Il rilievo piezometrico eseguito per conto del Comune di Bologna è riferito al maggio 2000.

FALDA SUP1: ha soggiacenza pari a 25-30m dal piano campagna e ripercorre i lineamenti idrogeologici della falda SUP2. Si distingue un settore d'interconoide, contraddistinto da bassa permeabilità, che è in condizioni di falda libera nelle parti centrali dei conoidi, mentre è confinata nelle parti laterali. Essa riceve alimentazione diretta dalla superficie e in particolare dal Fiume Reno, principale agente di ricarica. Il rilievo piezometrico eseguito per conto del Comune di Bologna è riferito al maggio 2000.

FALDE PROFONDE: si intendono le falde contenute negli acquiferi posti ad una profondità compresa tra 50÷60m e 300÷400m. La piezometria evidenzia una profonda depressione in corrispondenza del conoide del Fiume Reno, che giunge a -55m dal piano campagna: tale depressione, dal raggio di influenza di oltre 15km, è dovuta ai prelievi acquedottistici. Il rilievo piezometrico eseguito per conto del Comune di Bologna è stato eseguito nell'anno 2001.

L'Atlante delle falde acquifere del "2° Rapporto sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Bologna" Comune di Bologna – Sezione Territorio e Riqualificazione Urbana, 2002 fornisce per il sito in oggetto la superficie piezometrica della:

- falda SUP4 libera (rilievo inverno 1997-98) assente, in quanto si è in presenza di un acquifero insaturo.
- falda SUP2 libera (rilievo maggio 2000) a +19m s.l.m., ovvero a -21m dal p.c. sito in oggetto.
Le linee di deflusso idrico sotterraneo sono dirette in direzione Nordovest.
- falda SUP1 (rilievo maggio 2000) a +13m s.l.m., ovvero a -27m dal p.c. sito in oggetto.
Le linee di deflusso idrico sotterraneo sono dirette in direzione Nordnordest.
- falda profonda (rilievo 2001) a -15m s.l.m., ovvero a -55m dal p.c. sito in oggetto.
Le linee di deflusso idrico sotterraneo sono dirette in direzione Nord.



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna

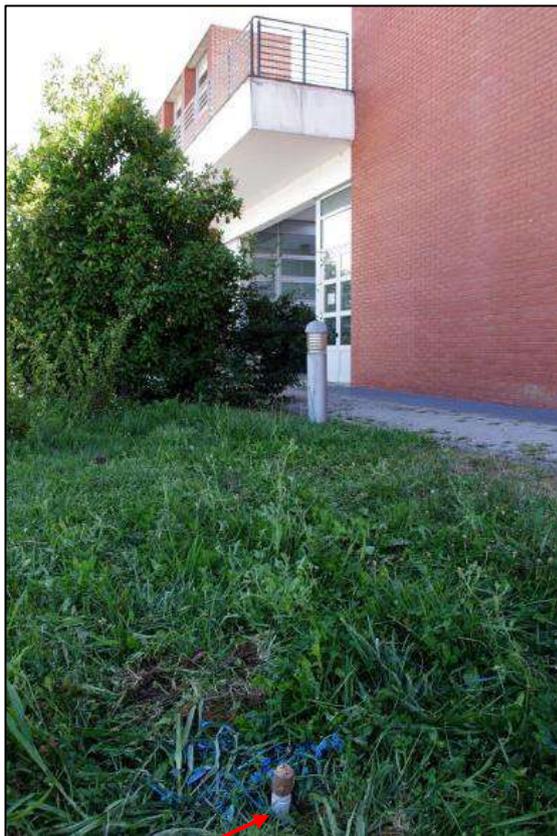


7.2 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

La planimetria di fig.6 in allegato localizza le indagini geotecniche eseguite ed i relativi piezometri installati fino alla massima profondità consentita dalla stabilità delle pareti dei fori penetrometrici.

I piezometri installati nei fori delle SCPTU, S.1-3 sono a tubo aperto, di diametro $\varnothing 25\text{mm}$, tutti fessurati. Quello installato in S.5 è a tubo aperto e fessurato da 2.50 a 7.95m.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica di alcuni dei piezometri installati.



Piezometro in SCPTU1



Piezometro in SCPTU2



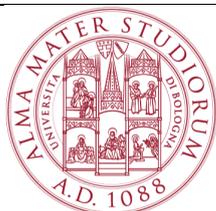
MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
 Via Terracini n. 28
 Bologna



Piezometro in SCPTU3

La seguente tabella riassume la campagna di monitoraggio piezometrico.

Indagine - piezometro	Quota p.c. indagine- piezometro da p.c.	Profondità di indagine da p.c.	Profondità piezometro da p.c.	SOGGIACENZA dal piano campagna dell'indagine-piezometro							
				?	25/02/1985	04/01/1988	18/09/1991	23/09/1991	1999	27/07/2017 28/07/2017 08/09/2017	
CPT1	0.00m	13.6m	non installato							falda assente	
CPT2	0.00m	10.80m	non installato							falda assente	
CPT3	0.00m	10.6m	non installato							falda assente	
CPT4	0.00m	7.4m	non installato				falda assente				
CPT5	0.00m	7.2m	non installato				falda assente				
CPT6	0.00m	7.2m	non installato				4.8m				
CPT7	0.00m	5.8m	non installato		falda assente						
CPT8	0.00m	11.8m	non installato		falda assente						
CPT9	0.00m	6.0m	non installato		falda assente						
CPT10	0.00m	6.2m	non installato		falda assente						
CPT11	p. riporto	5.2m	non installato			falda assente					
CPT12	0.00m	10.4m	non installato			falda assente					
CPT13	0.00m	6.6m	non installato			falda assente					



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



				SOGGIACENZA da piano campagna indagine-piezometro						
Indagine - piezometro	Quota p.c. indagine- piezometro da p.c.	Profondità di indagine da p.c.	Profondità piezometro da p.c.	?	25/02/1985	04/01/1988	18/09/1991	23/09/1991	1999	27/07/2017 28/07/2017 08/09/2017
SCPTU1	0.00m	11.4m	11.4m							falda assente
SCPTU2	0.00m	6.8m	6.68m							falda assente
SCPTU3	0.00m	5.0m	4.8m							falda assente
S.1	+1.00m	29.0m	29.0m						14.7m	
S.2	+1.00m	20.0m	non installato						falda assente	
S.3	0.00	20.0m	20.0m						falda assente	
S.4	0.00	25.0m	non installato						falda assente	
S.5	0.00	13.15m	7.95m					6.65m		
220080 P761	0.00	52.0m	?	25.90m?						

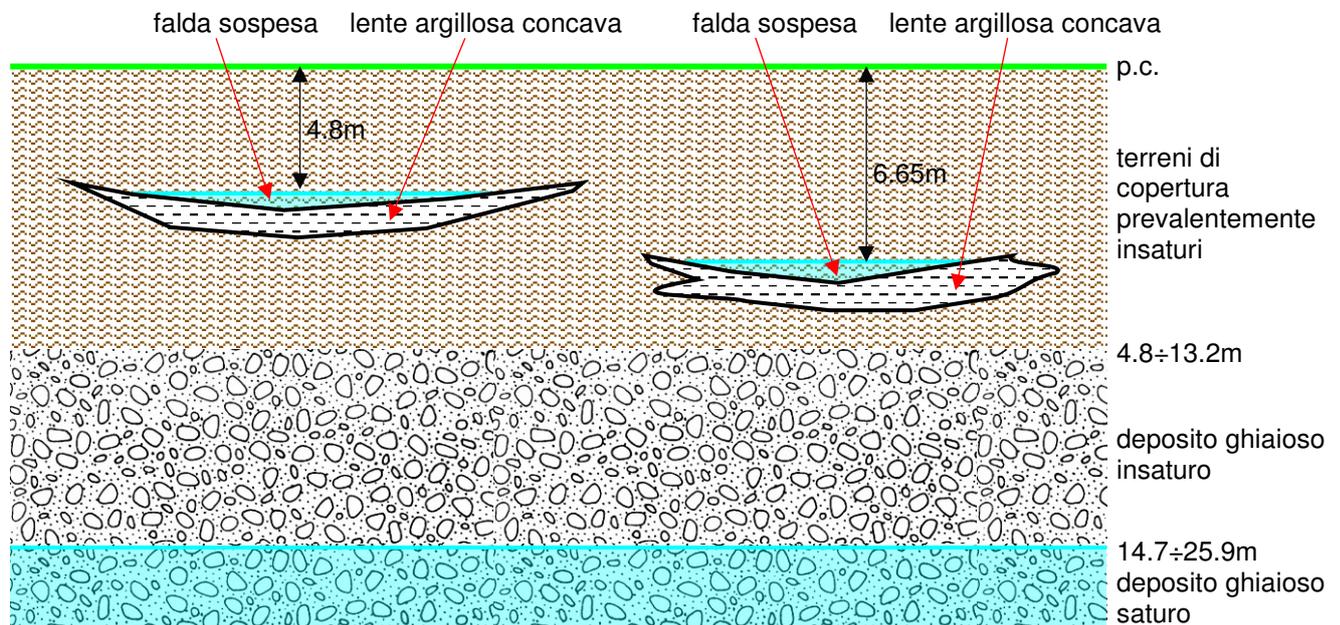
Si sottolinea che in base ai pressoché nulli dati altimetrici del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017, i livelli piezometrici e le profondità del tetto dei depositi ghiaiosi potrebbero essere affetti da un errore di ± 1 metro.

I dati piezometrici acquisiti indicano che i terreni fini e medio-fini sovrastanti il tetto dei depositi ghiaiosi (4.8÷13.2m di profondità) sono prevalentemente insaturi, cioè non ospitano una falda idrica.

Solo nel caso di CPT6 ed S.5 i livelli piezometrici sembrano denotare la presenza di due falde sospese locali, contenute nei terreni di copertura delle ghiaie.

Si tratta di accumuli d'acqua limitati, in genere di scarsa potenzialità dal punto di vista del volume. Si formano quando nella zona di aerazione (insaturo) di una falda freatica si trovano lenti di materiale impermeabile (argille), di conseguenza la percolazione dell'acqua in senso verticale risulta ostacolata ed interrotta.

Modello idrogeologico – sezione schematica



È probabile che i livelli piezometrici più superficiali rinvenuti in CPT6 ed in S.5 nel settembre 1991, riferibili alle falde sospese, si siano attualmente depauperati od estinti a causa:

- dell'impermeabilizzazione del piano campagna del plesso universitario che ha diminuito sensibilmente l'infiltrazione efficace, cioè l'alimentazione idrica dalla superficie;
- delle mutate condizioni climatiche avvenute a cominciare dai primi anni '90 del secolo scorso.

Si è registrata una sensibile diminuzione delle precipitazioni nevose ed una lieve diminuzione delle piogge. Ciò che ha contribuito a determinare la riduzione dell'infiltrazione efficace di acqua nel terreno sono la ricorrenza e la modalità delle precipitazioni che sono distribuite in pochi eventi di rilevante portata; la conseguenza è un aumento delle portate superficiali istantanee ed una minore permanenza dell'acqua sul terreno che produce minore infiltrazione efficace. Si è ridotta allora l'alimentazione degli acquiferi e l'umidità dei terreni.

Non si esclude che il livello piezometrico rilevato in S.5 sia riconducibile all'acqua di perforazione, dato che l'unica lettura è avvenuta a soli 4 giorni dall'ultimazione del sondaggio-piezometro.

All'interno del deposito ghiaioso acquifero sussiste una falda freatica sostenuta da depositi argillosi (acquitardi, acquicludi).

Si sottolinea che il modello idrogeologico suddetto è affetto da un certo margine di incertezza poiché tutti i livelli piezometrici pregressi reperiti sono dati unici che singolarmente non coprono un intervallo temporale sufficientemente prolungato e significativo.

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

Ciò è tra l'altro conseguenza del fatto che nei fori delle indagini geognostiche pregresse o non sono stati installati piezometri o quelli approntati sono stati demoliti o resi inaccessibili dalla costruzione del plesso universitario.

Attualmente sono in essere i piezometri installati in corrispondenza di SCPTU1-2-3, cioè quelli installati il 27/07/2017, il cui monitoraggio copre un intervallo temporale di 44 giorni di una stagione estiva estremamente siccitosa.

I piezometri permarranno in loco, pertanto sarà possibile proseguire il monitoraggio piezometrico nel caso in cui si volessero acquisire ulteriori conoscenze circa il comportamento idrogeologico del sottosuolo in esame.

Le emergenze idriche che in passato e tutt'ora affliggono i vani interrati del Plesso Terracini presso CPT2-11-12, vedi fig.6, sembrano non coincidere con i livelli piezometrici più superficiali rilevati in CPT6 ed in S.5.

Da ciò si evince che è possibile che le venute idriche nell'interrato siano riferibili a dispersioni d'acqua provenienti da qualche tubazione od impianto tecnologico.

Ai fini geotecnici e geofisici si adatterà come soggiacenza della falda quella rilevata in S.1:

14.7m.

Si sottolinea che in base a dati altimetrici pressoché nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017, i livelli piezometrici e le profondità del tetto dei depositi ghiaiosi potrebbero essere affetti da un errore di ± 1 metro.



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

8.1 GENERALITÀ DELLE INDAGINI GEOTECNICHE

Il committente, cioè l'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, ha reso disponibili le indagini geotecniche in sito e di laboratorio pregresse ed eseguite nel 1985-1988-1991-1999 per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo relativamente all'edificazione del Plesso Universitario Terracini, ovvero dei:

- Laboratorio di Ingegneria Meccanica del DIN,
- Laboratorio di Ingegneria Strutturale e Geotecnica LISG del DICAM,
- Laboratorio di Ingegneria Idraulica LIDR del DICAM,
- Laboratorio di Geoingegneria e Risorse Naturali LAGIRN del DICAM,
- Laboratorio di Ingegneria Chimica LABIC del DICAM,
- Laboratorio di Fisica Tecnica del DIN,
- Aule TA11 e TA12.

Gli elaborati originali sono riportati in allegato.

Dato che le prove penetrometriche CPT ed i sondaggi a carotaggio continuo pregressi denotavano diversi casi di omonimia delle sigle di identificazione, si è provveduto a rinominare le indagini secondo la tabella riportata nella planimetria di fig.6 in allegato.

Le indagini geotecniche pregresse sono state integrate con l'esecuzione di n.3 SCPTU, prove penetrometriche statiche con punta elettrica, piezocono e cono sismico e prelievo di campioni di terreno.

La presenza di macerie grossolane presenti in prossimità del piano campagna in corrispondenza della SCPTU3 ha danneggiato una parte della punta penetrometrica, tanto da non consentire la corretta registrazione dei dati di resistenza alla punta qc delle SCPTU1-3; i dati penetrometrici della SCPTU2 sono stati acquisiti correttamente.

L'inconveniente non ha tuttavia afflitto la registrazione delle onde Vs, il cui dato era essenziale ai fini dello studio geofisico - sismico del sottosuolo. La mancanza di informazioni geotecniche derivate dalle SCPTU1-3 non è rilevante in quanto si è in possesso delle risultanze di altre 13 penetrometrie statiche meccaniche CPT pregresse.

8.2 QUOTE DEL PIANO CAMPAGNA DELLE INDAGINI IN SITO

Scarsissimi sono i dati altimetrici del piano campagna delle indagini in sito pregresse, cioè quelle realizzate nel 1985-1988-1991-1999.

In genere gli elaborati originali non riportano alcun dato, oppure si fa cita un generico piano campagna.

Nel caso della CPT11 si fa riferimento ad un piano riporto, mentre nel caso dei sondaggi S.1-2 alla quota +1m; in S.3-4 alla quota 0m.

Nel caso delle prove penetrometriche SCPTU eseguite il 27/07/2017, il piano campagna è stato così quotato:

Indagine	Quota p.c. indagine da pavimentazione viabilità
SCPTU1	+0.10m
SCPTU2	+0.20m
SCPTU3	0.00m

Da quanto suddetto si evince che la quota del piano campagna su cui sono state eseguite le indagini in sito pregresse è affetta da un errore rilevante, probabilmente ± 1 metro.

In tal caso anche la profondità del tetto dei depositi ghiaiosi riportata nella planimetria di fig.6 potrebbe denotare un errore di ± 1 metro.

8.3 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE MECCANICHE CPT

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche statiche meccaniche pregresse CPT1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13 sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- prof. ing. Pier Vincenzo Righi - 1985 - penetrometro statico tipo olandese da 20t di spinta, con punta meccanica Begemann;
- geol. Angelo Angeli - 1988 - penetrometro statico tipo Gouda da 10t di spinta, a lettura meccanica, con punta meccanica Begemann;
- GEIMCO - 1991 - penetrometro statico tipo olandese da 20t di spinta, con punta meccanica Begemann;
- geol. Massimo Mantovani - 1999 - penetrometro statico tipo Gouda da 20t di spinta, con punta meccanica Begemann.

Non esiste documentazione fotografica delle indagini in sito pregresse.

Il penetrometro statico meccanico dotato di punta meccanica Begemann ha permesso di quantificare ogni 20cm di approfondimento la qc o Rp o Qc o rp (resistenza specifica alla punta) e la fs o Rf o rl (resistenza specifica al manicotto).

I dati acquisiti sono stati elaborati determinando i rapporti qc/fs o Qc/fs o Rp/Rf o rp/rl e fs/qc, FR o Rf/Rp, riportandoli in tabelle e/o grafici posti in allegato.

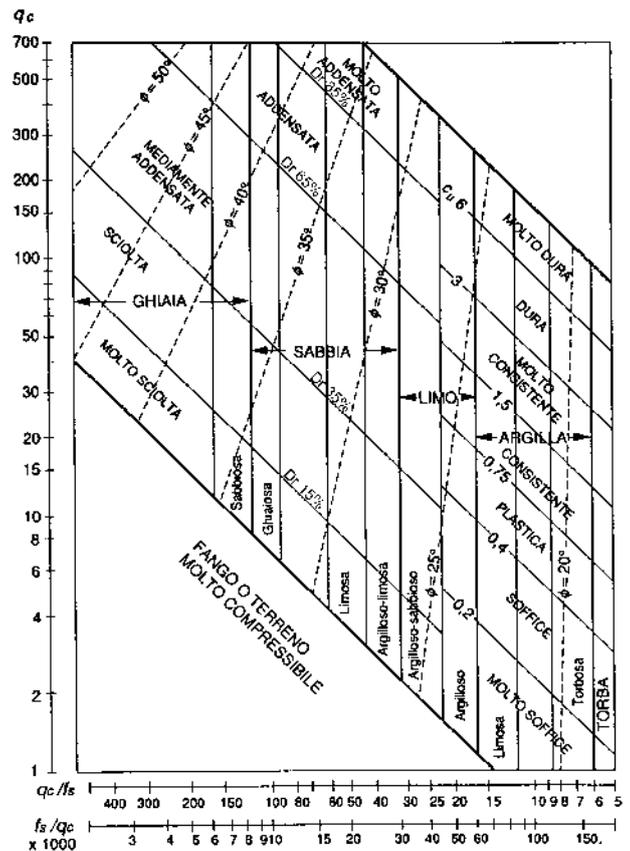
I dati originali erano in parte disponibili come:

- tabelle e grafici;
- grafici;
- grafici incompleti, cioè con i soli valori di rp.

Lo scrivente ha provveduto a redigere nuove tabelle e grafici, rielaborando i dati originali delle penetrometrie statiche meccaniche pregresse CPT1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13, definendo i parametri geotecnici nominali, caratteristici e di progetto in modo da consentire un chiaro ed univoco utilizzo dei dati penetrometrici.



Nelle nuove tabelle e grafici sono stati identificati orientativamente sia il tipo litologico che la consistenza o l'addensamento del terreno, utilizzando il grafico di Searle, che ha trovato buona correlazione con le stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo:



Searle, I. W., 1979. The interpretation of Begemann friction jacket cone results to give soil types and design parameters. Proceedings of 7th European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, ECSMFE, Brighton, Vol. 2, pp. 265 – 270.

Il terreno è stato suddiviso in strati di 20cm di spessore sulla base delle letture L1 ed L2, per i quali sono stati definiti i valori dei parametri geotecnici nominali (Xn) sulla base delle seguenti correlazioni.

➤ Il peso di volume naturale γ_{nat} è stato elaborato secondo le seguenti correlazioni.

GRANULOMETRIA	CORRELAZIONI	
argille limose limi argillosi	$\gamma_{nat} = 0.0001 * LNq_c + 0.0016$ in kg/cm ³ (AA.VV.)	
limi argilloso sabbiosi sabbie argilloso limose sabbie limose sabbie sabbie ghiaiose	se DR<35%	se DR>35%
	$\gamma_{nat} = \frac{0.0319 * Dr + 14.775}{10000}$ in kg/cm ³ (Crow, 2004)	$\gamma_{nat} = \frac{0.03 * Dr + 17}{10000}$ in kg/cm ³ (Crow, 2004 e AA.VV.)
ghiaie sabbiose ghiaie	$\gamma_{nat} = \frac{0.0308 * Dr + 17.973}{10000}$ in kg/cm ³ (Crow, 2004)	

- Il peso di volume saturo γ_{sat} è stato elaborato secondo le seguenti correlazioni.

GRANULOMETRIA	CORRELAZIONI
argille limose limi argillosi	$\gamma_{sat} = \gamma_{nat} + 0.00008$ in kg/cm ³ (AA.VV.)
limi argilloso sabbiosi sabbie argilloso limose sabbie limose sabbie sabbie ghiaiose ghiaie sabbiose ghiaie	$\gamma_{sat} = \gamma_{nat} + 0.0003$ in kg/cm ³ (AA.VV.)

- La coesione non drenata C_u è stata elaborata secondo il grafico di Searle
- L'angolo di attrito interno φ è stato elaborato secondo il grafico di Searle.
- La densità relativa $D_r\%$ è stata elaborata secondo il grafico di Searle.
- Il modulo edometrico M è stato elaborato secondo la relazione $M = \alpha q_c$; le tabelle ed i dati di Mitchell-Gardner, 1975 e di Sanglerat et al., 1972 identificano il valore di α in funzione del tipo granulometrico e del valore di q_c :

terreni coesivi – argille, argille organiche terreni misti – argille sabbiose	$q_c \leq 5 \text{ kg/cm}^2$	$\alpha = 5$
	$q_c = 10 \text{ kg/cm}^2$	$\alpha = 4$
	$q_c = 15 \text{ kg/cm}^2$	$\alpha = 3,3$
	$q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$	$\alpha = 3$
terreni coesivi – argille torbose	$q_c \leq 7 \text{ kg/cm}^2$ $q_c / f_s \leq 15$	$W \leq 50\% \quad \alpha = 3$
		$W = 100\% \quad \alpha = 1,5$
		$W = 200\% \quad \alpha = 1$
		$W \geq 300\% \quad \alpha = 0,4$
terreni incoerenti		$\alpha = 3$

I parametri geotecnici dei soli depositi ghiaiosi sono stati derivati dal valore del numero dei colpi caratteristico N_{SPTk} della prova penetrometrica Standard Penetration Test S.P.T. eseguita nel sondaggio a carotaggio continuo S.5 a 9.8÷10.25m di profondità.

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

I singoli strati di terreno di 20cm di spessore identificati dai dati penetrometrici sono stati poi raggruppati in strati omogenei sulla base di consimili caratteristiche granulometriche, di addensamento o di consistenza, riferibili ai campi definiti dal grafico di Searle.

Si è cercato di distinguere, quando presenti, le fluttuazioni dei parametri geotecnici nell'ambito di uno stesso campo di addensamento o consistenza, suddividendo lo strato per un ulteriore discriminazione.

Si ricorda che i parametri geotecnici riportati nelle tabelle penetrometriche sono espressi in termini non drenati (C_u , ϕ), in quanto derivanti da prove penetrometriche che sottopongono il terreno a rapida rottura senza consentirne il drenaggio.

8.4 TRATTAMENTO STATISTICO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Ad ogni strato omogeneo del sottosuolo sono stati attribuiti i parametri geotecnici caratteristici (X_k), concetto introdotto dall'Eurocodice 7: "Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules".

Il valore caratteristico X_k , inteso come una stima cautelativa del parametro geotecnico che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica, che si tratti di SLU (stati limite ultimi ovvero potenziale presenza di una superficie di rottura) o di SLE (stati limite di esercizio ossia deformazioni di tipo elastico o di consolidazione a prescindere dallo stato di rottura). Lo stesso concetto fa parte della più ampia trattazione agli stati limite (SL), volta ad armonizzare la progettazione strutturale con quella geotecnica.

Allo stato normativo attuale esistono ancora dubbi ed incertezze sulla procedura di determinazione dei valori caratteristici, nonostante che il D.M. 14/01/2008, "Norme tecniche per le costruzioni" abbia già adottato il concetto dei valori caratteristici, senza peraltro chiarirne la definizione e determinazione.

Neanche la Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" entra nella specifica procedura, pur fornendo alcune indicazioni: *"...Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata.*

Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

assumano importanza per lo stato limite considerato. ...”

La Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, pubblicata nel sito della Regione Toscana, con carattere ancora ufficioso, chiarisce alcuni dettagli relativi alla determinazione dei valori caratteristici, ma non offre metodi operativi per la loro determinazione.

Si farà quindi riferimento alla trattazione specifica presentata dal dr. geol. Luca Nori nel Corso di aggiornamento professionale per geologi del 03/04/2009, organizzato dall’Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna – Consulta delle Province di Reggio Emilia e Modena “Caratterizzazione geotecnica e parametri di progetto secondo l’EC 7 e 8 ed il D.M. 14 Gennaio 2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

Il valore caratteristico X_k verrà quindi identificato sulla base delle seguenti regole:

- A. Se esiste compensazione spaziale (volume interessato dallo stato limite, o suo spessore in una dimensione, significativamente maggiore della lunghezza delle fluttuazioni nei parametri di resistenza del terreno), allora il valore caratteristico corrisponde al 5° percentile della media ed è generalmente non molto distante dalla media stessa.
- B. Se esiste compensazione strutturale (fondazioni sufficientemente rigide tali da distribuire le sollecitazioni omogeneamente sul terreno), allora il valore caratteristico è lo stesso del precedente caso A.
- C. Se non esiste compensazione strutturale, né compensazione spaziale, allora il valore caratteristico è il 5° percentile della distribuzione statistica del campione, ed è generalmente piuttosto distante dalla media.

Considerando che gli edifici del Plesso Terracini risultano fondati su pali incastrati entro il deposito ghiaioso, così come lo saranno i controventi in progetto, si fa riferimento ad una superficie di rottura piccola senza compensazione spaziale o strutturale valida per pali, piccoli plinti, rottura locale.

Per determinare i valori caratteristici dei parametri geotecnici X_k si adatterà la regola C, definita dal dr. geol. Luca Nori nel Corso di aggiornamento professionale per geologi del 03/04/2009, organizzato dall’Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna – Consulta delle Province di Reggio Emilia e Modena “Caratterizzazione geotecnica e parametri di progetto secondo l’EC 7 e 8 ed il D.M. 14 Gennaio 2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni”).

Di seguito si riporta una sintesi schematica della procedura che è stata adottata per definire i parametri geotecnici caratteristici (X_k) riportati nelle tabelle penetrometriche in allegato.



Procedura per ricavare i valori caratteristici mediante l'analisi statistica per parametri che seguono distribuzione normale (φ , γ)

Superficie di rottura grande con compensazione spaziale o strutturale A o B (platea, fondazioni nastriformi non piccole)	I dati sono "non pochi" (orientativamente $n \geq 5$)	Si ipotizza media campione = media popolazione (controllando la congruenza!)
		Si applica la formula rigorosa, con distribuzione di Student: $x_k = \bar{x} - t_{0.05} (n-1) \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$ dove: x_k valore caratteristico desiderato \bar{x} valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione t valore della distribuzione di Student ad $n-1$ gradi di libertà con probabilità $u = 95\%$ (ossia, $1-\alpha = 0.95$ o alternativamente, $\alpha = 0.05$) s deviazione standard del campione n numero di dati.
Il dato è uno solo, o pochi (orientativamente $n < 5$)		Si ipotizza media campione = valore del singolo dato o media popolazione (controllando la congruenza!)
		Si ipotizza variabilità nota (dati di letteratura o esperienza individuale: six-sigma)
		Si applica la formula opportuna: $x_k = \bar{x} - 1.645 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$ dove: x_k valore caratteristico desiderato \bar{x} valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione σ deviazione standard della popolazione = media dati / COV n numerosità del campione
Superficie di rottura piccola senza compensazione spaziale o strutturale C (pali, piccoli pilinti, rottura locale)	I dati sono "non pochi" (orientativamente $n \geq 5$)	Si ipotizza media campione = media popolazione (controllando la congruenza!)
		Si applica la formula opportuna: $x_k = \bar{x} - 1.645 * s$ dove: x_k valore caratteristico desiderato \bar{x} valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione s deviazione standard del campione
	Il dato è uno solo, o pochi (orientativamente $n < 5$)	Si ipotizza media campione = valore del singolo dato o media popolazione (controllando la congruenza!)
		Si ipotizza variabilità nota (dati di letteratura o esperienza individuale: six-sigma) Si applica la formula opportuna: $x_k = \bar{x} - 1.645 * \sigma$ x_k valore caratteristico desiderato \bar{x} valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione σ deviazione standard della popolazione = media dati * COV



**MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna**



Coefficiente di variazione $COV = \frac{\sigma}{\mu}$

dove:

σ = deviazione standard della popolazione

μ = media della popolazione

Valori indicativi della variabilità (COV) di alcuni parametri	
PARAMETRO	COV
ϕ sabbie e ghiaie	7 - 10%
ϕ' coesivi	13%
C'	25 - 30%
C_u	20 - 30%
ϕ	10% (Schneider 1999)
C_u	40% (Schneider 1999)

Procedura per ricavare i valori caratteristici mediante l'analisi statistica per parametri che seguono distribuzione log-normale (C_u, c', E, altri)		
Superficie di rottura grande con compensazione spaziale o strutturale A o B (platea, fondazioni nastriformi non piccole)	I dati sono "non pochi" (orientativamente $n \geq 5$)	Si ipotizza media campione = media popolazione (controllando la congruenza!) Si applica il metodo conservativo di Angus: $L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} - \frac{t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)}{\sqrt{n}} * \sqrt{S^2 \left(1 + \frac{S^2}{2}\right)}$ dove: \bar{Y} valore medio del dataset con distribuzione lognormale z distribuzione normale standardizzata t valore della distribuzione di Student ad $n-1$ gradi di libertà S deviazione standard del campione n numero di dati
	Il dato è uno solo, o pochi (orientativamente $n < 5$)	Si ipotizza media campione = valore del singolo dato o media popolazione (controllando la congruenza!) Si ipotizza variabilità nota (dati di letteratura o esperienza individuale: six-sigma) Si applica il metodo di Cox: $L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \pm z_{1-\frac{\alpha}{2}} * \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^4}{2(n-1)}}$ dove: \bar{Y} valore medio del dataset con distribuzione lognormale z distribuzione normale standardizzata t valore della distribuzione di Student ad $n-1$ gradi di libertà S deviazione standard del campione n numero di dati
Superficie di rottura piccola senza compensazione spaziale o strutturale C (pali, piccoli pilinti, rottura locale)	I dati sono "non pochi" (orientativamente $n \geq 5$)	Si ipotizza media campione = media popolazione (controllando la congruenza!) Si applica la formula opportuna con un foglio di calcolo: INV.LOGNORM(0.05, media log dati, media SD log dati)
	Il dato è uno solo, o pochi (orientativamente $n < 5$)	Si ipotizza media campione = valore del singolo dato o media popolazione (controllando la congruenza!) Si ipotizza variabilità nota (dati di letteratura o esperienza individuale: six-sigma)
		Si applica la formula opportuna con un foglio di calcolo: INV.LOGNORM(0.05, media SD) con le trasformazioni opportune (★)



★

Formule di trasformazione per trovare il valore caratteristico con distribuzioni log-normali e un singolo dato o pochi dati, piccola superficie di rottura

$$\sigma_{\log n} = \sqrt{\ln\left(1 + \frac{\sigma_{\text{norm}}^2}{\mu_{\text{norm}}^2}\right)} \quad \mu_{\log n} = \ln(\mu_{\text{norm}}) - \frac{\sigma_{\log n}^2}{2} \quad \text{dove:}$$

σ_{norm}^2 = varianza nota da letteratura o da esperienza

μ_{norm}^2 = valore del singolo dato o della media dei (pochi) dati

Con un foglio di calcolo: $X_k = \text{INV.LOGNORM}(0.05, \sigma_{\log n}, \mu_{\log n})$

I parametri geotecnici caratteristici X_k sono riportati in allegato nelle nuove tabelle penetrometriche che rielaborano i dati penetrometrici pregressi.

8.5 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO X_d

I parametri geotecnici di progetto X_d riportati in allegato nelle nuove tabelle penetrometriche redatte dallo scrivente sono stati calcolati adottando i coefficienti parziali M1 ed M2 definiti nella tabella 6.2.11 prevista dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Tabella 6.2.11 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza (coesione) non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna

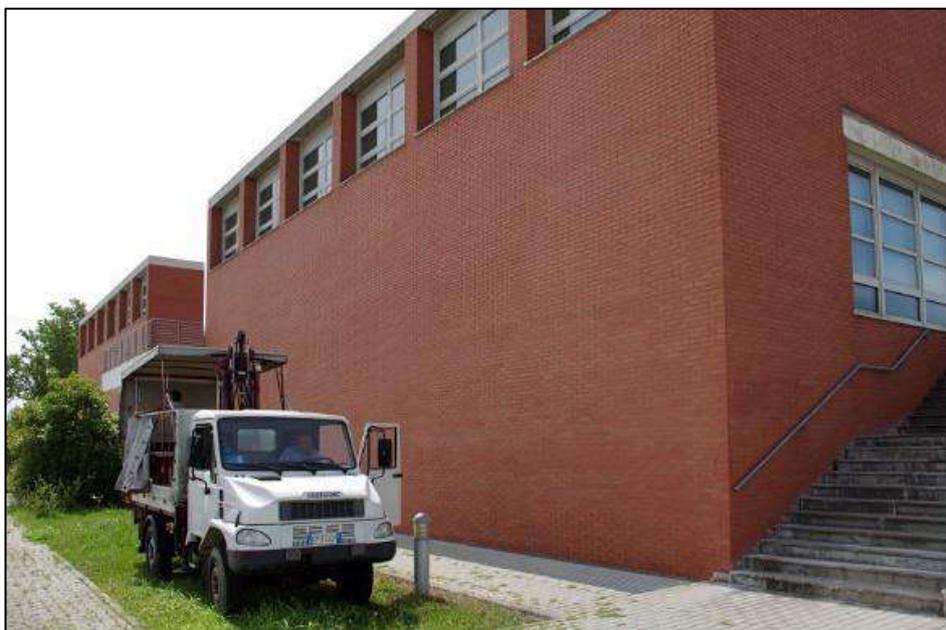


8.6 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA ELETTRICA, PIEZOCONO E CONO SISMICO SCPTU

Il 27/07/2017 sono state eseguite le prove penetrometriche statiche con punta elettrica, piezocono e cono sismico SCPTU1-2-3, adottando un penetrometro SCPTU allestito su automezzo BREMACH BRICK 4X4 35T.



Penetrometro SCPTU
allestito su automezzo
BREMACH BRICK 4X4
35T



SCPTU1



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente



SCPTU2



SCPTU3



Punta di acquisizione dati SCPTU



Fase di avanzamento batteria aste SCPTU



Fase di acquisizione dati SCPTU



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



La prova penetrometrica statica tipo SCPTU adotta un piezocono sismico (G1-CPLS di TECNO PENTA s.r.l.), cioè un piezocono elettrico standard all'interno del quale sono stati inseriti dei geofoni o accelerometri.

All'interno della punta utilizzata per la prova SCPTU (S = Seismic; CPT = Cone Penetration Test; U = con misura della pressione neutra U) sono alloggiati alcuni sensori (estensimetri, trasduttori di pressione, inclinometro) che consentono la misurazione della resistenza alla punta q_t , della resistenza per attrito laterale locale F_s ed un controllo continuo di verticalità e velocità d'infissione.

Immediatamente al di sopra del tratto conico della punta è montato un anello poroso per la misurazione della pressione dei pori u .

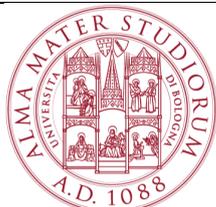
La presenza di macerie grossolane presenti in prossimità del piano campagna in corrispondenza della SCPTU3 ha danneggiato una parte della punta penetrometrica, tanto da non consentire la corretta registrazione dei dati di resistenza alla punta q_c delle SCPTU1-3; i dati penetrometrici della SCPTU2 sono stati acquisiti correttamente.

L'inconveniente non ha tuttavia afflitto la registrazione delle onde V_s , il cui dato era essenziale ai fini dello studio geofisico - sismico del sottosuolo. La mancanza di informazioni geotecniche derivate dalle SCPTU1-3 non è rilevante in quanto si è in possesso delle risultanze di altre 13 penetrometrie statiche meccaniche CPT pregresse.

I risultati delle penetrometrie vengono forniti come certificati in allegato, rappresentati in forma diagrammatica, dove viene riportato anche l'indice STB (Soil Behaviour Type) o indice di comportamento che interpreta la litologia dei depositi secondo la correlazione di Robertson, 2010.

Di seguito si riporta il modello geotecnico litostratigrafico della SCPTU2 definito sulla base delle seguenti correlazioni:

Correlazioni incoerenti		Correlazioni coesive	
Densità relativa	<input type="radio"/> Baldi 1978 - Schmertmann 1976 <input type="radio"/> Schmertmann <input type="radio"/> Harman 1976 <input checked="" type="radio"/> Lancellotta 1983 <input type="radio"/> Jamiolkowski 1985 <input type="radio"/> Larsson 1995	Grado di sovraconsolidazione	<input checked="" type="radio"/> Stress-History <input type="radio"/> Piacentini Righi 1978 <input type="radio"/> Larsson 1991 S.G.I. <input type="radio"/> Ladd e Foot 1977
Angolo d'attrito	<input type="radio"/> Durgunoglu-Mitchell 1973-1975 <input type="radio"/> Caquot <input type="radio"/> Koppejan <input type="radio"/> De Beer 1965-1967 <input checked="" type="radio"/> Schmertmann 1977-1982 <input type="radio"/> Robertson e Campanella 1983 <input type="radio"/> Herminier <input type="radio"/> Meyerhof 1951	Modulo Edometrico	<input type="radio"/> Robertson - Campanella da Schmertmann <input type="radio"/> Lunne Christoffersen 1983 - Robertson Powell 1997 <input type="radio"/> Kulhawy-Mayne 1990 <input checked="" type="radio"/> Mitchell - Gardner 1975 <input type="radio"/> Buisman - Sanglerat
Modulo di Young	<input checked="" type="radio"/> Schmertmann 1970-1978 <input type="radio"/> Robertson - Campanella 1983 <input type="radio"/> ISOPT-1 1988	Modulo di deformazione a taglio	<input checked="" type="radio"/> Imai Tomachi
		Modulo di reazione K_0	<input checked="" type="radio"/> Kulhawy-Mayne 1990
		Peso unità di volume	<input checked="" type="radio"/> Meyerhof



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente



Correlazioni incoerenti **Correlazioni coesivi**

Coesione non drenata

Lunne Eide >>Indice plastico (IP): 18

Sunda (relazione sperimentale)

Lunne T.-Kleven A. 1981

Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977

Lunne, Robertson and Powell 1977

Terzaghi

Begemann

De Beer

Baligh 1980

Marsland 1974-Marsland e Powell 1979

Rolf Larsson SGI 1995

Modulo Edometrico

Mitchell Gardner 1975

Metodo generale del modulo Edometrico

Buisman

Buisman Sanglerat

Peso unità di volume

Meyerhof ed altri

Grado di sovraconsolidazione

Stress-History

P.W.Mayne 1991

Piacentini Righi 1978

Larsson 1991 S.G.I.

Jamiolkowski 1979

Schmertmann 1978

Modulo di defomazione non drenato

Cancelli 1980

Ladd 1977

MODELLO GEOTECNICO LITOSTRATIGRAFICO DELLA SCPTU2													
Nr	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	K
1	0.80	riporto	--	--	10.3	34.2	>9	17.7	20.6	88.2	42.0	15.2	5.33·10 ⁻⁴
2	1.40	L-A	155	115.4	6.2	22.7	3.2	20.1	20.9	--	--	--	8.65·10 ⁻⁶
3	2.10	L-A	225	167.0	9.0	28.4	2.9	20.7	21.5	--	--	--	8.21·10 ⁻¹⁰
4	2.80	L-S	--	--	8.4	30.2	2.3	17.7	20.6	56.6	36.9	12.4	1.03·10 ⁻⁴
5	3.80	L-A	120	87.5	4.8	19.4	0.8	19.6	20.4	--	--	--	4.11·10 ⁻¹¹
6	6.74	L-A	60	41.8	4.6	12.8	<0.5	18.4	19.2	--	--	--	3.10·10 ⁻⁰⁸
7	6.76	G	--	--	15.8	47.8	1.9	18.6	21.6	64.5	37.2	26.3	1.00·10 ⁻⁰³

Nr: Numero progressivo strato

Prof: Profondità strato (m)

Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente

Cu: Coesione non drenata (KPa)

Eu: Modulo di defomazione non drenato (Mpa)

Mo: Modulo Edometrico (Mpa)

G: Modulo di deformazione a taglio (Mpa)

OCR: Grado di sovraconsolidazione

Puv: Peso unità di volume (KN/m³)

PuvS: Peso unità di volume saturo (KN/m³)

Dr: Densità relativa (%)

Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)

Ey: Modulo di Young (Mpa)

K: Permeabilità (cm/s)



In corrispondenza della SCPTU2 il terreno risulta essere alquanto sovraconsolidato fino ad almeno 2.8m di profondità. La causa è molto probabilmente riconducibile all'essiccamento per suzione indotto dalle radici dell'albero prossimo alla prova. Tale sovraconsolidazione e la presenza di terreno di riporto fino ad almeno 2m di profondità (vedi risultanze campione SCPTU2-C2 (1.0÷2.0m)), rende poco attendibili le correlazioni adottate per definire i parametri geotecnici.

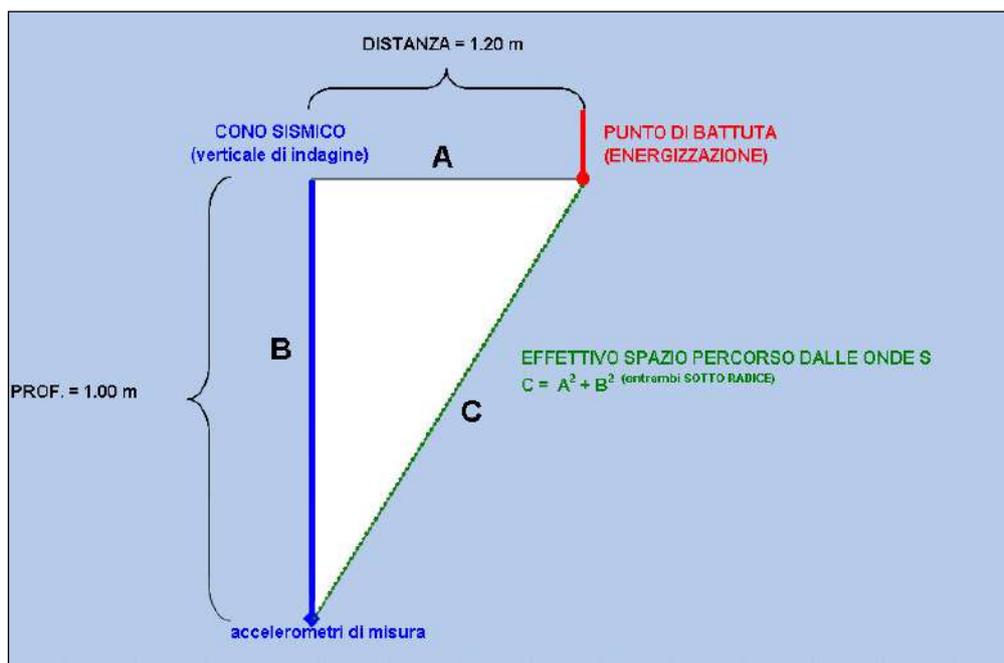
Pertanto si reputa più cautelativo ricorrere agli esiti della vicina CPT7 per definire il modello geotecnico del sottosuolo del Laboratorio di Ingegneria Idraulica LIDR del DICAM.

La prova penetrometrica statica tipo SCPTU prevede inoltre la misura, a ogni metro di profondità (od eventualmente a profondità prestabilite a seconda delle necessità progettuali), della velocità di propagazione delle onde di taglio S mediante opportuna energizzazione artificiale del terreno in superficie. mediante battuta con maglio del peso di circa 8 Kg.

Tramite i sensori sismici (geofoni o accelerometri) presenti all'interno del piezocono ed adeguato acquirente sismico (D1-SISMI di TECNO PENTA s.r.l.) è possibile quindi rilevare e registrare tali segnali sismici e di conseguenza determinare i tempi necessari alle onde sismiche per percorrere il tratto da piano campagna fino alla profondità a cui si trova il piezocono (tempi di arrivo).

Grazie alla presenza di tre geofoni o accelerometri disposti all'intero del piezocono lungo le tre direzioni X, Y e Z ed al tipo di sistema di energizzazione utilizzato è possibile discriminare nei sismogrammi i segnali generati dalle onde di taglio S.

Nella figura seguente viene proposto lo schema di propagazione e registrazione delle onde meccaniche durante la prova SCPTU.

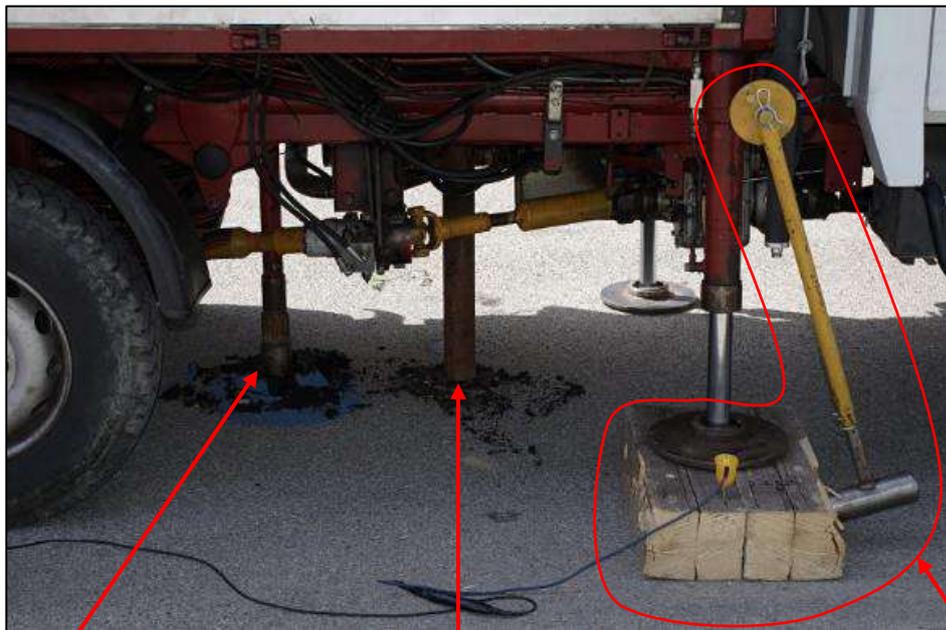


Nella relazione geofisica allegata verranno riportate ed elaborate le velocità di propagazione delle onde di taglio S (V_s).



Batteria aste penetrometro SCPTU

Sistema di energizzazione per generare onde di taglio S



Sistema di ancoraggio

Carotiere per sondaggio

Sistema di energizzazione per generare onde di taglio S



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



8.7 PRELIEVO CAMPIONI DI TERRENO IN SCPTU1-2-3

Dopo avere ultimato le prove SCPTU, presso ognuna è stata eseguita una perforazione del terreno a circa 0.3m di distanza dalla verticale delle SCPTU al fine di prelevare dei campioni di terreno da sottoporre a prove di laboratorio.

L'avanzamento è avvenuto mediante l'infissione di una puntazza, per poi procedere alla pulizia del foro del sondaggio mediante un carotiere semplice Ø101mm. Il campionamento è avvenuto utilizzando un campionatore Shelby Ø89mm, L = 70cm.



Puntazza per l'avanzamento della perforazione per il prelievo di un campione di terreno



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



Carotiere semplice per la pulizia del foro per il prelievo di un campione di terreno.



Campione C.1 1.6÷2.1m
in SCPTU1



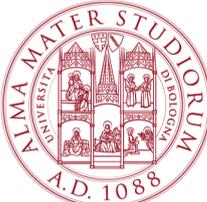
MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



Campione C.1 1.0÷2.0m
in SCPTU2



Campione C.1 2.0÷2.7m
in SCPTU3

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

8.8 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Tra la documentazione delle indagini geotecniche pregresse realizzate per la progettazione del Plesso Terracini vi sono le stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo S.1-2-3-4-5, riportate in allegato.

I sondaggi sono ubicati nella planimetria di fig.6.

Oltre ad identificare la profondità del tetto del deposito ghiaioso ed il tipo litologico dei terreni attraversati, le stratigrafie hanno consentito di verificare l'attendibilità delle correlazioni geotecniche utilizzate per definire il tipo litologico derivato dai dati penetrometrici (qc/fs o Qc/fs o Rp/Rf o rp/rl e fs/qc, FR o Rf/Rp).

Nel foro dei sondaggi S.1-2-3-4-5 sono state realizzate delle Standard Penetration Test - S.P.T. e sono stati prelevati alcuni campioni dei terreni medio fini tramite fustella campionatrice Shelby, al fine di sottoporli a prove di laboratorio geotecnico.

Inoltre sono state reperite le stratigrafie di due sondaggi facenti parte dei dati geognostici del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

Si tratta delle stratigrafie del:

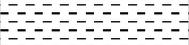
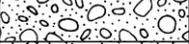
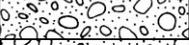
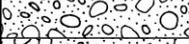
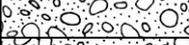
- sondaggio 220080P4135 ubicato 120m a Nord del Plesso Terracini;
- pozzo 220080P761 ubicato 220m a Sud del Plesso Terracini.

Queste stratigrafie hanno fornito dati litologici dei terreni posti a maggiori profondità rispetto ai sondaggi S.1-2-3-4-5 realizzati all'interno del Plesso Terracini.

8.9 PROVE PENETROMETRICHE STANDARD PENETRATION TEST - S.P.T.

Nel foro dei sondaggi S.1-2-3-4-5 sono state realizzate delle Standard Penetration Test – S.P.T..

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva delle prove SPT.

Sondaggio	Profondità	N ₁ -N ₂ -N ₃	N _{SPT}	Colonna stratigrafica	Tipo litologico
S.1	3.00÷3.45m	3-4-5	9		Limo da sabbioso ad argilloso
	5.00÷5.45m	5-8-13	21		Argilla limosa
	12.00÷12.45m	5-11-12	22		Argilla limosa, limo argilloso
	16.00÷16.10m	rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
	19.00÷19.35m	28-35-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
S.2	7.00÷7.45m	5-7-9	16		Limo da sabbioso ad argilloso
	13.00÷13.20m	28-rifiuto	rifiuto		Limo argilloso con ghiaia
	15.00÷15.20m	35-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
	18.00÷18.20m	40-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
	19.50÷19.70m	40-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
S.3	5.50÷5.95m	6-7-7	14		Limo argilloso
	8.50÷8.60m	rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
	12.00÷12.15m	28-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
	15.00÷15.10m	rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
	17.50÷17.85m	24-34-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
S.4	4.00÷4.45m	4-5-7	14		Limo argilloso
	11.40÷11.60m	20-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
	18.50÷18.70m	20-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
	21.00÷21.20m	34-rifiuto	rifiuto		Ghiaia e sabbia
S.5	9.80÷10.25m	19-26-19	45		Ghiaia e sabbia
	12.25÷12.70m	23-22-24	46		Ghiaia e sabbia

Non verranno utilizzati i valori di N_{SPT} relativi ai terreni medio fini coesivi, cioè le argille limose, limi argillosi e limi da sabbiosi ad argillosi, perché le risultanze delle prove penetrometriche CPT e SCPTU forniscono dati geotecnici più affidabili.

Al contrario verranno adottati i valori di N_{SPT} per la caratterizzazione geotecnica dei depositi incoerenti costituiti da sabbie e ghiaie e da ghiaie e sabbie perché le dimensioni della punta chiusa del campionatore senza liner del penetrometro S.P.T. meglio si adatta a terreni grossolani quali ghiaie e sabbie.



Delle 15 prove S.P.T. eseguite in corrispondenza del deposito ghiaioso sabbioso, 13 prove sono andate a rifiuto o a causa dell'elevato addensamento del terreno, che lo fa classificare come molto addensato secondo Terzaghi-Peck o secondo Gibbs & Holtz, oppure per la presenza di ciottoli o di blocchi.

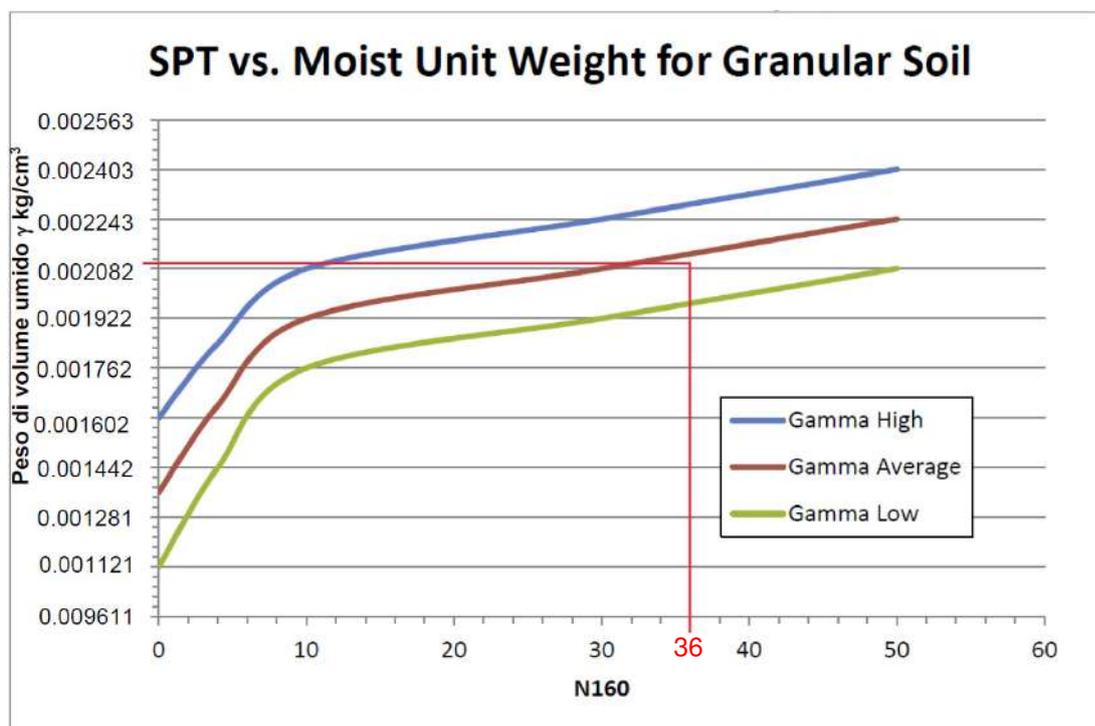
Solo nel caso delle S.P.T. eseguite in S.5 è stato possibile portare a termine la prova rilevando il numero dei colpi $N_1-N_2-N_3$ e quindi di definire compiutamente $N_{SPT} = N_2 + N_3$.

Per definire i parametri geotecnici caratteristici del deposito ghiaioso sabbioso si considera come valore nominale di N_{SPTn} quello inferiore, cioè $N_{SPTn} = 45$, al quale vengono applicate le seguenti correzioni per definire il numero dei colpi caratteristico N_{SPTk} :

- litostatica secondo Jamiolkowski;
- del rendimento del 60% del sistema di infissione;
- del diametro di perforazione;
- della lunghezza delle aste;
- del campionatore S.P.T, senza liner, cioè a punta chiusa;

da cui risulta che il numero dei colpi caratteristico $N_{SPTk} = 36$.

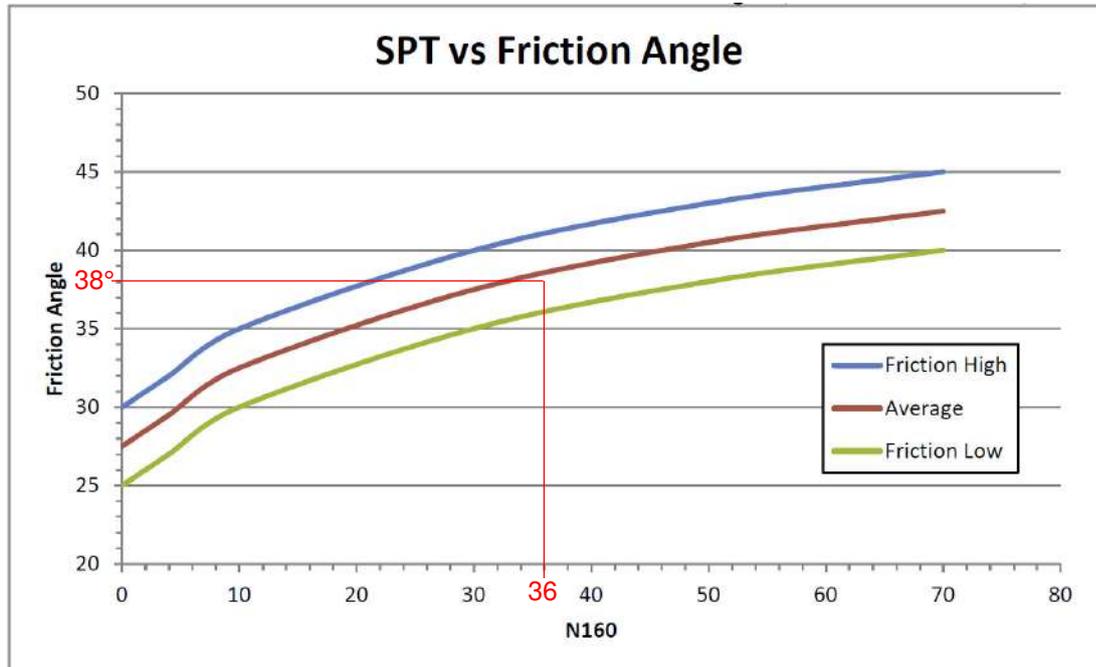
Il peso di volume umido caratteristico $\gamma_k = 0.0021 \text{ kg/cm}^3$, secondo la correlazione dopo Bowles, 1977.



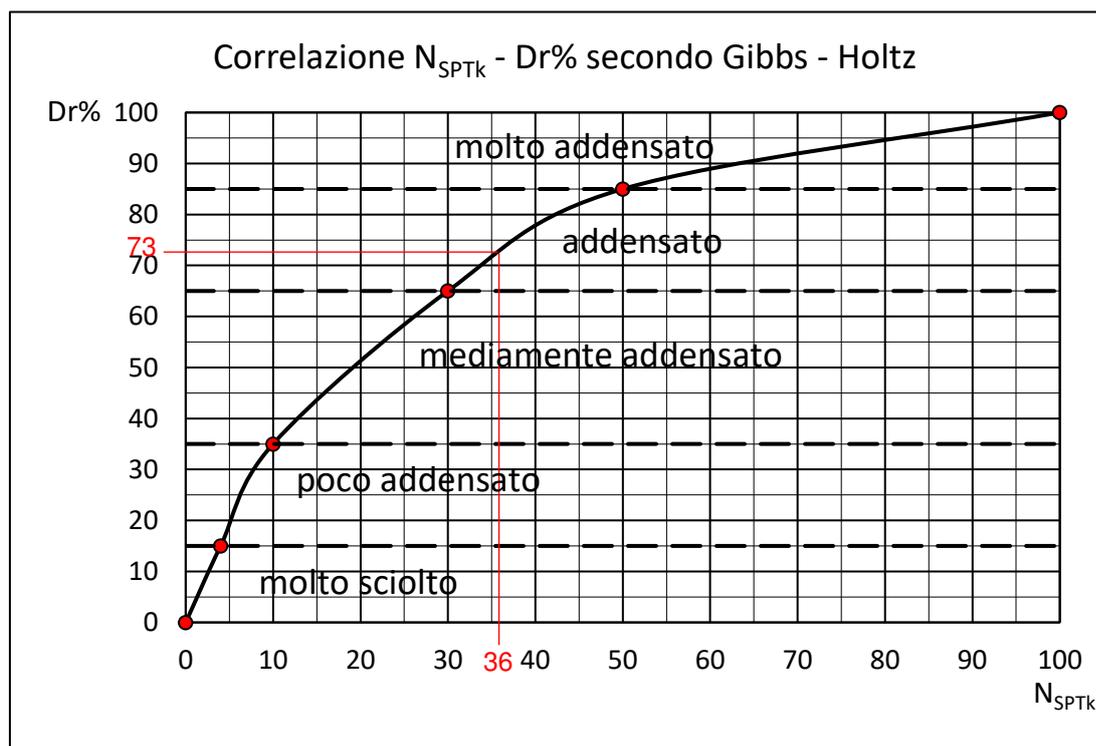


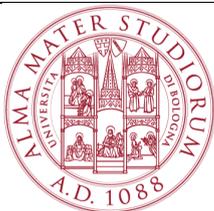
L'angolo di attrito interno caratteristico $\varphi_k = 38^\circ$, secondo la correlazione dopo Bowles, 1977, da cui:

- angolo di attrito interno di progetto $\varphi_{dM1} = 38^\circ$;
- angolo di attrito interno di progetto $\varphi_{dM2} = 32^\circ$.



La densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$, per la quale la classificazione di Gibbs & Holtz definisce il deposito come addensato.





MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



Il modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$, secondo il metodo di Menzenbach e Malcev, valido per sabbie ghiaiose.

8.10 ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

Nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo pregressi, eseguiti nel 1985-1988-1991-1999, sono stati prelevati alcuni campioni dei terreni medio fini tramite fustella campionatrice Shelby, al fine di sottoporli a prove di laboratorio geotecnico.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva degli esiti delle prove geotecniche di laboratorio.

SONDAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITÀ	RISULTANZE ANALISI DI LABORATORIO
S.1	S1-C1	1.50÷2.00m	Descrizione: il campione è costituito da un 50% di limo sabbioso con livelli sabbiosi e con clasti eterogenei, passante, alla scarpa, ad un limo molto più consistente, sempre marrone scuro. Contenuto naturale d'acqua $W_n = 23.59\%$ Peso di volume umido $\gamma = 2.02\text{g/cm}^3$ Frazione sabbiosa = 8% Frazione limosa = 54% Frazione argillosa = 38% Classifica granulometrica: limo con argilla debolmente sabbioso Limite di liquidità $LL = 56.4\%$ Limite di plasticità $LP = 26.8\%$ Indice plastico $IP = 29.1$ Indice di consistenza >1 Classifica U.S.C.: CH Resistenza al P.P. = $1.0\div 4.5\text{kg/cm}^2$ Prova di taglio diretto CD: angolo di attrito interno efficace $\varphi' = 24^\circ$ coesione efficace $c' = 0.2\text{kg/cm}^2$
	S1-C2	10.00÷10.60m	-
	S1-C3	26.20÷26.80m	Descrizione: argilla e limo grigio azzurrastro scuro, consistente, con spalmature avana più frequenti alla scarpa ove sono presenti anche clasti sparsi. Contenuto naturale d'acqua $W_n = 25.19\%$ Peso di volume umido $\gamma = 2.02\text{g/cm}^3$ Peso specifico dei grani $\gamma_s = 2.72\text{g/cm}^3$ Indice dei vuoti $E = 0.685$



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
 Via Terracini n. 28
 Bologna



			<p>Grado di saturazione $S_r = 100\%$</p> <p>Frazione sabbiosa = 4%</p> <p>Frazione limosa = 47%</p> <p>Frazione argillosa = 49%</p> <p>Classifica granulometrica: argilla e limo</p> <p>Limite di liquidità $LL = 63.9\%$</p> <p>Limite di plasticità $LP = 32.1\%$</p> <p>Indice plastico $IP = 31.8$</p> <p>Indice di consistenza >1</p> <p>Classifica U.S.C.: MH - OH</p> <p>Resistenza al P.P. = $3.0 \div 4.0 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>Resistenza alla compressione ad espansione laterale libera:</p> <p>$ELL = 3.36 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>Modulo di compressibilità edometrica:</p> <p>$E' = 357 \text{ kg/cm}^2$ a pressione $0.50 \div 1.00 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>$E' = 169 \text{ kg/cm}^2$ a pressione $1.00 \div 2.00 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>$E' = 127 \text{ kg/cm}^2$ a pressione $2.00 \div 4.00 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>$E' = 138 \text{ kg/cm}^2$ a pressione $4.00 \div 8.00 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>$E' = 197 \text{ kg/cm}^2$ a pressione $8.00 \div 16.00 \text{ kg/cm}^2$</p> <p>Coefficiente di permeabilità:</p> <p>$K = 6.85 \cdot 10^{-10} \text{ cm/s}$ alla pressione di 4.00 kg/cm^2</p> <p>$K = 5.76 \cdot 10^{-10} \text{ cm/s}$ alla pressione di 8.00 kg/cm^2</p> <p>$K = 3.61 \cdot 10^{-10} \text{ cm/s}$ alla pressione di 16.00 kg/cm^2</p>
S.2	S2-C1	5.00÷5.50m	-
	S2-C2	9.00÷9.50m	<p>Descrizione: il campione è costituito alla testa da limo e argilla debolmente sabbiosi grigio scuro mediamente consistente, passante alla scarpa da argilla avana, con spalmature azzurrate, contenente concrezioni e clasti litoidi sparsi, leggermente meno consistente.</p> <p>Contenuto naturale d'acqua $W_n = 29.23\%$</p> <p>Peso di volume umido $\gamma = 1.97 \text{ g/cm}^3$</p> <p>Peso specifico dei grani $\gamma_s = 2.72 \text{ g/cm}^3$</p> <p>Indice dei vuoti $E = 0.795$</p> <p>Grado di saturazione $S_r = 100\%$</p> <p>Frazione sabbiosa = 7%</p> <p>Frazione limosa = 50%</p> <p>Frazione argillosa = 43%</p>



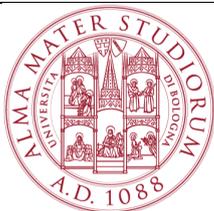
MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente



			<p>Classifica granulometrica: limo e argilla debolmente sabbiosi</p> <p>Limite di liquidità LL = 62.4%</p> <p>Limite di plasticità LP = 30.3%</p> <p>Indice plastico IP = 32.1</p> <p>Indice di consistenza >1</p> <p>Classifica U.S.C.: CH</p> <p>Resistenza al P.P. = 2.5÷3.0kg/cm²</p> <p>Prova di taglio diretto CD:</p> <p>angolo di attrito interno efficace $\varphi' = 16^\circ$</p> <p>coesione efficace $c' = 0.35\text{kg/cm}^2$</p> <p>Modulo di compressibilità edometrica:</p> <p>$E' = 122\text{kg/cm}^2$ a pressione 0.50÷1.00kg/cm²</p> <p>$E' = 145\text{kg/cm}^2$ a pressione 1.00÷2.00kg/cm²</p> <p>$E' = 88\text{kg/cm}^2$ a pressione 2.00÷4.00kg/cm²</p> <p>$E' = 120\text{kg/cm}^2$ a pressione 4.00÷8.00kg/cm²</p> <p>$E' = 189\text{kg/cm}^2$ a pressione 8.00÷16.00kg/cm²</p> <p>Coefficiente di permeabilità:</p> <p>$K = 1.32 \cdot 10^{-9}\text{cm/s}$ alla pressione di 8.00kg/cm²</p> <p>$K = 7.10 \cdot 10^{-10}\text{cm/s}$ alla pressione di 16.00kg/cm²</p>
S.4	S4-C1	6.40÷7.00m	<p>Descrizione: limo e argilla sabbiosi grigio azzurroastro, poco consistente, con intercalati livelli di sabbia fine.</p> <p>Contenuto naturale d'acqua $W_n = 31.74\%$</p> <p>Peso di volume umido $\gamma = 1.87\text{g/cm}^3$</p> <p>Peso specifico dei grani $\gamma_s = 2.65\text{g/cm}^3$</p> <p>Indice dei vuoti $E = 0.862$</p> <p>Grado di saturazione $S_r = 98\%$</p> <p>Frazione sabbiosa = 14%</p> <p>Frazione limosa = 58%</p> <p>Frazione argillosa = 28%</p> <p>Classifica granulometrica: limo e argilla sabbiosi</p> <p>Limite di liquidità LL = 41.7%</p> <p>Limite di plasticità LP = 27.6%</p> <p>Indice plastico IP = 14.1</p> <p>Indice di consistenza 0.7</p> <p>Classifica U.S.C.: ML - OL</p> <p>Resistenza al P.P. = $\approx 1.0\text{kg/cm}^2$</p>



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



			Resistenza alla compressione ad espansione laterale libera: ELL = 0.49kg/cm ² Modulo di compressibilità edometrica: E' = 49kg/cm ² a pressione 0.50÷1.00kg/cm ² E' = 42kg/cm ² a pressione 1.00÷2.00kg/cm ² E' = 51kg/cm ² a pressione 2.00÷4.00kg/cm ² E' = 77kg/cm ² a pressione 4.00÷8.00kg/cm ² E' = 135kg/cm ² a pressione 8.00÷16.00kg/cm ² Coefficiente di permeabilità: K = 1.69·10 ⁻⁸ cm/s alla pressione di 8.00kg/cm ² K = 8.59·10 ⁻⁹ cm/s alla pressione di 16.00kg/cm ²
S.5	S5-C1	3.00÷3.55m	-
	S5-C2	5.40÷5.95m	-
	S5-C3	7.90÷8.45m	-

Presso le prove SCPTU1-2-3 sono state eseguite perforazioni del terreno al fine di prelevare dei campioni di terreno da sottoporre a prove di laboratorio. L'avanzamento è avvenuto mediante l'infissione di una puntazza, per poi procedere alla pulizia del foro del sondaggio mediante un carotiere semplice Ø101mm. Il campionamento è avvenuto utilizzando un campionatore Shelby Ø89mm, L = 70cm.

I campioni di terreno prelevati in SCPTU1-C1 (1.6÷2.1m) ed in SCPTU3-C3 (2.0÷2.7m) sono stati sottoposti a prove di laboratorio di tipo colonna risonante per la determinazione delle curve di degrado - smorzamento del terreno (curve G(γ) e D(γ)) utilizzate ai fini dell'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) riportato nella relazione geofisica allegata.

Il campione SCPTU2-C2 (1.0÷2.0m) non è stato utilizzato in quanto rimaneggiato e costituito da riporto prevalente.

8.11 PARAMETRI GEOTECNICI DELLE LENTI ARGILLOSE ALL'INTERNO DEI DEPOSITI GHIAIOSI

La seguente tabella riporta i parametri geotecnici pertinenti alle lenti argillose presenti all'interno dei depositi ghiaiosi.

INDAGINE	CAMPIONI	PROFONDITÀ	PARAMETRI GEOTECNICI
S.1	S1-C3	26.20÷26.80m	Descrizione: argilla e limo. Peso di volume umido $\gamma = 2.02\text{g/cm}^3$ Resistenza al P.P. = $3.0\text{kg/cm}^2 \Rightarrow$ Coesione non drenata $C_u = 1.50\text{kg/cm}^2$ Resistenza alla compressione ad espansione laterale libera: ELL = $3.36\text{kg/cm}^2 \Rightarrow$ Coesione non drenata $C_u = 1.68\text{kg/cm}^2$ Modulo di compressibilità edometrica $E' = 138\text{kg/cm}^2$
S.5	da carota	11.25÷11.95m	Descrizione: argilla limosa di colore marrone oliva, consistente. Presenti calcinelli. Resistenza al P.P. = $1.43\text{kg/cm}^2 \Rightarrow$ Coesione non drenata $C_u = 0.715\text{kg/cm}^2$
220080P4135	da carota	20.50÷22.60m	Resistenza al P.P. = $2.00\text{kg/cm}^2 \Rightarrow$ Coesione non drenata $C_u = 1.00\text{kg/cm}^2$
CPT8	da dati penetrometrici	6.00÷6.40m	Descrizione: limo argilloso, da plastico a consistente. Peso di volume naturale $\gamma_n = 1.91\text{g/cm}^3$ Coesione non drenata $C_u = 0.89\text{kg/cm}^2$ Modulo edometrico $M = 70\text{kg/cm}^2$

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

8.12 MODELLI GEOTECNICI

I modelli geotecnici specifici degli edifici in oggetto che fanno parte del Plesso Universitario Terracini sono riportati in allegato e fanno riferimento a:

- Laboratorio di Ingegneria Meccanica del DIN,
- Laboratorio di Ingegneria Strutturale e Geotecnica LISG del DICAM,
- Laboratorio di Ingegneria Idraulica LIDR del DICAM,
- Laboratorio di Geingegneria e Risorse Naturali LAGIRN del DICAM,
- Laboratorio di Ingegneria Chimica LABIC del DICAM,
- Laboratorio di Fisica Tecnica del DIN ed Aule TA11 e TA12.

Le unità stratigrafiche riportate nei modelli geotecnici rappresentano una schematizzazione delle stratigrafie delle indagini geotecniche a cui si fa riferimento per il singolo fabbricato.

I parametri geotecnici riportati nei modelli geotecnici sono stati definiti come valori medi di quelli delle indagini geotecniche a cui si fa riferimento per il singolo fabbricato.

Si sottolinea ancora una volta che le profondità degli strati-depositi potrebbero essere affette da un errore di ± 1 metro a causa di dati altimetrici pressochè nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017.

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

9. INQUADRAMENTO SISMICO

Di seguito si esporranno informazioni generali riguardanti la sismicità del Plesso universitario Terracini; studi sismici specifici, quali analisi di Risposta Sismica Locale (RSL), è riportata nella relazione geofisica specifica.

9.1 NORMATIVA

Di seguito si espone la sismicità del sito di intervento relativamente alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 ed alle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008 - Circolare n.617 2 febbraio 2009.

La Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della protezione civile - Ufficio rischio sismico e vulcanico ha predisposto la Classificazione sismica dei Comuni italiani al 2015, con recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.

Atti di recepimento al 1° giugno 2014: Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435.

Il Comune di Bologna rientra in zona sismica 3 (livello di pericolosità).

La Carta sismogenetica d'Italia - Zone ZS9, riportata nel sito <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=8c5d55e0d3b34ea78346e802fd4f6d73>, deriva da studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questi hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9, che prevede una suddivisione in 36 zone i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, quali distribuzione spaziale e frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc..

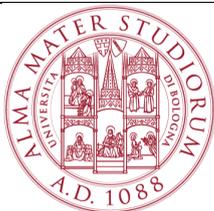
Dalla Carta sismogenetica d'Italia – Zone ZS9 risulta che il Plesso universitario Terracini rientra nella Zona sismogenetica ZS9: Appennino Emiliano-Romagnolo - 913

Classificazione geografica: Appennino Settentrionale e Centrale
per la quale è indicata **magnitudo massima Mw max = 5.91**

9.2 STORIA SISMICA DI BOLOGNA

Si fa riferimento al Database Macrosismico Italiano DBMI15 Release v1.5, prodotto scientifico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) la cui realizzazione ha richiesto anni di lavoro e raccoglie il frutto della ricerca di diversi autori di diversi enti: Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

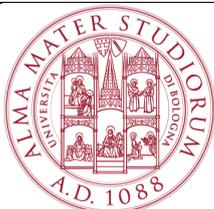


MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



DBMI15 contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti. Come si può vedere dalle figure 1 e 2, l'incremento numerico di terremoti con dati di intensità e di osservazioni macrosismiche rispetto alle due precedenti versioni DBMI04 (Stucchi et al., 2007) e DBMI11 è molto consistente.

Storia sismica di Bologna [44.494, 11.343]					
Numero di eventi: 204					
Effetti	in occasione del terremoto:				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
8	1505 01 03 02	Bolognese	31	8	5,62
7-8	1365 07 25 18	Bologna	1	7-8	5,33
7	1433 05 04 08 05	Bologna	4	6	4,63
7	1779 06 04 07	Bolognese	12	7	5,22
7	1779 07 14 19 30	Bolognese	17		
6-7	1399 07 20 23	Appennino modenese	6	7	5,1
6-7	1455 12 20 20 45	Appennino bolognese	5	5-6	4,4
6-7	1504 12 31 04	Bolognese	15	6	5,02
6-7	1505 01 20 23 50	Bolognese	11	5-6	4,76
6-7	1779 06 10 08 35	Bolognese	10		
6-7	1780 02 06 04	Bolognese	9	6-7	5,06
6-7	1796 10 22 04	Emilia orientale	27	7	5,45
6	1222 12 25 12 30	Bresciano-Veronese	18	7-8	5,68
6	1666 04 14 18 58	Bolognese	3	5	4,16
6	1688 04 11 12 20	Romagna	39	8-9	5,84
6	1779 06 01 23 55	Bolognese	8		
6	1779 06 02 07 30	Bolognese	3		
6	1779 11 23 18 30	Bolognese	14	5	4,7
6	1801 10 08 07 52 53.00	Bolognese	6	6	4,9
6	1834 10 04 19	Bolognese	12	6	4,71
6	1881 01 24 16 14	Bolognese	38	7	5,22
6	1881 02 14 09 00 30.00	Appennino bolognese	21	6	4,77
6	1889 03 08 02 57 04.00	Bolognese	38	5	4,53
6	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
6	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5,05
5-6	1174 08 17 18	Val Padana	3	4-5	3,93
5-6	1280 01 25	Pianura emiliana	2	5-6	4,4
5-6	1323 02 25 19	Bologna	2	5	4,16
5-6	1505 01 27 02 40	Bolognese	2	5	4,16
5-6	1505 04 03 12 25	Bolognese	1	5-6	4,4
5-6	1505 05 15	Bolognese	1	5-6	4,4
5-6	1511 03 26 15 30	Friuli-Slovenia	120	9	6,32
5-6	1661 03 22 12 50	Appennino forlivese	79	9	6,05
5-6	1739 07 31 11	Bologna	1	5-6	4,4
5-6	1869 06 25 13 58	Appennino bolognese	18	7-8	5,43
5-6	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5,13
5	1348 01 25	Alpi Giulie	89	9	6,63
5	1400 02 29 19 15	Bologna	1	5	4,16
5	1400 03 03 12 15	Bologna	1	5	4,16
5	1408 01 03 16 30	Bologna	2	4	3,7
5	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4
5	1779 08 20 10 50	Bolognese	2	5	4,16
5	1850 09 18 06 20	Modenese	7	5	4,16
5	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6,29



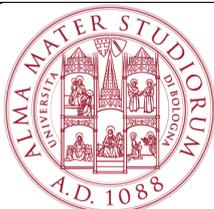
MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente



Effetti	in occasione del terremoto:				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5	1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6	4,84
5	1878 04 05 09 46	Bolognese	6	6	4,63
5	1879 04 27 04 06	Appennino tosco-emiliano	20	7	5,03
5	1881 01 25 07 06	Bolognese	18	5	4,59
5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
5	1916 05 17 12 50	Riminense	132	8	5,82
5	1916 08 16 07 06 14.00	Riminense	257	8	5,82
5	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
5	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5,36
5	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5,1
5	1929 04 22 14 19	Bolognese	12	5-6	4,61
5	1929 04 28 19 40	Bolognese	20	6	4,73
5	1929 04 29 18 36	Bolognese	45	6	5,2
5	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5,29
5	2003 09 14 21 42 53.18	Appennino bolognese	133	6	5,24
4-5	1542 06 13 02 15	Mugello	46	9	6,02
4-5	1728 02 04 03	Bolognese	2	5-6	4,4
4-5	1786 12 25 01	Riminense	90	8	5,66
4-5	1806 02 12	Reggiano	28	7	5,21
4-5	1813 09 21 07 45	Romagna	12	7	5,28
4-5	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5,51
4-5	1873 09 17	Appennino tosco-ligure	64	6-7	5,26
4-5	1874 10 07	Imolese	60	7	4,96
4-5	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5,74
4-5	1918 11 10 15 12 28.00	Appennino forlivese	187	9	5,96
4-5	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6,38
4-5	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6,45
4-5	1976 09 15 09 21 19.01	Friuli	54	8-9	5,95
4-5	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	135	7	5,38
4	1536 08 17 00 05	Appennino settentrionale	10	6-7	5,12
4	1570 11 17 19 10	Ferrarese	58	7-8	5,44
4	1624 03 19	Argenta	18	7-8	5,43
4	1661 03 21 23	Modenese	4	6-7	4,86
4	1725 10 29 17 40	Appennino tosco-emiliano	28	8	5,67
4	1727 03 09 11	Mugello	6	6-7	4,93
4	1780 09 22 13 45	Forlivese	3	4-5	3,93
4	1781 04 04 21 20	Faentino	96	9-10	6,12
4	1810 12 25 00 45	Pianura emiliana	33	6	5,06
4	1811 07 15 22 44	Modenese-Reggiano	19	6-7	5,13
4	1830 01 26 04 30	Alto Reno	11	5	4,53
4	1834 02 14 13 15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5,96
4	1861 10 16	Romagna	10	6-7	5,13
4	1864 12 11 17 40	Mugello	9	7	5,11
4	1878 06 04 14 40	Bolognese	13	5	4,52
4	1878 11 09 17 48 50.00	Tossignano	8	5	4,53
4	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5,01
4	1895 05 18 19 55 12.00	Fiorentino	401	8	5,5
4	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5,37
4	1929 04 11 00 56	Bolognese	10	4	4,72
4	1929 04 12 00 32	Bolognese	7	4	4,82
4	1929 04 19 22 40	Bolognese	12	5-6	4,54
4	1929 05 01 21 13	Imolese	3	4	4,57



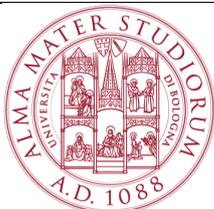
MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente



Effetti	in occasione del terremoto:				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
4	1930 10 24 00 52	Appennino tosco-emiliano	12	4	3,97
4	1930 10 26 07 14	Appennino tosco-emiliano	14	4	4,21
4	1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6	5,05
4	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	228	8	5,51
4	1978 12 05 15 39 04.00	Romagna	34	4-5	4,61
4	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
4	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
4	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	779	6-7	4,85
4	1999 07 07 17 16 12.59	Frignano	32	5	4,67
4	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	291	6-7	5,36
3-4	1352 12 25	Alta Valtiberina	7	9	6,31
3-4	1483 08 11 19 40	Romagna	14	8	5,69
3-4	1591 07 10	Romagna	6	6-7	5,13
3-4	1864 03 15	Zocca	13	6-7	4,84
3-4	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85
3-4	1908 06 02 22 30	Frignano	18	4-5	4,5
3-4	1926 01 01 18 04 03.00	Carniola interna	63	7-8	5,72
3-4	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5,17
3-4	1964 09 05 21 09	Appennino tosco-emiliano	22	5	4,35
3-4	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
3	1414 08 07	Colline Metallifere	8	7-8	5,7
3	1501 06 05 10	Modenese	17	9	6,05
3	1671 06 20 10	Modenese-Reggiano	8	7	5,27
3	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8	5,59
3	1740 03 06 05 40	Garfagnana	32	8	5,64
3	1781 07 17 09 40	Faentino	46	8	5,61
3	1828 04 11 22 25	Appennino umbro-marchigiano	22	5-6	4,93
3	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5,48
3	1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5,08
3	1843 10 25 03 30	Mugello	17	6-7	5,03
3	1854 06 16 13 25	Imola	9	5	4,57
3	1869 12 13 02 53	Sassuolo	13	5	4,57
3	1870 10 30 18 34	Forlivese	41	8	5,61
3	1881 09 28	Cesena	24	6-7	4,71
3	1885 12 29	Alpago Cansiglio	47	6	4,96
3	1889 12 08	Gargano	122	7	5,47
3	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Illassi	403	8-9	5,87
3	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4,89
3	1897 12 18 07 24 20.00	Alta Valtiberina	132	7	5,09
3	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4,59
3	1899 06 26 23 17 22.00	Valle del Bisenzio	138	7	5,02
3	1901 10 30 14 49 58.00	Garda occidentale	289	7-8	5,44
3	1904 02 25 18 47 50.00	Reggiano	62	6	4,81
3	1904 06 10 11 15 28.00	Frignano	101	6	4,82
3	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5,26
3	1913 07 21 22 35	Appennino romagnolo	43	5-6	4,79
3	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
3	1922 05 24 21 17 25.00	Ferrarese	7	4	3,7
3	1929 08 17 04 25	Bolognese	10	4-5	3,89
3	1930 10 26 07 31	Modenese	11	4	4,12
3	1931 04 11 01 26	Faentino	19	4-5	4,81
3	1931 06 10 17 02	Modenese	14	4	4,59



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente



Effetti	in occasione del terremoto:				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
3	1935 06 05 11 48	Faentino	27	6	5,23
3	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
3	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4,96
3	1956 04 26 03 00 03.00	Appennino bolognese	89	6	4,74
3	1960 10 29 00 08 39.00	Mugello	69	7	4,91
3	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
3	1977 09 16 23 48 07.64	Friuli	94	6-7	5,26
3	1978 12 25 22 53 41.00	Bassa modenese	28	5	4,39
3	1979 02 09 14 44	Bergamasco	73	6	4,78
3	1980 06 07 18 35 01.00	Garfagnana	102	6-7	4,64
3	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
3	1980 12 23 12 01 06.00	Piacentino	69	6-7	4,57
3	2004 11 24 22 59 38.55	Garda occidentale	176	7-8	4,99
3	2011 07 17 18 30 27.31	Pianura lombardo-veneta	73	5	4,79
2-3	1473 05 07 07 45	Milanese	5	4	3,7
2-3	1892 08 09 07 58	Valle d'Alpone	160	6-7	4,91
2-3	1895 08 07 19 49 32.00	Appennino tosco-emiliano	84	5	4,67
2-3	1929 07 18 21 02	Mugello	56	6-7	4,96
2-3	1976 09 11 16 35 02.44	Friuli	40	7-8	5,6
2-3	1992 04 17 11 59 07.29	Appennino bolognese	56	4-5	4,11
2	1818 12 09 18 55	Parmense	26	7	5,24
2	1894 02 09 12 48 05.00	Valle d'Ilasi	116	6	4,74
2	1918 05 06 08 05	Reggiano	8	5-6	4,41
2	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
2	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4,43
F	1194	Galeata	3	6-7	4,86
F	1349 09 09 08 15	Viterbese	9		
F	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6,92
F	1719 01 07	Italia nord-orientale	11	5-6	4,94
F	1802 05 12 09 30	Valle dell'Oglio	94	8	5,6
F	1871 01 22 21 30	Pianura romagnola	8	6	4,95
F	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
F	1963 07 19 05 46 01.50	Mar Ligure	412		5,95
F	1987 07 11 01 46 52.02	Bassa Bolognese	15	5	4,2
NF	1509 04 19	Faentino	5	7	5,02
NF	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6,04
NF	1875 12 06	Gargano	97	8	5,86
NF	1887 11 14 05 48 05.00	Fiorentino	101	6	4,47
NF	1890 03 26 20 10	Bellunese	48	6	4,82
NF	1891 08 01 13 32 22.00	Lugo	15	4-5	4,36
NF	1892 12 29 13 47 48.00	Castel del Rio	36	5-6	4,37
NF	1895 03 23	Comacchio	33	6	4,65
NF	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5,11
NF	1896 07 08 01 51 28.00	Porretta Terme	17	5	4,37
NF	1902 12 04 16 35 01.00	Lunigiana	36	5	4,35
NF	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5,1
NF	1911 09 13 22 29 02.00	Chianti	115	7	5,08
NF	1920 10 06 22 47	Mantovano	19	4-5	4,14
NF	1931 12 15 03 23	Mugello	35	6	4,62
NF	1967 12 09 03 09 56.00	Adriatico centrale	22		4,36
NF	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
NF	2000 05 06 22 07 03.78	Faentino	85	5	4,08



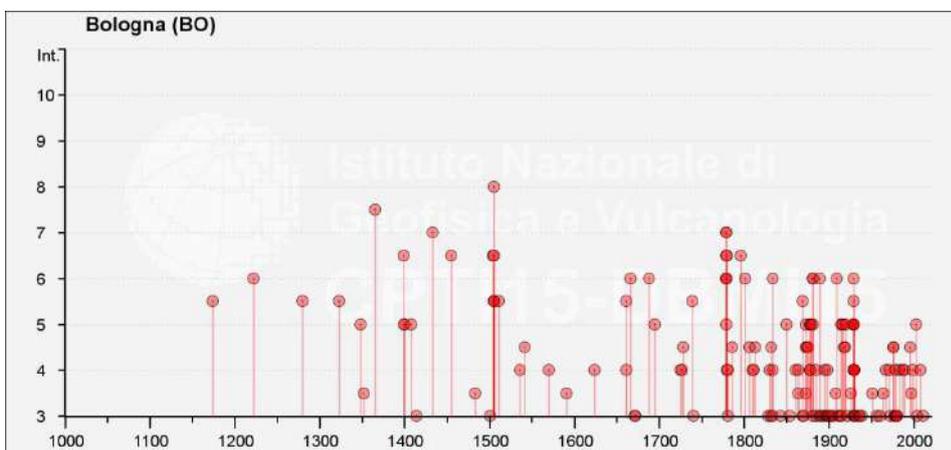
MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
 Via Terracini n. 28
 Bologna



Effetti	in occasione del terremoto:				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
NF	2000 05 08 12 29 56.20	Faentino	126	5	4,67
NF	2000 05 10 16 52 11.60	Faentino	151	5-6	4,82
NF	2005 07 15 15 17 18.00	Forlivese	173	4-5	4,29
NC	1455 02 06	Appennino bolognese	2		

Parametro	Descrizione
Intensity	intensità al sito (MCS)
Year Mo Da Ho Mi Se	tempo origine
Epicentral area	area epicentrale
NMDP	numero di osservazioni macrosismiche
Io	intensità epicentrale (MCS)
Mw	magnitudo momento

Elenco delle intensità non convenzionali o descrittive e trattamento in DBMI15			
Codice	Val. ass.	Descrizione	MDP
RS	-	Registrazione strumentale. Osservazioni scartate	-
NR	-	Non riportato (Not Reported). Osservazioni scartate	-
W	-	Onde anomale, tsunami (sea Waves). Oss. scartate	-
E	-	Effetti ambientali (Environmental effects). Oss. scartate	-
G	0.2	Indicazione generica di danno a un sito	5
NF	1	Non percepito (Not Felt)	24012
NC	1.8	Non classificato (Not Classified)	111
SF	2.9	Percepito leggermente (Slightly Felt)	49
F	3.9	Percepito (Felt)	5146
HF	5.1	Percepito distintamente (Highly Felt)	118
SD	5.6	Danno leggero (Slight Damage)	22
D	6.4	Danno (Damage)	679
HD	8.6	Danno grave (Heavy Damage)	184





MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



La storia sismica di Bologna riportata dal DBMI15 indica che:

- in occasione del terremoto del 03/01/1505 alle ore 02;
- l'area epicentrale è localizzata nel bolognese;
- l'intensità al sito è stata $I_s = 8$ (MCS);
- la magnitudo momento al sito è stata $M_w = 5.62$

La sequenza sismica emiliana iniziata il 20 maggio 2012 ha attivato il fronte esterno dell'Appennino tra Ferrara e Mirandola, su una lunghezza di oltre 45 chilometri. Il primo evento con magnitudo 5.9 ha coinvolto la porzione centrale, tra Finale Emilia e San Felice sul Panaro; l'evento del 29 maggio con magnitudo 5.8 ha rotto la faglia a Ovest di San Felice sul Panaro verso Mirandola, mentre la porzione a Est di Finale Emilia verso Ferrara ha registrato in questa sequenza eventi con magnitudo fino a 5.1.

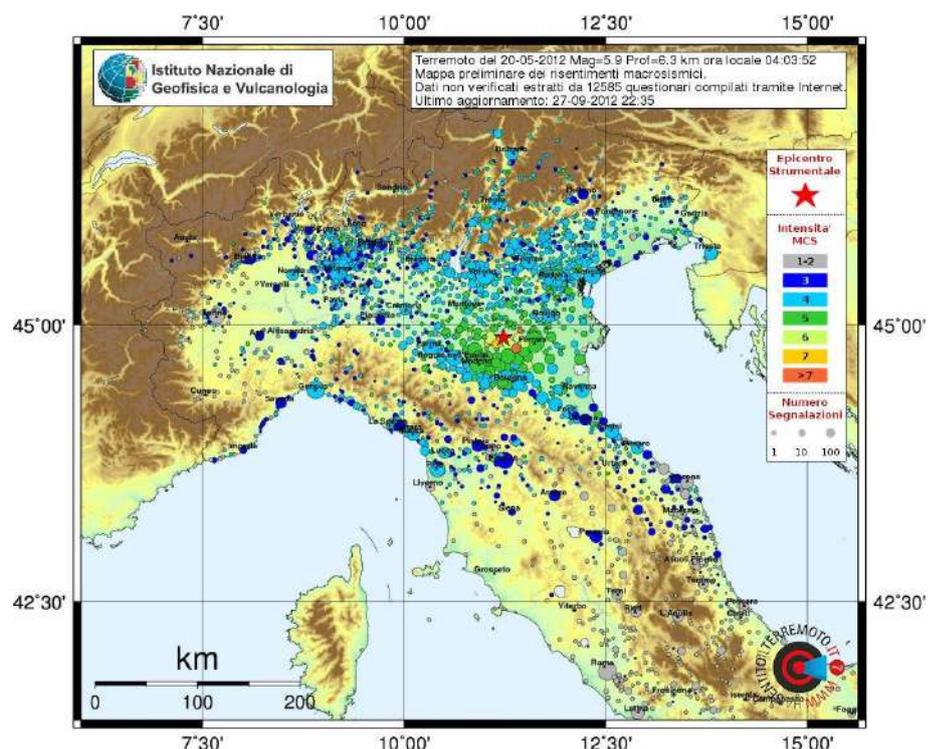
Un modo per valutare rapidamente i risentimenti percepiti ed i possibili danni a seguito di un terremoto è quello di raccogliere le valutazioni della popolazione che compila dei questionari appositi sul web.

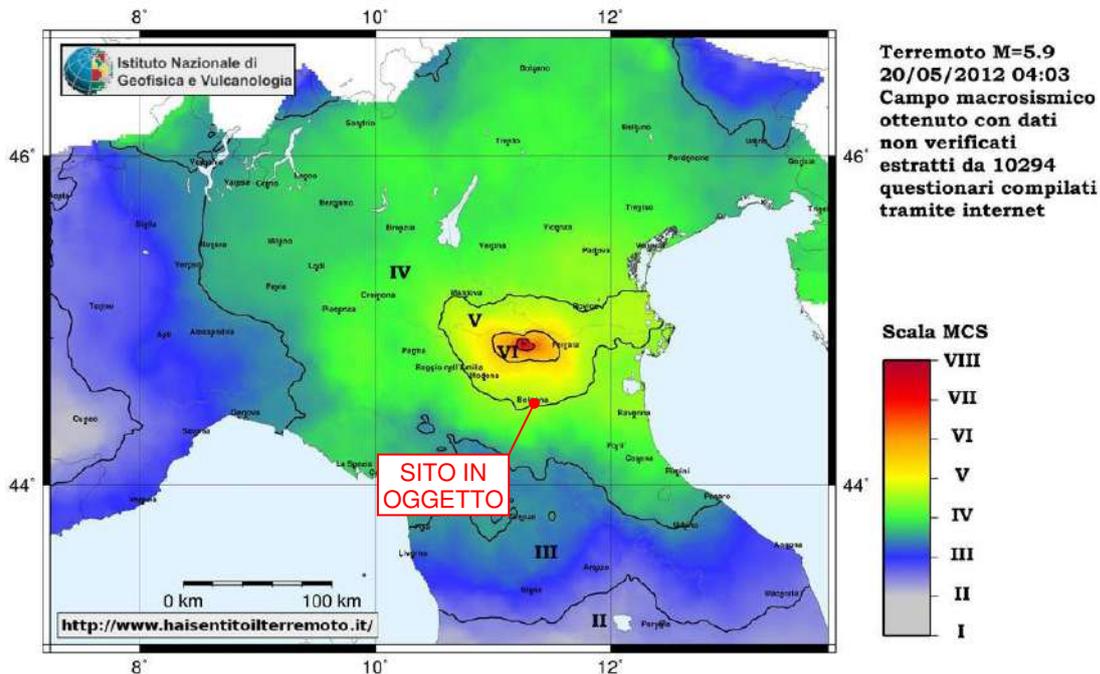
Una simile procedura è utilizzata dall'INGV, utilizzando i contributi dei cittadini che hanno compilato il questionario al sito www.haisentitoilterremoto.it, sono stati raccolti ed analizzati mediante tecniche statistiche dedicate. Il risultato è la mappa, per ogni terremoto significativo, delle intensità degli effetti del terremoto riferiti ai centri abitati.

I dati non sono verificati. In particolare le intensità maggiori o uguali al VI grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) necessitano della verifica sul posto da parte di personale specializzato.

I dati delle intensità dei centri abitati sono interpolati e filtrati per ottenere il campo macrosismico, ovvero una mappa continua su tutto il territorio interessato. I colori si riferiscono ai gradi della scala MCS riportati in numeri romani.

In prima approssimazione l'intensità diminuisce allontanandosi dall'epicentro del sisma ma questo fenomeno è reso più complesso da una serie di motivi legati alla geometria della faglia, alla propagazione delle onde sismiche, influenzate dal tipo di rocce che queste attraversano, ed infine alla geologia locale.





Il campo macrosismico del terremoto del 20 maggio 2012 alle 04:03 (MI5.9) ottenuto dai dati delle intensità dei centri abitati interpolati e filtrati. I colori si riferiscono ai gradi della scala MCS riportati in numeri romani.

L'intensità macrosismica risentita al sito in oggetto in occasione del terremoto M = 5.9 del 20 maggio 2012 ore 04.03 con epicentro a San Felice sul Panaro risulta del grado V ($I_s = 5MCS$) indicato dall'INGV con dati, peraltro, non ancora verificati.

Riassumendo, la storia sismica di Bologna riportata dal DBMI15 indica che:

- in occasione del terremoto del 03/01/1505 alle ore 02;
- l'area epicentrale è localizzata nel bolognese;
- l'intensità al sito è stata $I_s = 8$ (MCS);
- la magnitudo momento al sito è stata $M_w = 5.62$

Di seguito si riporta la Scala Mercalli-Sieberg illustrata nei dettagli al fine di caratterizzare l'intensità relativa delle scosse sismiche [da Sieberg A., 1930. Geologie der Erdbeben, Handbuch der Geophysik, 2, 4, 552-555]. Tabella 102.

I grado. Impercettibile: evento rilevato soltanto dai sismografi.

II grado. Molto leggero: avvertito soltanto da rare persone nervose, oppure molto sensibili, che si trovano in uno stato di assoluto silenzio e quasi sempre ai piani superiori dei caseggiati.



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



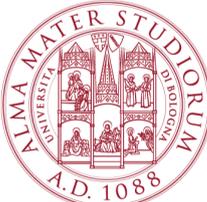
III grado. Leggero: anche in zone densamente abitate viene percepito come scossa soltanto da una piccola parte delle persone che si trovano all'interno delle case, così come se passasse un'automobile a velocità elevata. Da alcuni viene riconosciuto come terremoto soltanto dopo che ne hanno parlato tra loro.

IV grado. Moderato: non molte delle persone che si trovano all'aria aperta percepiscono il terremoto. All'interno delle case il sisma viene invece riconosciuto da un maggior numero di persone, ma non da tutte, in seguito al tremolio, oppure alle lievi oscillazioni dei mobili, in conseguenza delle quali la cristalleria ed il vasellame, posti a breve distanza, si urtano come quando un autocarro pesante passa su un asfalto sconnesso; i vetri delle finestre tintinnano; porte, travi ed assi in legno scricchiolano, crepitano i soffitti. In recipienti aperti i liquidi vengono leggermente smossi. In casa si ha la sensazione che venga rovesciato un oggetto pesante (un sacco, un mobile), oppure di oscillare insieme con la sedia o il letto, come avviene su una nave con mare mosso. Questo movimento tellurico di solito non provoca paura nelle persone a meno che non siano nervose o apprensive a causa di terremoti precedenti. In rari casi si sveglia chi sta dormendo.

V grado. Abbastanza forte: il sisma viene percepito da numerose persone anche da quelle impegnate nelle attività giornaliere, in strada e, se sensibili, anche all'aria aperta. Nelle abitazioni si avverte la scossa in seguito al movimento ondulatorio dell'intero edificio. Si vedono le piante e le frasche, nonché i rami più piccoli dei cespugli e degli alberi agitarsi, come se ci fosse un vento moderato. Oggetti appesi, come tendaggi, semafori, lampade e lampadari non troppo pesanti iniziano ad oscillare; dei campanelli risuonano; gli orologi a pendolo subiscono un arresto oppure un'accelerazione, a seconda che la direzione della scossa sia perpendicolare o normale al moto di oscillazione; allo stesso modo gli orologi a pendolo fermi possono riprendere a funzionare; le molle dell'orologio tintinnano; la luce elettrica si mette a tremolare o viene a mancare in seguito ai movimenti che interessano le linee della corrente; i quadri, urtano rumorosamente contro le pareti, oppure si spostano; da recipienti colmi ed aperti vengono versate fuori piccole quantità di liquido; possono cadere a terra ninnoli ed piccoli oggetti, così come avviene anche per oggetti addossati alle pareti; gli arredi leggeri possono perfino essere un po'spostati; i mobili strepitano; le porte e le imposte si aprono e si chiudono sbattendo; i vetri delle finestre si infrangono. Si svegliano quasi tutti coloro che stanno dormendo. In qualche caso le persone fuggono all'aperto.

VI grado. Forte: il terremoto viene percepito da tutti con un certo panico, tanto che molti fuggono all'aperto, mentre alcuni hanno anche la sensazione di cadere. I liquidi si agitano fortemente; quadri, libri ed analoghi oggetti cadono dalle pareti e dagli scaffali; le stoviglie vanno in pezzi; le suppellettili, anche quelle in posizione stabile, e perfino singole parti dell'arredamento vengono spostati se non addirittura, rovesciate; si mettono a suonare le campane di dimensioni minori nelle cappelle e nelle chiese, gli orologi dei campanili battono le ore. In alcune case, anche se costruite in maniera solida si producono lievi danni: fenditure nell'intonaco, caduta del rivestimento di soffitti e di pareti. Danni più gravi, ma ancora non pericolosi, si hanno su edifici mal costruiti. Si può verificare la caduta di qualche tegola e pietra di camino.

VII grado. Molto forte: ragguardevoli lesioni vengono provocate all'arredamento delle abitazioni, anche agli oggetti di considerevole peso che si rovesciano e si frantumano. Rintoccano anche le campane di dimensioni maggiori. Corsi d'acqua, stagni e laghi si agitano di onde e s'intorbidiscono a causa della melma smossa. Qua e là, scivolano via parti delle sponde di sabbia e ghiaia. I pozzi variano il livello, dell'acqua in essi contenuta. Danni modesti a numerosi edifici se solidamente costruiti: piccole spaccature nei muri, caduta di parti piuttosto grandi del rivestimento di calce e della decorazione in stucco, crollo di mattoni e in genere, caduta di tegole. Molti camini vengono lesi da incrinature, da tegole in caduta, dalla fuoriuscita di pietre; i camini danneggiati crollano sul tetto e lo rovinano. Dalle torri e dagli edifici più alti

	MODELLO GEOLOGICO PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI Via Terracini n. 28 Bologna	 
--	---	---

cadono le decorazioni non ben fissate. Nelle costruzioni a traliccio, risultano ancora più gravi i danni ai rivestimenti. In alcuni casi si ha il crollo delle case mal costruite oppure riattate.

VIII grado. Rovinoso: i tronchi degli alberi ondeggiando tutti in maniera molto forte ed arrivano a spaccarsi. Anche i mobili più pesanti vengono spostati lontano dal proprio posto e a volte rovesciati. Statue, pietre miliari o cose simili poste sul terreno o anche nelle chiese, nei cimiteri e nei parchi pubblici, ruotano sul piedistallo oppure si rovesciano. Solidi muri di cinta in pietra vengono fessurati ed abbattuti. Circa un quarto delle case riporta gravi danni; alcune di esse crollano; molte diventano inabitabili. Negli edifici costruiti con intelaiatura cade gran parte dei rivestimenti. Le case in legno vengono tirate giù o rovesciate. Specialmente i campanili delle chiese e le ciminiere delle fabbriche provocano con la loro caduta lesioni più gravi agli edifici circostanti di quanto non avrebbe fatto da solo il terremoto. In pendii e terreni acquitrinosi si formano delle crepe; dai terreni intrisi di acqua fuoriescono sabbia e melma.

IX grado. Distruttivo: circa la metà delle case in pietra sono seriamente distrutte, molte crollano, la maggior parte diviene inabitabile. Case ad intelaiatura sono divelte dalle proprie fondamenta e compresse su se stesse, in tal modo vengono tranciate le travi di supporto degli ambienti ed in presenza di tali circostanze esse contribuiscono a distruggere considerevolmente le case.

X grado. Completamente distruttivo: gravissima distruzione di circa i 3/4 degli edifici; crolla la maggior parte delle costruzioni. Perfino solidi edifici di legno e ponti ben costruiti subiscono gravi lesioni, alcuni vengono distrutti. Argini e dighe ecc., chi più chi meno, sono danneggiati in maniera considerevole; i binari vengono leggermente piegati e le tubature (gas, acqua e scarichi) subiscono troncamenti, rotture e schiacciamenti. Nelle strade lastricate e asfaltate si formano crepe e per la pressione nel suolo si creano ampi corrugamenti ondulati. In terreni meno compatti e specialmente in quelli umidi si creano spaccature dell'ampiezza di più decimetri; in particolar modo si notano parallelamente ai corsi d'acqua fenditure che raggiungono larghezze fino a un metro. Non solo dai pendii scivola il terreno più franoso, ma interi macigni rotolano a valle. Grossi massi si staccano dagli argini dei fiumi e dalle coste scoscese; sulle rive basse e piatte si verificano spostamenti di masse sabbiose e fangose; ciononostante il rilievo del terreno non subisce cambiamenti essenziali. Spesso i pozzi variano il livello dell'acqua. Da fiumi, canali, laghi, ecc. le acque vengono spinte contro le rispettive sponde.

XI grado. Catastrofico: crollo di tutti gli edifici in muratura, anche se alcune solide costruzioni e le capanne di legno ad incastro di grande elasticità possono ancora resistere singolarmente. Anche i ponti più grandi e sicuri crollano a causa della caduta di pilastri in pietra o del cedimento di quelli in ferro. Argini e dighe vengono completamente staccati l'uno dall'altro, spesso anche per lunghi tratti, i binari fortemente piegati e compressi. Le tubature nel terreno vengono spaccate e rese irreparabili. Nel terreno si manifestano vari mutamenti di notevole estensione che sono determinati dalla natura del suolo: si aprono grandi crepe e spaccature ed il dissesto in direzione orizzontale e verticale è considerevole soprattutto in terreni soffici ed acquitrinosi. Si verifica di conseguenza la fuoriuscita di acqua che pur nelle sue diverse forme di travaso porta con sé sempre sabbia e melma. Sono frequenti sfaldamenti del terreno e caduta di massi.

XII grado. Grandemente catastrofico: non resiste alcuna opera dell'uomo. Il suolo subisce le più grandi trasformazioni. Allo stesso modo i corsi d'acqua, sia che si trovino sulla superficie terrestre, sia che siano sotterranei, subiscono i mutamenti più disparati: si generano cascate, si formano laghi, i fiumi vengono deviati ecc. Poiché il gran numero di segni di tal fatta rende difficoltosa la consultazione di questa scala, gli indicatori più importanti sono stati riuniti in una visione di insieme nella tabella 103. Chi invece faccia proprio il contenuto della scala in versione ampliata, troverà in generale che è



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



più facile da ricordare il prospetto semplificato. Nelle zone ad alta sismicità, si ha per lo più cura che sia prestata attenzione solo ai possibili effetti distruttivi del terremoto, così che spesso riesce difficile, al di fuori del territorio devastato, ottenere dati utilizzabili per la classificazione del grado. Nella nuova scala si è tenuto conto soltanto in parte dei diversi modi di costruire. Ma questa carenza alla lunga non si rivela poi un elemento di grande importanza, come potrebbe sembrare a prima vista, in quanto noi non vogliamo ottenere valori assoluti, ma soltanto valori relativi, confrontabili tra loro. Pertanto come insegna anche l'esperienza, la scala Mercalli ampliata deve essere un po' adattata, in maniera sufficiente, alle particolarità edilizie, e non soltanto, delle diverse località del mondo. A volte possono essere stimati dei mezzi gradi. Ecco perché, come viene spiegato nel capitolo 17, si deve prestare particolare attenzione nello stimare le trasformazioni subite dal suolo.

TABELLA DI GRAVITÀ DEL TERREMOTO	
Magnitudo Ric	Effetti sisma
0 - 1,9	Può essere registrato solo mediante adeguati apparecchi.
2 - 2,9	Solo coloro che si trovano in posizione supina lo avvertono; un pendolo si muove.
3 - 3,9	Poca gente lo avverte come un passaggio di un camion; vibrazione di un bicchiere.
4 - 4,9	Normalmente viene avvertito; un pendolo si muove notevolmente; bicchieri e piatti piccoli danni.
5 - 5,9	Tutti lo avvertono, scioccante; molte fessurazioni sulle mura; crollo parziale o totale case; alcuni morti e feriti.
6 - 6,9	Tutti lo percepiscono; panico; crollo delle case; morti e feriti; onde alte.
7 - 7,9	Panico; pericolo di morte negli edifici; solo alcune costruzioni rimangono illese; molti feriti.
8 - 8,9	Ovunque pericolo di morte; edifici inagibili; onde alte sino a 40 metri.
9	Totale allagamento dei territori in questione o spostamento delle terre e numerosi morti. Pochi sopravvissuti.

9.3 LIQUEFAZIONE

La liquefazione del terreno è un fenomeno caratterizzato da un improvviso collasso-cedimento con forte decremento della resistenza al taglio dei terreni e temporaneo aumento delle pressioni interstiziali. Si determina in seguito a sollecitazione sismica e solamente in terreni costituiti da sabbie con poco fine, sciolte, in falda.

Si fa riferimento alle:

"Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008

7.11.3.4 Stabilità nei confronti della liquefazione

7.11.3.4.1 Generalità

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il



carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

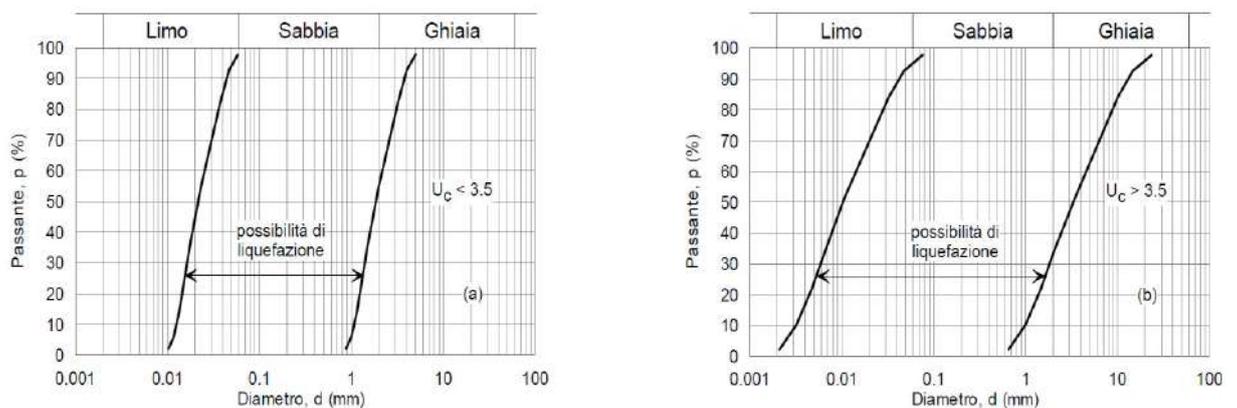


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Quando le condizioni 1 e 2 non risultino soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5.

Facendo riferimento al suddetto paragrafo 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione ("Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008), nel quale si dice che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna



1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
nel caso in esame la Carta sismogenetica d'Italia – Zone ZS9, derivante dagli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) indica per il sito in oggetto magnitudo massima $M_{w_{max}} = 5.91$.
Da ciò si evince che l'intensità massima prevista al sito è sufficientemente elevata da produrre liquefazione.

2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
nel caso in esame l'accelerazione massima orizzontale a_{refg} o a_g di base o $Pga_0 = 0.1637g$ (rif. DGR n.2193 del 21/12/2015, il quale definisce i valori di a_{refg} , espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g , con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni corrispondente al periodo di ritorno di 475 anni.
Da ciò si evince che l'accelerazione massima orizzontale prevista al sito è sufficientemente elevata da produrre liquefazione.

3. profondità media stagionale della falda superiore a 15m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
il massimo innalzamento piezometrico della falda ipotizzato è 14.7m,
quindi ad una profondità superiore a 15m dal piano campagna.
Da ciò si evince che la profondità della falda è sufficientemente elevata da produrre liquefazione.

4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa;
i sondaggi, le penetrometrie CPT e SCPTU e le analisi di laboratorio effettuate sui campioni di terreno prelevati non hanno rilevato la presenza di sabbie e sabbie limose in falda nei primi 15m di profondità.
Solo in S.5 è stata rinvenuta da 9.45 a 9.75m di profondità una lente di irrilevante spessore di sabbia media e grossa con tracce di ghiaia fine, non satura o in falda.
Da ciò si evince che non sussiste il rischio di liquefazione.

5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.
Nel caso in esame le granulometrie realizzate non hanno riguardato campioni costituiti da sabbie o da sabbie limose.

Le indagini geognostiche non hanno evidenziato la presenza di depositi potenzialmente liquefacibili.



MODELLO GEOLOGICO
PLESSO UNIVERSITARIO TERRACINI
Via Terracini n. 28
Bologna

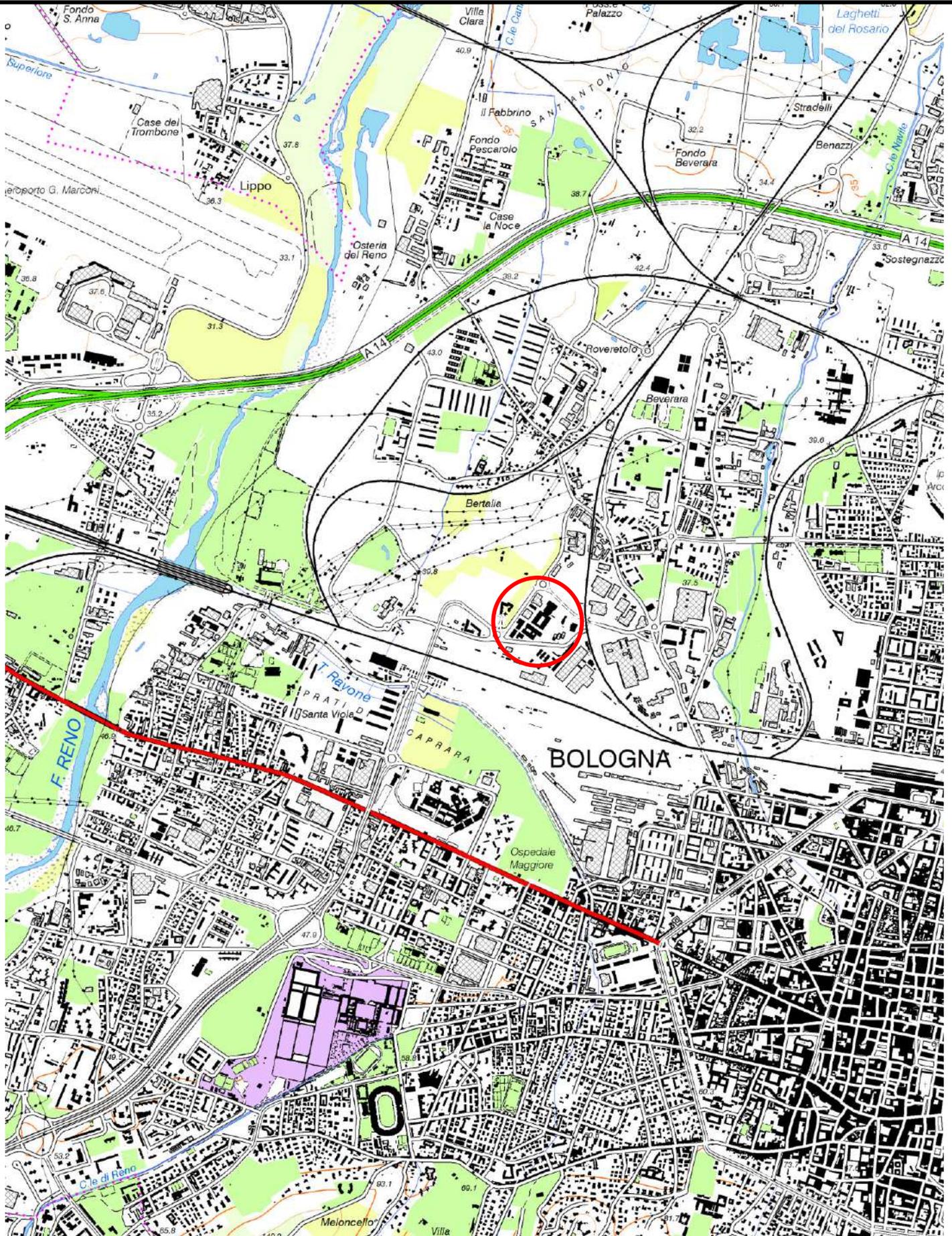


Peraltro la ricerca bibliografica (“Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia” di P. Galli - F. Meloni - Il Quaternario, 6(2), 1993, p. 105-126) non ha rilevato episodi di liquefazione avvenuti in passato nel territorio comunale di Bologna.

Sasso Marconi (BO), 25/09/2017

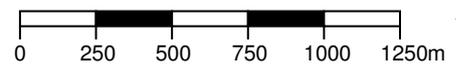


dr. geol. Paolo Dal Pian



**Fig.1 ESTRATTO NUOVA CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE 25000 EDIZIONE 2014
SEZIONI 220NE - 220SE - 221NE - 221SE**

scala 1:25.000



Plesso Universitario Terracini dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.



Fig.2 ESTRATTO CARTA TECNICA DBTR2013 220082

scala 1:5.000



Plesso Universitario Terracini dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.

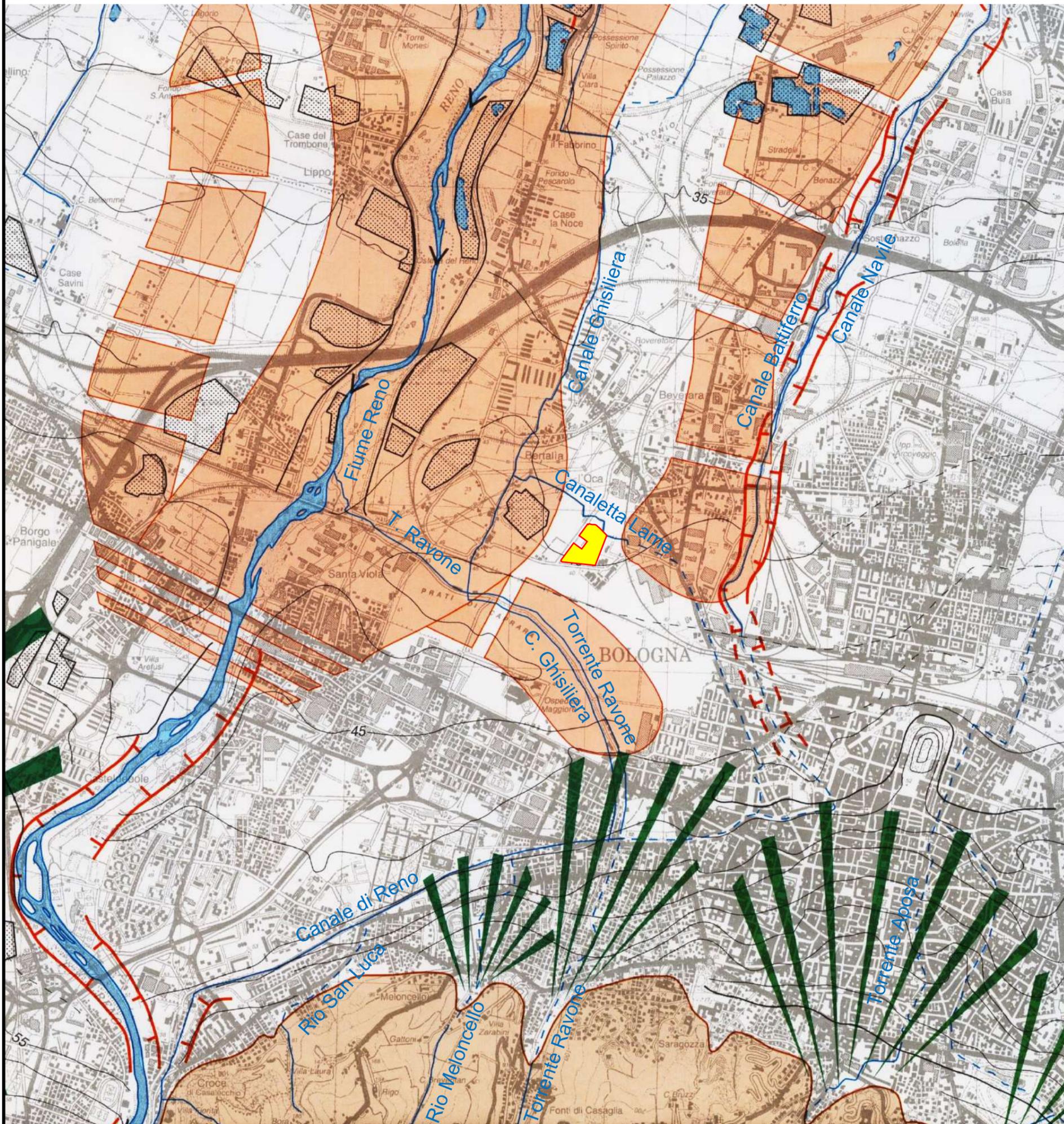


Fig.3 ESTRATTO DELLA “CARTA GEOMORFOLOGICA DEL TERRITORIO DI PIANURA DEL COMUNE DI BOLOGNA” DI A. BERGONZONI E C. ELMI - 2000

scala 1:25.000 0 250 500 750 1000 1250m

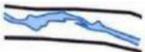
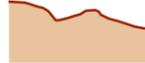
-  Plesso Universitario Terracini dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.
-  Conoide alluvionale
-  Dosso fluviale poco rilevato
-  Dosso fluviale pronunciato, dosso-conoide
-  Scarpata di terrazzo
-  Traccia di corso fluviale estinto:
a- ben conservato; b- mal conservato
-  a- corso d'acqua;
b- con recente tendenza all'approfondimento.
-  a- canale coperto; b- scoperto
-  Arginature
-  Cava
-  Rilievi collinari: formazioni marine neogeniche quaternarie.

Fig.4 ESTRATTO DELLA CARTA GEOLOGICA DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA – SEZIONI 220080-220120-221050-221090

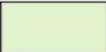
0 250 500 750 1000 1250m scala 1:25.000

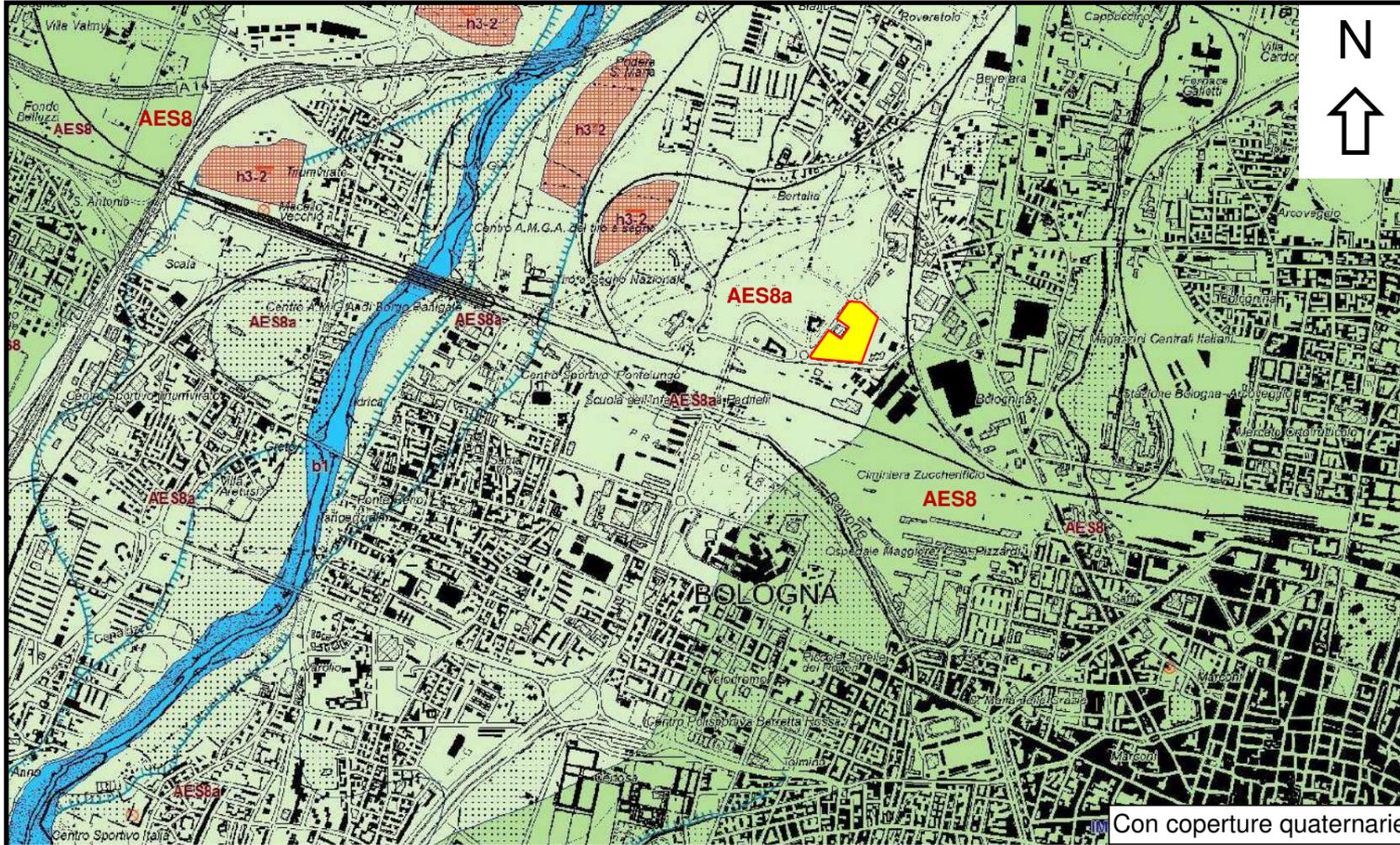
-  Plesso Universitario Terracini dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.
-  Orlo di terrazzo fluviale.

DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI

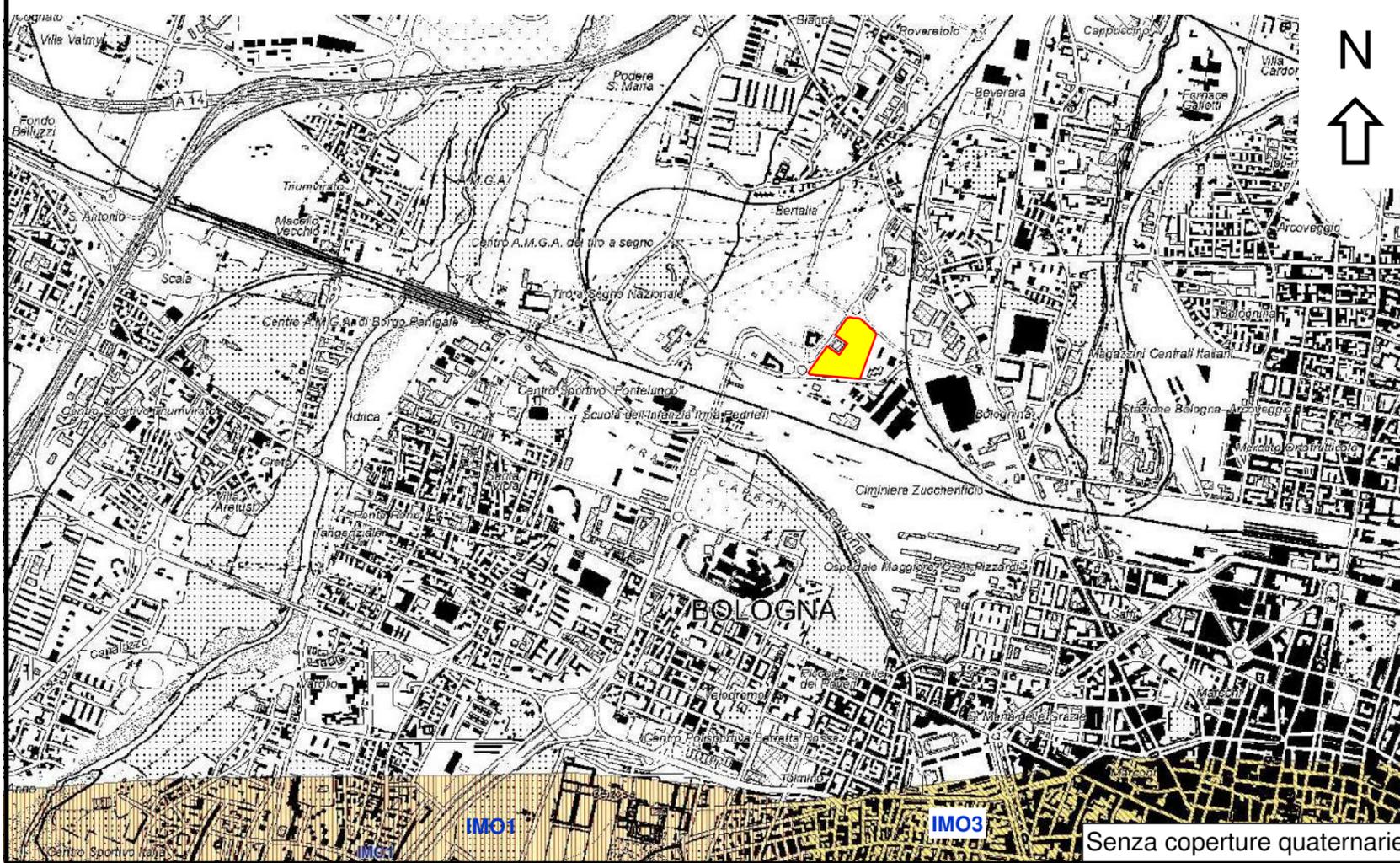
-  **b1 - Deposito alluvionale in evoluzione**
Deposito costituito da materiale detritico generalmente non consolidato (ghiaie, talora embricate, sabbie e limi argillosi) di origine fluviale, attualmente soggetto a variazioni dovute alla dinamica fluviale. Può essere talora fissato da vegetazione (b1a).
-  **h3-2 - Cava inattiva**
La cava, e la miniera, sono luoghi dove si svolge l'attività estrattiva di minerali utili all'uomo. Questi termini sono comprensivi del giacimento del materiale estratto e di tutte le infrastrutture necessarie per l'estrazione. Le cave sono prevalentemente in superficie ed hanno dimensioni e forma variabili in funzione del materiale estratto e del tipo di coltivazione messo in atto. Le miniere si sviluppano prevalentemente nel sottosuolo tramite gallerie e pozzi ma ne esistono anche in superficie e sono dette miniere a cielo aperto. Sono distinte in attive (h3-1); inattive (h3-2); riempite (h3-3).

SUCCESSIONE NEOGENICO - QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO PADANO

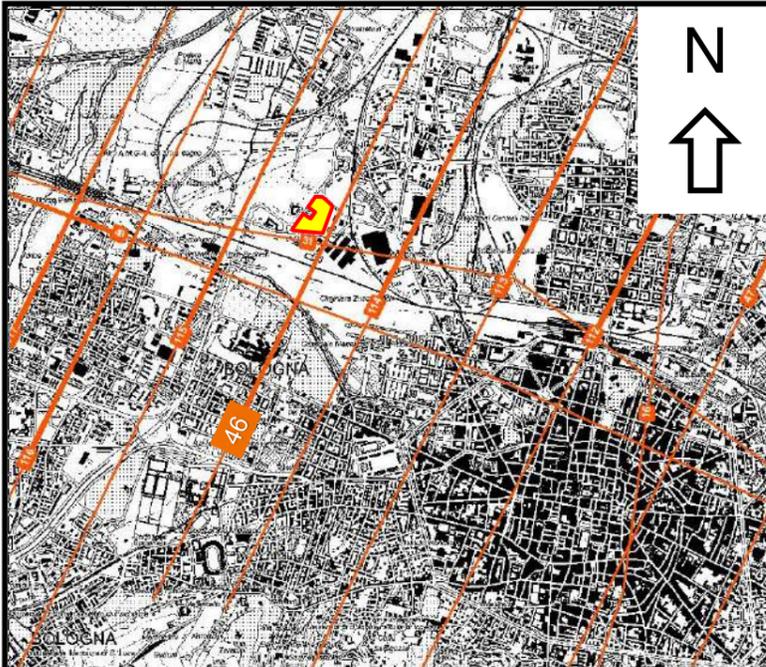
-  **AES8 - Substema di Ravenna**
Nei settori intravallivi ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore erosivo sui depositi marini e alluvionali sottostanti. Substema contenente una unità a limiti inconformi di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo in pianura di 25m circa.
Pleistocene sup. - Olocene (14 ka - attuale; datazione 14C)
-  **AES8a - Unità di Modena**
Nei settori intravallivi ghiaie prevalenti organizzate in 2 ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore sempre affiorante dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro privo di reperti archeologici romani, o piu' antichi, non rimaneggiati. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intra Spessore massimo in pianura 7 metri, nel sottosuolo circa 10m.
Età post-romana (IV-VI sec. d.C. - Attuale; datazione archeologica)
-  **IMO3 - Sabbie di Imola - membro di Castel San Pietro**
Sabbie ed arenarie giallastre generalmente fini e finissime, a stratificazione obliqua, con ripples ed hummocky cross-bedding localmente riconoscibili, in strati generalmente amalgamati, alternate a rari strati decimetri di peliti sabbiose. Nella parte alta sono presenti livelli di ghiaie fini frequentemente silicee e locali corpi di ghiaie ben selezionate contenenti tritume organogeno. Depositi di spiaggia e subordinatamente di delta conoide. Contatto inferiore eteropico su IMO2 o erosivo su IMO1. Spessore di alcune decine di metri.
Pleistocene medio
-  **IMO1 - Sabbie di Imola - membro di Monte Castellaccio**
Sabbie ed arenarie gialle fini e finissime, subordinatamente medie e grossolane in strati generalmente amalgamati, rare intercalazioni pelitiche discontinue di spessore centimetrico e decimetrico. Queste sabbie passano verso l'alto ad alternanze in strati medi e spessi di ghiaie poligeniche, spesso caratterizzate da colori di alterazione bruno-violacei, con diametro massimo fino a 12 centimetri e subordinate sabbie. L'ambiente di sedimentazione è di spiaggia (dalla battigia, alla spiaggia sommersa). Si interdigitano, depositi deltizi costituiti da sabbie fini e medie, intercalate a conglomerati (IMO1c - litofacies conglomeratica) con cementazione modesta o assente, in strati da medi a spessi, a stratificazione incrociata concava, con sottili intercalazioni di argille marnose biancastre e grigio-verdi dotate di scarsa continuità laterale. Contatto inferiore erosivo e discordante su FAA. Spessore massimo di poche decine di metri.
Pleistocene medio



Con coperture quaternarie



Senza coperture quaternarie



Scala 1:50.000

INTERSEZIONI CON ALTRI PROFILI

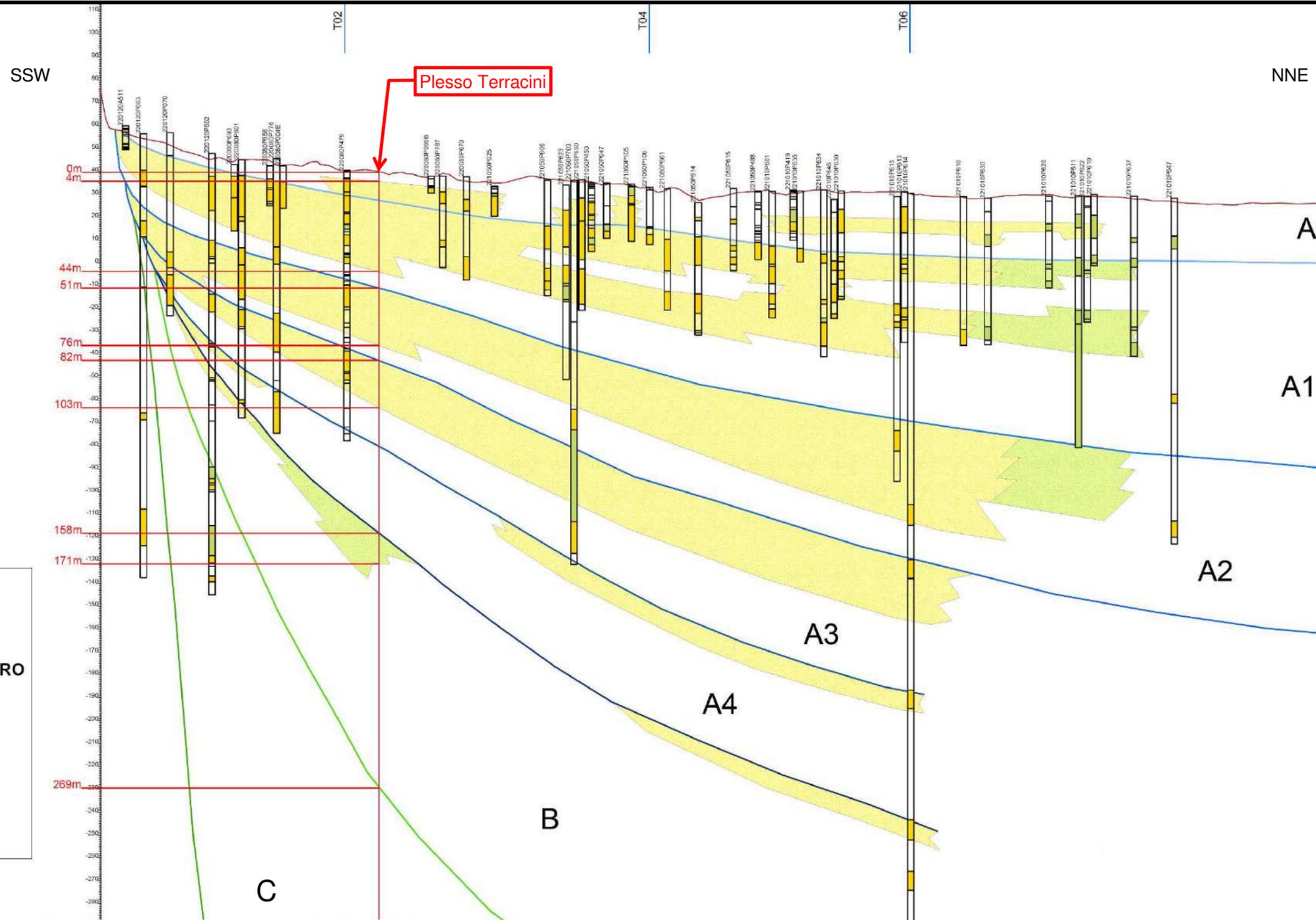
T02

BASE COMPLESSO/GRUPPO ACQUIFERO

- A0
- A1
- A2
- A3
- A4
- B
- C

Legend:

- Ghiaie prevalenti (Yellow)
- Sabbie prevalenti (Light Green)
- Argilla/Limo (White)
- Materia organica (Black)
- Sabbia (Light Green)
- Ghiaia (Yellow)



Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano	
Sintema emiliano-romagnolo superiore - AES alluvioni	A
Sintema emiliano-romagnolo inferiore - AEI alluvioni	B
Sabbie di Imola - membro di Castel San Pietro - IMO3 sabbie ed arenarie di ambiente marino	C
Sabbie di Imola - membro di Monte Castellaccio - IMO1 sabbie ed arenarie di ambiente marino e deltizio	C

GRUPPO ACQUIFERO	UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE		ETÀ (milioni di anni)	SCALA CRONO-STRATIGRAFICA (milioni di anni)
	COMPLESSO ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO		
A	A1		- 0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE
	A2			
	A3			
	A4			
B	B1		- 0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
	B2			
	B3			
	B4			
C	C1		- 0.65	PLEISTOCENE INFERIORE
	C2			
	C3			
	C4			
	C5			
	ACQUITARDO BASALE		- 3.9	PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE

Fig.5 SEZIONE GEOLOGICA n.46 DEL SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

Plesso Universitario Terracini dell'Mater Studiorum – Università di Bologna.

Scala orizzontale 1:50.000

Scala verticale 1:2.000

ELABORATO GEOTECNICO	INDAGINI GEOGNOSTICHE - NOMI ORIGINALI	INDAGINI GEOGNOSTICHE - RINOMINATE
UNIBO Istituto di costruzioni di strade, ferrovie ed Aeroporti Prof. Ing. Pier Vincenzo Righi 1985	1-2-3-4 penetrometria statica meccanica CPT	▼ CPT7-CPT8-CPT9-CPT10 penetrometria statica meccanica CPT
Geol. Angelo Angeli 1988	P.1-P.2-P.3 penetrometria statica meccanica CPT	▼ CPT11-CPT12-CPT13 penetrometria statica meccanica CPT
GEIMCO 1991	S.1 Sondaggio a carot. cont. + SPT con piezometro 001-002-003 penetrometria statica meccanica CPT	○ S.5 sondaggio a carot. cont. + SPT con piezometro ▼ CPT4-CPT5-CPT6 penetrometria statica meccanica CPT
Geol. Massimo Mantovani 1999	S2-S4 Sondaggio a carot. cont. + SPT S1-S3 Sondaggio a carot. cont. + SPT con piezometro CPT1-CPT2-CPT3 penetrometria statica meccanica ↑ — ↑ X-X', Y-Y' Traccia sezione stratigrafica Prove di laboratorio in S1-S2-S4	● S.2-S.4 sondaggio a carot. cont. + SPT ○ S.1-S.3 sondaggio a carot. cont. + SPT con piezometro ▼ CPT1-CPT2-CPT3 penetrometria statica meccanica Prove di laboratorio in S.1-S.2-S.4
Geol. Paolo Dal Pian GEOTEA 2017	▼ SCPTU1-SCPTU2-SCPTU3 prova penetrometrica statica con punta elettrica, piezocono e cono sismico con piezometro e prelievo di campioni	-

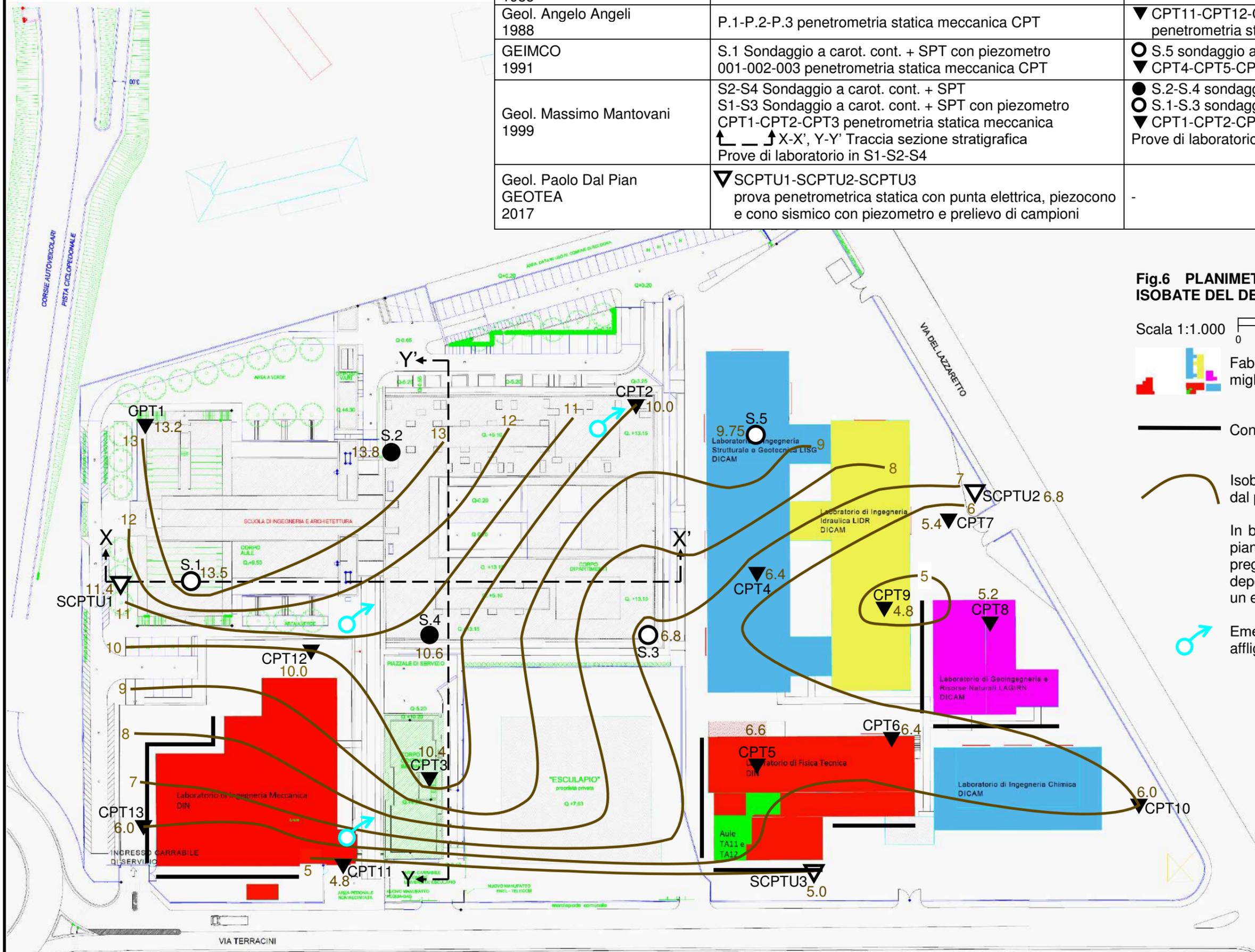


Fig.6 PLANIMETRIA INDAGINI GEOTECNICHE ED ISOBATE DEL DEPOSITO GHIAIOSO

Scala 1:1.000 0 10 20 30 40 50m

Fabbricati soggetti ad interventi di miglioramento sismico.

Controvento strutturale in progetto.

Isobata in metri del tetto del deposito ghiaioso dal piano campagna delle indagini in sito.

In base a dati altimetrici pressochè nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017, la profondità del tetto dei depositi ghiaiosi potrebbe essere affetta da un errore di ± 1 metro.

Emergenze idriche che in passato e tutt'ora affliggono i vani interrati.

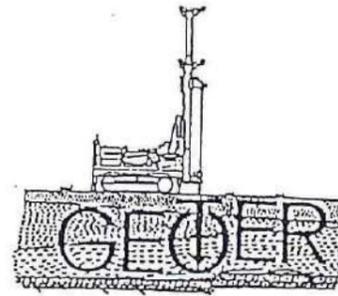


GEOTER S.r.l.

Viale Piramide Cestia n.31-00153 Roma

Tel. 06/5759139-5744998

SONDAGGI - CONSOLIDAMENTI - RICERCHE IDRICHE



**INDAGINE RINOMINATA COME
CPT1**

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1 LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

[2.010496-01]

- committente : GEOTER S.r.l. - data : 25/02/1999
- lavoro : Geotecnica per nuova edificazione - quota inizio : p.c.
- località : Bologna - prof. falda : 20,00 m da quota inizio
- note : - pagina : 1

Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs	Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs
0,20	---	---	--	0,13	---	7,00	20,0	39,0	20,0	1,60	12,0
0,40	16,0	18,0	16,0	1,47	11,0	7,20	28,0	52,0	28,0	2,13	13,0
0,60	9,0	31,0	9,0	1,00	9,0	7,40	30,0	62,0	30,0	2,13	14,0
0,80	8,0	23,0	8,0	0,40	20,0	7,60	35,0	67,0	35,0	2,27	15,0
1,00	9,0	15,0	9,0	0,53	17,0	7,80	28,0	62,0	28,0	1,67	17,0
1,20	6,0	14,0	6,0	0,27	22,0	8,00	26,0	51,0	26,0	2,13	12,0
1,40	4,0	8,0	4,0	0,27	15,0	8,20	26,0	58,0	26,0	2,00	13,0
1,60	15,0	19,0	15,0	0,40	37,0	8,40	28,0	58,0	28,0	2,27	12,0
1,80	30,0	36,0	30,0	1,53	20,0	8,60	30,0	64,0	30,0	2,20	14,0
2,00	30,0	53,0	30,0	1,87	16,0	8,80	33,0	66,0	33,0	2,40	14,0
2,20	30,0	58,0	30,0	1,80	17,0	9,00	29,0	65,0	29,0	2,07	14,0
2,40	29,0	56,0	29,0	1,93	15,0	9,20	27,0	58,0	27,0	1,80	15,0
2,60	23,0	52,0	23,0	1,67	14,0	9,40	29,0	56,0	29,0	2,07	14,0
2,80	23,0	48,0	23,0	1,60	14,0	9,60	30,0	61,0	30,0	2,00	15,0
3,00	26,0	50,0	26,0	1,67	16,0	9,80	29,0	59,0	29,0	1,67	17,0
3,20	22,0	47,0	22,0	1,73	13,0	10,00	25,0	50,0	25,0	1,40	18,0
3,40	26,0	52,0	26,0	1,47	18,0	10,20	22,0	43,0	22,0	1,67	13,0
3,60	21,0	43,0	21,0	1,60	13,0	10,40	22,0	47,0	22,0	1,67	13,0
3,80	17,0	41,0	17,0	1,40	12,0	10,60	25,0	50,0	25,0	1,47	17,0
4,00	11,0	32,0	11,0	0,80	14,0	10,80	36,0	58,0	36,0	2,20	16,0
4,20	6,0	18,0	6,0	0,40	15,0	11,00	37,0	70,0	37,0	2,20	17,0
4,40	13,0	19,0	13,0	0,87	15,0	11,20	31,0	64,0	31,0	2,20	14,0
4,60	8,0	21,0	8,0	0,73	11,0	11,40	24,0	57,0	24,0	1,93	12,0
4,80	7,0	18,0	7,0	0,47	15,0	11,60	23,0	52,0	23,0	2,00	12,0
5,00	8,0	15,0	8,0	0,53	15,0	11,80	33,0	63,0	33,0	2,07	16,0
5,20	7,0	15,0	7,0	0,67	10,0	12,00	45,0	76,0	45,0	2,87	16,0
5,40	15,0	25,0	15,0	0,93	16,0	12,20	50,0	93,0	50,0	3,27	15,0
5,60	19,0	33,0	19,0	1,13	17,0	12,40	44,0	93,0	44,0	3,20	14,0
5,80	20,0	37,0	20,0	1,20	17,0	12,60	43,0	91,0	43,0	1,93	22,0
6,00	21,0	39,0	21,0	1,47	14,0	12,80	44,0	73,0	44,0	1,87	24,0
6,20	17,0	39,0	17,0	1,27	13,0	13,00	27,0	55,0	27,0	1,67	16,0
6,40	18,0	37,0	18,0	1,27	14,0	13,20	20,0	45,0	20,0	2,93	7,0
6,60	25,0	44,0	25,0	1,67	15,0	13,40	100,0	144,0	100,0	6,67	15,0
6,80	18,0	43,0	18,0	1,27	14,0	13,60	150,0	250,0	150,0	---	---

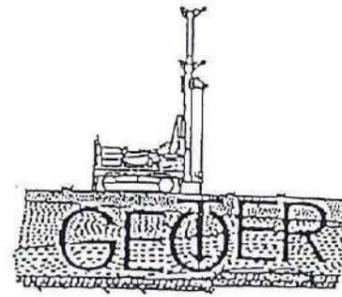
- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $Ct = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

GEOTIER S.r.l.

Viale Piramide Cestia n.31-00153 Roma

Tel. 06/5759139-5744998

SONDAGGI - CONSOLIDAMENTI - RICERCHE IDRICHE



INDAGINE RINOMINATA COME
CPT1

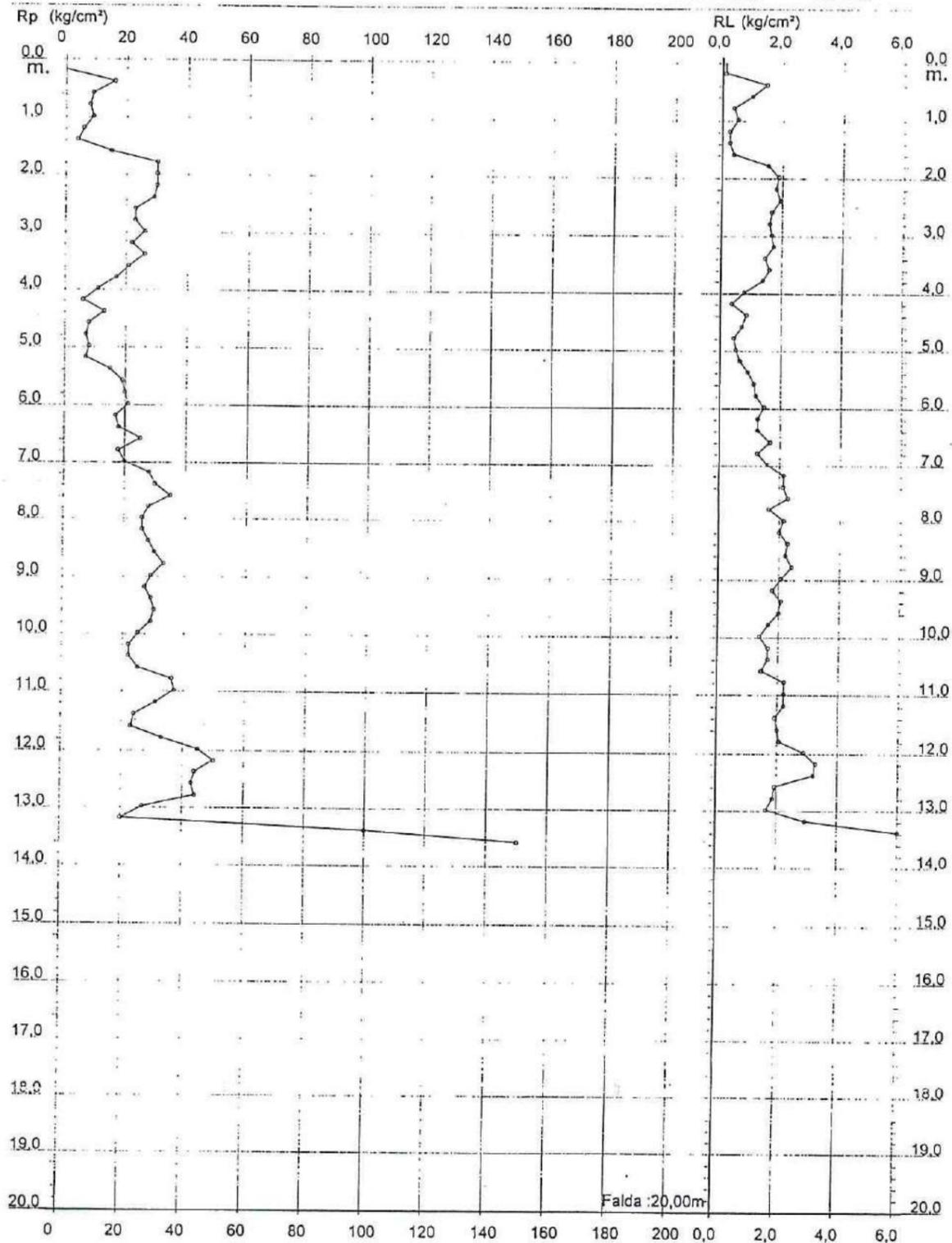
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

[2.010496-01]

- committente :
- lavoro : Geotecnica per nuova edificazione
- località : Bologna

- data : 25/02/1999
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 20,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100

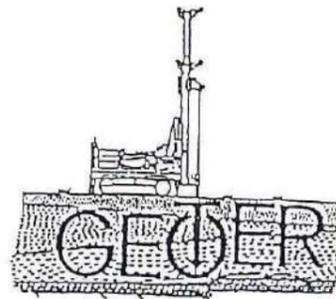


GEOTER S.r.l.

Viale Piramide Cestia n.31-00153 Roma

Tel. 06/5759139-5744998

SONDAGGI - CONSOLIDAMENTI - RICERCHE IDRICHE



INDAGINE RINOMINATA COME
CPT2

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-01

- committente : GEOTER S.r.l.
- lavoro : Geotecnica per nuova edificazione
- località : Bologna
- note :

- data : 25/02/1999
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 20,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs	Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs
0,20	---	---	---	0,80	---	5,60	30,0	52,0	30,0	1,47	20,0
0,40	9,0	21,0	9,0	0,80	11,0	5,80	29,0	51,0	29,0	1,67	17,0
0,60	12,0	24,0	12,0	1,20	10,0	6,00	25,0	50,0	25,0	1,27	20,0
0,80	12,0	30,0	12,0	1,33	9,0	6,20	27,0	46,0	27,0	1,40	19,0
1,00	17,0	37,0	17,0	1,20	14,0	6,40	20,0	41,0	20,0	1,07	19,0
1,20	20,0	38,0	20,0	2,27	9,0	6,60	20,0	36,0	20,0	1,07	19,0
1,40	46,0	80,0	46,0	1,27	36,0	6,80	24,0	40,0	24,0	1,40	17,0
1,60	60,0	79,0	60,0	2,87	21,0	7,00	22,0	43,0	22,0	1,27	17,0
1,80	55,0	98,0	55,0	3,20	17,0	7,20	24,0	43,0	24,0	1,27	19,0
2,00	55,0	103,0	55,0	2,53	22,0	7,40	21,0	40,0	21,0	1,27	17,0
2,20	60,0	98,0	60,0	2,93	20,0	7,60	20,0	39,0	20,0	1,07	19,0
2,40	51,0	95,0	51,0	3,53	14,0	7,80	21,0	37,0	21,0	0,93	22,0
2,60	63,0	116,0	63,0	2,93	21,0	8,00	23,0	37,0	23,0	1,20	19,0
2,80	50,0	94,0	50,0	3,87	13,0	8,20	26,0	44,0	26,0	1,67	16,0
3,00	46,0	104,0	46,0	2,73	17,0	8,40	24,0	49,0	24,0	1,33	18,0
3,20	46,0	87,0	46,0	2,60	18,0	8,60	26,0	46,0	26,0	1,13	23,0
3,40	28,0	67,0	28,0	1,53	18,0	8,80	23,0	40,0	23,0	1,00	23,0
3,60	20,0	43,0	20,0	1,93	10,0	9,00	17,0	32,0	17,0	0,93	18,0
3,80	14,0	43,0	14,0	1,07	13,0	9,20	16,0	30,0	16,0	1,07	15,0
4,00	26,0	42,0	26,0	1,80	14,0	9,40	26,0	42,0	26,0	1,33	19,0
4,20	25,0	52,0	25,0	1,60	16,0	9,60	38,0	58,0	38,0	2,07	18,0
4,40	25,0	49,0	25,0	1,53	16,0	9,80	42,0	73,0	42,0	3,13	13,0
4,60	25,0	48,0	25,0	1,33	19,0	10,00	42,0	89,0	42,0	2,47	17,0
4,80	15,0	35,0	15,0	1,27	12,0	10,20	185,0	222,0	185,0	6,67	28,0
5,00	17,0	36,0	17,0	1,00	17,0	10,40	230,0	330,0	230,0	3,87	59,0
5,20	25,0	40,0	25,0	1,33	19,0	10,60	360,0	418,0	360,0	6,67	54,0
5,40	30,0	50,0	30,0	1,47	20,0	10,80	400,0	500,0	400,0	---	---

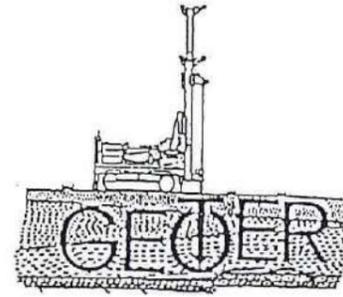
- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

GEOITER S.R.L.

Viale Piramide Cestia n.31-00153 Roma

Tel. 06/5759139-5744998

SONDAGGI - CONSOLIDAMENTI - RICERCHE IDRICHE



INDAGINE RINOMINATA COME
CPT2

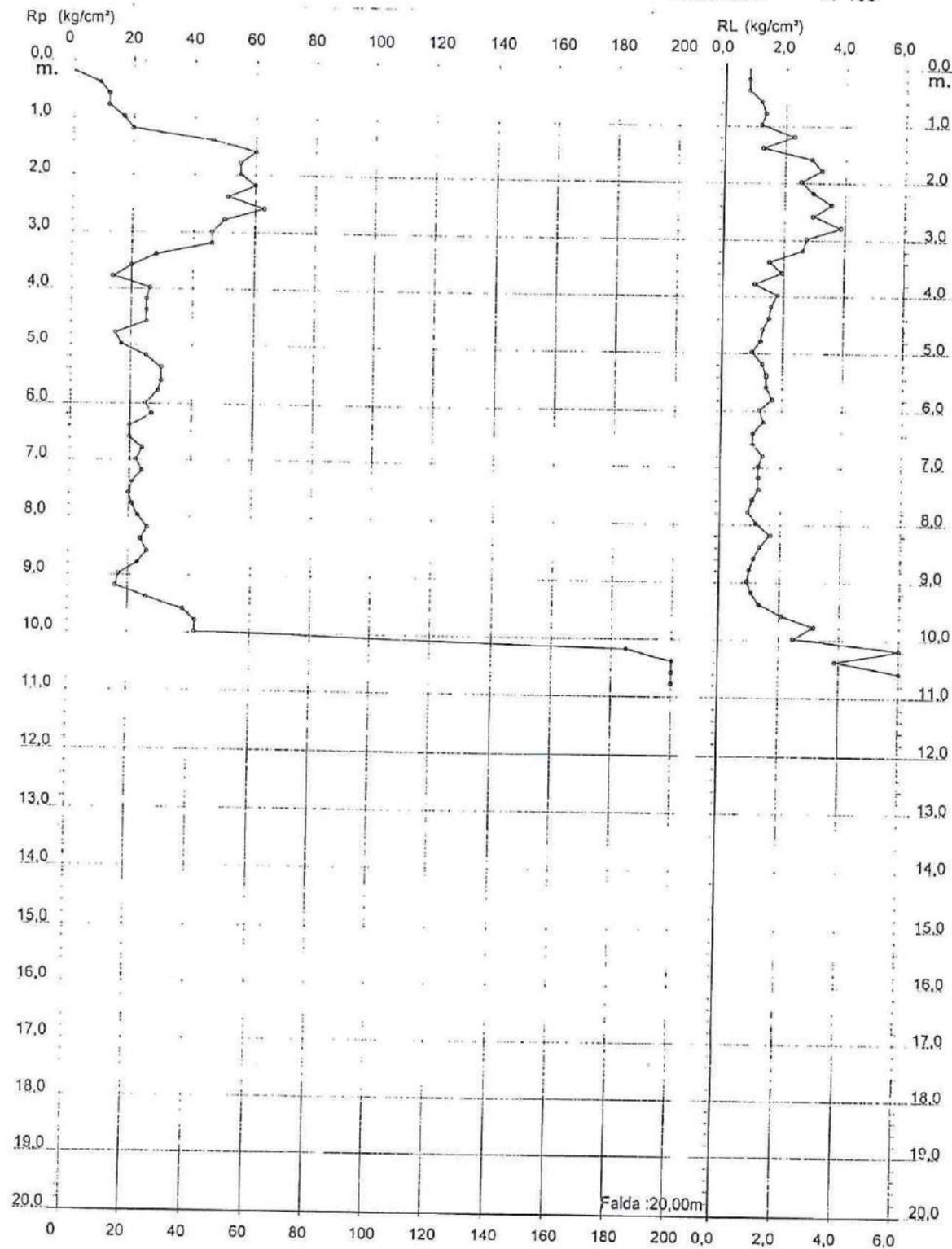
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

[2.010496-01]

- committente :
- lavoro : Geotecnica per nuova edificazione
- località : Bologna

- data : 25/02/1999
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 20,00 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100

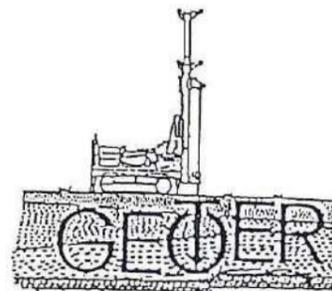


GEOTER S.r.l.

Viale Piramide Cestia n.31-00153 Roma

Tel. 06/5759139-5744998

SONDAGGI - CONSOLIDAMENTI - RICERCHE IDRICHE



INDAGINE RINOMINATA COME
CPT3

PROVA PENETROMETRICA STATICA

CPT 3

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-01

- committente : GEOTER S.r.l.
- lavoro : Geotecnica per nuova edificazione
- località : Bologna
- note :

- data : 25/02/1999
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 20,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs	Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs
0,20	---	---	--	---	---	5,60	48,0	68,0	48,0	1,80	27,0
0,40	---	---	--	---	---	5,80	43,0	70,0	43,0	2,13	20,0
0,60	---	---	--	0,20	---	6,00	165,0	197,0	165,0	1,27	130,0
0,80	15,0	18,0	15,0	1,33	11,0	6,20	46,0	65,0	46,0	2,27	20,0
1,00	13,0	33,0	13,0	1,40	9,0	6,40	39,0	73,0	39,0	2,60	15,0
1,20	10,0	31,0	10,0	1,07	9,0	6,60	52,0	91,0	52,0	2,00	26,0
1,40	7,0	23,0	7,0	0,47	15,0	6,80	100,0	130,0	100,0	6,67	15,0
1,60	8,0	15,0	8,0	0,60	13,0	7,00	200,0	300,0	200,0	1,67	120,0
1,80	15,0	24,0	15,0	0,80	19,0	7,20	72,0	97,0	72,0	2,13	34,0
2,00	22,0	34,0	22,0	1,60	14,0	7,40	72,0	104,0	72,0	3,20	22,0
2,20	30,0	54,0	30,0	2,60	12,0	7,60	22,0	70,0	22,0	1,20	18,0
2,40	32,0	71,0	32,0	2,53	13,0	7,80	26,0	44,0	26,0	1,73	15,0
2,60	41,0	79,0	41,0	3,20	13,0	8,00	27,0	53,0	27,0	1,20	22,0
2,80	49,0	97,0	49,0	2,07	24,0	8,20	26,0	44,0	26,0	1,47	18,0
3,00	44,0	75,0	44,0	3,13	14,0	8,40	30,0	52,0	30,0	1,67	18,0
3,20	46,0	93,0	46,0	3,20	14,0	8,60	29,0	54,0	29,0	1,73	17,0
3,40	26,0	74,0	26,0	1,87	14,0	8,80	24,0	50,0	24,0	1,40	17,0
3,60	40,0	68,0	40,0	2,67	15,0	9,00	20,0	41,0	20,0	1,27	16,0
3,80	32,0	72,0	32,0	2,27	14,0	9,20	23,0	42,0	23,0	1,47	16,0
4,00	28,0	62,0	28,0	2,27	12,0	9,40	29,0	51,0	29,0	2,07	14,0
4,20	32,0	66,0	32,0	2,33	14,0	9,60	36,0	67,0	36,0	2,27	16,0
4,40	29,0	64,0	29,0	2,13	14,0	9,80	44,0	78,0	44,0	2,67	16,0
4,60	34,0	66,0	34,0	2,27	15,0	10,00	40,0	80,0	40,0	2,33	17,0
4,80	39,0	73,0	39,0	2,60	15,0	10,20	43,0	78,0	43,0	3,87	11,0
5,00	49,0	88,0	49,0	3,13	16,0	10,40	47,0	105,0	47,0	8,87	5,0
5,20	54,0	101,0	54,0	1,47	37,0	10,60	367,0	500,0	367,0	---	---
5,40	78,0	100,0	78,0	1,33	58,0						

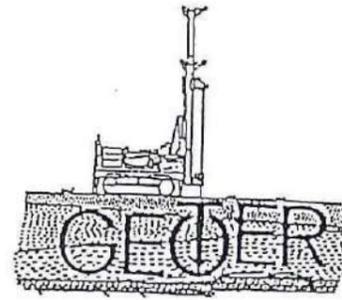
- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE $C_1 = 10$ - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

GEOTER S.r.l.

Viale Piramide Cestia n.31-00153 Roma

Tel. 06/5759139-5744998

SONDAGGI - CONSOLIDAMENTI - RICERCHE IDRICHE



INDAGINE RINOMINATA COME
CPT3

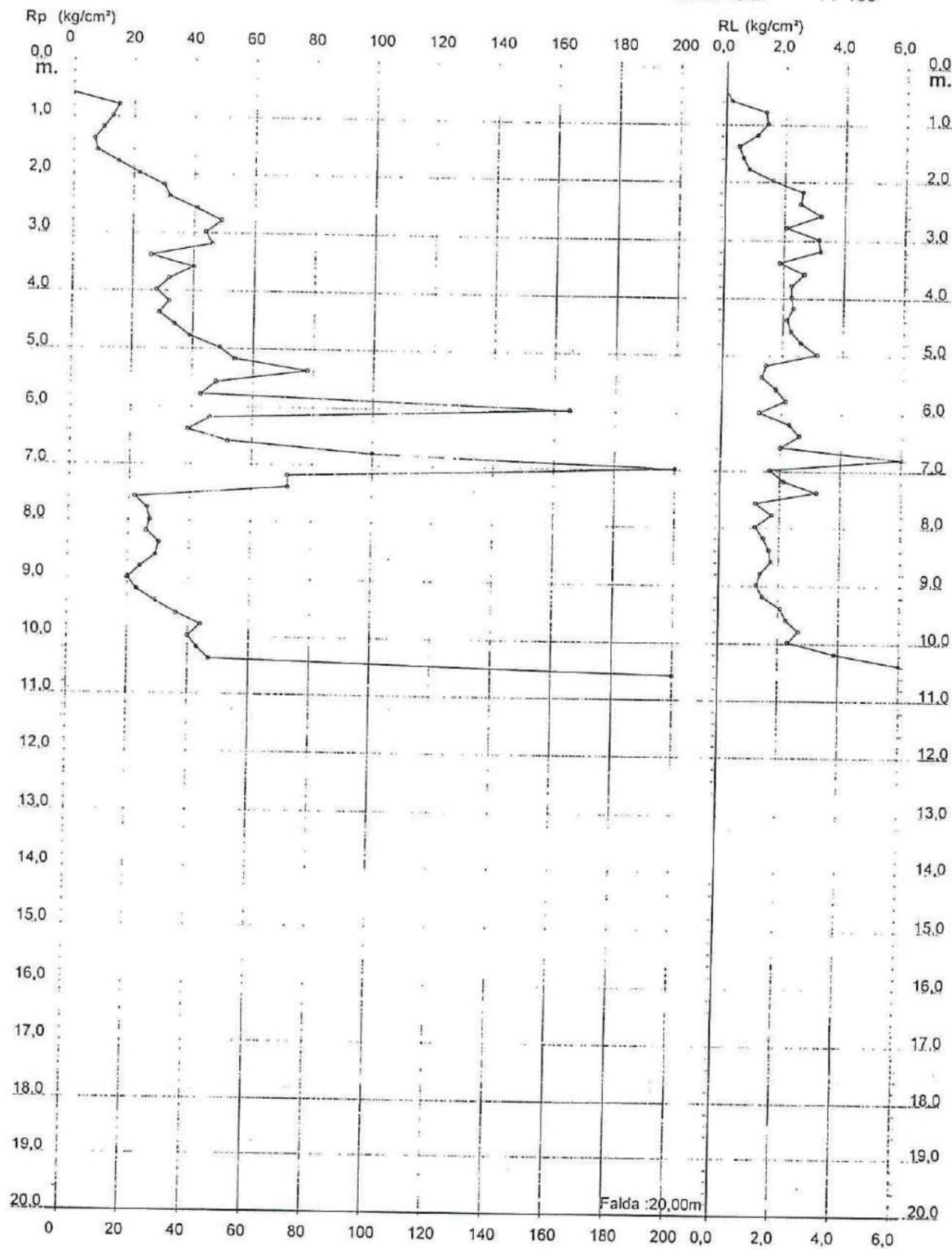
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-01

- committente :
- lavoro : Geotecnica per nuova edificazione
- località : Bologna

- data : 25/02/1999
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 20,00 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT
CON PENETROMETRO TIPO OLANDESE DA 200 KN A PUNTA BEGEMANN

Committente : EDILCOOP S.C.R.L.
Localita` : BOLOGNA
Cantiere : VIA DEL LAZZARETTO
Prova : 001 Data esecuzione : 18/09/91
Quota iniziale : 0.00 mslm Quota finale : 0.00 mslm
Coordinate : X 0.00 Y 0.00 Z 0.00
Profondita` della falda : Non rilevata

Progetto : 9109409CC147
Certificato : 032IG91094
Revisione : 0
Data : 18/09/91
Operatore : CONTI
Controllo : GRUNDLER
Approvato : COMASTRI

Z (m)	qc (MPa)	fs (MPa)	FR x 100	qc/fs
0.0	0.00	0.04	0.0	0.0
0.2	0.39	0.04	10.1	9.8
0.4	1.37	0.05	3.8	27.4
0.6	3.14	0.08	2.7	39.3
0.8	4.71	0.24	5.0	19.6
1.0	6.76	0.31	4.6	21.8
1.2	6.67	0.37	5.5	18.0
1.4	5.98	0.16	2.6	37.4
1.6	4.71	0.08	1.8	58.9
1.8	4.31	0.10	2.4	43.1
2.0	3.04	0.25	8.4	12.2
2.2	1.96	0.18	9.0	10.9
2.4	1.96	0.15	7.7	13.1
2.6	1.76	0.13	7.4	13.5
2.8	1.67	0.11	6.7	15.2
3.0	1.57	0.08	5.4	19.6
3.2	1.47	0.07	4.5	21.0
3.4	1.37	0.07	4.8	19.6
3.6	1.57	0.08	5.0	19.6
3.8	1.67	0.11	6.7	15.2
4.0	1.76	0.10	5.6	17.6
4.2	1.37	0.10	7.2	13.7
4.4	1.57	0.07	4.2	22.4
4.6	1.76	0.08	4.5	22.0
4.8	1.37	0.06	4.3	22.8
5.0	1.18	0.05	4.4	23.6

È vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione scritta GEIMCO - Reproduction of this document is forbidden without prior permission of GEIMCO.

z (m)	qc (MPa)	fs (MPa)	FR x 100	qc/fs
5.2	0.98	0.05	4.7	19.6
5.4	1.08	0.08	7.9	13.5
5.6	1.47	0.06	4.0	24.5
5.8	0.88	0.05	5.2	17.6
6.0	1.08	0.05	4.8	21.6
6.2	1.18	0.07	6.1	16.9
6.4	1.18	0.04	3.3	29.5
6.6	32.84	0.33	1.0	99.5
6.8	21.27	0.39	1.8	54.5
7.0	17.84	0.22	1.3	81.1
7.2	23.24	0.20	0.9	116.2
7.4	34.41	0.00	0.0	0.0

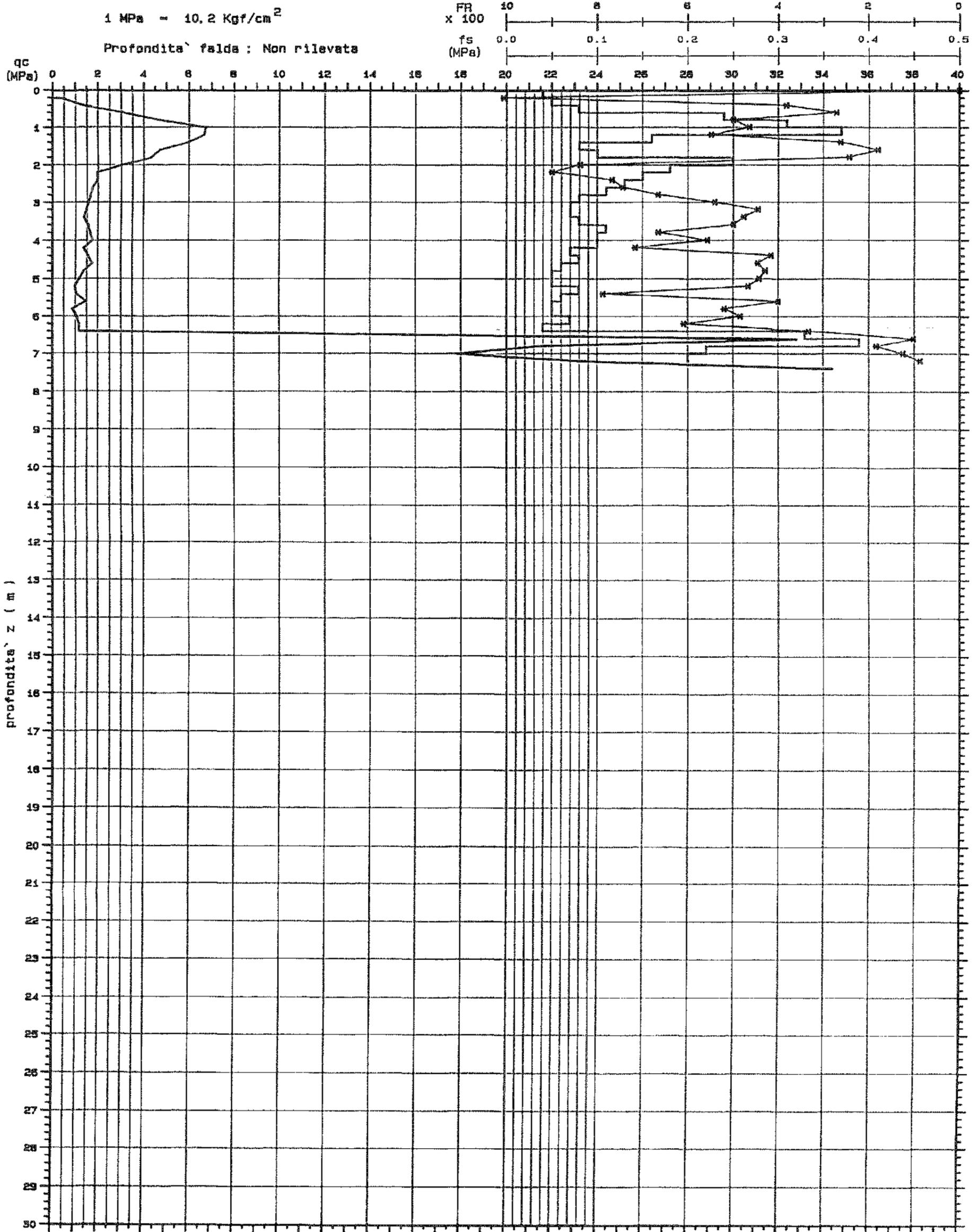
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT CON PENETROMETRO TIPO OLANDESE DA 200 KN A PUNTA BEGEMANN

COMMITTENTE : EDILCOOP S.C.R.L.
LOCALITA` : BOLOGNA
CANTIERE : VIA DEL LAZZARETTO

PROVA : 001
QUOTA INIZIALE : n.r. mslm
COORDINATE : X 0.00 Y 0.00 Z 0.00

DATA ESECUZ. : 18/09/91
QUOTA FINALE : n.r. mslm

PROGETTO : 9109409CC147 | CERTIF. : 032IG91094 | REV.: 0 | OPER.: CONTI | CONTR.: GRUNDLER | APPR.: COMASTRI | DATA : 18/09/91



È vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione scritta dalla GEIMCO. Riproduzione di questo documento è vietata, senza permesso, di GEIMCO.

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT
CON PENETROMETRO TIPO OLANDESE DA 200 KN A PUNTA BEGEMANN

Committente : EDILCOOP S.C.R.L.
Localita` : BOLOGNA
Cantiere : VIA DEL LAZZARETTO
Prova : 002 Data esecuzione : 18/09/91
Quota iniziale : 0.00 mslm Quota finale : 0.00 mslm
Coordinate : X 0.00 Y 0.00 Z 0.00
Profondita` della falda : Non rilevata

Progetto : 9109409CC147
Certificato : 032IG91094
Revisione : 0
Data : 18/09/91
Operatore : CONTI
Controllo : GRUNDLER
Approvato : COMASTRI

Z (m)	qc (MPa)	fs (MPa)	FR x 100	qc/fs
0.0	0.00	0.07	0.0	0.0
0.2	1.37	0.07	5.3	19.6
0.4	1.86	0.03	1.4	62.0
0.6	11.08	0.08	0.8	138.5
0.8	7.25	0.33	4.6	22.0
1.0	7.35	0.31	4.3	23.7
1.2	5.88	0.09	1.6	65.3
1.4	6.76	0.14	2.1	48.3
1.6	2.75	0.04	1.4	68.8
1.8	1.67	0.12	7.4	13.9
2.0	1.67	0.09	5.5	18.6
2.2	1.67	0.11	6.7	15.2
2.4	1.67	0.11	6.7	15.2
2.6	1.86	0.10	5.3	18.6
2.8	1.76	0.12	6.7	14.7
3.0	1.67	0.12	7.0	13.9
3.2	1.27	0.08	6.7	15.9
3.4	1.27	0.08	6.2	15.9
3.6	1.47	0.08	5.8	18.4
3.8	1.47	0.10	7.1	14.7
4.0	1.37	0.11	8.1	12.5
4.2	1.67	0.10	6.3	16.7
4.4	2.06	0.14	6.7	14.7
4.6	1.67	0.12	7.0	13.9
4.8	1.86	0.10	5.6	18.6
5.0	1.57	0.08	5.4	19.6

E' vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione scritta GEIMCO - Reproduction of this document is forbidden without prior written permission of GEIMCO.

Z (m)	qc (MPa)	fs (MPa)	FR x 100	qc/fs
5.2	1.67	0.08	4.7	20.9
5.4	1.67	0.07	3.9	23.9
5.6	1.37	0.08	5.7	17.1
5.8	1.08	0.05	4.2	21.6
6.0	1.57	0.08	5.0	19.6
6.2	3.04	0.06	1.9	50.7
6.4	1.27	0.08	6.2	15.9
6.6	1.96	0.11	5.7	17.8
6.8	26.47	0.11	0.4	240.6
7.0	31.47	0.08	0.3	393.4
7.2	41.86	0.00	0.0	0.0

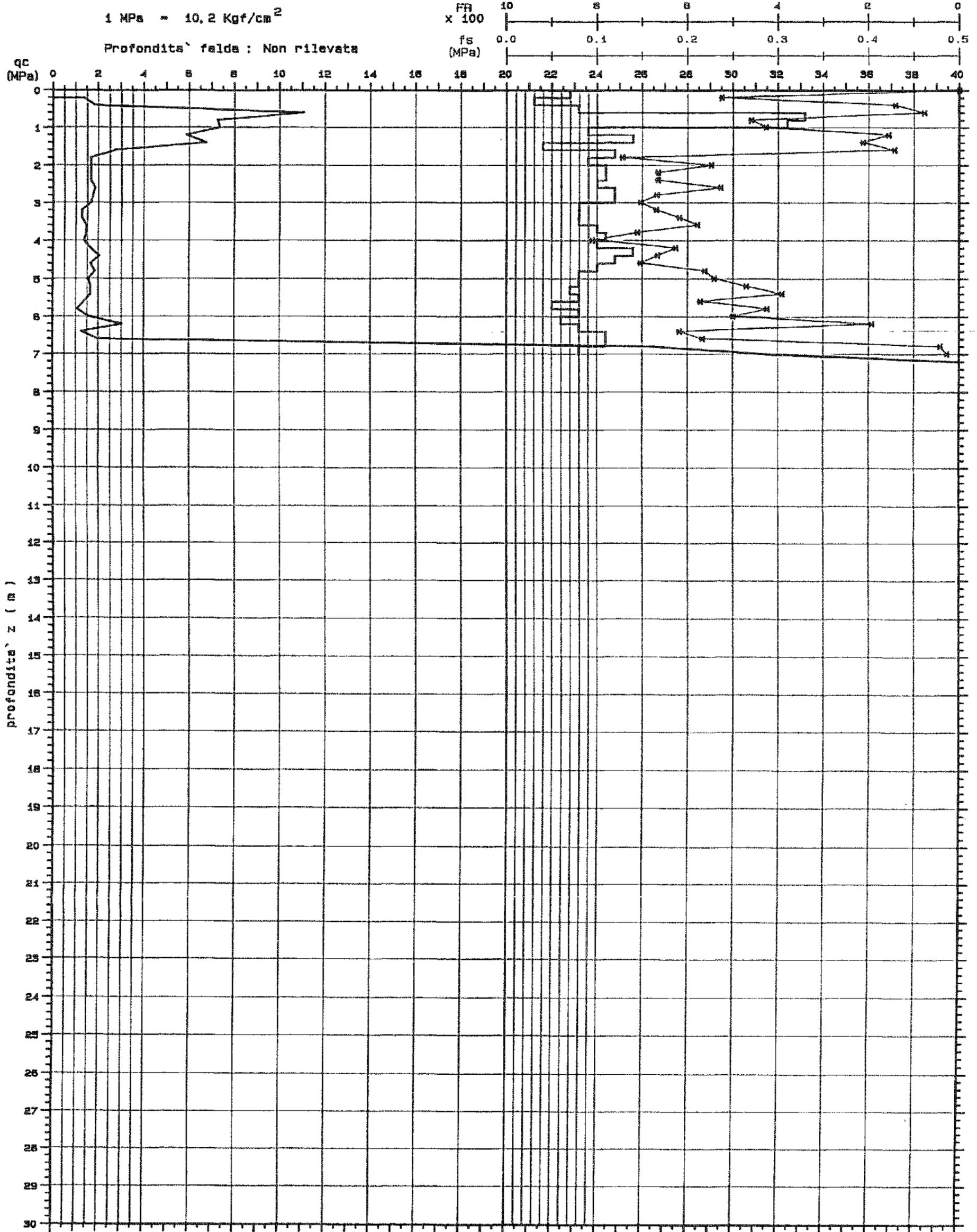
È vietata la ristampa o l'uso non autorizzato senza permesso scritto dalla GEIMCO. - Reproduction of this document is forbidden without prior written permission of GEIMCO.

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT CON PENETROMETRO TIPO OLANDESE DA 200 KN A PUNTA BEGEMANN

COMMITTENTE : EDILCOOP S.C.R.L.
LOCALITA' : BOLOGNA
CANTIERE : VIA DEL LAZZARETTO

PROVA : 002
QUOTA INIZIALE : n.r. mslm
COORDINATE : X 0.00 Y 0.00 Z 0.00
DATA ESECUZ. : 18/09/91
QUOTA FINALE : n.r. mslm

PROGETTO : 9109409CC147 | CERTIF. : 032I691094 | REV.: 0 | OPER.: CONTI | CONTR.: GRUNDLER | APPR.: COMASTRI | DATA : 18/09/91



È vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione scritta dalla GEIMCO - Riproduzione di tutti i documenti e risultati senza autorizzazione di GEIMCO

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT
CON PENETROMETRO TIPO OLANDESE DA 200 KN A PUNTA BEGEMANN

Committente : EDILCOOP S.C.R.L.
Localita` : BOLOGNA
Cantiere : VIA DEL LAZZARETTO
Prova : 003 Data esecuzione : 18/09/91
Quota iniziale : 0.00 mslm Quota finale : 0.00 mslm
Coordinate : X 0.00 Y 0.00 Z 0.00
Profondita` della falda : 4.8

Progetto : 9109409CC147
Certificato : 032IG91094
Revisione : 0
Data : 18/09/91
Operatore : CONTI
Controllo : GRUNDLER
Approvato : COMASTRI

Z (m)	qc (MPa)	fs (MPa)	FR x 100	qc/fs
0.0	0.00	0.05	0.0	0.0
0.2	0.59	0.05	8.9	11.8
0.4	1.47	0.12	8.0	12.3
0.6	8.73	0.10	1.1	87.3
0.8	2.25	0.15	6.7	15.0
1.0	3.92	0.22	5.5	17.8
1.2	4.31	0.30	7.0	14.4
1.4	5.59	0.25	4.6	22.4
1.6	3.82	0.19	5.0	20.1
1.8	3.14	0.16	5.0	19.6
2.0	2.65	0.13	4.9	20.4
2.2	2.45	0.16	6.4	15.3
2.4	2.06	0.12	6.0	17.2
2.6	1.96	0.08	4.0	24.5
2.8	1.57	0.08	5.4	19.6
3.0	2.06	0.10	5.1	20.6
3.2	1.57	0.11	7.1	14.3
3.4	1.86	0.05	2.5	37.2
3.6	1.76	0.07	3.7	25.1
3.8	1.67	0.09	5.5	18.6
4.0	2.45	0.07	2.7	35.0
4.2	2.16	0.10	4.5	21.6
4.4	2.65	0.05	2.0	53.0
4.6	1.86	0.16	8.4	11.6
4.8	2.16	0.10	4.5	21.6
5.0	1.37	0.09	6.7	15.2

È vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione scritta GEIMCO - Riproduzione o ristampa senza permesso di GEIMCO.

Z (m)	qc (MPa)	fs (MPa)	FR x 100	qc/fs
5.2	5.69	0.12	2.1	47.4
5.4	1.27	0.10	8.2	12.7
5.6	0.88	0.06	6.7	14.7
5.8	0.69	0.05	6.6	13.8
6.0	0.59	0.05	8.9	11.8
6.2	1.08	0.06	5.5	18.0
6.4	1.08	0.06	5.5	18.0
6.6	24.71	0.42	1.7	58.8
6.8	28.14	0.15	0.5	187.6
7.0	37.35	0.24	0.6	155.6
7.2	38.92	0.00	0.0	0.0

È vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione scritta GEIMCO - Riproduzione of this document is forbidden without prior written permission of GEIMCO.

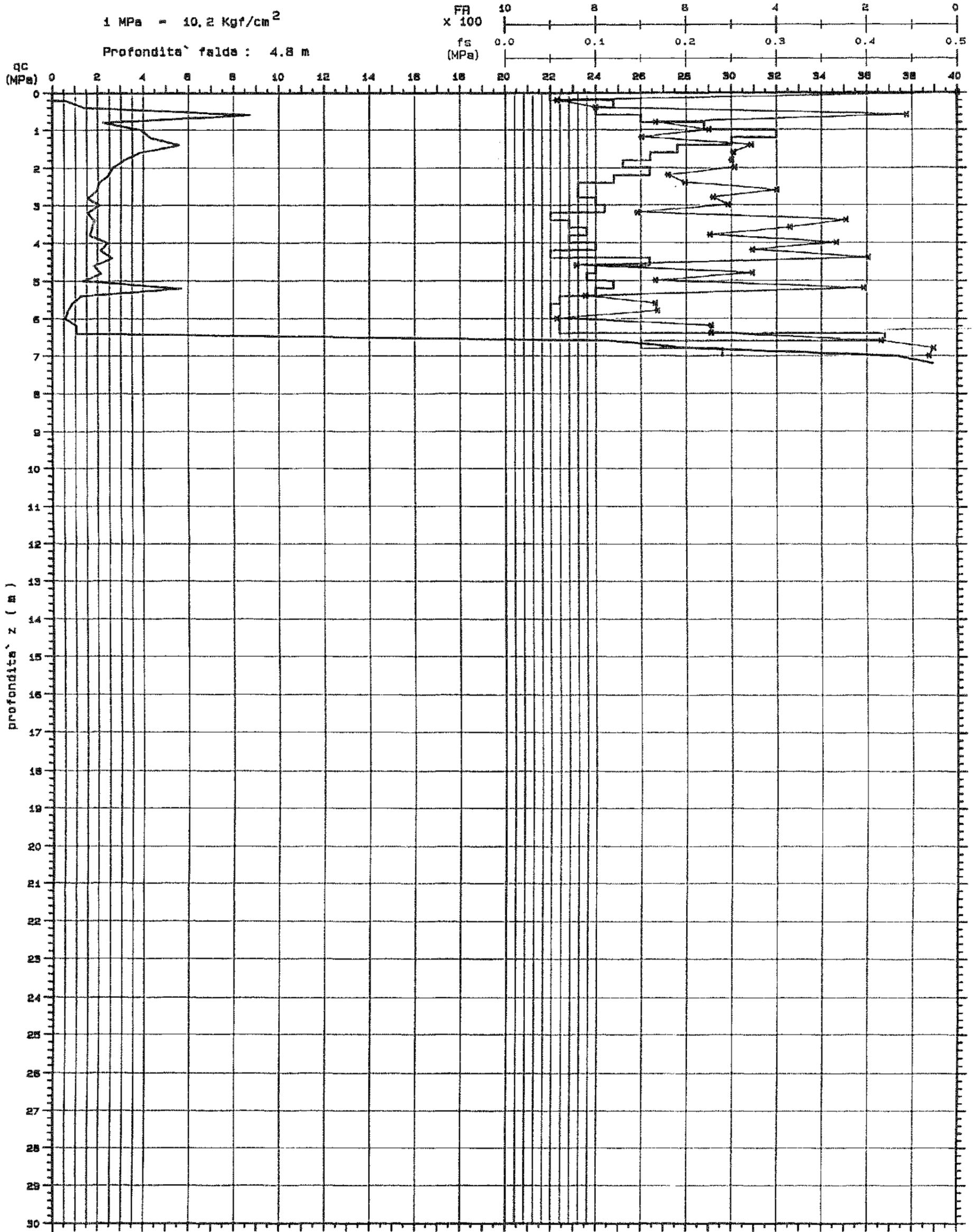
PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT CON PENETROMETRO TIPO OLANDESE DA 200 KN A PUNTA BEGEMANN

COMMITTENTE : EDILCOOP S.C.R.L.
LOCALITA` : BOLOGNA
CANTIERE : VIA DEL LAZZARETTO

PROVA : 003
QUOTA INIZIALE : n.r. mslm
COORDINATE : X 0.00 Y 0.00 Z 0.00

DATA ESECJZ. : 18/09/91
QUOTA FINALE : n.r. mslm

PROGETTO : 9109409CC147 | CERTIF. : 0321691094 | REV.: 0 | OPER.: CONTI | CONTR.: GRUNDLER | APPR.: COMASTRI | DATA : 18/09/91



E' vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione scritta GEIMCO - Riproduzione of this document without prior permission of GEIMCO



ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE FERROVIE E AEROPORTI

CERT. N. 56/1985

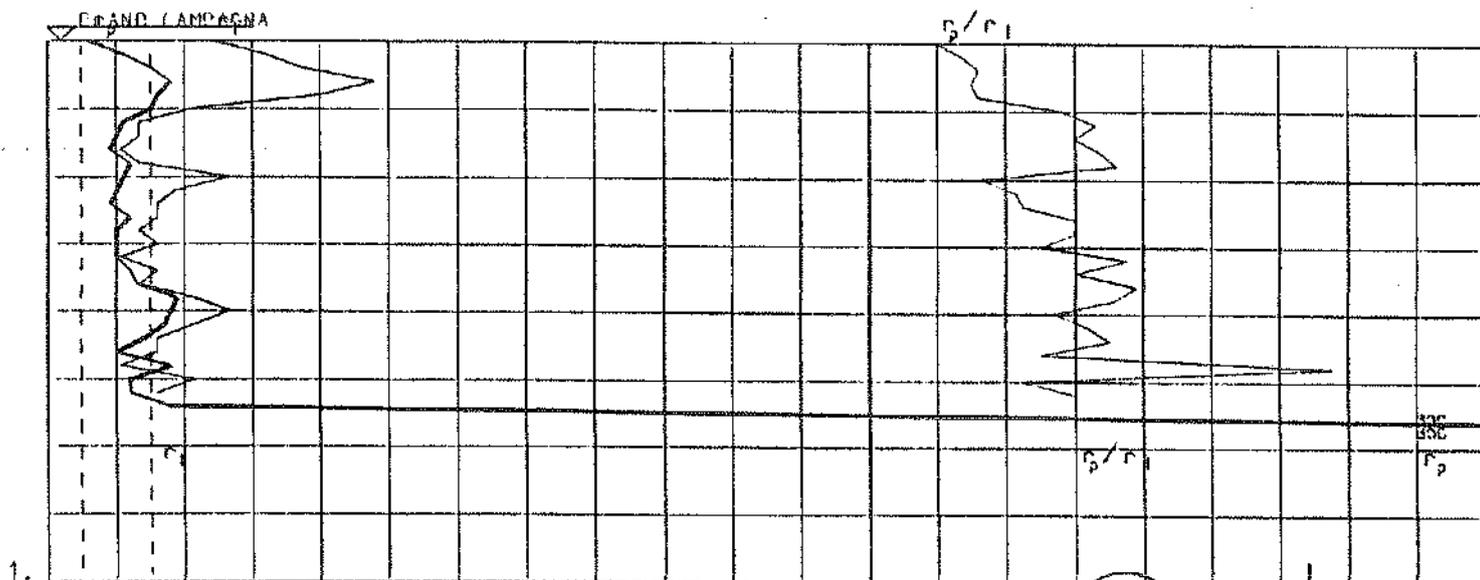
OMMIT. ADANTI SOLAZZI-VIA LAZZARETTO

**INDAGINE RINOMINATA COME
CPT7**

PROVA N. 1

DATA - 25-02-85

0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	kg/cm ²				
					σ/σ_1	0	10	20	30	40	50	60	70	80
0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	kg/cm ²				



LO SPERIMENTATORE

Giulio Sauti

IL DIRETTORE

(Prof. Ing. Vincenzo Ifigli)

Vincenzo Ifigli



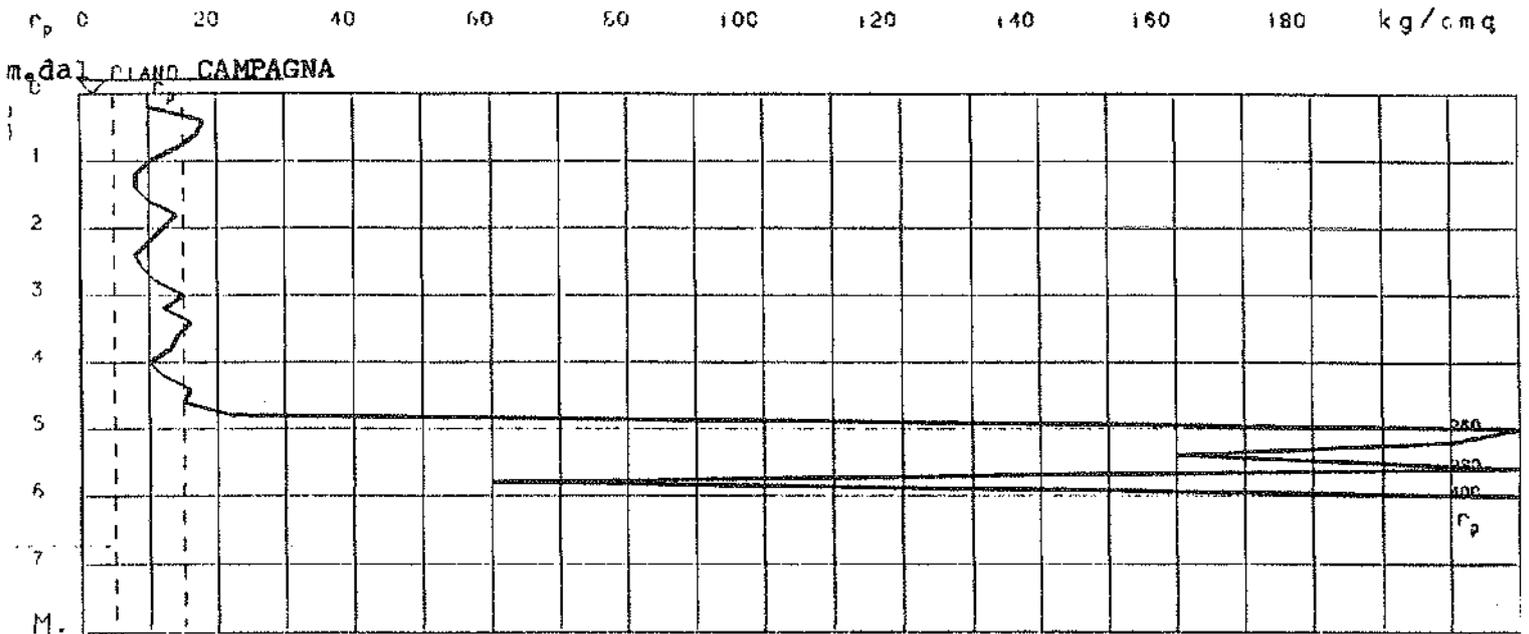
ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE FERROVIE E AEROPORTI CERT. N. 56/1985

COMMIT. ADANTI SOLAZZI-VIA LAZZARETTO

**INDAGINE RINOMINATA COME
CPT9**

PROVA N. 3

DATA - 25-02-85



LO SPERIMENTATORE

Guido Sestini

IL DIRETTORE

(Prof. Ing. Pio/ Vincenzo Righi)

[Signature]



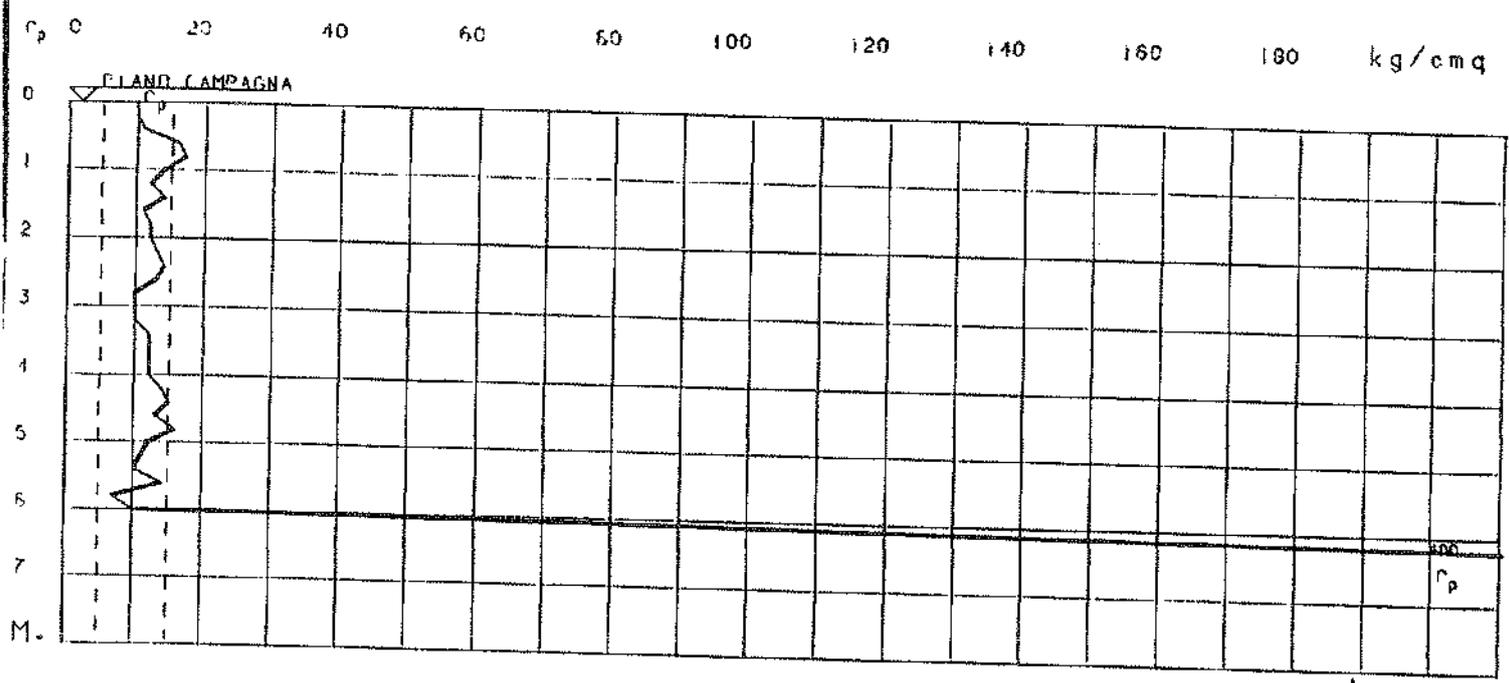
ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE FERROVIE E AEROPORTI CERT. N. 56/1985

COMMIT. ADANTI SOLAZZI-VIA LAZZARETTO

**INDAGINE RINOMINATA COME
CPT10**

PROVA N. 4

DATA - 25-02-85



LO SPERIMENTATORE
Giulio Deub...

IL DIRETTORE
(Prof. Ing. ...)
[Signature]

Committente : TECNOCUPOLE PANCALDI

Cantiere : Via del Lazzeretto - Zona LAME - BOLOGNA

Attrezzo : GOUDA 10 t.

Data : 4 / 01 / 88

PROVA N. 1

INDAGINE RINOMINATA COME
CPT11

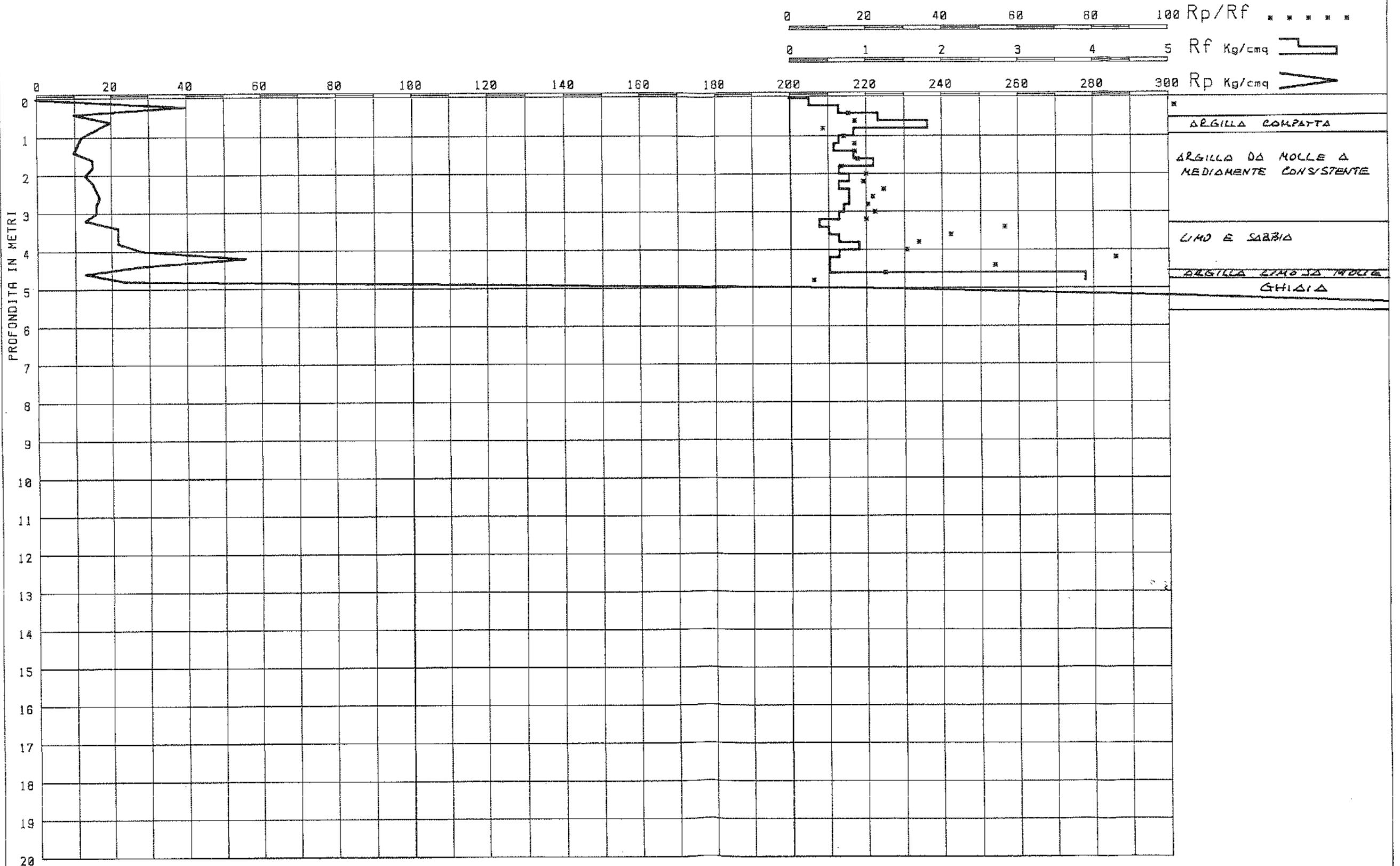
QUOTA : p. riporto

LIV. ACQUA :

Impresa Geotecnica

ANGELI dr. ANGELO

CESENA - TEL. (0547) 27682



Committente : TECNOCUPOLE PANCALDI

Cantiere : Via del Lazzaretto - Zona LAME - BOLOGNA

Attrezzatura : GOUDA 10 t.

Data : 4 / 01 / 88

PROVA N. 2

QUOTA : p.c.

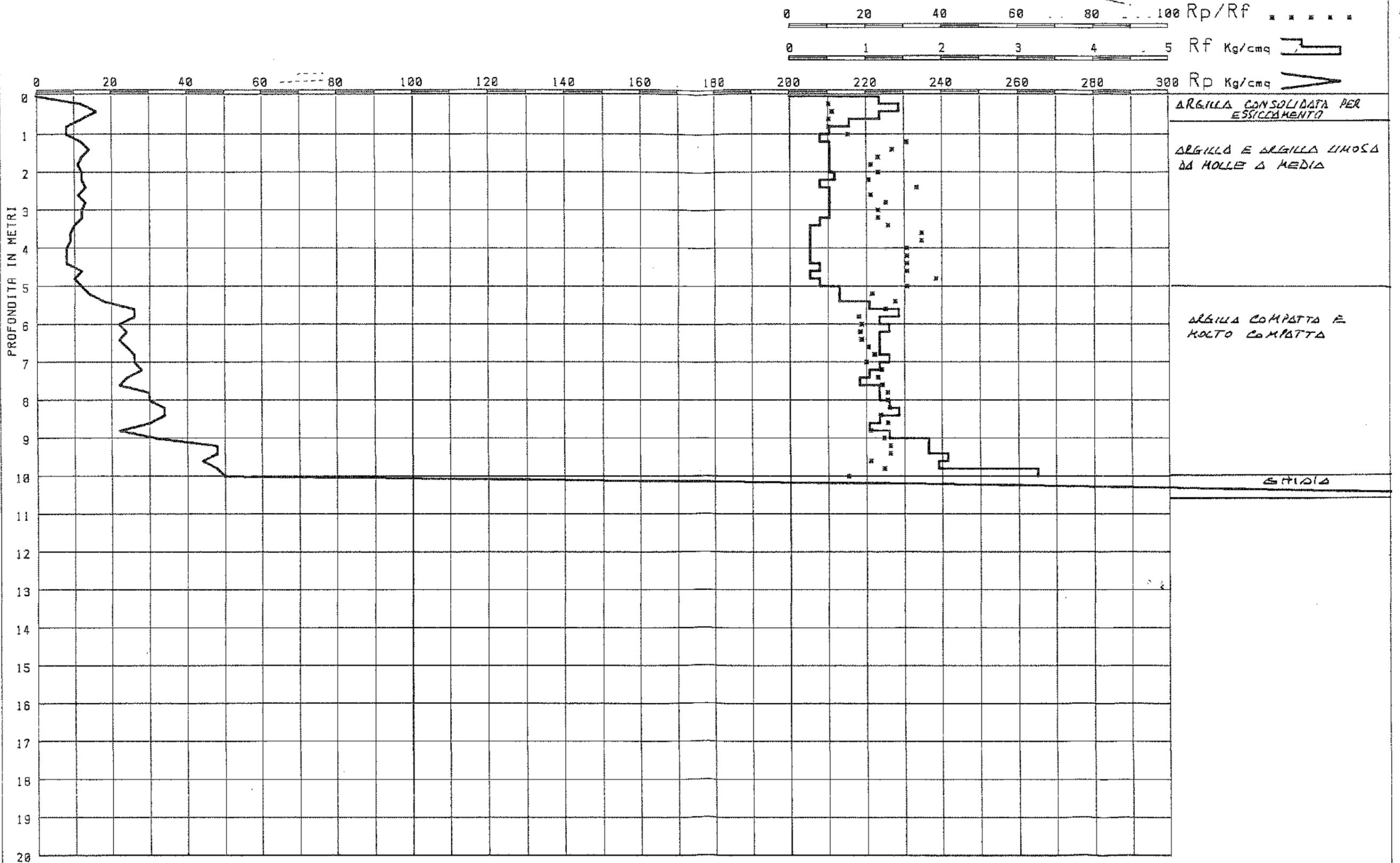
LIV. ACQUA :

INDAGINE RINOMINATA COME
CPT12

Impresa Geotecnica

ANGELI dr. ANGELO

CESENA - TEL. (0547) 27682



Committente : TECNOCUPOLE PANCALDI

Cantiere : Via del Lazzaretto - Zona LAME - BOLOGNA

Attrezzo : GOUDA 10 t. Data : 4 / 01 / 88

PROVA N. 3

QUOTA : p.c.

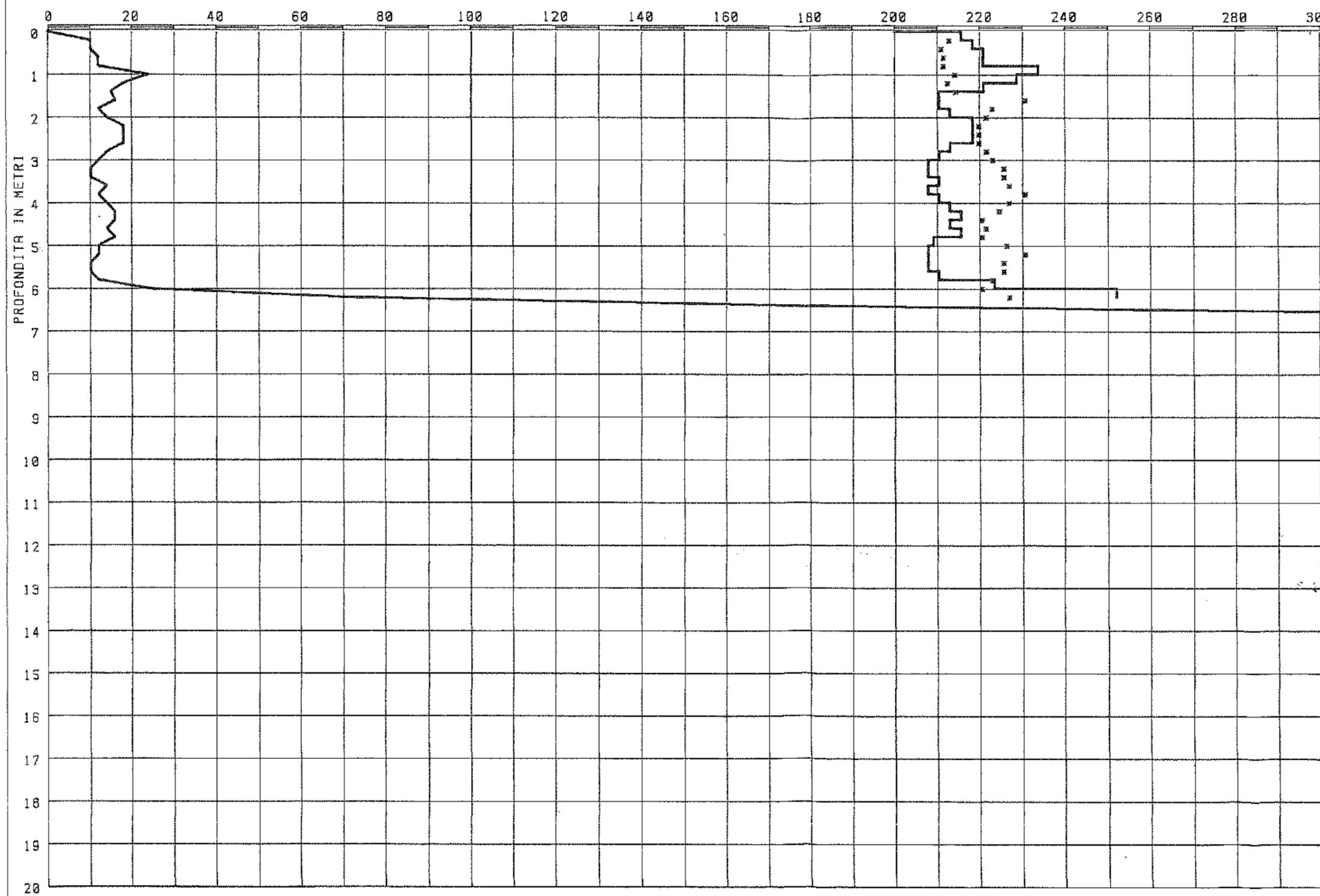
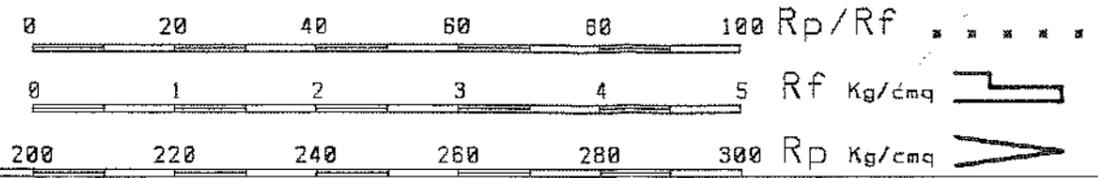
LIV. ACQUA :

INDAGINE RINOMINATA COME CPT13

Impresa Geotecnica

ANGELI dr. ANGELO

CESENA - TEL. (0547) 27682



TERRENO ARGILLOSO
CON SOLIDATO PER ESSICCAH.

ARGILLA E ARGILLA LIQUIDA
DI MEDIA CONSISTENZA

GHIAIA



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 1 RINOMINATA COME CPT1

Dati penetrometrici originali: geol. Massimo Mantovani

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1ª fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514413N Long 11,321318E

Data: 25/02/1999

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	γ_{nat} n kg/cm ³	γ_{sat} n kg/cm ³	Cu _n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr _n %	M _n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) γ_{nat} d kg/cm ³	(M1, M2) γ_{sat} d kg/cm ³	(M1) Cu _d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu _d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr _k %	M _k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda	
0	-0,2				0,13																				
-0,2	-0,4	16	18	16	1,47	11	0,00188	0,00196	0,98	0	0	52		A consistenti	0,00176	0,00183	0,51	0,0	0,37	0,0	0	28			
-0,4	-0,6	9	31	9	1,00	9	0,00182	0,00190	0,67	0	0	38		A plastiche/i											
-0,6	-0,8	8	23	8	0,40	20	0,00181	0,00189	0,27	0	0	35		LA soffici											
-0,8	-1	9	15	9	0,53	17	0,00182	0,00190	0,36	0	0	38		AL soffici											
-1	-1,2	6	14	6	0,27	22	0,00178	0,00186	0,18	0	0	29		LA molto soffici	0,00173	0,00182	0,15	0,0	0,11	0,0	0	21			
-1,2	-1,4	4	8	4	0,27	15	0,00174	0,00182	0,18	0	0	20		AL molto soffici											
-1,4	-1,6	15	19	15	0,41	37	0,00158	0,00188	0,00	28	31	45		SAL sciolte/i											
-1,6	-1,8	30	36	30	1,53	20	0,00194	0,00202	1,02	0	0	91		LA consistenti											
-1,8	-2	30	53	30	1,87	16	0,00194	0,00202	1,25	0	0	91		AL consistenti											
-2	-2,2	30	58	30	1,80	17	0,00194	0,00202	1,20	0	0	91		AL consistenti											
-2,2	-2,4	29	56	29	1,93	15	0,00194	0,00202	1,29	0	0	88		AL consistenti											
-2,4	-2,6	23	52	23	1,67	14	0,00191	0,00199	1,11	0	0	70		AL consistenti											
-2,6	-2,8	23	48	23	1,60	14	0,00191	0,00199	1,07	0	0	70		AL consistenti	0,00190	0,00198	0,93	0,0	0,67	0,0	0	58			
-2,8	-3	26	50	26	1,67	16	0,00193	0,00201	1,11	0	0	79		AL consistenti											
-3	-3,2	22	47	22	1,73	13	0,00191	0,00199	1,16	0	0	67		AL consistenti											
-3,2	-3,4	26	52	26	1,47	18	0,00193	0,00201	0,98	0	0	79		LA consistenti											
-3,4	-3,6	21	43	21	1,60	13	0,00190	0,00198	1,07	0	0	64		AL consistenti											
-3,6	-3,8	17	41	17	1,40	12	0,00188	0,00196	0,93	0	0	55		A consistenti											
-3,8	-4	11	32	11	0,80	14	0,00184	0,00192	0,53	0	0	42		AL plastiche/i											
-4	-4,2	6	18	6	0,40	15	0,00178	0,00186	0,27	0	0	29		AL soffici	0,00173	0,00181	0,29	0,0	0,21	0,0	0	24			
-4,2	-4,4	13	19	13	0,87	15	0,00186	0,00194	0,58	0	0	46		AL plastiche/i											
-4,4	-4,6	8	21	8	0,73	11	0,00181	0,00189	0,49	0	0	35		A plastiche/i											
-4,6	-4,8	7	18	7	0,47	15	0,00179	0,00187	0,31	0	0	32		AL soffici	0,00171	0,00179	0,21	0,0	0,15	0,0	0	21			
-4,8	-5	8	15	8	0,53	15	0,00181	0,00189	0,36	0	0	35		AL soffici											
-5	-5,2	7	15	7	0,67	11	0,00179	0,00187	0,44	0	0	32		A plastiche/i	0,00174	0,00182	0,33	0,0	0,24	0,0	0	26			
-5,2	-5,4	15	25	15	0,93	16	0,00187	0,00195	0,62	0	0	50		AL plastiche/i											
-5,4	-5,6	19	33	19	1,13	17	0,00189	0,00197	0,76	0	0	59		AL consistenti											
-5,6	-5,8	20	37	20	1,20	17	0,00190	0,00198	0,80	0	0	62		AL consistenti											
-5,8	-6	21	39	21	1,47	14	0,00190	0,00198	0,98	0	0	64		AL consistenti											
-6	-6,2	17	39	17	1,27	13	0,00188	0,00196	0,84	0	0	55		AL consistenti											
-6,2	-6,4	18	37	18	1,27	14	0,00189	0,00197	0,84	0	0	57		AL consistenti											
-6,4	-6,6	25	44	25	1,67	15	0,00192	0,00200	1,11	0	0	76		AL consistenti											
-6,6	-6,8	18	43	18	1,27	14	0,00189	0,00197	0,84	0	0	57		AL consistenti											
-6,8	-7	20	39	20	1,60	13	0,00190	0,00198	1,07	0	0	62		AL consistenti											
-7	-7,2	28	52	28	2,13	13	0,00193	0,00201	1,42	0	0	85		AL consistenti											
-7,2	-7,4	30	62	30	2,13	14	0,00194	0,00202	1,42	0	0	91		AL consistenti											
-7,4	-7,6	35	67	35	2,27	15	0,00196	0,00204	1,51	0	0	106		AL molto consistenti											
-7,6	-7,8	28	62	28	1,67	17	0,00193	0,00201	1,11	0	0	85		AL consistenti	0,00189	0,00197	0,86	0,0	0,61	0,0	0	57			
-7,8	-8	26	51	26	2,13	12	0,00193	0,00201	1,42	0	0	79		A consistenti											
-8	-8,2	26	58	26	2,00	13	0,00193	0,00201	1,33	0	0	79		AL consistenti											
-8,2	-8,4	28	58	28	2,27	12	0,00193	0,00201	1,51	0	0	85		A molto consistenti											
-8,4	-8,6	30	64	30	2,20	14	0,00194	0,00202	1,47	0	0	91		AL consistenti											
-8,6	-8,8	33	66	33	2,40	14	0,00195	0,00203	1,60	0	0	100		AL molto consistenti											
-8,8	-9	29	65	29	2,07	14	0,00194	0,00202	1,38	0	0	88		AL consistenti											
-9	-9,2	27	58	27	1,80	15	0,00193	0,00201	1,20	0	0	82		AL consistenti											
-9,2	-9,4	29	56	29	2,07	14	0,00194	0,00202	1,38	0	0	88		AL consistenti											
-9,4	-9,6	30	61	30	2,00	15	0,00194	0,00202	1,33	0	0	91		AL consistenti											
-9,6	-9,8	29	59	29	1,67	17	0,00194	0,00202	1,11	0	0	88		AL consistenti											
-9,8	-10	25	50	25	1,40	18	0,00192	0,00200	0,93	0	0	76		LA consistenti											

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT1

L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann

γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico

X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 1 RINOMINATA COME CPT1

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1a fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514413N Long 11,321318E

Data: 25/02/1999

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,
T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,
LAS = limi argilloso sabbiosi,
SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,
SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	$\gamma_{nat\ n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat\ n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat\ d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat\ d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda	
-10	-10,2	22	43	22	1,67	13	0,00191	0,00199	1,11	0	0	67		AL consistenti											
-10,2	-10,4	22	47	22	1,67	13	0,00191	0,00199	1,11	0	0	67		AL consistenti											
-10,4	-10,6	25	50	25	1,47	17	0,00192	0,00200	0,98	0	0	76		AL consistenti											
-10,6	-10,8	36	58	36	2,20	16	0,00196	0,00204	1,47	0	0	109		AL consistenti											
-10,8	-11	37	70	37	2,20	17	0,00196	0,00204	1,47	0	0	112		AL consistenti	0,00189	0,00197	0,86	0,0	0,61	0,0	0	57			
-11	-11,2	31	64	31	2,20	14	0,00194	0,00202	1,47	0	0	94		AL consistenti											
-11,2	-11,4	24	57	24	1,93	12	0,00192	0,00200	1,29	0	0	73		A consistenti											
-11,4	-11,6	23	52	23	2,00	12	0,00191	0,00199	1,33	0	0	70		A consistenti											
-11,6	-11,8	33	63	33	2,07	16	0,00195	0,00203	1,38	0	0	100		AL consistenti											
-11,8	-12	45	76	45	2,87	16	0,00198	0,00206	1,91	0	0	136		AL molto consistenti											
-12	-12,2	50	93	50	3,27	15	0,00199	0,00207	2,18	0	0	151		AL molto consistenti	0,00190	0,00198	1,30	0,0	0,92	0,0	0	87			
-12,2	-12,4	44	93	44	3,20	14	0,00198	0,00206	2,13	0	0	133		AL molto consistenti											
-12,4	-12,6	43	91	43	1,93	22	0,00198	0,00206	1,29	0	0	130		LA consistenti											
-12,6	-12,8	44	73	44	1,87	24	0,00188	0,00218	0,00	26	60	133		LAS mediamente addensate/i	0,00183	0,00195	0,68	0,0	0,49	0,0	0	63			
-12,8	-13	27	55	27	1,67	16	0,00193	0,00201	1,11	0	0	82		AL consistenti											
-13	-13,2	20	45	20	1,33	15	0,00190	0,00198	0,89	0	0	62		AL consistenti											
-13,2	-13,4	100	120	100	1,00	100	0,00184	0,00214	0,00	36	48	300		SG mediamente addensate/i	0,00188	0,00206	0,00	36,0	0,00	30,2	48	234			
-13,4	-13,6	150	165	150			0,00210	0,00218				451		SG mediamente addensate/i											
-13,6	-13,8																								
-13,8	-14																								
-14	-14,2																								
-14,2	-14,4																								
-14,4	-14,6																								
-14,6	-14,8																								
-14,8	-15																								
-15	-15,2																								
-15,2	-15,4																								
-15,4	-15,6																								
-15,6	-15,8																								
-15,8	-16																								
-16	-16,2																								
-16,2	-16,4																								
-16,4	-16,6																								
-16,6	-16,8																								
-16,8	-17																								
-17	-17,2																								
-17,2	-17,4																								
-17,4	-17,6																								
-17,6	-17,8																								
-17,8	-18																								
-18	-18,2																								
-18,2	-18,4																								
-18,4	-18,6																								
-18,6	-18,8																								
-18,8	-19																								
-19	-19,2																								
-19,2	-19,4																								
-19,4	-19,6																								
-19,6	-19,8																								
-19,8	-20																								

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici Xk fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT1

L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann

γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico

X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 2 RINOMINATA COME CPT2

Dati penetrometrici originali: geol. Massimo Mantovani

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1ª fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513429N Long 11,320416E

Data: 25/02/1999

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda
0	-0,2				0,80																			
-0,2	-0,4	9	21	9	0,80	11	0,00182	0,00190	0,53	0	0	38		A plastiche/i										
-0,4	-0,6	12	24	12	1,20	10	0,00185	0,00193	0,80	0	0	44		A consistenti	0,00176	0,00183	0,47	0,0	0,34	0,0	0	28		
-0,6	-0,8	12	30	12	1,33	9	0,00185	0,00193	0,89	0	0	44		A consistenti										
-0,8	-1	17	37	17	1,20	14	0,00188	0,00196	0,80	0	0	55		AL consistenti										
-1	-1,2	20	38	20	2,27	9	0,00190	0,00198	1,51	0	0	62		A molto consistenti										
-1,2	-1,4	46	80	46	1,27	36	0,00186	0,00216	0,00	29	52	138		SAL mediamente addensate/i										
-1,4	-1,6	60	79	60	2,87	21	0,00201	0,00209	1,91	0	0	181		LA molto consistenti										
-1,6	-1,8	55	98	55	3,20	17	0,00200	0,00208	2,13	0	0	166		AL molto consistenti										
-1,8	-2	55	103	55	2,53	22	0,00200	0,00208	1,69	0	0	166		LA molto consistenti										
-2	-2,2	60	98	60	2,93	20	0,00201	0,00209	1,96	0	0	181		LA molto consistenti	0,00189	0,00201	1,49	0,0	1,06	0,0	0	101		
-2,2	-2,4	51	95	51	3,53	14	0,00199	0,00207	2,36	0	0	154		AL molto consistenti										
-2,4	-2,6	63	116	63	2,93	21	0,00201	0,00209	1,96	0	0	190		LA molto consistenti										
-2,6	-2,8	50	94	50	3,87	13	0,00199	0,00207	2,58	0	0	151		AL molto consistenti										
-2,8	-3	46	104	46	2,73	17	0,00198	0,00206	1,82	0	0	139		AL molto consistenti										
-3	-3,2	46	87	46	2,60	18	0,00198	0,00206	1,73	0	0	139		LA molto consistenti										
-3,2	-3,4	28	67	28	1,53	18	0,00193	0,00201	1,02	0	0	85		LA consistenti										
-3,4	-3,6	20	43	20	1,93	10	0,00190	0,00198	1,29	0	0	62		A consistenti										
-3,6	-3,8	14	43	14	1,07	13	0,00186	0,00194	0,71	0	0	48		AL plastiche/i										
-3,8	-4	26	42	26	1,80	14	0,00193	0,00201	1,20	0	0	79		AL consistenti										
-4	-4,2	25	52	25	1,60	16	0,00192	0,00200	1,07	0	0	76		AL consistenti										
-4,2	-4,4	25	49	25	1,53	16	0,00192	0,00200	1,02	0	0	76		AL consistenti										
-4,4	-4,6	25	48	25	1,33	19	0,00192	0,00200	0,89	0	0	76		LA consistenti										
-4,6	-4,8	15	35	15	1,27	12	0,00187	0,00195	0,84	0	0	50		A consistenti										
-4,8	-5	17	36	17	1,00	17	0,00188	0,00196	0,67	0	0	55		AL plastiche/i										
-5	-5,2	25	40	25	1,33	19	0,00192	0,00200	0,89	0	0	76		LA consistenti										
-5,2	-5,4	30	50	30	1,47	20	0,00194	0,00202	0,98	0	0	91		LA consistenti										
-5,4	-5,6	30	52	30	1,47	20	0,00194	0,00202	0,98	0	0	91		LA consistenti										
-5,6	-5,8	29	51	29	1,67	17	0,00194	0,00202	1,11	0	0	88		AL consistenti										
-5,8	-6	25	50	25	1,27	20	0,00192	0,00200	0,84	0	0	76		LA consistenti	0,00188	0,00196	0,65	0,0	0,47	0,0	0	55		
-6	-6,2	27	46	27	1,40	19	0,00193	0,00201	0,93	0	0	82		LA consistenti										
-6,2	-6,4	20	41	20	1,07	19	0,00190	0,00198	0,71	0	0	62		LA plastiche/i										
-6,4	-6,6	20	36	20	1,07	19	0,00190	0,00198	0,71	0	0	62		LA plastiche/i										
-6,6	-6,8	24	40	24	1,40	17	0,00192	0,00200	0,93	0	0	73		AL consistenti										
-6,8	-7	22	43	22	1,27	17	0,00191	0,00199	0,84	0	0	67		AL consistenti										
-7	-7,2	24	43	24	1,27	19	0,00192	0,00200	0,84	0	0	73		LA consistenti										
-7,2	-7,4	21	40	21	1,27	17	0,00190	0,00198	0,84	0	0	64		AL consistenti										
-7,4	-7,6	20	39	20	1,07	19	0,00190	0,00198	0,71	0	0	62		LA plastiche/i										
-7,6	-7,8	21	37	21	0,93	23	0,00190	0,00198	0,62	0	0	64		LA plastiche/i										
-7,8	-8	23	37	23	1,20	19	0,00191	0,00199	0,80	0	0	70		LA consistenti										
-8	-8,2	26	44	26	1,67	16	0,00193	0,00201	1,11	0	0	79		AL consistenti										
-8,2	-8,4	24	49	24	1,33	18	0,00192	0,00200	0,89	0	0	73		LA consistenti										
-8,4	-8,6	26	46	26	1,13	23	0,00193	0,00201	0,76	0	0	79		LA consistenti										
-8,6	-8,8	23	40	23	1,00	23	0,00191	0,00199	0,67	0	0	70		LA plastiche/i										
-8,8	-9	17	32	17	0,93	18	0,00188	0,00196	0,62	0	0	55		LA plastiche/i	0,00180	0,00187	0,42	0,0	0,30	0,0	0	37		
-9	-9,2	16	30	16	1,07	15	0,00188	0,00196	0,71	0	0	52		AL plastiche/i										
-9,2	-9,4	26	42	26	1,33	20	0,00193	0,00201	0,89	0	0	79		LA consistenti	0,00185	0,00192	0,71	0,0	0,51	0,0	0	60		
-9,4	-9,6	38	58	38	2,07	18	0,00196	0,00204	1,38	0	0	115		LA consistenti										
-9,6	-9,8	42	73	42	3,13	13	0,00197	0,00205	2,09	0	0	127		AL molto consistenti	0,00188	0,00195	1,16	0,0	0,83	0,0	0	79		
-9,8	-10	42	89	42	2,47	17	0,00197	0,00205	1,65	0	0	127		AL molto consistenti										

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT2	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ_{nat} peso di volume naturale	γ_{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	ϕ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale	X_k parametro geotecnico caratteristico	X_d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 2 RINOMINATA COME CPT2

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1a fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513429N Long 11,320416E

Data: 25/02/1999

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda	
-10	-10,2	185	222	185	6,67	28	0,00195	0,00225	0,00	29	83	555		LAS addensate/i											
-10,2	-10,4	230	330	230	3,87	59	0,00192	0,00222	0,00	35	73	690		SL addensate/i	0,00184	0,00213	0,00	31,6	0,00	26,2	50	483			
-10,4	-10,6	360	418	360	6,67	54	0,00195	0,00225	0,00	36	83	1080		SL addensate/i											
-10,6	-10,8	400	500	400			0,00220	0,00228	0,00					GS mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677			
-10,8	-11														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.										
-11	-11,2																								
-11,2	-11,4																								
-11,4	-11,6																								
-11,6	-11,8																								
-11,8	-12																								
-12	-12,2																								
-12,2	-12,4																								
-12,4	-12,6																								
-12,6	-12,8																								
-12,8	-13																								
-13	-13,2																								
-13,2	-13,4																								
-13,4	-13,6																								
-13,6	-13,8																								
-13,8	-14																								
-14	-14,2																								
-14,2	-14,4																								
-14,4	-14,6																								
-14,6	-14,8																								
-14,8	-15																								
-15	-15,2																								
-15,2	-15,4																								
-15,4	-15,6																								
-15,6	-15,8																								
-15,8	-16																								
-16	-16,2																								
-16,2	-16,4																								
-16,4	-16,6																								
-16,6	-16,8																								
-16,8	-17																								
-17	-17,2																								
-17,2	-17,4																								
-17,4	-17,6																								
-17,6	-17,8																								
-17,8	-18																								
-18	-18,2																								
-18,2	-18,4																								
-18,4	-18,6																								
-18,6	-18,8																								
-18,8	-19																								
-19	-19,2																								
-19,2	-19,4																								
-19,4	-19,6																								
-19,6	-19,8																								
-19,8	-20																								

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT2	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto
	qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann
	γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 3 RINOMINATA COME CPT3

Dati penetrometrici originali: geol. Massimo Mantovani

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1ª fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514368N Long 11,319805E

Data: 25/02/1999

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	γ_{nat} n kg/cm ³	γ_{sat} n kg/cm ³	Cu _n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr _n %	M _n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) γ_{nat} d kg/cm ³	(M1, M2) γ_{sat} d kg/cm ³	(M1) Cu _d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu _d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr _k %	M _k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda
0	-0,2																							
-0,2	-0,4																							
-0,4	-0,6				0,20										0,00177	0,00185	0,57	0,0	0,41	0,0	0	30		
-0,6	-0,8	15	18	15	1,33	11	0,00187	0,00195	0,89	0	0	50		A consistenti										
-0,8	-1	13	33	13	1,40	9	0,00186	0,00194	0,93	0	0	46		A consistenti										
-1	-1,2	10	31	10	1,07	9	0,00183	0,00191	0,71	0	0	40		A plastiche/i										
-1,2	-1,4	7	23	7	0,47	15	0,00179	0,00187	0,31	0	0	32		AL soffici	0,00174	0,00181	0,31	0,0	0,22	0,0	0	25		
-1,4	-1,6	8	15	8	0,60	13	0,00181	0,00189	0,40	0	0	35		AL plastiche/i										
-1,6	-1,8	15	24	15	0,80	19	0,00187	0,00195	0,53	0	0	50		LA plastiche/i										
-1,8	-2	22	34	22	1,60	14	0,00191	0,00199	1,07	0	0	67		AL consistenti										
-2	-2,2	30	54	30	2,60	12	0,00194	0,00202	1,73	0	0	91		A molto consistenti										
-2,2	-2,4	32	71	32	2,53	13	0,00195	0,00203	1,69	0	0	97		AL molto consistenti										
-2,4	-2,6	41	79	41	3,20	13	0,00197	0,00205	2,13	0	0	124		AL molto consistenti										
-2,6	-2,8	49	97	49	2,07	24	0,00188	0,00218	0,00	26	62	148		LAS mediamente addensate/i										
-2,8	-3	44	75	44	3,13	14	0,00198	0,00206	2,09	0	0	133		AL molto consistenti										
-3	-3,2	46	93	46	3,20	14	0,00198	0,00206	2,13	0	0	139		AL molto consistenti										
-3,2	-3,4	26	74	26	1,87	14	0,00193	0,00201	1,25	0	0	79		AL consistenti	0,00190	0,00197	1,20	0,0	0,86	0,0	0	73		
-3,4	-3,6	40	68	40	2,67	15	0,00197	0,00205	1,78	0	0	121		AL molto consistenti										
-3,6	-3,8	32	72	32	2,27	14	0,00195	0,00203	1,51	0	0	97		AL molto consistenti										
-3,8	-4	28	62	28	2,27	12	0,00193	0,00201	1,51	0	0	85		A molto consistenti										
-4	-4,2	32	66	32	2,33	14	0,00195	0,00203	1,56	0	0	97		AL molto consistenti										
-4,2	-4,4	29	64	29	2,13	14	0,00194	0,00202	1,42	0	0	88		AL consistenti										
-4,4	-4,6	34	66	34	2,27	15	0,00195	0,00203	1,51	0	0	103		AL molto consistenti										
-4,6	-4,8	39	73	39	2,60	15	0,00197	0,00205	1,73	0	0	118		AL molto consistenti										
-4,8	-5	49	88	49	3,13	16	0,00199	0,00207	2,09	0	0	148		AL molto consistenti										
-5	-5,2	54	101	54	1,47	37	0,00187	0,00217	0,00	29	55	162		SAL mediamente addensate/i										
-5,2	-5,4	78	100	78	1,33	59	0,00186	0,00216	0,00	33	53	234		SL mediamente addensate/i	0,00178	0,00206	0,00	28,1	0,00	23,2	35	112		
-5,4	-5,6	48	68	48	1,80	27	0,00188	0,00218	0,00	27	59	144		LAS mediamente addensate/i										
-5,6	-5,8	43	70	43	2,13	20	0,00198	0,00206	1,42	0	0	130		LA consistenti										
-5,8	-6	165	197	165	1,27	130	0,00196	0,00226	0,00	39	52	495		GS mediamente addensate/i										
-6	-6,2	46	65	46	2,27	20	0,00198	0,00206	1,51	0	0	139		LA molto consistenti										
-6,2	-6,4	39	73	39	2,60	15	0,00197	0,00205	1,73	0	0	118		AL molto consistenti	0,00185	0,00202	0,83	0,0	0,59	0,0	0	96		
-6,4	-6,6	52	91	52	2,00	26	0,00188	0,00218	0,00	27	61	156		LAS mediamente addensate/i										
-6,6	-6,8	100	130	100	6,67	15	0,00206	0,00214	4,45	0	0	301		AL dure/i										
-6,8	-7	200	300	200	1,67	120	0,00187	0,00217	0,00	39	58	600		SG mediamente addensate/i										
-7	-7,2	72	97	72	2,13	34	0,00189	0,00219	0,00	29	62	216		SAL mediamente addensate/i										
-7,2	-7,4	72	104	72	3,20	23	0,00203	0,00211	2,13	0	0	217		LA molto consistenti										
-7,4	-7,6	22	70	22	1,20	18	0,00191	0,00199	0,80	0	0	67		LA consistenti										
-7,6	-7,8	26	44	26	1,73	15	0,00193	0,00201	1,16	0	0	79		AL consistenti										
-7,8	-8	27	53	27	1,20	23	0,00193	0,00201	0,80	0	0	82		LA consistenti										
-8	-8,2	26	44	26	1,47	18	0,00193	0,00201	0,98	0	0	79		LA consistenti										
-8,2	-8,4	30	52	30	1,67	18	0,00194	0,00202	1,11	0	0	91		LA consistenti	0,00190	0,00198	0,74	0,0	0,53	0,0	0	63		
-8,4	-8,6	29	54	29	1,73	17	0,00194	0,00202	1,16	0	0	88		AL consistenti										
-8,6	-8,8	24	50	24	1,40	17	0,00192	0,00200	0,93	0	0	73		AL consistenti										
-8,8	-9	20	41	20	1,27	16	0,00190	0,00198	0,84	0	0	62		AL consistenti										
-9	-9,2	23	42	23	1,47	16	0,00191	0,00199	0,98	0	0	70		AL consistenti										
-9,2	-9,4	29	51	29	2,07	14	0,00194	0,00202	1,38	0	0	88		AL consistenti										
-9,4	-9,6	36	67	36	2,27	16	0,00196	0,00204	1,51	0	0	109		AL molto consistenti										
-9,6	-9,8	44	78	44	2,67	17	0,00198	0,00206	1,78	0	0	133		AL molto consistenti	0,00196	0,00204	1,27	0,0	0,91	0,0	0	107		
-9,8	-10	40	80	40	2,33	17	0,00197	0,00205	1,56	0	0	121		AL molto consistenti										

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT3	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ_{nat} peso di volume naturale	γ_{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	ϕ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X _n parametro geotecnico nominale	X _k parametro geotecnico caratteristico	X _d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 3 RINOMINATA COME CPT3

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1a fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514368N Long 11,319805E

Data: 25/02/1999

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda		
-10	-10,2	43	78	43	3,87	11	0,00198	0,00206	2,58	0	0	130		A molto consistenti	0,00196	0,00204	1,27	0,0	0,91	0,0	0	107				
-10,2	-10,4	47	105	47	3,53	13	0,00199	0,00207	2,36	0	0	142		AL molto consistenti												
-10,4	-10,6	367	420	367			0,00219	0,00227	0,00			1101		SG mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677				
-10,6	-10,8														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.											
-10,8	-11																									
-11	-11,2																									
-11,2	-11,4																									
-11,4	-11,6																									
-11,6	-11,8																									
-11,8	-12																									
-12	-12,2																									
-12,2	-12,4																									
-12,4	-12,6																									
-12,6	-12,8																									
-12,8	-13																									
-13	-13,2																									
-13,2	-13,4																									
-13,4	-13,6																									
-13,6	-13,8																									
-13,8	-14																									
-14	-14,2																									
-14,2	-14,4																									
-14,4	-14,6																									
-14,6	-14,8																									
-14,8	-15																									
-15	-15,2																									
-15,2	-15,4																									
-15,4	-15,6																									
-15,6	-15,8																									
-15,8	-16																									
-16	-16,2																									
-16,2	-16,4																									
-16,4	-16,6																									
-16,6	-16,8																									
-16,8	-17																									
-17	-17,2																									
-17,2	-17,4																									
-17,4	-17,6																									
-17,6	-17,8																									
-17,8	-18																									
-18	-18,2																									
-18,2	-18,4																									
-18,4	-18,6																									
-18,6	-18,8																									
-18,8	-19																									
-19	-19,2																									
-19,2	-19,4																									
-19,4	-19,6																									
-19,6	-19,8																									
-19,8	-20																									

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT3

L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann

γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico

X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 001 RINOMINATA COME CPT4

Dati penetrometrici originali: GEIMCO SPA
 Committente: EDILCOOP S.C.R.L.
 Cantiere: nuovi laboratori ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
 Località: via del Lazzaretto Bologna
 Coordinate WGS84: Lat 44,513270N Long 11,320050E
 Data: 18/09/1991
 Quota p.c. CPT: -
 Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: non rilevato
 Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,
 T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,
 LAS = limi argilloso sabbiosi,
 SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,
 SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda		
0	-0,2	4		4	0,40	10	0,00174	0,00182	0,27	0	0	20		A soffici												
-0,2	-0,4	14	20	14	0,52	27	0,00159	0,00189	0,00	26	36	42		LAS mediamente addensate/i	0,00164	0,00185	0,00	26,0	0,00	21,3	25	32				
-0,4	-0,6	31	39	31	0,80	39	0,00183	0,00213	0,00	29	44	93		SAL mediamente addensate/i												
-0,6	-0,8	47	59	47	2,33	20	0,00199	0,00207	1,56	0	0	142		LA molto consistenti												
-0,8	-1	68	103	68	3,07	22	0,00202	0,00210	2,05	0	0	205		LA molto consistenti	0,00191	0,00199	1,26	0,0	0,90	0,0	0	114				
-1	-1,2	67	113	67	3,67	18	0,00202	0,00210	2,45	0	0	202		LA molto consistenti												
-1,2	-1,4	60	115	60	1,63	37	0,00187	0,00217	0,00	29	57	180		SAL mediamente addensate/i												
-1,4	-1,6	47	72	47	0,80	59	0,00183	0,00213	0,00	32	44	141		SL mediamente addensate/i	0,00176	0,00204	0,00	28,8	0,00	23,7	31	94				
-1,6	-1,8	43	55	43	1,00	43	0,00184	0,00214	0,00	30	48	129		SAL mediamente addensate/i												
-1,8	-2	30	45	30	2,53	12	0,00194	0,00202	1,69	0	0	91		A molto consistenti												
-2	-2,2	20	58	20	1,87	11	0,00190	0,00198	1,25	0	0	62		A consistenti												
-2,2	-2,4	20	48	20	1,53	13	0,00190	0,00198	1,02	0	0	62		AL consistenti	0,00187	0,00195	0,65	0,0	0,47	0,0	0	53				
-2,4	-2,6	18	41	18	1,27	14	0,00189	0,00197	0,84	0	0	57		AL consistenti												
-2,6	-2,8	17	36	17	1,13	15	0,00188	0,00196	0,76	0	0	55		AL consistenti												
-2,8	-3	16	33	16	0,80	20	0,00188	0,00196	0,53	0	0	52		LA plastiche/i												
-3	-3,2	15	27	15	0,70	21	0,00187	0,00195	0,47	0	0	50		LA plastiche/i												
-3,2	-3,4	14	25	14	0,70	20	0,00186	0,00194	0,47	0	0	48		LA plastiche/i												
-3,4	-3,6	16	27	16	0,80	20	0,00188	0,00196	0,53	0	0	52		LA plastiche/i												
-3,6	-3,8	17	29	17	1,13	15	0,00188	0,00196	0,76	0	0	55		AL consistenti	0,00186	0,00194	0,39	0,0	0,28	0,0	0	47				
-3,8	-4	18	35	18	1,00	18	0,00189	0,00197	0,67	0	0	57		LA plastiche/i												
-4	-4,2	14	29	14	1,00	14	0,00186	0,00194	0,67	0	0	48		AL plastiche/i												
-4,2	-4,4	16	31	16	0,73	22	0,00188	0,00196	0,49	0	0	52		LA plastiche/i												
-4,4	-4,6	18	29	18	0,83	22	0,00189	0,00197	0,56	0	0	57		LA plastiche/i												
-4,6	-4,8	14	27	14	0,60	23	0,00186	0,00194	0,40	0	0	48		LA plastiche/i												
-4,8	-5	12	21	12	0,50	24	0,00159	0,00189	0,00	25	35	44		LAS mediamente addensate/i												
-5	-5,2	10	18	10	0,50	20	0,00183	0,00191	0,33	0	0	40		LA soffici												
-5,2	-5,4	11	19	11	0,80	14	0,00184	0,00192	0,53	0	0	42		AL plastiche/i												
-5,4	-5,6	15	27	15	0,60	25	0,00182	0,00212	0,00	26	38	45		LAS mediamente addensate/i	0,00165	0,00181	0,26	0,0	0,19	0,0	0	36				
-5,6	-5,8	9	18	9	0,49	18	0,00182	0,00190	0,32	0	0	38		LA soffici												
-5,8	-6	11	18	11	0,50	22	0,00184	0,00192	0,33	0	0	42		LA soffici												
-6	-6,2	12	20	12	0,70	17	0,00185	0,00193	0,47	0	0	44		AL plastiche/i												
-6,2	-6,4	12	23	12	0,40	30	0,00158	0,00188	0,00	26	31	36		LAS sciolte/i												
-6,4	-6,6	328	334	328	3,27	100	0,00191	0,00221	0,00	40	70	984		SG addensate/i												
-6,6	-6,8	213	262	213	3,87	55	0,00192	0,00222	0,00	34	73	639		SL addensate/i												
-6,8	-7	178	236	178	2,20	81	0,00189	0,00219	0,00	36	63	534		S mediamente addensate/i	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677				
-7	-7,2	232	265	232	2,00	116	0,00188	0,00218	0,00	40	61	696		SG mediamente addensate/i												
-7,2	-7,4	344	374	344			0,00218	0,00226	0,00			1032		GS mediamente addensate												
-7,4	-7,6														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.											
-7,6	-7,8																									
-7,8	-8																									
-8	-8,2																									
-8,2	-8,4																									
-8,4	-8,6																									
-8,6	-8,8																									
-8,8	-9																									
-9	-9,2																									
-9,2	-9,4																									
-9,4	-9,6																									
-9,6	-9,8																									
-9,8	-10																									

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT4	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ_{nat} peso di volume naturale	γ_{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	ϕ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale	X_k parametro geotecnico caratteristico	X_d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 002 RINOMINATA COME CPT5

Dati penetrometrici originali: GEIMCO SPA
 Committente: EDILCOOP S.C.R.L.
 Cantiere: nuovi laboratori ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
 Località: via del Lazzaretto Bologna
 Coordinate WGS84: Lat 44,513734N Long 11,319168E
 Data: 18/09/1991
 Quota p.c. CPT: -
 Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: non rilevato
 Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA
 R = riporto, M = macerie,
 T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,
 LAS = limi argilloso sabbiosi,
 SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,
 SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	γ _{nat n} kg/cm ³	γ _{sat n} kg/cm ³	Cu _n kg/cm ²	φ _n °	Dr _n %	M _n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) γ _{nat d} kg/cm ³	(M1, M2) γ _{sat d} kg/cm ³	(M1) Cu _d kg/cm ²	(M1) φ _d °	(M2) Cu _d kg/cm ²	(M2) φ _d °	Dr _k %	M _k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda		
0	-0,2	14		14	0,73	19	0,00186	0,00194	0,49	0	0	48		LA plastiche/i												
-0,2	-0,4	19	30	19	0,31	62	0,00156	0,00186	0,00	31	26	57		SL sciolte/i												
-0,4	-0,6	111	116	111	0,80	139	0,00193	0,00223	0,00	39	44	333		GS mediamente addensate/i												
-0,6	-0,8	72	84	72	3,27	22	0,00203	0,00211	2,18	0	0	217		LA molto consistenti	0,00179	0,00196	0,00	25,7	0,00	21,0	24	58				
-0,8	-1	73	122	73	3,07	24	0,00191	0,00221	0,00	27	69	220		LAS addensate/i												
-1	-1,2	59	105	59	0,91	65	0,00184	0,00214	0,00	33	46	177		S mediamente addensate/i												
-1,2	-1,4	68	82	68	1,41	48	0,00186	0,00216	0,00	31	54	204		SL mediamente addensate/i												
-1,4	-1,6	27	48	27	0,39	69	0,00157	0,00187	0,00	32	31	81		S sciolte/i												
-1,6	-1,8	17	23	17	1,20	14	0,00188	0,00196	0,80	0	0	55		AL consistenti												
-1,8	-2	17	35	17	0,90	19	0,00188	0,00196	0,60	0	0	55		LA plastiche/i												
-2	-2,2	17	31	17	1,11	15	0,00188	0,00196	0,74	0	0	55		AL plastiche/i												
-2,2	-2,4	17	34	17	1,13	15	0,00188	0,00196	0,76	0	0	55		AL consistenti												
-2,4	-2,6	19	36	19	1,00	19	0,00189	0,00197	0,67	0	0	59		LA plastiche/i												
-2,6	-2,8	18	33	18	1,20	15	0,00189	0,00197	0,80	0	0	57		AL consistenti												
-2,8	-3	17	35	17	1,20	14	0,00188	0,00196	0,80	0	0	55		AL consistenti												
-3	-3,2	13	31	13	0,83	16	0,00186	0,00194	0,56	0	0	46		AL plastiche/i												
-3,2	-3,4	13	26	13	0,80	16	0,00186	0,00194	0,53	0	0	46		AL plastiche/i												
-3,4	-3,6	15	27	15	0,80	19	0,00187	0,00195	0,53	0	0	50		LA plastiche/i												
-3,6	-3,8	15	27	15	1,00	15	0,00187	0,00195	0,67	0	0	50		AL plastiche/i												
-3,8	-4	14	29	14	1,13	12	0,00186	0,00194	0,76	0	0	48		A consistenti	0,00184	0,00193	0,49	0,0	0,35	0,0	0	45				
-4	-4,2	17	34	17	1,00	17	0,00188	0,00196	0,67	0	0	55		AL plastiche/i												
-4,2	-4,4	21	36	21	1,40	15	0,00190	0,00198	0,93	0	0	64		AL consistenti												
-4,4	-4,6	17	38	17	1,20	14	0,00188	0,00196	0,80	0	0	55		AL consistenti												
-4,6	-4,8	19	37	19	1,00	19	0,00189	0,00197	0,67	0	0	59		LA plastiche/i												
-4,8	-5	16	31	16	0,80	20	0,00188	0,00196	0,53	0	0	52		LA plastiche/i												
-5	-5,2	17	29	17	0,80	21	0,00188	0,00196	0,53	0	0	55		LA plastiche/i												
-5,2	-5,4	17	29	17	0,72	24	0,00183	0,00213	0,00	25	42	55		LAS mediamente addensate/i												
-5,4	-5,6	14	25	14	0,83	17	0,00186	0,00194	0,56	0	0	48		AL plastiche/i												
-5,6	-5,8	11	24	11	0,50	22	0,00184	0,00192	0,33	0	0	42		LA soffici												
-5,8	-6	16	24	16	0,80	20	0,00188	0,00196	0,53	0	0	52		LA plastiche/i												
-6	-6,2	30	42	30	0,59	51	0,00181	0,00211	0,00	30	38	90		SL mediamente addensate/i												
-6,2	-6,4	13	22	13	0,80	16	0,00186	0,00194	0,53	0	0	46		AL plastiche/i												
-6,4	-6,6	20	32	20	1,13	18	0,00190	0,00198	0,76	0	0	62		LA consistenti												
-6,6	-6,8	265	282	265	1,10	241	0,00195	0,00225	0,00	44	50	795		G mediamente addensate/i												
-6,8	-7	315	332	315	0,80	394	0,00193	0,00223	0,00	48	44	945		G mediamente addensate/i	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677				
-7	-7,2	419	431	419										G mediamente addensate/i												
-7,2	-7,4														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N _{SPTk} caratteristico delle N _{SPT} eseguite in S.5.											
-7,4	-7,6																									
-7,6	-7,8																									
-7,8	-8																									
-8	-8,2																									
-8,2	-8,4																									
-8,4	-8,6																									
-8,6	-8,8																									
-8,8	-9																									
-9	-9,2																									
-9,2	-9,4																									
-9,4	-9,6																									
-9,6	-9,8																									
-9,8	-10																									

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT5	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ _{nat} peso di volume naturale	γ _{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	φ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X _n parametro geotecnico nominale	X _k parametro geotecnico caratteristico	X _d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 003 RINOMINATA COME CPT6

Dati penetrometrici originali: GEIMCO SPA
 Committente: EDILCOOP S.C.R.L.
 Cantiere: nuovi laboratori ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
 Località: via del Lazzaretto Bologna
 Coordinate WGS84: Lat 44,513442N Long 11,318985E
 Data: 18/09/1991
 Quota p.c. CPT: -
 Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -4,8m
 Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA
 R = riporto, M = macerie,
 T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,
 LAS = limi argilloso sabbiosi,
 SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,
 SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	γ_{nat} n kg/cm ³	γ_{sat} n kg/cm ³	Cu _n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr _n %	M _n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) γ_{nat} d kg/cm ³	(M1, M2) γ_{sat} d kg/cm ³	(M1) Cu _d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu _d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr _k %	M _k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda		
0	-0,2	6		6	0,50	12	0,00178	0,00186	0,33	0	0	29		A soffici												
-0,2	-0,4	15	23	15	1,27	12	0,00187	0,00195	0,84	0	0	50		A consistenti												
-0,4	-0,6	87	106	87	1,00	87	0,00184	0,00214	0,00	35	48	261		S mediamente addensate/i												
-0,6	-0,8	22	37	22	1,47	15	0,00191	0,00199	0,98	0	0	67		AL consistenti												
-0,8	-1	39	61	39	2,13	18	0,00197	0,00205	1,42	0	0	118		LA consistenti												
-1	-1,2	43	75	43	3,00	14	0,00198	0,00206	2,00	0	0	130		AL molto consistenti	0,00181	0,00190	0,76	0,0	0,55	0,0	0	53				
-1,2	-1,4	56	101	56	2,53	22	0,00200	0,00208	1,69	0	0	169		LA molto consistenti												
-1,4	-1,6	38	76	38	1,93	20	0,00196	0,00204	1,29	0	0	115		LA consistenti												
-1,6	-1,8	31	60	31	1,53	20	0,00194	0,00202	1,02	0	0	94		LA consistenti												
-1,8	-2	26	49	26	1,73	15	0,00193	0,00201	1,16	0	0	79		AL consistenti												
-2	-2,2	24	50	24	1,40	17	0,00192	0,00200	0,93	0	0	73		AL consistenti												
-2,2	-2,4	21	42	21	0,87	24	0,00184	0,00214	0,00	26	45	64		LAS mediamente addensate/i												
-2,4	-2,6	20	33	20	1,00	20	0,00190	0,00198	0,67	0	0	62		LA plastiche/i												
-2,6	-2,8	16	31	16	0,80	20	0,00188	0,00196	0,53	0	0	52		LA plastiche/i	0,00183	0,00195	0,40	0,0	0,29	0,0	0	50				
-2,8	-3	21	33	21	1,00	21	0,00190	0,00198	0,67	0	0	64		LA plastiche/i												
-3	-3,2	16	31	16	1,13	14	0,00188	0,00196	0,76	0	0	52		AL consistenti												
-3,2	-3,4	19	36	19	0,52	37	0,00159	0,00189	0,00	28	36	57		SAL mediamente addensate/i												
-3,4	-3,6	18	26	18	0,73	25	0,00183	0,00213	0,00	26	42	54		LAS mediamente addensate/i	0,00175	0,00197	0,00	25,8	0,00	21,1	25	40				
-3,6	-3,8	17	28	17	0,90	19	0,00188	0,00196	0,60	0	0	55		LA plastiche/i												
-3,8	-4	24	38	24	0,68	35	0,00182	0,00212	0,00	28	41	72		SAL mediamente addensate/i												
-4	-4,2	22	32,2	22	1,00	22	0,00191	0,00199	0,67	0	0	67		LA plastiche/i												
-4,2	-4,4	26	41	26	0,49	53	0,00159	0,00189	0,00	30	35	78		SL sciolte/i												
-4,4	-4,6	19	26	19	1,60	12	0,00189	0,00197	1,07	0	0	59		A consistenti												
-4,6	-4,8	22	46	22	1,00	22	0,00191	0,00199	0,67	0	0	67		LA plastiche/i												
-4,8	-5	14	29	14	0,93	15	0,00186	0,00194	0,62	0	0	48		AL plastiche/i												
-5	-5,2	57	71	57	1,22	47	0,00186	0,00216	0,00	31	52	171		SL mediamente addensate/i	0,00178	0,00186	0,35	0,0	0,25	0,0	0	31				
-5,2	-5,4	13	31	13	1,00	13	0,00186	0,00194	0,67	0	0	46		AL plastiche/i												
-5,4	-5,6	9	24	9	0,60	15	0,00182	0,00190	0,40	0	0	38		AL plastiche/i												
-5,6	-5,8	7	16	7	0,50	14	0,00179	0,00187	0,33	0	0	32		AL soffici												
-5,8	-6	6	14	6	0,50	12	0,00178	0,00186	0,33	0	0	29		A soffici												
-6	-6,2	11	19	11	0,60	18	0,00184	0,00192	0,40	0	0	42		LA plastiche/i												
-6,2	-6,4	11	20	11	0,60	18	0,00184	0,00192	0,40	0	0	42		LA plastiche/i												
-6,4	-6,6	247	256	247	4,20	59	0,00192	0,00222	0,00	35	75	741		SL addensate/i												
-6,6	-6,8	281	344	281	1,49	188	0,00197	0,00227	0,00	43	55	843		G mediamente addensate/i	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677				
-6,8	-7	373	395	373	2,39	156	0,00200	0,00230	0,00	43	64	1119		GS mediamente addensate/i												
-7	-7,2	389	425	389										GS mediamente addensate/i												
-7,2	-7,4														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N _{SPTk} caratteristico delle N _{SPT} eseguite in S.5.											
-7,4	-7,6																									
-7,6	-7,8																									
-7,8	-8																									
-8	-8,2																									
-8,2	-8,4																									
-8,4	-8,6																									
-8,6	-8,8																									
-8,8	-9																									
-9	-9,2																									
-9,2	-9,4																									
-9,4	-9,6																									
-9,6	-9,8																									
-9,8	-10																									

18/09/1991
-4,8m

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT6	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ_{nat} peso di volume naturale	γ_{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	ϕ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X _n parametro geotecnico nominale	X _k parametro geotecnico caratteristico	X _d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 1 RINOMINATA COME CPT7

Dati penetrometrici originali: UNIVESITA' DI BOLOGNA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI - ING. PIER VINCENZO RIGHI

Committente: impresa di costruzioni ADANTI - SOLAZZI e C.

Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,512997N Long 11,319462E

Data: 25/02/1985

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda
0	-0,2	12		12	0,93	13	0,00185	0,00193	0,62	0	0	44	AL plastiche/i											
-0,2	-0,4	14	28	14	0,87	16	0,00186	0,00194	0,58	0	0	48	AL plastiche/i	0,00178	0,00185	0,42	0,0	0,30	0,0	0	0	32		
-0,4	-0,6	18	31	18	1,20	15	0,00189	0,00197	0,80	0	0	57	AL consistenti											
-0,6	-0,8	16	34	16	1,00	16	0,00188	0,00196	0,67	0	0	52	AL plastiche/i											
-0,8	-1	15	30	15	0,53	28	0,00181	0,00211	0,00	26	36	45	LAS mediamente addensate/i											
-1	-1,2	11	19	11	0,33	33	0,00157	0,00187	0,00	27	27	33	SAL sciolte/i	0,00155	0,00185	0,00	25,9	0,00	21,2	23	26			
-1,2	-1,4	10	15	10	0,33	30	0,00157	0,00187	0,00	26	27	30	LAS sciolte/i											
-1,4	-1,6	9	14	9	0,27	34	0,00155	0,00185	0,00	27	23	27	SAL sciolte/i											
-1,6	-1,8	12	16	12	0,33	36	0,00157	0,00187	0,00	27	27	36	SAL sciolte/i											
-1,8	-2	11	16	11	0,67	17	0,00184	0,00192	0,44	0	0	42	AL plastiche/i											
-2	-2,2	10	20	10	0,47	21	0,00183	0,00191	0,31	0	0	40	LA soffici	0,00174	0,00182	0,21	0,0	0,15	0,0	0	0	25		
-2,2	-2,4	9	16	9	0,41	22	0,00182	0,00190	0,27	0	0	38	LA soffici											
-2,4	-2,6	12	18	12	0,40	30	0,00158	0,00188	0,00	26	31	36	LAS sciolte/i											
-2,6	-2,8	10	16	10	0,33	30	0,00157	0,00187	0,00	26	27	30	LAS sciolte/i											
-2,8	-3	10	15	10	0,39	26	0,00157	0,00187	0,00	25	30	30	LAS sciolte/i	0,00155	0,00185	0,00	25,2	0,00	20,6	24	27			
-3	-3,2	10	16	10	0,27	37	0,00155	0,00185	0,00	27	24	30	SAL sciolte/i											
-3,2	-3,4	12	16	12	0,40	30	0,00158	0,00188	0,00	26	31	36	LAS sciolte/i											
-3,4	-3,6	13	19	13	0,33	39	0,00157	0,00187	0,00	28	27	39	SAL sciolte/i											
-3,6	-3,8	19	24	19	0,51	37	0,00159	0,00189	0,00	28	36	57	SAL mediamente addensate/i	0,00165	0,00194	0,00	25,7	0,00	21,1	23	34			
-3,8	-4	18	26	18	0,64	28	0,00182	0,00212	0,00	26	40	54	LAS mediamente addensate/i											
-4	-4,2	17	27	17	0,53	32	0,00181	0,00211	0,00	27	36	51	LAS mediamente addensate/i											
-4,2	-4,4	13	21	13	0,37	35	0,00157	0,00187	0,00	27	29	39	SAL sciolte/i											
-4,4	-4,6	10	16	10	0,40	25	0,00158	0,00188	0,00	25	31	30	LAS sciolte/i											
-4,6	-4,8	18	24	18	0,27	68	0,00155	0,00185	0,00	31	23	54	S sciolte/i	0,00155	0,00185	0,00	26,1	0,00	21,4	18	29			
-4,8	-5	12	16	12	0,55	22	0,00185	0,00193	0,37	0	0	44	LA soffici											
-5	-5,2	12	20	12	0,40	30	0,00158	0,00188	0,00	26	31	36	LAS sciolte/i											
-5,2	-5,4	18	24	18			0,00189	0,00197	0,00			57												
-5,4	-5,6	300		300			0,00217	0,00225	0,00			900	GS mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677			
-5,6	-5,8	300		300			0,00217	0,00225	0,00			900	GS mediamente addensate											
-5,8	-6													I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.										
-6	-6,2																							
-6,2	-6,4																							
-6,4	-6,6																							
-6,6	-6,8																							
-6,8	-7																							
-7	-7,2																							
-7,2	-7,4																							
-7,4	-7,6																							
-7,6	-7,8																							
-7,8	-8																							
-8	-8,2																							
-8,2	-8,4																							
-8,4	-8,6																							
-8,6	-8,8																							
-8,8	-9																							
-9	-9,2																							
-9,2	-9,4																							
-9,4	-9,6																							
-9,6	-9,8																							
-9,8	-10																							

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT7	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ_{nat} peso di volume naturale	γ_{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	ϕ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale	X_k parametro geotecnico caratteristico	X_d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 2 RINOMINATA COME CPT8

Dati penetrometrici originali: UNIVESITA' DI BOLOGNA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI - ING. PIER VINCENZO RIGHI

Committente: impresa di costruzioni ADANTI - SOLAZZI e C.

Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513076N Long 11,313076E

Data: 25/02/1985

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	qc medio	qc/fs medio kg/cm ²	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda	
0	-0,2	10		10																					
-0,2	-0,4	17		17																					
-0,4	-0,6	12		12																					
-0,6	-0,8	8		8																					
-0,8	-1	10		10																					
-1	-1,2	11		11																					
-1,2	-1,4	14		14																					
-1,4	-1,6	11		11																					
-1,6	-1,8	13		13																					
-1,8	-2	12		12																					
-2	-2,2	9		9																					
-2,2	-2,4	10		10																					
-2,4	-2,6	8		8	11	17	0,00184	0,00192	0,44	0	0	42		AL LA, plastiche	0,00184	0,00192	0,44	0,0	0,35	0,0	0	42			
-2,6	-2,8	13		13																					
-2,8	-3	12		12																					
-3	-3,2	13		13																					
-3,2	-3,4	15		15																					
-3,4	-3,6	12		12																					
-3,6	-3,8	11		11																					
-3,8	-4	10		10																					
-4	-4,2	10		10																					
-4,2	-4,4	10		10																					
-4,4	-4,6	10		10																					
-4,6	-4,8	12		12																					
-4,8	-5	13		13																					
-5	-5,2	20		20																					
-5,2	-5,4	400		400	400	134	0,00197	0,00227	0,00	40	58	677		GS, talora SG, mediamente addensate	0,00210	0,00222	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677			
-5,4	-5,6	400		400																					
-5,6	-5,8	400		400																					
-5,8	-6	400		400																					
-6	-6,2	30		30	23	17	0,00191	0,00199	0,89	0	0	70		LA, da plastico a consistente	0,00191	0,00199	0,89	0,0	0,71	0,0	0	70			
-6,2	-6,4	16		16																					
-6,4	-6,6	165		165																					
-6,6	-6,8	400		400																					
-6,8	-7	210		210																					
-7	-7,2	80		80																					
-7,2	-7,4	190		190																					
-7,4	-7,6	280		280	229	134	0,00197	0,00227	0,00	40	58	677		GS, talora SG, mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677			
-7,6	-7,8	350		350																					
-7,8	-8	170		170																					
-8	-8,2	240		240																					
-8,2	-8,4	260		260																					
-8,4	-8,6	170		170																					
-8,6	-8,8	80		80																					
-8,8	-9	70		70	73	66	0,00184	0,00214	0,00	34	47	219		S, SL, mediamente addensate	0,00184	0,00214	0,00	32,0	0,00	26,6	47	219			
-9	-9,2	70		70																					
-9,2	-9,4	160		160																					
-9,4	-9,6	300		300																					
-9,6	-9,8	300		300																					
-9,8	-10	400		400	263	134	0,00197	0,00227	0,00	40	58	677		GS, talora SG, mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677			

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici Xk fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT8	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto
	qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann
	γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 2 RINOMINATA COME CPT8

Committente: impresa di costruzioni ADANTI - SOLAZZI e C.

Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513076N Long 11,313076E

Data: 25/02/1985

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	qc medio	qc/fs medio kg/cm ²	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda
-10	-10,2	190		190																				
-10,2	-10,4	100		100																				
-10,4	-10,6	230		230																				
-10,6	-10,8	20		20																				
-10,8	-11	300		300	263	134	0,00197	0,00227	0,00	40	58	677		GS, talora SG mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677		
-11	-11,2	220		220																				
-11,2	-11,4	220		220																				
-11,4	-11,6	340		340																				
-11,6	-11,8	400		400																				
-11,8	-12														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.									
-12	-12,2																							
-12,2	-12,4																							
-12,4	-12,6																							
-12,6	-12,8																							
-12,8	-13																							
-13	-13,2																							
-13,2	-13,4																							
-13,4	-13,6																							
-13,6	-13,8																							
-13,8	-14																							
-14	-14,2																							
-14,2	-14,4																							
-14,4	-14,6																							
-14,6	-14,8																							
-14,8	-15																							
-15	-15,2																							
-15,2	-15,4																							
-15,4	-15,6																							
-15,6	-15,8																							
-15,8	-16																							
-16	-16,2																							
-16,2	-16,4																							
-16,4	-16,6																							
-16,6	-16,8																							
-16,8	-17																							
-17	-17,2																							
-17,2	-17,4																							
-17,4	-17,6																							
-17,6	-17,8																							
-17,8	-18																							
-18	-18,2																							
-18,2	-18,4																							
-18,4	-18,6																							
-18,6	-18,8																							
-18,8	-19																							
-19	-19,2																							
-19,2	-19,4																							
-19,4	-19,6																							
-19,6	-19,8																							
-19,8	-20																							

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT8

L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann

γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico

X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 3 RINOMINATA COME CPT9

Dati penetrometrici originali: UNIVESITA' DI BOLOGNA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI - ING. PIER VINCENZO RIGHI

Committente: impresa di costruzioni ADANTI -SOLAZZI e C.

Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513256N Long 11,319324E

Data: 25/02/1985

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	qc medio	qc/fs medio kg/cm ²	γ_{nat} n kg/cm ³	γ_{sat} n kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) γ_{nat} d kg/cm ³	(M1, M2) γ_{sat} d kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda				
0	-0,2	10		10																								
-0,2	-0,4	18		18																								
-0,4	-0,6	17		17																								
-0,6	-0,8	13		13																								
-0,8	-1	10		10																								
-1	-1,2	8		8																								
-1,2	-1,4	8		8																								
-1,4	-1,6	11		11																								
-1,6	-1,8	14		14																								
-1,8	-2	13		13																								
-2	-2,2	11		11																								
-2,2	-2,4	8		8	12	17	0,00185	0,00193	0,47	0	0	44		AL LA, plastiche	0,00185	0,00193	0,47	0,0	0,38	0,0	0	44						
-2,4	-2,6	10		10																								
-2,6	-2,8	12		12																								
-2,8	-3	15		15																								
-3	-3,2	12		12																								
-3,2	-3,4	16		16																								
-3,4	-3,6	14		14																								
-3,6	-3,8	13		13																								
-3,8	-4	10		10																								
-4	-4,2	12		12																								
-4,2	-4,4	16		16																								
-4,4	-4,6	15		15																								
-4,6	-4,8	22		22																								
-4,8	-5	260		260																								
-5	-5,2	190		190	225	134	0,00210	0,00222	0,00	38	58	675		GS, talora SG, mediamente addensate	0,00210	0,00222	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677						
-5,2	-5,4	160		160																								
-5,4	-5,6	280		280																								
-5,6	-5,8	60		60																								
-5,8	-6	400		400																								
-6	-6,2														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.													
-6,2	-6,4																											
-6,4	-6,6																											
-6,6	-6,8																											
-6,8	-7																											
-7	-7,2																											
-7,2	-7,4																											
-7,4	-7,6																											
-7,6	-7,8																											
-7,8	-8																											
-8	-8,2																											
-8,2	-8,4																											
-8,4	-8,6																											
-8,6	-8,8																											
-8,8	-9																											
-9	-9,2																											
-9,2	-9,4																											
-9,4	-9,6																											
-9,6	-9,8																											
-9,8	-10																											

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT9

L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann

γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico

X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 4 RINOMINATA COME CPT10

Dati penetrometrici originali: UNIVESITA' DI BOLOGNA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI - ING. PIER VINCENZO RIGHI

Committente: impresa di costruzioni ADANTI -SOLAZZI e C.

Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513056N Long 11,318272E

Data: 25/02/1985

Quota p.c. CPT: -

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,
T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,
LAS = limi argilloso sabbiosi,
SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,
SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	qc medio	qc/fs medio kg/cm ²	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda		
0	-0,2	10		10																						
-0,2	-0,4	11		11																						
-0,4	-0,6	16		16																						
-0,6	-0,8	17		17																						
-0,8	-1	14		14																						
-1	-1,2	12		12																						
-1,2	-1,4	14		14																						
-1,4	-1,6	11		11																						
-1,6	-1,8	12		12																						
-1,8	-2	12		12																						
-2	-2,2	13		13																						
-2,2	-2,4	14		14																						
-2,4	-2,6	13		13																						
-2,6	-2,8	10		10																						
-2,8	-3	10		10	13	17	0,00186	0,00194	0,51	0	0	46		AL LA, plastiche	0,00186	0,00194	0,51	0,0	0,41	0,0	0	46				
-3	-3,2	10		10																						
-3,2	-3,4	12		12																						
-3,4	-3,6	12		12																						
-3,6	-3,8	12		12																						
-3,8	-4	12		12																						
-4	-4,2	13		13																						
-4,2	-4,4	15		15																						
-4,4	-4,6	13		13																						
-4,6	-4,8	16		16																						
-4,8	-5	12		12																						
-5	-5,2	11		11																						
-5,2	-5,4	10		10																						
-5,4	-5,6	14		14																						
-5,6	-5,8	7		7																						
-5,8	-6	10		10																						
-6	-6,2	400		400	300,00	134	0,00210	0,00220	0,00	40	58	675		GS, talora SG, mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677				
-6,2	-6,4														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.											
-6,4	-6,6																									
-6,6	-6,8																									
-6,8	-7																									
-7	-7,2																									
-7,2	-7,4																									
-7,4	-7,6																									
-7,6	-7,8																									
-7,8	-8																									
-8	-8,2																									
-8,2	-8,4																									
-8,4	-8,6																									
-8,6	-8,8																									
-8,8	-9																									
-9	-9,2																									
-9,2	-9,4																									
-9,4	-9,6																									
-9,6	-9,8																									
-9,8	-10																									

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT10	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ_{nat} peso di volume naturale	γ_{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	ϕ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale	X_k parametro geotecnico caratteristico	X_d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 1 RINOMINATA COME CPT11

Dati penetrometrici originali: dr. geol. Angelo Angeli

Committente: L. & G. PANCALDI SNC

Cantiere: opificio con annessa palazzina uffici

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514661N Long 11,319757E

Data: 04/01/1988

Quota p.c. CPT: p.c.

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	γ_{nat} n kg/cm ³	γ_{sat} n kg/cm ³	Cu _n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr _n %	M _n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) γ_{nat} d kg/cm ³	(M1, M2) γ_{sat} d kg/cm ³	(M1) Cu _d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu _d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr _k %	M _k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda
0	-0,2	40		40			0,00197	0,00205				121												
-0,2	-0,4	10		10	0,67	15	0,00183	0,00191	0,44	0	0	40		AL plastiche/i	0,00180	0,00188	0,47	0,0	0,34	0,0	0	42		
-0,4	-0,6	20	30	20	1,20	17	0,00190	0,00198	0,80	0	0	62		AL consistenti										
-0,6	-0,8	15	33	15	1,60	9	0,00187	0,00195	1,07	0	0	50		A consistenti										
-0,8	-1	12	36	12	0,93	13	0,00185	0,00193	0,62	0	0	44		AL plastiche/i										
-1	-1,2	11	25	11	0,67	17	0,00184	0,00192	0,44	0	0	42		AL plastiche/i										
-1,2	-1,4	10	20	10	0,60	17	0,00183	0,00191	0,40	0	0	40		AL plastiche/i										
-1,4	-1,6	15	24	15	0,83	18	0,00187	0,00195	0,56	0	0	50		LA plastiche/i										
-1,6	-1,8	15	28	15	1,13	13	0,00187	0,00195	0,76	0	0	50		AL consistenti										
-1,8	-2	13	30	13	0,67	20	0,00186	0,00194	0,44	0	0	46		LA plastiche/i										
-2	-2,2	15	25	15	0,80	19	0,00187	0,00195	0,53	0	0	50		LA plastiche/i	0,00182	0,00191	0,38	0,0	0,27	0,0	0	41		
-2,2	-2,4	16	28	16	0,63	25	0,00182	0,00212	0,00	26	39	48		LAS mediamente addensate/i										
-2,4	-2,6	17	27	17	0,77	22	0,00188	0,00196	0,51	0	0	55		LA plastiche/i										
-2,6	-2,8	16	28	16	0,77	21	0,00188	0,00196	0,51	0	0	52		LA plastiche/i										
-2,8	-3	15	27	15	0,68	22	0,00187	0,00195	0,45	0	0	50		LA plastiche/i										
-3	-3,2	12	22	12	0,60	20	0,00185	0,00193	0,40	0	0	44		LA plastiche/i										
-3,2	-3,4	22	31	22	0,39	57	0,00157	0,00187	0,00	30	30	66		SL sciolte/i										
-3,4	-3,6	22	28	22	0,52	42	0,00159	0,00189	0,00	29	36	66		SAL mediamente addensate/i										
-3,6	-3,8	22	30	22	0,65	34	0,00182	0,00212	0,00	28	40	66		SAL mediamente addensate/i										
-3,8	-4	29	39	29	0,93	31	0,00184	0,00214	0,00	27	47	87		LAS mediamente addensate/i	0,00148	0,00182	0,00	25,6	0,00	21,0	30	44		
-4	-4,2	56	70	56	0,65	87	0,00182	0,00212	0,00	34	40	168		S mediamente addensate/i										
-4,2	-4,4	24	34	24	0,45	53	0,00158	0,00188	0,00	30	33	72		SL sciolte/i										
-4,4	-4,6	12	19	12	0,49	25	0,00159	0,00189	0,00	25	35	36		LAS sciolte/i										
-4,6	-4,8	23	30	23	3,33	7	0,00191	0,00199	2,22	0	0	70		AT molto consistenti										
-4,8	-5	200	250	200	2,00	100	0,00188	0,00218	0,00	38	61	600		SG mediamente addensate/i	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677		
-5	-5,2	400	430	400										GS mediamente addensate/i										
-5,2	-5,4														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N _{SPTk} caratteristico delle N _{SPT} eseguite in S.5.									
-5,4	-5,6																							
-5,6	-5,8																							
-5,8	-6																							
-6	-6,2																							
-6,2	-6,4																							
-6,4	-6,6																							
-6,6	-6,8																							
-6,8	-7																							
-7	-7,2																							
-7,2	-7,4																							
-7,4	-7,6																							
-7,6	-7,8																							
-7,8	-8																							
-8	-8,2																							
-8,2	-8,4																							
-8,4	-8,6																							
-8,6	-8,8																							
-8,8	-9																							
-9	-9,2																							
-9,2	-9,4																							
-9,4	-9,6																							
-9,6	-9,8																							
-9,8	-10																							

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT11

L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann

γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico

X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 2 RINOMINATA COME CPT12

Dati penetrometrici originali: dr. geol. Angelo Angeli

Committente: L. & G. PANCALDI SNC

Cantiere: opificio con annessa palazzina uffici

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514389N Long 11,320379E

Data: 04/01/1988

Quota p.c. CPT: p. riporto

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	γ_{nat} n kg/cm ³	γ_{sat} n kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) γ_{nat} d kg/cm ³	(M1, M2) γ_{sat} d kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda
0	-0,2	12		12	1,20	10	0,00185	0,00193	0,80	0	0	44		A consistenti										
-0,2	-0,4	16	34	16	1,40	11	0,00188	0,00196	0,93	0	0	52		A consistenti	0,00177	0,00184	0,80	0,0	0,57	0,0	0	44		
-0,4	-0,6	12	33	12	1,20	10	0,00185	0,00193	0,80	0	0	44		A consistenti										
-0,6	-0,8	8	26	8	0,80	10	0,00181	0,00189	0,53	0	0	35		A plastiche/i										
-0,8	-1	8	20	8	0,53	15	0,00181	0,00189	0,36	0	0	35		AL soffici										
-1	-1,2	12	20	12	0,39	31	0,00157	0,00187	0,00	27	30	36		LAS sciolte/i										
-1,2	-1,4	14	20	14	0,52	27	0,00159	0,00189	0,00	26	36	42		LAS mediamente addensate/i										
-1,4	-1,6	12	20	12	0,53	23	0,00185	0,00193	0,36	0	0	44		LA soffici										
-1,6	-1,8	11	19	11	0,53	21	0,00184	0,00192	0,36	0	0	42		LA soffici										
-1,8	-2	12	20	12	0,53	23	0,00185	0,00193	0,36	0	0	44		LA soffici	0,00159	0,00187	0,33	0,0	0,24	0,0	0	37		
-2	-2,2	12	20	12	0,57	21	0,00185	0,00193	0,38	0	0	44		LA soffici										
-2,2	-2,4	13	22	13	0,40	33	0,00158	0,00188	0,00	27	31	39		SAL sciolte/i										
-2,4	-2,6	11	17	11	0,50	22	0,00184	0,00192	0,33	0	0	42		LA soffici										
-2,6	-2,8	13	21	13	0,50	26	0,00159	0,00189	0,00	26	35	39		LAS mediamente addensate/i										
-2,8	-3	12	20	12	0,53	23	0,00185	0,00193	0,36	0	0	44		LA soffici										
-3	-3,2	12	20	12	0,53	23	0,00185	0,00193	0,36	0	0	44		LA soffici										
-3,2	-3,4	10	18	10	0,38	26	0,00157	0,00187	0,00	26	30	30		LAS sciolte/i										
-3,4	-3,6	9	15	9	0,27	34	0,00155	0,00185	0,00	27	23	27		SAL sciolte/i										
-3,6	-3,8	9	13	9	0,27	34	0,00155	0,00185	0,00	27	23	27		SAL sciolte/i										
-3,8	-4	8	12	8	0,26	31	0,00155	0,00185	0,00	26	23	24		LAS sciolte/i										
-4	-4,2	8	12	8	0,26	31	0,00155	0,00185	0,00	26	23	24		LAS sciolte/i	0,00154	0,00184	0,00	25,6	0,00	20,9	20	22		
-4,2	-4,4	8	12	8	0,26	31	0,00155	0,00185	0,00	26	23	24		LAS sciolte/i										
-4,4	-4,6	12	16	12	0,39	31	0,00157	0,00187	0,00	27	30	36		LAS sciolte/i										
-4,6	-4,8	10	16	10	0,27	38	0,00155	0,00185	0,00	27	23	30		SAL sciolte/i										
-4,8	-5	12	16	12	0,39	31	0,00157	0,00187	0,00	26	31	36		LAS sciolte/i										
-5	-5,2	14	20	14	0,63	22	0,00186	0,00194	0,42	0	0	48		LA plastiche/i										
-5,2	-5,4	20	30	20	0,71	28	0,00182	0,00212	0,00	26	42	60		LAS mediamente addensate/i	0,00174	0,00203	0,00	25,1	0,00	20,5		42		
-5,4	-5,6	26	37	26	1,00	26	0,00184	0,00214	0,00	26	48	78		LAS mediamente addensate/i										
-5,6	-5,8	26	41	26	1,47	18	0,00193	0,00201	0,98	0	0	79		LA consistenti										
-5,8	-6	22	44	22	1,17	19	0,00191	0,00199	0,78	0	0	67		LA consistenti										
-6	-6,2	24	42	24	1,33	18	0,00192	0,00200	0,89	0	0	73		LA consistenti	0,00191	0,00199	0,72	0,0	0,51	0,0	0	66		
-6,2	-6,4	22	42	22	1,17	19	0,00191	0,00199	0,78	0	0	67		LA consistenti										
-6,4	-6,6	24	42	24	1,17	21	0,00192	0,00200	0,78	0	0	73		LA consistenti										
-6,6	-6,8	26	44	26	1,15	23	0,00193	0,00201	0,76	0	0	79		LA consistenti										
-6,8	-7	26	43	26	1,33	20	0,00193	0,00201	0,89	0	0	79		LA consistenti										
-7	-7,2	28	48	28	1,17	24	0,00185	0,00215	0,00	26	51	85		LAS mediamente addensate/i										
-7,2	-7,4	24	42	24	1,07	23	0,00192	0,00200	0,71	0	0	73		LA plastiche/i										
-7,4	-7,6	22	38	22	0,93	24	0,00184	0,00214	0,00	26	47	67		LAS mediamente addensate/i										
-7,6	-7,8	30	44	30	1,17	26	0,00185	0,00215	0,00	26	51	90		LAS mediamente addensate/i										
-7,8	-8	30	48	30	1,13	26	0,00185	0,00215	0,00	27	50	90		LAS mediamente addensate/i										
-8	-8,2	34	51	34	1,27	27	0,00186	0,00216	0,00	27	52	102		LAS mediamente addensate/i										
-8,2	-8,4	34	53	34	1,47	23	0,00195	0,00203	0,98	26	0	103		LA consistenti	0,00181	0,00201	0,00	25,6	0,00	21,0	46	72		
-8,4	-8,6	30	52	30	1,13	26	0,00185	0,00215	0,00	27	50	90		LAS mediamente addensate/i										
-8,6	-8,8	22	39	22	1,07	21	0,00191	0,00199	0,71	0	0	67		LA plastiche/i										
-8,8	-9	31	47	31	1,23	25	0,00186	0,00216	0,00	26	52	93		LAS mediamente addensate/i										
-9	-9,2	48	67	48	1,77	27	0,00188	0,00218	0,00	27	59	144		LAS mediamente addensate/i										
-9,2	-9,4	48	75	48	1,80	27	0,00188	0,00218	0,00	27	59	144		LAS mediamente addensate/i										
-9,4	-9,6	44	71	44	2,07	21	0,00198	0,00206	1,38	0	0	133		LA consistenti										
-9,6	-9,8	48	79	48	2,00	24	0,00188	0,00218	0,00	26	61	145		LAS mediamente addensate/i										
-9,8	-10	50	80	50	3,40	15	0,00199	0,00207	2,27	0	0	151		AL molto consistenti										

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT12	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ_{nat} peso di volume naturale	γ_{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	ϕ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale	X_k parametro geotecnico caratteristico	X_d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 2 RINOMINATA COME CPT12

Committente: L. & G. PANCALDI SNC

Cantiere: opificio con annessa palazzina uffici

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514389N Long 11,320379E

Data: 04/01/1988

Quota p.c. CPT: p. riporto

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	$\gamma_{nat n}$ kg/cm ³	$\gamma_{sat n}$ kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) $\gamma_{nat d}$ kg/cm ³	(M1, M2) $\gamma_{sat d}$ kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda
-10	-10,2	270	321	270			0,00216	0,00224	0,00					SG mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677		
-10,2	-10,4	400		400										GS mediamente addensate										
-10,4	-10,6														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.									
-10,6	-10,8																							
-10,8	-11																							
-11	-11,2																							
-11,2	-11,4																							
-11,4	-11,6																							
-11,6	-11,8																							
-11,8	-12																							
-12	-12,2																							
-12,2	-12,4																							
-12,4	-12,6																							
-12,6	-12,8																							
-12,8	-13																							
-13	-13,2																							
-13,2	-13,4																							
-13,4	-13,6																							
-13,6	-13,8																							
-13,8	-14																							
-14	-14,2																							
-14,2	-14,4																							
-14,4	-14,6																							
-14,6	-14,8																							
-14,8	-15																							
-15	-15,2																							
-15,2	-15,4																							
-15,4	-15,6																							
-15,6	-15,8																							
-15,8	-16																							
-16	-16,2																							
-16,2	-16,4																							
-16,4	-16,6																							
-16,6	-16,8																							
-16,8	-17																							
-17	-17,2																							
-17,2	-17,4																							
-17,4	-17,6																							
-17,6	-17,8																							
-17,8	-18																							
-18	-18,2																							
-18,2	-18,4																							
-18,4	-18,6																							
-18,6	-18,8																							
-18,8	-19																							
-19	-19,2																							
-19,2	-19,4																							
-19,4	-19,6																							
-19,6	-19,8																							
-19,8	-20																							

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT12	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto
	qc resistenza specifica alla punta fs resistenza specifica al manicotto qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann
	γ_{nat} peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo Cu coesione non drenata ϕ angolo di attrito interno Dr densità relativa M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale X_k parametro geotecnico caratteristico X_d parametro geotecnico di progetto



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 3 RINOMINATA COME CPT13

Dati penetrometrici originali: dr. geol. Angelo Angeli

Committente: L. & G. PANCALDI SNC

Cantiere: opificio con annessa palazzina uffici

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514985N Long 11,320272E

Data: 18/09/1991

Quota p.c. CPT: p.c.

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

LEGENDA

R = riporto, M = macerie,

T = torbe, AT = argille torbose, A = argille, AL = argille limosa, LA = limi argillosi,

LAS = limi argilloso sabbiosi,

SAL = sabbie argilloso limose, SL = sabbie limose, S = sabbie,

SG = sabbie ghiaiose, GS = ghiaie sabbiose, G = ghiaie, C = ciottoli, B = blocchi

Prof. da m	Prof. a m	L1 kgf/10	L2 kgf/10	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	qc/fs	γ_{nat} n kg/cm ³	γ_{sat} n kg/cm ³	Cu_n kg/cm ²	ϕ_n °	Dr_n %	M_n kg/cm ²	Colonna stratigrafica	Tipo litologico	(M1, M2) γ_{nat} d kg/cm ³	(M1, M2) γ_{sat} d kg/cm ³	(M1) Cu_d kg/cm ²	(M1) ϕ_d °	(M2) Cu_d kg/cm ²	(M2) ϕ_d °	Dr_k %	M_k kg/cm ²	Piano di fondazione	Falda		
0	-0,2	10		10	0,80	13	0,00183	0,00191	0,53	0	0	40		AL plastiche/i												
-0,2	-0,4	10	22	10	0,93	11	0,00183	0,00191	0,62	0	0	40		A plastiche/i	0,00175	0,00182	0,40	0,0	0,29	0,0	0	40				
-0,4	-0,6	12	26	12	1,00	12	0,00185	0,00193	0,67	0	0	44		A plastiche/i												
-0,6	-0,8	12	27	12	1,00	12	0,00185	0,00193	0,67	0	0	44		A plastiche/i												
-0,8	-1	23	38	23	1,67	14	0,00191	0,00199	1,11	0	0	70		AL consistenti	0,00181	0,00188	0,90	0,0	0,64	0,0	0	57				
-1	-1,2	18	43	18	1,40	13	0,00189	0,00197	0,93	0	0	57		AL consistenti												
-1,2	-1,4	15	36	15	1,07	14	0,00187	0,00195	0,71	0	0	50		AL plastiche/i												
-1,4	-1,6	16	32	16	0,52	31	0,00159	0,00189	0,00	27	36	48		LAS mediamente addensate/i												
-1,6	-1,8	12	20	12	0,53	23	0,00185	0,00193	0,36	0	0	44		LA soffici												
-1,8	-2	14	22	14	0,67	21	0,00186	0,00194	0,44	0	0	48		LA plastiche/i												
-2	-2,2	18	28	18	0,90	20	0,00189	0,00197	0,60	0	0	57		LA plastiche/i	0,00185	0,00193	0,43	0,0	0,31	0,0	0	44				
-2,2	-2,4	18	32	18	0,90	20	0,00189	0,00197	0,60	0	0	57		LA plastiche/i												
-2,4	-2,6	18	32	18	0,90	20	0,00189	0,00197	0,60	0	0	57		LA plastiche/i												
-2,6	-2,8	15	29	15	0,68	22	0,00187	0,00195	0,45	0	0	50		LA plastiche/i												
-2,8	-3	22	32	22	0,97	23	0,00191	0,00199	0,64	0	0	67		LA plastiche/i												
-3	-3,2	10	25	10	0,38	26	0,00157	0,00187	0,00	26	30	30		LAS sciolte/i												
-3,2	-3,4	10	16	10	0,38	26	0,00157	0,00187	0,00	26	30	30		LAS sciolte/i												
-3,4	-3,6	14	20	14	0,52	27	0,00159	0,00189	0,00	26	36	42		LAS mediamente addensate/i	0,00156	0,00186	0,00	25,1	0,00	20,6	27	27				
-3,6	-3,8	12	20	12	0,39	31	0,00157	0,00187	0,00	27	30	36		LAS sciolte/i												
-3,8	-4	14	20	14	0,52	27	0,00159	0,00189	0,00	26	36	42		LAS mediamente addensate/i												
-4	-4,2	16	24	16	0,67	24	0,00182	0,00212	0,00	25	40	52		LAS mediamente addensate/i												
-4,2	-4,4	16	26	16	0,77	21	0,00188	0,00196	0,51	0	0	52		LA plastiche/i												
-4,4	-4,6	14	26	14	0,65	22	0,00186	0,00194	0,43	0	0	48		LA plastiche/i	0,00178	0,00186	0,43	0,0	0,31	0,0	0	48				
-4,6	-4,8	16	26	16	0,77	21	0,00188	0,00196	0,51	0	0	52		LA plastiche/i												
-4,8	-5	12	24	12	0,45	27	0,00158	0,00188	0,00	26	33	36		LAS sciolte/i												
-5	-5,2	12	19	12	0,39	31	0,00157	0,00187	0,00	27	30	36		LAS sciolte/i												
-5,2	-5,4	10	16	10	0,38	26	0,00157	0,00187	0,00	26	30	30		LAS sciolte/i	0,00158	0,00188	0,00	24,5	0,00	20,0	28	27				
-5,4	-5,6	10	16	10	0,38	26	0,00157	0,00187	0,00	26	30	30		LAS sciolte/i												
-5,6	-5,8	12	18	12	0,53	23	0,00185	0,00193	0,36	0	0	44		LA soffici												
-5,8	-6	28	36	28	1,33	21	0,00193	0,00201	0,89	0	0	85		LA consistenti												
-6	-6,2	110	130	110	4,13	27	0,00192	0,00222	0,00	28	74	330		LAS addensate/i												
-6,2	-6,4	400	462	400										GS mediamente addensate	0,00210	0,00220	0,00	38,0	0,00	32,0	73	677				
-6,4	-6,6														I parametri geotecnici delle ghiaie sono stati derivati dal valore di N_{SPTk} caratteristico delle N_{SPT} eseguite in S.5.											
-6,6	-6,8																									
-6,8	-7																									
-7	-7,2																									
-7,2	-7,4																									
-7,4	-7,6																									
-7,6	-7,8																									
-7,8	-8																									
-8	-8,2																									
-8,2	-8,4																									
-8,4	-8,6																									
-8,6	-8,8																									
-8,8	-9																									
-9	-9,2																									
-9,2	-9,4																									
-9,4	-9,6																									
-9,6	-9,8																									
-9,8	-10																									

Tabella penetrometrica nella quale i parametri geotecnici X_k fanno riferimento a superfici di rottura piccole senza compensazione spaziale o strutturale (CASO C) validi per pali, piccoli plinti, rottura locale.

CPT13	L1 lettura di campagna durante l'infissione della sola punta	L2 lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto				
	qc resistenza specifica alla punta	fs resistenza specifica al manicotto	qc/fs indice di frizione o rapporto di Begemann			
	γ_{nat} peso di volume naturale	γ_{sat} peso di volume saturo	Cu coesione non drenata	ϕ angolo di attrito interno	Dr densità relativa	M modulo edometrico
	X_n parametro geotecnico nominale	X_k parametro geotecnico caratteristico	X_d parametro geotecnico di progetto			



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 1 RINOMINATA COME CPT1

Dati penetrometrici originali: geol. Massimo Mantovani

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1a fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Data: 25/02/1999

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,514413N Long 11,321318E

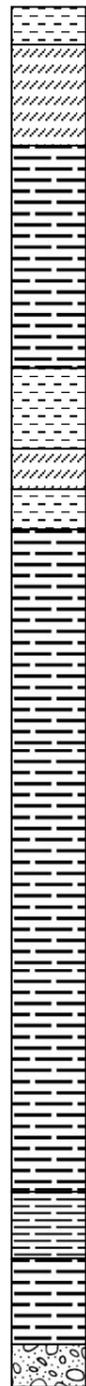
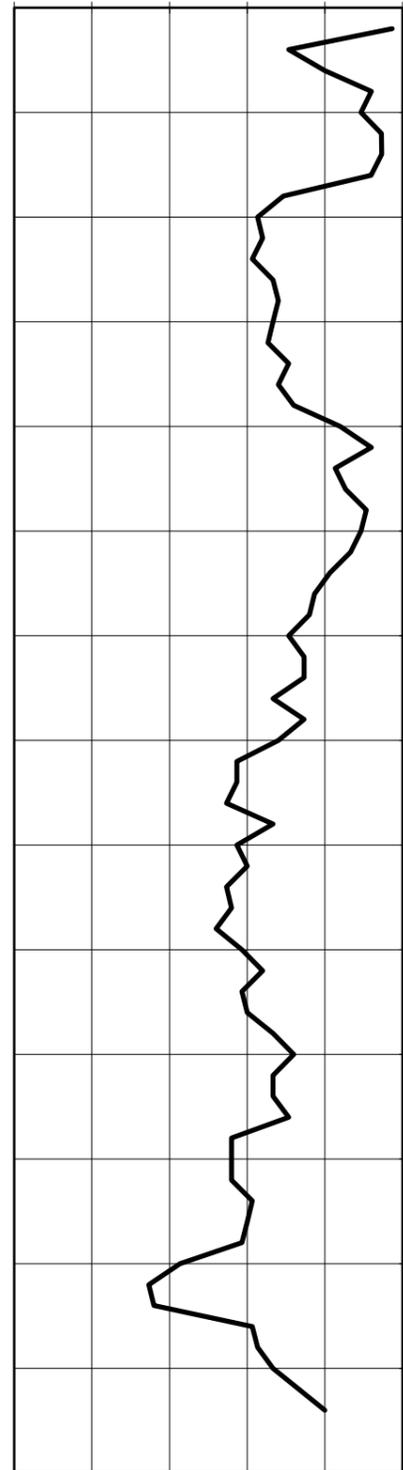
Quota p.c. CPT: -

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

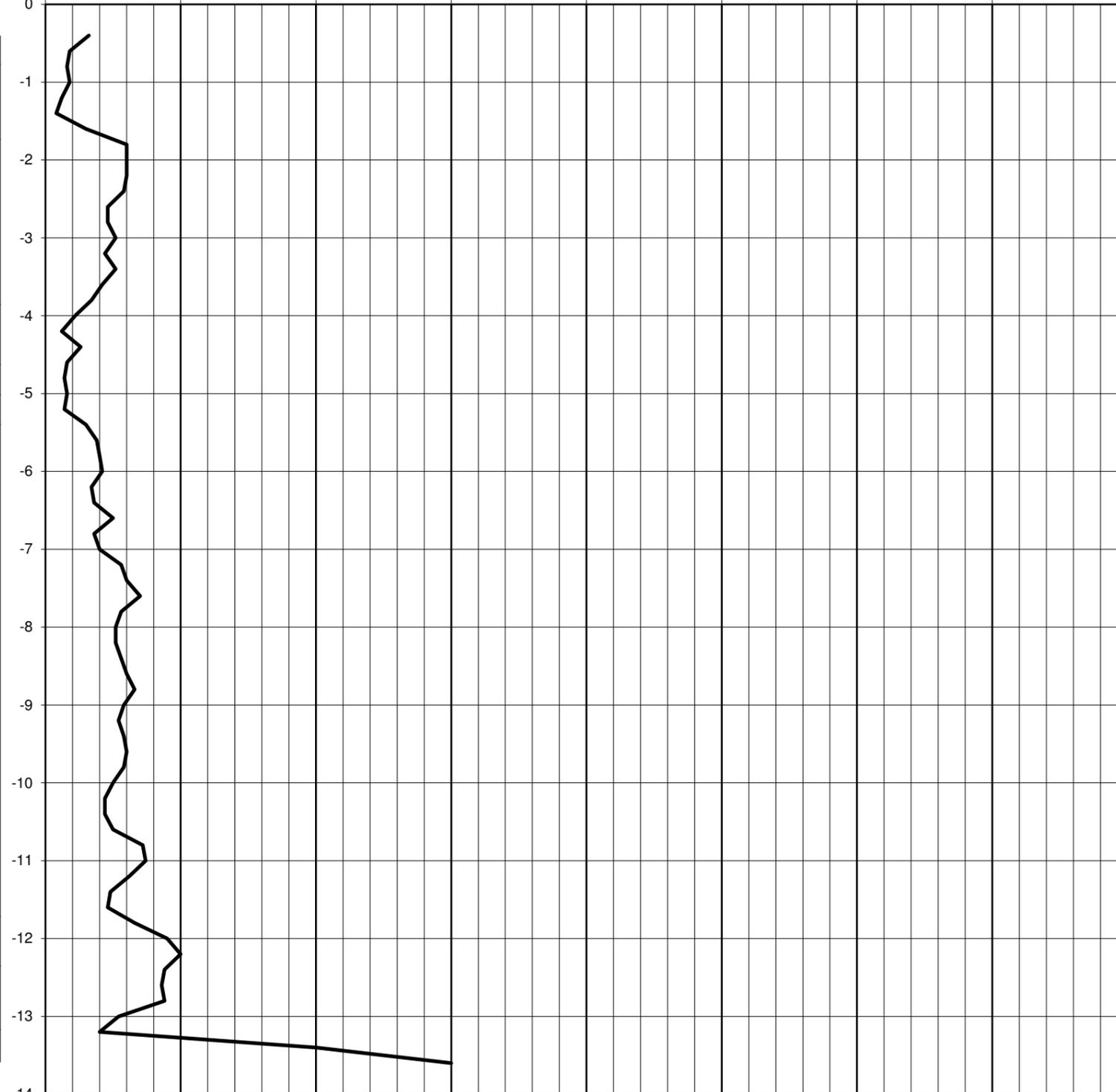
Resistenza laterale f_s kg/cm²

5 4 3 2 1 0



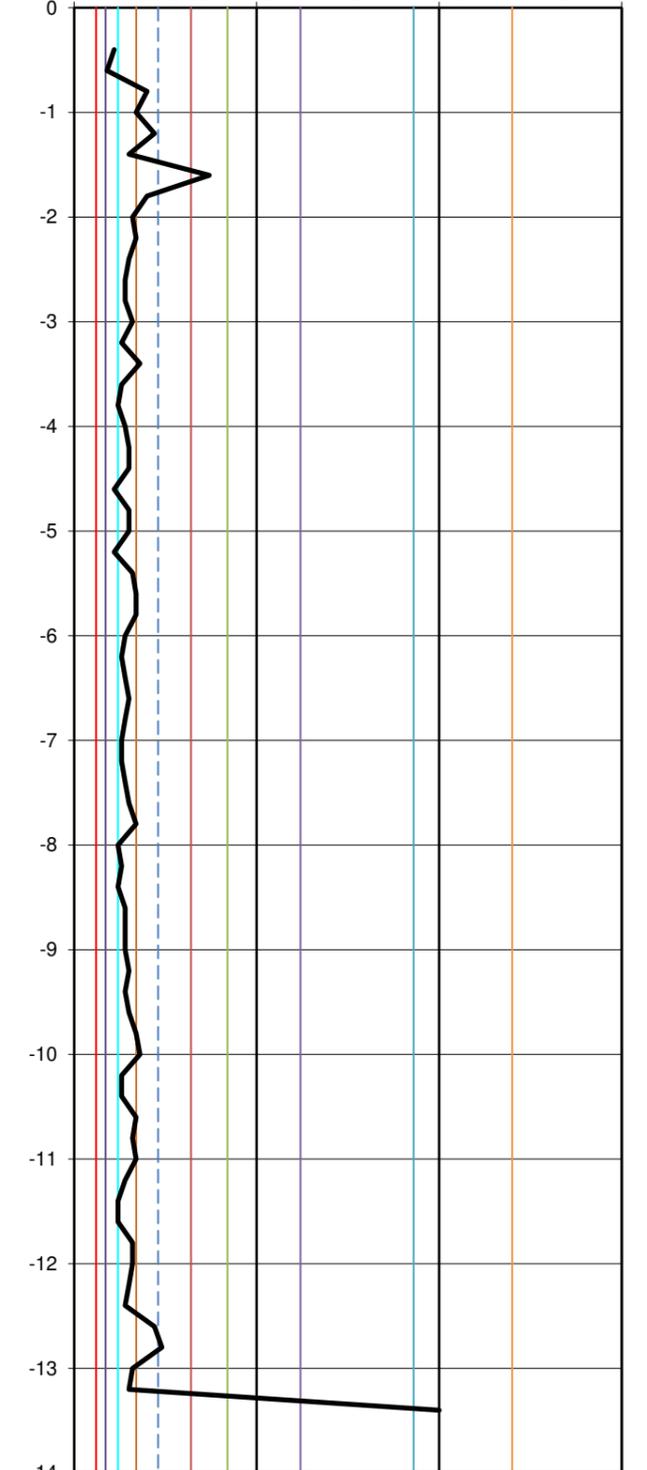
Resistenza di punta q_c kg/cm²

0 50 100 150 200 250 300 350 400



Rapporto di Begemann q_c/f_s

0 50 100 150





PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 2 RINOMINATA COME CPT2

Dati penetrometrici originali: geol. Massimo Mantovani

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1a fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Data: 25/02/1999

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513429N Long 11,320416E

Quota p.c. CPT: -

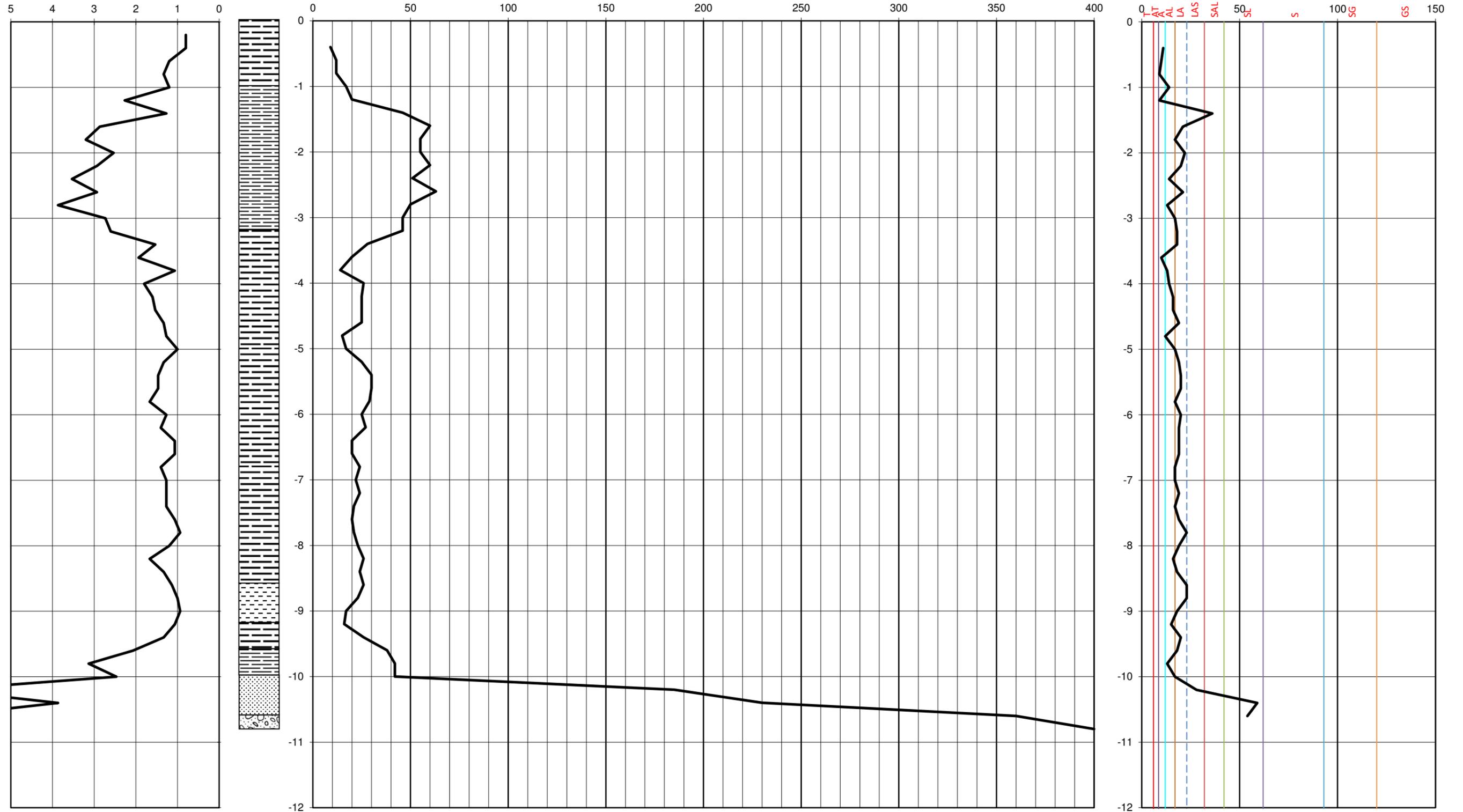
Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Resistenza laterale f_s kg/cm²

Resistenza di punta q_c kg/cm²

Rapporto di Begemann q_c/f_s





PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA CPT 3 RINOMINATA COME CPT3

Dati penetrometrici originali: geol. Massimo Mantovani

Committente: GEOTER S.r.l.

Cantiere: insediamento Facoltà di Ingegneria al Lazzaretto Bologna - 1a fase - Comparto Est di via Terracini - Dipartimenti DICASM, DICMA, CIEG e Pres. della Facoltà, aule e servizi generali

Data: 25/02/1999

Località: via del Lazzaretto Bologna

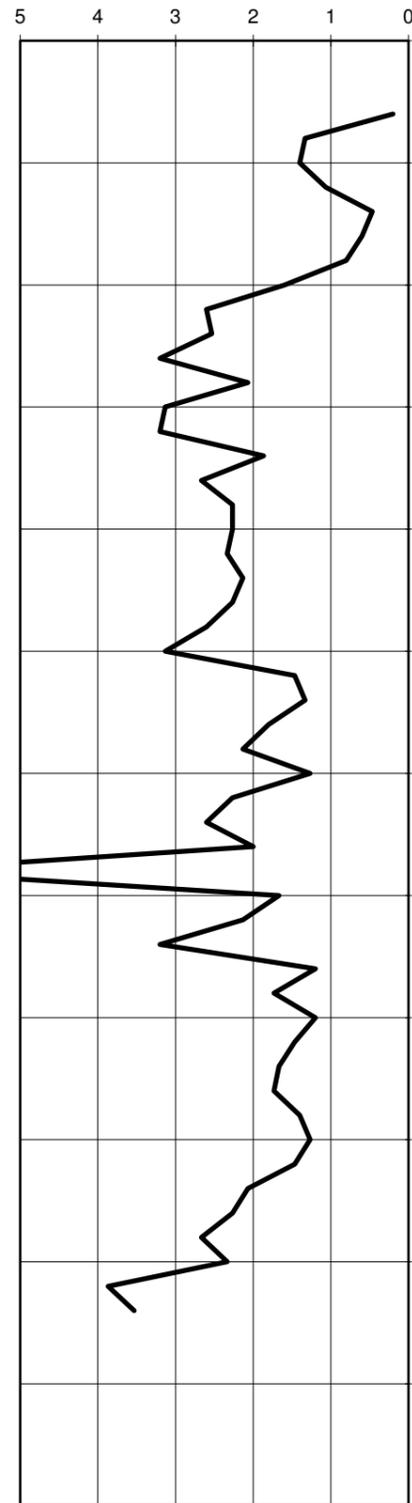
Coordinate WGS84: Lat 44,514368N Long 11,319805E

Quota p.c. CPT: -

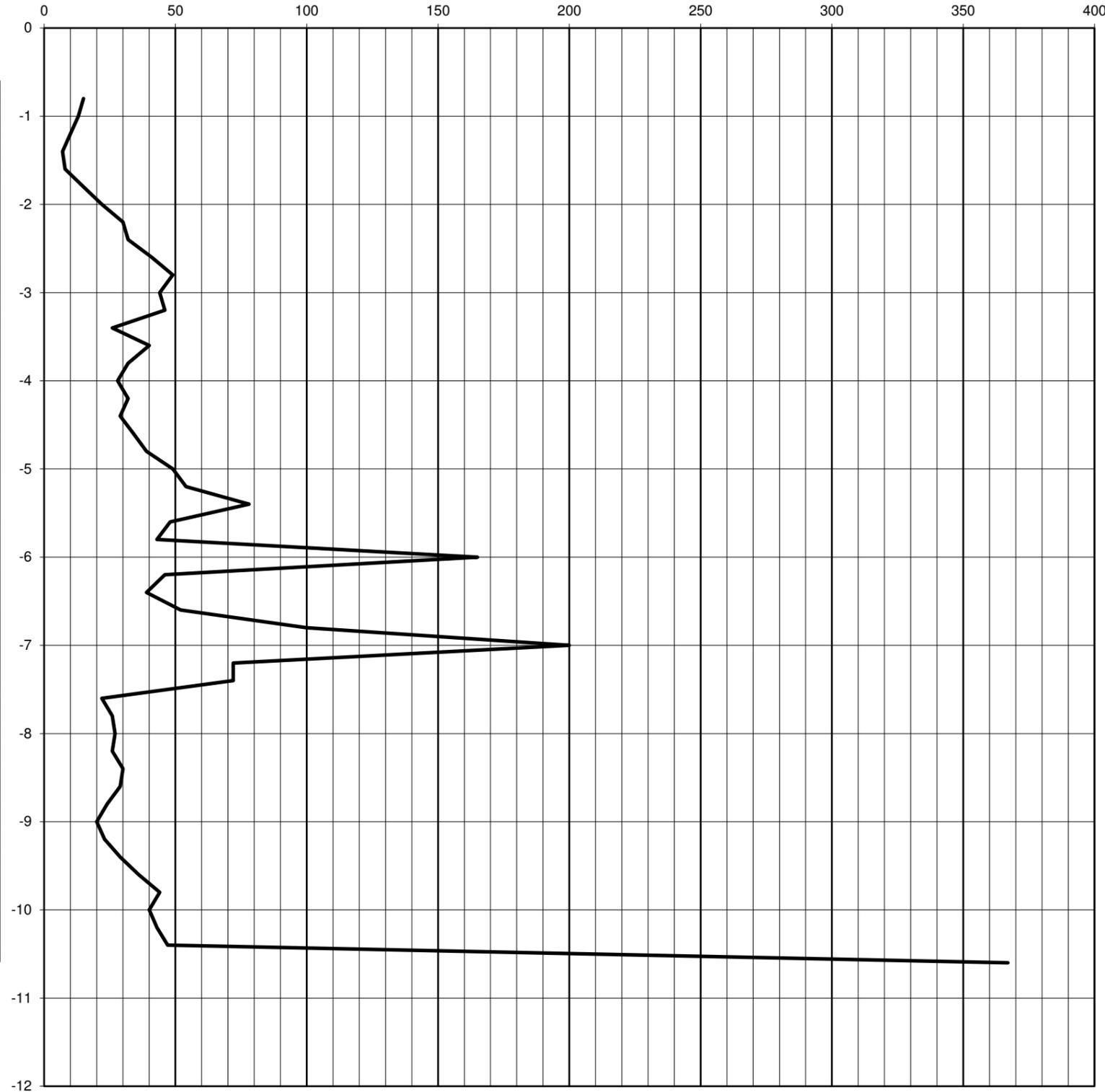
Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

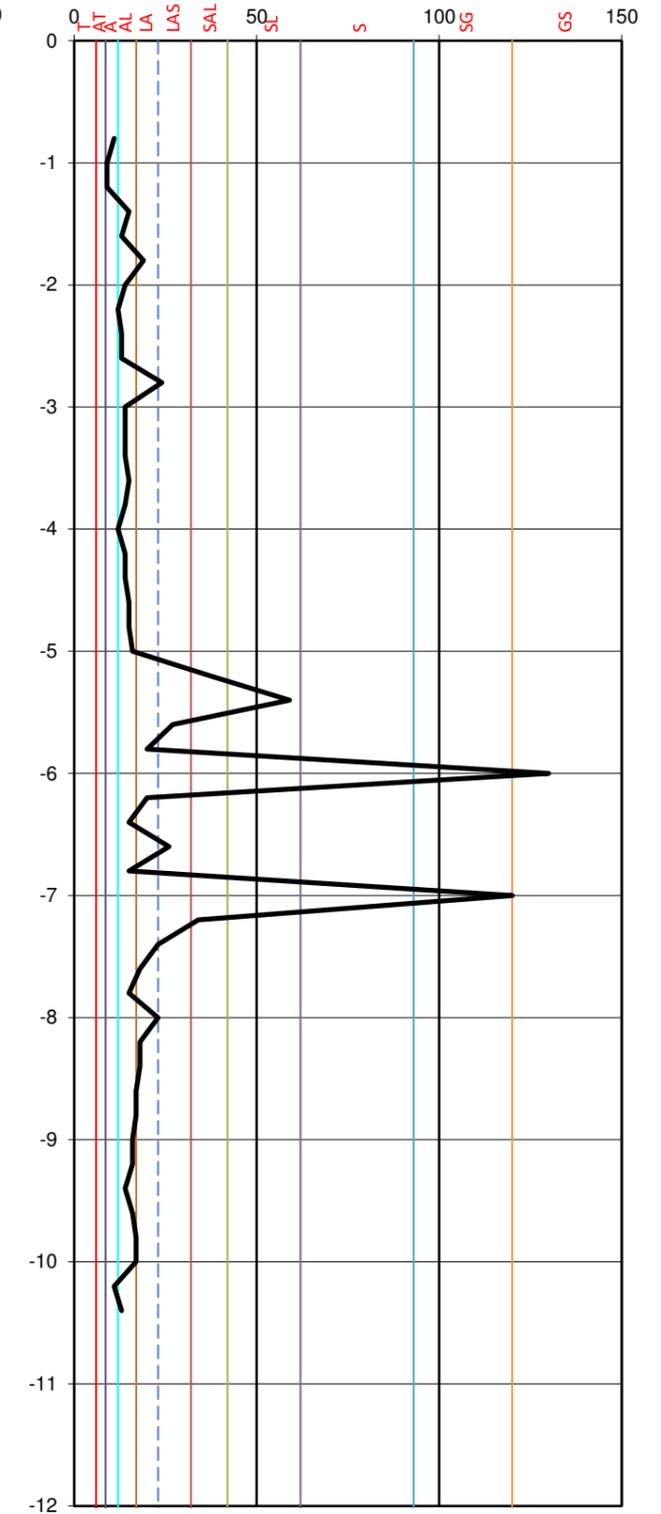
Resistenza laterale f_s kg/cm²



Resistenza di punta q_c kg/cm²



Rapporto di Begemann q_c/f_s





PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 001 RINOMINATA COME CPT4

Dati penetrometrici originali: GEIMCO SPA

Committente: EDILCOOP S.C.R.L.

Cantiere: nuovi laboratori ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513270N Long 11,320050E

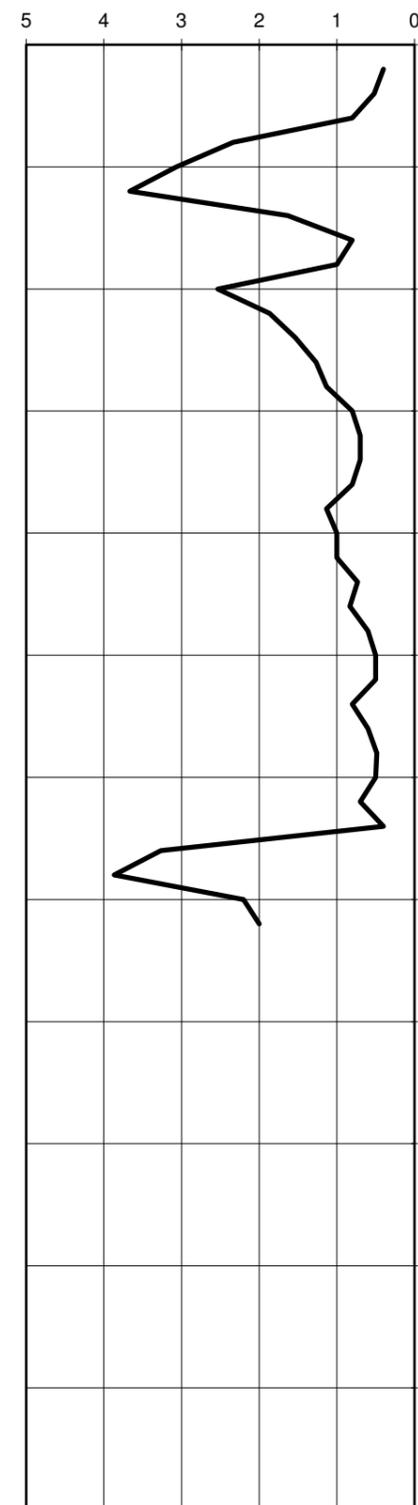
Data: 18/09/1991

Quota p.c. CPT: -

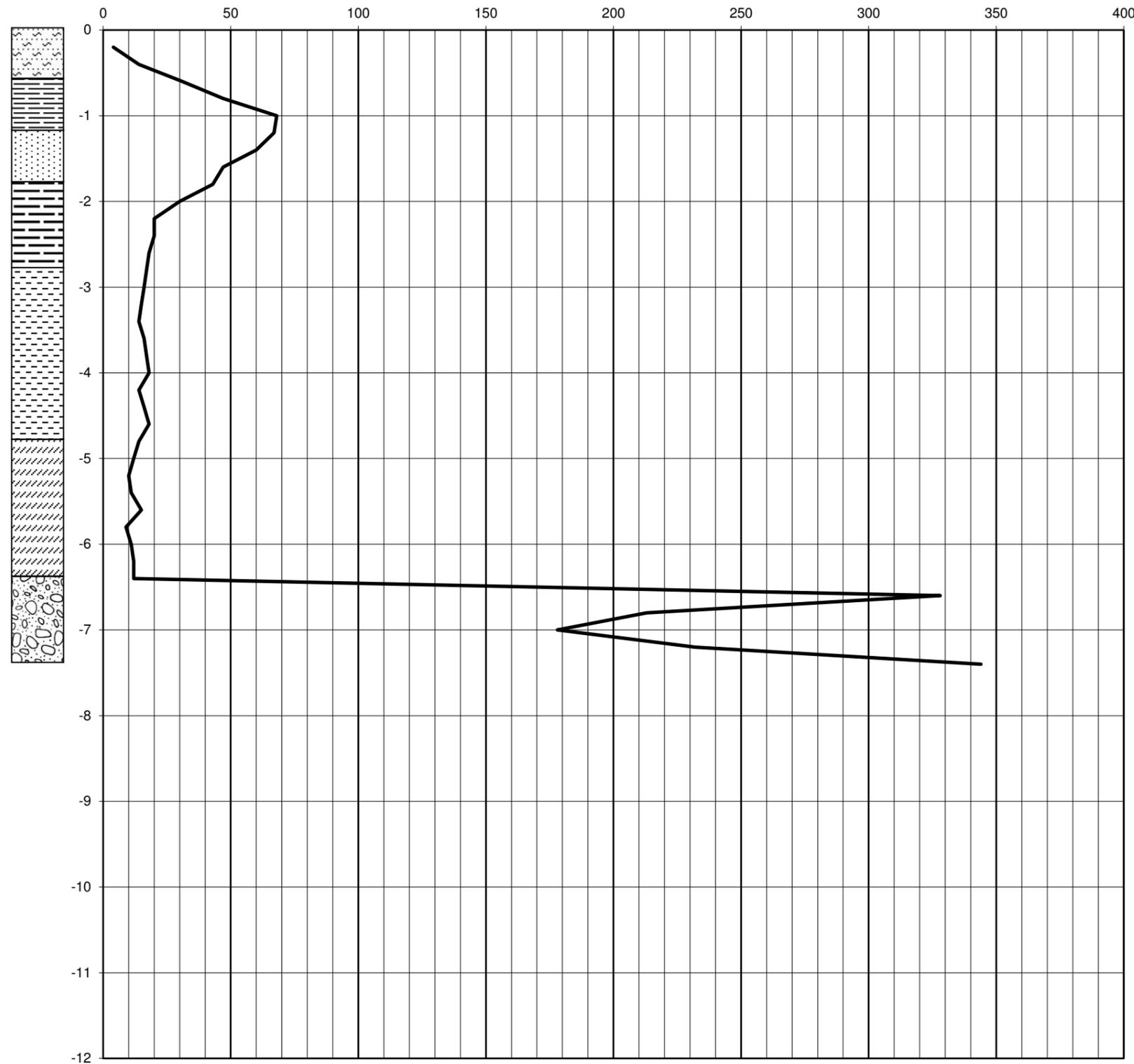
Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: non rilevato

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

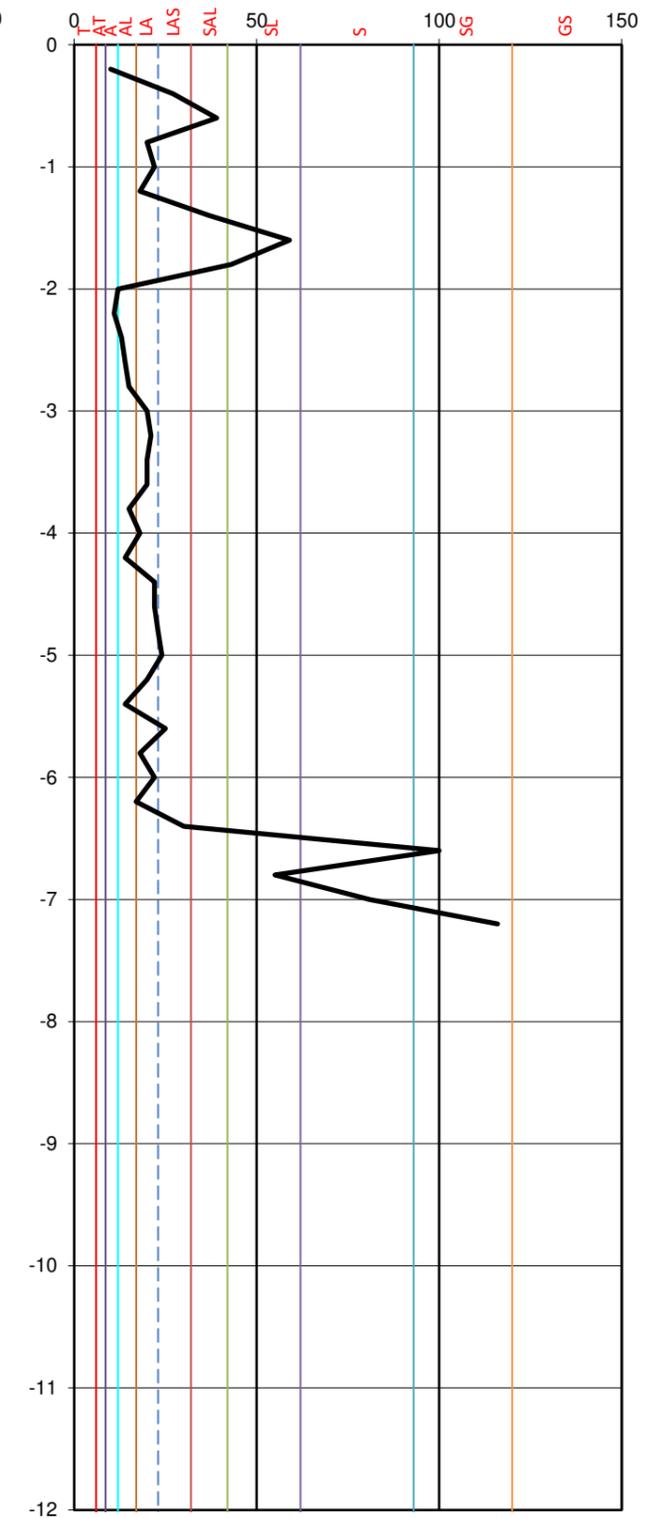
Resistenza laterale f_s kg/cm²



Resistenza di punta q_c kg/cm²



Rapporto di Begemann q_c/f_s





PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 002 RINOMINATA COME CPT5

Dati penetrometrici originali: GEIMCO SPA

Committente: EDILCOOP S.C.R.L.

Cantiere: nuovi laboratori ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513734N Long 11,319168E

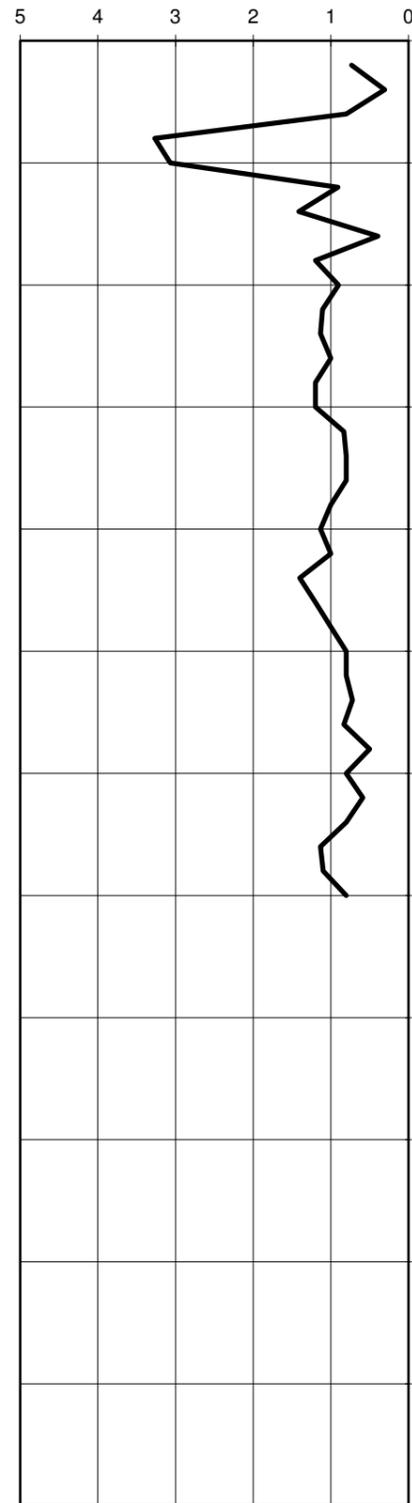
Data: 18/09/1991

Quota p.c. CPT: -

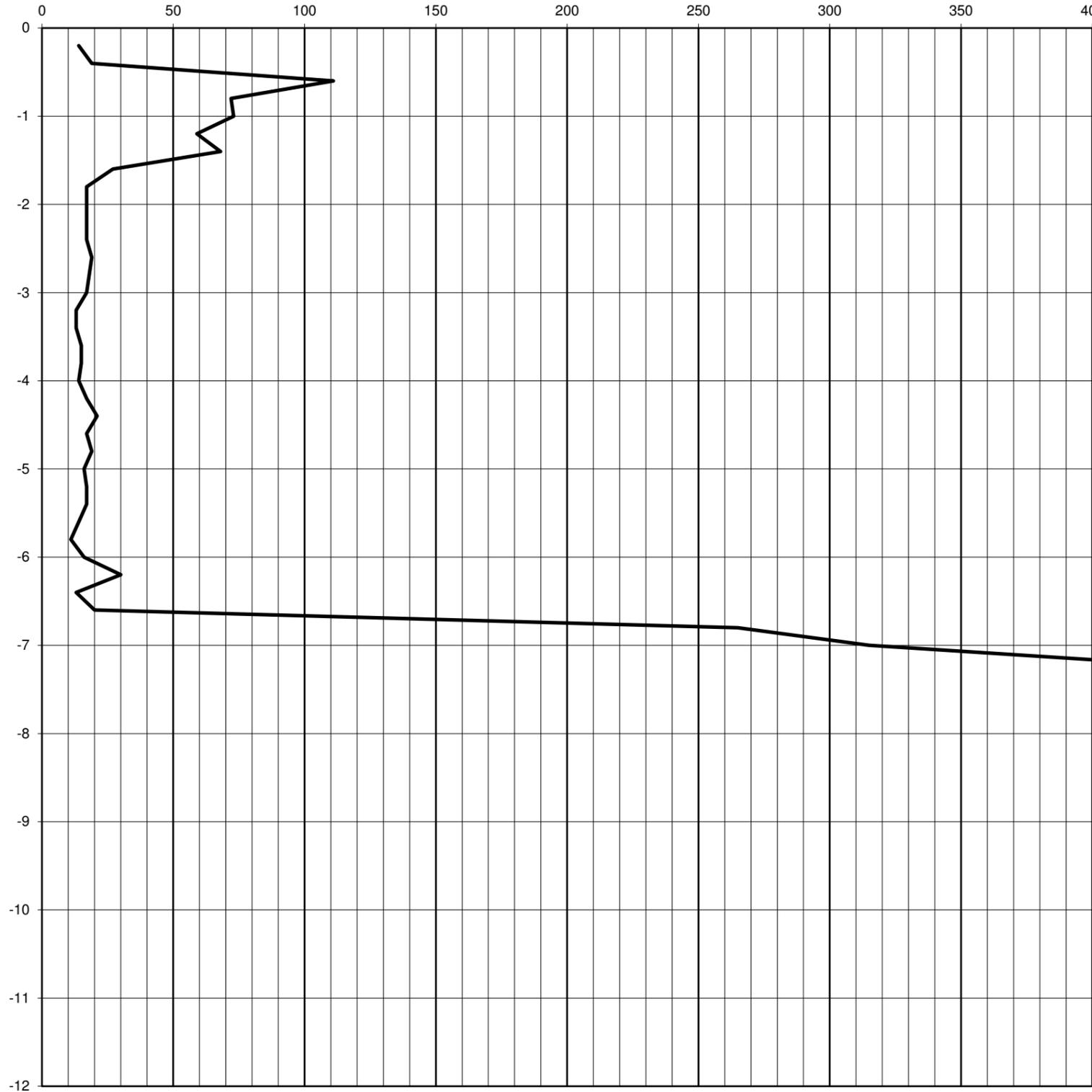
Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: non rilevato

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

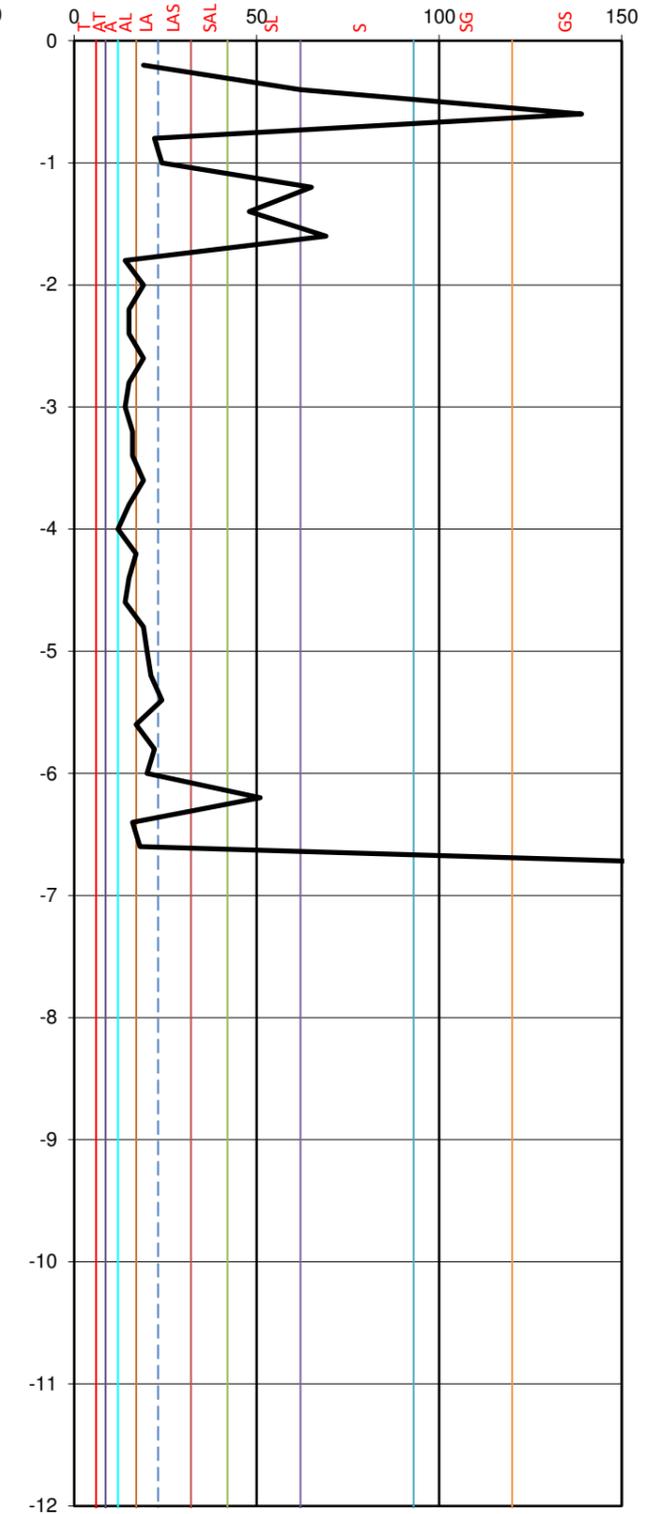
Resistenza laterale f_s kg/cm²



Resistenza di punta q_c kg/cm²



Rapporto di Begemann q_c/f_s





PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 003 RINOMINATA COME CPT6

Dati penetrometrici originali: GEIMCO SPA

Committente: EDILCOOP S.C.R.L.

Cantiere: nuovi laboratori ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Località: via del Lazzaretto Bologna

Coordinate WGS84: Lat 44,513442N Long 11,318985E

Data: 18/09/1991

Quota p.c. CPT: -

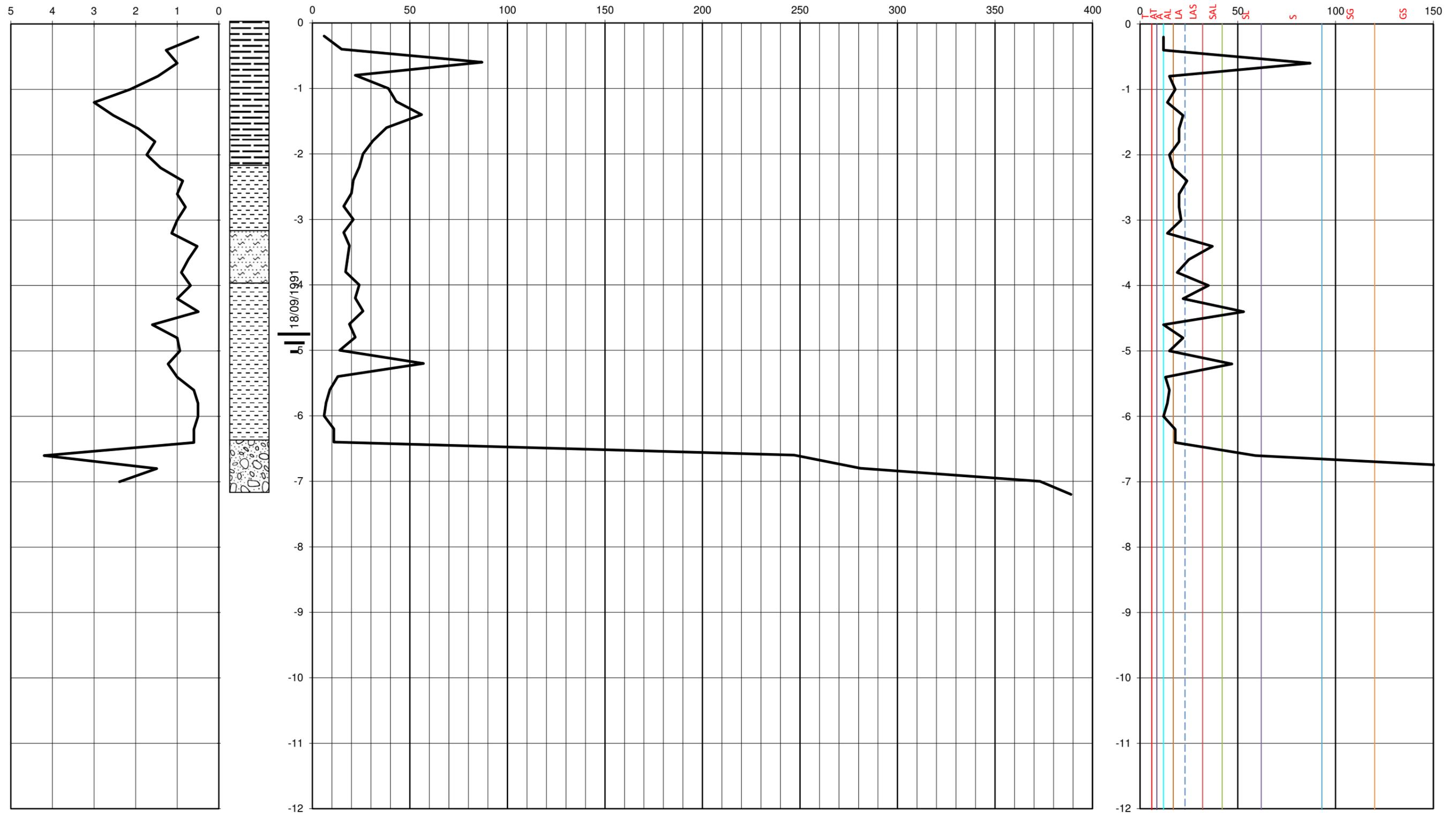
Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -4,8m

Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

Resistenza laterale fs kg/cm²

Resistenza di punta qc kg/cm²

Rapporto di Begemann qc/fs



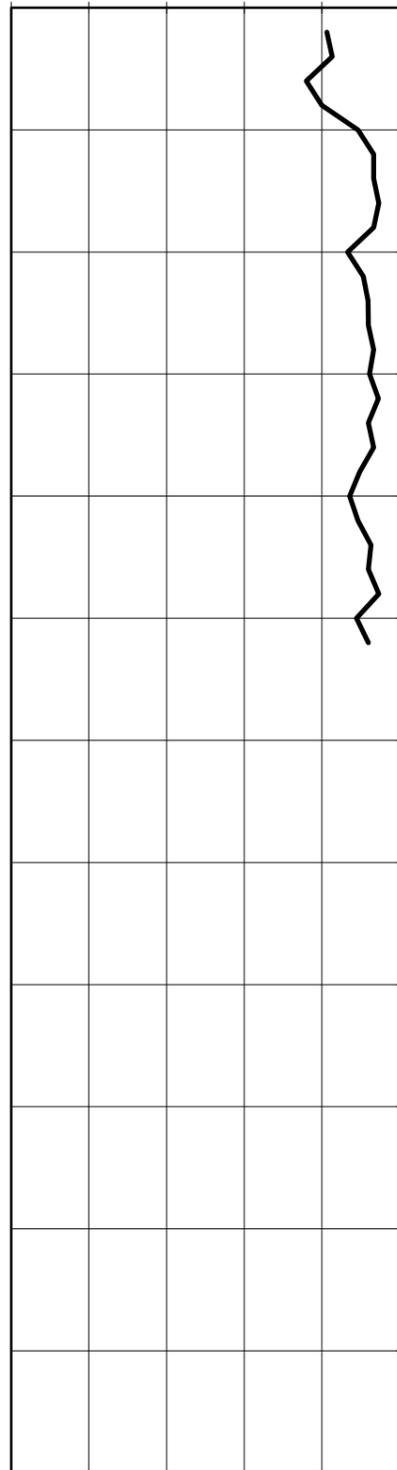


PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 1 RINOMINATA COME CPT7

Dati penetrometrici originali: UNIVESITA' DI BOLOGNA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI - ING. PIER VINCENZO RIGHI
Committente: impresa di costruzioni ADANTI - SOLAZZI e C. Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
Località: via del Lazzaretto Bologna Coordinate WGS84: Lat 44,512997N Long 11,319462E Data: 25/02/1985
Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: - Quota p.c. CPT: -

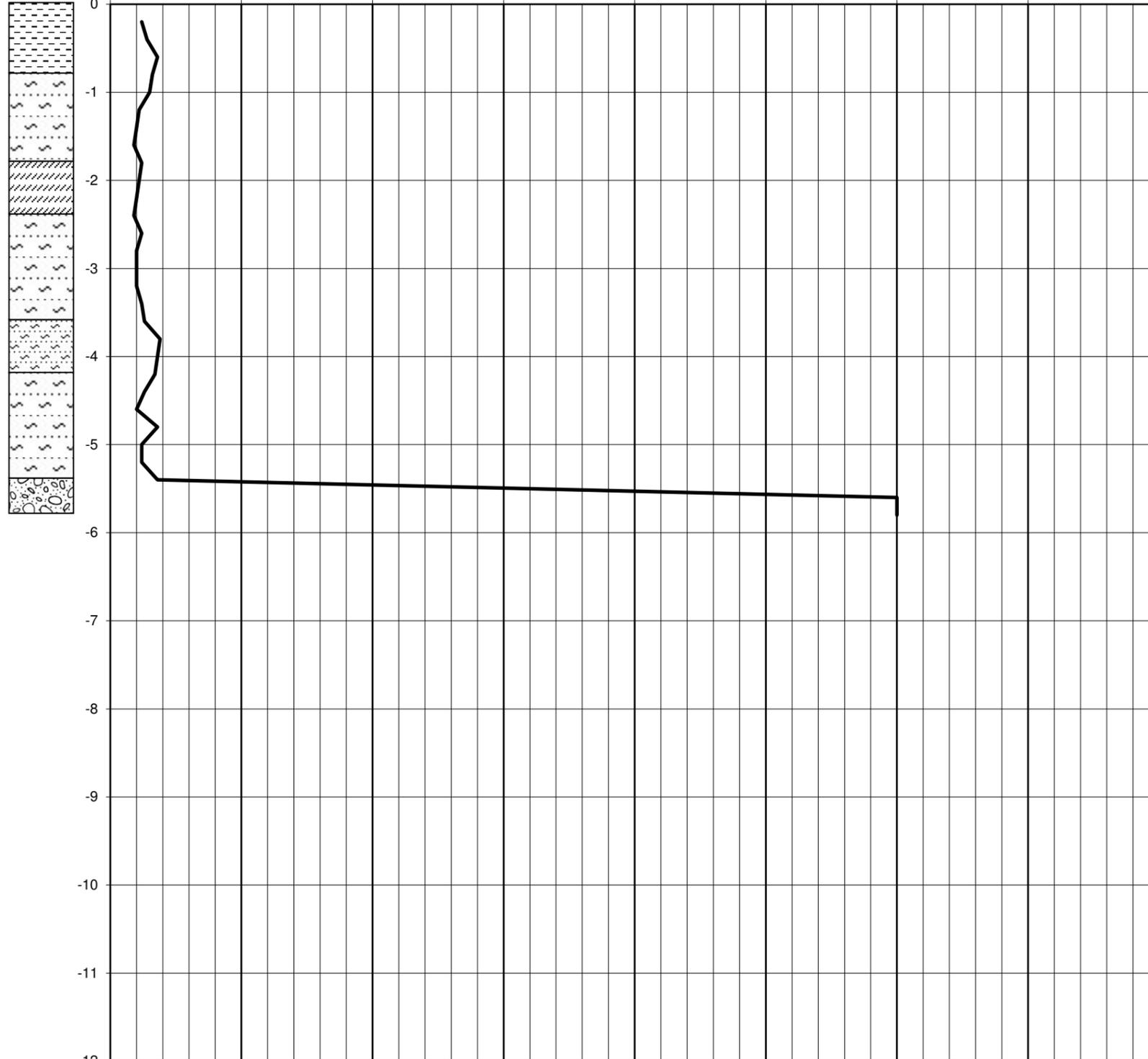
Resistenza laterale f_s kg/cm²

5 4 3 2 1 0



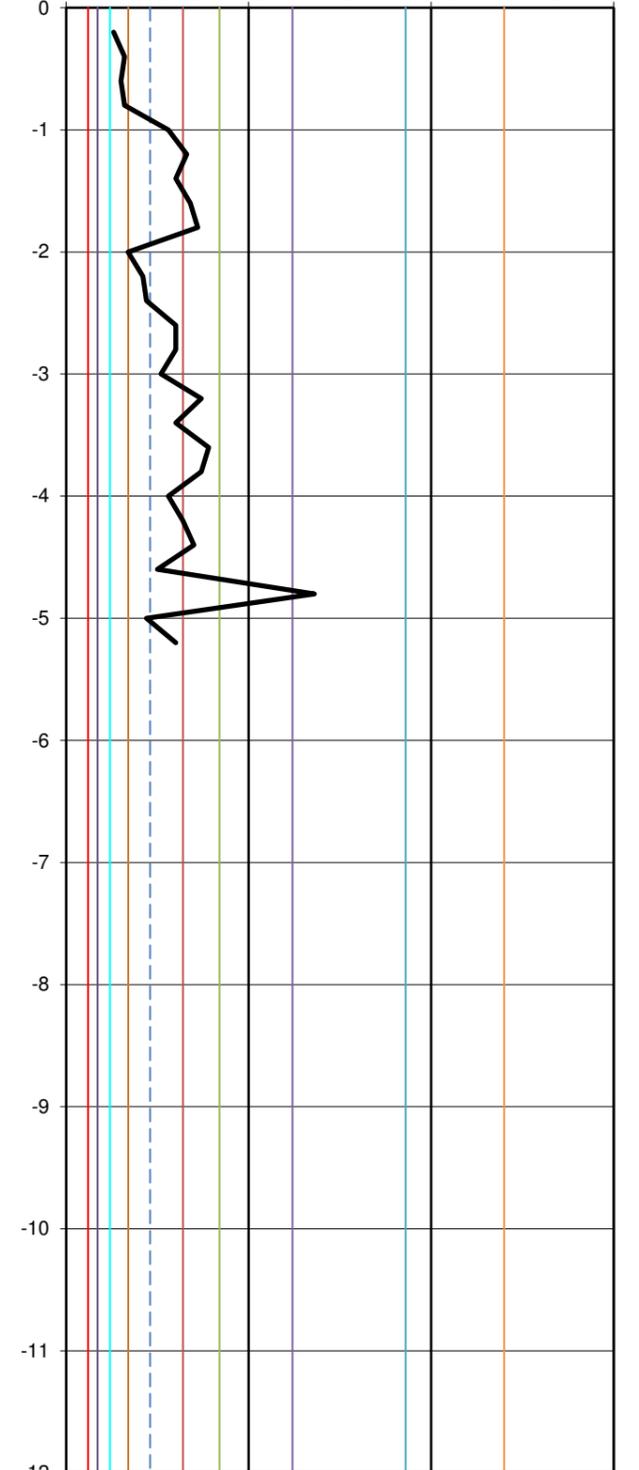
Resistenza di punta q_c kg/cm²

0 50 100 150 200 250 300 350 400



Rapporto di Begemann q_c/f_s

0 50 100 150

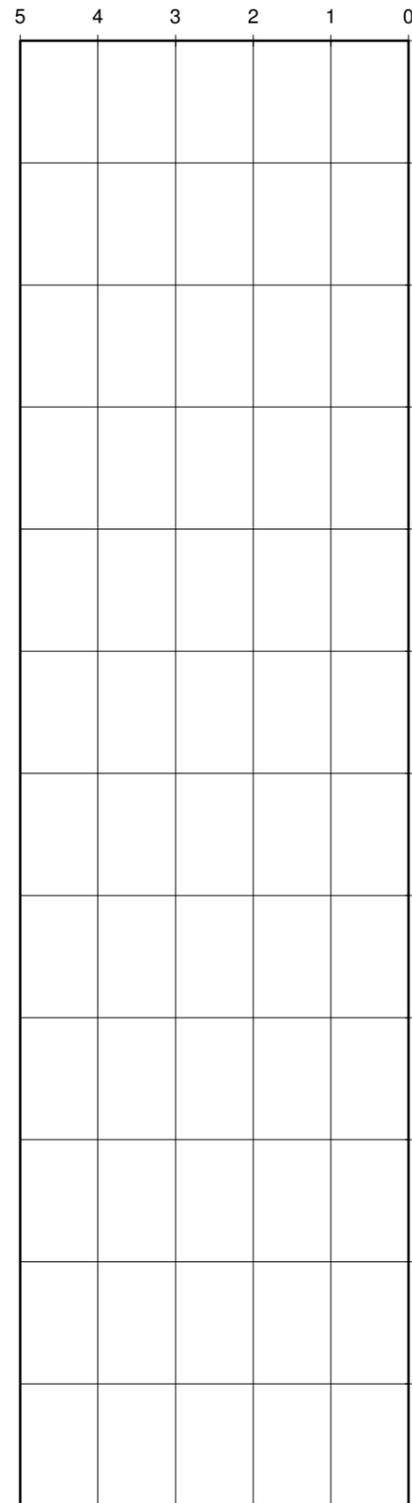




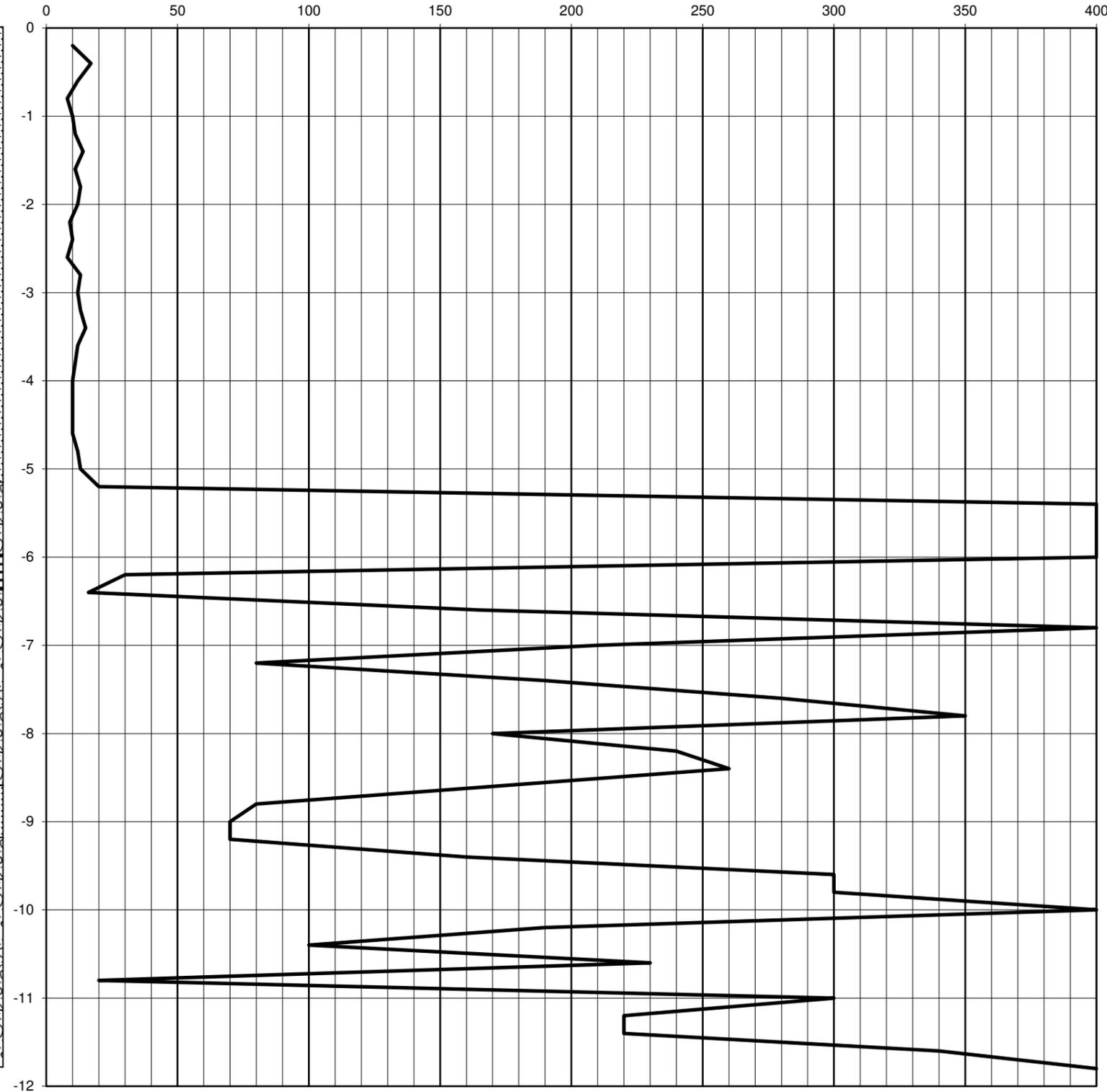
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 2 RINOMINATA COME CPT8

Dati penetrometrici originali: UNIVESITA' DI BOLOGNA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI - ING. PIER VINCENZO RIGHI
 Committente: impresa di costruzioni ADANTI - SOLAZZI e C. Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
 Località: via del Lazzaretto Bologna Coordinate WGS84: Lat 44,513076N Long 11,313076E Data: 25/02/1985
 Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: - Quota p.c. CPT: -

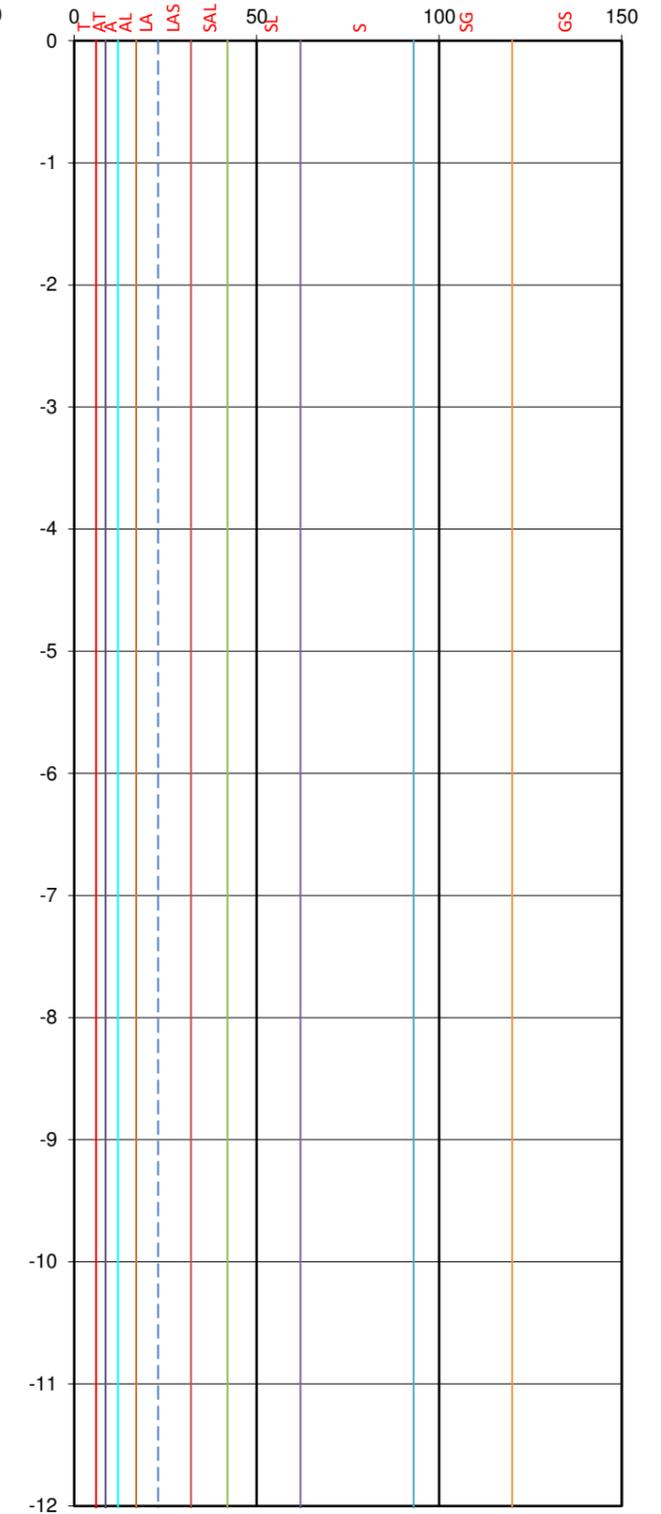
Resistenza laterale fs kg/cm²



Resistenza di punta qc kg/cm²



Rapporto di Begemann qc/fs





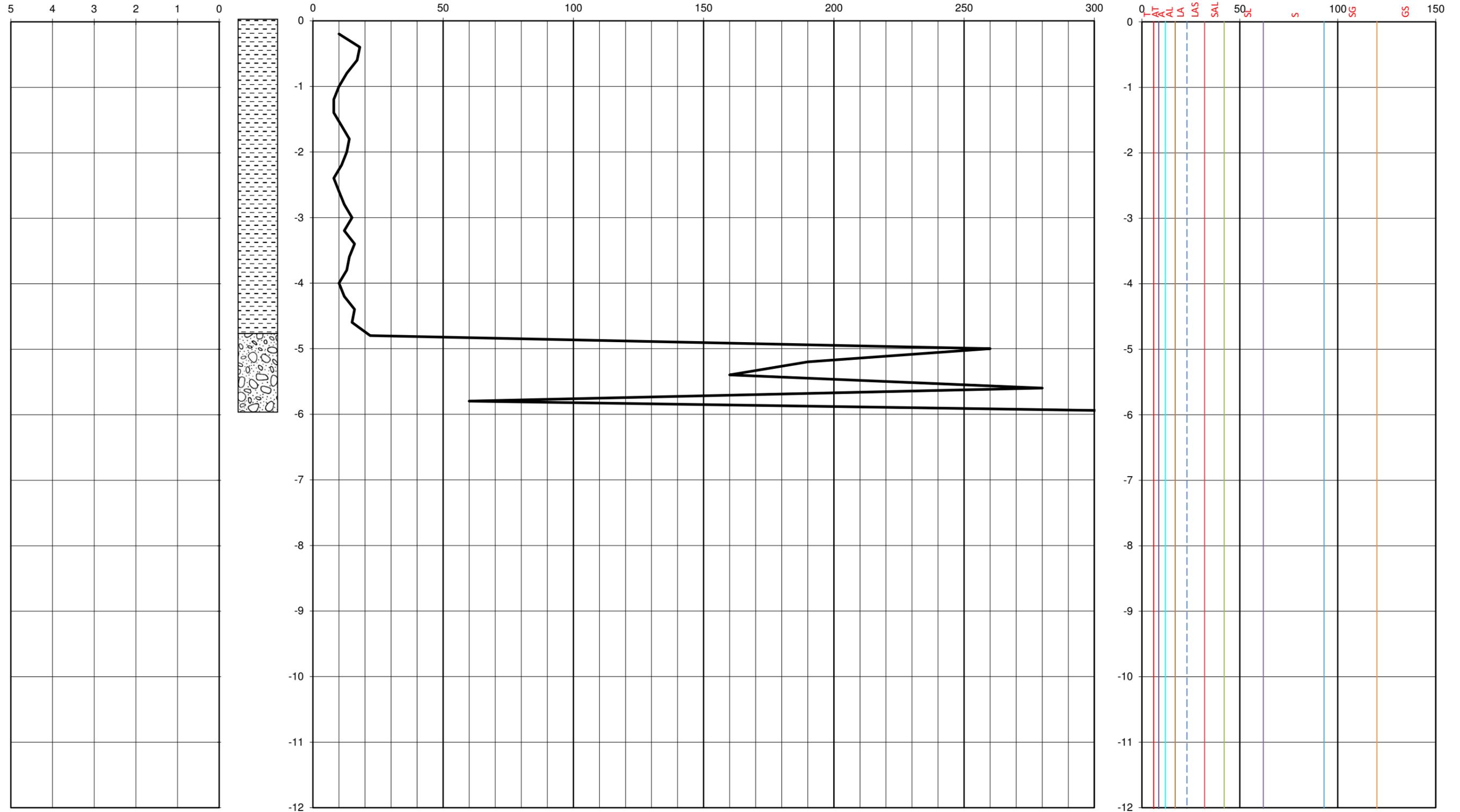
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 3 RINOMINATA COME CPT9

Dati penetrometrici originali: UNIVESITA' DI BOLOGNA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI - ING. PIER VINCENZO RIGHI
 Committente: impresa di costruzioni ADANTI -SOLAZZI e C. Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
 Località: via del Lazzaretto Bologna Coordinate WGS84: Lat 44,513256N Long 11,319324E Data: 25/02/1985
 Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: - Quota p.c. CPT: -

Resistenza laterale f_s kg/cm²

Resistenza di punta q_c kg/cm²

Rapporto di Begemann q_c/f_s





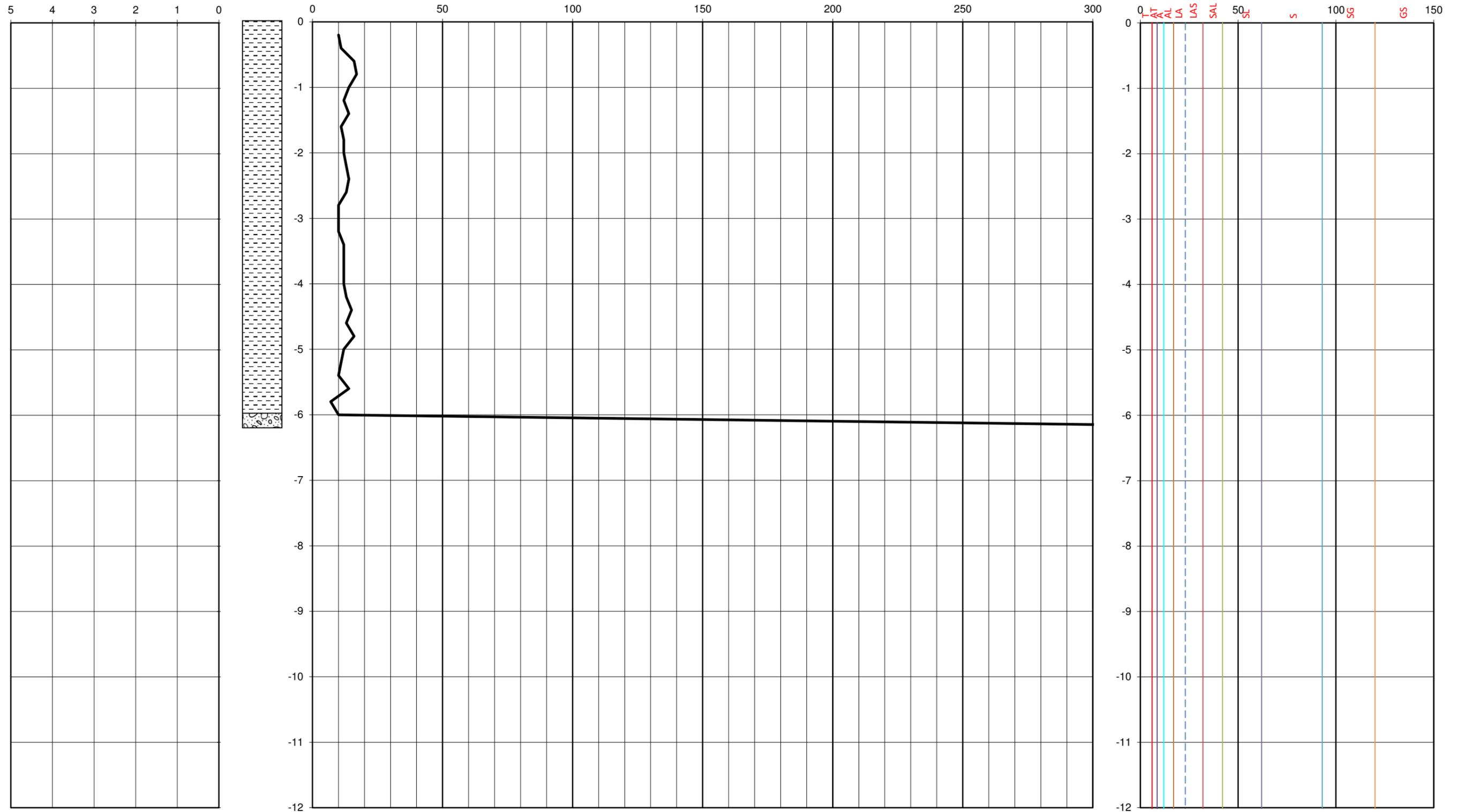
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 4 RINOMINATA COME CPT10

Dati penetrometrici originali: UNIVESITA' DI BOLOGNA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI - ING. PIER VINCENZO RIGHI
 Committente: impresa di costruzioni ADANTI -SOLAZZI e C. Cantiere: capannone ad uso laboratorio e uffici ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
 Località: via del Lazzaretto Bologna Coordinate WGS84: Lat 44,513056N Long 11,318272E Data: 25/02/1985
 Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: - Quota p.c. CPT: -

Resistenza laterale f_s kg/cm²

Resistenza di punta q_c kg/cm²

Rapporto di Begemann q_c/f_s



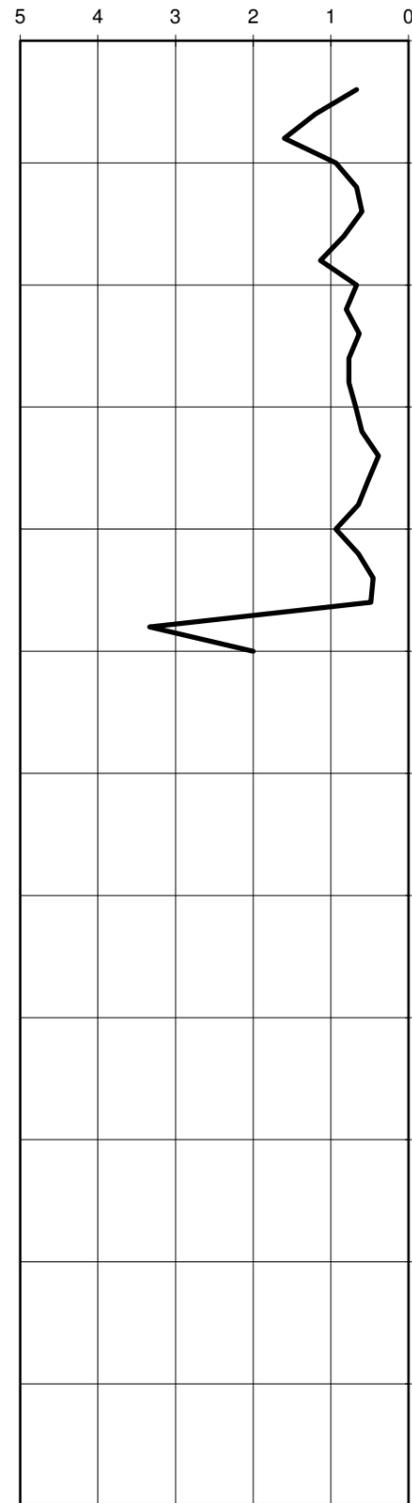


PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 1 RINOMINATA COME CPT11

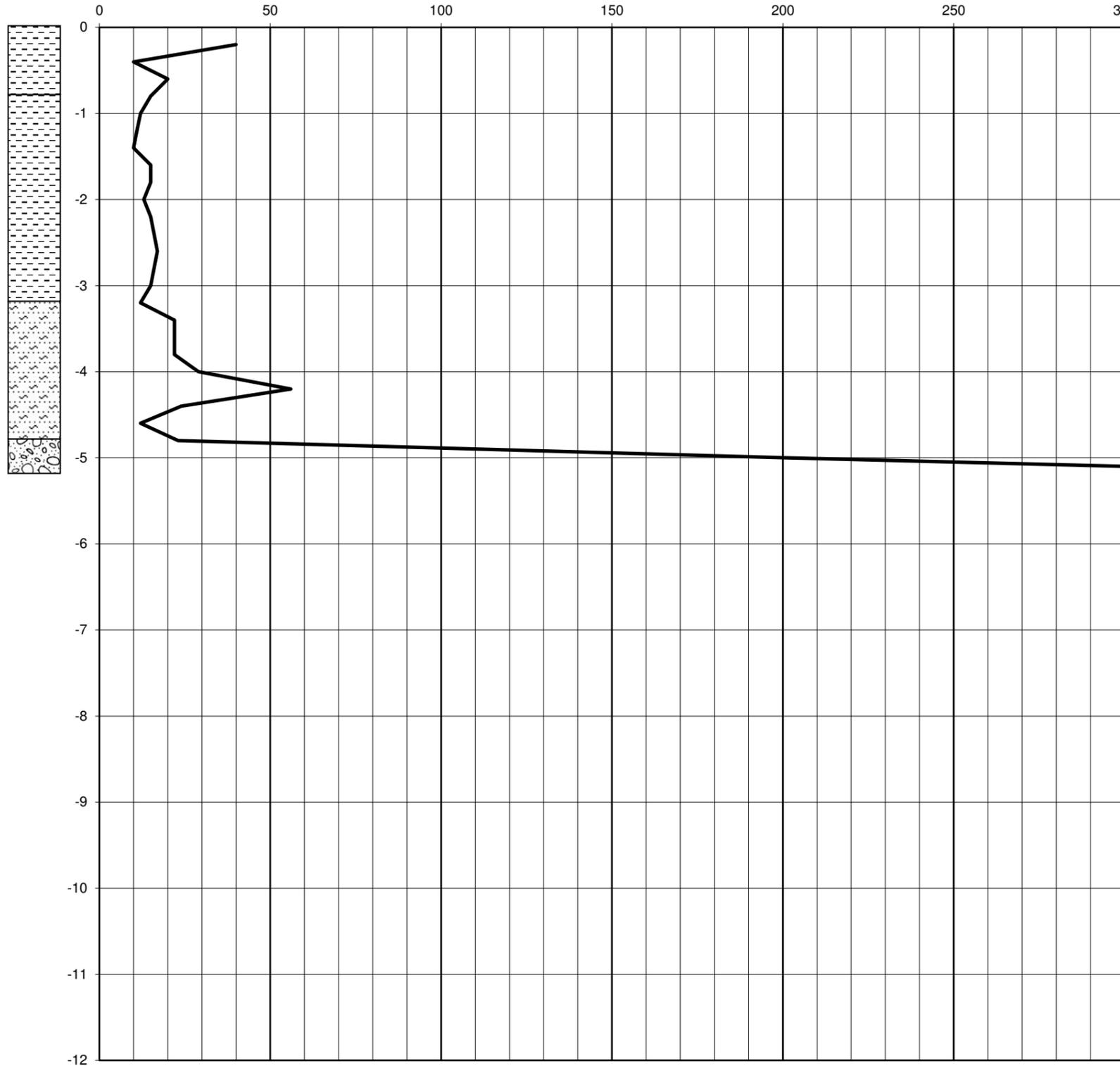
Dati penetrometrici originali: dr. geol. Angelo Anç
Località: via del Lazzaretto Bologna
Data: 04/01/1988
Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Cantiere: opificio con annessa palazzina uffici
Coordinate WGS84: Lat 44,514661N Long 11,319757E
Quota p.c. CPT: p.c.
Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

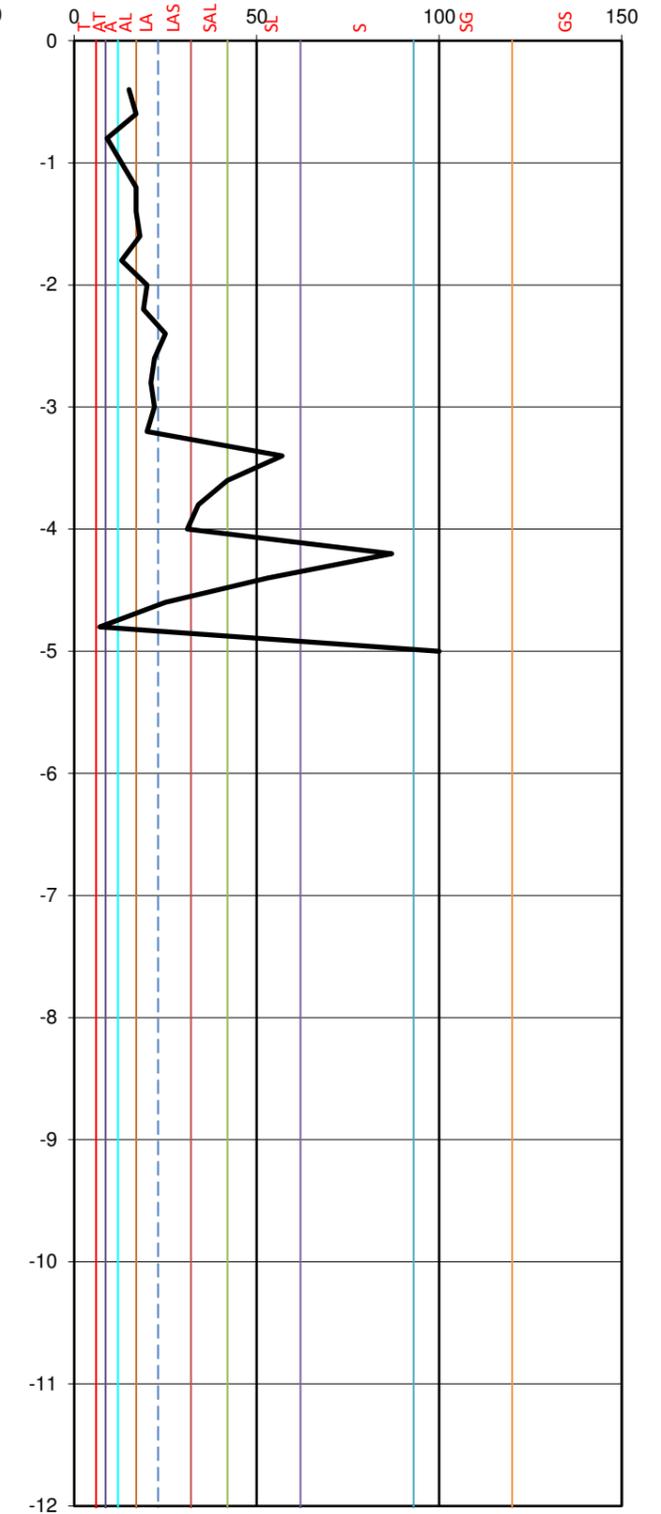
Resistenza laterale f_s kg/cm²



Resistenza di punta q_c kg/cm²



Rapporto di Begemann q_c/f_s



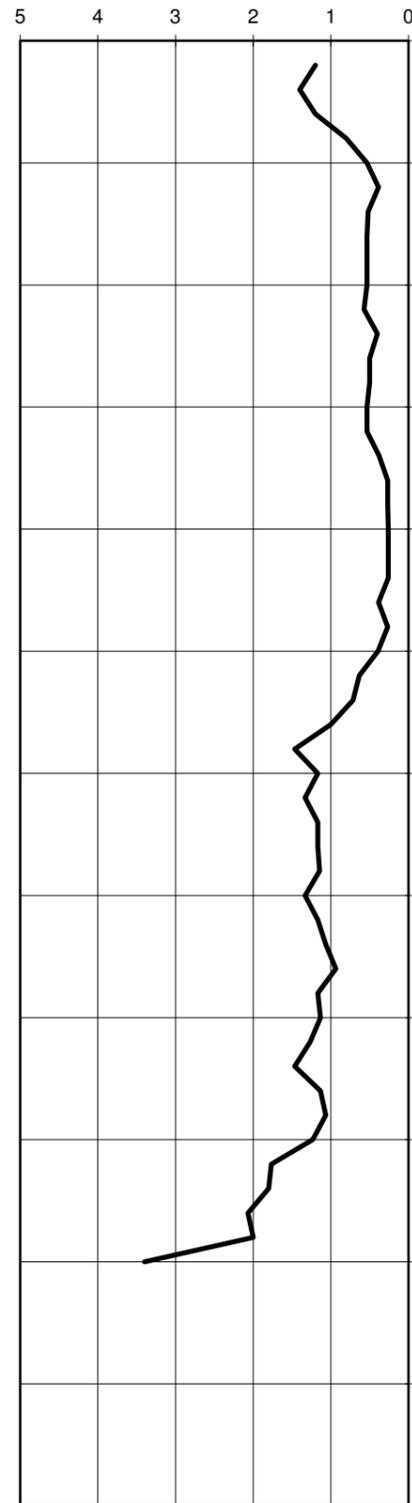


PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 2 RINOMINATA COME CPT12

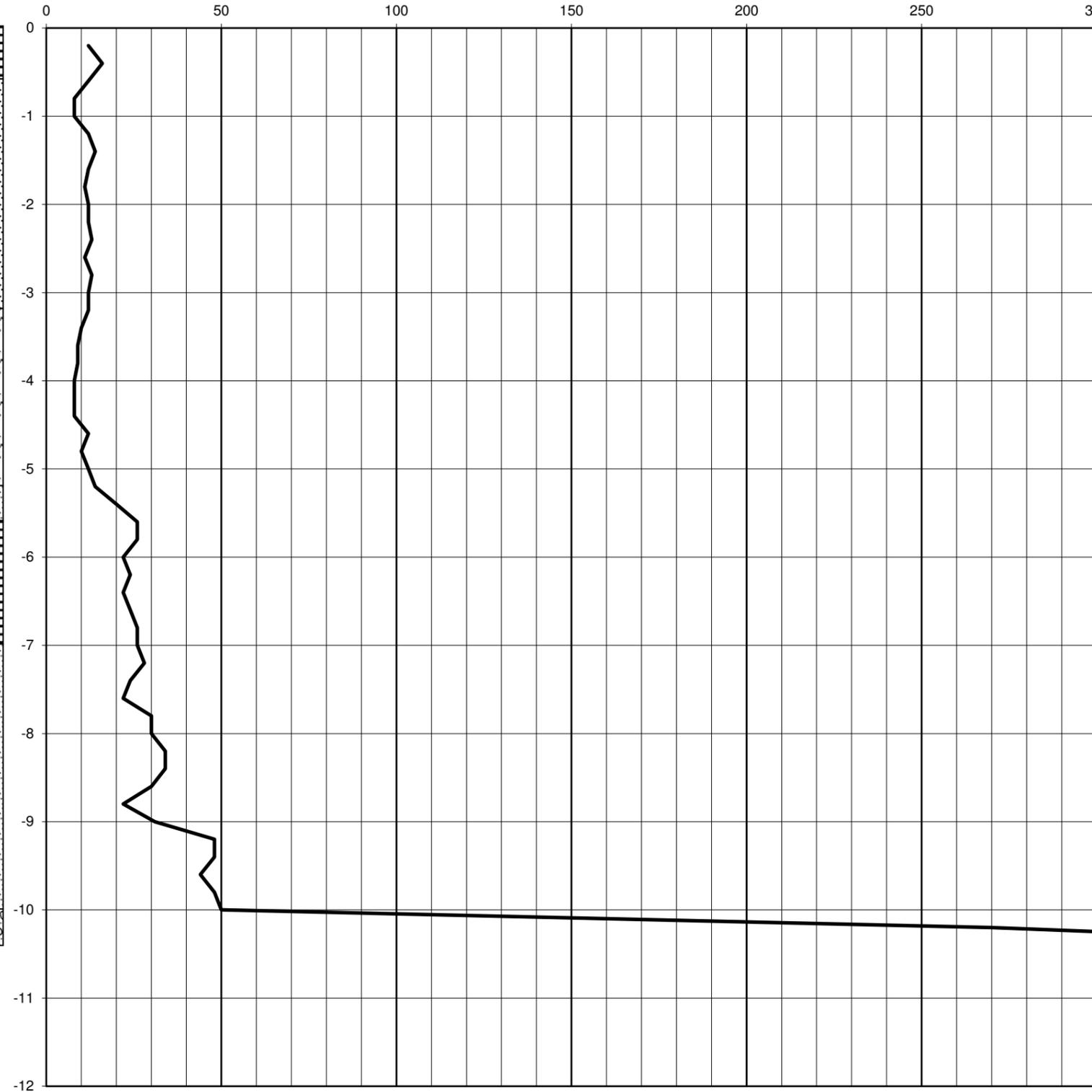
Dati penetrometrici originali: dr. geol. Angelo Anç
 Località: via del Lazzaretto Bologna
 Data: 04/01/1988
 Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

Cantiere: opificio con annessa palazzina uffici
 Coordinate WGS84: Lat 44,514389N Long 11,320379E
 Quota p.c. CPT: p. riporto
 Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

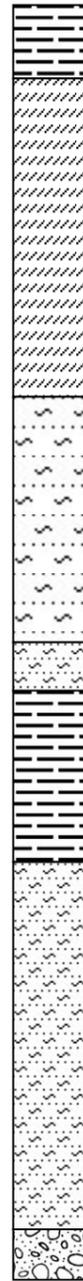
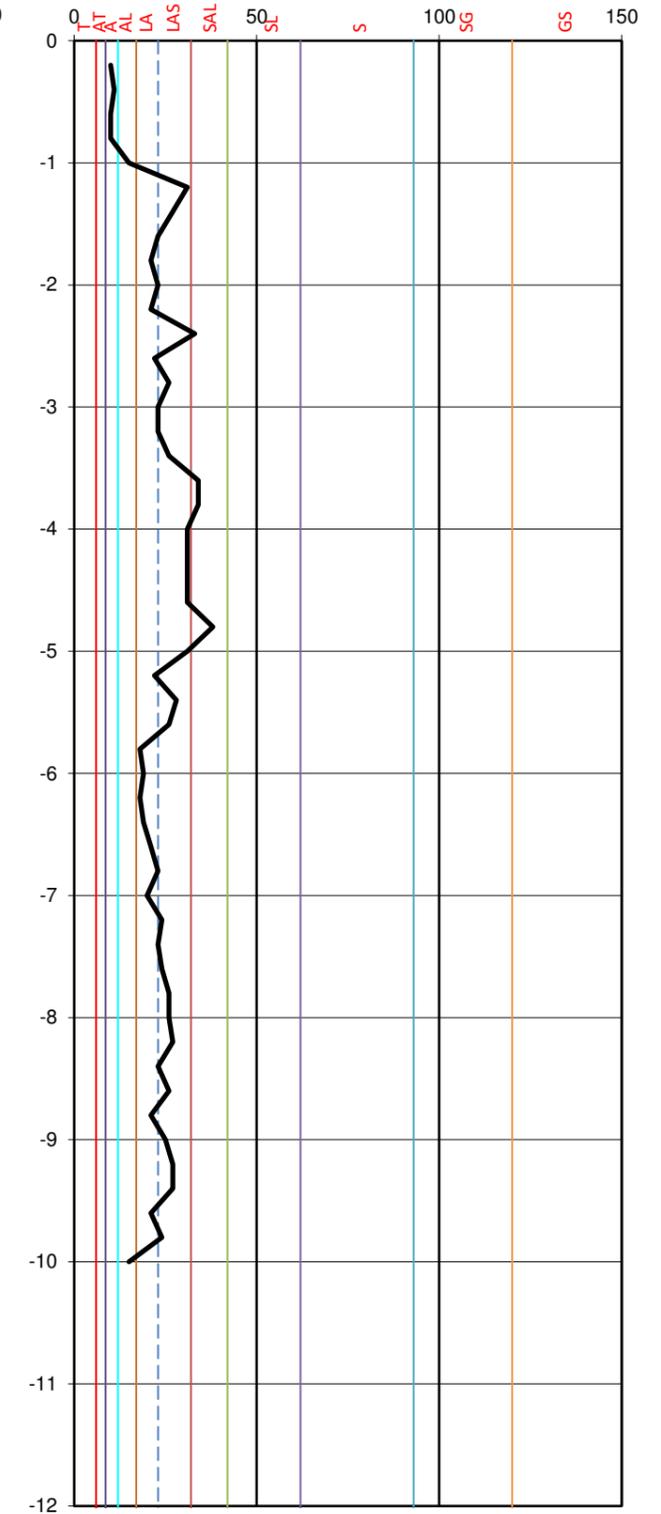
Resistenza laterale f_s kg/cm²



Resistenza di punta q_c kg/cm²



Rapporto di Begemann q_c/f_s





PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA 3 RINOMINATA COME CPT13

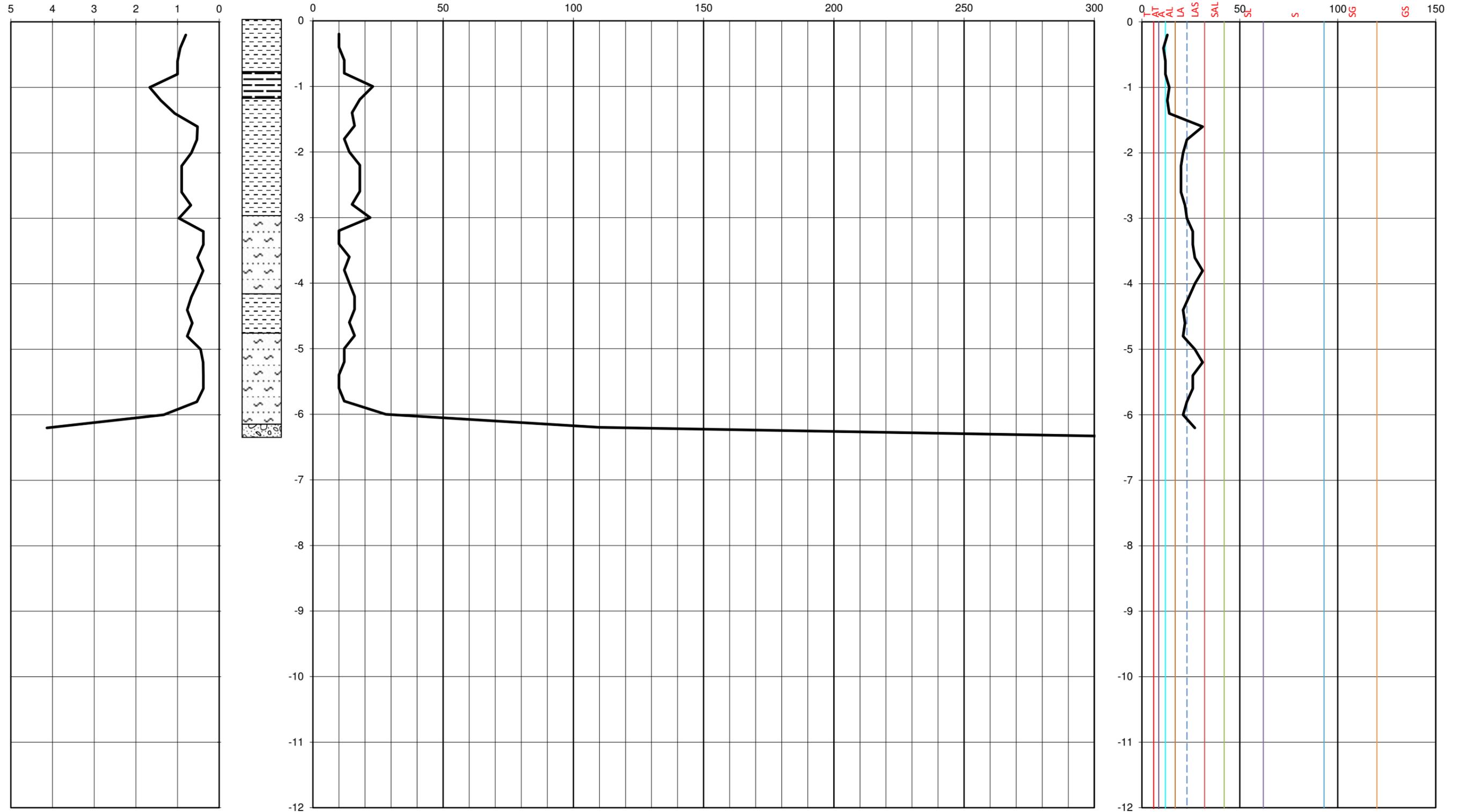
Dati penetrometrici originali: dr. geol. Angelo Anç
 Località: via del Lazzaretto Bologna
 Data: 18/09/1991
 Soggiacenza livello piezometrico da p.c. CPT: -

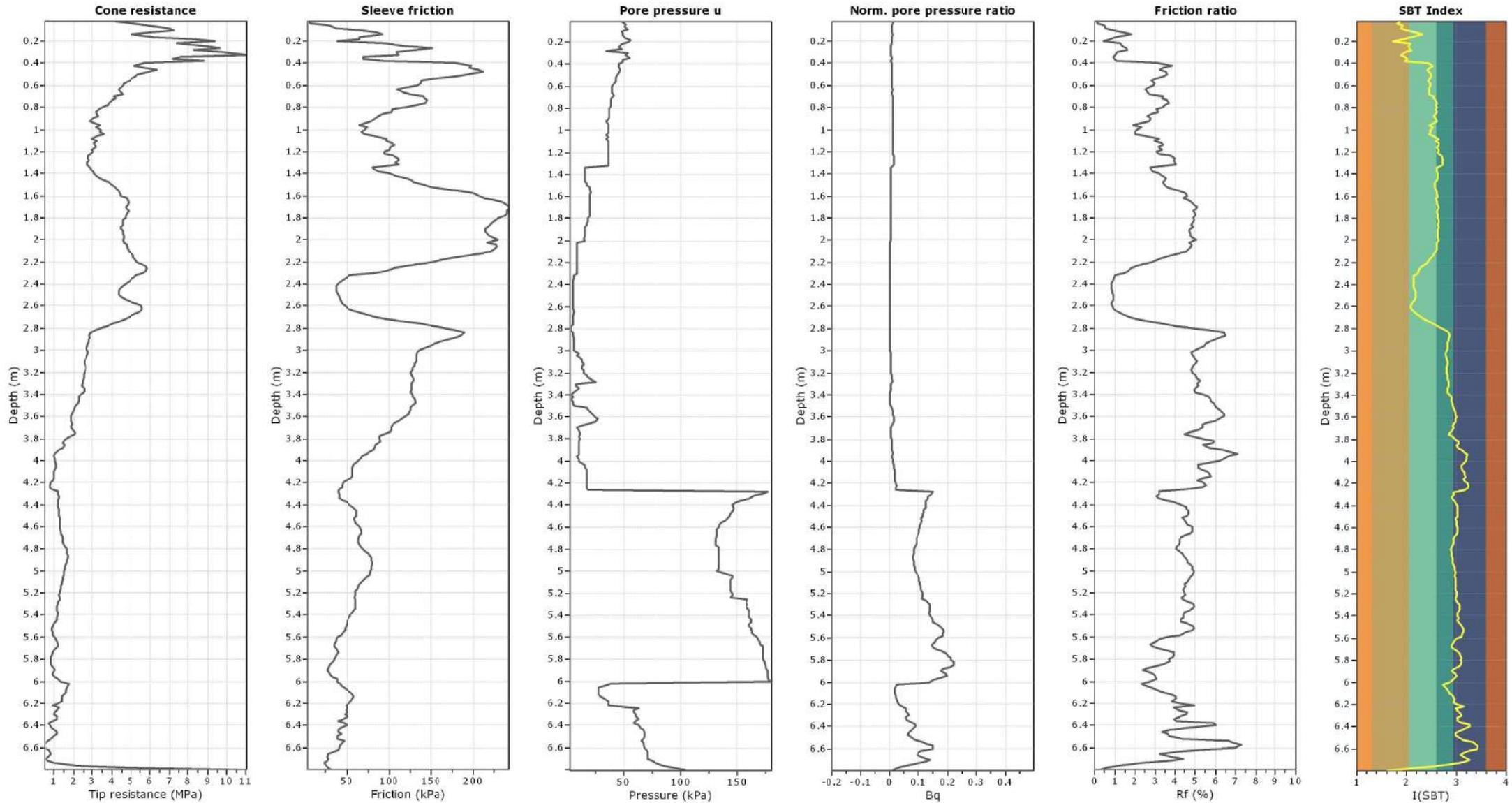
Cantiere: opificio con annessa palazzina uffici
 Coordinate WGS84: Lat 44,514985N Long 11,320272E
 Quota p.c. CPT: p.c.
 Profondità piezometro da p.c. CPT: non installato

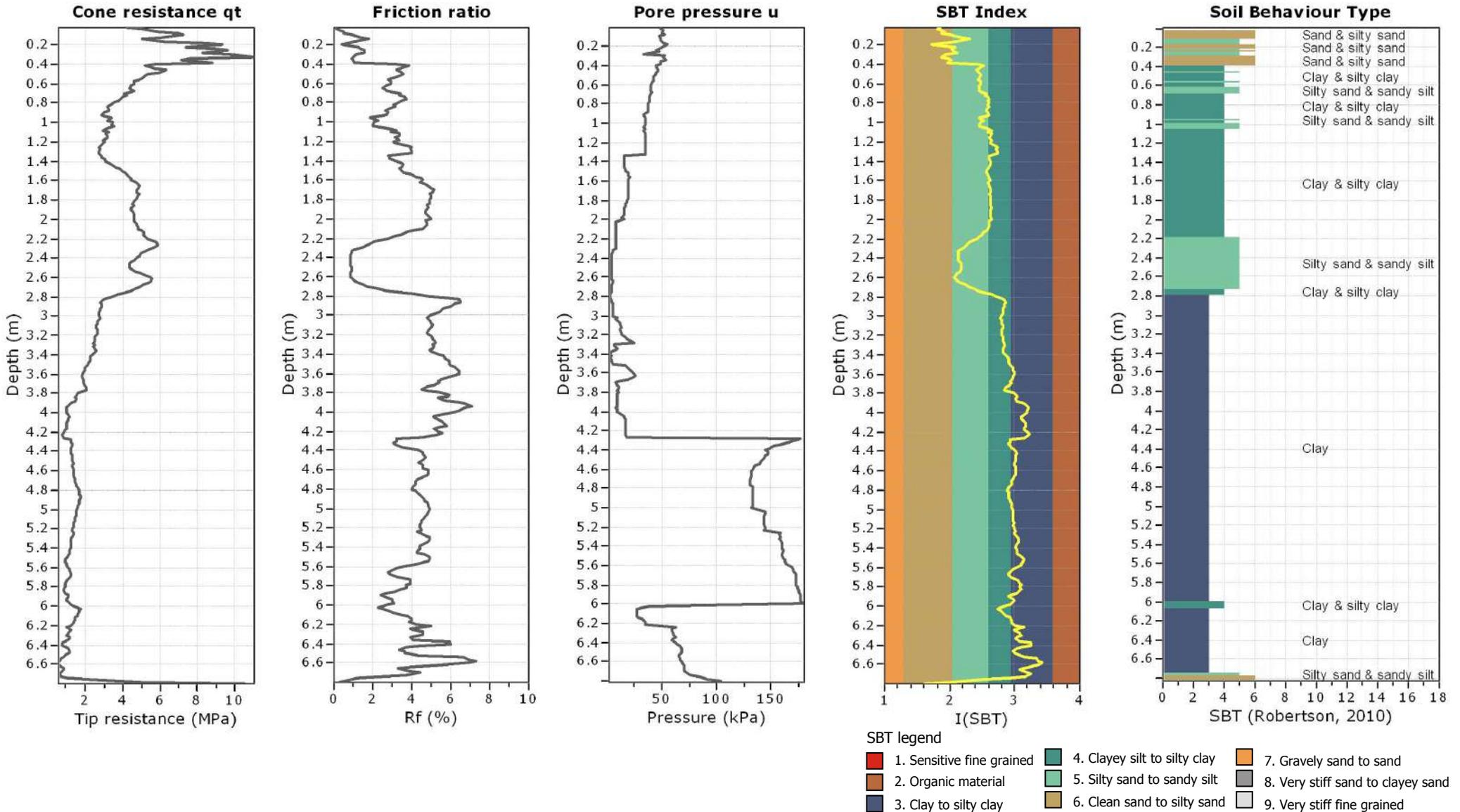
Resistenza laterale f_s kg/cm²

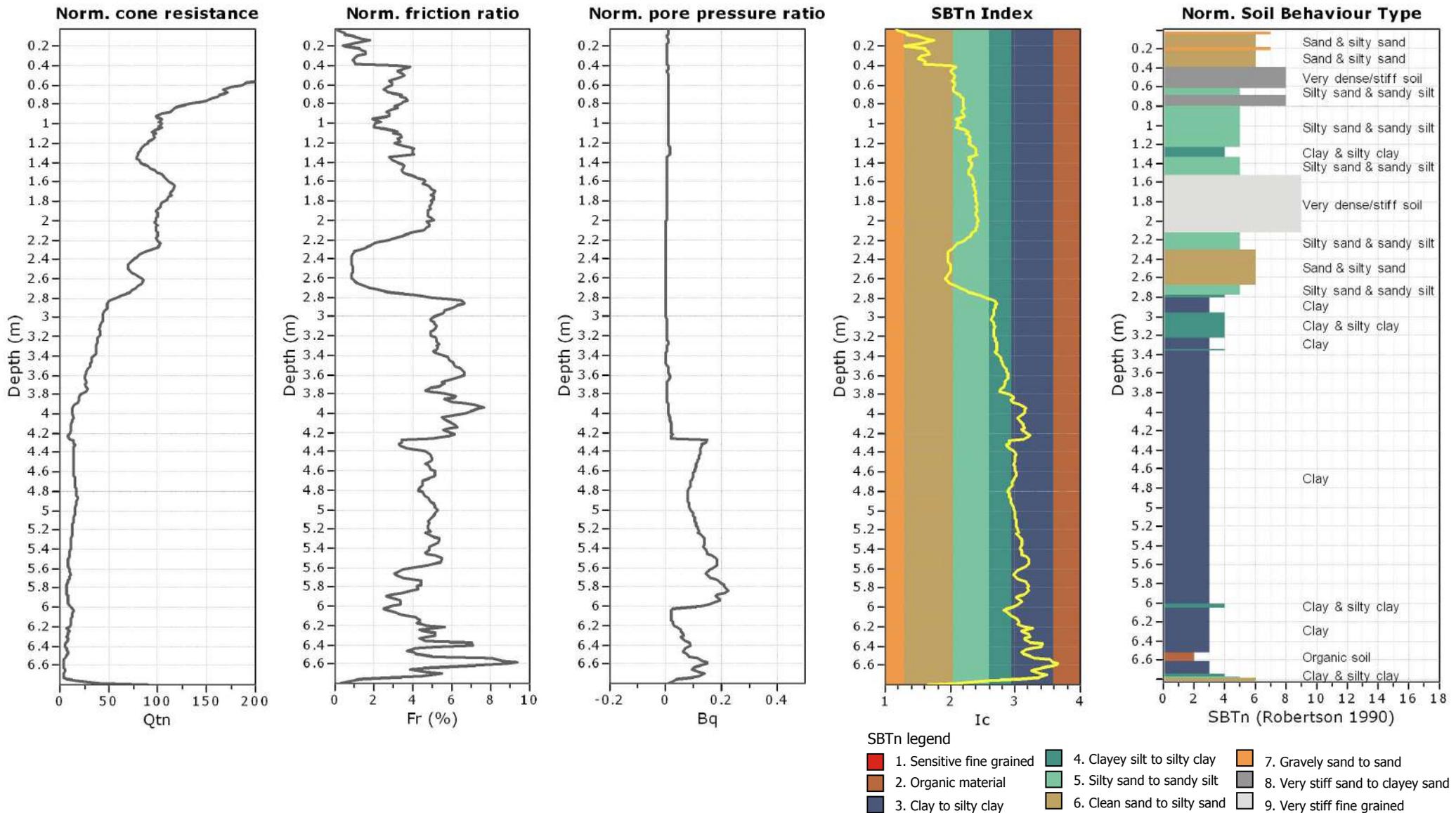
Resistenza di punta q_c kg/cm²

Rapporto di Begemann q_c/f_s







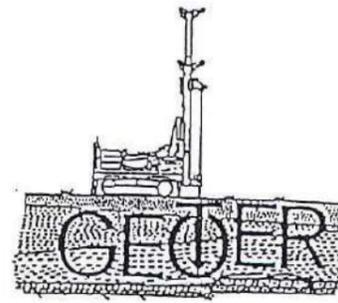


GEOPIER S.r.l.

Viale Piramide Cestia n.31-00153 Roma

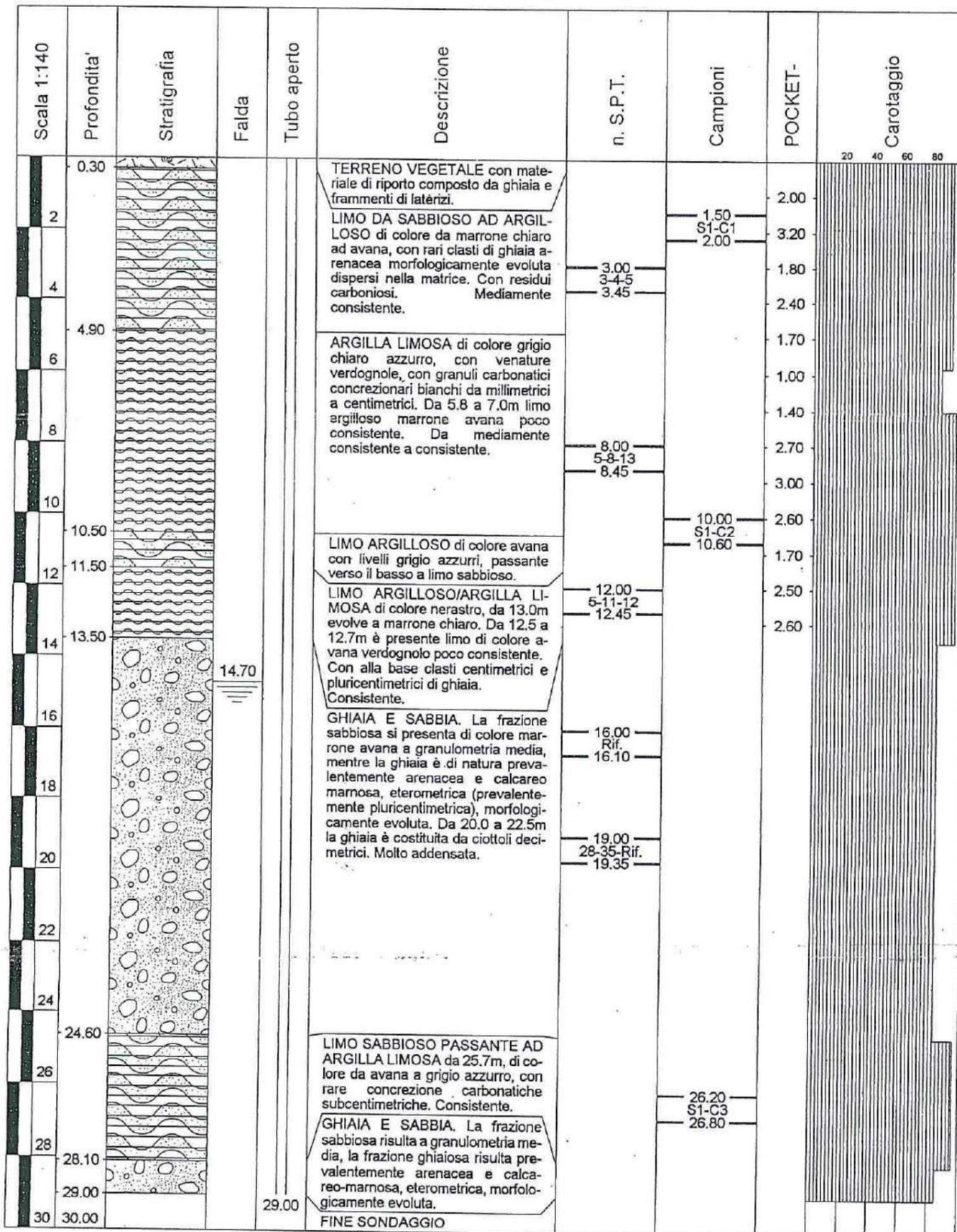
Tel. 06/5759139-5744998

SONDAGGI - CONSOLIDAMENTI - RICERCHE IDRICHE



INDAGINE RINOMINATA COME S.1

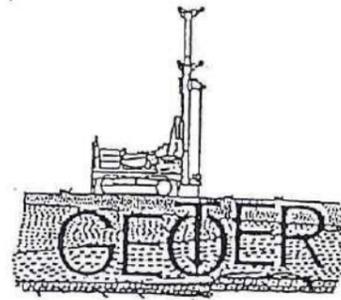
COMMITTENTE ING. REBECCHINI-BIGGI-BUCCI	SONDAGGIO S1
CANTIERE FACOLTA' DI INGEGNERIA	LOCALITA' via Lazzaretto - BOLOGNA
QUOTA : + 1 m	ATTREZZATURA DA PERF. ATLAS COPCO 4x4
METODO DI PERF. ASTE E CAROTIERE	RIVESTIMENTO 29
CASSETTE n. 6	CORONE TIPO widia



GEOPIER S.R.L.

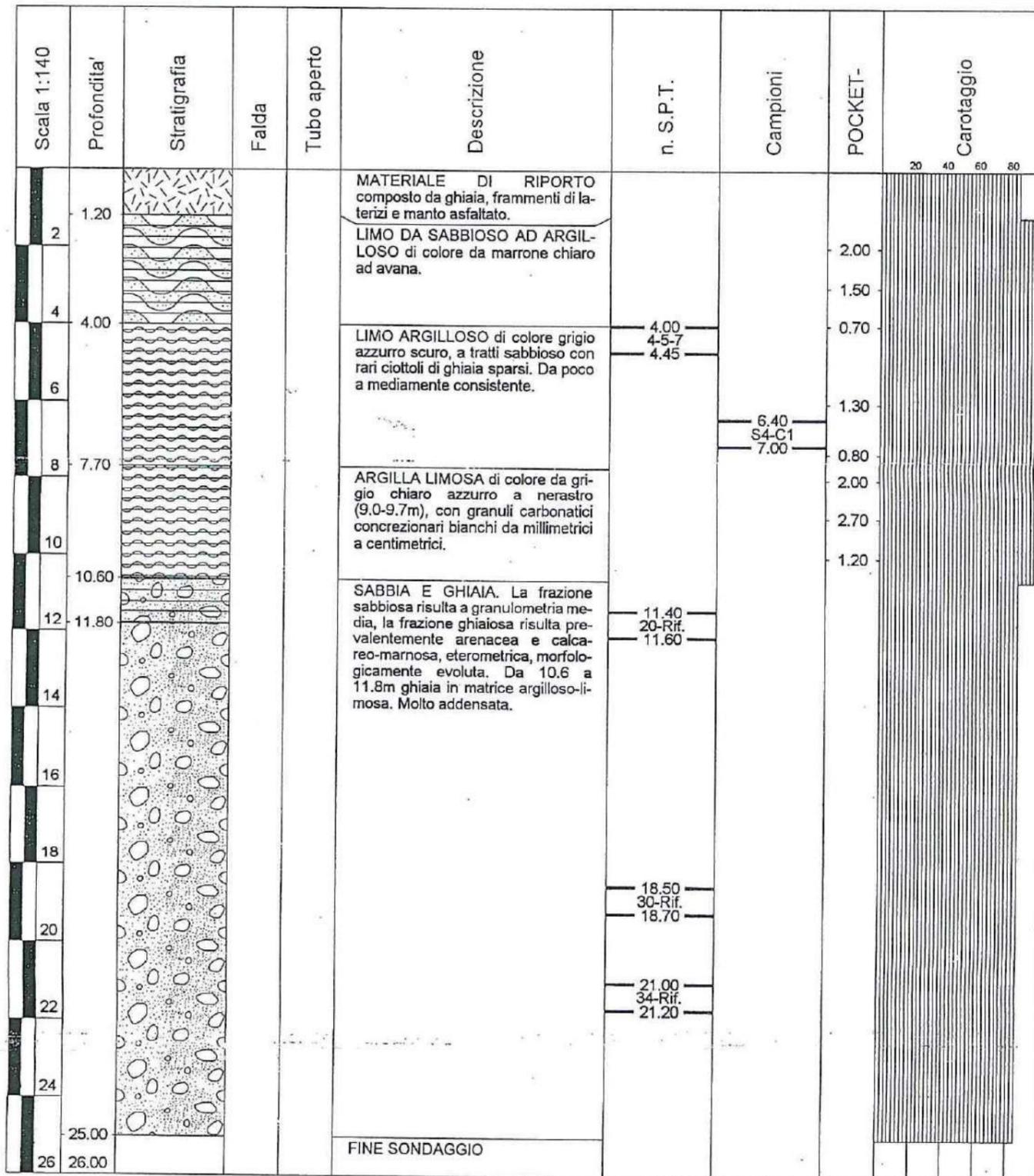
Viale Piramide Cestia n.31-00153 Roma
Tel. 06/5759139-5744998

SONDAGGI - CONSOLIDAMENTI - RICERCHE IDRICHE



INDAGINE RINOMINATA COME S.4

COMMITTENTE INGG. REBECCHINI-BIGGI-BUCCI	SONDAGGIO S4
CANTIERE FACOLTA' DI INGEGNERIA	LOCALITA' via Lazzaretto - via Terracini BOLOGNA
QUOTA : 0 m	ATTREZZATURA DA PERF. ATLAS COPCO 4x4
METODO DI PERF. ASTE E CAROTIERE	RIVESTIMENTO 25
CASSETTE n. 5	CORONE TIPO widia



SONDAGGIO MECCANICO A CAROTAGGIO CONTINUO

INDAGINE RINOMINATA COME S.5

COMMITTENTE: EDILCOOP
 LOCALITÀ: VIA LAZZARETTO (BO)
 CANTIERE: LABORATORI UNIVERSITARI BO

PERFORAZIONE: S.1
 DATA: 19/09/91
 COORDINATE:

LEGENDA:

- PG Campionatore a pareti grosse
- S Campionatore a pareti sottili Shelby
- O Campionatore a pistone Osterberg
- D Campionatore rotativo Denison
- M Campionatore rotativo Mazier

RIEVEVO LIVELLO FALDA (H ₂ O)					
Profondità foro (m)	Profondità rivestim. (m)	Sera		Mattino	
		GG.	H.	GG.	H.
8.30	7.50	19/09	2.20		

Progetto: 91.094 09 CC 147 Certif.: 032 IG 91094 Rev.: 00 Operat.: SOCINI Resp.: DAL PIAN Approv.: COMASTRI Data: 09/91

Profondità (m)	Colonna Stratigrafica (AGI)	Campioni		Carotaggio				Installazioni Piezometri		R.O.D.	Descrizione Stratigrafica	Pochel Penetrometer (MPa)	Torvane (MPa)	S.P.T.		Vane (MPa)			Metodo di Perforazione	Tipo di Carotiere	Rivestimento	H ₂ O	Data	Note	
		Tipo	Numero	Profondità (m)	%	Profondità (m)	Schema	Riempimento	N.					H (m)	Max.	Res.	Profondità (m)								
0																									
0.40																									
0.80																									
1																									
1.95																									
2																									
2.50																									
3																									
3.55		S	1	3.55																					
4																									
5																									
5.40																									
5.80		S	2	5.95																					
6																									
7																									
7.00																									
8																									
8.15		S	3	8.45																					
9																									
9.45																									
9.75																									
10																									

E' vietata la riproduzione del presente documento senza autorizzazione scritta GEIMCO - Reproduction of this document is forbidden without prior written permission of GEIMCO

DIAMETRO: Ø 127 mm
 ETRO: Imnesso piezometro Norton Ø 3" a -21.0 m da p.c.

V.T. (kg/cmq)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Falda (m)	Campioni Ind.	Campioni Rim.	S.P.T. (n.colpi)	Pz. Norton	Inclinometro
	2.60		Materiale di riporto costituito da limo argilloso, a tratti sabbioso, di colore marrone, con molte macerie						
	3.40		Materiale di riporto costituito da sabbia media-fine di colore marrone, con macerie						
	5.30		Materiale di riporto costituito da argilla di colore grigio-verde-nerastro variegata, con macerie						
	7.40		Materiale di riporto costituito da argilla, a tratti limosa, di colore marrone, con macerie						
	15.80		Materiale di riporto costituito da macerie, torba in matrice di argilla limosa di colore marrone-grigio-verde-nero, variegata						
	16.60		Mattoni, macerie						
	20.50		Ghiata medio-grossolana, sub-arrotolata, in matrice sabbiosa fine-media di colore grigio						
2.00	1.00		Argilla limosa di colore marrone					21.00	
2.00	1.20		Argilla di colore grigio-azzurro ed alcune sfumature marroni, con calcinelli						
2.70	1.30								
2.90	1.40								
	22.60								

S7

220080P020

te:

Stratigrafia del sondaggio 220080P4135 ubicato 120m a Nord del Plesso Terracini.
 Fonte: dati geognostici Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

4651 Pozzo ~~4651~~ (Bolegna, foglio 14) (ex 60)

STRAT C.P. 5 IDAOC

0,00 m	} terreno di riporto (argilla bruna)
5,50 "	
5,50 "	} ghiaia
23,00 "	
23,00 "	} argilla
25,00 "	
25,00 "	} ghiaia
28,20 "	
28,20 "	} argilla
35,80 "	
35,80 "	} ghiaia
38,00 "	
38,00 "	} argilla
43,00 "	
43,00 "	} ghiaia
44,00 "	
44,00 "	} argilla
52,00 "	

Portata : 31,20

livello H₂O : 25,30 m ?

220CP761

Stratigrafia del pozzo 220080P761 ubicato 220m a Sud del Plesso Terracini. Fonte: dati geognostici Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

COMMITTENTE: **GEOTER S.r.l.**
 CANTIERE: **Via Lazzaretto - BOLOGNA**
 CAMPIONE: Sondaggio n° 1 c 1 da mt. 1.50 a mt. 2.00
 DATA: Marzo 1999

**INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.1**

MODULO RIASSUNTIVO

DESCRIZIONE: Il campione è costituito da un 50% di limo sabbioso con livelli sabbiosi (TD) e con clasti eterogenei, passante, alla scarpa, ad un limo molto più consistente sempre marrone scuro.

CARATTERISTICHE FISICHE

Contenuto naturale d'acqua	Peso di volume Umido	Peso specifico dei granuli	Indice dei vuoti	Grado di saturazione	Permeabilità
Wn (%)	γ (g/cm ³)	γ_s (g/cm ³)	E	S _r (%)	K (cm/s)
23.59	2.02				

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

Frazione ghiaiosa (%)	Frazione sabbiosa (%)	Frazione Limosa (%)	Frazione Argillosa (%)
	8	54	38

CLASSIFICA GRANULOMETRICA: Limo con argilla debolmente sabbioso

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice plastico	Indice di consistenza	Limite di ritiro (%)
56.4	26.8	29.1	> 1	

CLASSIFICA U.S.C.: CH

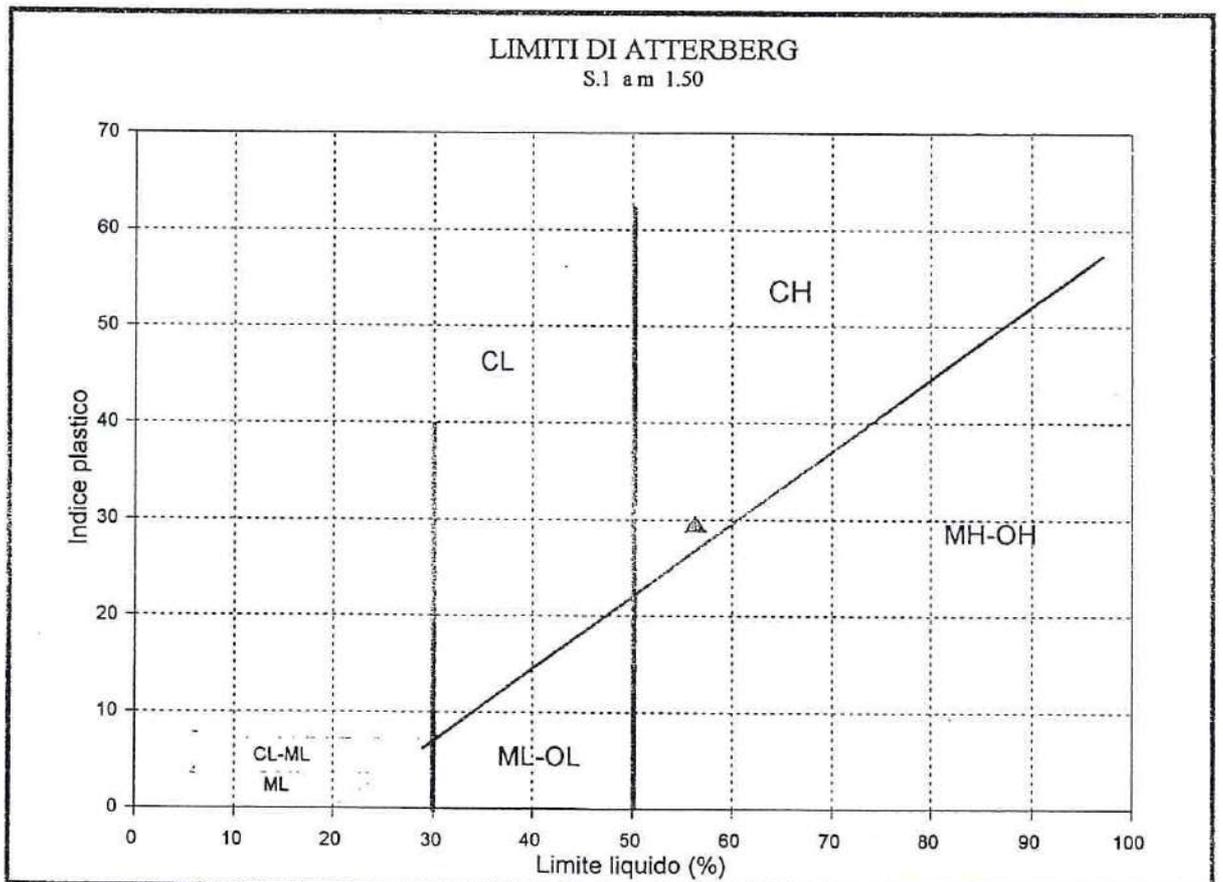
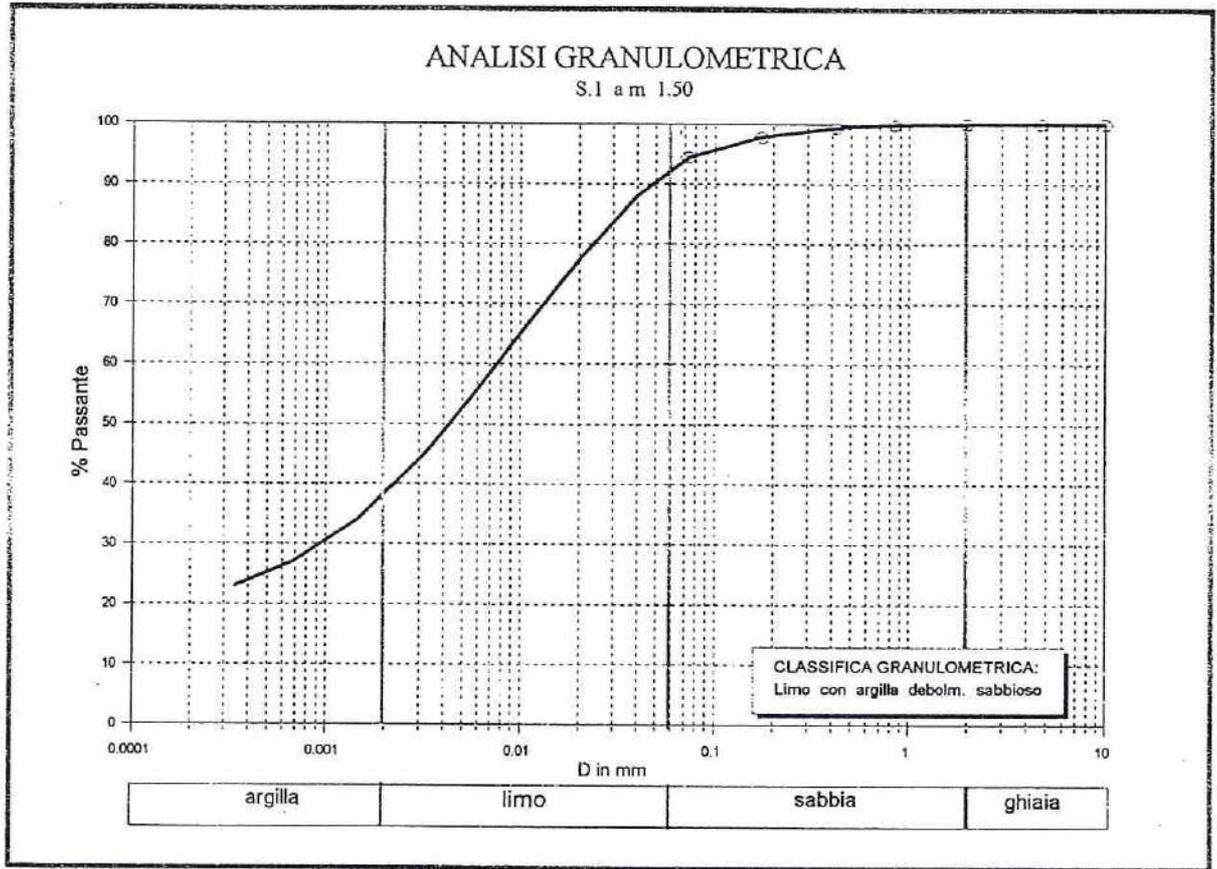
CARATTERISTICHE DI TAGLIO

Resist. al Pocket Penetr. (Kg/cm ²)	Resist. allo scissometro (Kg/cm ²)	Resist. alla compressione ad Espans. Laterale Libera (Kg/cm ²)	Prova di taglio diretto Tipo CD	Prova di compr. Triassiale Tipo UU
1.0 - 4.5			$\Phi' = 24^\circ$	$\Phi_u =$
			$C'(\text{Kg/cm}^2) = 0.20$	$c_u(\text{Kg/cm}^2) =$

CARATTERISTICHE DI COMPRESSIBILITÀ (Modulo E' in Kg/cm²)

0.50 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 4.00	4.00 - 8.00	8.00 - 16.00

**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.1**



**RIFERIMENTO
INDAGINE IN SITO
RINOMINATA COME
S.1**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Provenienza del campione: S. 1 c 1 da mt. 1.50 a mt. 2.00

Scatola: tonda

Dimensioni dei provini: $h = 3.03$ cm; $A = 31.67$ cm²; $Vel. = 0.022$ mm/min

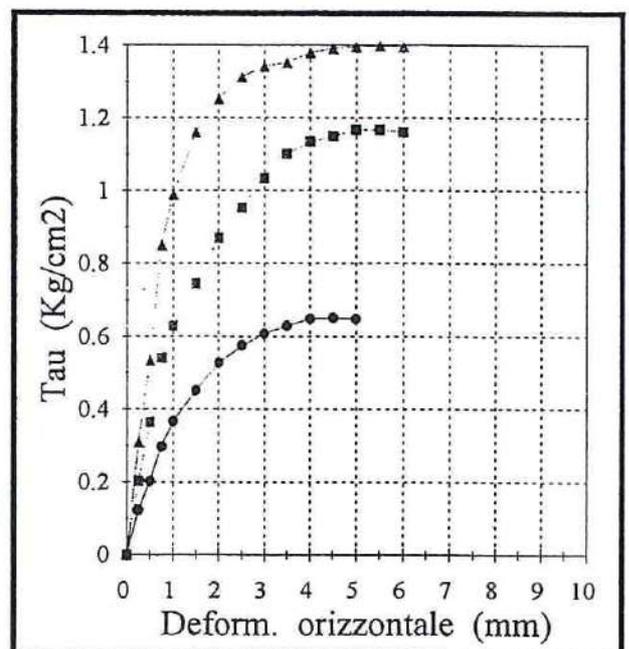
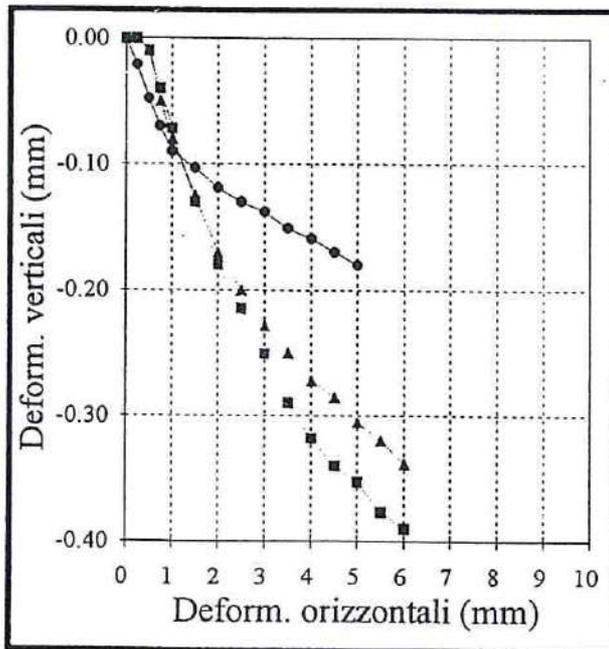
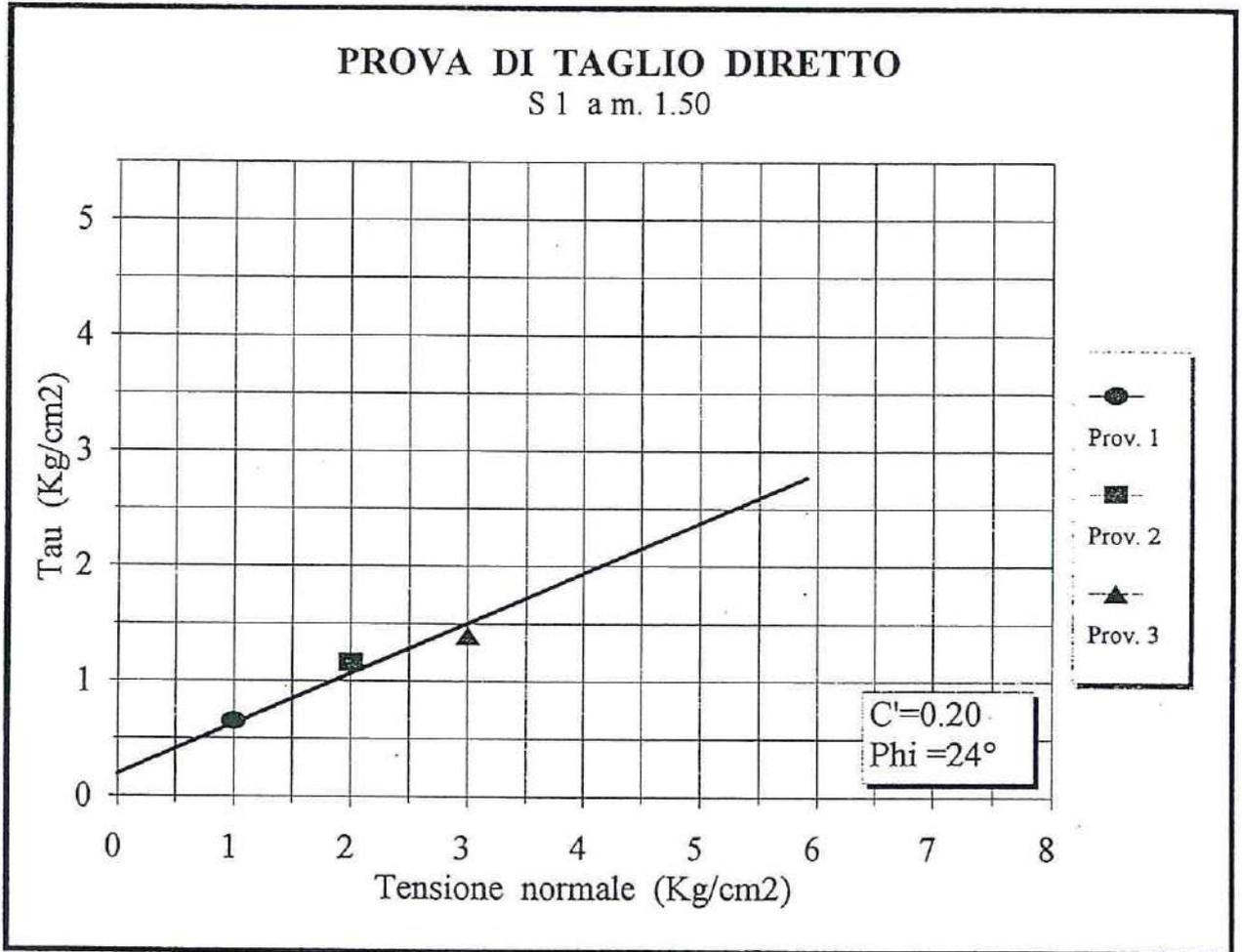
Tipo di prova: **CONSOLIDATA DRENATA**

Provino n°	1	2	3
Contenuto iniziale d'acqua (Wn%)	23.59	23.59	23.59
Peso di volume naturale (g/cm ³)	2.05	2.02	2.00
Pressione verticale (Kg/cm ²)	1.00	2.00	3.00
Deformaz. Vertic. a rottura (mm)	-0.159	-0.353	-0.320
Deformaz. Trasv. a rottura (mm)	4.50	5.00	5.50
Sollecitazione a rottura (Kg/cm ²)	0.651	1.166	1.399
Tempo di consolidamento (ore)	24	24	24

Angolo di attrito interno: $\phi' = 24^\circ$ Coesione: $C' = 0.20$ Kg/cm²

NOTE:

RIFERIMENTO
INDAGINE IN SITO
RINOMINATA COME
S.1



COMMITTENTE: GEOTER S.r.l.
CANTIERE: Via Lazzaretto - BOLOGNA
CAMPIONE: Sondaggio n° 1 c3 da mt. 26.20 a mt. 26.80
DATA: Marzo 1999

MODULO RIASSUNTIVO

DESCRIZIONE: Argilla grigia azzurrastra scura, consistente, con spalmature avana più frequenti alla scarpa ove sono presenti anche clasti sparsi

CARATTERISTICHE FISICHE

Contenuto naturale d'acqua	Peso di volume Umido	Peso specifico dei granuli	Indice dei vuoti	Grado di saturazione	Permeabilità
W _n (%)	γ (g/cm ³)	γ_s (g/cm ³)	E	S _r (%)	K (cm/s)
25.19	2.02	2.72	0.685	100	E-10

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

Frazione ghiaiosa (%)	Frazione sabbiosa (%)	Frazione Limosa (%)	Frazione Argillosa (%)
	4	47	49

CLASSIFICA GRANULOMETRICA: Argilla e limo

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice plastico	Indice di consistenza	Limite di ritiro (%)
63.9	32.1	31.8	> 1	

CLASSIFICA U.S.C.: MH - OH

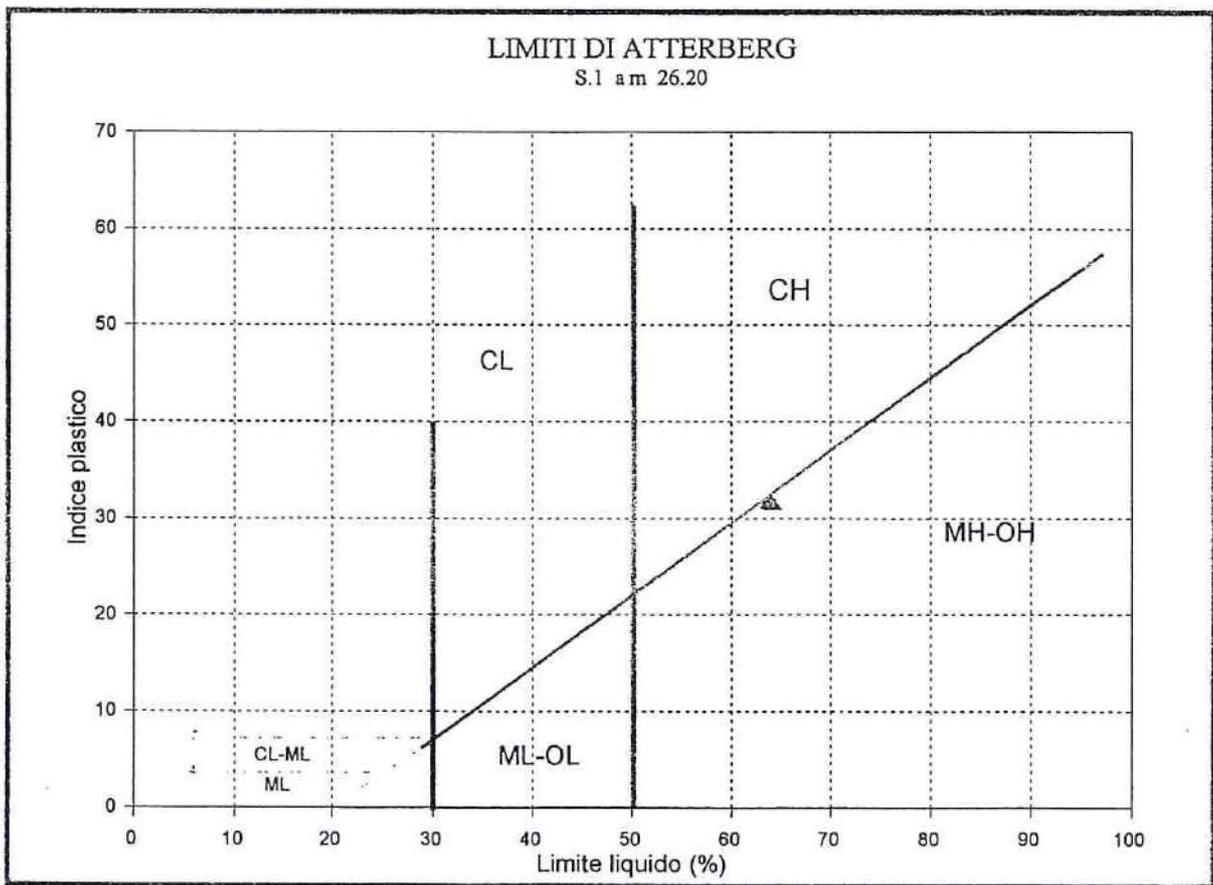
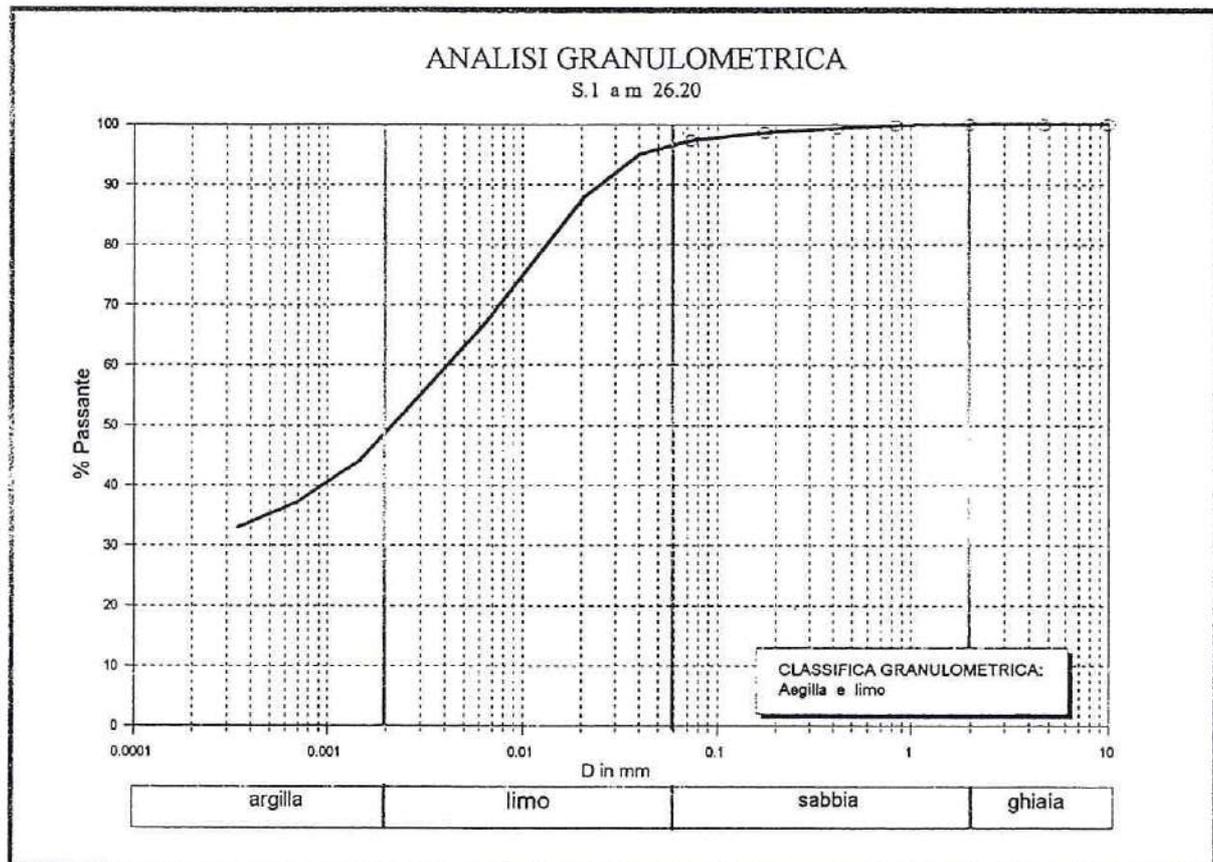
CARATTERISTICHE DI TAGLIO

Resist. al Pocket Penetr. (Kg/cm ²)	Resist. allo scissometro (Kg/cm ²)	Resist. alla compressione ad Espans. Laterale Libera (Kg/cm ²)	Prova di taglio diretto Tipo CD	Prova di compr. Triassiale Tipo UU
			$\Phi' = \circ$	$\Phi_u =$
3.0 -> 4.0		3.36	$c'(Kg/cm^2) =$	$c_u(Kg/cm^2) =$

CARATTERISTICHE DI COMPRESSIBILITÀ (Modulo E' in Kg/cm²)

0.50 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 4.00	4.00 - 8.00	8.00 - 16.00
357	169	127	138	197

**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.1**



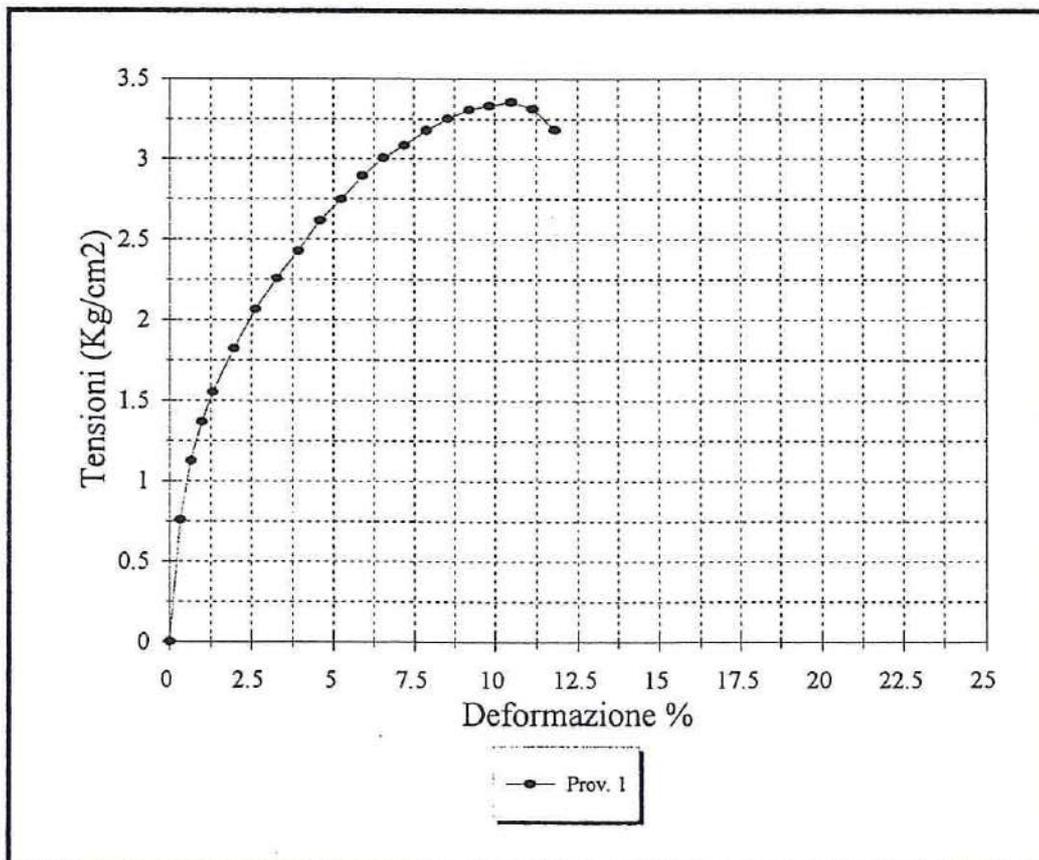
**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.1**

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE
 AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Provenienza del campione: S. 1 da m. 26.20 a m. 26.80
 Stato del campione: Indisturba
 Diametro del provino: 3.81 cm Altezza del provino: 7.62 cm
 Volume: 86.87 cm³ Velocità di deformazione: 0.85 mm/min

Provino n°		1	2	3
Peso di volume	g/cm ³	2.02		
Contenuto d'acqua	%	25.19		
Peso specifico	g/cm ³			
Indice dei pori				
Grado di saturazione	%			
Deformazione a rottura	%	10.50		
Sollecitazione a rottura	Kg/cm ²	3.36		

Note:



**RIFERIMENTO
INDAGINE IN SITO
RINOMINATA COME
S.1**

PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

S. 1 a mt. 26.20

CARATTERISTICHE INIZIALI

Altezza:	2.00	Area :	20.00	Volume:	40.00	Wn iniz:	25.19
P. umido:	80.85	P/vol. :	2.02	P. secco:	64.58	Ys :	2.72
Altezza solido:	1.19	W finale:	24.25			Sr % :	100.07

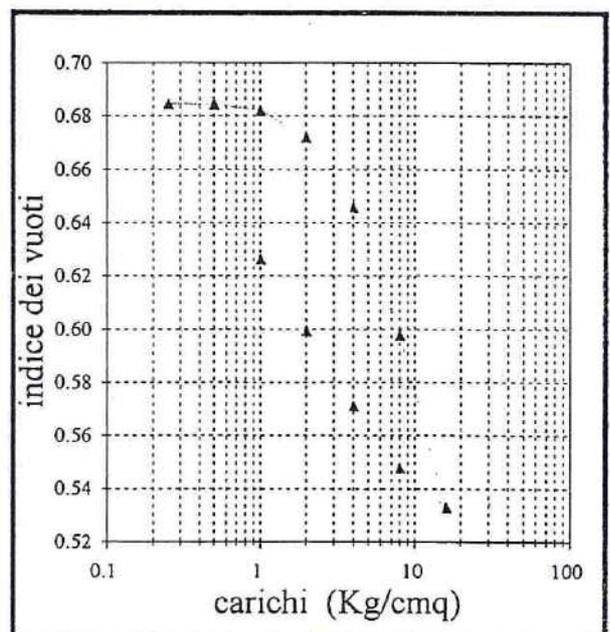
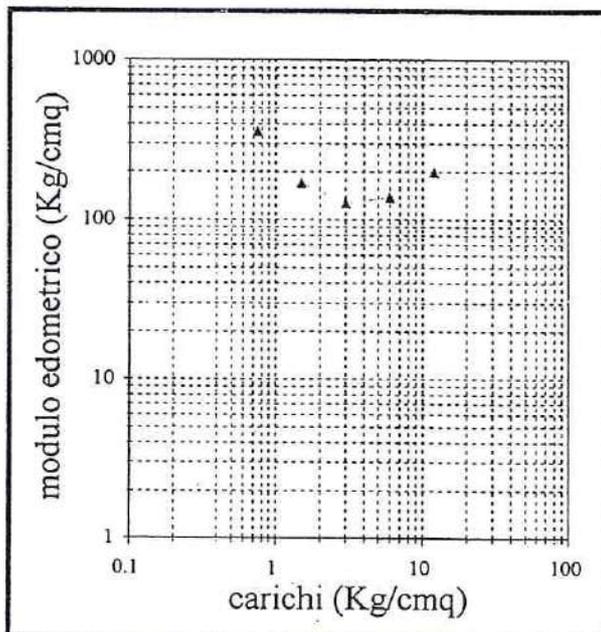
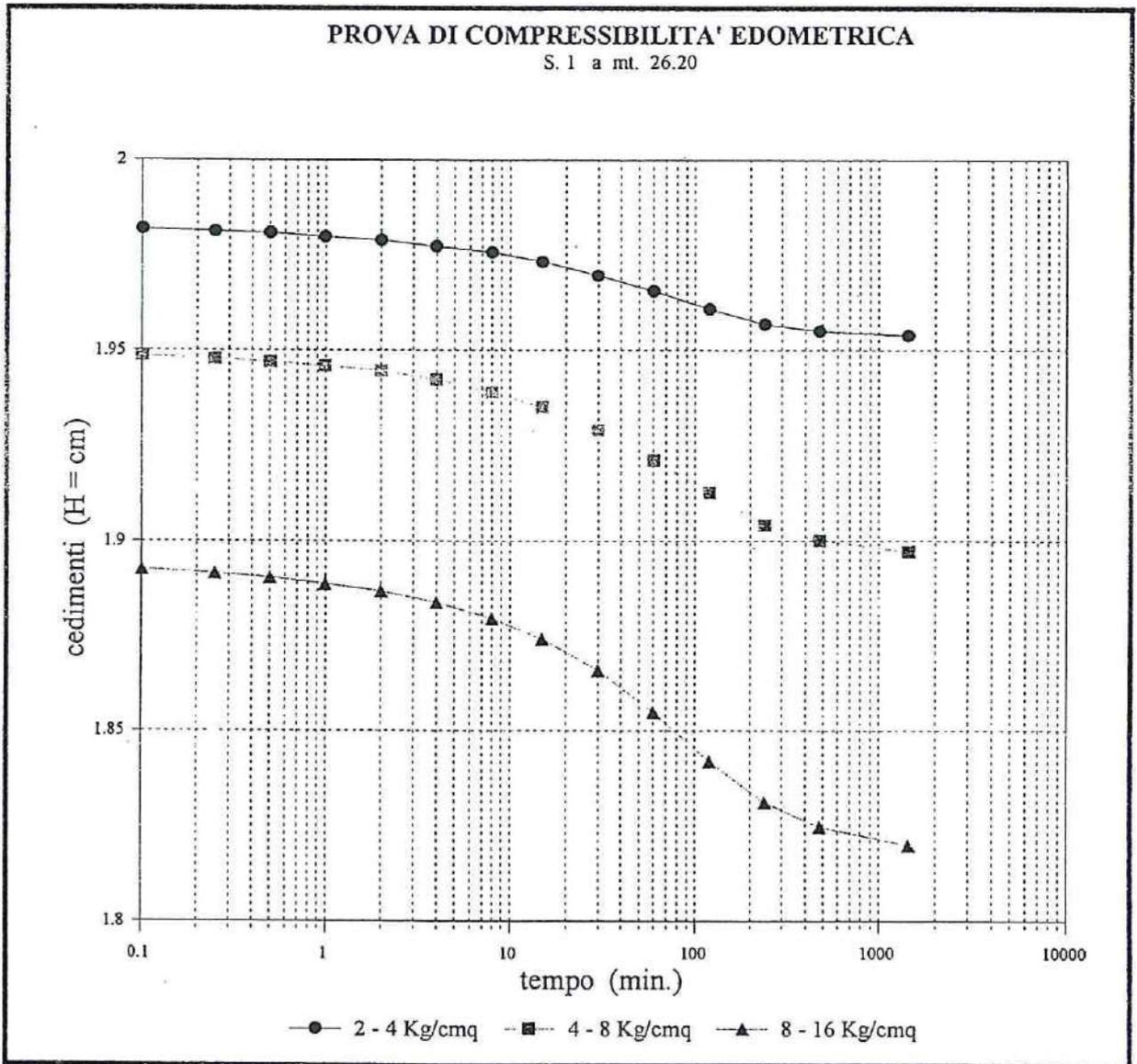
VALORI FINALI

			e	mv	E'	Cv	K
Pres_	Variatz.	Altezza	Indice di	Coeffic.	Modulo	Coeffic.	Coeffic.
sione	altezza	provino	porosità	compress.	compress.	consolid.	permeab
Kg/cmq	mm	cm		cmq/Kg	Kg/cmq	cm2/s	cm/s

0.00	0.000	2.000	0.685				
0.125	0.000	2.000	0.685				
0.25	0.000	2.000	0.685				
0.50	0.002	2.000	0.685				
1.00	0.030	1.997	0.682	2.8E-03	357		
2.00	0.148	1.985	0.672	5.9E-03	169		
4.00	0.461	1.954	0.646	7.9E-03	127	8.68E-05	6.85E-10
8.00	1.028	1.897	0.598	7.3E-03	138	7.94E-05	5.76E-10
16.00	1.800	1.820	0.533	5.1E-03	197	7.09E-05	3.61E-10
8.00	1.624	1.838	0.548				
4.00	1.347	1.865	0.571				
2.00	1.010	1.899	0.600				
1.00	0.691	1.931	0.626				

NOTE:

**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.1**



**RIFERIMENTO
INDAGINE IN SITO
RINOMINATA COME
S.2**

COMMITTENTE: **GEOTER S.r.l.**
CANTIERE: **Via Lazzaretto - BOLOGNA**
CAMPIONE: Sondaggio n° 2 c 1 da mt. 9.00 a mt. 9.50
DATA: Marzo 1999

MODULO RIASSUNTIVO

DESCRIZIONE: Il campione è costituito alla testa da argilla grigia scura mediamente consistente (prove eseguite), passante alla scarpa a argilla avana, con spalmature azzurraste, contenente concrezioni e clasti litoidi sparsi, leggermente meno consistente.

CARATTERISTICHE FISICHE

Contenuto naturale d'acqua	Peso di volume Umido	Peso specifico dei granuli	Indice dei vuoti	Grado di saturazione	Permeabilità
Wn (%)	γ (g/cm ³)	γ_s (g/cm ³)	E	S _r (%)	K (cm/s)
29.23	1.97	2.72	0.795	100	E-9

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

Frazione ghiaiosa (%)	Frazione sabbiosa (%)	Frazione Limosa (%)	Frazione Argillosa (%)
	7	50	43

CLASSIFICA GRANULOMETRICA: Limo e argilla debolmente sabbiosi

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice plastico	Indice di consistenza	Limite di ritiro (%)
62.4	30.3	32.1	> 1	

CLASSIFICA U.S.C.: CH

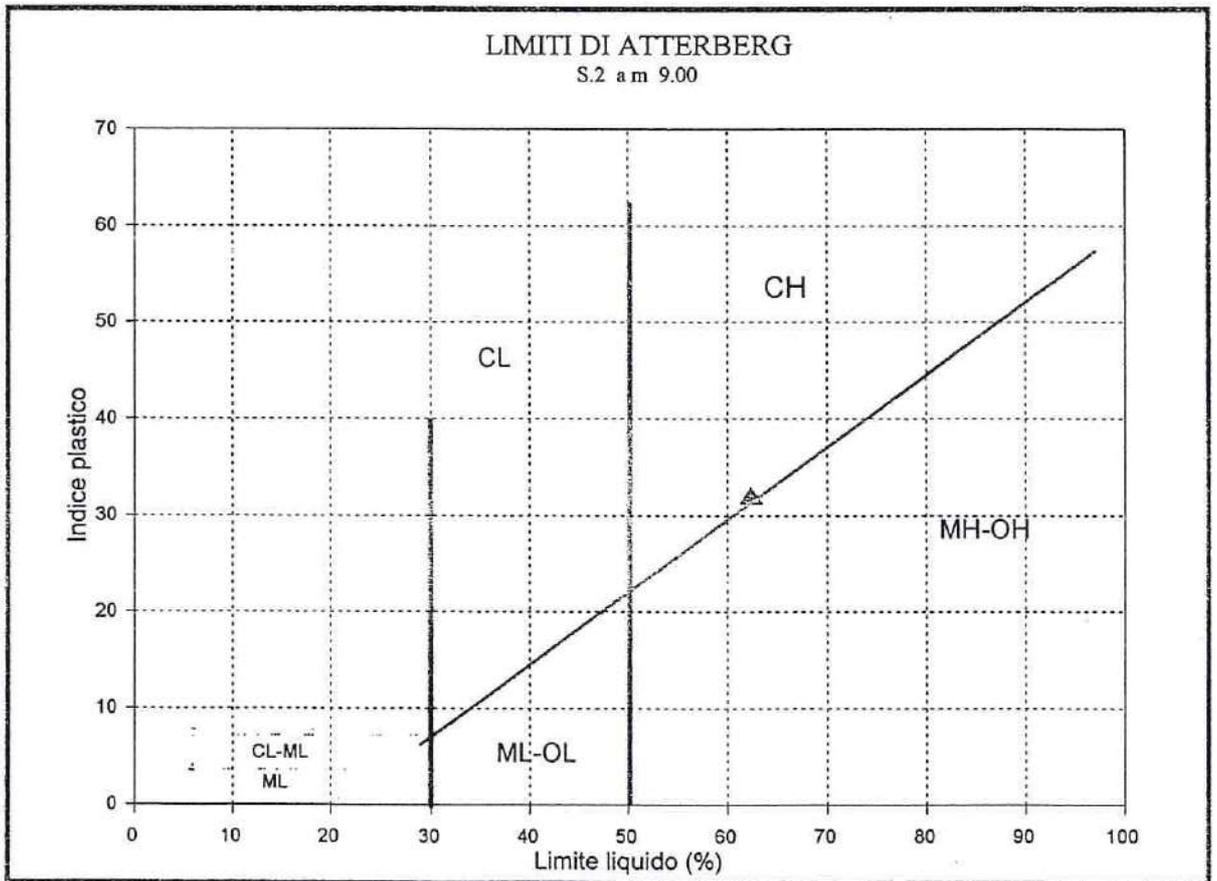
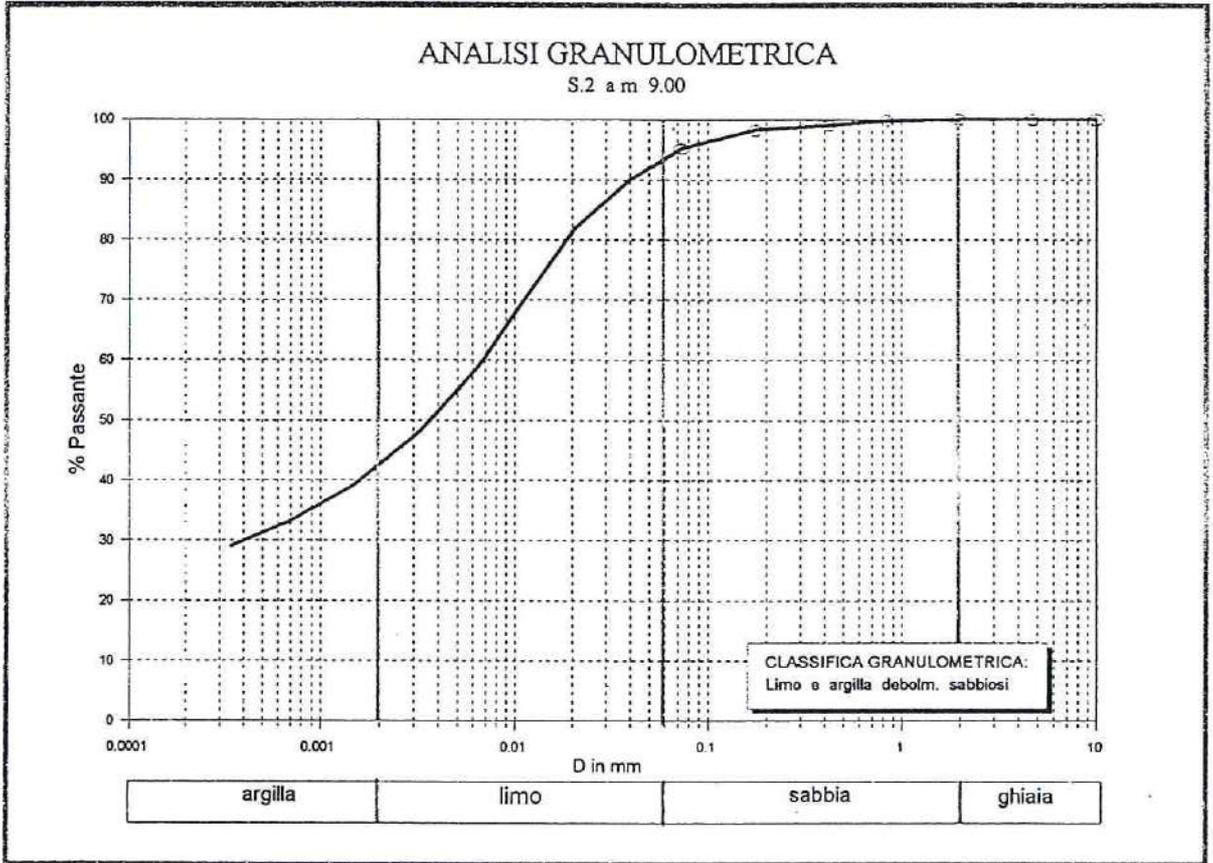
CARATTERISTICHE DI TAGLIO

Resist. al Pocket Penetr. (Kg/cm ²)	Resist. allo scissometro (Kg/cm ²)	Resist. alla compressione ad Espans. Laterale Libera (Kg/cm ²)	Prova di taglio diretto Tipo CD	Prova di compr. Triassale Tipo UU
			$\Phi' = 16^\circ$	$\Phi_u =$
2.5 - 3.0			C'(Kg/cm ²) = 0.35	c _u (Kg/cm ²) =

CARATTERISTICHE DI COMPRESSIBILITÀ
(Modulo E' in Kg/cm²)

0.50 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 4.00	4.00 - 8.00	8.00 - 16.00
122	145	88	120	189

**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.2**



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Provenienza del campione: S. 2 c 1 da mt. 9.00 a mt. 9.50

Scatola: tonda

Dimensioni dei provini: $h = 3.03$ cm; $A = 31.67$ cm²; Vel. = 0.022 mm/min

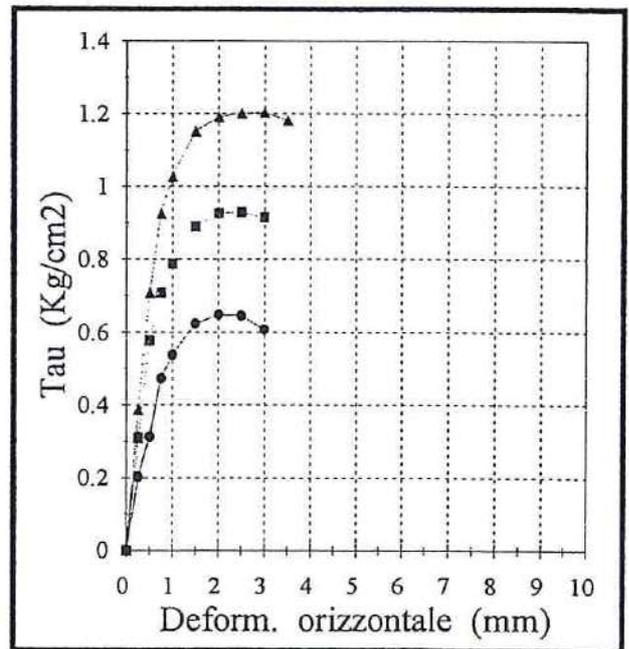
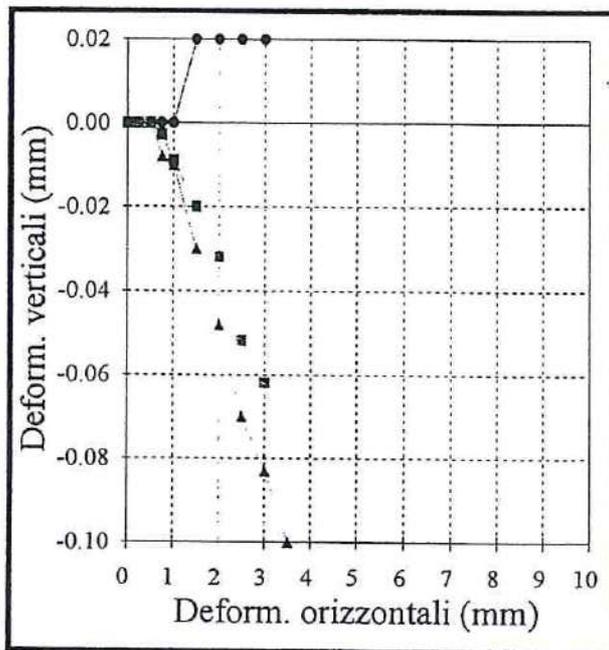
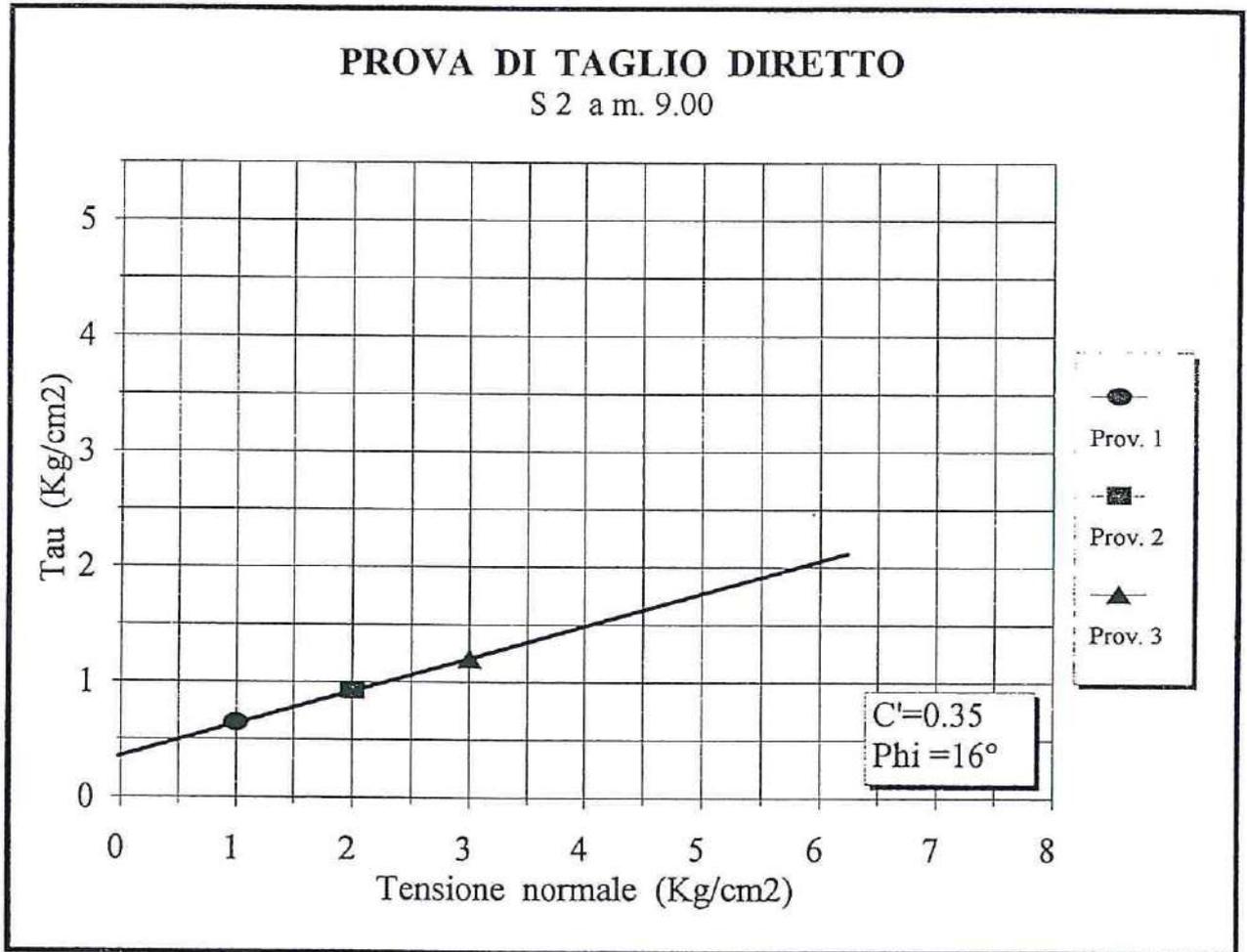
Tipo di prova: **CONSOLIDATA DRENATA**

Provino n°	1	2	3
Contenuto iniziale d'acqua (Wn%)	29.23	29.23	29.23
Peso di volume naturale (g/cm ³)	1.99	1.97	1.97
Pressione verticale (Kg/cm ²)	1.00	2.00	3.00
Deformaz. Vertic. a rottura (mm)	0.020	-0.052	-0.083
Deformaz. Trasv. a rottura (mm)	2.00	2.50	3.00
Sollecitazione a rottura (Kg/cm ²)	0.648	0.929	1.204
Tempo di consolidamento (ore)	24	24	24

Angolo di attrito interno: $\phi' = 16^\circ$ Coesione: $C' = 0.35$ Kg/cm²

NOTE:

RIFERIMENTO
INDAGINE IN SITO
RINOMINATA COME
S.2



**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.2**

PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

S.2 a mt. 9.00

CARATTERISTICHE INIZIALI

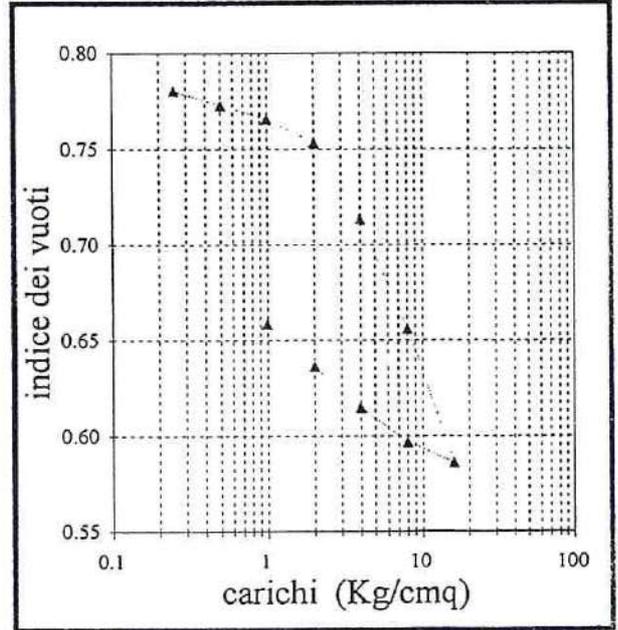
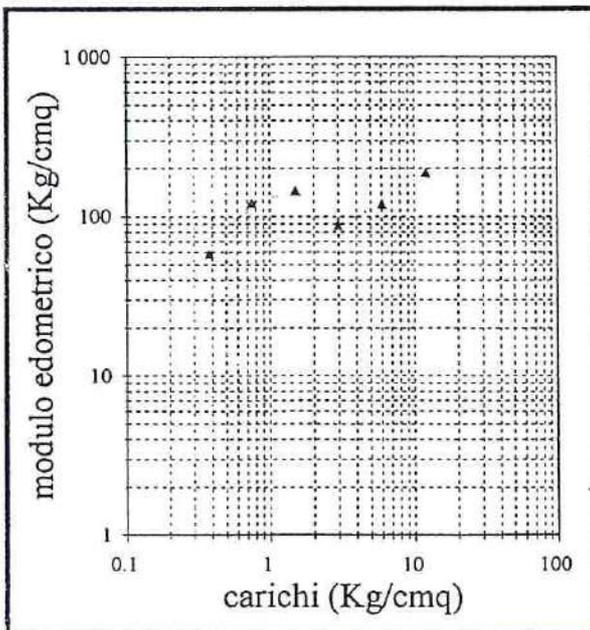
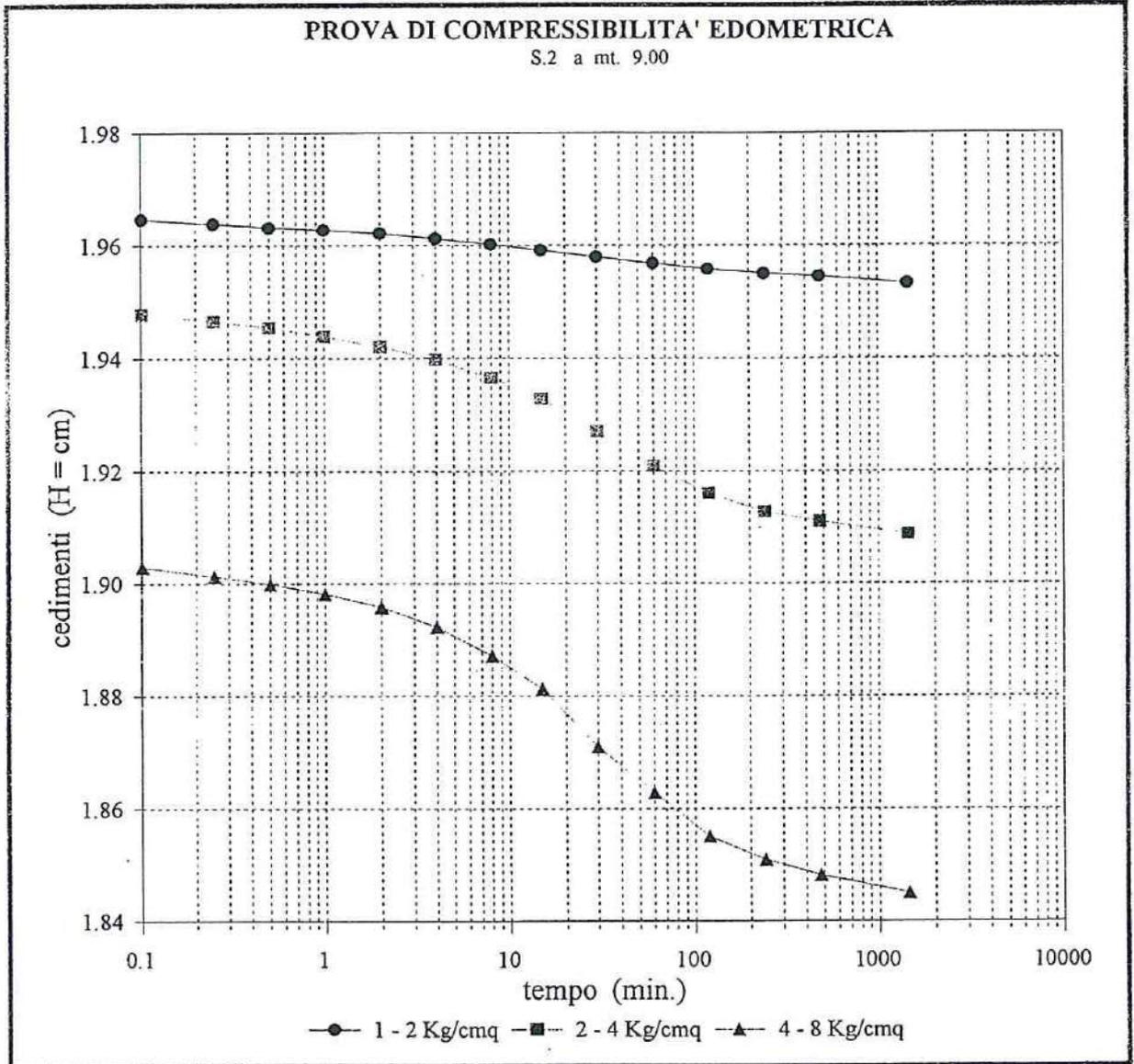
Altezza: 2.00 Area : 20.00 Volume: 40.00 Wn iniz: 29.23
 P. umido: 78.32 P/vol. : 1.96 P. secco: 60.61 Ys : 2.72
 Altezza solido: 1.11 W finale: 26.77 Sr % : 99.98

VALORI FINALI

Pres_	Variaz.	Altezza	e	mv	E'	Cv	K
sione	altezza	provino	Indice di	Coeffic.	Modulo	Coeffic.	Coeffic.
Kg/cmq	mm	cm	porosità	compress.	compress.	consolid.	permeab
				cmq/Kg	Kg/cmq	cm2/s	cm/s
0.00	0.000	2.000	0.795				
0.125	0.005	2.000	0.795				
0.25	0.165	1.984	0.780				
0.50	0.250	1.975	0.773	1.71E-02	58		
1.00	0.331	1.967	0.766	8.20E-03	122		
2.00	0.467	1.953	0.753	6.91E-03	145		
4.00	0.912	1.909	0.713	1.14E-02	88		
8.00	1.549	1.845	0.656	8.34E-03	120	1.58E-04	1.32E-09
16.00	2.332	1.767	0.586	5.30E-03	189	1.34E-04	7.10E-10
8.00	2.211	1.779	0.597				
4.00	2.010	1.799	0.615				
2.00	1.770	1.823	0.636				
1.00	1.522	1.848	0.659				

NOTE:

**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.2**



COMMITTENTE: GEOTER S.r.l.
CANTIERE: Via Lazzaretto - BOLOGNA
CAMPIONE: Sondaggio n° 4 c 1 da mt. 6.40 a mt. 7.00
DATA: Marzo 1999

MODULO RIASSUNTIVO

DESCRIZIONE: Limo sabbioso grigio azzurrastro, poco consistente, con intercalati livelli di sabbia fine

CARATTERISTICHE FISICHE

Contenuto naturale d'acqua	Peso di volume Umido	Peso specifico dei granuli	Indice dei vuoti	Grado di saturazione	Permeabilità
Wn (%)	γ (g/cm ³)	γ_s (g/cm ³)	E	S _r (%)	K (cm/s)
31.74	1.87	2.65	0.862	98	E - 8

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

Frazione ghiaiosa (%)	Frazione sabbiosa (%)	Frazione Limosa (%)	Frazione Argillosa (%)
	14	58	28

CLASSIFICA GRANULOMETRICA: Limo e argilla sabbioso

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice plastico	Indice di consistenza	Limite di ritiro (%)
41.7	27.6	14.1	0.7	

CLASSIFICA U.S.C.: ML - OL

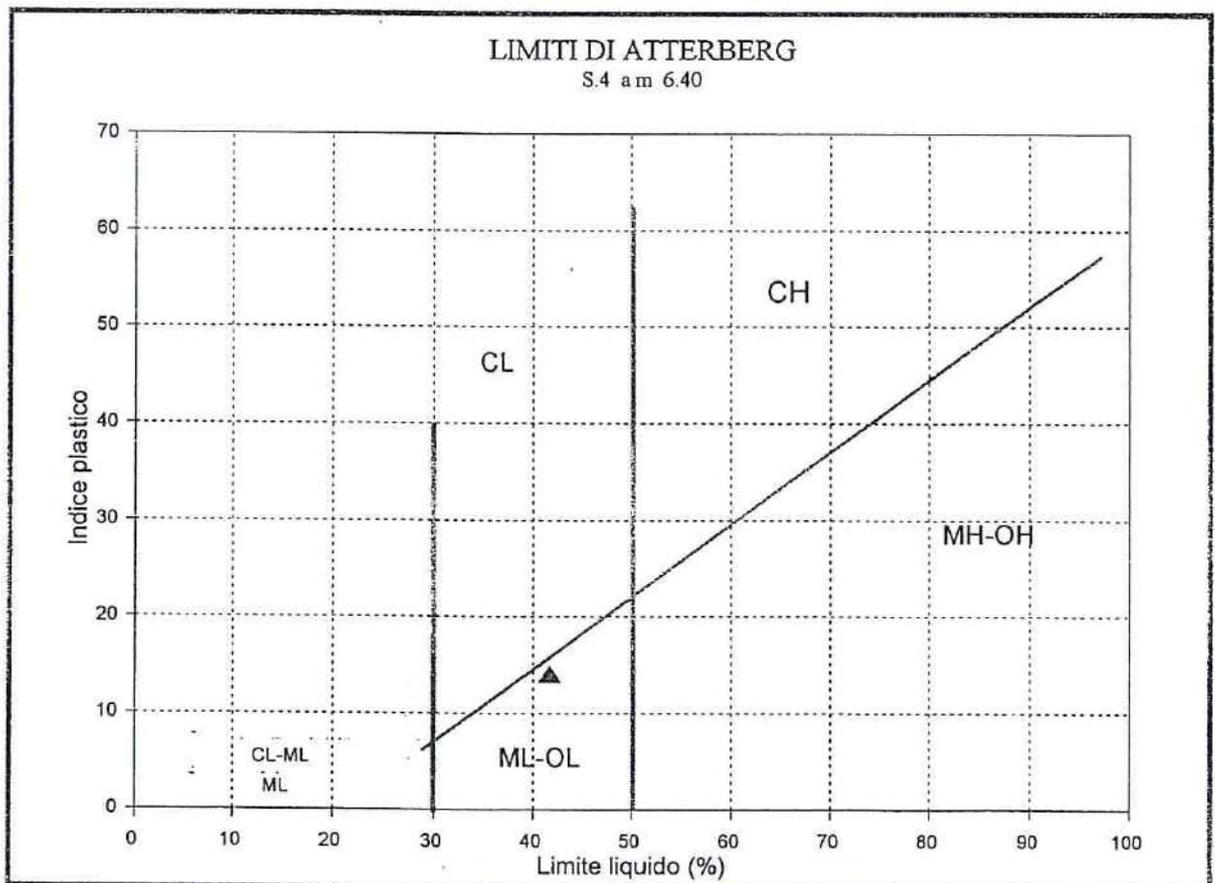
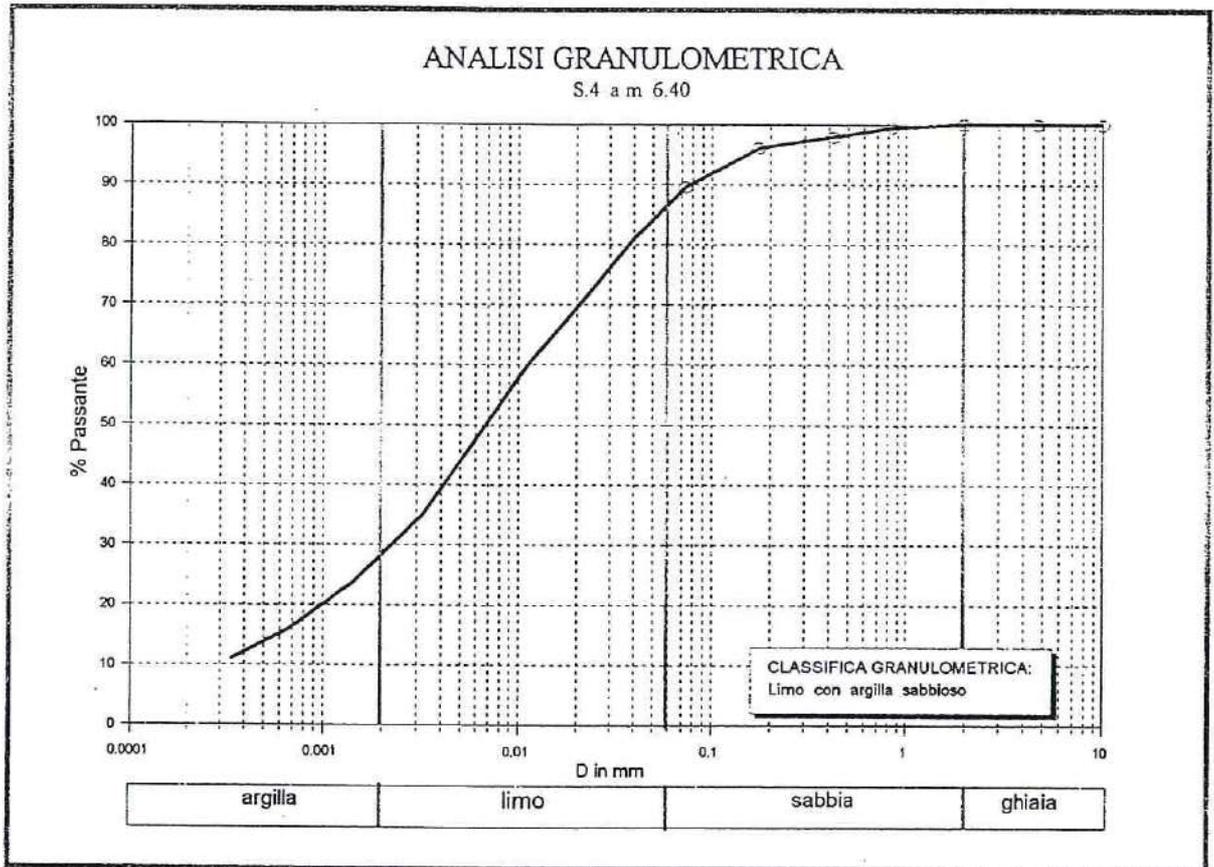
CARATTERISTICHE DI TAGLIO

Resist. al Pocket Penetr. (Kg/cm ²)	Resist. allo scissometro (Kg/cm ²)	Resist. alla compressione ad Espans. Laterale Libera (Kg/cm ²)	Prova di taglio diretto Tipo CD	Prova di compr. Triassiale Tipo UU
			$\Phi' = \circ$	$\Phi_u =$
~ 1.0		0.49	C'(Kg/cm ²) =	c _u (Kg/cm ²) =

CARATTERISTICHE DI COMPRESSIBILITÀ (Modulo E' in Kg/cm²)

0.50 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 4.00	4.00 - 8.00	8.00 - 16.00
49	42	51	77	135

**RIFERIMENTO
INDAGINE IN SITO
RINOMINATA COME
S.4**



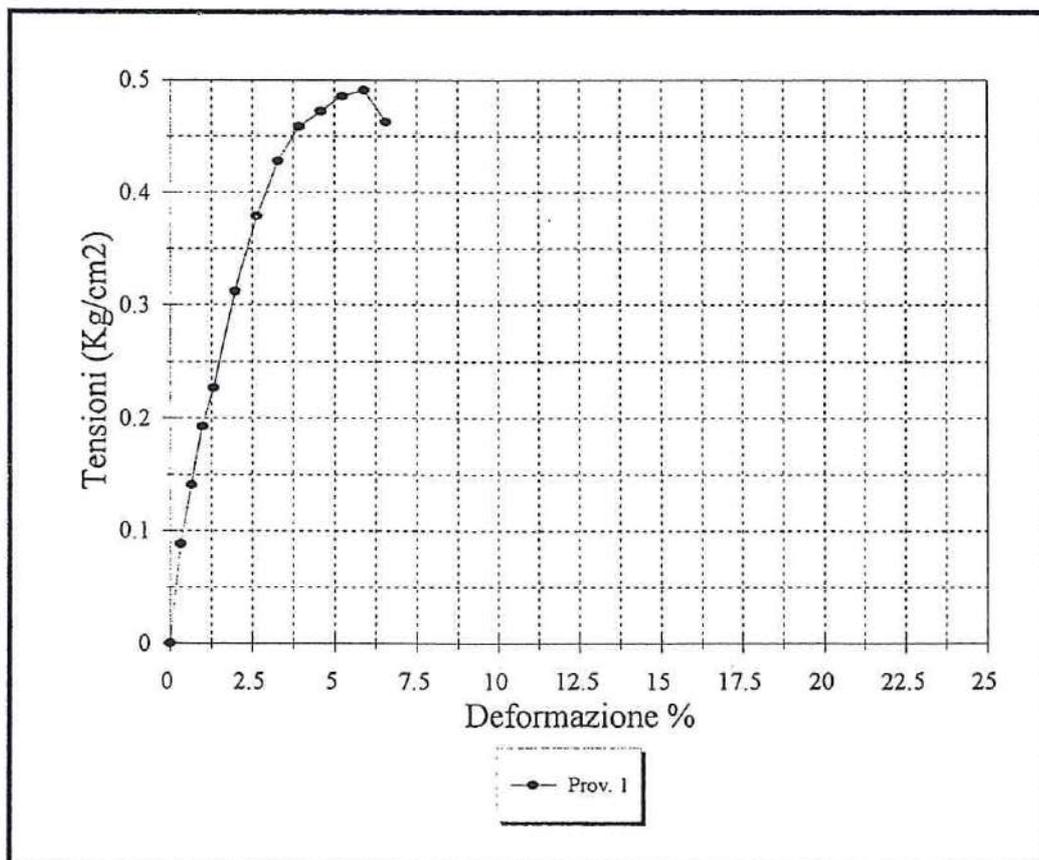
**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.4**

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE
 AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Provenienza del campione: S. 4 da m. 6.40 a m. 7.00
 Stato del campione: Indisturba
 Diametro del provino: 3.81 cm Altezza del provino: 7.62 cm
 Volume: 86.87 cm³ Velocità di deformazione: 0.85 mm/min

Provino n°		1	2	3
Peso di volume	g/cm ³	1.86		
Contenuto d'acqua	%	31.74		
Peso specifico	g/cm ³			
Indice dei pori				
Grado di saturazione	%			
Deformazione a rottura	%	5.25		
Sollecitazione a rottura	Kg/cm ²	0.49		

Note:



**RIFERIMENTO
INDAGINE IN SITO
RINOMINATA COME
S.4**

PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

S. 4 a mt. 6.40

CARATTERISTICHE INIZIALI

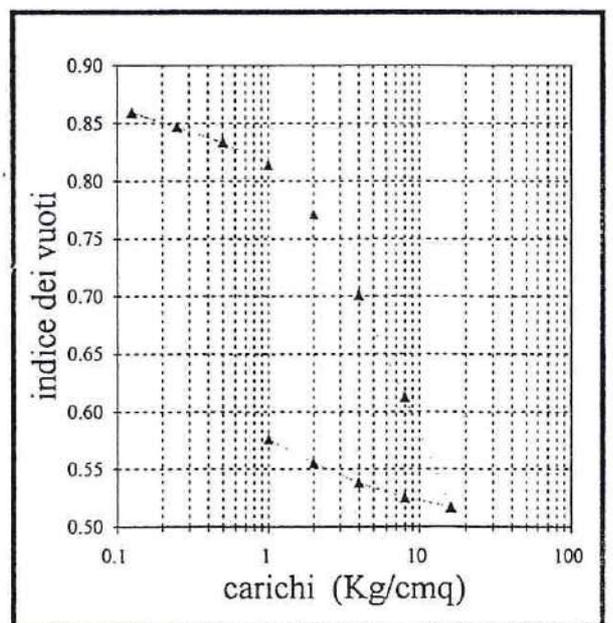
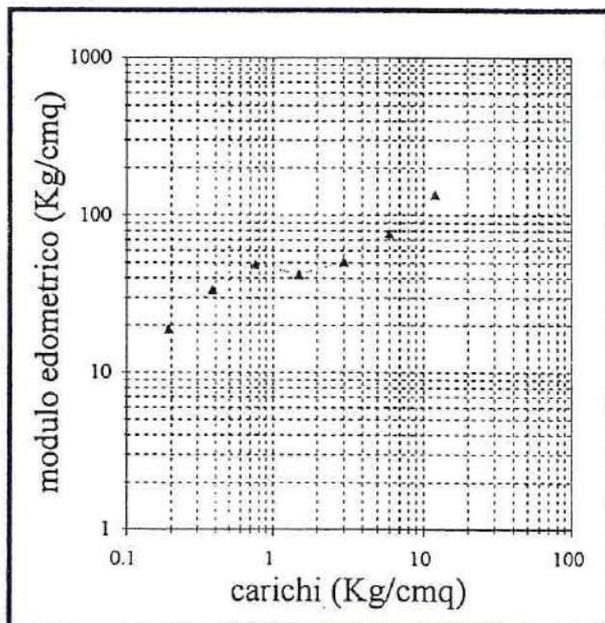
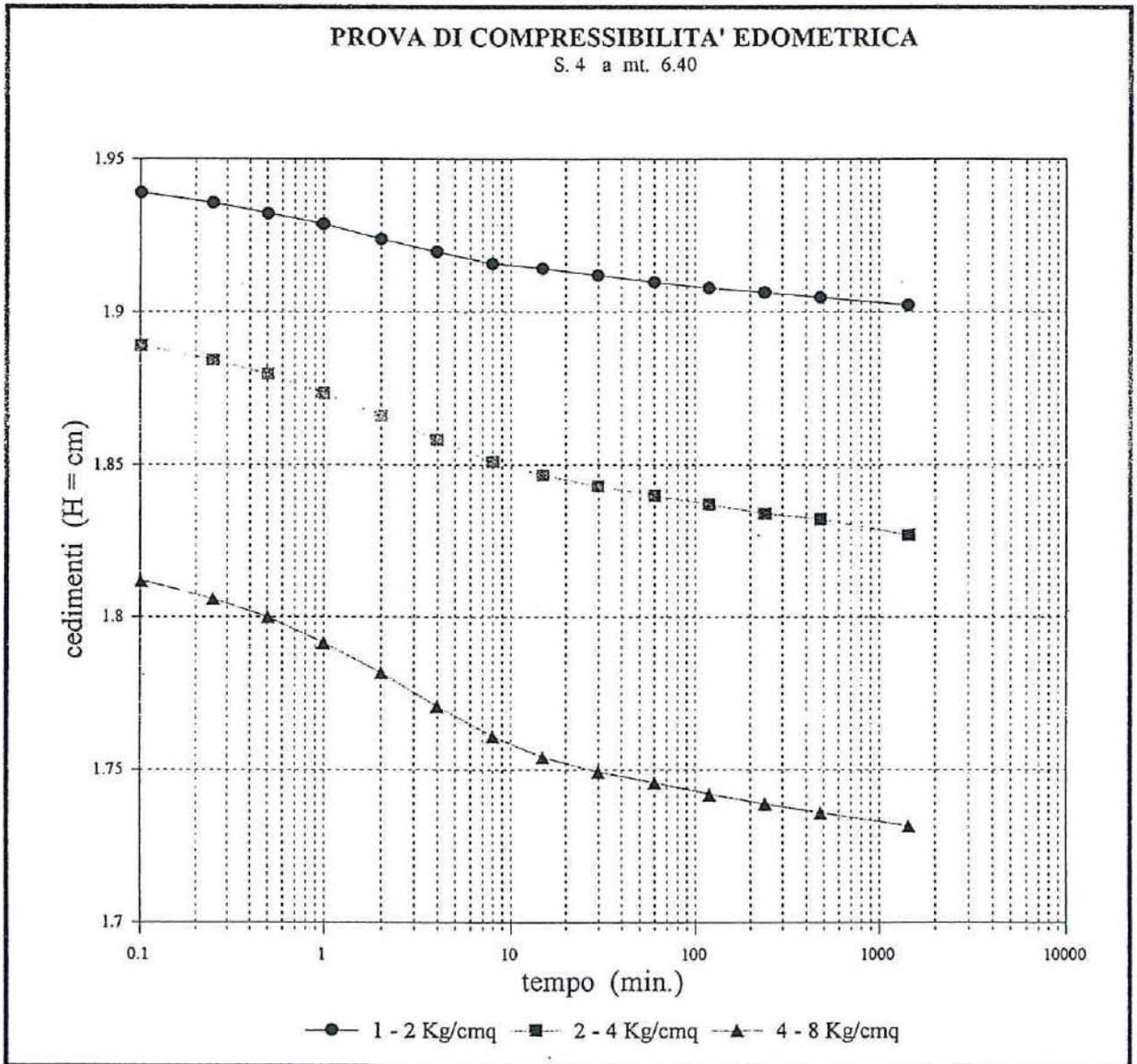
Altezza: 2.00 Area : 20.00 Volume: 40.00 Wn iniz: 31.74
P. umido: 74.98 P/vol. : 1.87 P. secco: 56.92 Ys : 2.65
Altezza solido: 1.07 W finale: 44.78 Sr % : 97.53

VALORI FINALI

Pres_	Variatz.	Altezza	e	mv	E'	Cv	K
sione	altezza	provino	Indice di	Coeffic.	Modulo	Coeffic.	Coeffic.
Kg/cmq	mm	cm	porosità	compress.	compress	consolid.	permeab
				cmq/Kg	Kg/cmq	cm2/s	cm/s
0.00	0.000	2.0000	0.8624				
0.125	0.032	1.9968	0.8594				
0.25	0.164	1.9836	0.8472	5.29E-02	19		
0.50	0.311	1.969	0.833	2.96E-02	34		
1.00	0.513	1.949	0.815	2.05E-02	49		
2.00	0.978	1.902	0.771	2.39E-02	42		
4.00	1.730	1.827	0.701	1.98E-02	51		
8.00	2.683	1.732	0.613	1.30E-02	77	1.30E-03	1.69E-08
16.00	3.710	1.629	0.517	7.41E-03	135	1.16E-03	8.59E-09
8.00	3.622	1.638	0.525				
4.00	3.480	1.652	0.538				
2.00	3.294	1.671	0.556				
1.00	3.072	1.693	0.576				

NOTE:

**RIFERIMENTO
 INDAGINE IN SITO
 RINOMINATA COME
 S.4**

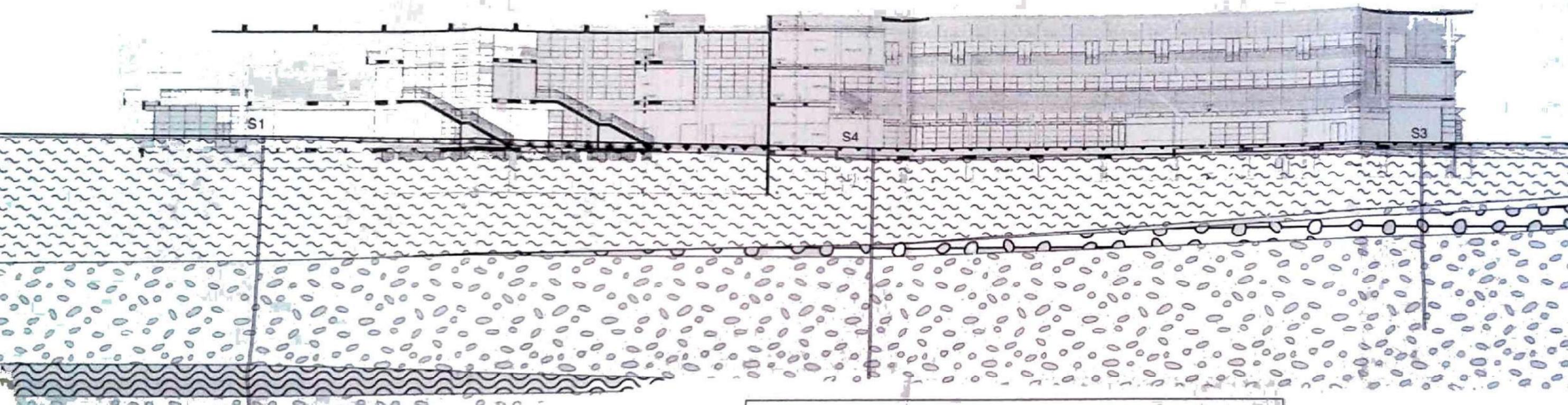




UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA
INSEDIAMENTO DELLA FACOLTA' DI INGEGNERIA
AL LAZZARETTO - BOLOGNA
16 Fase COMPARTO EST DI VIA TERRACINI
DIPARTIMENTI DICASM, DICMA, CIEG E PRESIDENZA
DELLA FACOLTA', AULE E SERVIZI GENERALI

ESTRATTO DELLA RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
DEL 25/10/1999 DEL DR.GEOL. MASSIMO MANTOVANI

Sezione geologica interpretativa X-X'



Legenda

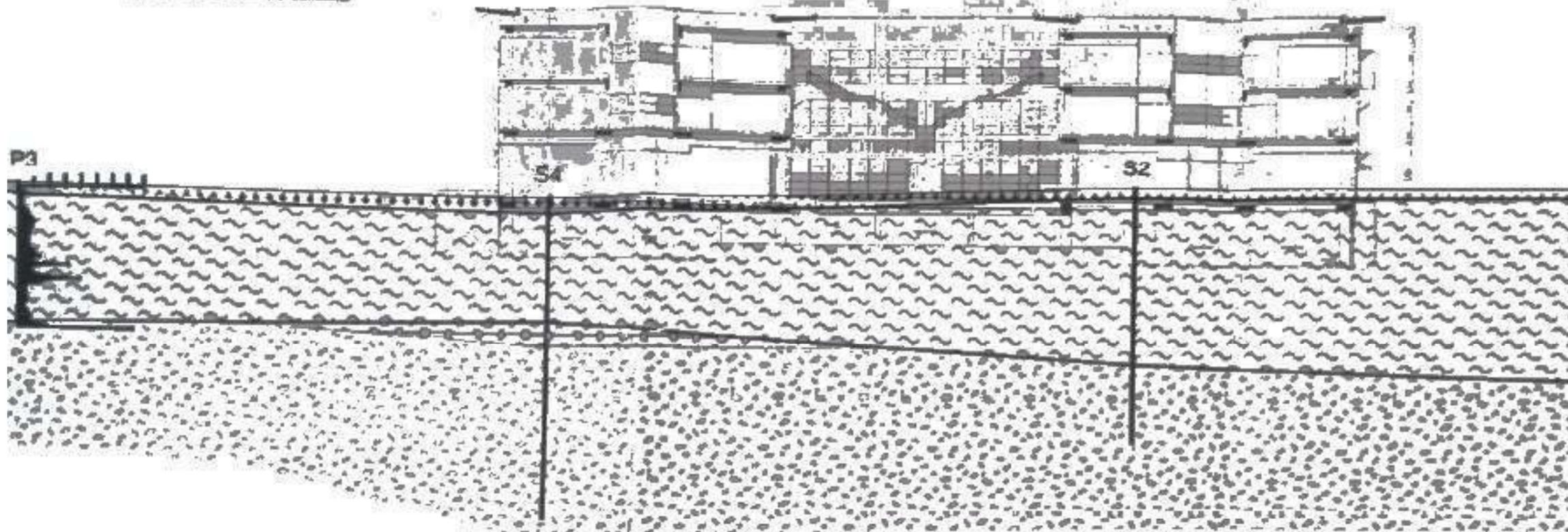
	Terreno vegetale
	Limo argilloso/Argilla limosa. Consistenza variabile.
	Ghiaia in matrice limoso argillosa.
	Ghiaia e sabbia. Molto addensata.
	Limo sabbioso/Limo argilloso. Consistente.

Scala 1:400

ESTRATTO DELLA RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
DEL 25/10/1999 DEL DR.GEOL. MASSIMO MANTOVANI


UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BOLOGNA
INQUADRAMENTO DELLA FACOLTA' DI INGEGNERIA
AL LABORATORIO - BOLOGNA
IN PIAZZA SAN PIETRO EST DI VIA TIRABOSCHI
DEPARTAMENTO DICAM, DICOM, CIRM E PRESIDENZA
DELLA FACOLTA', AULE E SERVIZI GENERALI

Sezione geologica interpretativa Y-Y'



Legenda

-  Terreno vegetale
-  Limo argilloso/Argilla limosa. Consistenza variabile.
-  Ghiaia in matrice limoso argillosa.
-  Ghiaia e sabbia. Molto addensata.


Scala 1:400



MODELLO GEOTECNICO DEL LABORATORIO DI INGEGNERIA MECCANICA - DIN				
INDAGINI DI RIFERIMENTO: CPT11-12-13 S.1-4-5				
PROFONDITÀ	COLONNA STRATIGR.	TIPO LITOLOGICO	PARAMETRI GEOTECNICI	FALDA
3.20m		Argille limose, limi argillosi, da soffici a plastici.	<p>Contenuto naturale d'acqua $W_n = 23.59\%$ Peso di volume umido $\gamma = 2.02\text{g/cm}^3$ Frazione sabbiosa = 8% Frazione limosa = 54% Frazione argillosa = 38% Classifica granulometrica: limo con argilla debolmente sabbioso Limite di liquidità $LL = 56.4\%$ Limite di plasticità $LP = 26.8\%$ Indice plastico $IP = 29.1$ Indice di consistenza >1 Classifica U.S.C.: CH Angolo di attrito interno efficace di progetto $\phi'_{d(M1)} = 24^\circ$ Angolo di attrito interno efficace di progetto $\phi'_{d(M2)} = 19,6^\circ$ Coesione efficace di progetto $c'_{d(M1)} = 0.20\text{kg/cm}^2$ Coesione efficace di progetto $c'_{d(M2)} = 0.14\text{kg/cm}^2$ Peso di volume naturale di progetto: $\gamma_{natd(M1, M2)} = 0.00159\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto: $\gamma_{satd(M1, M2)} = 0.00187\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $cu_{d(M1)} = 0.33\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $cu_{d(M2)} = 0.24\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\phi_{d(M1, M2)} = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 37\text{kg/cm}^2$</p>	
4.80÷10.0m		Sabbie argilloso limose, limi argilloso sabbiosi, da sciolti a mediamente addensati.	<p>Peso di volume naturale di progetto: $\gamma_{natd(M1, M2)} = 0.00165\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd(M1, M2)} = 0.00192\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $cu_{d(M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\phi_{d(M1)} = 25.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\phi_{d(M2)} = 20.6^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 27\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 27\text{kg/cm}^2$</p>	
24.60m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	<p>Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd(M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd(M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $cu_{d(M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\phi_{d(M1)} = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\phi_{d(M2)} = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$</p>	14,7m
28.10m		Argilla e limo grigio azzurrastro scuro, consistente, con spalmature avana Presenti talora clasti sparsi.	<p>Contenuto naturale d'acqua $W_n = 25.19\%$ Peso di volume umido $\gamma = 2.02\text{g/cm}^3$ Peso specifico dei grani $\gamma_s = 2.72\text{g/cm}^3$ Indice dei vuoti $E = 0.685$ Grado di saturazione $S_r = 100\%$ Frazione sabbiosa = 4% Frazione limosa = 47% Frazione argillosa = 49% Classifica granulometrica: argilla e limo Limite di liquidità $LL = 63.9\%$ Limite di plasticità $LP = 32.1\%$ Indice plastico $IP = 31.8$ Indice di consistenza >1 Classifica U.S.C.: MH - OH Coesione non drenata di progetto (da P.P. ed ELL): $cu_{d(M1)} = 1,50\text{kg/cm}^2$ $cu_{d(M2)} = 1,07\text{kg/cm}^2$ Modulo di compressibilità edometrica: $E' = M = 138\text{kg/cm}^2$</p>	
29.00m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	<p>Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd(M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd(M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $cu_{d(M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\phi_{d(M1)} = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\phi_{d(M2)} = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$</p>	

Si sottolinea che le profondità degli strati-depositi potrebbero essere affette da un errore di ± 1 metro a causa di dati altimetrici pressochè nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017.



MODELLO GEOTECNICO DEL LABORATORIO DI INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA LISG - DICAM				
INDAGINI DI RIFERIMENTO: CPT2-4 S.3-5				
PROFONDITÀ	COLONNA STRATIGR.	TIPO LITOLOGICO	PARAMETRI GEOTECNICI	FALDA
5,00÷10,00m		Argille limose, limi argillosi, da soffici a molto consistenti.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00181\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00190\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.40\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.32\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 47\text{kg/cm}^2$	
11,25m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$	
11,95m		Argille limose, consistenti.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00185\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00195\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.715\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.57\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$	
20,00m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$	14,7m

Si sottolinea che le profondità degli strati-depositi potrebbero essere affette da un errore di ± 1 metro a causa di dati altimetrici pressochè nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017.



MODELLO GEOTECNICO DEL LABORATORIO DI INGEGNERIA IDRAULICA LIDR - DICAM						
INDAGINI DI RIFERIMENTO: CPT7-9 SCPTU2 S.3-5						
PROFONDITÀ	COLONNA STRATIGRAFICA		TIPO LITOLOGICO	PARAMETRI GEOTECNICI		FALDA
	CPT7	CPT9		PARAMETRI GEOTECNICI CPT7	PARAMETRI GEOTECNICI CPT9	
4,80÷9,00m			In CPT7 alternanze di limi argilloso sabbiosi e sabbie argilloso limose, sciolte. In CPT9 argille limose, limi argillosi, plastici.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00155\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00185\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 25,2^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 20,6^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 22\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 27\text{kg/cm}^2$	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00185\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00193\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.47\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.38\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 44\text{kg/cm}^2$	14,7m
11,25m			Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$		
11,95m			Argille limose, consistenti.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00185\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00195\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.715\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.57\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$		
20,00m			Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$		

Si sottolinea che le profondità degli strati-depositi potrebbero essere affette da un errore di ± 1 metro a causa di dati altimetrici pressochè nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017.



MODELLO GEOTECNICO DEL LABORATORIO DI GEOINGEGNERIA E RISORSE NATURALI LAGIRN - DICAM				
INDAGINI DI RIFERIMENTO: CPT6-8-9 S.3-5				
PROFONDITÀ	COLONNA STRATIGRAF.	TIPO LITOLOGICO	PARAMETRI GEOTECNICI	FALDA
4,80÷6,40m		Argille limose, limi argillosi, plastici, talora soffici o consistenti.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00183\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00195\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.40\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.29\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 50\text{kg/cm}^2$	
11,25m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$	
11,95m		Argille limose, consistenti.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00185\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00195\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.715\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.57\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$	
20,00m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$	14,7m

Si sottolinea che le profondità degli strati-depositi potrebbero essere affette da un errore di ± 1 metro a causa di dati altimetrici pressochè nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017.



MODELLO GEOTECNICO DEL LABORATORIO DI INGEGNERIA CHIMICA - LABIC - DICAM				
INDAGINI DI RIFERIMENTO: CPT6-10 S.3-5				
PROFONDITÀ	COLONNA STRATIGR.	TIPO LITOLOGICO	PARAMETRI GEOTECNICI	FALDA
5,80÷6,30m		Argille limose, limi argillosi, da soffici a consistenti.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00181\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00190\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.40\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.32\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 46\text{kg/cm}^2$	14,7m
11,25m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$	
11,95m		Argille limose, consistenti.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00185\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00195\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.715\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.57\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$	
20,00m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$	

Si sottolinea che le profondità degli strati-depositi potrebbero essere affette da un errore di ± 1 metro a causa di dati altimetrici pressochè nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017.



MODELLO GEOTECNICO DEL LABORATORIO DI FISICA TECNICA - DIN ED AULE TA11 - TA12

INDAGINI DI RIFERIMENTO: CPT5-6 SCPTU3 S.3

PROFONDITÀ	COLONNA STRATIGR.	TIPO LITOLOGICO	PARAMETRI GEOTECNICI	FALDA
5,00÷6,70m		Argille limose, limi argillosi, da soffici a consistenti.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00181\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00190\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1)} = 0.40\text{kg/cm}^2$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M2)} = 0.32\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1, M2) = 0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 0\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 45\text{kg/cm}^2$	
20,00m		Ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose, da mediamente addensate a molto addensate.	Peso di volume naturale di progetto $\gamma_{natd (M1, M2)} = 0.00210\text{kg/cm}^3$ Peso di volume saturo di progetto $\gamma_{satd (M1, M2)} = 0.00220\text{kg/cm}^3$ Coesione non drenata di progetto $c_{ud (M1, M2)} = 0.00\text{kg/cm}^2$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M1) = 38.0^\circ$ Angolo di attrito interno di progetto $\varphi_d (M2) = 32.0^\circ$ Densità relativa caratteristica $Dr_k = 73\%$ Modulo edometrico caratteristico $M_k = 677\text{kg/cm}^2$	14,7m

Si sottolinea che le profondità degli strati-depositi potrebbero essere affette da un errore di ± 1 metro a causa di dati altimetrici pressochè nulli del piano campagna delle indagini geognostiche pregresse al 2017.