



SOGGETTO ATTUATORE:



PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
come da Protocollo d'Intesa tra la Provincia di Reggio Emilia
e la Provincia di Mantova sottoscritto il 09/03/2020

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE SUL FIUME PO TRA GUASTALLA (RE) E DOSOLO (MN)

CUP: C67H20000290001

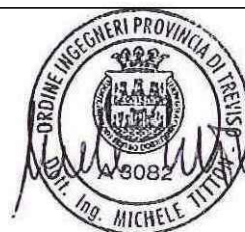
PROGETTO ESECUTIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

CAPOGRUPPO R.T.P.



ITS srl
Corte delle Caneve, 11
31053 Pieve di Soligo (TV)
Tel. 0438 82082 email: info@its-engineering.com



Ing. MICHELE TITTON
Ing. ANDREA DE PIN
Ing. MATTEO TANCON
Ing. MIRKO LORENZON
Ing. ELOISA TORRESINI
Ing. MASSIMO DE NARDI
Geom. FABIO LUCCHETTA

Prof. Ing. PIER GIORGIO MALERBA
Ing. PAOLO GALLI

MANDANTE:

MALERBA INGEGNERIA STRUTTURALE

Prof. Ing. PIER GIORGIO MALERBA
Viale Abruzzi, 17 - 20131 Milano (MI) - Tel. 02 29526561

ELABORATO:

GEOLOGIA RELAZIONE GEOTECNICA

PROGETTISTA:

Ing. MICHELE TITTON

RESP. UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. GIUSEPPE TUMMINO

IL DIRIGENTE:

Ing. VALERIO BUSSEI

CODICE PROGETTO				NOME FILE 2021_022 PE GEO RE 03_A_Rel. geote.		REVISIONE	SCALA								
PROGETTO				STR. FASE		A	-								
2	0	2	1	0	2			2	-	P	E				
				CODICE ELAB											
				G	E	0		R	E		0	3			
A				PRIMA EMISSIONE				ADP		ADP		MT		19.11.2021	
REV.				DESCRIZIONE				REDATTO		VERIFICATO		APPROVATO		DATA	

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI MANTOVA
COMUNE DI DOSOLO

REGIONE EMILIA-ROMAGNA
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
COMUNE DI GUASTALLA

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

*NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI I MESSA IN SICUREZZA DELLE
INFRASTRUTTURE STRADALI PROVINCIALI DI CONNESSIONE INSISTENTI
SUL FIUME PO - PONTE TRA DOSOLO E GUASTALLA AL CONFINE TRA LA
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA E LA PROVINCIA DI MANTOVA*



A handwritten signature in black ink, reading "Nicola Saviane", is written over a blue circular official stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI", "Dott. Geol. Nicola SAVIANE", and "N° 852", with "REGIONE DEL VENETO" at the bottom.

Il tecnico : Dott. Geologo Nicola Saviane



Indice

1	PREMESSA	1
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELLE ATTIVITA'	2
3	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	4
3.1	METODOLOGIA DI CAROTAGGIO.....	4
3.2	RISULTATI DEI CAROTAGGI NEL TERRENO	5
	SONDAGGIO S1:	6
	SONDAGGIO S2:	8
	SONDAGGIO 2 (1995).....	11
4	PROVE S.P.T. NEI FORI DI SONDAGGIO	13
	SONDAGGIO 1 – SPONDA MANTOVANA	13
	SONDAGGIO 2 – SPONDA EMILIANA	14
	SONDAGGIO 2 –1995	15
4.1	STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVE SPT	18
5	PRELIEVO DEI CAMPIONI E ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	25
5.1	RISULTATI ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	25
	CAMPIONI SONDAGGIO 1.....	26
	CAMPIONI SONDAGGIO 2.....	27
	CAMPIONI SONDAGGIO S2 - 1995	28
6	PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO (CPTU).....	32
6.1	STIMA PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE CPTU.....	41
	PROVA CPTU 1 – TRA PILE 1 E 2.....	43
	PROVA CPTU 2 - TRA PILE 17 E 18	43
	PROVA CPTU 3 - TRA PILE 26 E 27	44
	PROVA CPTU 4 – TRA PILE 30 E 31.....	44

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto definitivo di "Messa in sicurezza ponte sul Fiume Po tra Dosolo e Guastalla al confine tra Reggio Emilia e Mantova ", lo scrivente ha ricevuto incarico dalla Provincia di Reggio Emilia ed il gruppo di progettazione ITS Engineering di eseguire una campagna di indagini geognostiche.

Il sito di intervento è ubicato a circa 1.7 km verso nord del centro abitato di Guastalla (RE) ed altrettanti verso sud dall'abitato di Dosolo (MN); e risulta essere un collegamento importante per i cittadini dell'area essendo gli altri ponti sul Po' più vicini si trovano a non meno di 8 km di distanza.

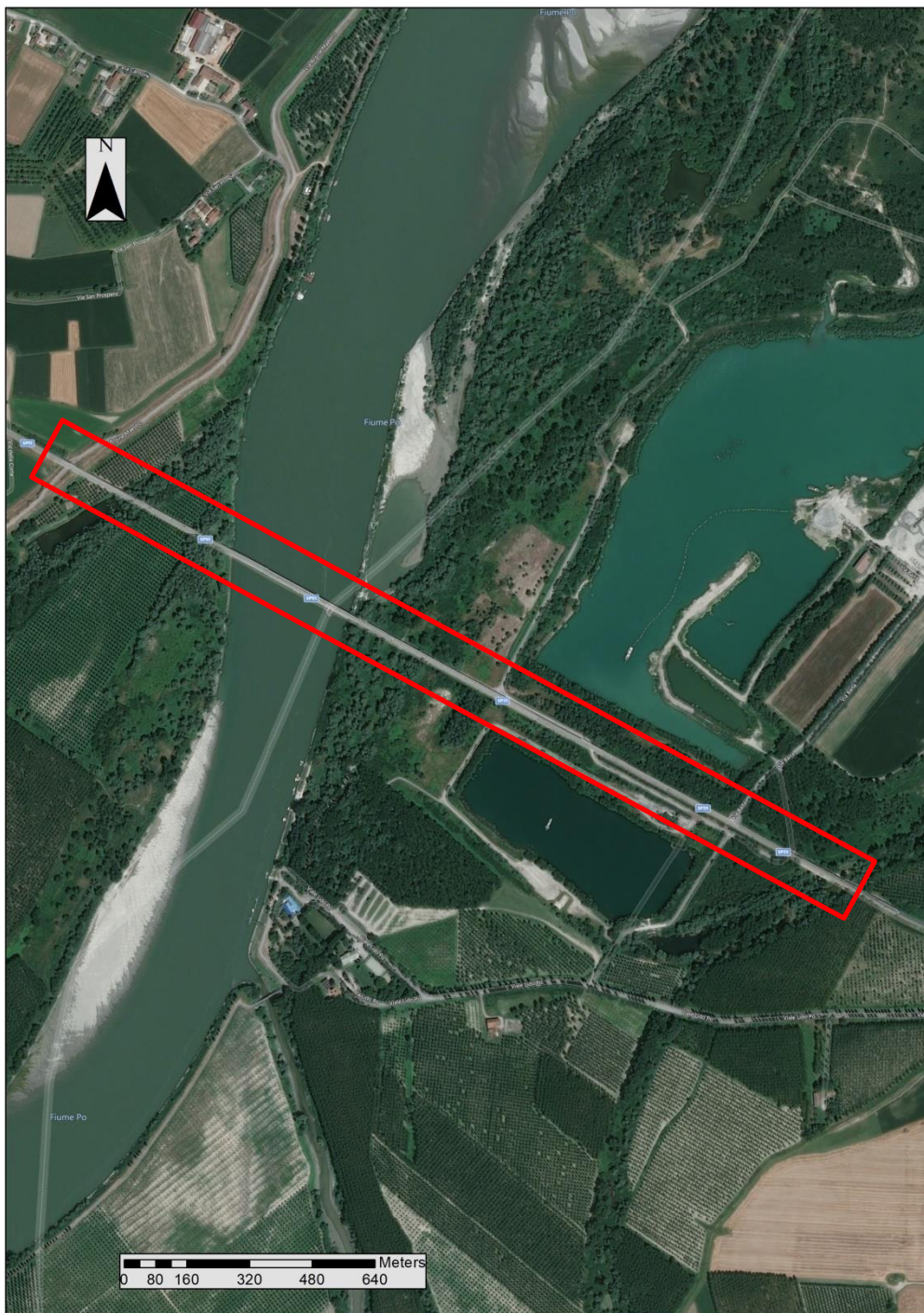


Figura 1. Foto del ponte oggetto d'intervento , ubicato

Le indagini sono state eseguite in conformità a quanto descritto nelle norme:

D.M. 14/01/2008	“Nuove norme tecniche per le costruzioni”
Circ. Min. 02/02/2009, n° 617	“Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”
D.M. 17/01/2018	Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”
AGI, 1977	Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche
AGI, 1990;	Raccomandazione sulle prove geotecniche di laboratorio
Circ. Min. 21/01/2019, n° 7	“Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17 gennaio 2018”
ANISIG:	Modalità tecnologiche per l’esecuzione di indagini geognostiche e l’installazione e la gestione di impianti di monitoraggio;
ASTM (American Society for Testing and Materials)	:Norme relative alla definizione dei materiali e dei metodi di prova.

Tabella 1: normativa di riferimento per l’esecuzione delle indagini geognostiche

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELLE ATTIVITA’

Per la caratterizzazione dal punto di vista geotecnico dell’area oggetto d’indagine, le attività hanno previsto l’esecuzione di n.4 prove penetrometriche statiche con piezocono a 30,00 m di profondità e n.2 perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo a 60,00 m di profondità (ubicazione delle indagini riportata in Figura 2).

Le attività geognostiche e geotecniche previste dal piano di indagine sono di seguito indicate:

- Esecuzione di n. 4 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) con profondità di 30,00 m p.c.;
- Esecuzione di n. 2 sondaggi a carotaggio continuo con profondità di 60,00 m p.c.;
- Esecuzione di n. 80 prove geotecniche in foro di tipo SPT (Standard Penetration Test), lungo le verticali di perforazione (nei sondaggi S1, S2);
- Prelievo di n.4 campioni indisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico.
- Prelievo di n.9 campioni disturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico.
- Analisi di laboratorio geotecnico su 13 campioni (9 rimaneggiati e 4 indisturbati) prelevati nel corso delle perforazioni di sondaggio.

Le attività di campo sono state effettuate dal giorno 25 maggio al 5 giugno 2021. Il report completo delle indagini geognostiche e delle analisi di laboratorio è riportato nella “Relazione sulle Indagini Geognostiche” all’interno del presente progetto. L’ubicazione delle indagini in campo è esposta in **Figura 2**.

Inoltre, si fa riferimento ad un sondaggio eseguito presso la Pila 7 esposto all’interno del documento PONTE SUL FIUME PO FRA GUASTALLA E DOSOLO- ANALISI DELLE CONDIZIONI STATICHE DELLE FONDAZIONI E DELL’IMPALCATO - INDAGINE DIAGNOSTICA PER L’ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI TERRENI DI FONDAZIONE Dott. Ing. PIER PAOLO ROSSI
 Via S. Giovanna, 14 - BERGAMO



Figura 2. Foto aerea con l'ubicazione effettiva delle indagini su base CTR nr. 105010 .

3 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

3.1 METODOLOGIA DI CAROTAGGIO

I sondaggi sono stati eseguiti in conformità alle norme ANISIG e sotto il diretto controllo in cantiere di tecnici e responsabili della ditta incaricata all'esecuzione delle prove.

L'ubicazione dei sondaggi, come riportato nella planimetria allegata, è stata scelta in accordo con le necessità del committente e compatibilmente alle effettive possibilità di accesso ai punti d'indagine.

Si è volute effettuare **nr 2 sondaggi in corrispondenza di:**

- **Sondaggio1 Golena mantovana**
- **Sondaggio 2 : Golena Reggio-emiliana.**

Per l'esecuzione dei sondaggi meccanici è stata impiegata una sonda cingolata Mustang della serie A-65 a funzionamento completamente idraulico.

Caratteristiche tecniche	
Peso sonda Mustang A-65 C (esclusi accessori)	11.000 kg
Testa di rotazione S-850-HI	
Velocità albero di rotazione	20-960 r/min
Coppia max	10.000 Nm
Slitta di avanzamento BMI-37/2	
Corsa utile effettiva	7.500 mm
Trazione/spinta	79 Kn
Velocità di movimentazione testa max	40 cm/sec
Centralina oleodinamica	
Motore diesel ADIM SAME 4 cilindri raffreddato ad aria	Mod. 1054 P
Potenza (in curva NF) a 2.000 r/min	60 kW
Carro cingolato	
Velocità di traslazione	0 – 2,2 km/h
Larghezza cingolatura	400 mm
Pendenza max superabile	80% (39°)
Pressione specifica al suolo	0,5 kg/cm ²

Tabella 2: caratteristiche tecniche sonda utilizzata

L'attrezzatura utilizzata per eseguire la perforazione è:

	Tipo	Diametro (mm)
Carotiere	Semplice	101
		131
Astediperforazione		50
		76
Tubi di rivestimento		127
		152
SPT	Punta conica Campionatore Raymond	
Campionatore	Osterberg	80
	Shelby	

Tabella 3: caratteristiche tecniche attrezzatura di perforazione utilizzata

Il terreno, prelevato senza soluzione di continuità, è stato accuratamente analizzato, catalogato, fotografato e riposto in apposite *cassette catalogatrici per la sua conservazione, di cui si riportano le foto in allegato.*

Nel successivo capitolo si illustrano i risultati nel dettaglio. Si riportano i fogli stratigrafici con la rappresentazione grafica del terreno, redatta con le simbologie comunemente in uso e secondo le raccomandazioni dell'ANISIG. dove sono riportate le descrizioni in dettaglio delle tipologie di terreno incontrate. Su apposite colonne, si trovano i risultati delle altre operazioni effettuate simultaneamente alla perforazione e lettura stratigrafica.



Figura 3: carotatrice Atlas Mustang A 65 T utilizzata per il presente progetto.

3.2 RISULTATI DEI CAROTAGGI NEL TERRENO

I **sondaggi** sono stati eseguiti corrispondenza della pila 5 (S1) e presso la pila 10 (S2).

Entrambi i sondaggi si sono **estesi fino alla profondità di 60.0 m dal p.c. ciascuno.**

Per il sottosuolo indagato, si riscontrano le successioni stratigrafiche delle **Figure 4-5 e 6-7.**

SONDAGGIO S1:

Committente: PROVINCIA DI REGGIO EMILIA	Sondaggio: S1
Cantiere GUASTALLA (RE)	Data: 03/06/2021
Attrezzatura: BERETTA T57	Quota: P.C.
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

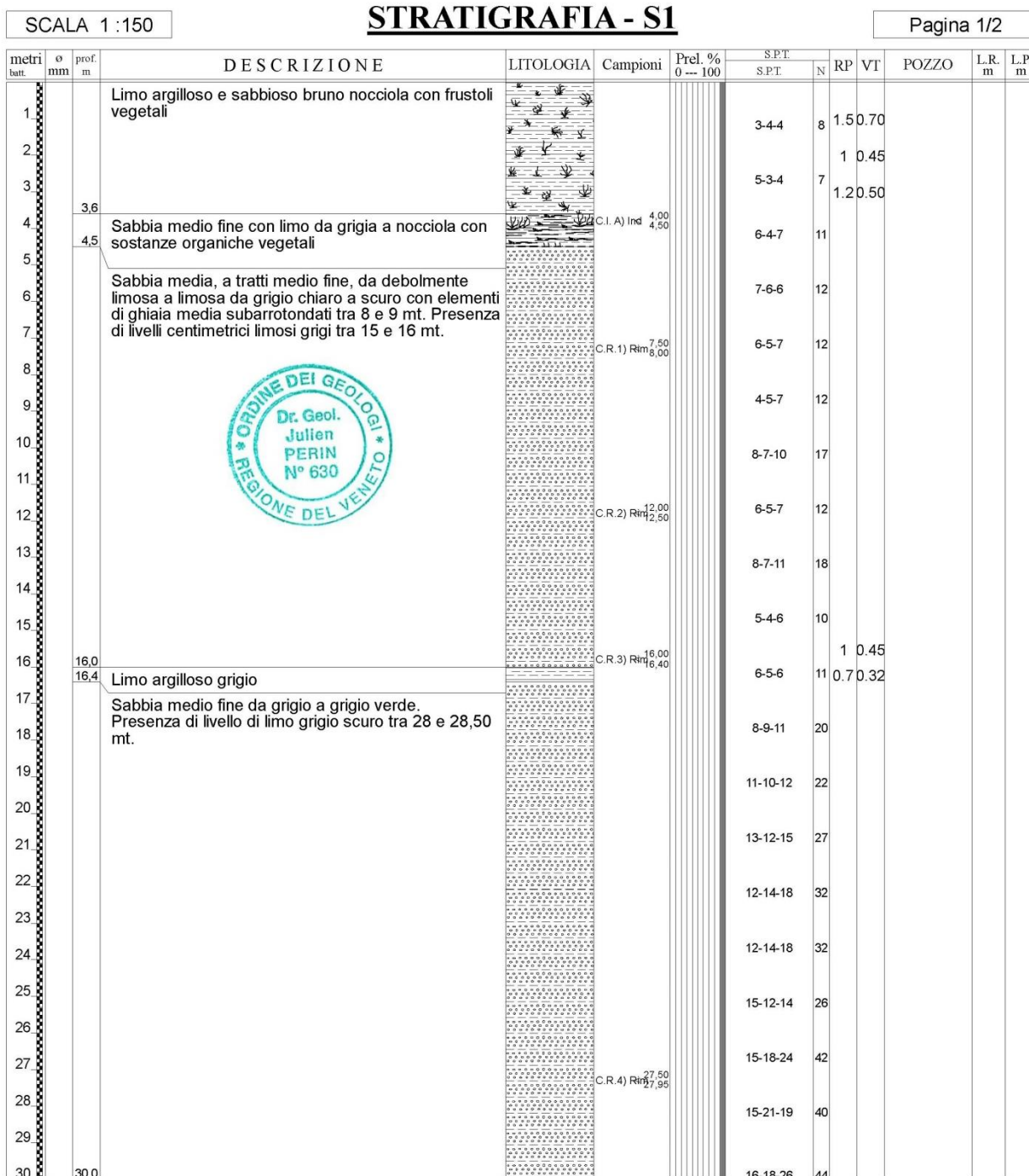


Figura 4: Stratigrafia da sondaggio S1, tra 0.0 e 30.0 m da p.c. Golena di Mantova.

Committente: PROVINCIA DI REGGIO EMILIA	Sondaggio: S1
Cantiere GUASTALLA (RE)	Data: 03/06/2021
Attrezzatura: BERETTA T57	Quota: P.C.
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1:150

STRATIGRAFIA - S1

Pagina 2/2

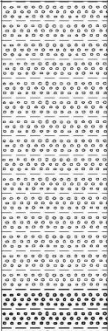

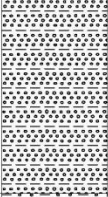
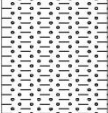
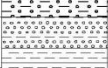










metri batt.	o mm	prof. m	DESCRIZIONE	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.				POZZO	L.R. m	L.P. m
							S.P.T.	N	RP	VT			
31			Sabbia da media a medio fine grigia, con un livello di limo grigio scuro tra 37 e 37,30 mt. Presenza di rari elementi di ghiaia medio fine subarrotondata tra 38 e 40 mt.				18-24-29	53					
32							19-24-31	55					
33							21-26-35	61					
34							19-26-32	58					
35							15-14-19	33					
36							24-27-36	63					
37							24-29-33	62					
38							19-22-26	48					
39							15-19-24	43					
40							21-18-20	38					
41			Sabbia medio fine con limo				7-9-11	20					
42		42,0											
43													
44													
45		45,0	Sabbia media grigia debolmente limosa				6-9-8	17	2.8	>1			
46		45,7											
47		46,3	Limo argilloso debolmente torboso grigio scuro				7-5-6	11	2.7	>1			
48		47,5	Limo torboso marrone						3.2	>1			
49		48,0	Sabbia fine limosa grigia						3.8	>1			
50		48,8											
51		49,9	Limo argilloso grigio scuro				8-6-7	13	1.2	0.55			
52			Sabbia media grigia						1.8	0.60			
53			Limo argilloso torboso grigio scuro				5-5-8	13	1.2	0.50			
54		52,0							1.8	0.65			
55			Limo argilloso grigio				9-12-11	23	2.9	>1			
56		54,0	Limo argilloso grigio con rare concrezioni carbonatiche millimetriche				7-5-6	11	1	0.48			
57		55,0							1	0.45			
58			Limo argilloso grigio scuro				8-7-9	16	1.8	0.85			
59		58,0							1.1	0.55			
60			Sabbia medio fine e noduli limo argillosi				15-14-17	31					
61							19-24-22	46					
62		60,0											

Figura 5: Stratigrafia da sondaggio S1, tra 30.0 e 60.0 m da p.c. Golen di Mantova.

SONDAGGIO S2:

Committente: PROVINCIA DI REGGIO EMILIA	Sondaggio: S2
Cantiere GUASTALLA (RE)- PONTE SUL FIUME PO	Data: 31/05/2021
Attrezzatura: BERETTA T57	Quota: P.C.
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

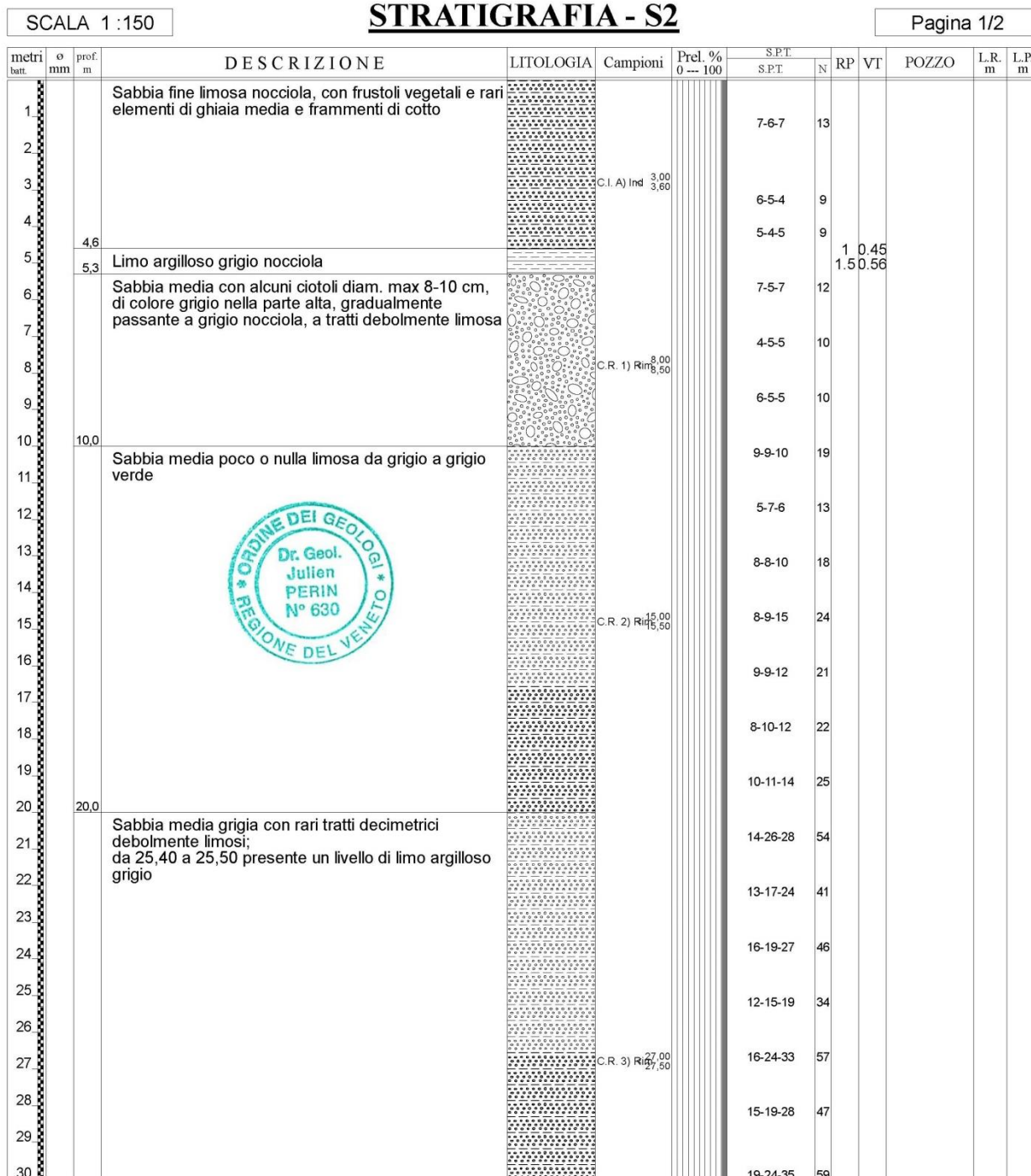


Figura 6: Stratigrafia da sondaggio S2, tra 0.0 e 30.0 m da p.c. Golena di Reggio Emilia.

Committente: PROVINCIA DI REGGIO EMILIA	Sondaggio: S2
Cantiere GUASTALLA (RE)- PONTE SUL FIUME PO	Data: 31/05/2021
Attrezzatura: BERETTA T57	Quota: P.C.
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1:150

STRATIGRAFIA - S2

Pagina 2/2

metri batt.	o mm	prof. m	DESCRIZIONE	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.				POZZO	L.R. m	L.P. m
							S.P.T.	N	RP	VT			
31			Sabbia media grigia con rari tratti decimetrici debolmente limosi; da 25,40 a 25,50 presente un livello di limo argilloso grigio				17-21-29	50					
32							19-25-35	60					
33	33,0		Sabbia media grigia con rari tratti decimetrici debolmente limosi grigio chiaro				20-27-35	62					
34							18-23-29	52					
35							19-22-27	49					
36							12-17-22	39					
37	37,5		Sabbia media grigia con rari elementi di ghiaia medio fine subarrotondata				25-35-39	74					
38							17-22-27	49					
39							12-17-21	38					
40	40,0						27-35-40	75					
40	40,4		Sabbia fine con limo grigia				6-8-12	20	2.2	0.9			
41			Sabbia media e medio fine con limo grigia, a tratti debolmente limosa				7-6-7	13	2.8	>1			
42							4-5-8	13	2.8	>1			
43							7-5-6	11	1.4	0.44			
44	45,0						5-7-6	13	0.60				
45	45,5		Sabbia media con elementi di ghiaia				7-5-6	11	2.2	0.85			
46			Limo argilloso con torba marrone scuro				8-7-9	16	1.0	0.42			
47							9-7-8	15	1.2	0.56			
48	48,3		Limo argilloso grigio con concrezioni carbonatiche millimetriche				16-14-15	29	1.4	0.58			
49							21-18-20	38					
50	50,1		Limo argilloso grigio con veli di torba millimetrici										
51													
52	52,0		Argilla limosa grigio chiaro con livelli e veli sabbiosi										
53													
54	54,0		Limo argilloso grigio consistente										
55	55,0		Limo argilloso grigio poco consistente con livelli di limo e sabbia										
56													
57													
58	58,0		Sabbia medio-fine limosa grigia										
59													
60	101,60,0												

Figura 7: Stratigrafia da sondaggio S2, tra 30.0 e 60.0 m da p.c. Golena di Reggio Emilia.

Si riepilogano nella tabella a seguire i diversi strati di terreno incontrati durante il carotaggio S1:

1-S1	Da 0,00 a 4,50 ml da p.c.	Limo argilloso e sabbioso bruno nocciola con frustoli vegetali
2-S1	Da 4,50 a 16,00 ml da p.c.	Sabbia media, a tratti medio fine, da debolmente limosa a limosa da grigio chiaro a scuro con elementi di ghiaia media subarrotondati tra 8 e 9 mt. Presenza di livelli centimetrici limosi grigi tra 15 e 16 m
3-S1	Da 16,00 a 16,40 ml da p.c.	Limo argilloso grigio
4-S1	Da 16,40 a 46,30 ml da p.c.	Sabbia da media a medio fine grigia, con un livelli di limo grigio scuro tra 28 e 28.50 mt e tra 37 e 37,30 mt. Presenza di rari elementi di ghiaia medio fine subarrotondata tra 38 e 40 mt.
5-S1	Da 46,30 a 58,00 ml da p.c.	Limo argilloso grigio con livelli torbosi
6-S1	Da 58,00 a 60,00 ml da p.c.	Sabbia medio fine

Tabella 4: stratigrafia da Sondaggio S1, presso la sponda mantovana.

Si riepilogano nella tabella a seguire i diversi strati di terreno incontrati durante il carotaggio S2:

1-S2	Da 0,00 a 5,30 ml da p.c.	Limo argilloso grigio nocciola e Sabbia fine limosa nocciola, con frustoli vegetali e rari elementi di ghiaia media e frammenti di cotto.
2-S2	Da 5,50 a 10,00 ml da p.c.	Sabbia media con alcuni ciotoli diam. max 8-10 cm, di colore grigio nella parte alta, gradualmente passante a grigio nocciola, a tratti debolmente limosa.
3-S2	Da 10,00 a 20,00 ml da p.c.	Sabbia media limosa da grigio a grigio verde.
4-S2	Da 20,00 a 45,00 ml da p.c.	Sabbia da media a medio fine grigia, con livelli di limo grigio scuro. Presenza di rari elementi di ghiaia medio fine
5-S2	Da 45,00 a 58,00 ml da p.c.	Limo argilloso grigio con livelli torbosi
6-S2	Da 58,00 a 60,00 ml da p.c.	Sabbia medio fine con limo

Tabella 5: stratigrafia da Sondaggio S2, presso la sponda emiliana.

Riepilogando sinteticamente :

- Limo argilloso fino a circa 5.0 m da p.c.;
- Sabbia media con con livelli limosi e a tratti elementi di ghiaia tra 5,00 e 46,00 m da p.c. ;
- Limo argilloso con torba tra 46,0 e 58,00 m da p.c. ;
- Sabbia limosa tra 58,00 e 60.00 m da p.c.;

SONDAGGIO 2 (1995)

Il sondaggio 2 è stato eseguito nel terreno di fondazione del ponte in corrispondenza del punto indicato in Figura 2. L'asta di perforazione ha incontrato il fondale alla profondità di 19 m dalla quota del piano stradale.

La quota di -19.0 m da p.stradale corrisponde a - 9 m dal p.c. dei Sondaggi 1 e 2 del 2021 (Tabella 4 e 5).

I terreni incontrati durante l'esecuzione del sondaggio sono costituiti da depositi sabbiosi, fino alla profondità di 57.50 m dal piano stradale (-47.50 dal p.c. in zona S1-S2), con locali intercalazioni di terreno limo-sabbioso. A partire dalla profondità di 59,60 m dal piano stradale (-49.60 da p.c. in zona S1-S2) inizia un deposito limo-argilloso, di colore grigio, con caratteristiche uniformi in tutto il tratto indagato (fino alla profondità di 68.00 m dal piano stradale ovvero -58.00 m da p.c in zona S1-S2). In **Figura 8** è riportata la stratigrafia rilevata nel corso della perforazione. Sono stati prelevati all'epoca dei campioni di terreno sabbioso, ed in corrispondenza di cinque punti del deposito sabbioso sono state eseguite, durante la perforazione, prove penetrometriche dinamiche (SPT) alle profondità visibili in Figura 8, rilevando il numero di colpi necessari per tre successivi avanzamenti della punta penetrometrica pari a 15 cm cadauno (NSPT).

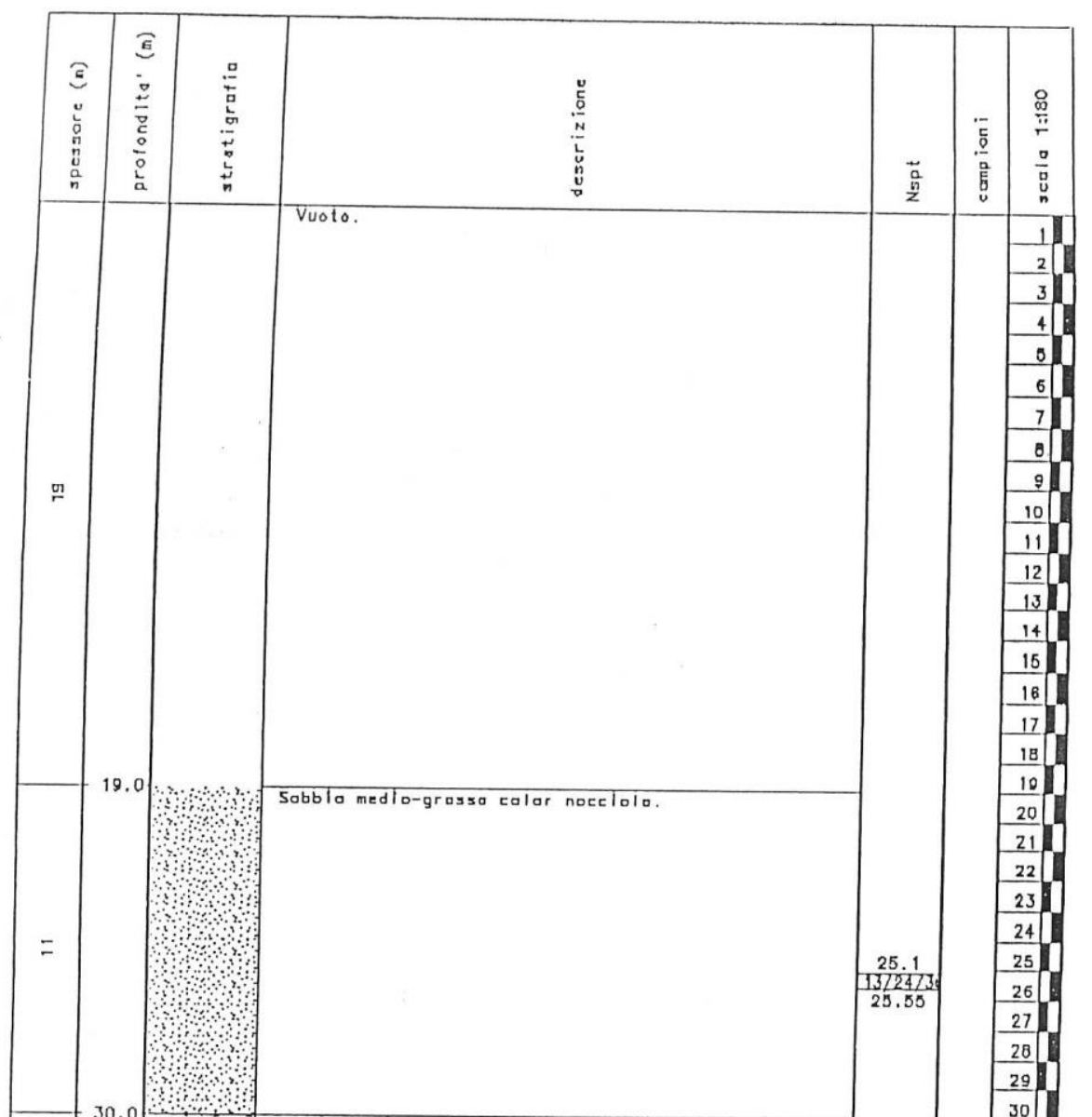
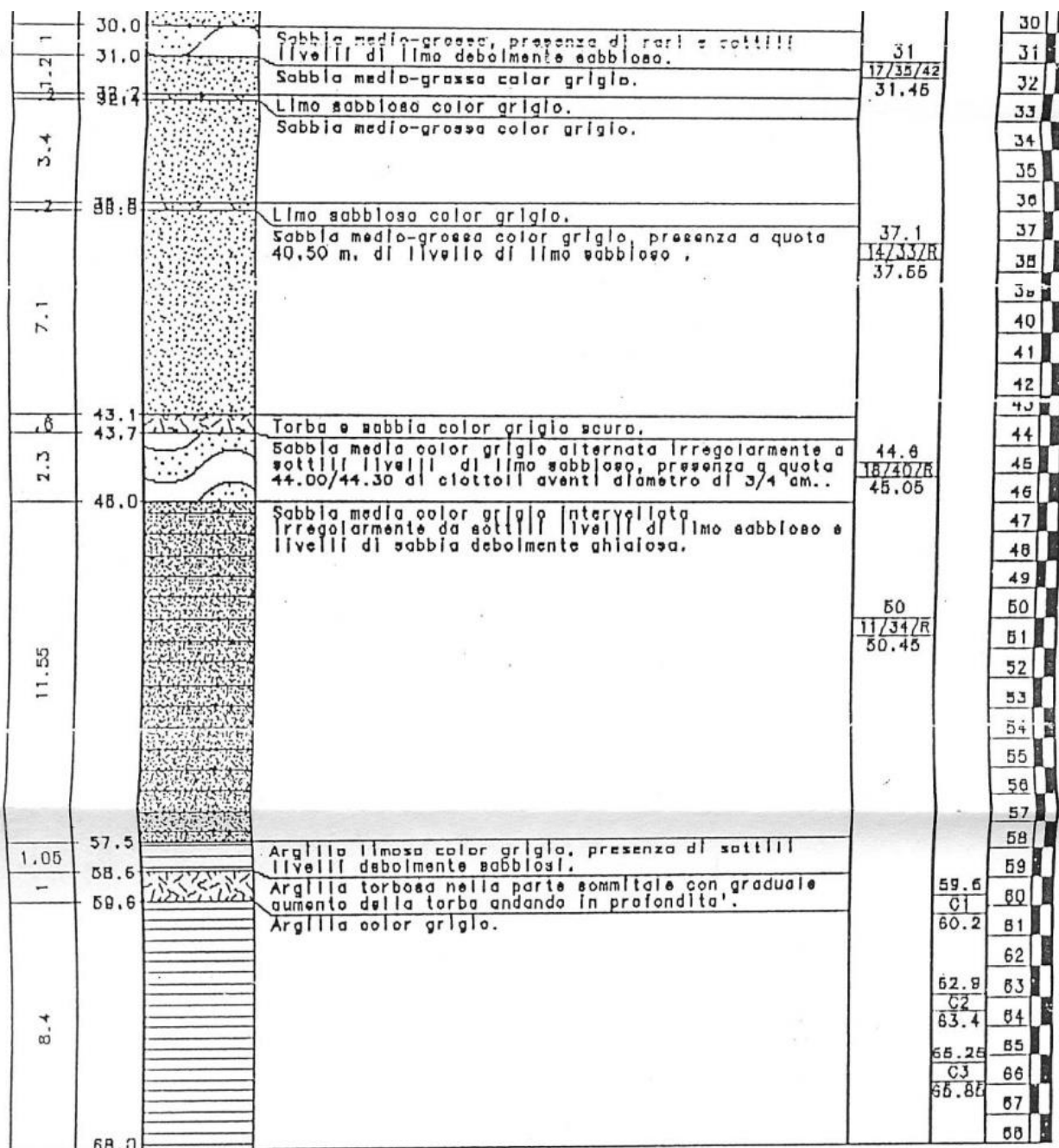



Figura 8: Stratigrafia da sondaggio S2, tra 0.0 e 30.0 m da piano stradale.

RTP: ITS srl (capogruppo), Prof. Ing. Pier Giorgio Malerba



COMMITTENTE: AMM. PROV. DI MANTOVA	SONDAGGIO: 2
CANTIERE: PONTE GUASTALLA/DOSOLO	DATA: OTTOBRE 95
PERFORAZ.: CAROTAGGIO CONTINUO	QUOTA: 0



SO.GE.TEC

SOCIETA' DI GEOLOGIA TECNICA

Sede legale e ricevitori: Via Aldo Moro, 18
 41040 SUISSO (BG) - tel. (025) 808725 - fax 408120

Figura 9: Stratigrafia da sondaggio S2, tra 30.0 e 68.0 m da piano stradale.

4 PROVE S.P.T. NEI FORI DI SONDAGGIO

La prova S.P.T. consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso dal fondo di un foro di sondaggio. La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno.

La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63,5 kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore di dimensioni standardizzate.

Il numero di colpi (NSPT) necessario per una penetrazione del campionatore pari a 300 mm, è il dato assunto come indice della resistenza alla penetrazione.

La prova è stata eseguita nel rispetto degli standard ASTM (D.1586-67 riapprovati nel 1974), all'interno dei fori di sondaggio S1 e S2. Per l'esecuzione della prova, date le caratteristiche del terreno esaminato, è stata utilizzata la punta chiusa.

RISULTATO DELLE S.P.T. ESEGUITE

All'interno dei fori di sondaggio 1-2 sono state eseguite in totale N° 40 prove S.P.T per ciascun sondaggio, ad equidistanza di 1.5 m sulla verticale, Di seguito si riporta la tabella delle prove penetrometriche SPT eseguite.

SONDAGGIO 1 – SPONDA MANTOVANA

Strumento utilizzato PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 03/06/2021

Profondità Prova: 60 m da p.c.

Falda rilevata a -1.50 m dal p.c.

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Si espone a seguire il numero di colpi registrato durante le 40 prove SPT eseguite all'interno del foro di sondaggio 1

Profondita' (m)	Nr. Colpi medio	Profondita' (m)	Nr. Colpi medio	Profondita' (m)	Nr. Colpi medio
1.50	4	22.50	16	43.50	22
3.00	4	24.00	16	45.00	20
4.50	6	25.50	13	46.50	9
6.00	6	27.00	20	48.00	8
7.50	6	28.50	20	49.50	6
9.00	6	30.00	21	51.00	7
10.50	9	31.50	24	52.50	6
12.00	6	33.00	24	54.00	11
13.50	9	34.50	30	55.50	6
15.00	5	36.00	29	57.00	8
16.50	6	37.50	16	58.50	16
18.00	9	39.00	30	60.00	22
19.50	11	40.50	30		
21.00	13	42.00	24		

Tabella 6 numero di colpi rilevato durante l'esecuzione delle 6 prove SPT eseguite all'interno del sondaggio 1

Si è poi ricavato l'Nspt medio in base alla suddivisione in strati dedotta dall'esecuzione del Sondaggio geognostico 1, e l'Nspt corretto per presenza di falda oltre i 1,5 m dal p.c.

SPT SONDAGGIO 1

Nr.	Prof. Strato (m)	Tipo	Descrizione	NPDM	NSPT
1	4.5	Coesivo	argilla debolmente limosa	4.67	5.34
2	14	Incoerente	limo sabbioso	7	7
3	16	Coesivo	argilla e limo	5	10
4	45	Incoerente	sabbia	19.7	19.7
5	58	Coesivo	limo argilloso	7.62	15.24
6	60	Incoerente - coesivo	sabbia e limo	19	19

Tabella 7 numero di colpi medio in base alla stratigrafia di sondaggio 1

SONDAGGIO 2 – SPONDA EMILIANA

Strumento utilizzato PROVE SPT IN FORO

Prova eseguita in data 03/06/2021

Profondità Prova: 60 m da p.c.

Falda rilevata a -1.50 m dal p.c.

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Si espone a seguire il numero di colpi registrato durante le 4 prove SPT eseguite all'interno del foro di sondaggio 1

Profondita' (m)	Nr. Colpi medio	Profondita' (m)	Nr. Colpi medio	Profondita' (m)	Nr. Colpi medio
1.50	7	22.50	20	43.50	20
3.00	5	24.00	25	45.00	32
4.50	5	25.50	18	46.50	10
6.00	6	27.00	22	48.00	7
7.50	5	28.50	29	49.50	7
9.00	6	30.00	25	51.00	6
10.50	9	31.50	22	52.50	6
12.00	6	33.00	29	54.00	6
13.50	9	34.50	32	55.50	8
15.00	11	36.00	28	57.00	8
16.50	10	37.50	25	58.50	16
18.00	11	39.00	20	60.00	21
19.50	12	40.50	35		
21.00	24	42.00	25		

Tabella 8 numero di colpi rilevato durante l'esecuzione delle 6 prove SPT eseguite all'interno del sondaggio 1

Si è poi ricavato l'Nspt medio in base alla suddivisione in strati dedotta dall'esecuzione del Sondaggio geognostico 2, e l'Nspt corretto per presenza di falda oltre i 1,5 m dal p.c.

SPT SONDAGGIO 2

Nr	Prof. Strato (m)	Tipo	Descrizione	NSPT	NSPT corretto
1	5.3	Coesivo	LIMO ARGILLOSO	5.67	6.34
2	10	Incoerente	SABBIA MEDIA	5.67	8.51
3	20	Incoerente	SABBIA LIMOSA	9.71	11.65
4	48	Incoerente	SABBIA	23.58	28.3
5	58	Coesivo	ARGILLA LIMOSA	6.83	8.03
6	60	Incoerente	SABBIA FINE	18.5	20.35

Tabella 9 numero di colpi medio in base alla stratigrafia di sondaggio 2

Riepilogando sinteticamente, i risultati delle S.P.T: nei fori di sondaggio S1 e S2 ,

- i materiali presenti tra le profondità di 0.0 e 5.0 m circa hanno un valore di Nspt basso, tipico di materiali limo-argillosi, mediamente attorno ai 5 Nspt.
- I materiali compresi tra le profondità di 5.0 e 45.0 m dal p.c. circa hanno valore Nspt medio pari a 20 Nspt. La natura di questi terreni è prettamente sabbiosa
- I materiali presenti tra circa 45 m e 58 m da p.c sono di composizione argillosa e presentano valore di Nspt medio pari a 8.
- Tra 58 m da p.c. la quota di fine sondaggi, i materiali presentano nuovamente caratteristiche sabbiose con Nspt medio pari a 20 .

Non si è riscontrata la presenza del bedrock roccioso nei primi 60m dal p.c. .

SONDAGGIO 2 – 1995

Ricordando che il Sondaggio 2 del 1995 raggiunge la quota di -68.0 m dal piano stradale la quale corrisponde corrisponde a – 58 m dal p.c. delle zone golenali dove sono stati eseguiti i Sondaggi 1 e 2 del 2021 (Tabella 4 e 5), i risultati delle prove SPT nel foro di sondaggio 2 eseguito nel 1995 presso la Pila 7 del Ponte in esame sono i seguenti :

PROFONDITA da piano stradale Pila 7	PROFONDITA corrispondente a piano campagna zone golenali Pile 5 e 10	N (SPT)
tra 25.10 a 25.55 m	tra 15.10 a 15.55 m	13/24/30
tra 31.00 a 31.45 m	tra 21.00 a 21.45 m	17/35/42
tra 37.10 a 37.55 m	tra 27.10 a 27.55 m	14/33/R
tra 44.60 a 45.05 m	tra 34.60 a 35.05 m	18/40/R
tra 50.00 a 50.45 m	tra 40.00 a 40.45 m	11/14/R

Tabella 10 numero di colpi medio in base alla stratigrafia di sondaggio 2 (1995)

I terreni sabbiosi presentano caratteristiche di buona consistenza, con Nspt medio pari a circa 20 .

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... SPT (Standard Penetration Test)

Committente: PROVINCE DI MANTOVA E REGGIO EMILIA
 Descrizione: PO SOLO
 Località: PONTE SUL PO'

Scala 1:276

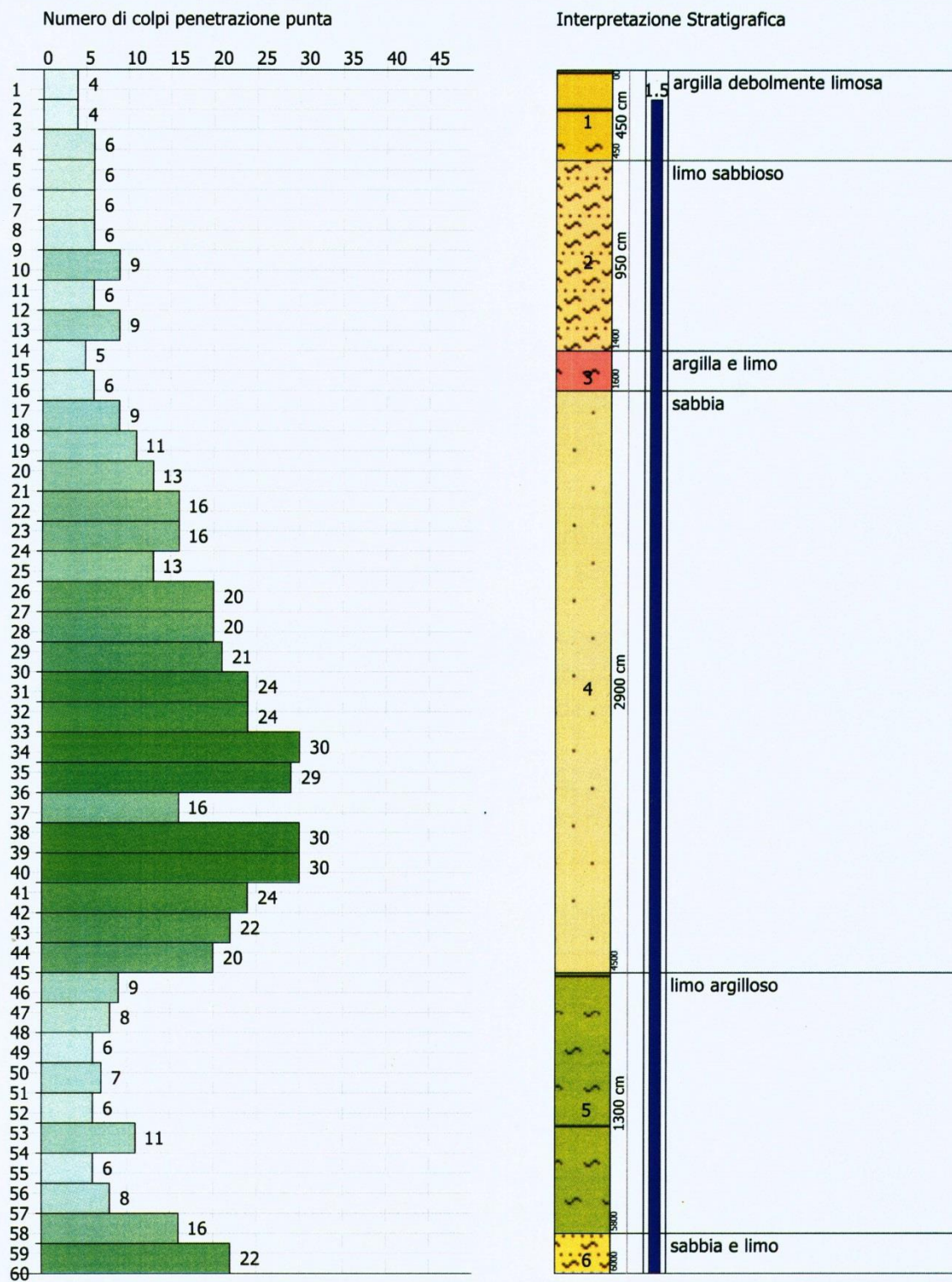


Figura 10: Stratigrafia da prove SPT in sondaggio S1, tra 0.0 e 6.0 m da p.c.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... SPT (Standard Penetration Test)

Committente: **PROVINCE DI MANTOVA E REGGIO EMILIA**
 Descrizione: **GUASTALLA**
 Località: **PONTE SUL PO**

Scala 1:276

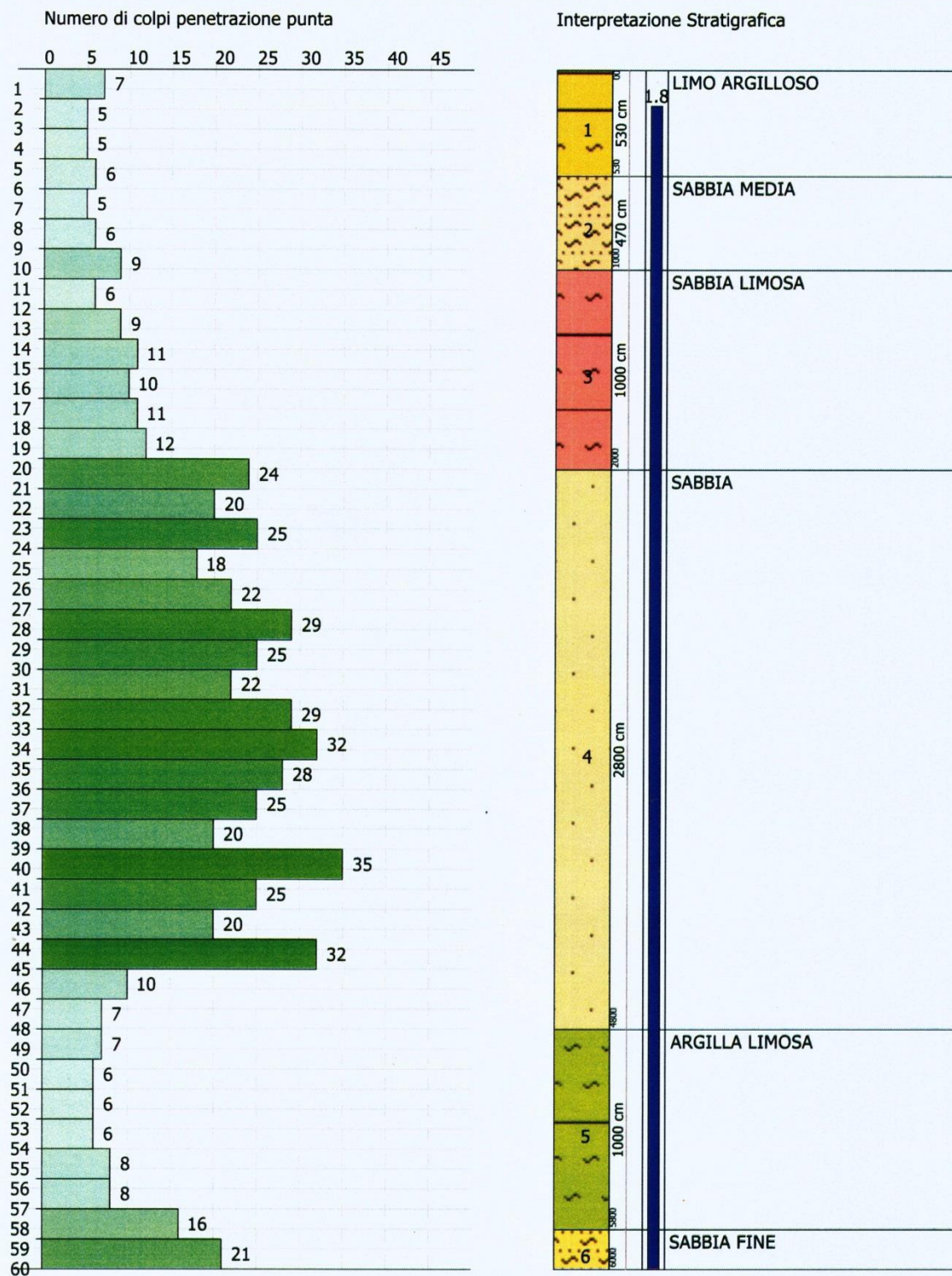


Figura 11: Stratigrafia da prove SPT sondaggio S2, tra 0.0 e 60.0 m da p.c.

4.1 STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVE SPT

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona

SONDAGGIO 1 – SPONDA MANTOVANA (OVEST) – PARAMETRI GEOTECNICI

A seguire i parametri geotecnici caratteristici per gli strati descritti nelle stratigrafie di sondaggio 1 (vedi Figura 10) , ricavati in base ai dati delle Prove SPT eseguite in foro dello stesso.

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Sanglerat	Schmertm ann 1975	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Begeman n	De Beer
[1] - argilla debolmente limosa	9.34	4.50	114.54	89.83	81.30	112.38	112.48	114.54
[3] - argilla e limo	10	16.00	122.58	96.20	86.79	117.68	0.00	122.58
[5] - limo argilloso	15.24	58.00	186.82	147.39	129.35	161.42	0.00	186.82
[6] - sabbia e limo	19	60.00	232.91	184.27	158.77	194.86	0.00	232.91

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - argilla debolmente limosa	9.34	4.50	Robertson (1983)	1.83
[3] - argilla e limo	10	16.00	Robertson (1983)	1.96
[5] - limo argilloso	15.24	58.00	Robertson (1983)	2.99
[6] - sabbia e limo	19	60.00	Robertson (1983)	3.73

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman- Sanglerat
[1] - argilla debolmente limosa	9.34	4.50	4.20	9.52	11.45
[3] - argilla e limo	10	16.00	4.50	10.18	12.26
[5] - limo argilloso	15.24	58.00	6.86	15.42	14.95
[6] - sabbia e limo	19	60.00	8.55	19.18	18.63

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - argilla debolmente limosa	9.34	4.50	8.53	9.16
[3] - argilla e limo	10	16.00	9.28	9.81
[5] - limo argilloso	15.24	58.00	15.19	14.95
[6] - sabbia e limo	19	60.00	19.43	18.63

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla debolmente limosa	9.34	4.50	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] - argilla e limo	10	16.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] - limo argilloso	15.24	58.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[6] - sabbia e limo	19	60.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m ³)
[1] - argilla debolmente limosa	9.34	4.50	Meyerhof	19.12
[3] - argilla e limo	10	16.00	Meyerhof	19.32
[5] - limo argilloso	15.24	58.00	Meyerhof	20.30
[6] - sabbia e limo	19	60.00	Meyerhof	20.59

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)
[1] - argilla debolmente limosa	9.34	4.50	Meyerhof	20.99
[3] - argilla e limo	10	16.00	Meyerhof	21.28
[5] - limo argilloso	15.24	58.00	Meyerhof	22.36
[6] - sabbia e limo	19	60.00	Meyerhof	22.65

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - limo sabbioso	7	14.00	19.02	43.41	44.12	25.97
[4] - sabbia	19.7	45.00	20.7	46.04	50.61	47.08
[6] - sabbia e limo	19	60.00	10.07	34.71	42.37	46.5

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Meyerho f 1956	Sowers (1961)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982	Japanese National Railway	Owasaki & Iwasaki
[2] - limo sabbioso	7	14.00	7	29	29.96	<30	25.25	29.1	26.83
[4] - sabbia	19.7	45.00	17.35	31.96	32.86	30-32	31.13	32.21	33.63
[6] - sabbia e limo	19	60.00	17	31.86	32.76	30-32	30.97	32.1	33.44

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)
[2] - limo sabbioso	7	14.00	7	---	---
[4] - sabbia	19.7	45.00	17.35	29.16	30.41
[6] - sabbia e limo	19	60.00	17	28.86	30.16

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - limo sabbioso	7	14.00	7	4.10	4.87	6.79
[4] - sabbia	19.7	45.00	17.35	6.19	12.08	11.31
[6] - sabbia e limo	19	60.00	17	6.12	11.84	11.16

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - limo sabbioso	7	14.00	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - sabbia	19.7	45.00	17.35	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO
[6] - sabbia e limo	19	60.00	17	Classificazione A.G.I	MODERATAME NTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (KN/m³)
[2] - limo sabbioso	7	14.00	7	Terzaghi-Peck 1948	14.11
[4] - sabbia	19.7	45.00	17.35	Terzaghi-Peck 1948	15.36
[6] - sabbia e limo	19	60.00	17	Terzaghi-Peck 1948	15.32

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (KN/m³)
[2] - limo sabbioso	7	14.00	7	Terzaghi-Peck 1948	18.59
[4] - sabbia	19.7	45.00	17.35	Terzaghi-Peck 1948	19.37
[6] - sabbia e limo	19	60.00	17	Terzaghi-Peck 1948	19.34

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - limo sabbioso	7	14.00	7	(A.G.I.)	0.34
[4] - sabbia	19.7	45.00	17.35	(A.G.I.)	0.32
[6] - sabbia e limo	19	60.00	17	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - limo sabbioso	7	14.00	7	39.70	40.25
[4] - sabbia	19.7	45.00	17.35	93.19	70.09
[6] - sabbia e limo	19	60.00	17	91.42	69.22

SONDAGGIO 2 – SPONDA EMILIANA (EST) – PARAMETRI GEOTECNICI

A seguire i parametri geotecnici caratteristici per gli strati descritti nelle stratigrafie di sondaggio 2 (vedi Figura 11) , ricavati in base ai dati delle Prove SPT eseguite in foro dello stesso.

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Schmertmann 1975	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	De Beer
[1] - LIMO ARGILLOSO	11.34	5.30	75.02	139.06	109.34	97.87	128.57	139.06
[5] - ARGILLA LIMOSA	15.03	58.00	99.54	184.27	145.33	127.68	159.55	184.27

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - LIMO ARGILLOSO	11.34	5.30	Robertson (1983)	2.22
[5] - ARGILLA LIMOSA	15.03	58.00	Robertson (1983)	2.95

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - LIMO ARGILLOSO	11.34	5.30	11.52	11.12
[5] - ARGILLA LIMOSA	15.03	58.00	15.21	14.74

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - LIMO ARGILLOSO	11.34	5.30	10.79	11.12
[5] - ARGILLA LIMOSA	15.03	58.00	14.95	14.74

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - LIMO ARGILLOSO	11.34	5.30	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] - ARGILLA LIMOSA	15.03	58.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m³)
[1] - LIMO ARGILLOSO	11.34	5.30	Meyerhof	19.61
[5] - ARGILLA LIMOSA	15.03	58.00	Meyerhof	20.30

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)
[1] - LIMO ARGILLOSO	11.34	5.30	Meyerhof	21.57
[5] - ARGILLA LIMOSA	15.03	58.00	Meyerhof	22.36

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	50.43	50.91	29.6
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	48.94	50.26	36.52
[4] - SABBIA	28.3	48.00	49.56	54.93	53.6
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	35.7	43.39	47.62

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenz a falda	Meyerh of 1956	Sowers (1961)	Meyerh of (1965)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982	Japanes e National Railway	Owasak i & Iwasaki
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	8.51	29.43	30.38	33.09	<30	26.3	29.55	28.05
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	11.65	30.33	31.26	34.29	<30	28.22	30.49	30.26
[4] - SABBIA	28.3	48.00	21.65	33.19	34.06	37.55	30-32	33.02	33.49	35.81
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	17.675	32.05	32.95	36.35	30-32	31.28	32.3	33.8

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Schultze- Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	8.51	9.92	---	---
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	11.65	13.55	26.22	13.07
[4] - SABBIA	28.3	48.00	21.65	25.12	33.58	17.97
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	17.675	20.52	30.65	16.02

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	8.51	5.93	7.45
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	11.65	8.11	8.82
[4] - SABBIA	28.3	48.00	21.65	15.07	13.20
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	17.675	12.31	11.46

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	8.51	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	11.65	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[4] - SABBIA	28.3	48.00	21.65	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	17.675	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' di Volume (KN/m³)
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	8.51	Terzaghi-Peck 1948	14.30
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	11.65	Terzaghi-Peck 1948	14.69
[4] - SABBIA	28.3	48.00	21.65	Terzaghi-Peck 1948	15.83
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	17.675	Terzaghi-Peck 1948	15.39

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità' Volume Saturo (KN/m³)
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	8.51	Terzaghi-Peck 1948	18.71
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	11.65	Terzaghi-Peck 1948	18.95
[4] - SABBIA	28.3	48.00	21.65	Terzaghi-Peck 1948	19.65
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	17.675	Terzaghi-Peck 1948	19.39

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	8.51	(A.G.I.)	0.34
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	11.65	(A.G.I.)	0.33
[4] - SABBIA	28.3	48.00	21.65	(A.G.I.)	0.31
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	17.675	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Imai & Tonouchi (1982)
[2] - SABBIA MEDIA	8.51	10.00	8.51	47.71	45.35
[3] - SABBIA LIMOSA	11.65	20.00	11.65	64.09	54.95
[4] - SABBIA	28.3	48.00	21.65	114.75	80.24
[6] - SABBIA FINE	20.35	60.00	17.675	94.83	70.89

5 PRELIEVO DEI CAMPIONI E ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione delle perforazioni sono stati prelevati nr 4 campioni indisturbati e nr 9 campioni rimaneggiati di terreno.

I campioni indisturbati sono stati prelevati con campionatore a pareti sottili aperto (Shelby), mentre i campioni rimaneggiati sono stati prelevati direttamente con campionatore semplice e riposti immediatamente in sacchetti in polietilene sigillati ermeticamente e contrassegnati.

La serie di campioni così prelevati sono stati catalogati e poi sottoposti ad analisi .

Le prove di laboratorio, al fine di determinare i parametri di resistenza del terreno, sono consistite in:

- classificazione geotecnica visiva;
- misure della massa di volume e del contenuto d'acqua;
- analisi granulometriche complete (setacciature e aerometrie) in corrispondenza di terreni con presenza di fini
- (passante 200>30%), altrimenti in analisi per sola setacciatura;
- limiti di consistenza di Atterberg; (solo campioni insidisturbati)
- prove di consolidazione edometrica; (solo campioni insidisturbati)
- prove di compressione triassiale. (solo campioni insidisturbati)

Le prove sono eseguite secondo le normative vigenti dal laboratorio terre autorizzato per il Settore "A" dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto 0000011 del 13/02/2017 secondo l'art. 59 del DPR n. 380/2001 circolare 7618 STC 2010

5.1 RISULTATI ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Si riassumono a seguire i parametri geotecnici ottenuti dalle prove di laboratorio sopradescritte, per i terreni incoerenti (Tabelle 11 e 13) e coesivi (Tabelle 12 e 14). Vedi Figure 15 e 16 per stratigrafie punti di prelievo sulla verticale di sondaggio.

CAMPIONI SONDAGGIO 1

Denominazione	Profondità (m dal p.c.)	Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice di Plasticità (%)	Umidità naturale	Massa volumica reale (g/cm ³)	Massa volumica con APPARENTE (g/cm ³)	%ghiaia	%sabbia	%limo	%argilla
S1-CR-1	-7.50				27.7 %	2.63	2.60	5	75	10	10
S1-CR-2	-12.00				20.2 %	2.63	2.60	0	70	15	15
S1-CR-3 (coesivo)	-16.00	33.7	20.8	12.9	23.6 %	2.70	2.68	0	10	40	50
S1-CR-4	-27.50				19.7 %	2.69	2.66	0	97	4	3
S1-CR-5	-40.00				9.5 %	2.61	2.59	8	85	4	3

Tabella 11: parametri geotecnici per i terreni incoerenti del sottosuolo oggetto d'indagine in corrispondenza del Sondaggio S1.

Denominazione	Profondità di prelievo	Umidità naturale	Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice di Plasticità (%)	Pocket Penetrometer (daN/cm ²)	Massa volumica reale (g/cm ³)	Massa volumica con umidità naturale (g/cm ³)	H cedimenti edometrici (mm)	Ed Modulo edometrico (daN/cm ²)
S1 CI-A	(prof. -4.0 m da p.c.)	33.2 %	45.9	26.0	19.9	1.2	2.671	1.946	1.585	244.85
Coesione (daN/cm ²)	K permeabilità (cm/sec)	Torvane Test (daN/cm ²)	Coefficiente di consolidazione (cm ² /sec)	ε deformazione verticale (%)	Indice dei vuoti Indice dei vuoti e	Angolo d'attrito (°)	%ghiaia	%sabbia	%limo	%argilla
0.08	2.76 * 10 ⁻⁹	0.55	6.76 * 10 ⁻⁴	7.92%	0.60	26	0	25	32.5	32.5
Denominazione	Profondità di prelievo	Umidità naturale	Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice di Plasticità (%)	Pocket Penetrometer (daN/cm ²)	Massa volumica reale (g/cm ³)	Massa volumica con umidità naturale (g/cm ³)	H cedimenti edometrici (mm)	Ed Modulo edometrico (daN/cm ²)
S1 CI-B	(prof. -50.0 m da p.c.)	28.6 %	39.8	20.1	19.7	1.8	2.667	1.933	2.712	215.89
Coesione (daN/cm ²)	K permeabilità (cm/sec)	Torvane Test (daN/cm ²)	Coefficiente di consolidazione (cm ² /sec)	ε deformazione verticale (%)	Indice dei vuoti Indice dei vuoti e	Angolo d'attrito (°)	%ghiaia	%sabbia	%limo	%argilla
0.31	4.5 * 10 ⁻¹⁰	0.85	9.73 * 10 ⁻⁵	13.62%	0.41	27	0	2	45	48

Tabella 12: parametri geotecnici per i terreni coesivi del sottosuolo oggetto d'indagine in corrispondenza del Sondaggio S1.

CAMPIONI SONDAGGIO 2

Denominazione	Profondità (m dal p.c.)	Umidità naturale	Massa volumica reale (g/cm ³)	Massa volumica con APPARENTE (g/cm ³)	%ghiaia	%sabbia	%limo	%argilla
S2-CR-1	-8.50	21.4 %	2.69	2.66	2	76	11	11
S2-CR-2	-15.00	18.5 %	2.59	2.56	0	87	7	6
S2-CR-3	-27.00	23.1 %	2.67	2.64	2	84	7	7
S2-CR-4	-40.50	11.8 %	2.67	2.64	2	73	15	15

Tabella 13: parametri geotecnici per i terreni incoerenti del sottosuolo oggetto d'indagine in corrispondenza del Sondaggio S2

Denominazione	Profondità di prelievo	Umidità naturale	Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice di Plasticità (%)	Pocket Penetrometer (daN/cm ²)	Massa volumica reale (g/cm ³)	Massa volumica con umidità naturale (g/cm ³)	H cedimenti edometrici (mm)	Ed Modulo edometrico (daN/cm ²)
<u>S2 CI-A</u>	(prof. -3.0 m da p.c.)	31.6 %	31.1	19.3	11.8	1.1	2.692	2.015	2.03	261.05
Coesione (daN/cm ²)	K permeabilità (cm/sec)	Torvane Test (daN/cm ²)	Coefficiente di consolidazione (cm ² /sec)	ε deformazione verticale (%)	Indice dei vuoti Indice dei vuoti e	Angolo d'attrito (°)	%ghiaia	%sabbia	%limo	%argilla
0.11	3.50 * 10 ⁻⁹	0.50	9.13 * 10 ⁻⁴	10.17%	0.58	29	0	25	32.5	32.5
Denominazione	Profondità di prelievo	Umidità naturale	Limite di liquidità (%)	Limite di plasticità (%)	Indice di Plasticità (%)	Pocket Penetrometer (daN/cm ²)	Massa volumica reale (g/cm ³)	Massa volumica con umidità naturale (g/cm ³)	H cedimenti edometrici (mm)	Ed Modulo edometrico (daN/cm ²)
<u>S2 CI-B</u>	(prof. -49.5 m da p.c.)	34.5 %	41.1	19.3	21.7	2.0	2.660	2.151	2.136	292.40
Coesione (daN/cm ²)	K permeabilità (cm/sec)	Torvane Test (daN/cm ²)	Coefficiente di consolidazione (cm ² /sec)	ε deformazione verticale (%)	Indice dei vuoti Indice dei vuoti e	Angolo d'attrito (°)	%ghiaia	%sabbia	%limo	%argilla
0.20	1.1 * 10 ⁻⁹	0.85	3.16 * 10 ⁻⁴	10.68%	0.47	26	0	2	65	33

Tabella 14: parametri geotecnici per i terreni coesivi del sottosuolo oggetto d'indagine in corrispondenza del Sondaggio S2.

SI RIPORTANO IN "RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE" I REPORTS COMPLETI DELLE PROVE DI LABORATORIO.

CAMPIONI SONDAGGIO S2 - 1995

Nel corso del progetto “PONTE SUL FIUME PO FRA GUASTALLA E DOSOLO- ANALISI DELLE CONDIZIONI STATICHE DELLE FONDAZIONI E DELL'IMPALCATO - INDAGINE DIAGNOSTICA PER L'ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI TERRENI DI FONDAZIONE Dott. Ing. PIER PAOLO ROSSI Via S. Giovanni, 14 – BERGAMO” risalente al 1995, si è eseguito nr. 1 carotaggio nel terreno in corrispondenza della Pila nr. 7 , ovvero circa al centro del letto Fluviale del Fiume Po', a partire dalla quota sommitale del piano viario dle Ponte in esame.

Nei depositi sabbiosi riscontrati (vedi Figure 8 – 9) , sono stati prelevati n. 3 campioni rimaneggiati, tramite campionatore Raymond a scarpa aperta, in occasione delle prove SPT. Le profondità dei campioni nei documenti originali sono riferite al piano stradale in corrispondenza della Pila 7. A seguire si farà riferimento alle quote di campionamento ricondotte alle profondità del piano campagna dei Sondaggi S1 e S2, il quale si trova a circa 10 metri rispetto al piano stradale.

S2C1 da 15.10 a 15.55 m

S2C2 da 27.10 a 27.55 m

S2C3 da 40.00 a 40.45 m

Nello strato di terreno limo- argilloso presente tra le quote di 46 e 58 m da p.c. circa (vedi Figure 8 – 9), sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati con campionatore a parete sottile SHELBY alle seguenti profondità:

C.I.1 da 49.60 a 50.20 m

C.I.2 da 52.90 a 53.40 m

C.I.3 da 55.25 a 55.85 m

Campioni di sabbia

I 3 campioni rimaneggiati di sabbia, prelevati nel corso della perforazione, sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio per la determinazione della curva granulometrica. In Figg. 15, 16 e 17 sono riportate le curve granulometriche relative ai tre campioni. Si può osservare che le curve granulometriche rilevate sui tre campioni prelevati a tre quote diverse sono molti simili fra loro.

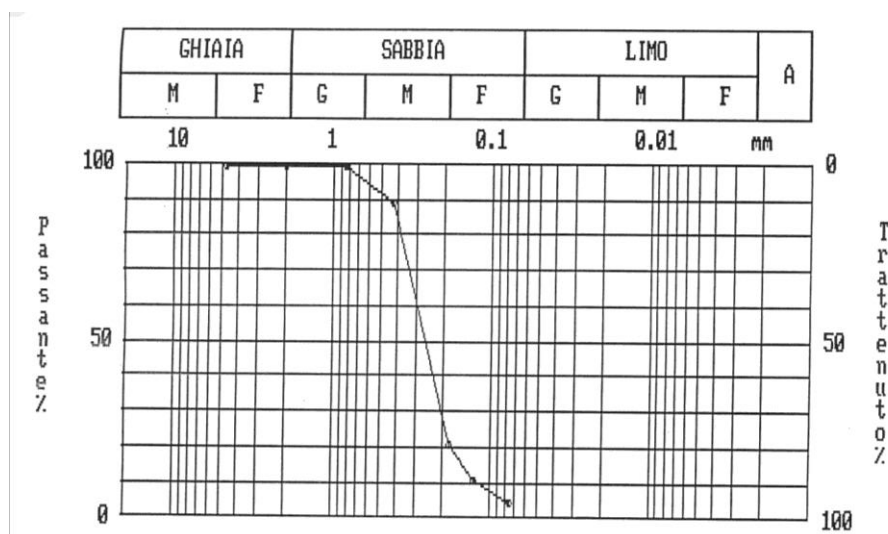


Figura 12 Granulometria campione C1 da sondaggio 2 del 1995 , prelevato a circa 15.0 m da p.c.

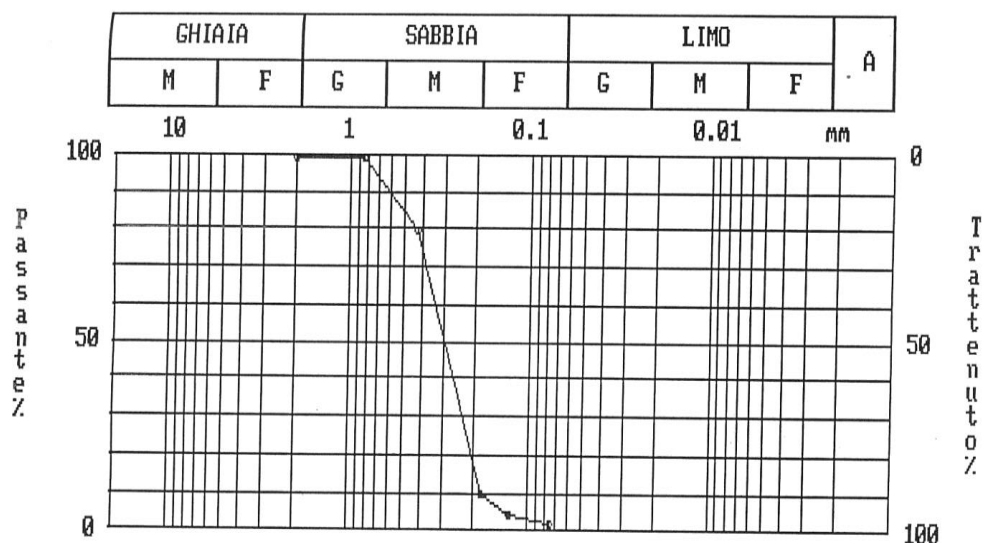


Figura 13 Granulometria campione C2 da sondaggio 2 del 1995 , prelevato a circa 27.0 m da p.c.

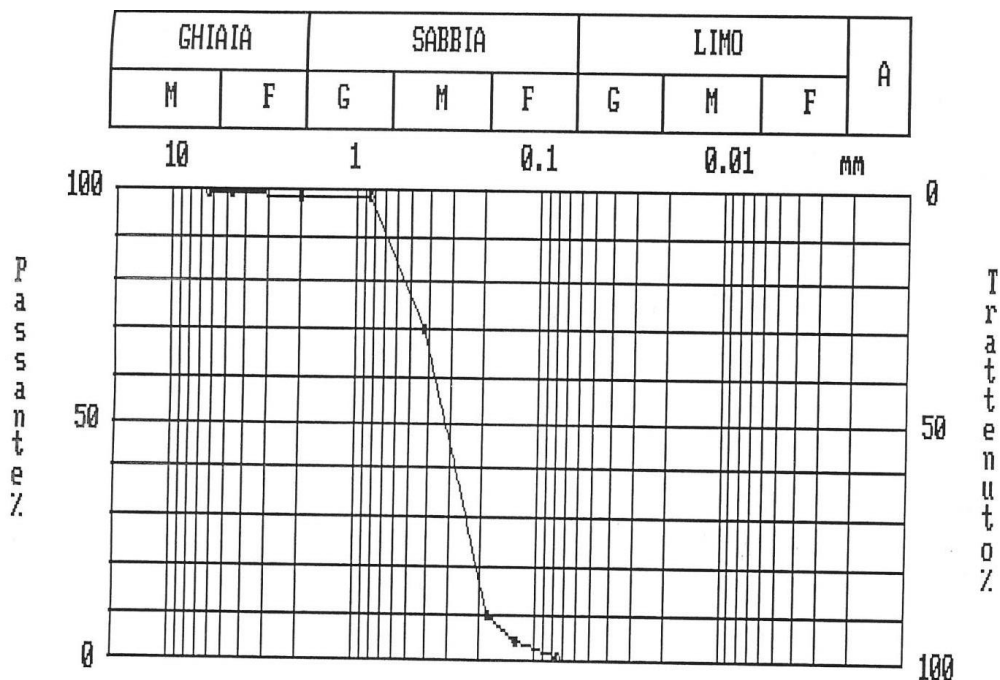


Figura 14 Granulometria campione C3 da sondaggio 2 del 1995 , prelevato a circa 40.0 m da p.c.

Campione di materiale limo-argilloso

L'analisi delle caratteristiche fisiche e meccaniche della formazione limo- argillosa è stata eseguita sottoponendo a prove di laboratorio il campione C.I.2 prelevato fra le quote 52.90 e 53.40 m da p.c.. Sul campione in esame sono state eseguite le seguenti prove:

- analisi granulometrica
- limiti di Atterberg
- prova di consolidazione edometrica.

I risultati delle prove sono riportati nella tabella 15 e nei diagrammi di Figg. 15-16.

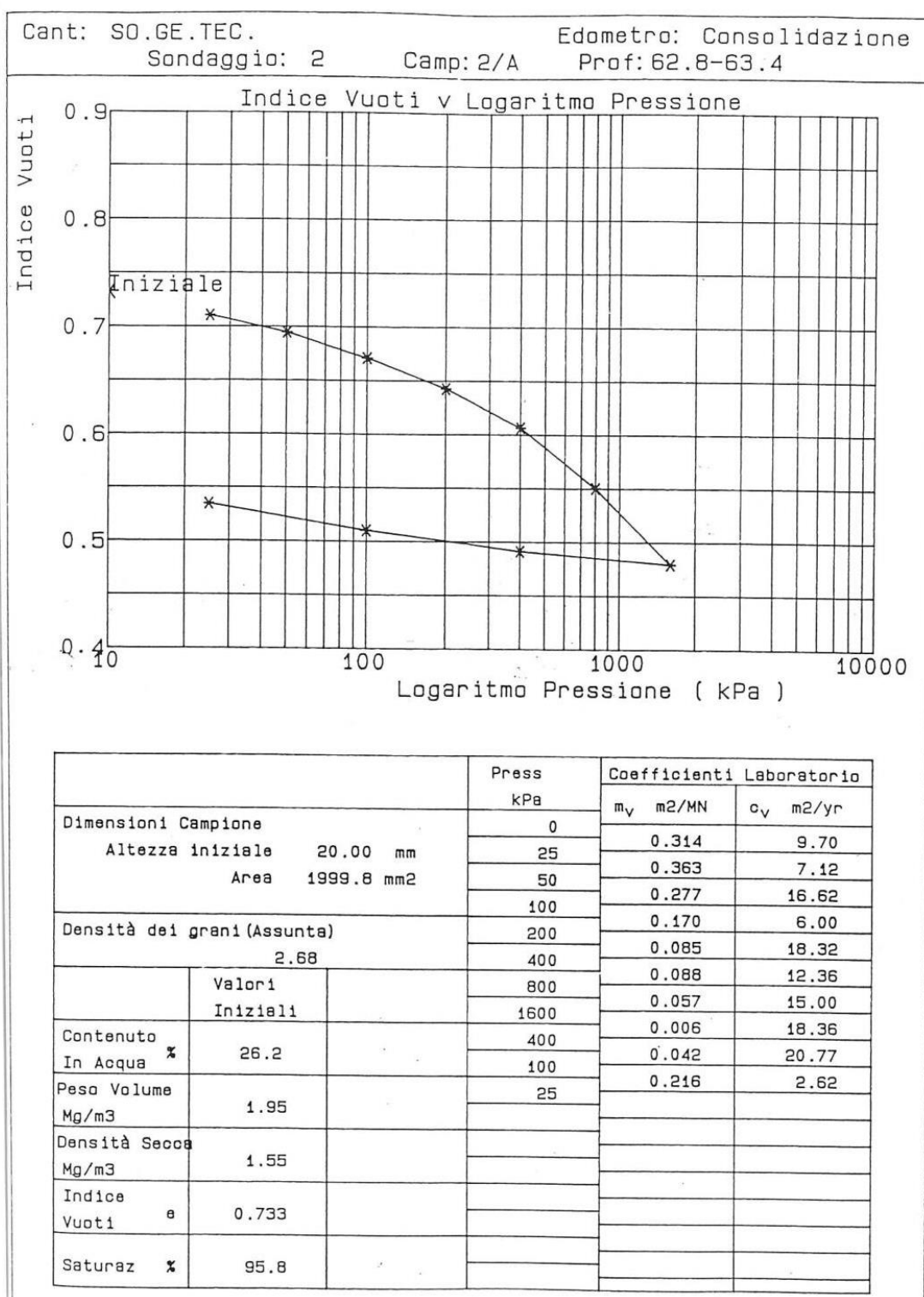


Figura 15 Granulometria campione C3 da sondaggio 2 del 1995, prelevato a circa 27.0 m da p.c.

L'esame della curva edometrica, dei limiti di Atterberg e del contenuto d'acqua porta a ritenere che il materiale limo-argilloso in esame presenti una leggera sovraconsolidazione. Il valore del modulo di deformabilità edometrica è pari a circa 17.50 MPa.

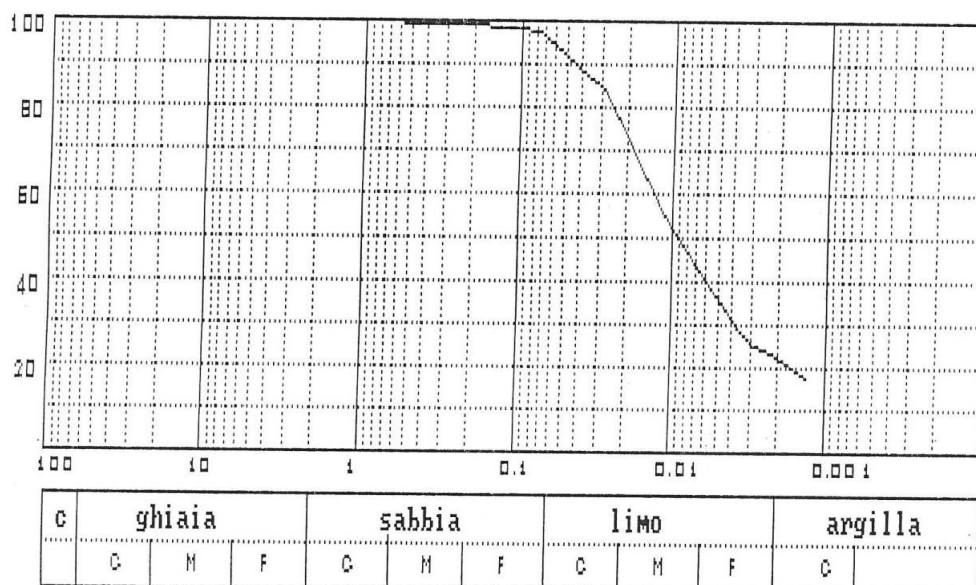


Figura 16 Granulometria campione CI-2 da sondaggio 2 del 1995 , prelevato a circa 52.0 m da p.c.

Sui campioni di materiale limo-argilloso contenuti nelle cassette catalogatrici sono state eseguite numerose prove con "pocket penetrometer" e prove scissometriche "vane test".

Sono stati determinati i seguenti valori medi della coesione non drenata (C_u).

PROFONDITÀ Da p.c. zone golenali	METODO DEL "POCKET PENETROMETER"	METODO DEL "VANE TEST"
	C_u (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)
49.00+51.00	1.5+1.7	0.65+0.72
51.00+52.00	1.8+2.3	.0.75+0.80
52.00+53 .00	2.0+2.9	FUORI SCALA
53.00+54.00	2.8+3.4	FUORI SCALA

Tabella 15: parametri geotecnici ricavati dai test di laboratorio sui campioni di terreno prelevati durante le operazioni di carotaggio

Si può chiaramente osservare come le caratteristiche meccaniche del terreno limo-argilloso aumentino con l'aumentare della profondità.

6 PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO (CPTU)

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche è stato impiegato un penetrometro da 20 T di spinta, modello Pagani tipo TG 63-200 montato su cingoli, le cui caratteristiche tecniche principali sono le seguenti:

La prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU consiste nell'infiggere nel terreno, mediante pressione, una punta conica di dimensioni standard a velocità costante pari a 2 cm al secondo, misurando lo sforzo necessario per la penetrazione della punta (R_p , resistenza alla penetrazione di punta) e l'adesione terreno-acciaio del manicotto posto sopra la punta (R_l , resistenza di attrito laterale). Alla punta, dotata di sensori inclinometrici e di un setto poroso per la misura delle pressioni interstiziali, è connesso un sistema di acquisizione dati che permette di monitorare in continuo i parametri sopraindicati per intervalli di 1 cm.

I dati di resistenza alla punta e di attrito laterale in particolare, sulla base di opportune costanti e di valori specifici costruttivi della punta, vengono successivamente elaborati, utilizzando specifici software, per ricavare i valori di resistenze specifiche Q_c (Resistenza alla punta R_p) e Q_l (Resistenza Laterale R_l o f_s attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione). L'interpretazione e la visualizzazione grafica dei dati elaborati consentono infine di "catalogare e parametrizzare" i terreni attraversati.



Figura 17: esecuzione indagine penetrometrica CPTU con penetrometro –gouda da 200 kN, presso una delle porzioni sottostanti il Ponte sul Po' tra guastalla e Dosolo.

Sono state eseguite n.4 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU), nelle pertinenze del terreno di fondazione delle pile 1-2, 17-18, 26-27, 30-31 del ponte sul Po' su entrambi i lati, individuando eventuali livelli dalle caratteristiche geotecniche scadenti sulla verticale. L'intento di parametrizzare dal punto di vista geotecnico l'area di sedime più esterna rispetto al letto fluviale, a ridosso del quale sono stati realizzati invece i sondaggi precedentemente esposti,

Si riportano a seguire i report e l'interpretazione stratigrafica delle prove eseguite

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU N.1

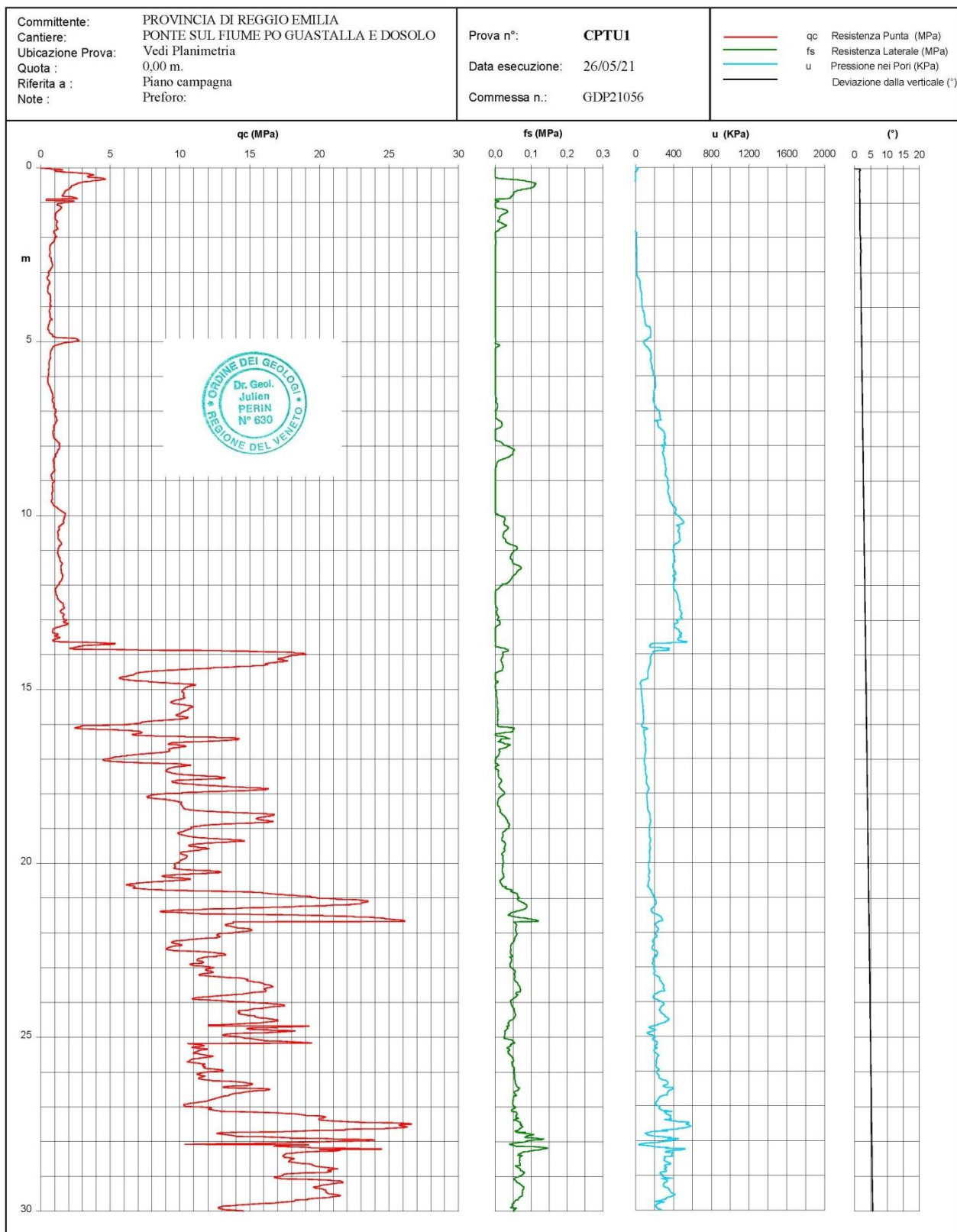


Figura 18– Diagrammi numero di colpi-profondità e RPD-profondità e valutazione stratigrafica prova n.1.

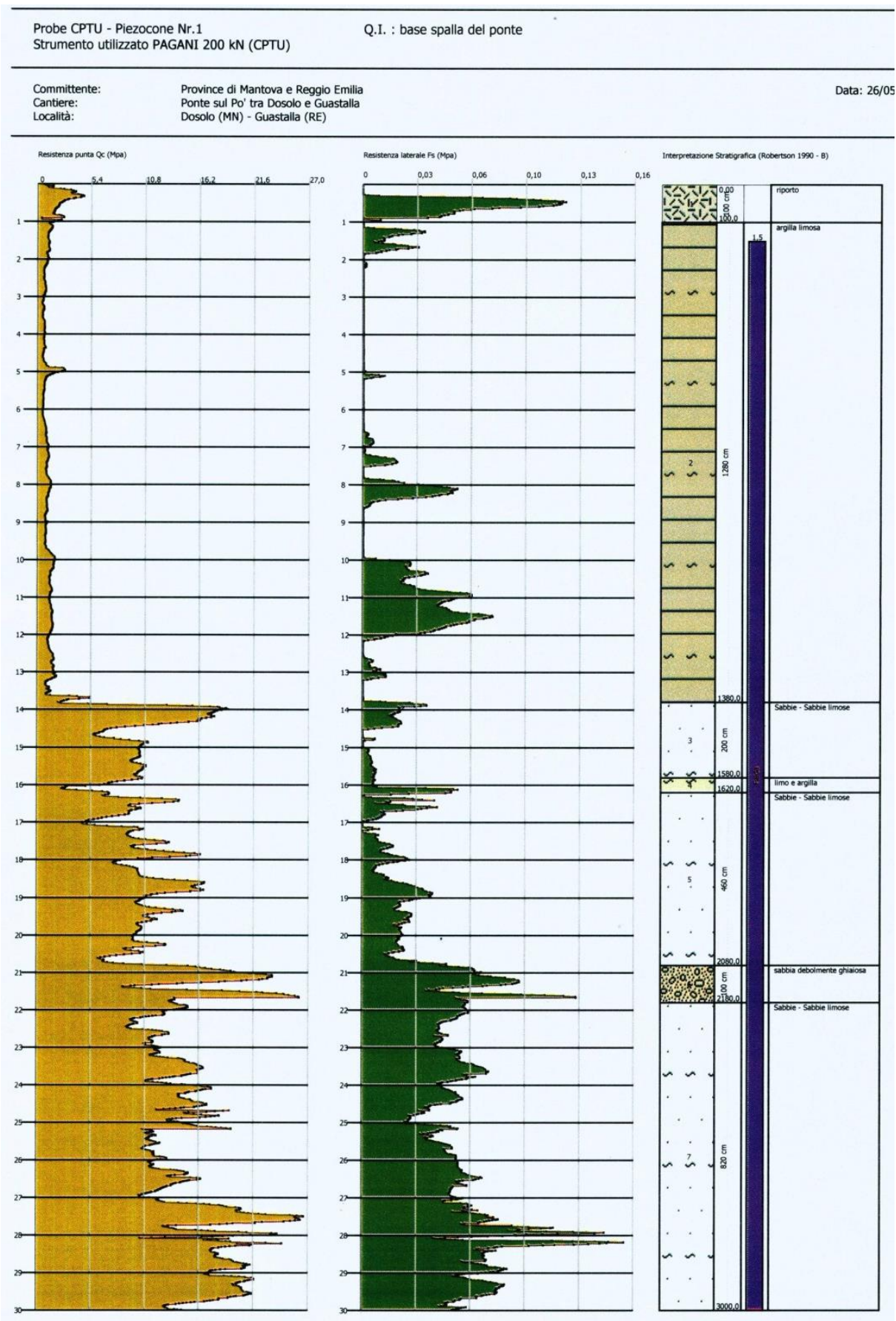


Figura 19- interpretazione stratigrafica prova CPTU n.1.

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU N.2

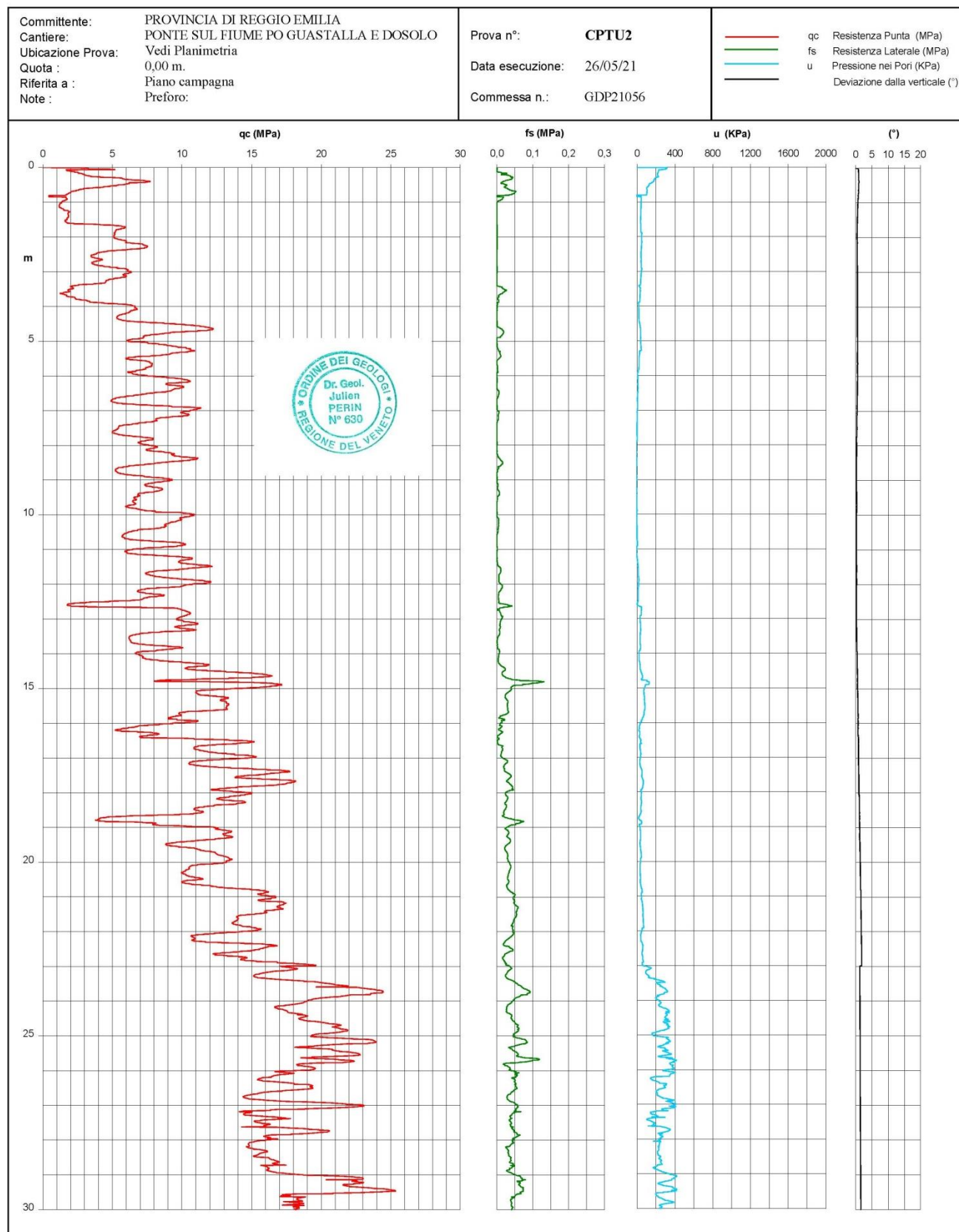


Figura 20– Diagrammi numero di colpi-profondità e RPD-profondità e valutazione stratigrafica prova n2

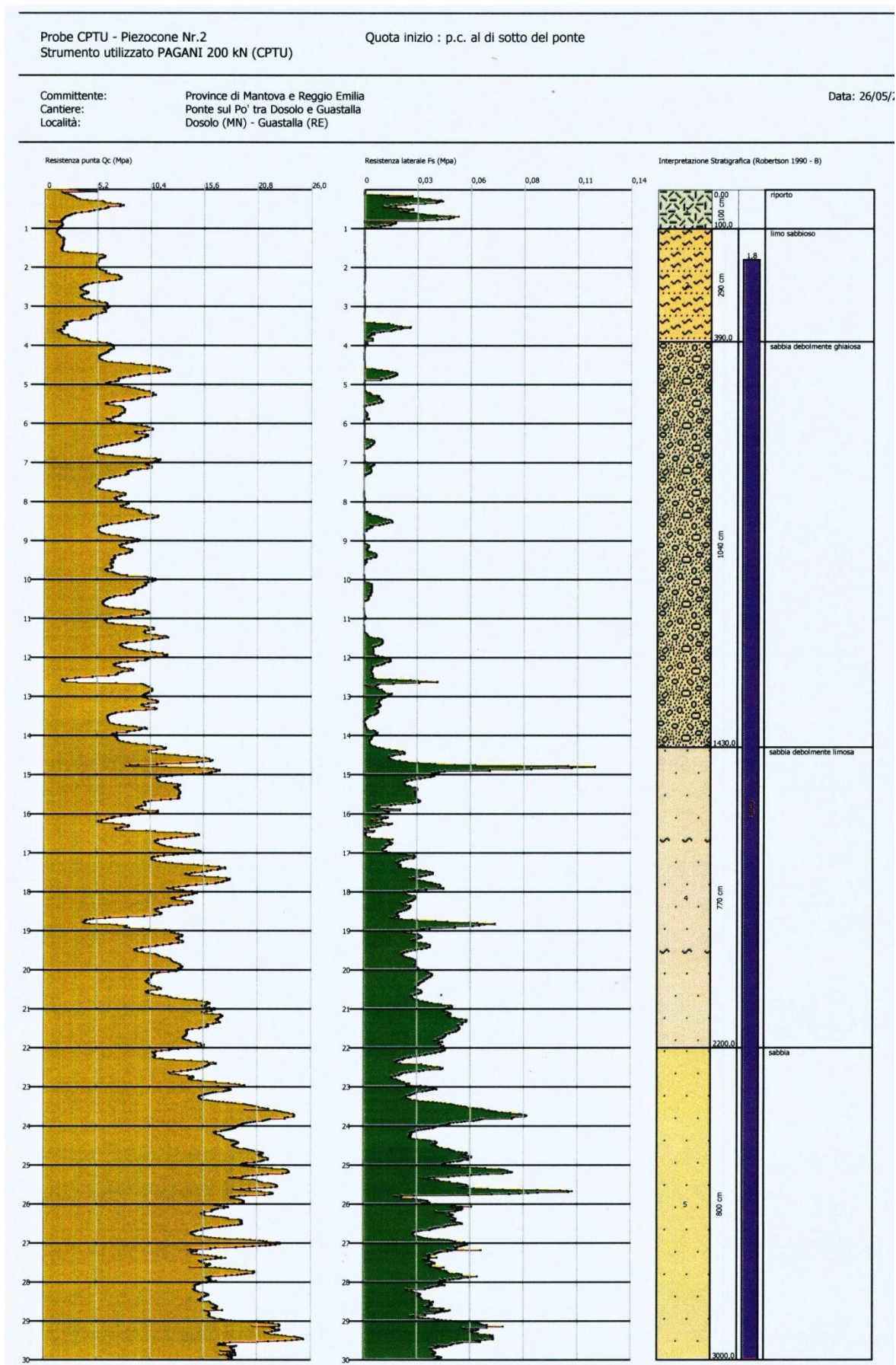


Figura 21– interpretazione stratigrafica prova CPTU n.2.

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU N.3

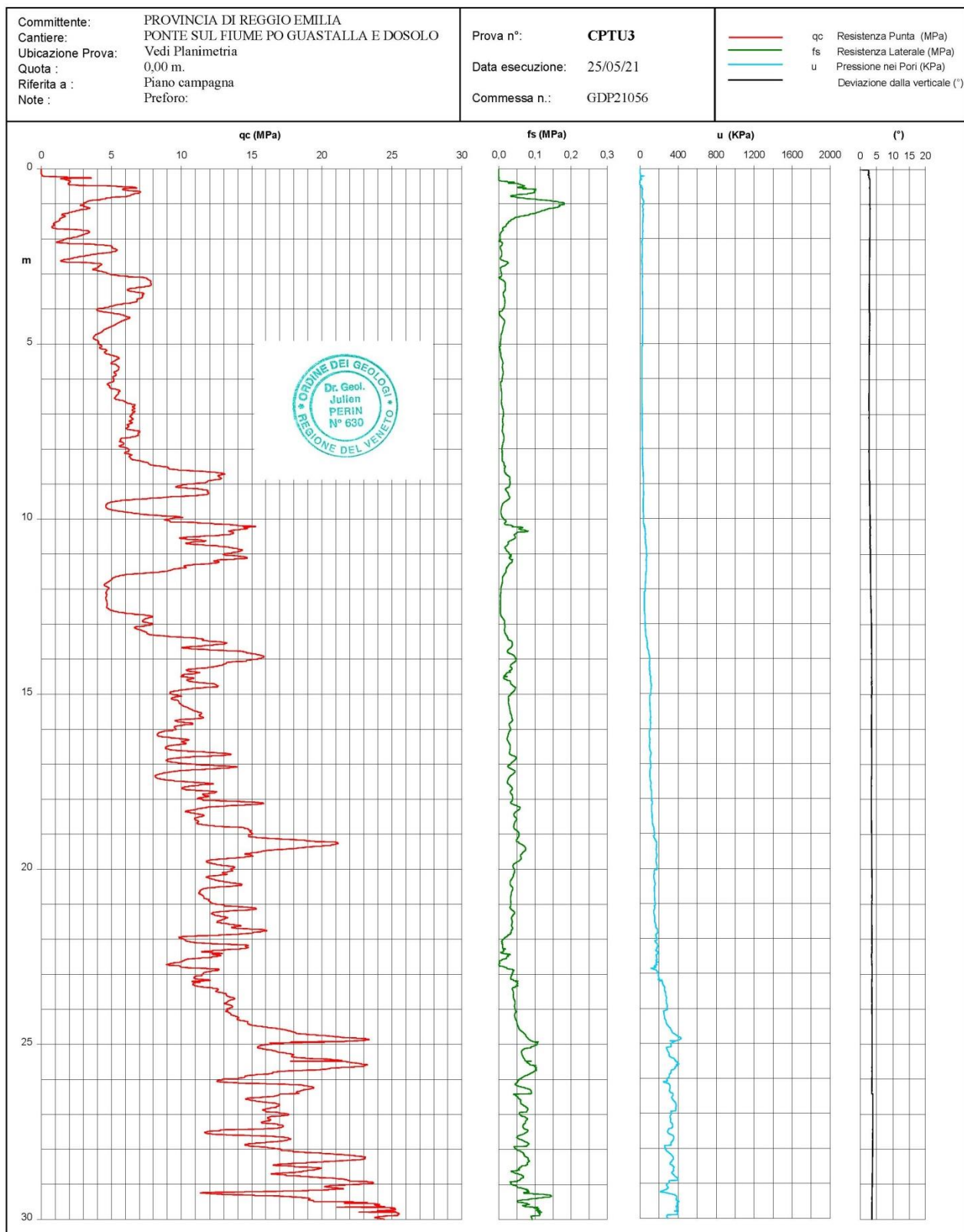


Figura 22– Diagrammi numero di colpi-profondità e RPD-profondità e valutazione stratigrafica prova n.3.

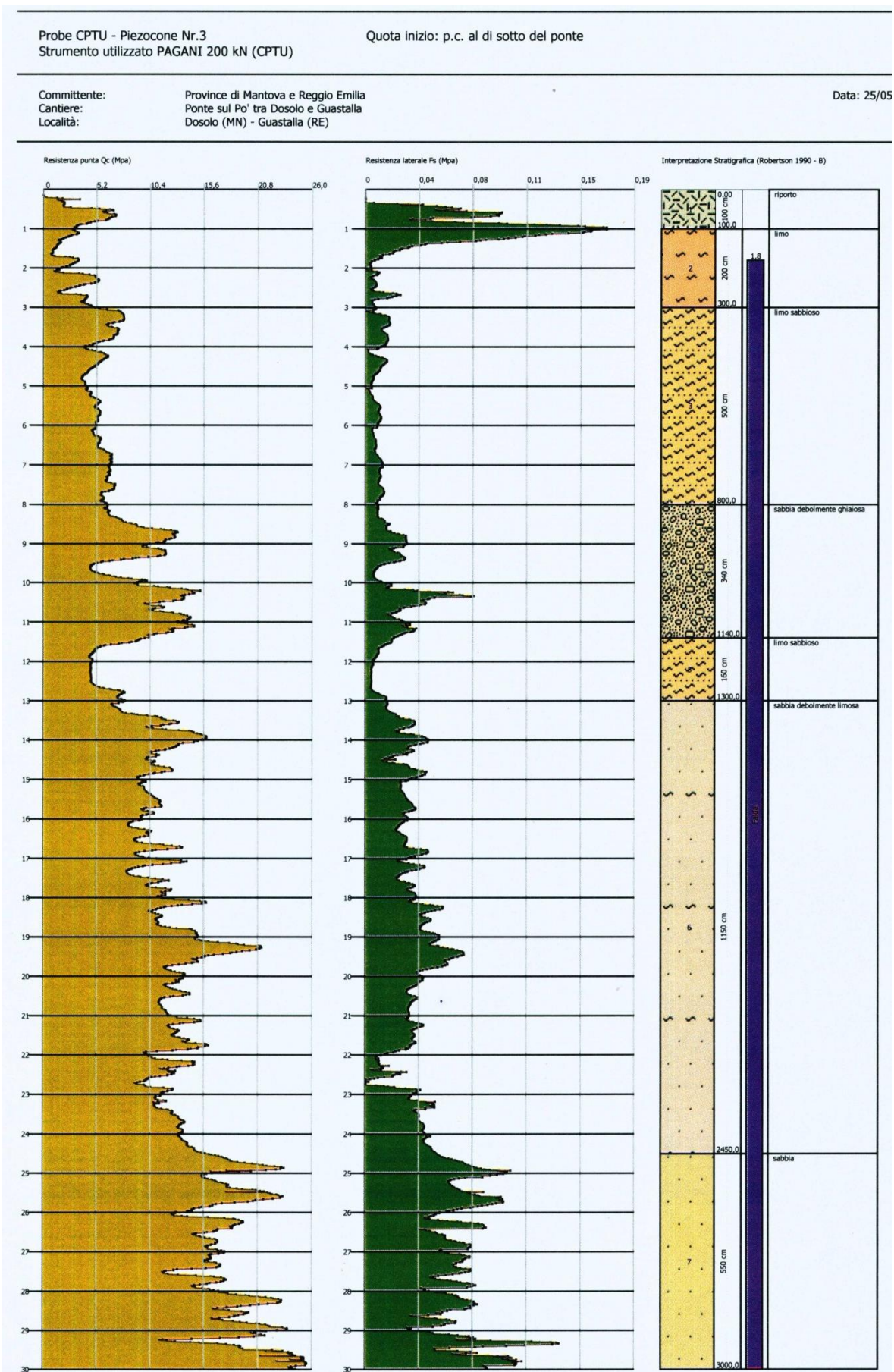


Figura 23- interpretazione stratigrafica prova n3

RTP: ITS srl (capogruppo), Prof. Ing. Pier Giorgio Malerba

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU N.4

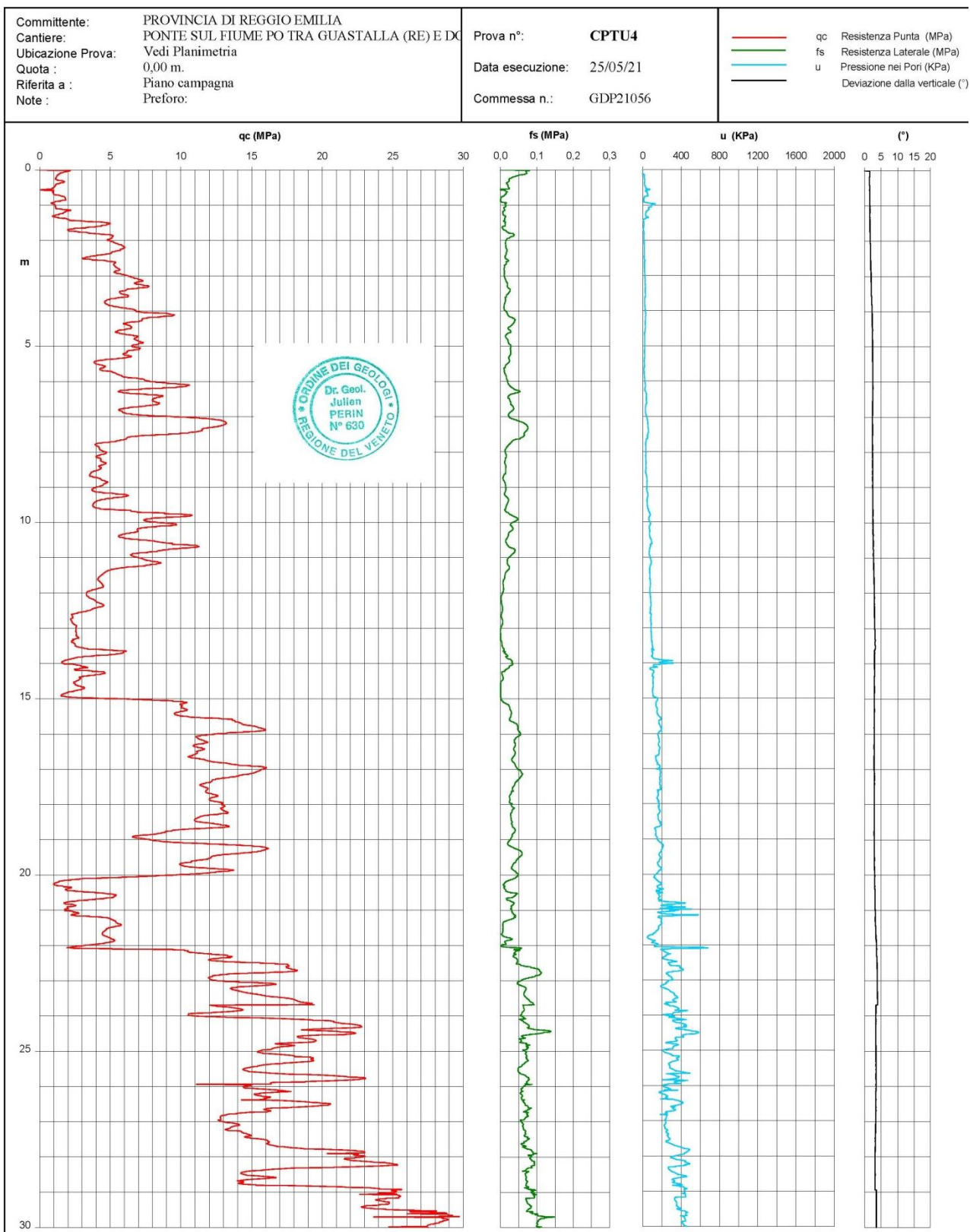


Figura 24– Diagrammi numero di colpi-profondità e RPD-profondità e valutazione stratigrafica prova n.4

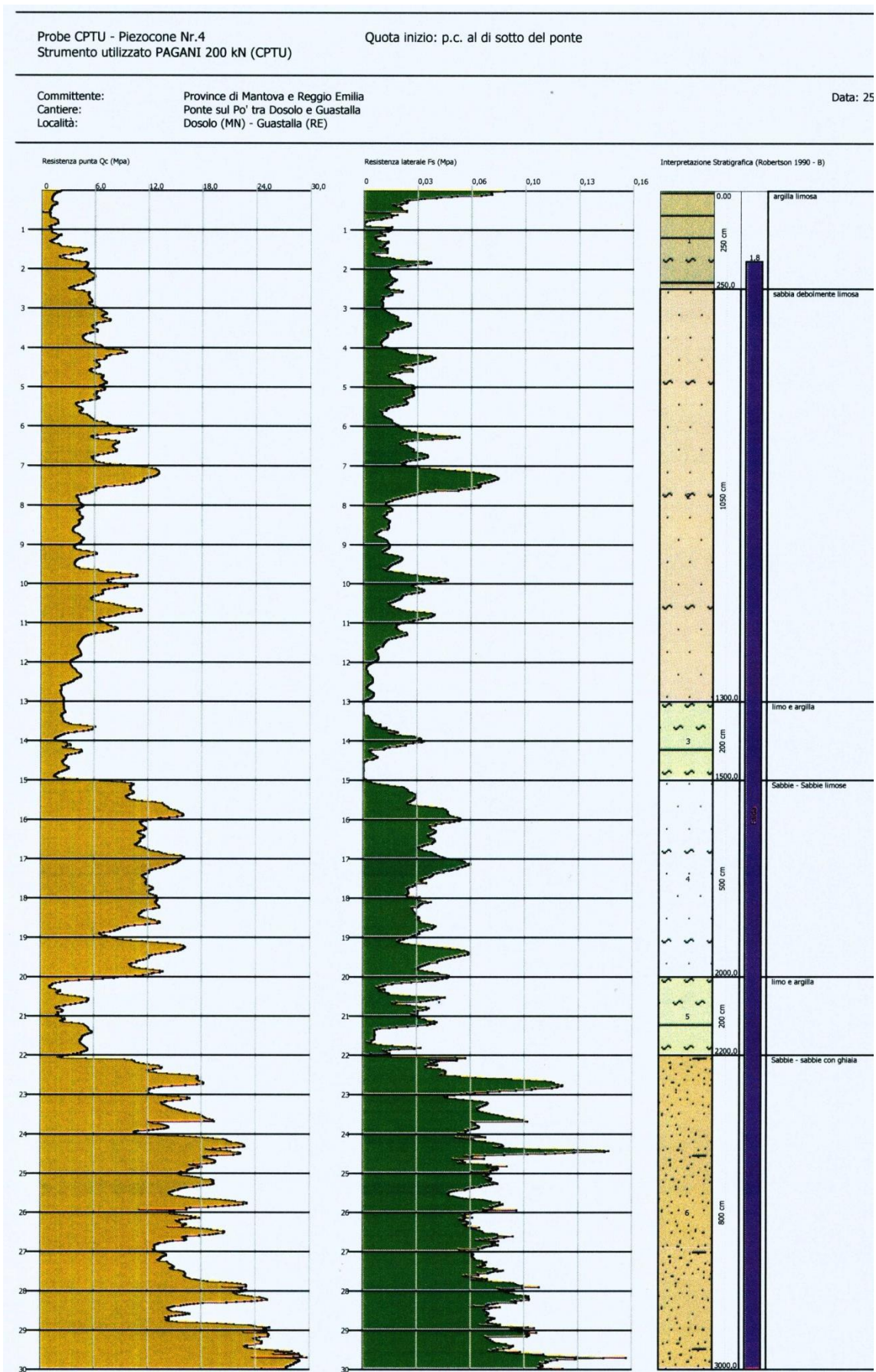


Figura 25 – interpretazione stratigrafica prova CPTU n 4.

Le prove eseguite (CPTU1 - 4) hanno evidenziato le seguenti caratteristiche geologiche generali per l'area d'indagine:

Depositi prevalentemente argillosi presenti tra 0.0 m da p.c. e 3.0-10.0 metri dal p.c. , con subordinata componente sabbiosa;

Presenza di depositi essenzialmente sabbiosi incoerenti poco addensati tra 3.0/10.0 m e 30.0 m circa dal p.c.;

Si nota che i terreni in corrispondenza della Pila 1 (CPTU1 – golena mantovana) risultano avere uno spessore di terreno argilloso superficiale maggiore, intorno ai 10-15 m, rispetto ai terreni in corrispondenza delle Pile 16, 27 e 31 (CPTU 2-3-4 – golena emiliana) dove lo spessore di terreno superficiale argilloso è di circa 3.0 m

Vengono di seguito riportate alcune tabelle dei parametri geotecnici, ottenuti utilizzando il software prodotto dalla società Geostru (Romania).

6.1 STIMA PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE CPTU

I dati rilevati alle Prove CPTU 1, 2, 3 e 4 sono costituiti da una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC, vengono desunte le resistenze specifiche Q_c (Resistenza alla punta R_P) e Q_l (Resistenza Laterale R_L o f_s attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale.

I dati di uscita principali sono R_P (Resistenza alla punta) e R_L (Resistenza laterale o f_s , attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto R_P/R_L (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto R_L/R_P (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %).

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica da bibliografia (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ottiene in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Successivamente, con l'impegno di metodi statistici, i dati relativi ai parametri geotecnici degli strati precedentemente interpolati, sono stati utilizzati per ottenere i valori medi e caratteristici di ciascun parametro geotecnico per ogni strato.

Per ogni strato mediato, infatti, si è calcolata la Q_c media, la f_s media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

Si è prodotto, inoltre, il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche (**Figure 14, 16, 18 e 20**) per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

In allegato si riportano i grafici dei parametri geotecnici medi e caratteristici da cui le tabelle delle pagine successive.

A seguire i parametri geotecnici medi e caratteristici dall'elaborazione delle prove CPTU 1-2-3-4.

PROVA CPTU 1 – TRA PILE 1 E 2

VALORI CARATTERISTICI	CPTU 1											
	N.strato	Natura Terreno	inizio	fine	spessore	Cu [kPa]	IP [%]	M [Mpa]	E [Mpa]	c' [kPa]	Φ [°]	Dr [%]
			[m da P.C.]	[m]	[m]	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.
1	GRAN	0.0	1.0	1.0				9.3	8.1		36.8	69.9
2	COE	1.0	13.8	12.8	55.4	12.4	5.3	4.0	4.5		26.3	
3	GRAN	13.8	16.0	2.2			39.3	36.9			31.0	61.7
4	COE	16.0	16.4	0.4	111.1	15.8	12.6	9.4	11.1		24.2	
5	GRAN	16.4	20.8	4.4			39.2	36.2			30.0	57.2
6	GRAN	20.8	21.8	1.0			54.2	60.2			31.8	71.2
7	GRAN	21.8	30.0	8.2			50.0	52.6			30.4	63.0
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												

VALORI MEDI	CPTU 1											
	N.strato	Natura Terreno	inizio	fine	spessore	Cu [kPa]	IP [%]	M [Mpa]	E [Mpa]	c' [kPa]	Φ [°]	Dr [%]
			[m da P.C.]	[m]	[m]	medi	medi	medi	medi	medi	medi	medi
1	GRAN	0.01	1.00	0.99				10.0	8.7		37.3	72.7
2	COE	1.00	13.80	12.80	56.5	12.7	5.5	4.0	4.6		26.5	
3	GRAN	13.80	16.00	2.20			40.3	38.3			31.2	62.5
4	COE	16.00	16.40	0.40	117.0	16.8	13.2	9.8	11.7		24.8	
5	GRAN	16.40	20.80	4.40			39.8	36.9			30.2	57.6
6	GRAN	20.80	21.80	1.00			55.9	63.0			32.1	72.2
7	GRAN	21.80	30.00	8.20			50.5	53.4			30.5	63.2
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												

Tabella 16 : Parametri geotecnici caratteristici ricavati dall'indagine CPTU 1.

PROVA CPTU 2 - TRA PILE 17 E 18

VALORI CARATTERISTICI	CPTU 1											
	N.strato	Natura Terreno	inizio	fine	spessore	Cu [kPa]	IP [%]	M [Mpa]	E [Mpa]	c' [kPa]	Φ [°]	Dr [%]
			[m da P.C.]	[m]	[m]	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.
1	GRAN	0.0	1.0	1.0				12.4	10.9		39.1	83.1
2	COE	1.0	3.5	2.5	138.1	108.8	13.5	10.0	13.3		13.9	
3	GRAN	3.5	14.3	10.8			31.7	28.0			32.1	63.2
4	GRAN	14.3	22.0	7.7			43.7	43.0			31.0	63.3
5	GRAN	22.0	30.0	8.0			55.8	62.7			31.3	69.1
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												

VALORI MEDI	CPTU 1											
	N.strato	Natura Terreno	inizio	fine	spessore	Cu [kPa]	IP [%]	M [Mpa]	E [Mpa]	c' [kPa]	Φ [°]	Dr [%]
			[m da P.C.]	[m]	[m]	medi	medi	medi	medi	medi	medi	medi
1	GRAN	0.01	1.00	0.99				13.7	12.0		39.7	86.3
2	COE	1.00	3.50	2.50	148.2	112.9	14.6	10.8	14.4		14.3	
3	GRAN	3.50	14.30	10.80			32.2	28.4			32.2	63.6
4	GRAN	14.30	22.00	7.70			44.2	43.6			31.1	63.6
5	GRAN	22.00	30.00	8.00			56.2	63.3			31.4	69.3
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												

Tabella 17 : Parametri geotecnici caratteristici ricavati dall'indagine CPTU 2.

PROVA CPTU 3 - TRA PILE 26 E 27

VALORI CARATTERISTICI	CPTU 1											
	N.strato	Natura Terreno	inizio	fine	spessore	Cu [kPa]	IP [%]	M [Mpa]	E [Mpa]	c' [kPa]	Φ [°]	Dr [%]
			[m da P.C.]		[m]	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.
	1	GRAN	0.0	1.0	1.0			16.6	14.6		38.8	85.5
	2	COE	1.0	3.0	2.0	61.5	56.4	5.0	3.7	4.8	16.1	
	3	GRAN	3.0	8.0	5.0			22.4	19.6		32.2	60.3
	4	GRAN	8.0	11.4	3.4			37.2	34.7		32.6	67.9
	5	GRAN	11.4	13.0	1.6			22.3	19.5		28.8	45.3
	6	GRAN	13.0	24.5	11.5			43.4	41.7		30.8	62.3
	7	GRAN	24.5	30.0	5.5			56.3	63.6		31.2	68.6
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											

VALORI MEDI	CPTU 1											
	N.strato	Natura Terreno	inizio	fine	spessore	Cu [kPa]	IP [%]	M [Mpa]	E [Mpa]	c' [kPa]	Φ [°]	Dr [%]
			[m da P.C.]		[m]	medi	medi	medi	medi	medi	medi	medi
	1	GRAN	0.01	1.00	0.99			18.1	15.8		39.1	87.4
	2	COE	1.00	3.00	2.00	67.1	64.1	5.6	4.1	5.4	16.4	
	3	GRAN	3.00	8.00	5.00			22.7	19.9		32.3	60.6
	4	GRAN	8.00	11.40	3.40			38.0	35.7		32.7	68.4
	5	GRAN	11.40	13.00	1.60			23.1	20.2		29.0	45.9
	6	GRAN	13.00	24.50	11.50			43.7	42.1		30.9	62.5
	7	GRAN	24.50	30.00	5.50			56.8	64.4		31.3	68.8
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											

Tabella 18 : Parametri geotecnici caratteristici ricavati dall'indagine CPTU 3.

PROVA CPTU 4 – TRA PILE 30 E 31

VALORI CARATTERISTICI	CPTU 1											
	N.strato	Natura Terreno	inizio	fine	spessore	Cu [kPa]	IP [%]	M [Mpa]	E [Mpa]	c' [kPa]	Φ [°]	Dr [%]
			[m da P.C.]		[m]	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.	carat.
	1	COE	0.0	2.5	2.5	5.9	12.3	0.5	0.4	0.4	27.3	
	2	GRAN	2.5	13.0	10.5			23.7	20.9		31.1	55.5
	3	COE	13.0	15.0	2.0	83.7	13.0	8.9	6.6	7.5	26.0	
	4	GRAN	15.0	20.0	5.0			43.3	41.5		31.0	63.4
	5	COE	20.0	22.0	2.0	82.3	8.1	9.6	7.2	7.7	28.4	
	6	GRAN	22.0	30.0	8.0			55.1	61.6		31.1	67.9
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											

VALORI MEDI	CPTU 1											
	N.strato	Natura Terreno	inizio	fine	spessore	Cu [kPa]	IP [%]	M [Mpa]	E [Mpa]	c' [kPa]	Φ [°]	Dr [%]
			[m da P.C.]		[m]	medi	medi	medi	medi	medi	medi	medi
	1	COE	0.01	2.50	2.49	6.2	12.7	0.5	0.4	0.5	27.6	
	2	GRAN	2.50	13.00	10.50			24.1	21.3		31.2	56.0
	3	COE	13.00	15.00	2.00	88.9	14.1	9.5	7.1	8.2	26.8	
	4	GRAN	15.00	20.00	5.00			43.6	42.0		31.2	63.6
	5	COE	20.00	22.00	2.00	86.3	8.6	10.1	7.5	8.1	28.7	
	6	GRAN	22.00	30.00	8.00			55.6	62.5		31.2	68.2
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											

Tabella 19 : Parametri geotecnici caratteristici ricavati dall'indagine CPTU 4.

In base alle Tavole di progetto fornite dai progettisti, si considera che i pali di fondazione dei pilastri del ponte oggetto d'intervento si impostino ad una **profondità di circa 50.00m da p.c.**

Per il calcolo della portanza delle fondazioni superficiali e profonde, si rimanda alla specifica relazione geotecnica elaborata da parte dei progettisti ITS Engineering., contenente le verifiche geotecniche del progetto definitivo.

IL GEOLOGO



Pieve di Soligo, 29/06/2021

Dott. Geol. Nicola Saviane

ALLEGATO:

- Grafici dei parametri geotecnici da elaborazione prove CPTU

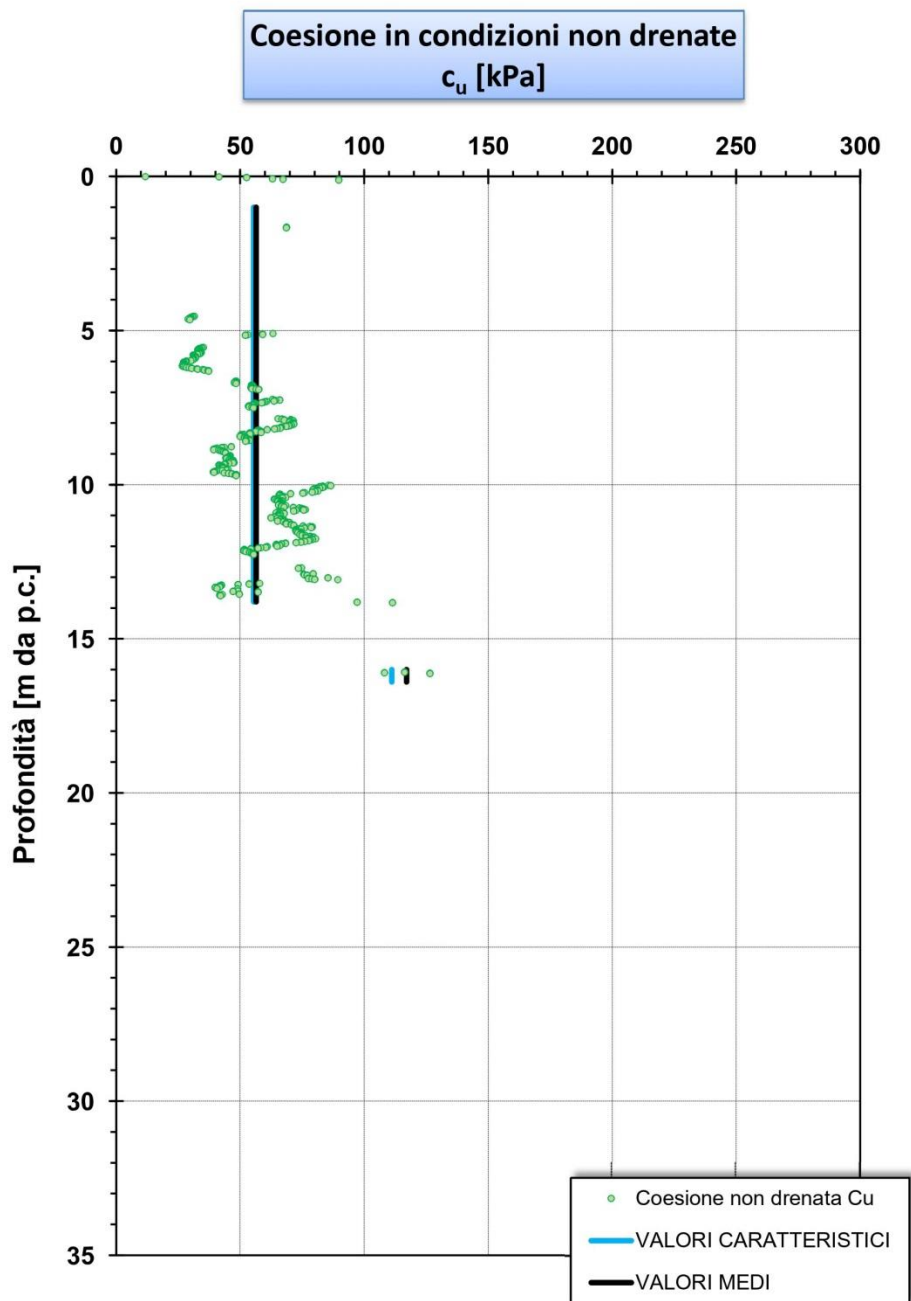


Grafico 1 : Modulo edometrico da prova CPTU 1

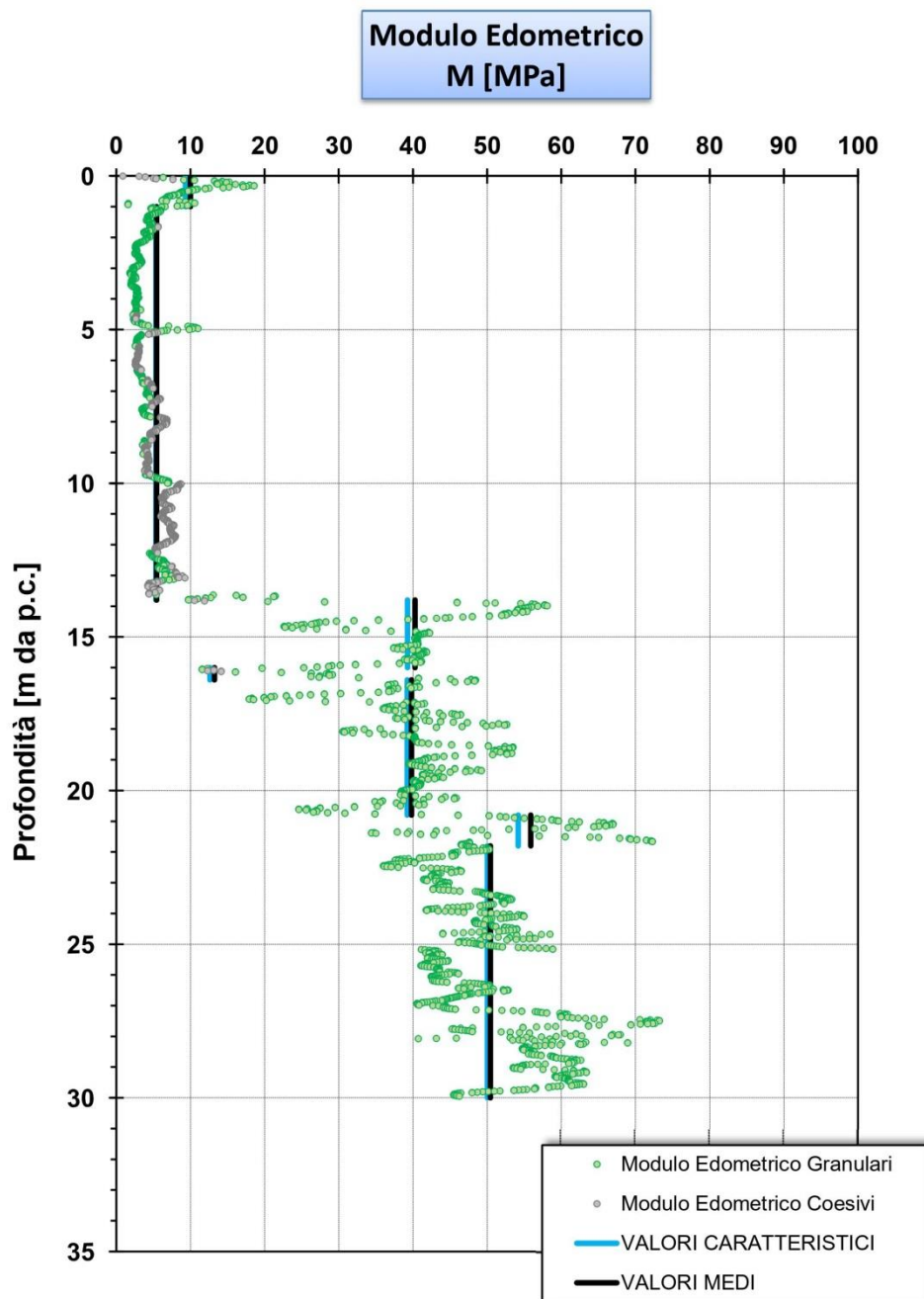


Grafico 2: Modulo edometrico da prova CPTU 1

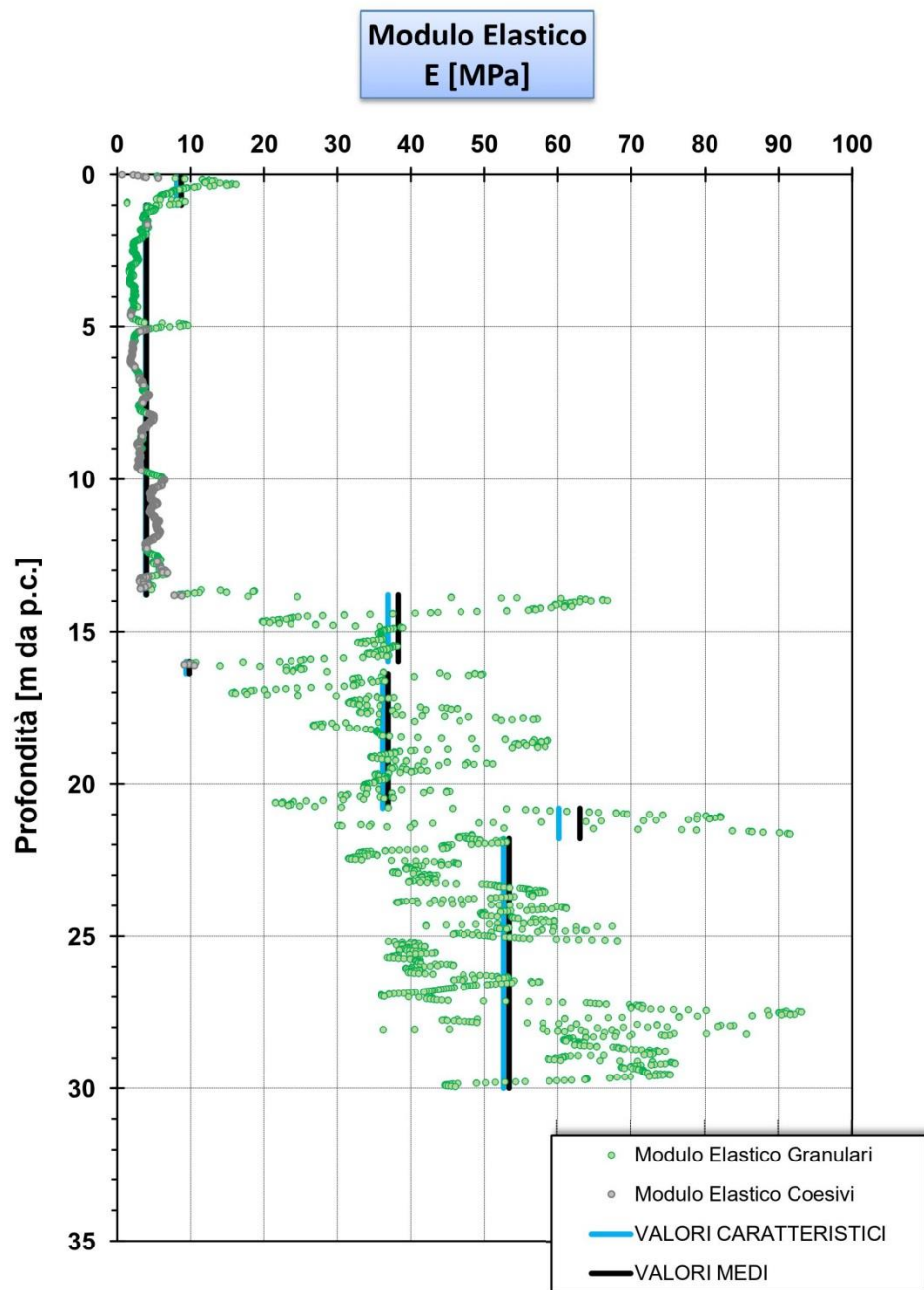


Grafico 3: Modulo elastico da prova CPTU 1

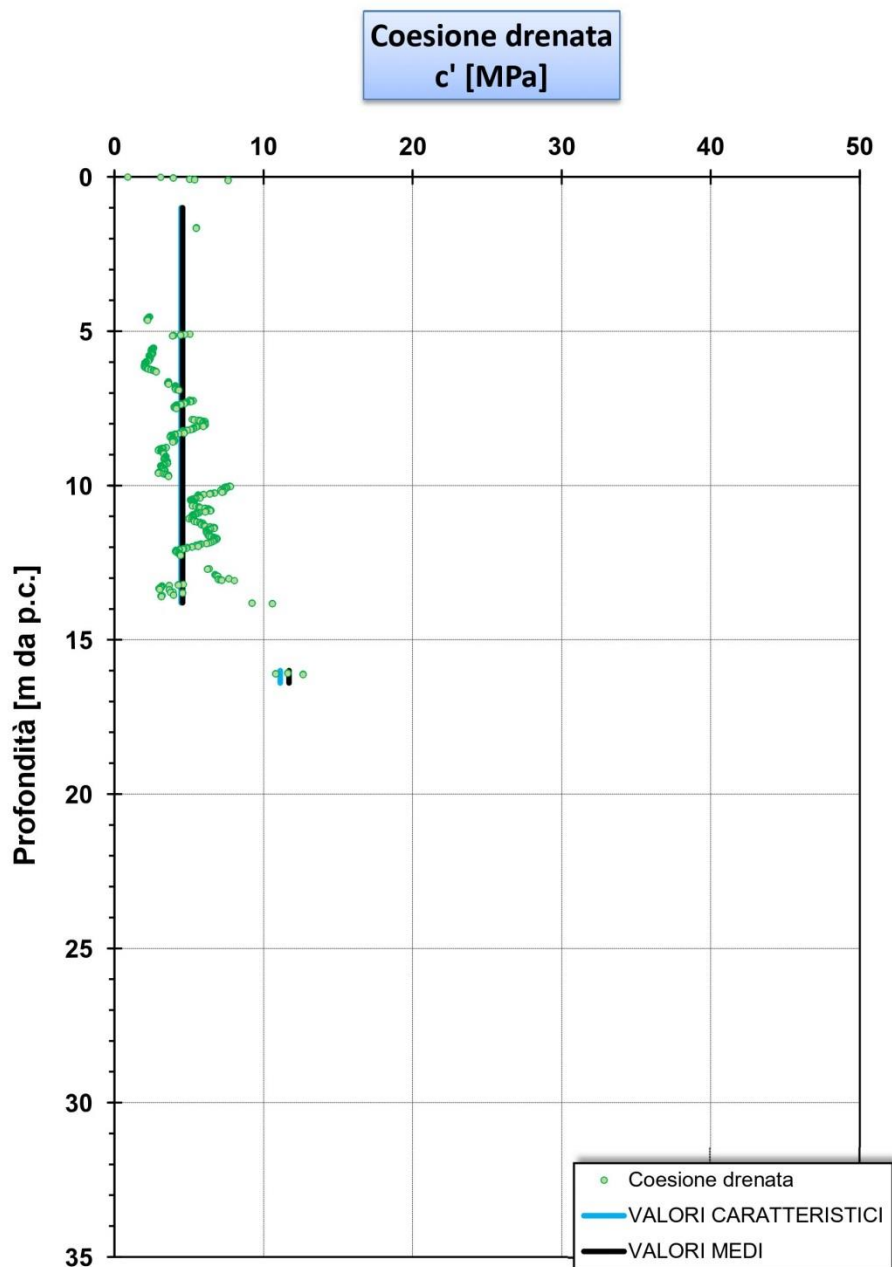


Grafico 4 : Coesione drenata da prova CPTU 1

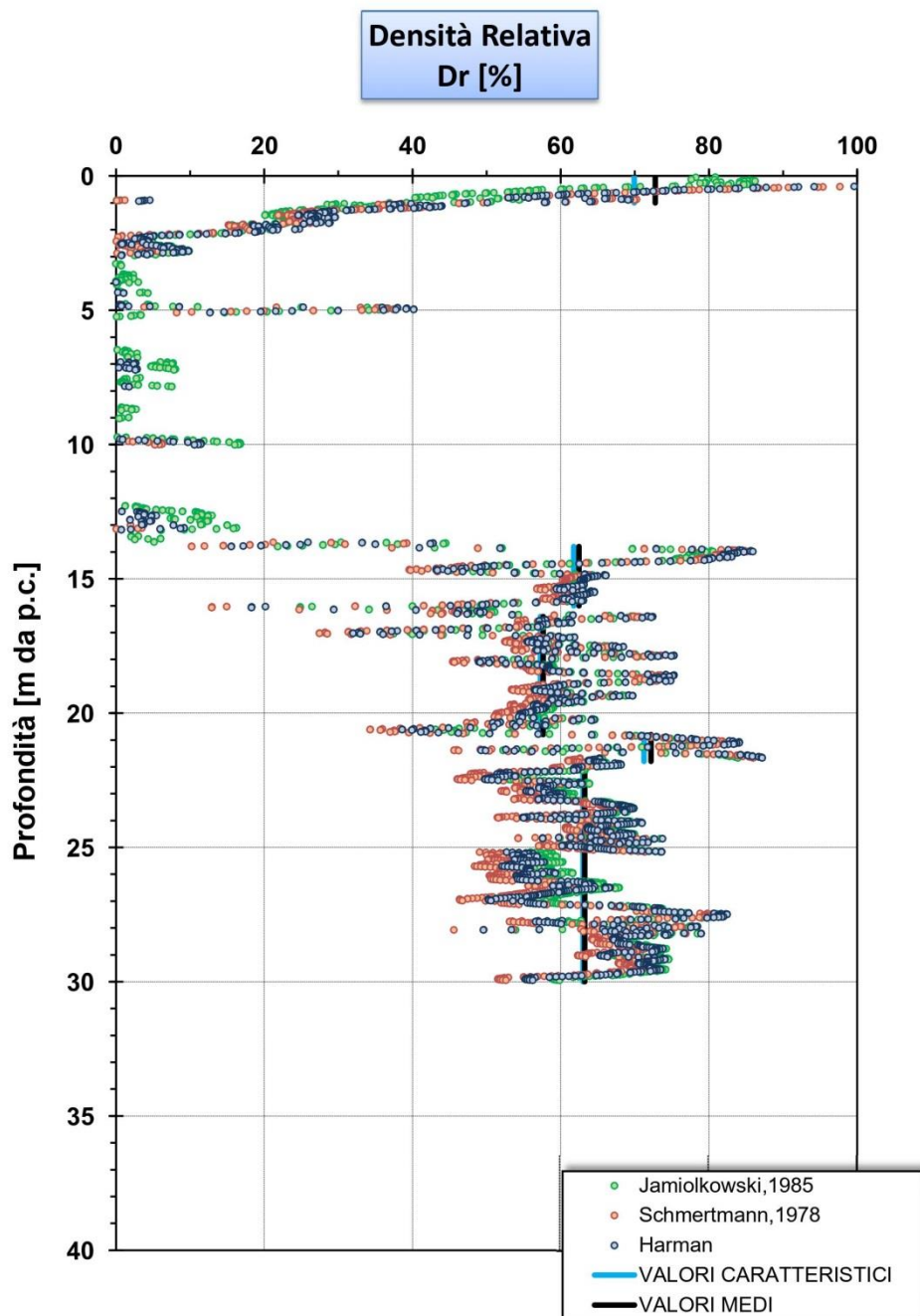


Grafico 5: Densità relativa da prova CPTU 1

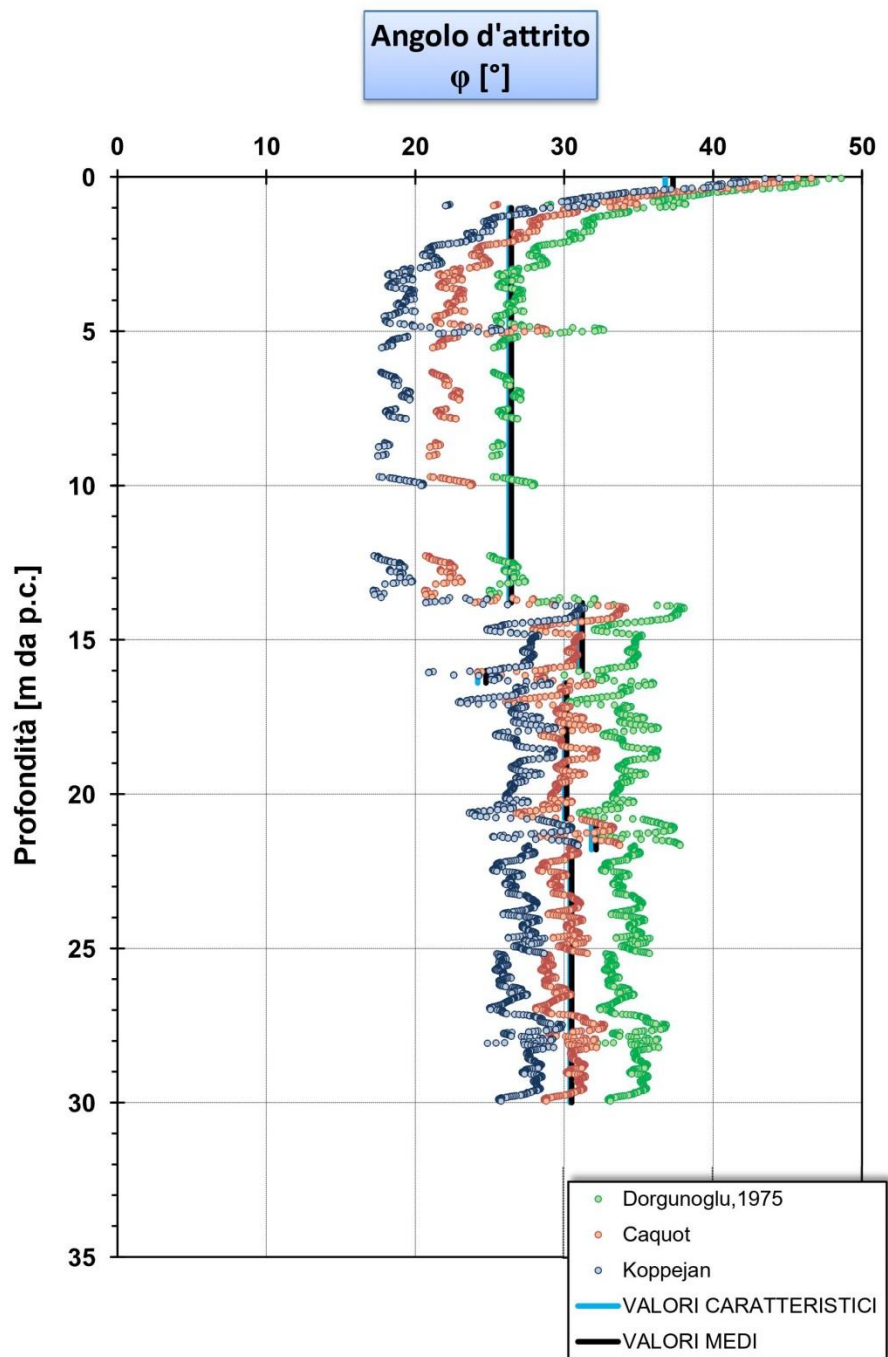


Grafico 6: angolo d'attrito da prova CPTU 1

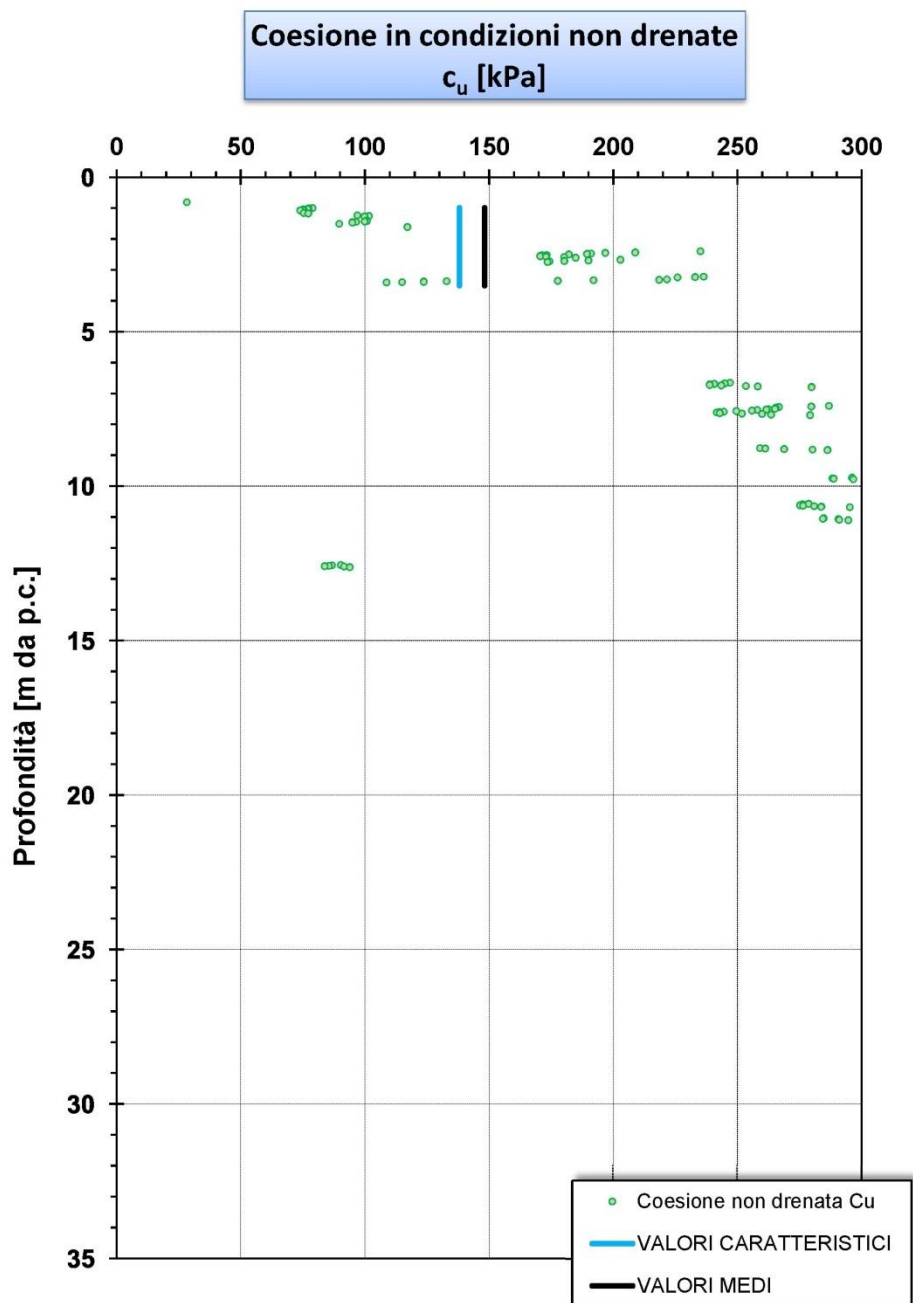


Grafico 7: Coesione non drenata da prova CPTU 2

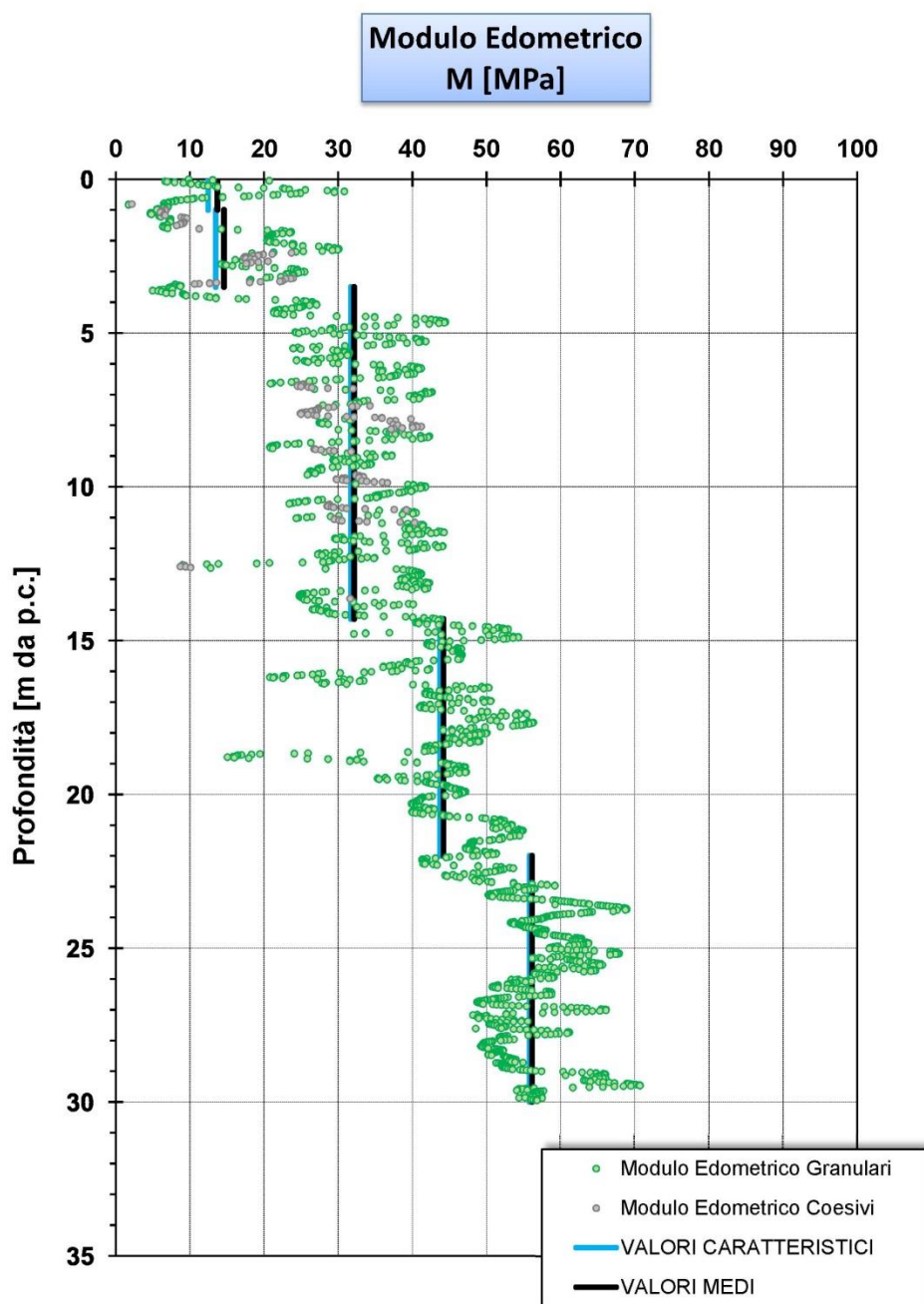


Grafico 8 : Modulo edometrico da prova CPTU 2

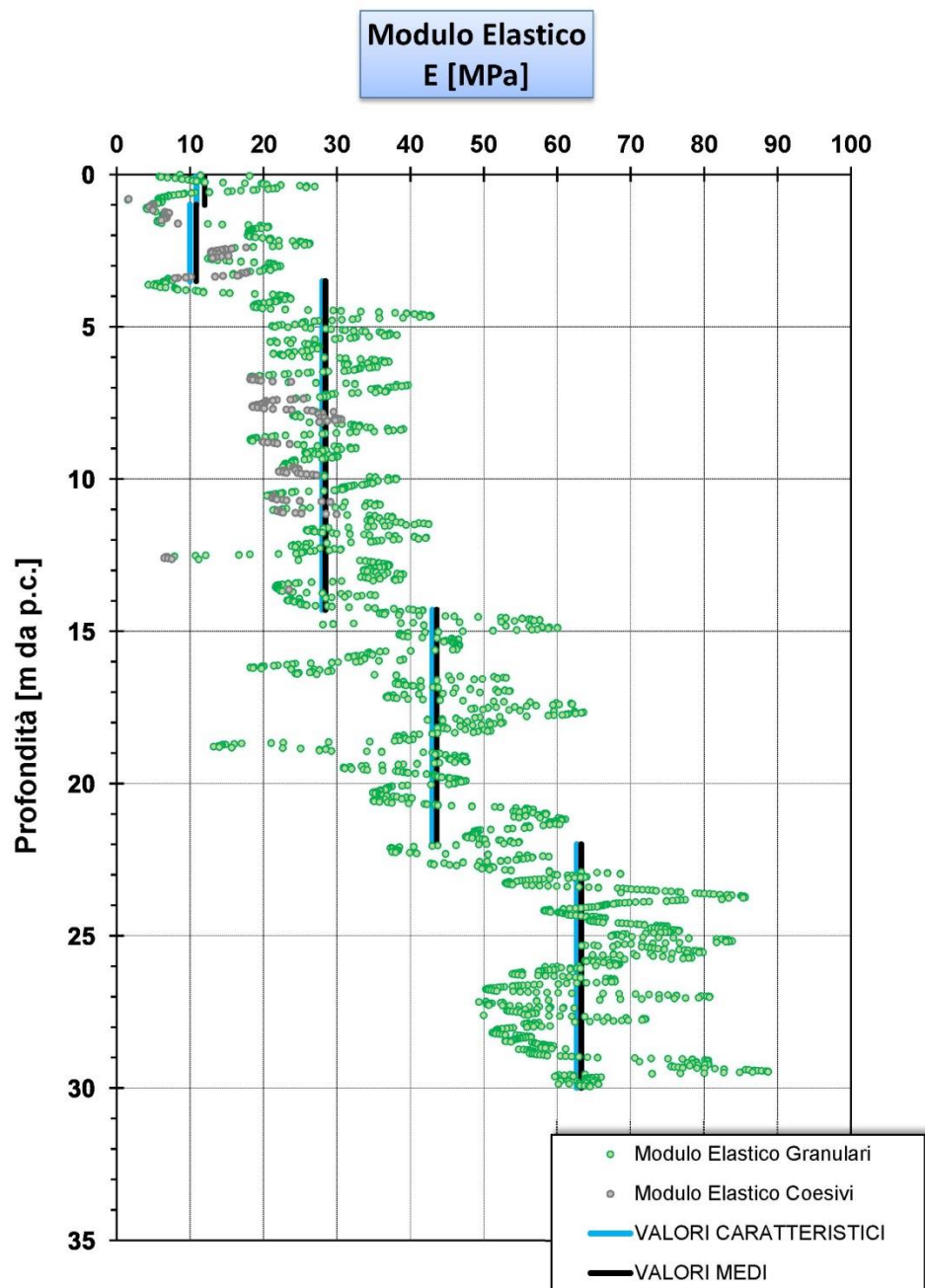


Grafico 9: Modulo elastico da prova CPTU 2

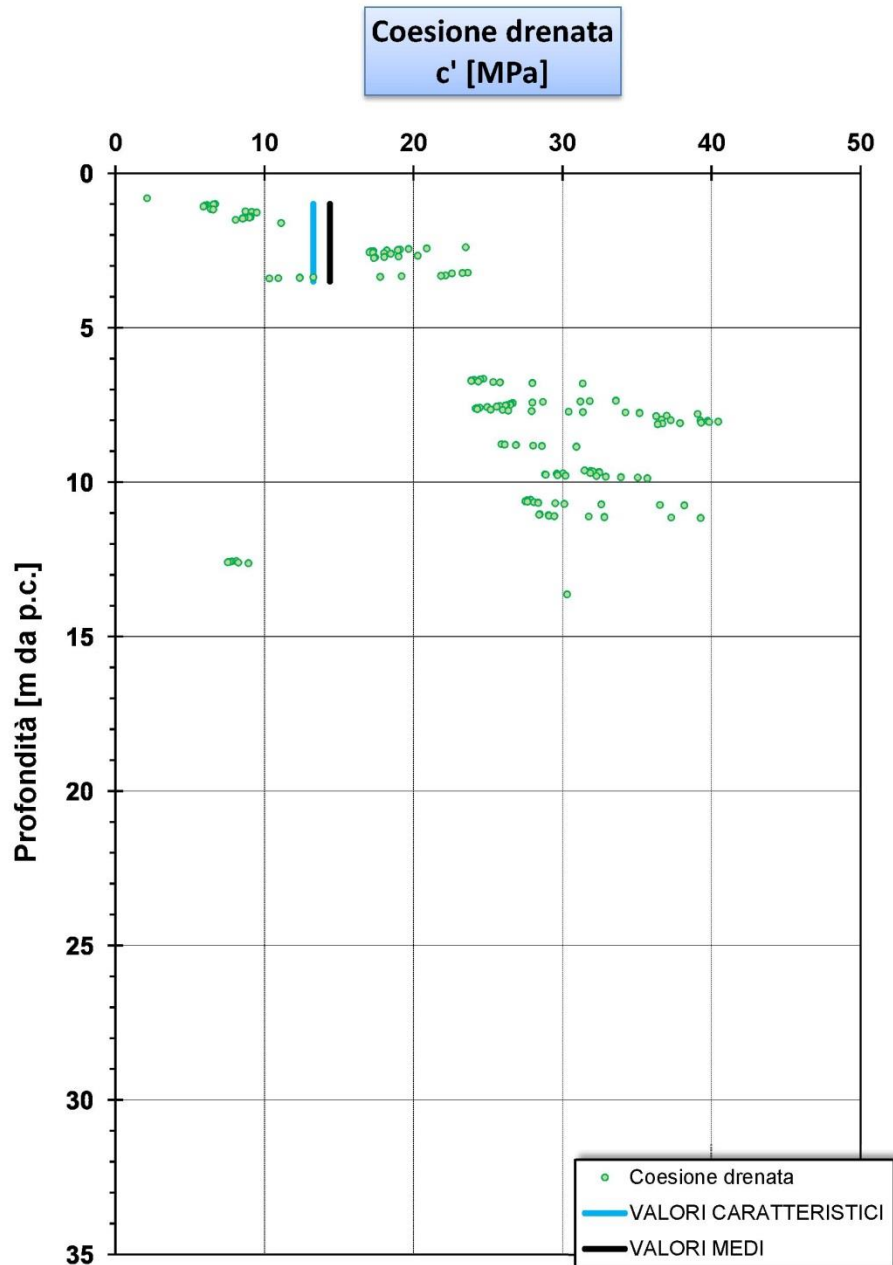


Grafico 10 : Coesione drenata da prova CPTU 2

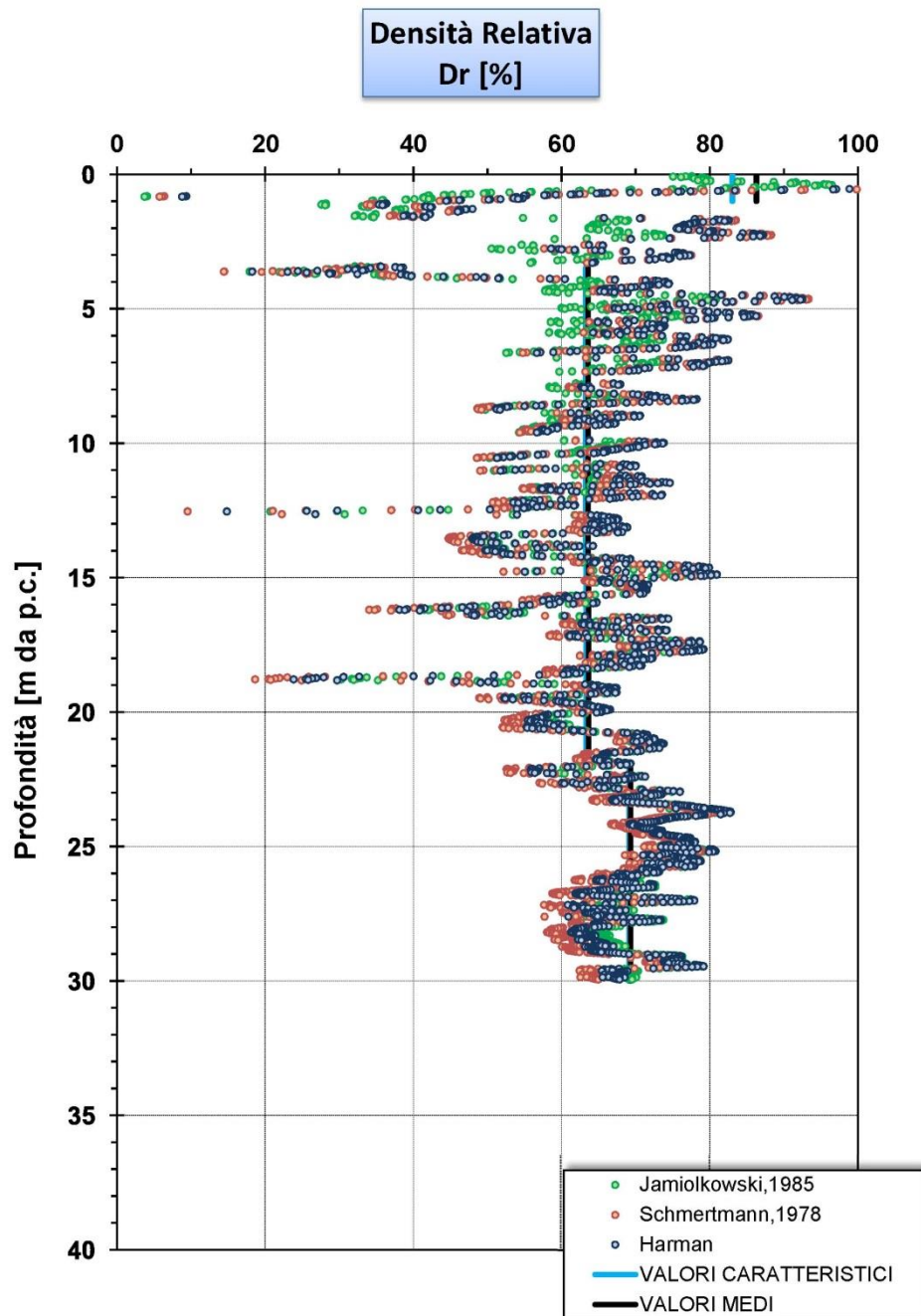


Grafico 11: Densità relativa da prova CPTU 2

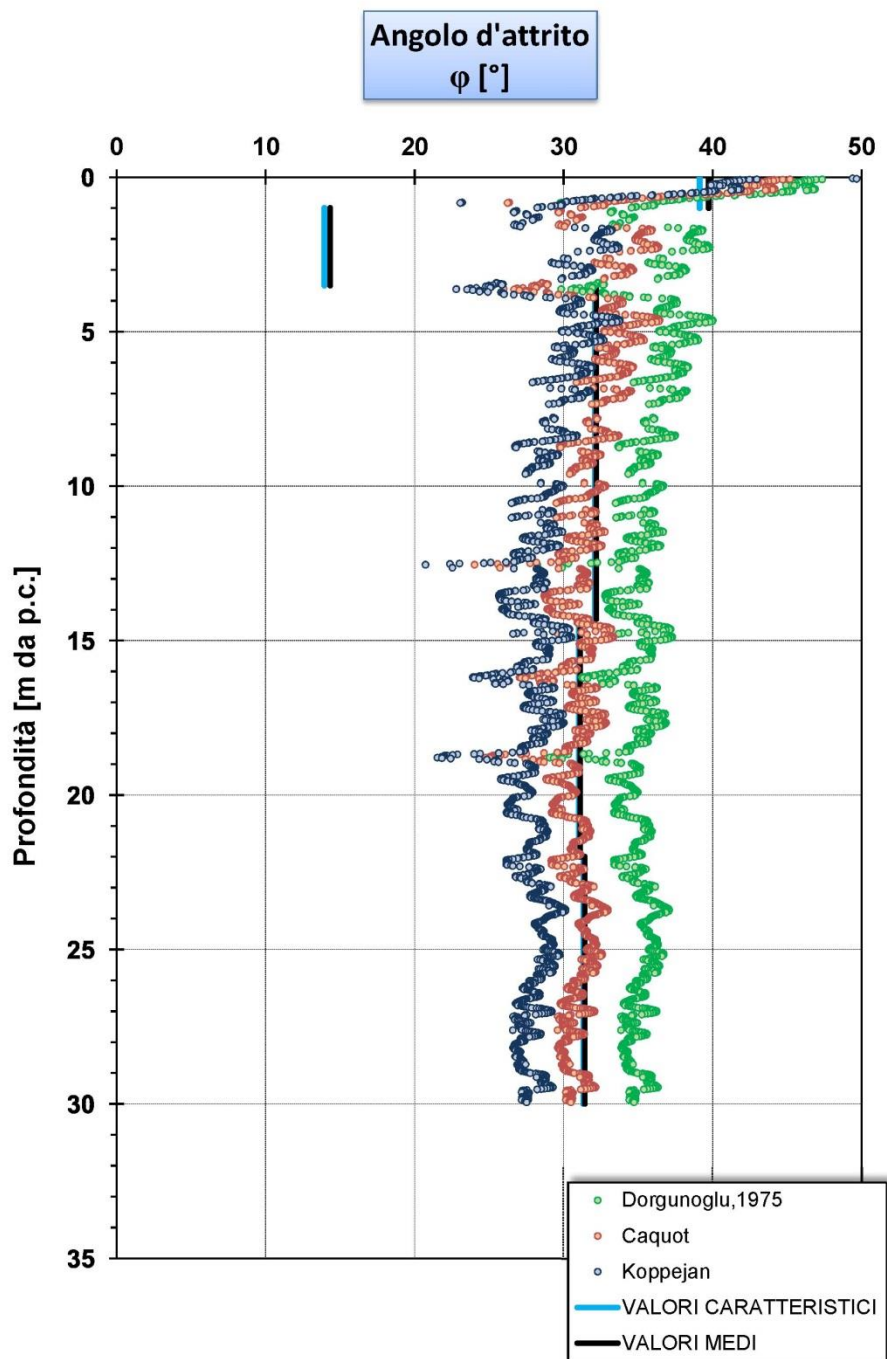


Grafico 12 angolo d'attrito da prova CPTU 1

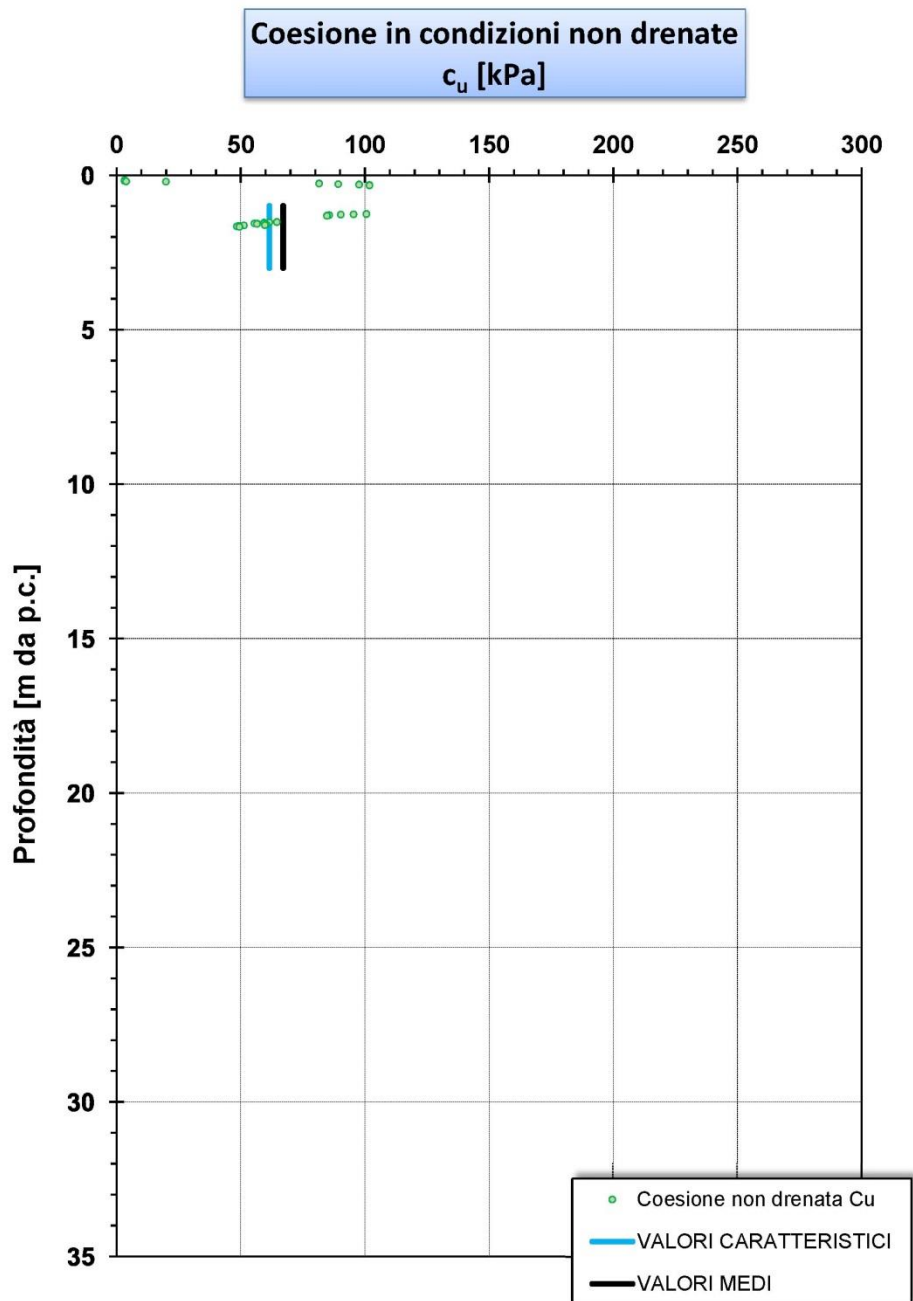


Grafico 13: Coesione non drenata da prova CPTU 3

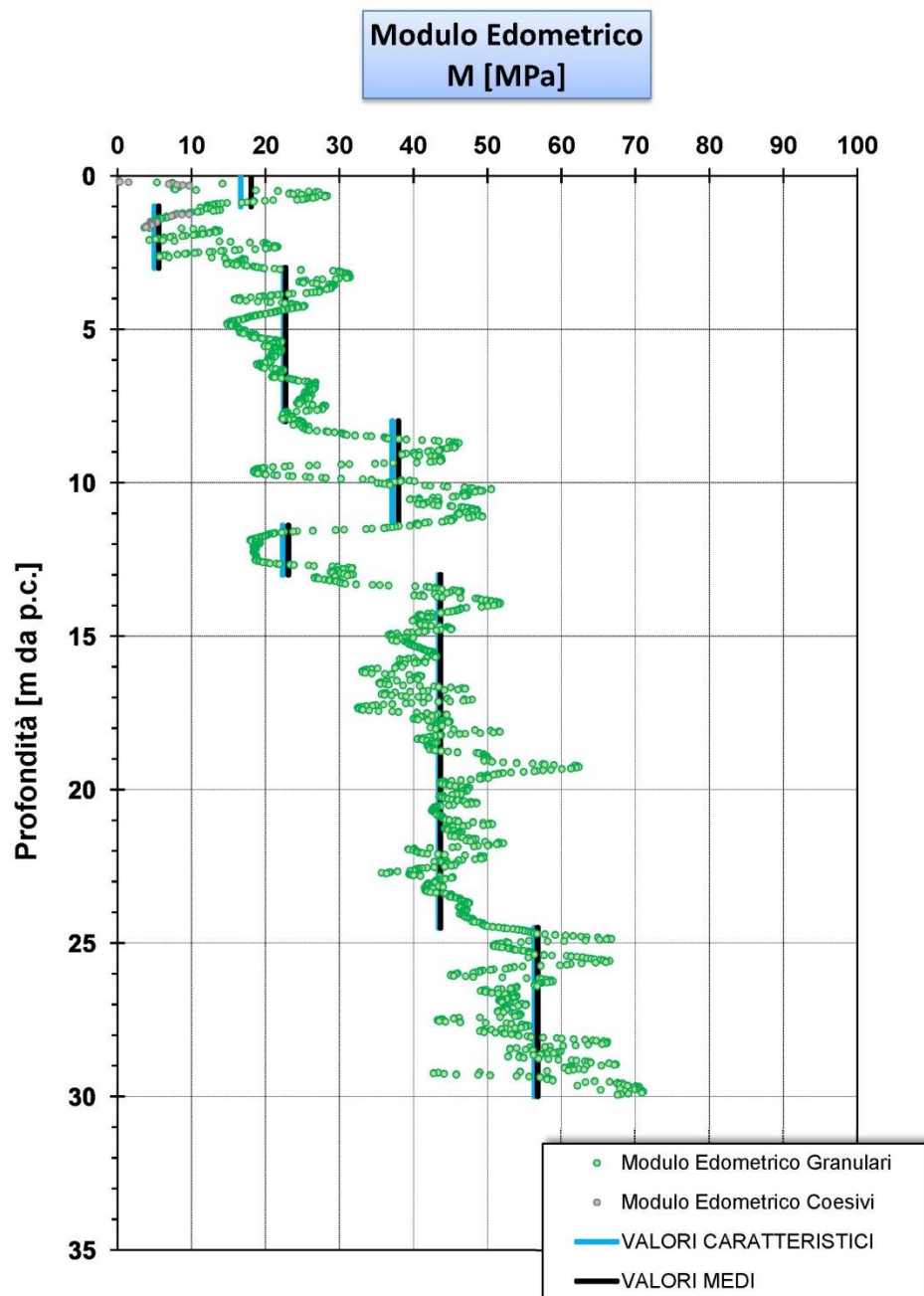


Gráfico 14 : Modulo edometrico da prova CPTU 3

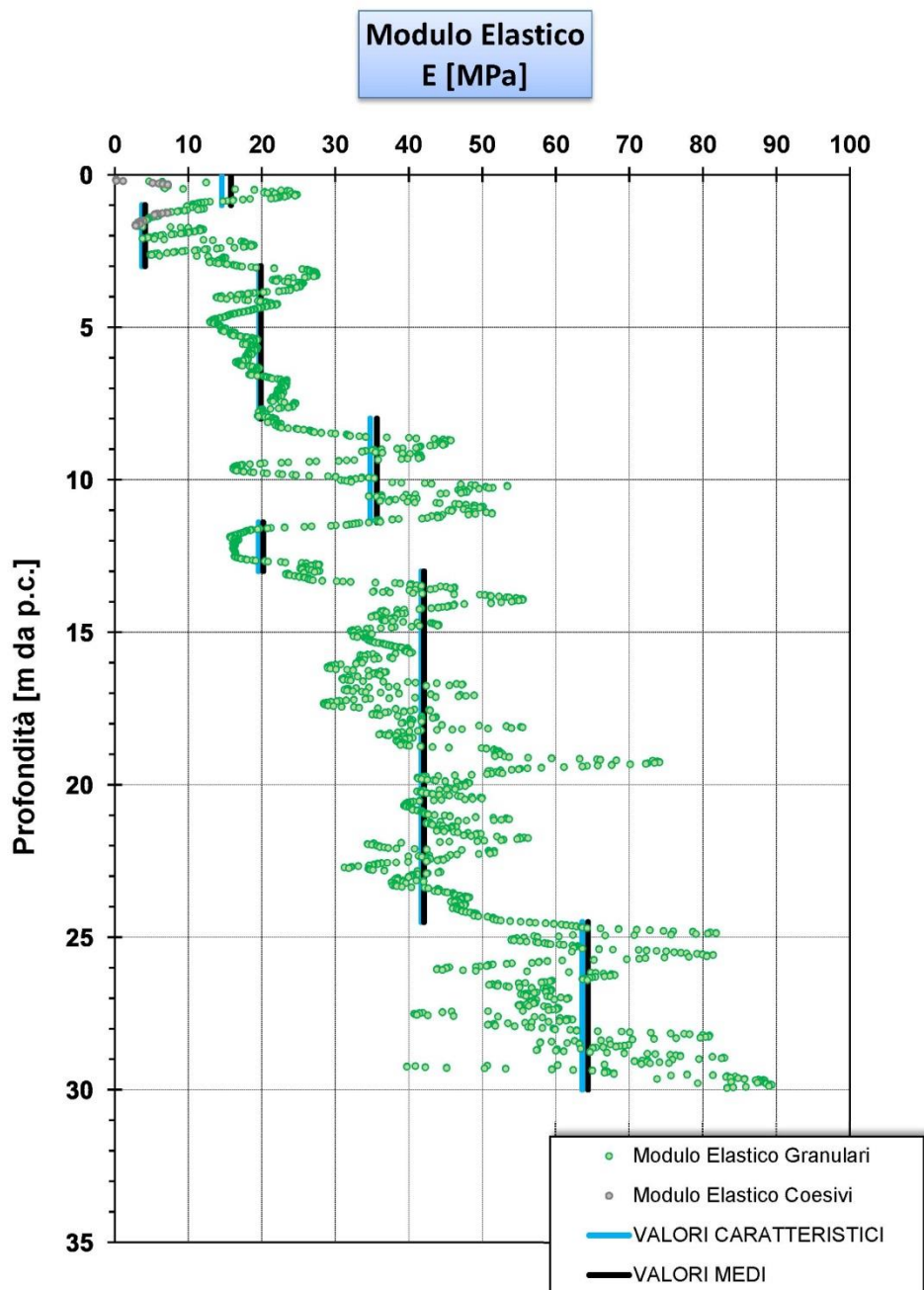


Grafico 15: Modulo elastico da prova CPTU 3

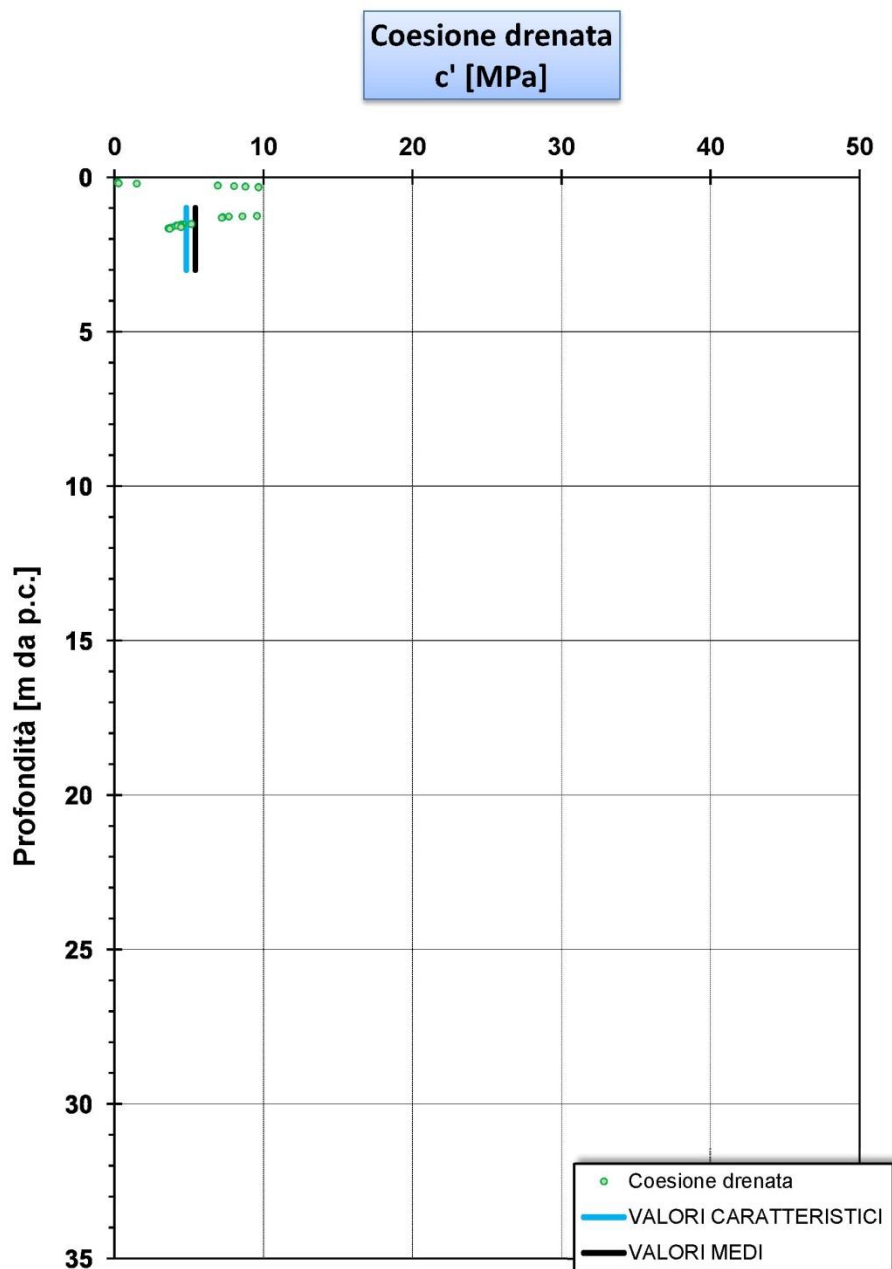


Grafico 16 : Coesione drenata da prova CPTU 3

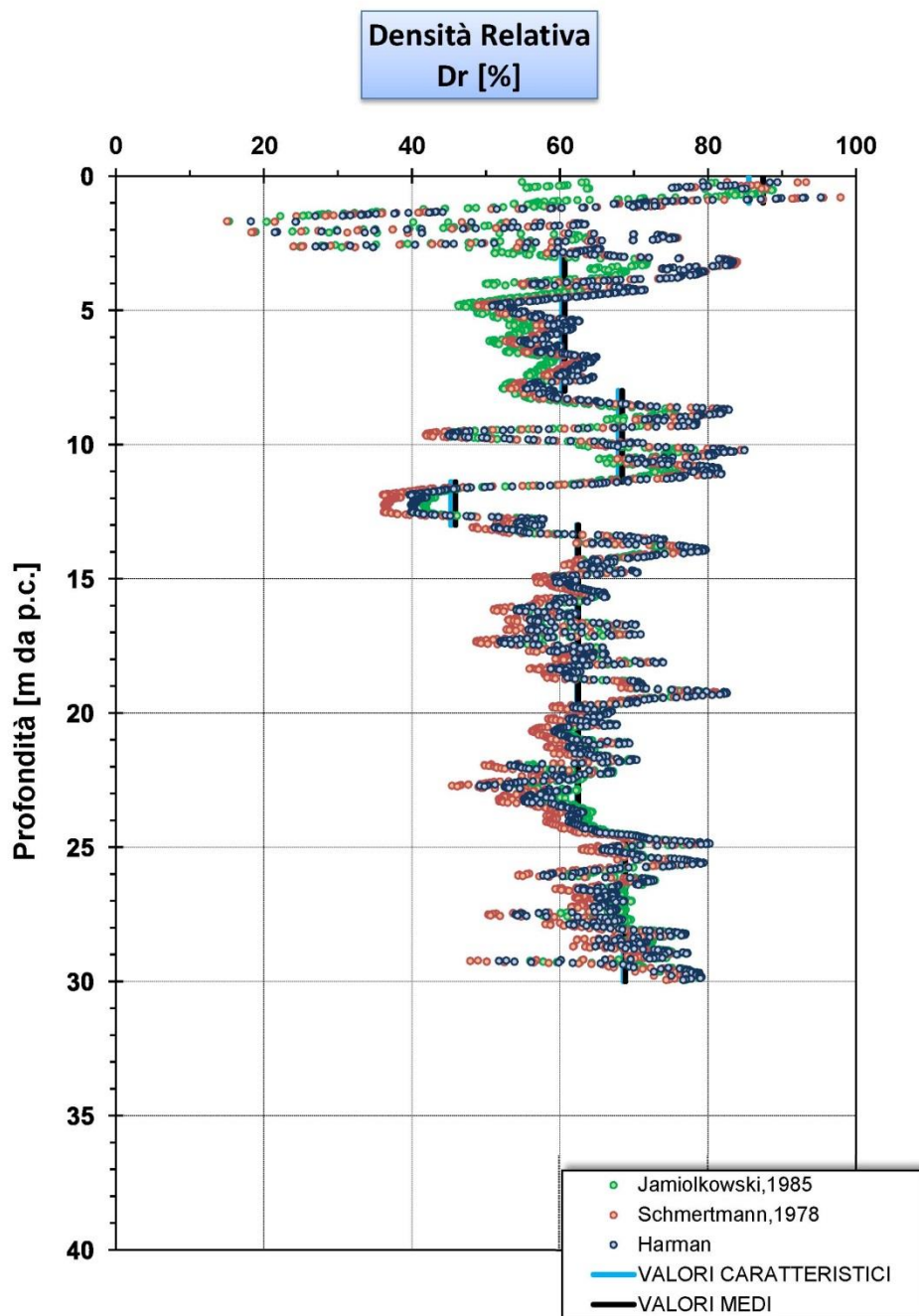


Grafico 17: Densità relativa da prova CPTU 3

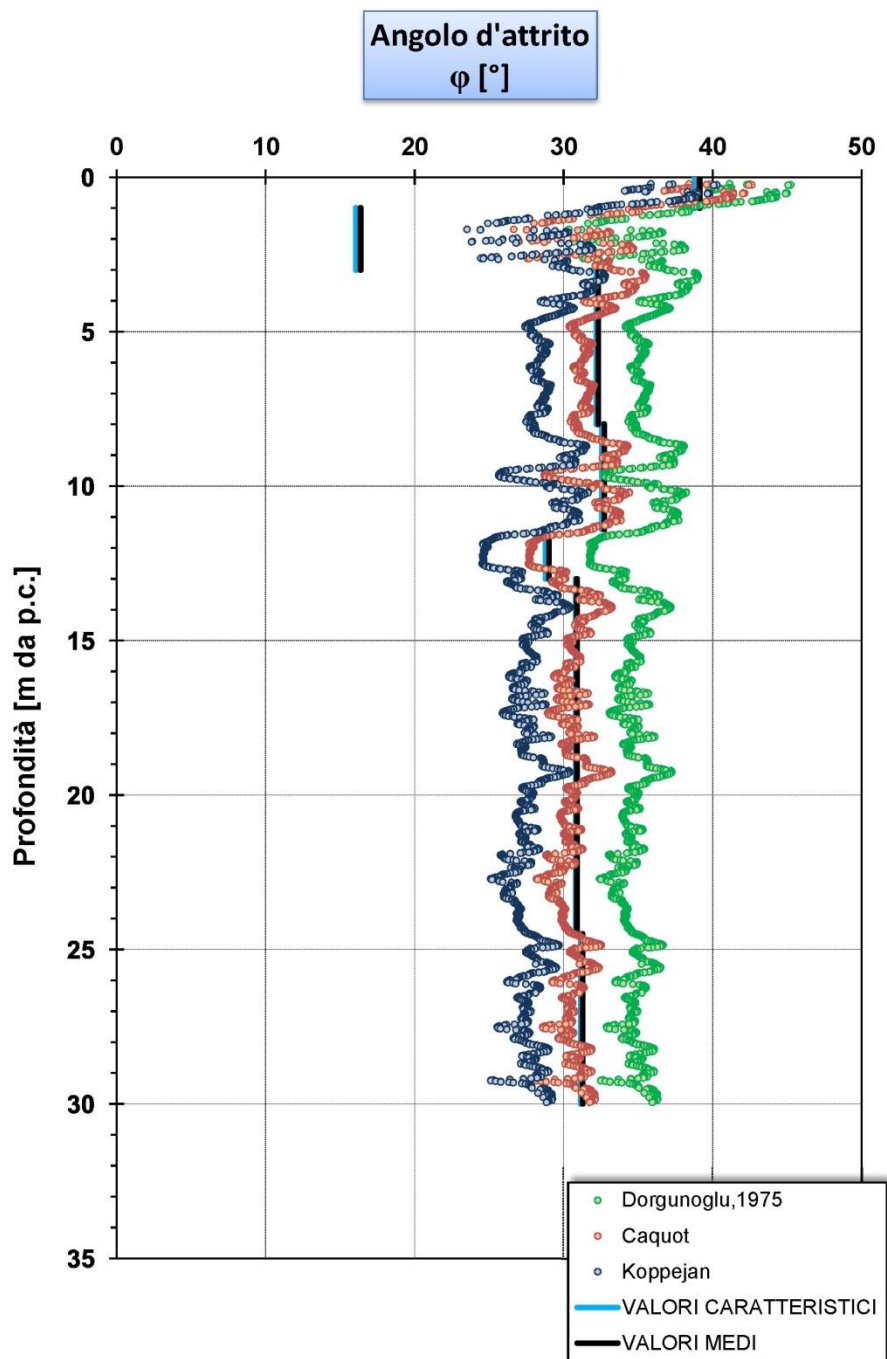


Grafico 18 angolo d'attrito da prova CPTU 3

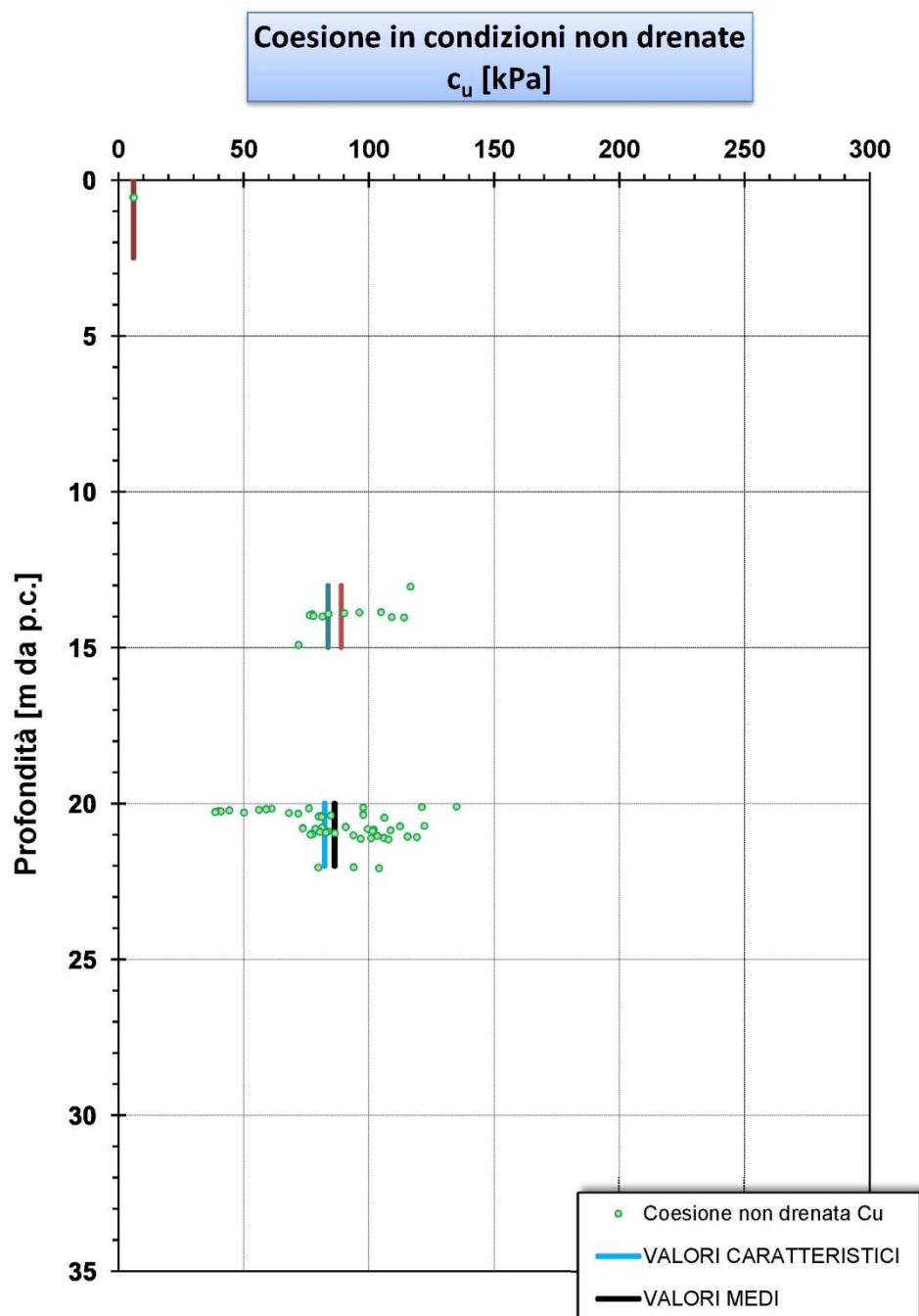


Grafico 19: Coesione non drenata da prova CPTU 4

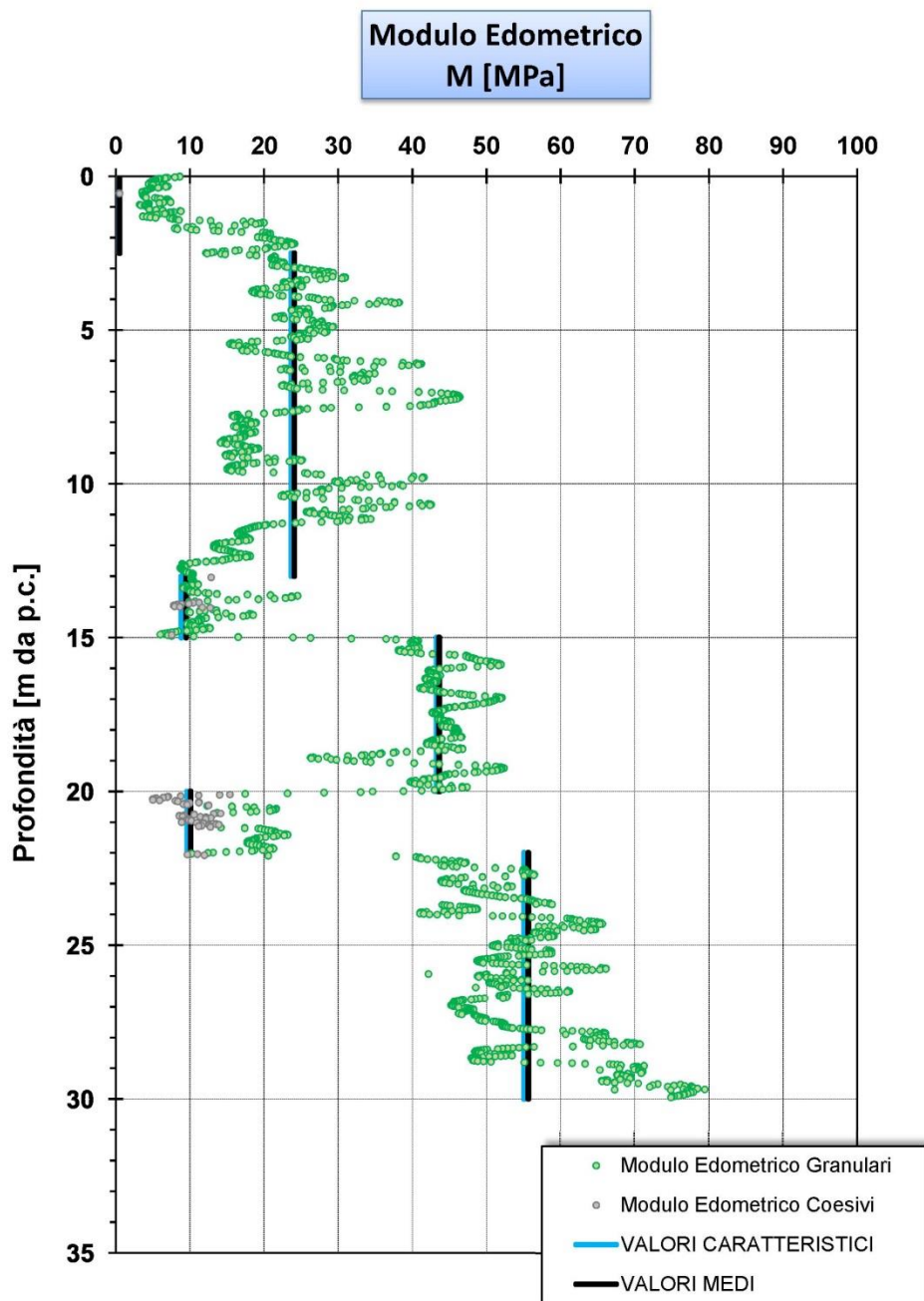


Grafico 20 : Modulo edometrico da prova CPTU 4

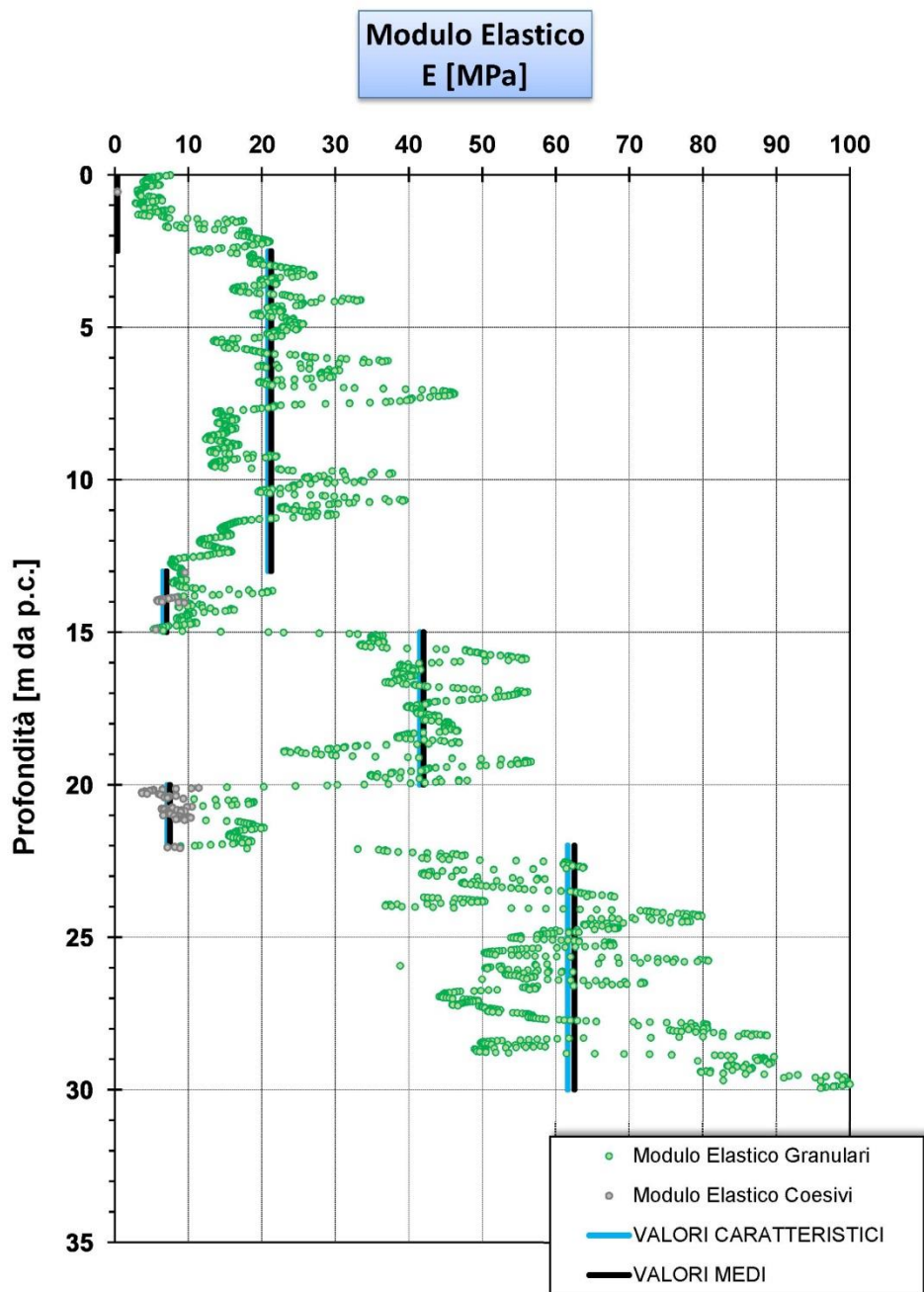


Grafico 21: Modulo elastico da prova CPTU 4

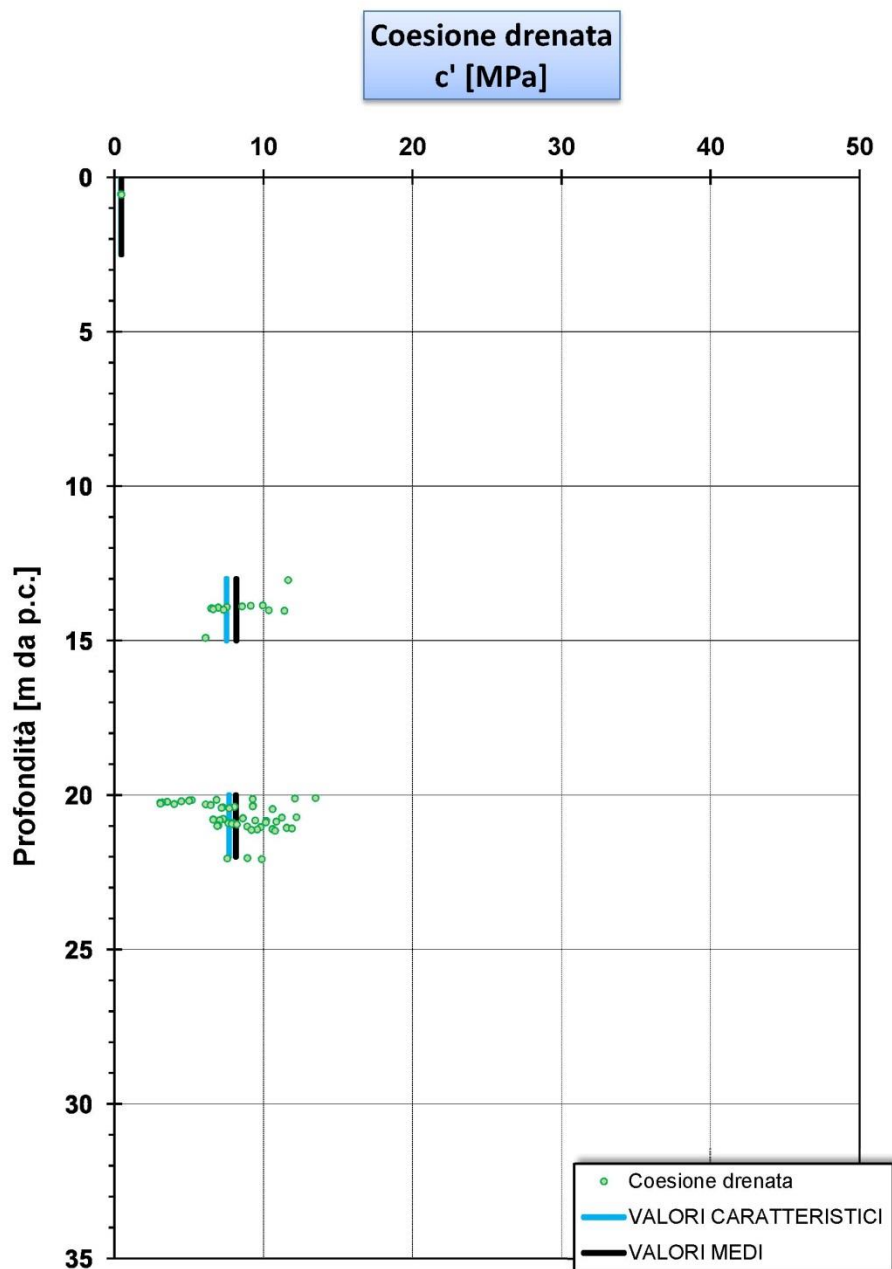


Grafico 22 : Coesione drenata da prova CPTU 4

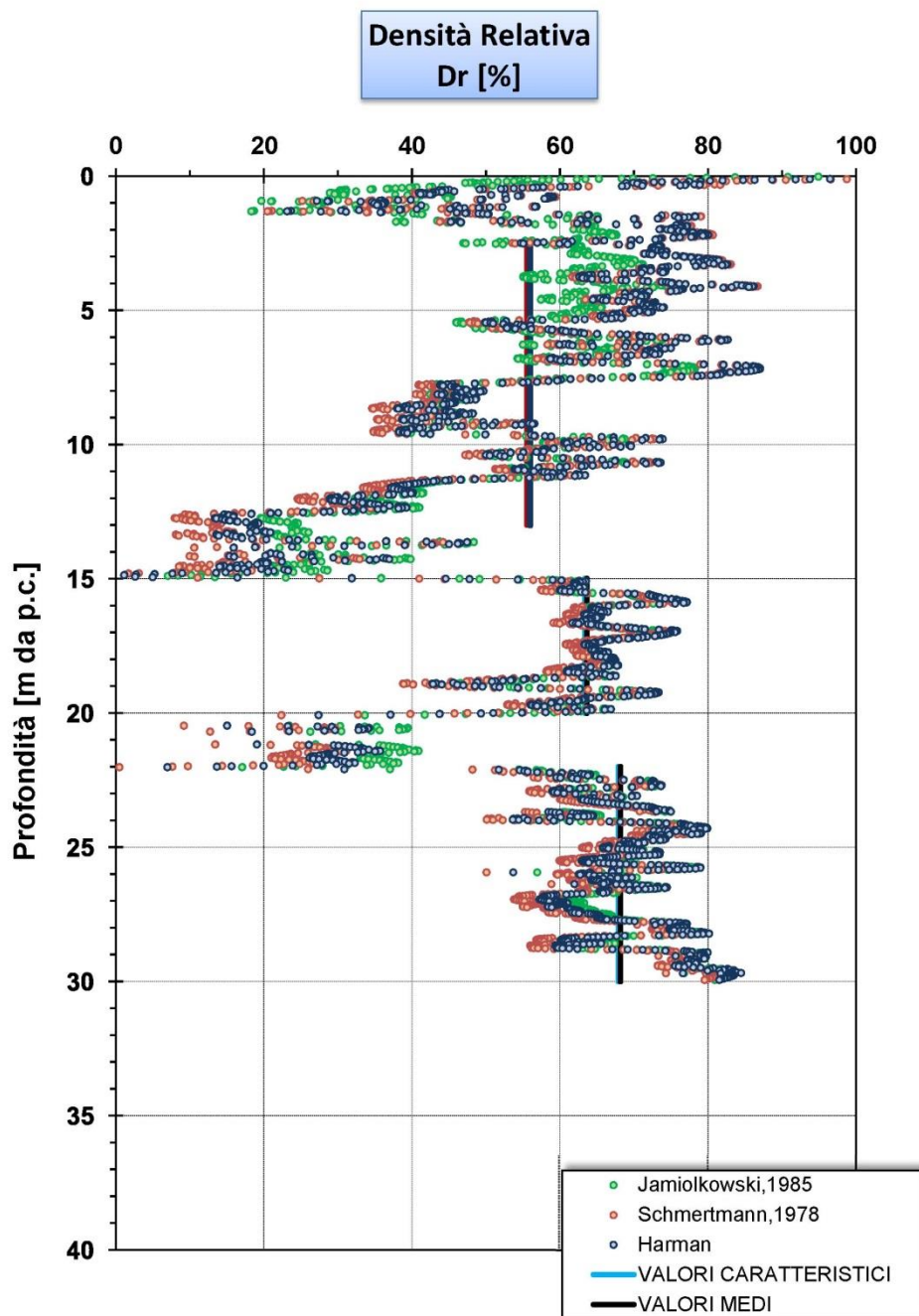


Grafico 23: Densità relativa da prova CPTU 4

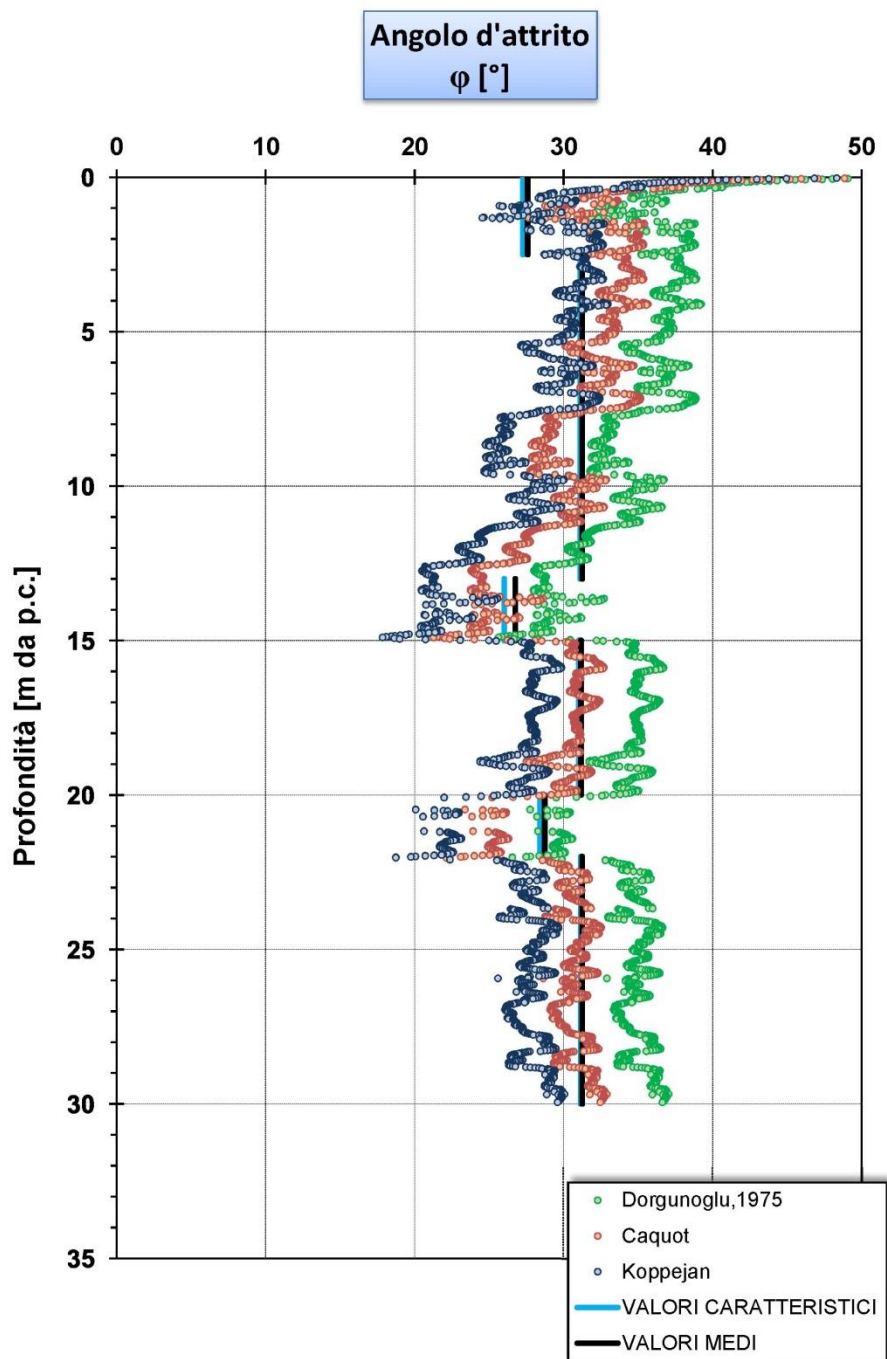


Grafico 24 angolo d'attrito da prova CPTU 4