



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:
Dott. Maurizio D'angelo

- PERIZIA DI VARIANTE N.2 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.



Titolo elaborato:

GEOLOGIA GEOTECNICA E SISMICA Indagini geognostiche

Relazione sulle indagini geognostiche integrative 2015-2017 - Allegato 8

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	P V	I G	R T 0 8	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
	PVIGRT08_50_4137		4 1 3 7	
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		APRILE 2017	S. FERRO S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

Progettisti :



ENSER^{srl}
SOCIETA' DI INGEGNERIA

Viale Baccarini, 29 - 48018 FAENZA (RA) tel. 0546-663423
Via Zaccani, 16 - 40127 BOLOGNA (BO) tel. 051-245663
Via Andrea Costa, 115 - 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN) tel. 0541-1832933
ingegneria@enser.it - www.enser.it - P.E.C.: ensersrl-ra@legalmail.it



Il Progettista Responsabile
Prof. Ing. Gianfranco Marchi

Il Geologo
Dott. Stefano Ferro

Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Ing. Francesco Cocciante

Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di Esecuzione
Ing. Francesco Cocciante



ANAS S.p.A.

DATA: _____ PROTOCOLLO: _____

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO **LO410C E 1101**

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

BOLOGNETTA S.C.P.A.

ITINERARIO PALERMO-AGRIGENTO. LAVORI DI AMMODERNAMENTO DEL TRATTO PALERMO- LERCARA FRIDDI, LOTTO FUNZIONALE DAL KM 14,4 (KM 0,0 DEL LOTTO 2) COMPRESO IL TRATTO DI RACCORDO DELLA ROTATORIA BOLOGNETTA, AL KM 48,0 (KM 33,6 DEL LOTTO 2 – SVINCOLO MANGANARO INCLUSO) COMPRESI I RACCORDI CON LE ATTUALI SS N.189 E SS N.121 (RIF. PA 17/08).

"INDAGINI GEOGNOSTICHE OS44"



RAPPORTO TECNICO DI PROVA

REV.	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	REDATTO PREP'D	CONTR. CHK'D	APPR. APPR'D	COMM.-JOB:
0	Rapporto di prova	Dott. Roberto Torre	Dott. Benedetto Spanò	Dott. Benedetto Spanò	RDP 561 del 26/5/15 COMMESSA: IG478

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.
 Capitale Sociale € 10.000
 Codice Fiscale, PIVA e Iscrizione al Reg. delle Imprese di Catania n. 04053900876
 Iscritta al R.E.A. 270647

Uffici e sede legale
 via Novaluce, 65/67 (1ª traversa privata)
 95030 Tremestieri Etneo (CT)
 info@lr-srl.it

Laboratorio Aut. L. 1086/71
 Zona Industriale, Capannone n.5
 94010 Catenanuova (EN)
 laboratorio@lr-srl.it



BOLOGNETTA S.C.P.A.

ITINERARIO PALERMO-AGRIGENTO. LAVORI DI AMMODERNAMENTO DEL TRATTO PALERMO-LERCARA FRIDDI, LOTTO FUNZIONALE DAL KM 14,4 (KM 0,0 DEL LOTTO 2) COMPRESO IL TRATTO DI RACCORDO DELLA ROTATORIA BOLOGNETTA, AL KM 48,0 (KM 33,6 DEL LOTTO 2 – SVINCOLO MANGANARO INCLUSO) COMPRESI I RACCORDI CON LE ATTUALI SS N.189 E SS N.121 (RIF. PA 17/08).

"INDAGINI GEOGNOSTICHE OS44"

INDICE	pag.
INTRODUZIONE	3
1. GENERALITÀ SULLA PROVA	4
2. APPARECCHIATURA DI PROVA	4
3. MODALITÀ ESECUTIVE	5
4. Rilievo stratigrafico del sondaggio	5
5. Prove geotecniche in situ	6
6. prove S.P.T.	7
7. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S1INCL_2015_OS44 E COLONNA STRATIGRAFICA	9
8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S2_2015_OS44 E COLONNA STRATIGRAFICA	14

INTRODUZIONE

Nell'ambito dei lavori relativi alla progetto di "*LAVORI DI AMMODERNAMENTO DEL TRATTO PALERMO-LERCARA FRIDDI, LOTTO FUNZIONALE DAL KM 14,4 (KM 0,0 DEL LOTTO 2) COMPRESO IL TRATTO DI RACCORDO DELLA ROTATORIA BOLOGNETTA, AL KM 48,0 (KM 33,6 DEL LOTTO 2 – SVINCOLO MANGANARO INCLUSO) COMPRESI I RACCORDI CON LE ATTUALI SS N.189 E SS N.121*", sono stati eseguiti **n°2** sondaggi geognostici a carotaggio continuo denominati rispettivamente **S1Incl_2015_OS44** e **S2_2015_OS44**, in cui sono state eseguite delle prove in foro S.P.T, e **n°1** sondaggio a distruzione di nucleo denominato **S3PZ_2015_OS44**.

I sondaggi, hanno permesso di evidenziare in modo sufficientemente dettagliato la situazione stratigrafica, inoltre nel rispetto del programma delle indagini, è stata installata nel sondaggio **S1Incl_2015_OS44** una stazione inclinometrica e nel sondaggio **S3PZ_2015_OS44** una stazione piezometrica.

Nella tabella seguente sono sintetizzate le specifiche del sondaggio:

Sondaggio	Profondità m dal p.c.	N. S.P.T	Piezometro	Inclinometro
S1INCL_2015	-30	7	-	x
S2_2015	-25	8	-	-
S3PZ_2015	-25	-	x	-

1. GENERALITÀ SULLA PROVA

Le indagini eseguite a carotaggio continuo hanno permesso di avere una conoscenza dettagliata del sottosuolo, tale da poter ricostruire una sezione stratigrafica puntuale per ogni sondaggio eseguito.

2. APPARECCHIATURA DI PROVA

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati eseguiti per mezzo di una sonda perforatrice di tipo EGT MD 710 avente dimensioni idonee ai terreni da investigare, all'accessibilità ed alla possibilità di movimento nei siti di indagine.

La macchina perforatrice è montata su carro cingolato ed ha un tiro e una spinta che sono assicurati da un motore oleodinamico con trasmissione a catena. E' presente, inoltre, una morsa di tipo doppio con sistema di controllo oleodinamico per poter assicurare le manovre di montaggio e smontaggio delle aste di perforazione e/o di rivestimento. Il controllo della verticalità della batteria di aste è assicurato tramite quattro stabilizzatori a pistone con controllo, tramite livella a bolla posta nella parte anteriore e sulla torretta della sonda.

Per l'avanzamento della perforazione ed il prelievo delle carote di terreno durante il carotaggio continuo sono stati utilizzati, sia un carotiere di tipo semplice, sia di tipo doppio (tipo T2 con corona diamantata).

Il carotiere semplice è costituito da un tubo metallico cilindrico avente diametro esterno di 101 mm e lunghezza pari a 3.00 m munito all'estremità inferiore di un corona con inserti in carburo di tungsteno e provvisto, nella parte sommitale, di un dispositivo (valvola di ritenzione, estrattore e molla) che impedisce la perdita dei campioni (carote) di terreno prelevati durante le operazioni di risalita della batteria di aste (prolunghe).

Il carotiere tipo T2 o doppio è un carotiere doppio a pareti sottili con tubo esterno esclusivamente in acciaio avente diametro esterno di 101 mm e lunghezza pari a 3.00 m munito all'estremità inferiore di un corona con inserti diamantati. Esso è particolarmente adatto ad un carotaggio rapido e sicuro in terreni lapidei. Il tubo esterno subisce la rotazione indotta dalla testa di perforazione della sonda, mentre, il tubo interno, non rotante, preserva il campione dagli sforzi torsionali trasmessi dalle aste di manovra e ne impedisce il disturbo da parte del fluido di perforazione che circola tra il tubo interno e quello esterno. Grazie alla limitata superficie tagliente

è possibile ottenere un'elevata velocità di penetrazione con tutti i vantaggi ad essa legati, come per esempio, un'alta percentuale di carotaggio.

Alternativamente all'approfondimento del carotiere, è stato necessario porre in opera una colonna di tubazioni di rivestimento fungenti da sostegno alle pareti del foro. Tali rivestimenti sono costituiti da tubi metallici cilindrici avente diametro esterno di 127 mm e lunghezza pari a 1 e 1.50 m, muniti anch'essi, all'estremità inferiore, di un scarpa con inserti al Carburo di Tungsteno o diamantati.

3. MODALITÀ ESECUTIVE

Come detto precedentemente, l'ubicazione dei punti in cui sono stati effettuati i sondaggi geognostici è stata stabilita dal Committente.

Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC aventi 5 scomparti, ciascuno di lunghezza pari ad 1 m. Ogni singola cassetta catalogatrice è stata siglata temporaneamente con l'identificativo del sondaggio e la profondità di prelievo di riferimento. Gli spezzoni lapidei, prelevati direttamente dalle cassette catalogatrici, sono stati inseriti all'interno di sacchi in polietilene trasparenti e contrassegnati, così da avere subito evidenza e riconoscimento del campione, del sondaggio a carotaggio relativo, nonché, della profondità cui è stato prelevato. Successivamente, i campioni sono stati inviati al laboratorio per l'esecuzione delle prove indicate dalla Committenza. Le prove geotecniche sugli spezzoni lapidei sono state eseguite dal laboratorio MTR di Troina e i risultati sono riepilogati nella tabella allegata al presente rapporto di prova.

4. RILIEVO STRATIGRAFICO DEL SONDAGGIO

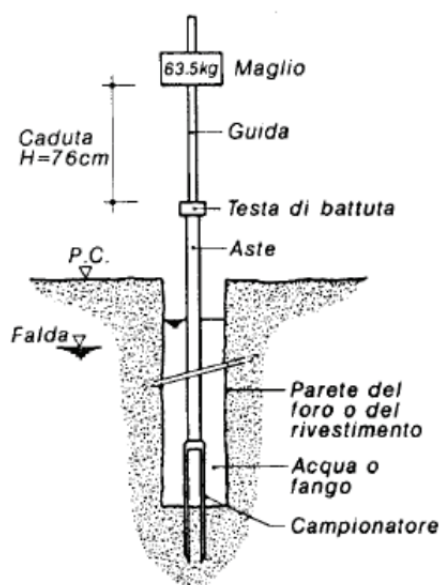
La perforazione a carotaggio continuo è stata eseguita al fine di conoscere, in modo completo, la stratigrafia del sottosuolo prelevando, senza soluzione di continuità, campioni litologicamente rappresentativi del terreno (carote) lungo le verticali investigate.

Le colonne stratigrafiche sono la rappresentazione grafica e testuale della successione dei terreni, identificati nell'ambito delle usuali classificazioni geotecniche, attraversati nel corso della perforazione. In esse sono riportati i dati obiettivi che si possono rilevare in cantiere mediante l'osservazione diretta e mediante semplici prove [AGI 1977].

5. PROVE GEOTECNICHE IN SITU

Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Si tratta di prove che vengono eseguite in avanzamento, durante il carotaggio continuo, principalmente in terreni granulari e coesivi, sul fondo del foro di sondaggio adeguatamente pulito da eventuale materiale franato dalle pareti dello stesso. Tramite queste prove si ottengono dei valori quantitativi sulla resistenza del suolo alla penetrazione e, anche, per ricavare un campione indisturbato di terreno.



diametro 51 mm, angolo 60°, nel caso di esecuzione della prova in terreni ghiaioso-ciottolosi o con

Figura 1: sistema per prove SPT livelli cementati.

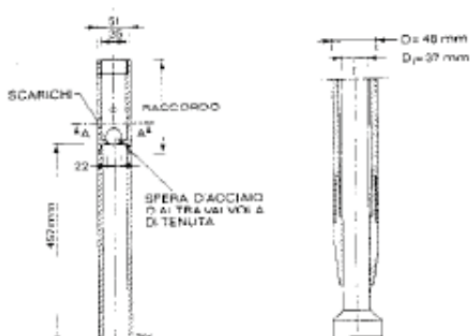


Figura 2 : scarpa e punta SPT

“Raccomandazioni ISSMFE” per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976).

Il numero di colpi N_{spt} è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del

terreno; i valori riferiti ai primi 15 cm, generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione.

Per i terreni in cui si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è possibile individuare un valore di massima ponendo in tale caso $N_{spt} = 50$.

6. PROVE S.P.T.

Qui di seguito vengono riportate alcune correlazioni, tratte dalla letteratura geotecnica, utilizzate al fine di fornire delle indicazioni, di tipo qualitativo, dei terreni riscontrati durante le perforazioni.

Nella seguente tabella viene determinata la **Densità relativa** sia definendo con un aggettivo il grado di addensamento (Terzaghi-Peck) sia individuando il corrispondente valore numerico (Gibbs-Holtz).

NSPT colpi/30 cm	SABBIE	
	DENSITA' RELATIVA	
	Terzaghi-Peck (1948)	Gibbs-Holtz (1957)
0-4	Sciolto	0-15 %
4-10	Poco addensato	15-35 %
10-30	Moderatamente addensato	35-65 %
30-50	Addensato	65-85 %
> 50	Molto addensato	85-100 %

ARGILLE	
Terzaghi e Peck, 1948	
STATO DI CONSISTENZA	N colpi
Molle	2
Tenero	4
Medio	8
Compatto	15
Molto compatto	30
Duro	

Nelle tabelle seguenti sono riportati, per ogni sondaggio, i dati esecutivi delle prove S.P.T. effettuate.

SONDAGGIO S1Incl_2015_OS44

Profondità (m)	Valori prova S.P.T.	N _{SPT} colpi/30 cm	Utensile	Litologia	Addensamento/Consistenza
-3.00	4 – 6 - 8	14	scarpa	Argille limose	Compatto
-6.00	7 – 12 - 17	29	scarpa	Argille limose	compatto
-9.00	9 – 14 - 19	33	scarpa	Argille limose	Molto compatto
-11.90	17 – 28 - 28	56	scarpa	Argille limose	Duro
-15.00	16 – 27 - 39	66	scarpa	Argille limose	Duro
-18.00	27 – 39 - 45	84	scarpa	Argille limose	Duro
-21.00	25 - R	-	scarpa	Argille limose	Duro

SONDAGGIO S2_2015_OS44

Profondità (m)	Valori prova S.P.T.	N _{SPT} colpi/30 cm	Utensile	Litologia	Addensamento/Consistenza
-3.00	4 – 7 – 9	16	scarpa	Argille limose	Compatto
-5.60	3 – 4 - 8	12	scarpa	Argille limose	Compatto
-9.00	11- 17 - 24	41	scarpa	Argille limose	Dure
-14.00	14 – 38 - 43	81	scarpa	Argille limose	Dure
-18.00	19 – 19 - 27	46	scarpa	Argille limose	Dure
-21.40	17 – 26 - 36	62	scarpa	Argille limose	Dure

7. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S1INCL_2015_OS44 E COLONNA STRATIGRAFICA



Foto N°1: Postazione sondaggio S1INCL_2015_OS44



Foto N°2: SIINCL_2015_OS44 Cassetta C1 da 0,00 a 5,00 m



Foto N°3: SIINCL_2015_OS44 Cassetta C2 da 5,00 a 10,00 m



Foto N°4: SIINCL_2015_OS44 Cassetta C3 da 10,00 a 15,00 m



Foto N°5: S1INCL_2015_OS44Cassetta C4 da 15,00 a 20,00 m



Foto N°6: S1INCL_2015_OS44Cassetta C5 da 20,00 a 25,00 m



Foto N°7: SIINCL_2015_OS44Cassetta C6 da 25,00 a 30,00 m

STRATIGRAFIA S1Incl_OS44_2015

Committente Bolognetta S.C.P.A.	Profondità raggiunta 30 m	Quota Ass. P.C. 524,60 m s.l.m.	Certificato n°	Pagina 1/2
Operatore ANTONIO FERRANTE	Località OS44			Inizio/Fine Esecuzione 23-04-21-15/24-04-2015
Responsabile ROBERTO TORRE	Sondaggio SIIncl_OS44_2015	Tipo Carotaggio CAROTAGGIO CONTINUO	Tipo Sonda EGT VD 710	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore dello strato	% carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Inclinometro
		terreno vegetale	0.50								
1		Argille limose debolmente sabbiose con inclusi elementi litici millimetrici e centimetrici, a struttura caotica di colore bruno-giallastri plastiche.	5.50	%C=100							
2					4-7-9	1					
3					3.00 PA	1.5					
4						2					
5					3-4-8	4					
6		Argille limose da poco consistenti a consistenti a struttura caotica di colore beige.	2.50	%C=100							
7						4.3					
8						4.5					
9		Argille limose grigio scure, da consistenti a molto consistenti con livelli di calcare dolomitizzato tra 14,40-14.80 e 15.00 e 15.30	6.50	%C=100	11-17-24						
10					9.00 PA	4.5					
11						FS					
12					14-38-43						
13					12.00 PA						
14											
15											

Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
(W) Corona in widia; (D) Corona diamantata; (CS) Carotiere semplice; (CD) Carotiere doppio; d. 101 Diametro di perforazione

Responsabile: Dott. Geol. Roberto Torre

Committente Bolognetta S.C.P.A.	Profondità raggiunta 30	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina 2/2
Operatore ANTONIO FERRANTE	Località OS44			Inizio/Fine Esecuzione 23-04-21-15/24-04-2015
Responsabile ROBERTO TORRE	Sondaggio SIIncl_OS44_2015	Tipo Carotaggio CAROTAGGIO CONTINUO	Tipo Sonda EGT VD 710	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore dello strato	% carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Inclinometro
16	[Pattern]	Argille limose grigio scure, da consistenti a molto consistenti con livelli di calcare dolomitizzato tra 14,40-14.80 e 15.00 e 15.30	4.00	%C=100	R						
17					15.40 PC						
18	[Pattern]	Argilliti di colore grigio scure con venature calcitiche biancastre		%C=100	13-19-27						
19					18.00 PA						
20	[Pattern]			%C=100				(CS)			
21					17-26-36						20.00
22	[Pattern]			%C=100	21.40 PA						
23											
24	[Pattern]			%C=100							
25					11.00						
26	[Pattern]			%C=100							
27											
28	[Pattern]			%C=100							
29											
30	[Pattern]							(RM)			
								(CD)			
								30.00			
									30.00		

Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
(W) Corona in widia; (D) Corona diamantata; (CS) Carotiere semplice; (CD) Carotiere doppio; d. 101 Diametro di perforazione

Responsabile: Dott. Geol. Roberto Torre

8. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S2_2015_OS44 E COLONNA STRATIGRAFICA



Foto N°1: Postazione sondaggio S2_2015_OS44



Foto N°2: S2_2015_OS44 Cassetta C1 da 0,00 a 5,00 m



Foto N°3: S2_2015_OS44 Cassetta C2 da 5,00 a 10,00 m



Foto N°4: S2_2015_OS44 Cassetta C3 da 10,00 a 15,00 m



Foto N°4: S2_ 2015_ OS44 Cassetta C4 da 15,00 a 20,00 m



Foto N°5: S2_ 2015_ OS44 Cassetta C5 da 20,00 a 25,00 m

STRATIGRAFIA S2 _2015_ OS44

Committente Bolognetta S.C.P.A.	Profondità raggiunta 25 m	Quota Ass. P.C. 526,36 m s.l.m.	Certificato n°	Pagina 1/2
Operatore ANTONIO FERRANTE	Località OS44			Inizio/Fine Esecuzione 24-04-21-15/27-04-2015
Responsabile ROBERTO TORRE	Sondaggio S2_OS44_2015	Tipo Carotaggio CAROTAGGIO CONTINUO	Tipo Sonda EGT VD 710	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore dello strato	% carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Inclinometro
0		Terreno vegetale	0.25	%C=100							
1		Argille limose debolmente sabbiose con inclusi elementi litici millimetrici e centimetrici, a struttura caotica di colore bruno-giallastre a tratti con bande rosso vinaccia, sature fino a -3,00m, poi diventano più consistenti a tratti litificate.	7.75	%C=100	4-6-8	0.5					
2	3.00 PA				1						
3					2						
4					3						
5					4.5						
6					7-12-17						
7					6.00 PA						
8		Argille limose da poco consistenti a consistenti alterate di colore giallo bruno con bande color tabacco e con bande grigiastre verso il basso, finemente scaliattate; a 13,60 trovante di calcilutite dolomitizzata.	5.70	%C=100	9-14-19	2.5					
9	9.00 PA										
10					5						
11					17-28-28						
12					11.90 PA						
13		Argille limose grigio scure a struttura scagliosa, consistenti.	1.30	%C=100	16-27-39	4.5					
14					7.5						
15				%C=100	15.00 PA						

Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
(W) Corona in widia; (D) Corona diamantata; (CS) Carotiere semplice; (CD) Carotiere doppio; d. 101 Diametro di perforazione

Responsabile: Dott. Geol. Roberto Torre

Committente Bolognetta S.C.P.A.	Profondità raggiunta 25	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina 2/2
Operatore ANTONIO FERRANTE	Località OS44			Inizio/Fine Esecuzione 24-04-21-15/27-04-2015
Responsabile ROBERTO TORRE	Sondaggio S2_OS44_2015	Tipo Carotaggio CAROTAGGIO CONTINUO	Tipo Sonda EGT VD 710	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione litologica	Spessore dello strato	% carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Inclinometro
16	Argille limose a struttura scagliosa grigio scure, consistenti				R 15.40 PC						
17						8					
18						23-39-25 18.00 PA					
19											
20				9.00							
21						R 21.00 PA					
22										(RM)	
23										23.00	
24		Argilliti di colore grigio scure.		1.00						(CS)	
25					%C=100					25.00	
26											
27											
28											
29											
30											

Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
(W) Corona in widia; (D) Corona diamantata; (CS) Carotiere semplice; (CD) Carotiere doppio; d. 101 Diametro di perforazione

Responsabile: Dott. Geol. Roberto Torre