



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti DPR 380/01 Art. 59 Circolare 7619/STC del 08/09/2010  
Concessione per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in situ Decreto n° 4894 del 28/04/12

## COMUNE DI ROVIANO

PROVINCIA DI ROMA

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.P.A.

OGGETTO: Indagini geognostiche e geofisiche finalizzate alla progettazione del Nuovo  
Acquedotto Marcio  
**SONDAGGIO S7**

LOCALITA': DIGA ROVIANO (RM)

TECNOGEO GROUP SRL

Data: GENNAIO 2022

---

## INDICE

<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>UBICAZIONE INDAGINI .....</b>	<b>4</b>
<b>CERTIFICATI STRATIGRAFICI .....</b>	<b>5</b>
<b>CERTIFICATI DI LABORATORIO.....</b>	<b>11</b>
<b>PROVE DI PERMEABILITA'.....</b>	<b>25</b>
<b>INDAGINE GEOFISICA DOWN-HOLE.....</b>	<b>28</b>

---

## **PREMESSA**

Nell'ambito del contratto quadro (n.3900006745 per le prestazioni finalizzate alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica per la progettazione di opere idriche, fognarie ed elettriche) e sulla base dell'Ordine di Servizio n.68/2021 emesso da Acea Elaborsi Spa sono state realizzate le seguenti indagini:

- N. 1 Sondaggio geognostico (S7) a -64m con esecuzione di n. 5 SPT in foro, prelievo di n.1 campione indisturbato ed installazione di tubazione in pvc per prova geofisica down-hole;
- N.2 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc a carico variabile;
- N.1 prova di laboratorio geotecnico;
- N.1 Indagine geofisica DOWN-HOLE.

Il sondaggio geognostico è stato realizzato utilizzando la macchina di perforazione Fraste MITO 8 con matricola 854073.

La prospezione sismica down-hole è stata realizzata utilizzando il sismografo DoReMi della SARA electronic instruments.

Si allegano i seguenti elaborati:

1. Certificati Stratigrafici
2. Certificati di laboratorio
3. Prove di permeabilità
4. Indagine geofisica down-hole

## UBICAZIONE INDAGINI



# ALLEGATO 1

## Sondaggi Geognostici

Caratteristiche tecniche generali "Hydra Joy 3" con matricola H05716:

### Sottocarro

Lunghezza: 2400mm

Larghezza: 1300mm

Pattini: 320mm

Rulli: 4+4

Stabilizzatori: 4

### Motore diesel

Potenza: 100 Hp – 75 kw

Insonorizzazione: 80 dp

### Slitta

Lunghezza: 1250/3250mm

Spinta: 3500Kg

Tiro: 3500Kg

Inclinazione sd-sx: 25°

Controslitta: +500mm

Motore doppie con svitatore:  $\varnothing$ i 250/  $\varnothing$ i 200

### Rotazione

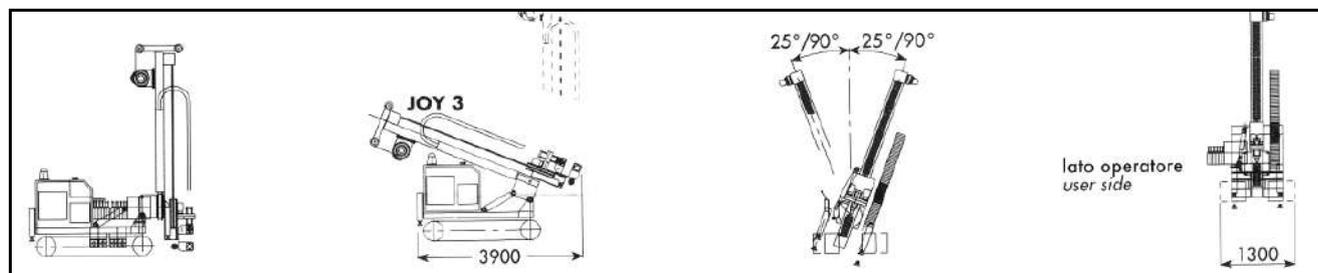
Coppia min, max: Variabile

### Peso

Con allestimento minimo: 3500Kg

È conforme alle seguenti direttive:

- Direttiva Macchine 98/37/CE e 2006/42/CE
- Direttiva sulle emissioni sonore 2000/14/CE E 2005/88/CE con le seguenti informazioni:
  - Livello di potenza acustica misurata: LwA dB 101.82 (102)
  - Livello di potenza acustica garantita: LwA dB 103.32 (103)
- Direttiva compatibilità elettromagnetica 2004/108



<b>Certificato n° 519 del 2021</b>	<b>Verbale di accett n° 68 del 2021</b>	<b>Commessa: 00160</b>
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S7
Riferimento: Nuovo Acquedotto Marcio		Data: Ottobre 2021
Coordinate:		Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo		

## LEGENDA STRATIGRAFIA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Standard Penetration Test			13	14	15	16
									10	11	12				
∅ mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Campioni	m	S.P.T.	N	Pt	prove in foro	Prel. % 0 --- 100	Cass.	DH	

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 4) Simbolo litologico
- 5) Profondità della base dello strato (m)
- 6) Descrizione della litologia dello strato
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Simbolo del campione
- 9) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 10) Prova S.P.T.
- 11) Valore di N<sub>spt</sub>
- 12) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 13) Prove in foro
- 14) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Cassette catalogatrici
- 16) Prova geofisica in foro Down-Hole

*She = Shelby*  
*Den = Denison*  
*Ost = Osterberg*  
*Maz = Mazier*  
*Crp = Craps*  
*nk3 = NK3*  
*Ind = Indisturbato*  
*Dis = Disturbato*  
*SDi = Semi disturbato*  
*SPT = SPT*

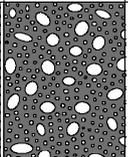
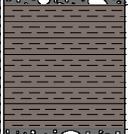
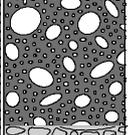
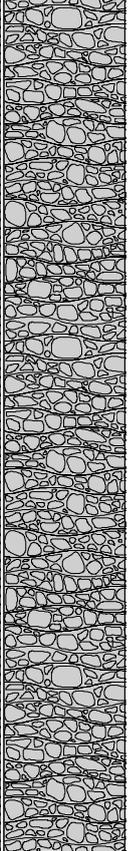
*Lfr.C = Lefranc a carico costante*  
*Lfr.V = Lefranc a carico variabile*  
*Lug = Lugeon*  
*Press = Prova pressiometrica*  
*Dilat = Prova dilatometrica*  
*Scis = Prova scissometrica*  
*PLT = Point Load Test*  
*Prov = Altra prova*

<b>Certificato n° 519 del 2021</b>	<b>Verbale di accett n° 68 del 2021</b>	<b>Commessa: 00160</b>
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S7
Riferimento: Nuovo Acquedotto Marcio		Data: Ottobre 2021
Coordinate:		Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1 :345

## STRATIGRAFIA - S7

Pagina 1/1

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test		Test N Pt	prove in foro	Prel. % 0 --- 100	Cass.	DH		
							m	S.P.T.							
1				7.3	Ghiaia e sabbia grossolana con leggera matrice limosa di colore grigio, addensate		3,0	15-33-RIF	Rif C			1			
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8					Argilla con limo sabbiosa di colore marrone/grigiastro mediamente consistente	C1) Ind < 8,50 9,00	9,0	4-4-5	9 C			2			
9															
10															
11				13,0	Ghiaie eterometriche sub-arrotondate e sabbia grossolana, di colore grigio scuro		13,5	23-RIF	Rif C	Lefranc CV		3			
12															
13															
14															
15				19,0	Brecce calcaree di colore grigio chiaro		21,0	RIF	Rif C	Lefranc CV		4			
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															
38															
39															
40															
41															
42															
43															
44															
45															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58				58,5											
59				59,7	Calcare fratturato di colore biancastro										
60					Calcare compatto di colore biancastro										
61															
62															
63															
64				64,0											

Il foro è stato allestito con tubazione in pvc per prova geofisica down-hole



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00



Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00



Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00



Cassetta n° 7 - profondità da m 30,00 a m 35,00



Cassetta n° 8 - profondità da m 35,00 a m 40,00



**Certificato n° 519 del 2021**

**Verbale di accett n° 68 del 2021**

**Commessa: 00160**

Committente: ACEA ELABORI spa

Sondaggio: S7

Riferimento: Nuovo Acquedotto Marcio

Data: Ottobre 2021

Fotografie - Pagina 3/3

Pagina 3



Cassetta n° 9 - profondità da m 40,00 a m 45,00



Cassetta n° 10 - profondità da m 45,00 a m 50,00



Cassetta n° 11 - profondità da m 50,00 a m 55,00



Cassetta n° 12 - profondità da m 55,00 a m 60,00



Cassetta n° 13 - profondità da m 60,00 a m 65,00

## **ALLEGATO 2**

**Certificati di Laboratorio**

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21

SONDAGGIO: S7

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 8.50-9.00

### MODULO RIASSUNTIVO

#### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	27.4	%
Peso di volume	18.8	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14.7	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18.9	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	2.64	
Indice dei vuoti	0.756	
Porosità	43.0	%
Grado di saturazione	95.6	%
Limite di liquidità	52.6	%
Limite di plasticità	31.7	%
Indice di plasticità	20.9	%
Indice di consistenza	1.21	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

#### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2.2	%
Sabbia	11.7	%
Limo	42.4	%
Argilla	43.7	%
D 10		mm
D 50	0.004434	mm
D 60	0.007875	mm
D 90	0.256626	mm
Passante set. 10	97.8	%
Passante set. 42	92.4	%
Passante set. 200	86.9	%

#### PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

#### COMPRESSIONE

$\sigma$	110	kPa	$\sigma$ Rim	kPa
$C_u$	55	kPa	$C_u$ Rim	kPa

#### TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
$c'$	5.1	kPa	$\phi'$ 25.7 °
$c'$ Res		kPa	$\phi'$ Res °

#### COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	$C_d$	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	$C'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	$C_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	$C_u$	kPa	$\phi_u$	°

#### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	3788	---	---
12.5 ÷ 25.0	3378	---	---
25.0 ÷ 50.0	3205	---	---
50.0 ÷ 100.0	3077	0.000132	4.21E-09
100.0 ÷ 200.0	3937	0.000112	2.80E-09
200.0 ÷ 400.0	6309	0.000189	2.93E-09
400.0 ÷ 800.0	10825	---	---
800.0 ÷ 1600.0	19162	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	37691	---	---

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro



**GEORES srl**

Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.it

AZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIA

Certificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 09350</b> Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/12/21	Inizio analisi: 10/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21	Apertura campione: 10/12/21	Fine analisi: 11/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21		
SONDAGGIO: S7	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 8.50-9.00

**CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 27.4 %**

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro

Sperimentatore  
Roberto Braccaglia

Direttore

Marco Ferrante

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 09351</b> Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/12/21	Inizio analisi: 10/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21	Apertura campione: 10/12/21	Fine analisi: 10/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabari S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21		
SONDAGGIO: S7	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18.8 kN/m<sup>3</sup>**

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 09352</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/12/21	Inizio analisi: 16/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21		Apertura campione: 10/12/21	Fine analisi: 16/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21			
SONDAGGIO: S7	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	8.50-9.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.64**

$\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.64**

Metodo:     A     B

Capacità del picnometro:    100 ml

Temperatura di prova:    19.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 09353</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 30/12/21	Inizio analisi: 27/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21		Apertura campione: 10/12/21	Fine analisi: 28/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21			
SONDAGGIO: S7	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	8.50-9.00

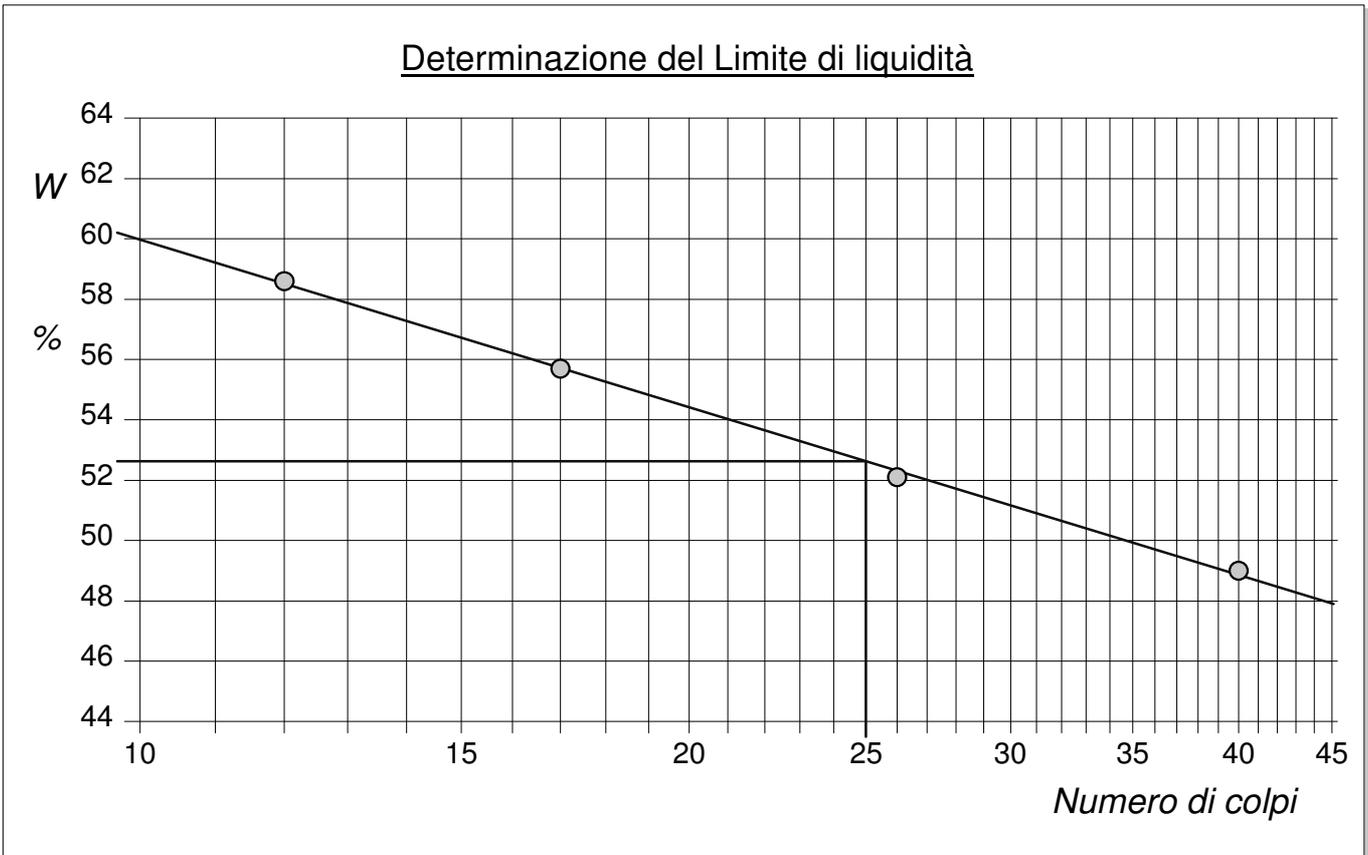
**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	52.6 %
Limite di plasticità	31.7 %
Indice di plasticità	20.9 %

La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	12	17	26	40	Umidità (%)	31.9	31.5
Umidità (%)	58.6	55.7	52.1	49.0	Umidità media	31.7	



Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro



**CERTIFICATO DI PROVA N°: 09355** Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21

DATA DI EMISSIONE: 30/12/21

Inizio analisi: 10/12/21

Apertura campione: 10/12/21

Fine analisi: 30/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21

SONDAGGIO: S7

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 8.50-9.00

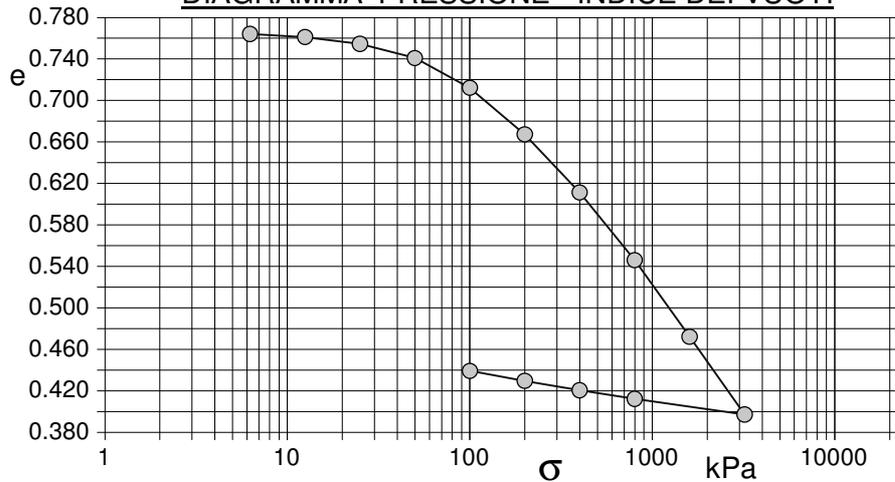
### PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

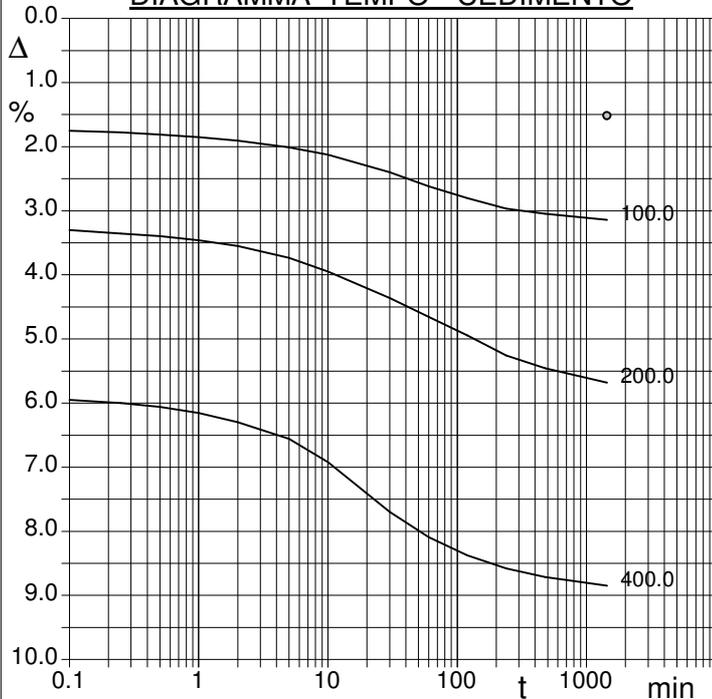
#### Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18.72
Umidità (%)	28.0
Peso specifico	2.64
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	20.01
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	40.01
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	17.38
Indice dei vuoti	0.77
Porosità (%)	43.43
Saturazione (%)	96.1

#### DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



#### DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	4.0	0.764	
12.5	7.3	0.761	0.010
25.0	14.7	0.755	0.022
50.0	30.3	0.741	0.046
100.0	62.8	0.712	0.095
200.0	113.6	0.667	0.149
400.0	177.0	0.611	0.186
800.0	250.9	0.546	0.217
1600.0	334.4	0.472	0.245
3200.0	419.3	0.397	0.249
800.0	402.1	0.412	
400.0	392.8	0.421	
200.0	382.5	0.430	
100.0	371.7	0.439	

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro



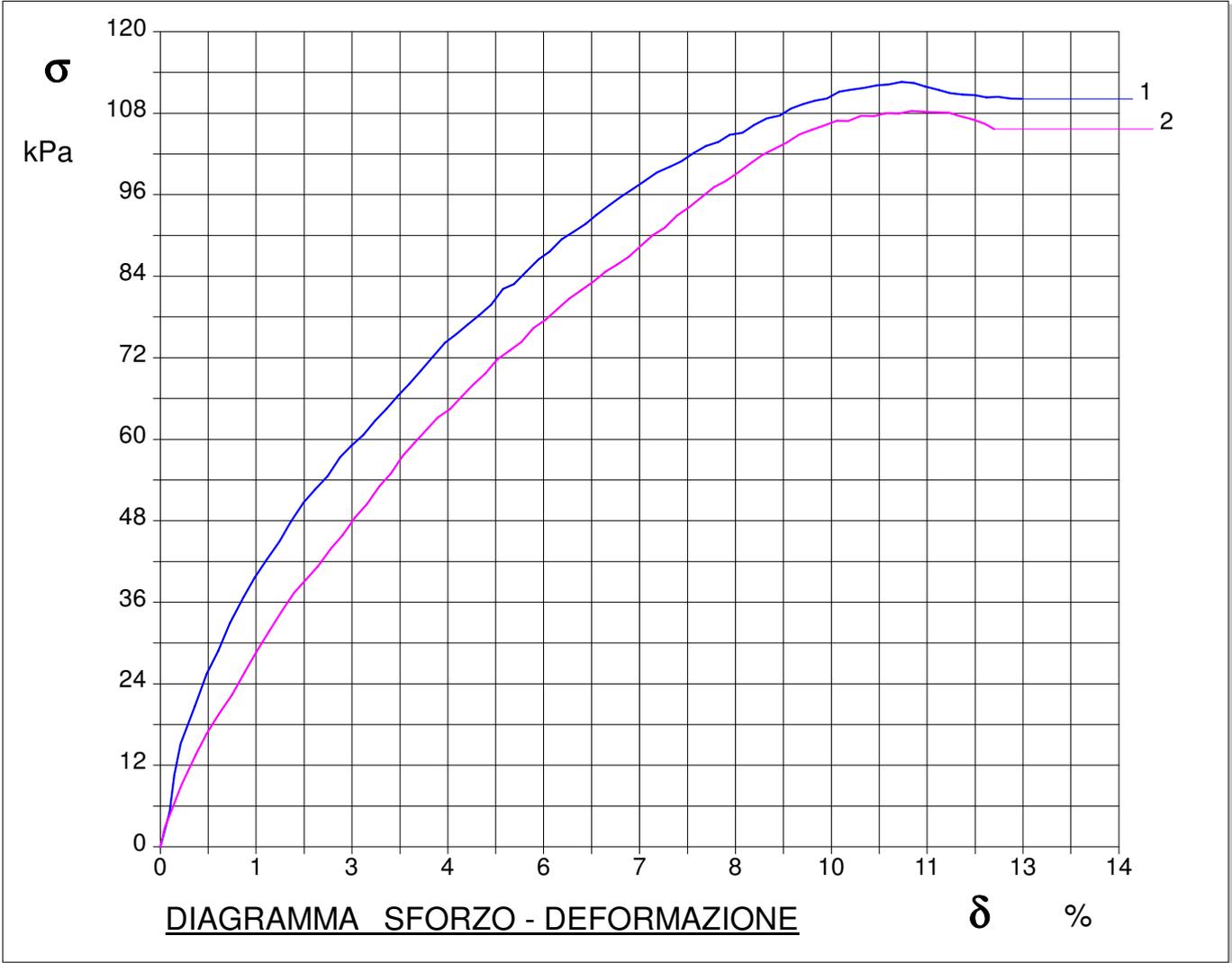
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 09356</b>	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 30/12/21	Inizio analisi: 22/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21		Apertura campione: 10/12/21	Fine analisi: 22/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21			
SONDAGGIO: S7	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	8.50-9.00

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m³):	18.4	18.5	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2015  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 09356** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21

DATA DI EMISSIONE: 30/12/21

Inizio analisi: 22/12/21

Apertura campione: 10/12/21

Fine analisi: 22/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21

SONDAGGIO: S7

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 8.50-9.00

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.13	5.1	6.56	94.5	0.07	2.8	6.84	86.9				
0.21	10.5	6.73	95.7	0.31	9.2	7.03	88.6				
0.30	15.2	6.91	96.9	0.52	13.5	7.19	90.0				
0.50	20.7	7.08	98.1	0.68	16.7	7.37	91.2				
0.68	25.5	7.25	99.3	0.86	19.5	7.55	92.9				
0.85	28.9	7.44	100.1	1.05	22.4	7.72	94.2				
1.02	32.9	7.60	100.9	1.24	25.8	7.90	95.6				
1.21	36.7	7.79	102.1	1.41	28.7	8.09	97.1				
1.38	39.7	7.97	103.2	1.59	31.7	8.26	98.0				
1.56	42.3	8.15	103.8	1.77	34.6	8.45	99.3				
1.74	45.0	8.31	104.8	1.95	37.4	8.61	100.6				
1.91	47.9	8.50	105.1	2.13	39.4	8.80	101.8				
2.09	50.7	8.67	106.2	2.31	41.3	8.99	102.8				
2.26	52.6	8.86	107.2	2.50	43.9	9.15	103.7				
2.44	54.6	9.05	107.7	2.66	45.9	9.33	104.9				
2.63	57.4	9.21	108.7	2.85	48.5	9.52	105.6				
2.79	59.0	9.39	109.3	3.02	50.4	9.69	106.2				
2.96	60.6	9.57	109.9	3.20	53.0	9.88	106.9				
3.14	62.7	9.73	110.2	3.37	54.9	10.05	106.9				
3.31	64.5	9.92	111.2	3.54	57.5	10.23	107.6				
3.48	66.5	10.09	111.4	3.71	59.4	10.42	107.6				
3.64	68.1	10.28	111.7	3.89	61.3	10.60	108.0				
3.81	70.1	10.47	112.1	4.05	63.2	10.79	108.0				
3.98	72.1	10.63	112.2	4.23	64.4	10.98	108.4				
4.16	74.2	10.82	112.6	4.41	66.3	11.15	108.2				
4.33	75.5	11.01	112.4	4.57	68.1	11.34	108.1				
4.49	76.9	11.17	111.9	4.75	69.7	11.51	108.1				
4.65	78.2	11.37	111.4	4.92	71.7	11.69	107.5				
4.83	79.8	11.53	110.9	5.10	73.0	11.87	107.1				
5.01	82.1	11.72	110.7	5.27	74.3	12.05	106.4				
5.17	82.9	11.89	110.7	5.45	76.3	12.18	105.7				
5.34	84.7	12.07	110.3	5.63	77.6						
5.53	86.5	12.24	110.4	5.80	79.2						
5.69	87.6	12.42	110.2	5.97	80.7						
5.86	89.4	12.58	110.1	6.15	82.0						
6.04	90.6			6.32	83.2						
6.21	91.7			6.51	84.7						
6.37	93.0			6.67	85.7						

Sperimentatore  
Roberto BraccagliaDirettore  
Marco Ferrante

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 09357</b>	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 30/12/21	Inizio analisi: 10/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21		Apertura campione: 10/12/21	Fine analisi: 13/12/21

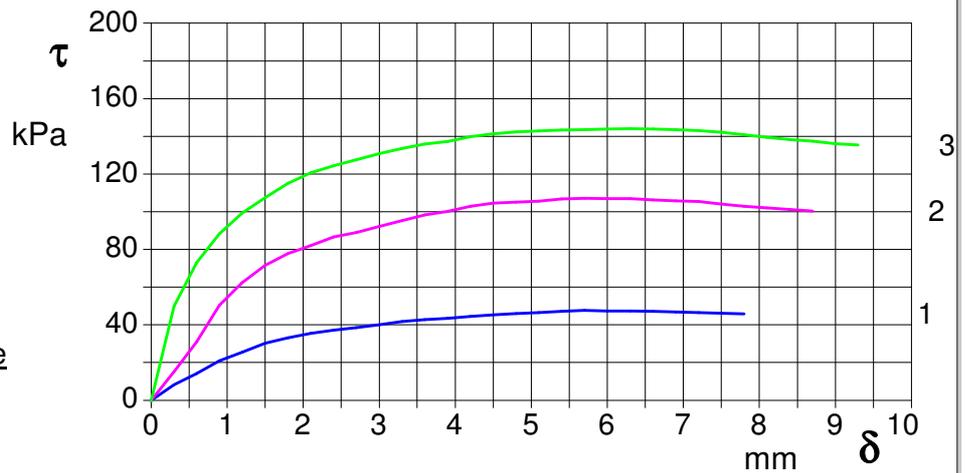
COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21			
SONDAGGIO: S7	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	8.50-9.00

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

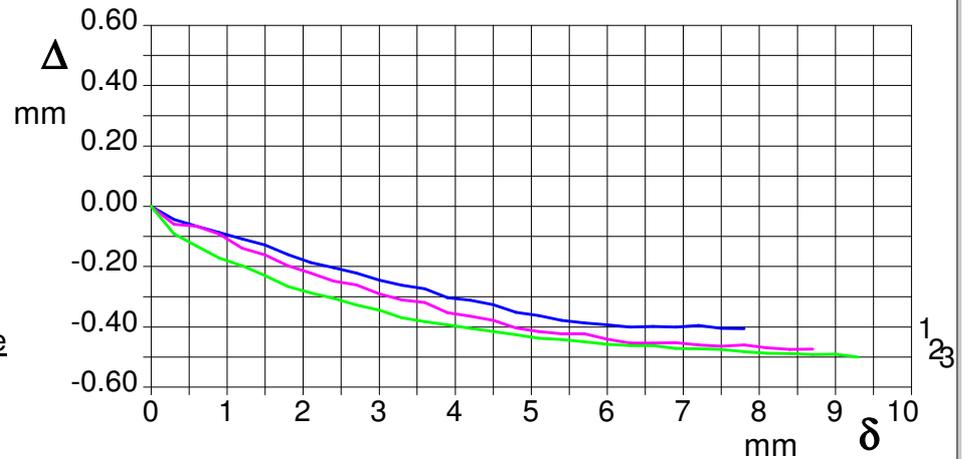
Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.6    24.1	26.3    21.2	26.4    20.8
Peso di volume (kN/m³):	19.1	19.1	19.1
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

**DIAGRAMMA**  
**Tensione**  
**Deformazione orizzontale**



**DIAGRAMMA**  
**Deformazione verticale**  
**Deformazione orizzontale**



Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro



**ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 538 del 15/11/21

DATA DI EMISSIONE: 30/12/21

Inizio analisi: 10/12/21

Apertura campione: 10/12/21

Fine analisi: 13/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio - O.d.s. 68/21

SONDAGGIO: S7

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 8.50-9.00

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

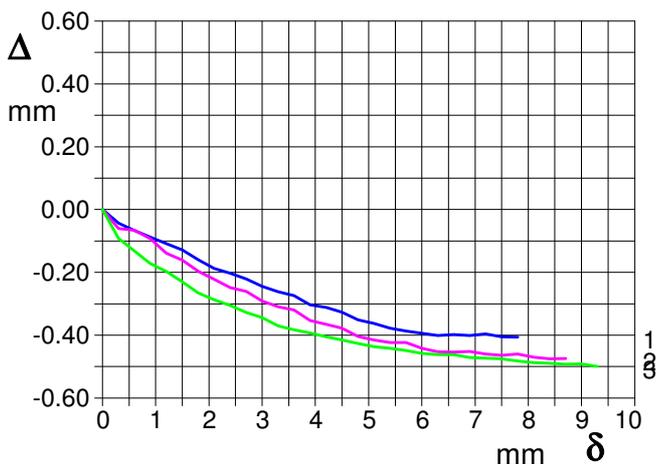
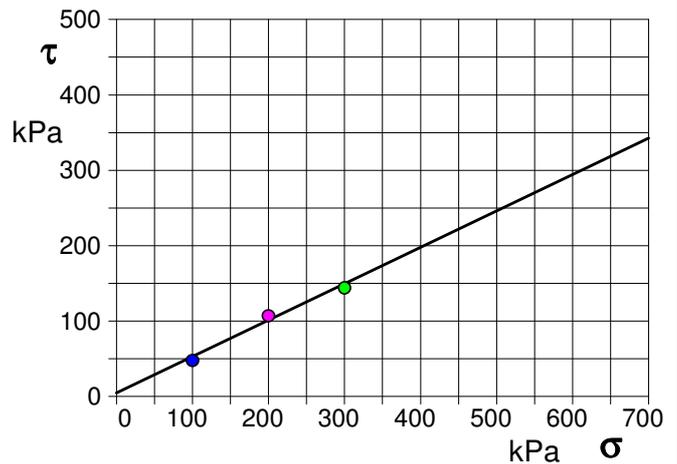
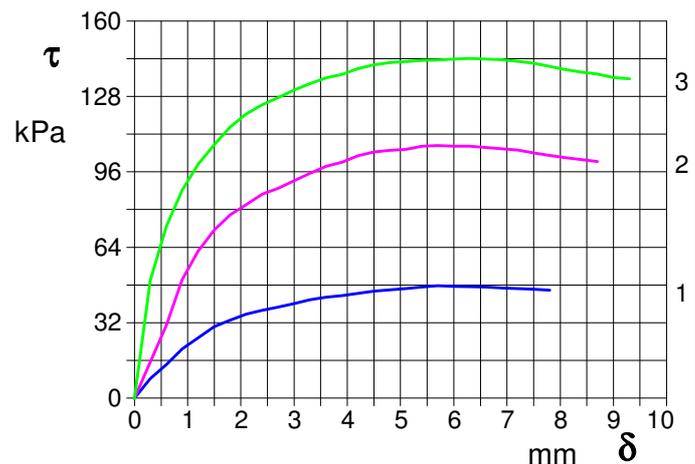
Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	48		107		144	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.70	-0.39	5.70	-0.42	6.30	-0.46
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.6	24.1	26.3	21.2	26.4	20.8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.1	19.6	19.1	19.5	19.1	20.1
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	98.6	100.0	97.4	92.3	98.4	99.0

#### DIAGRAMMA

##### Tensione - Pressione verticale

Coesione:	5.1 kPa
Angolo di attrito interno:	25.7 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro-grigiastro

## **ALLEGATO 3**

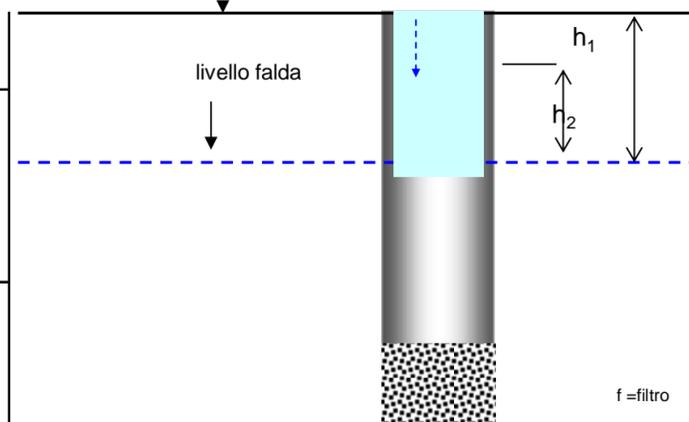
**Prove di permeabilità**



**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE (A.G.I.)**

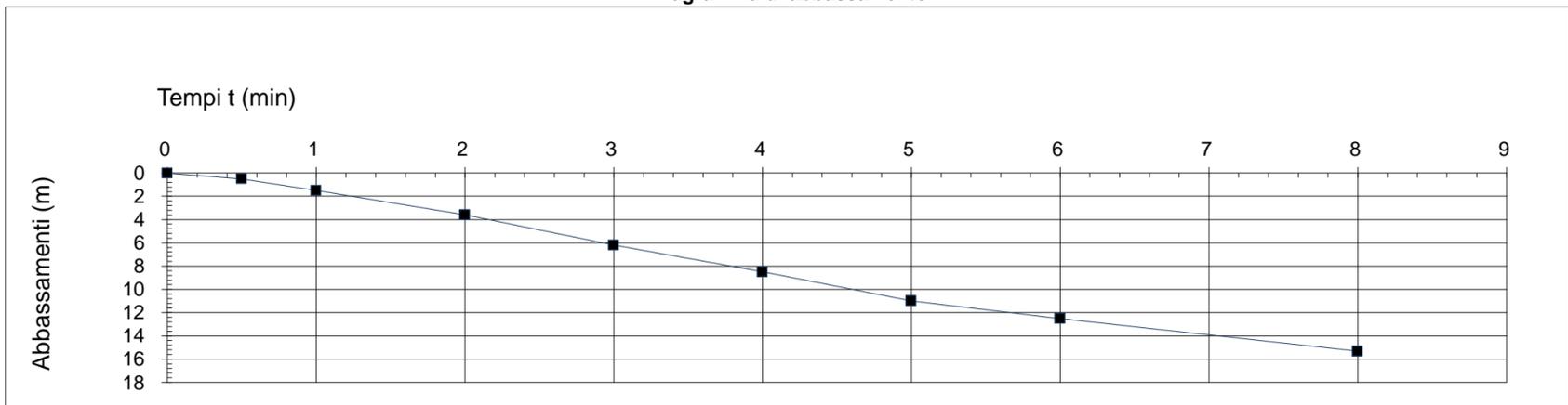
Prova
Schema di prova

Sondaggio n° .....	<b>S7</b>	; Prova	<b>1</b>
Prof. di prova .....	<b>15,0</b>	-:-	<b>15,5</b> m;
Diametro perforazione ( d ) .....	<b>0,101</b>	m;	
Area foro ( A ) .....	<b>0,008</b>	m <sup>2</sup> ;	
Lungh. rivestimento da p.c. ....	<b>2,5</b>	m;	
Altezza boccaforo dal p.c. ( hbf ) .....	<b>0,5</b>	m;	
Tratto di filtro ( f ) .....	<b>0,5</b>	m;	
Profondità falda da p.c. ( Hw ) .....	<b>0</b>	m;	
Coefficiente di forma ( C <sub>L</sub> ) .....	<b>0,50</b>		
Altezza di carico falda da p.c. ....	<b>0,0</b>	m;	
Altezza di carico senza falda .....	<b>15,5</b>	m;	



t	to = 0	0,5	1	2	3	4	5	6	8	Dati di prova
h da b.f.	0,0	<b>0,5000</b>	<b>1,5000</b>	<b>3,6000</b>	<b>6,2000</b>	<b>8,5000</b>	<b>11,0000</b>	<b>12,5000</b>	<b>15,3000</b>	
h da p.c.	-0,5	-	1,0000	3,1000	5,7000	8,0000	10,5000	12,0000	14,8000	
h	0,50	-	1,0000	3,1000	5,7000	8,0000	10,5000	12,0000	14,8000	
t										min
h da b.f.										mt
h da p.c.										mt
h										

Diagramma di abbassamento



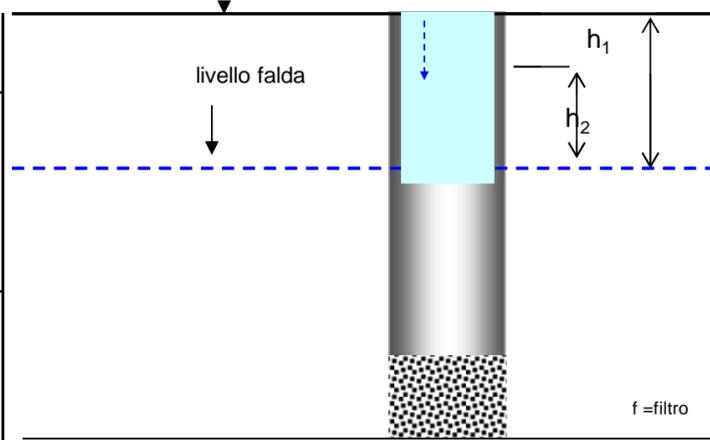
Tempo iniziale .....	t <sub>1</sub> = <b>1,0</b> min;	Tempo finale .....	t <sub>2</sub> = <b>8,0</b> min; Tot. ....	420
Altezza acqua a t <sub>1</sub> .....	h <sub>1</sub> = <b>14,0000</b> m;	Altezza acqua a t <sub>2</sub> .....	h <sub>2</sub> = <b>0,200</b> m; h <sub>1</sub> / h <sub>2</sub> =	70
Coeff. permeabilità K = $\frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)}$ = $\frac{0,034038292}{210}$ = <b>1,62E-04 m/sec = 1,62E-02 cm/sec</b>				



## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE (A.G.I.)

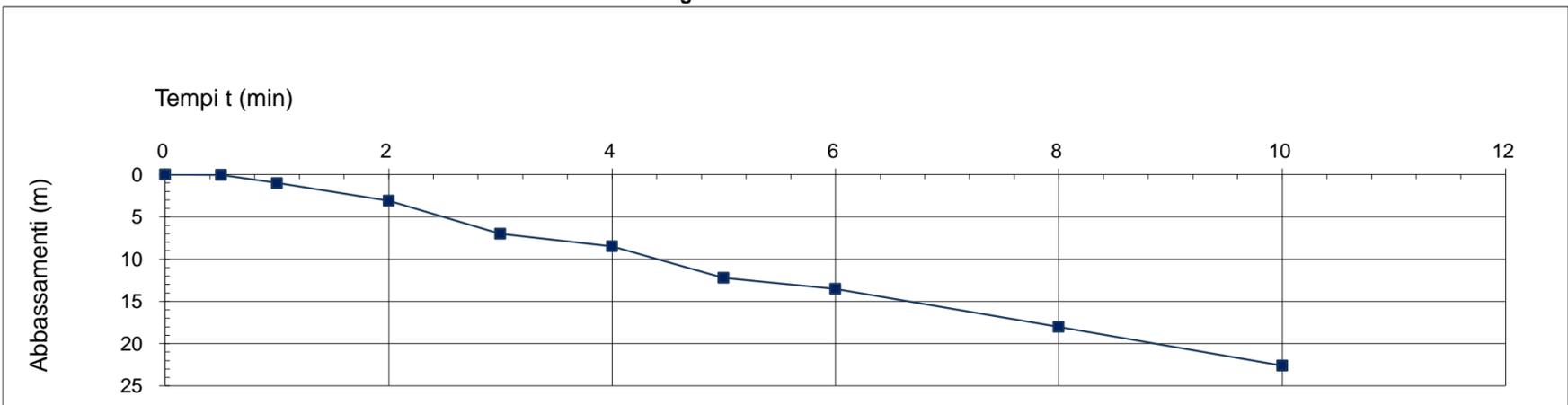
Prova
Schema di prova

Sondaggio n° .....	<b>S7</b>	; Prova	<b>2</b>
Prof. di prova .....	<b>23,0</b>	-:-	<b>23,5</b> m;
Diametro perforazione ( d ) .....	<b>0,101</b> m;		
Area foro ( A ) .....	<b>0,008</b> m <sup>2</sup> ;		
Lungh. rivestimento da p.c. ....	<b>2,5</b> m;		
Altezza boccaforo dal p.c. ( hbf ) .....	<b>0,5</b> m;		
Tratto di filtro ( f ) .....	<b>0,5</b> m;		
Profondità falda da p.c. ( Hw ) .....	<b>0</b> m;		
Coefficiente di forma ( C <sub>L</sub> ) .....	<b>0,50</b>		
Altezza di carico falda da p.c. ....	<b>0,0</b> m;		
Altezza di carico senza falda .....	<b>23,5</b> m;		



t	to = 0	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10	Dati di prova
h da b.f.	0,0	<b>0,0400</b>	<b>1,0000</b>	<b>3,1000</b>	<b>7,0000</b>	<b>8,5000</b>	<b>12,2000</b>	<b>13,5000</b>	<b>18,0000</b>	<b>22,6000</b>	
h da p.c.	-0,5	- 0,4600	1,0000	2,6000	6,5000	8,0000	11,7000	13,0000	17,5000	22,1000	
h	0,50	0,4600	- 1,0000	- 2,6000	- 6,5000	- 8,0000	- 11,7000	- 13,0000	- 17,5000	- 22,1000	
t											
h da b.f.											mt
h da p.c.											mt
h											

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale .....	t <sub>1</sub> = <b>1,0</b> min;	Tempo finale .....	t <sub>2</sub> = <b>12,0</b> min; Tot. ....	660
Altezza acqua a t <sub>1</sub> .....	h <sub>1</sub> = <b>22,5000</b> m;	Altezza acqua a t <sub>2</sub> .....	h <sub>2</sub> = <b>0,900</b> m; h <sub>1</sub> / h <sub>2</sub> =	25
Coeff. permeabilità K = $\frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)}$ = $\frac{0,02578914}{330}$ = <b>7,81E-05 m/sec = 7,81E-03 cm/sec</b>				

# ALLEGATO 4

## Indagine Geofisica

### Down hole

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo DoReMi":

<i>Classe strumentale:</i>	<i>sismografo multicanale per geofisica</i>
<i>Topologia:</i>	<i>rete differenziale RS485 half-duplex multipunto</i>
<i>Lunghezza max rete:</i>	<i>virtualmente illimitata con l'uso di ripetitori</i>
<i>N. max canali per tratta:</i>	<i>255</i>
<i>Dimensioni elemento:</i>	<i>80x55x18 mm</i>
<i>Peso:</i>	<i>250 g (per elemento con cavo di 5 metri)</i>
<i>Cavo:</i>	<i>per geofisica 1x2x0.5 + 1x2x0.25 twisted pair schermato</i>
<i>Memoria:</i>	<i>60 kBytes (30000 campioni)</i>
<i>Frequenze selezionabili:</i>	<i>da 500 a 20000 Hz (passi di campionamento da 2 a 0.05 ms)</i>
<i>Convertitore:</i>	<i>tipo SAR a 16 bit (96 dB)</i>
<i>Amplificatore:</i>	<i>ultra-low noise con ingresso differenziale</i>
<i>Banda passante:</i>	<i>2Hz - 200Hz</i>
<i>Reiezione modo comune:</i>	<i>&gt;80dB</i>
<i>Diafonia (crosstalk):</i>	<i>zero, la trasmissione è digitale</i>
<i>Dinamica del sistema:</i>	
<i>Risoluzione:</i>	<i>7.6 <math>\mu</math>V @ 27dB; 0.076 <math>\mu</math>V @ 60dB</i>
<i>Dinamica di base:</i>	<i>96dB (16 bit)</i>
<i>S/N ratio fra 0.5 e 30Hz:</i>	<i>&gt;94dB (&gt; 150dB con l'uso del PGA)</i>
<i>Alimentazione:</i>	
<i>Alimentazione:</i>	<i>batteria ricaricabile interna operativa 10-15Vdc</i>
<i>Consumo di energia:</i>	<i>Interfaccia 80 mA, canale 30mA per una stringa da 12 canali: &lt; 500mA</i>



REGIONE LAZIO  
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

**Prospezione Geofisica  
Down Hole**

RIFERIMENTO: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio

Dicembre 2021

## RELAZIONE GEOFISICA

### Metodologia d'indagine

Per una definizione sismo-stratigrafica di dettaglio, è stata eseguita un'indagine sismica di tipo Down Hole nel foro di sondaggio, presso il foro del sondaggio S7 nel comune di Roviano (RM).

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio (figura 1).

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono in:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- un trasduttore (trigger) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

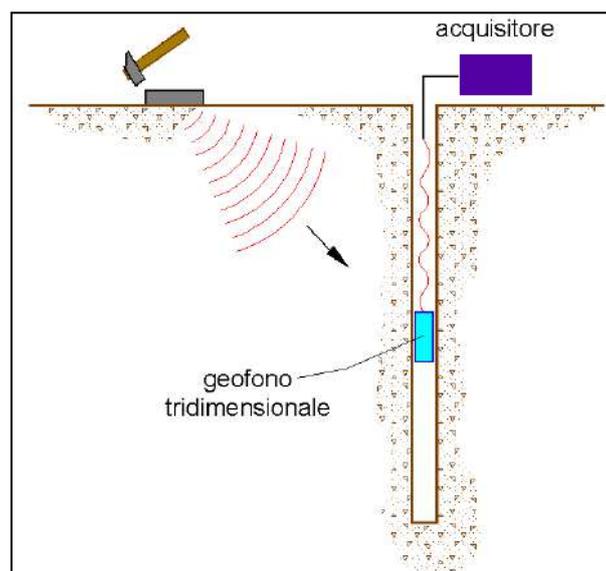


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente 15 cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

## Procedura sperimentale

La sorgente, una piastra di battuta, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 2,5 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come trigger.

Se si dispone di due ricevitori, questi vengono collegati in modo da impedirne la rotazione relativa e da fissarne la distanza. Il primo dei due ricevitori viene raccordato ad una batteria di aste che ne permette l'orientamento dalla superficie e lo spostamento.

Una volta raggiunta la profondità di prova, i geofoni vengono orientati in modo che un trasduttore di ogni sensore sia diretto parallelamente all'asse della sorgente (orientamento assoluto).

A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

## Interpretazione in down hole con il metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto ( $t$ ) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se  $d$  è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 2),  $r$  la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori,  $z$  la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{corr}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

$$1.0) t_{corr} = \frac{z}{r} t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{corr} - z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 3).

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

- coefficiente di Poisson medio:

$$2.0) \nu_{medio} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

- modulo di deformazione a taglio medio:

$$3.0) G_{medio} = \rho V_s^2$$

- modulo di compressibilità edometrica medio:

$$4.0) E_{dmedio} = \rho V_p^2$$

- modulo di Young medio:

$$5.0) E_{\text{medio}} = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

- modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$6.0) E_{\text{vmedio}} = \rho \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

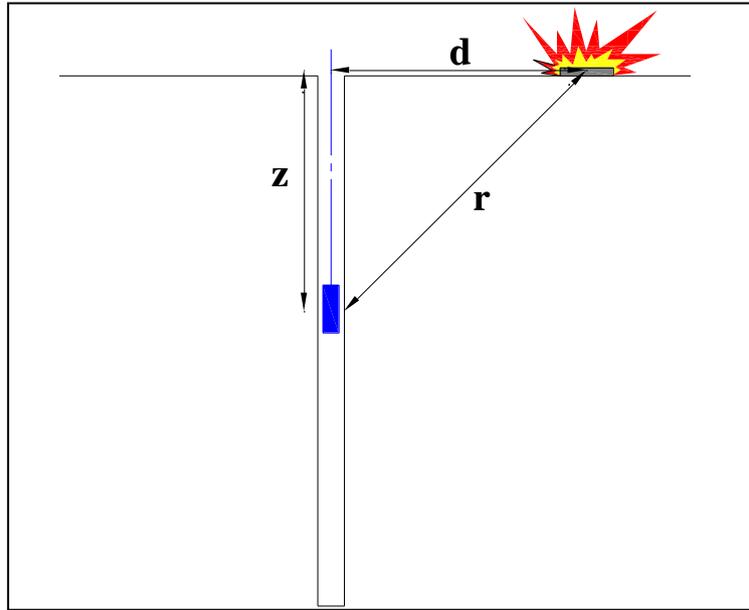


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

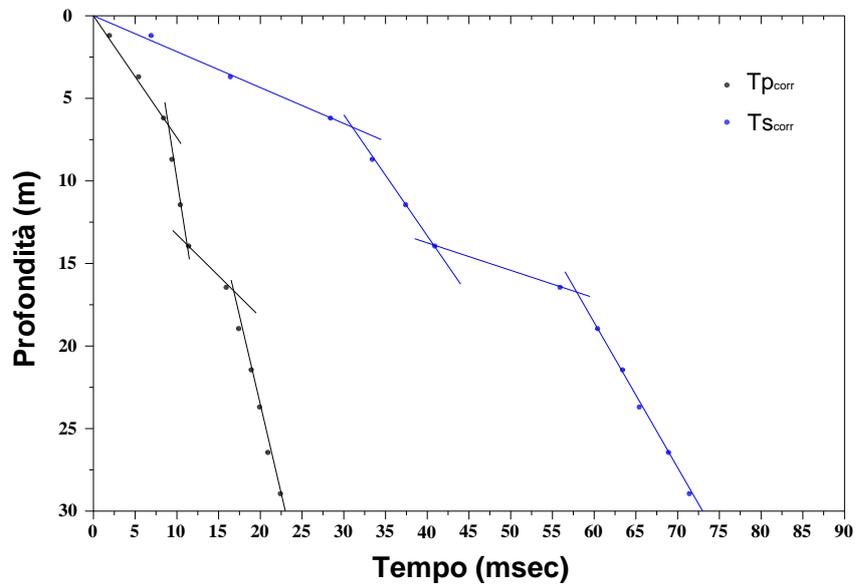


Figura 3 – Dromocrone

## MISURE DOWN HOLE

Committente: Acea Elabori s.p.a.  
Cantiere: Sondaggio S7 – Roviano

## Interpretazione delle misure

### Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1.5	64	1	1

### Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1	5,6	9,8
2	2	5,9	11,1
3	3	5,9	15,3
4	4	6,7	15,3
5	5	7,6	16,8
6	6	8	20,7
7	7	9,3	21,6
8	8	10,2	24,3
9	9	11,2	27,6
10	10	12	31,6
11	11	12,5	33,8
12	12	14,6	36,2
13	13	15,7	38,3
14	14	17,4	41,7
15	15	18,4	43,9
16	16	18,8	46
17	17	19,6	48,6
18	18	20,3	52,3
19	19	22	54,3
20	20	22,8	55
21	21	24,2	56,4
22	22	25,2	59
23	23	25,7	61,4
24	24	26,3	63,7
25	25	26,6	64,3
26	26	27,3	66,7
27	27	28,4	69,5
28	28	29,7	70,3
29	29	30,2	72,5
30	30	30,8	74,7
31	31	31,5	76,7
32	32	33,1	78,7

33	33	33,9	80,1
34	34	34,8	81,4
35	35	35,7	83,3
36	36	36,4	84,8
37	37	37,5	87
38	38	38,4	90
39	39	38,8	92,3
40	40	39,4	94,4
41	41	40,6	96,6
42	42	41,1	100
43	43	41,5	101
44	44	42,1	103,3
45	45	42,8	104,4
46	46	43,3	106,2
47	47	43,9	107,6
48	48	44,7	108,5
49	49	45,1	109,3
50	50	46,1	110,4
51	51	46,6	112,8
52	52	47,2	114,4
53	53	48,7	116,3
54	54	49	118
55	55	49,6	119,5
56	56	50	120,7
57	57	51,2	122,7
58	58	52,2	124,4
59	59	52,5	125,7
60	60	52,7	126,9
61	61	53,4	127,9
62	62	53,6	128,7
63	63	54,1	130
64	64	55,5	131,7

### Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1,8028	3,1063	5,4361
2,5000	4,7200	8,8800
3,3541	5,2771	13,6847
4,2720	6,2734	14,3258
5,2202	7,2795	16,0915
6,1847	7,7611	20,0820
7,1589	9,0936	21,1205
8,1394	10,0253	23,8838
9,1241	11,0476	27,2245
10,1119	11,8672	31,2504
11,1018	12,3854	33,4901
12,0934	14,4873	35,9205
13,0863	15,5965	38,0476

14,0801	17,3010	41,4627
15,0748	18,3087	43,6821
16,0702	18,7179	45,7992
17,0661	19,5242	48,4119
18,0624	20,2299	52,1193
19,0591	21,9318	54,1316
20,0562	22,7361	54,8460
21,0535	24,1385	56,2567
22,0511	25,1416	58,8633
23,0489	25,6455	61,2698
24,0468	26,2488	63,5760
25,0450	26,5523	64,1846
26,0432	27,2547	66,5893
27,0416	28,3563	69,3930
28,0402	29,6575	70,1993
29,0388	30,1597	72,4032
30,0375	30,7616	74,6068
31,0363	31,4632	76,6104
32,0351	33,0637	78,6137
33,0341	33,8650	80,0174
34,0331	34,7662	81,3209
35,0321	35,6673	83,2236
36,0312	36,3685	84,7265
37,0304	37,4692	86,9286
38,0296	38,3701	89,9300
39,0288	38,7713	92,2318
40,0281	39,3723	94,3337
41,0274	40,5729	96,5354
42,0268	41,0738	99,9363
43,0262	41,4748	100,9386
44,0256	42,0756	103,2400
45,0250	42,7762	104,3420
46,0245	43,2770	106,1436
47,0239	43,8777	107,5452
48,0234	44,6782	108,4471
49,0230	45,0789	109,2488
50,0225	46,0793	110,3504
51,0221	46,5799	112,7513
52,0216	47,1804	114,3524
53,0212	48,6805	116,2535
54,0208	48,9811	117,9545
55,0205	49,5816	119,4556
56,0201	49,9821	120,6567
57,0197	51,1823	122,6575
58,0194	52,1826	124,3584
59,0191	52,4830	125,6594
60,0188	52,6835	126,8604
61,0184	53,3839	127,8614
62,0181	53,5843	128,6624
63,0179	54,0847	129,9632
64,0176	55,4848	131,6638

**Metodo diretto**

<b>Vs,eq [m/sec]</b> <b>(H=58,50 m)</b>	467.96
<b>Categoria del suolo</b>	B

Suolo di tipo B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s).

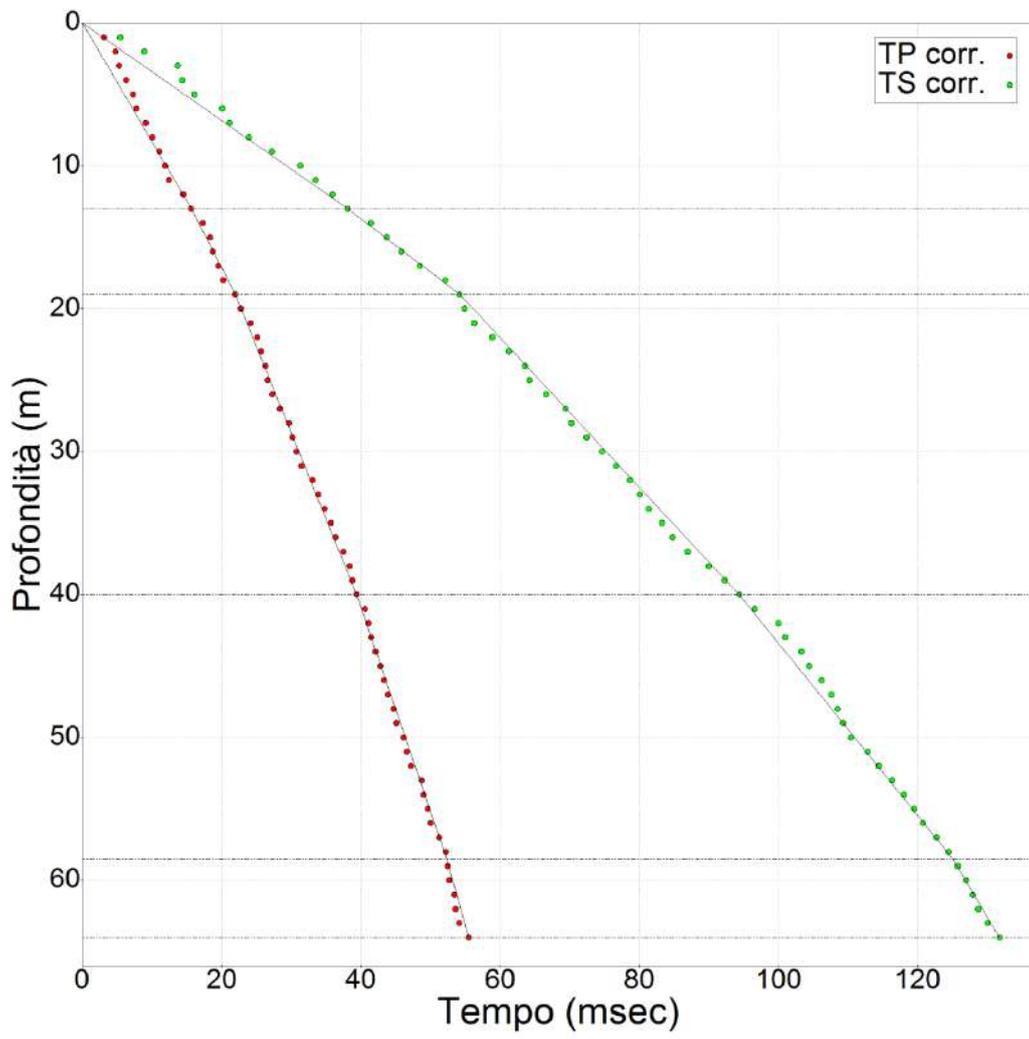
**Sismostrati con metodo diretto**

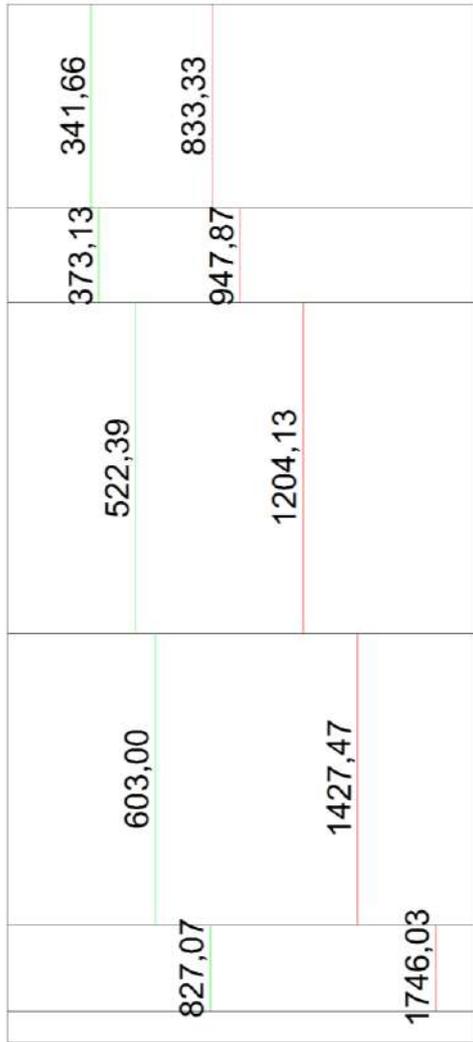
Descrizione [-]	Profondità [m]
Sismostrato 1	13.00
Sismostrato 2	19.00
Sismostrato 3	40.00
Sismostrato 4	58.50
Sismostrato 5	64.00

**Valori medi**

Profondità [m]	Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
13.00	833,33	341,66	19,68	0,41	234,22	1393,42	655,33	1081,13
19.00	947,87	373,13	20,6	0,4	292,45	1887,2	823,72	1497,27
40.00	1204,13	522,39	20,88	0,38	581,02	3087,11	1608,36	2312,42
58.50	1427,47	603,00	21,43	0,39	794,45	4452,11	2210,79	3392,85
64.00	1746,03	827,07	22,89	0,36	1596,57	7115,6	4327,86	4986,83

### Dromocrone e sismostratigrafia





Vp — Vs — m/s



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

