



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 ANTICOLI CORRADO

PROVINCIA DI ROMA

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.P.A.

OGGETTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio

LOCALITA': VIA DELLA VECCHIA FERROVIA - COMUNE DI ANTICOLI CORRADO (RM)

TECNOGEO GROUP SRL

Data: GENNAIO 2021

INDICE

PREMESSA.....	3
CERTIFICATI STRATIGRAFICI	23
CERTIFICATI DI LABORATORIO.....	45
PROVE DI PERMEABILITA'	186
PROVA GEOFISICA DOWN-HOLE.....	152
INDAGINE GEOFISICA MASW.....	199
PROVA GEOFISICA HVSR.....	239

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.32/2020 emesso da Acea Elaborsi Spa sono state realizzate le seguenti indagini:

- N. 1 Sondaggio geognostico (S4) a -40,00m con
 - esecuzione di n.5 SPT in foro,
 - prelievo di n.2 campioni indisturbati e 3 semidisturbati,
 - n.2 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc a carico variabile
 - installazione di piezometro a tubo aperto da 3”;

- N. 1 Sondaggio geognostico (S6) a -40,00m con
 - esecuzione di n.6 SPT in foro,
 - prelievo di n.1 campione indisturbato e 2 semidisturbati,
 - n.3 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc a carico variabile,
 - installazione di tubazione in pvc per prova geofisica in foro down-hole;

- N. 1 Sondaggio geognostico (S8) a -35,00m con
 - esecuzione di n.4 SPT in foro,
 - prelievo di n.2 campioni indisturbati e 1 semidisturbato,
 - n.3 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc a carico variabile
 - installazione di piezometro a tubo aperto da 3”;

- N. 1 Sondaggio geognostico (S12) a -35,00m con
 - esecuzione di n.6 SPT in foro,
 - prelievo di n.3 campioni indisturbati
 - n.2 prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc a carico variabile;

- N. 1 Sondaggio geognostico (S13) a -25,50m con
 - esecuzione di n.6 SPT in foro,
 - prelievo di n.2 campioni indisturbati;

-
- N.16 prove di laboratorio geotecnico;
 - N.1 prova geofisica in foro down-hole;
 - N.6 prospezioni sismiche masw;
 - N.5 misure di frequenza naturale del terreno HVSR;
 - N.5 prospezioni geofisiche georadar con lo scopo di rilevare tutte le anomalie riconducibili alla presenza di sottoservizi.

I sondaggi geognostici sono stati realizzati utilizzando la macchina di perforazione Fraste MITO 8 con matricola 854073.

I campioni prelevati sono stati inviati presso il laboratorio geotecnico certificato (Geores Srl).

Le prove geofisiche masw e down-hole sono state realizzate utilizzando il sismografo DoReMi della SARA electronic instruments.

Per le indagini HVSR è stato utilizzato il sismografo SR04 GeoBox della SARA electronic instruments.

La prospezione geofisica GPR è stata effettuata utilizzando il georadar VIY3-500.

Si allegano i seguenti elaborati:

1. Certificati Stratigrafici
2. Certificati di laboratorio
3. Prove di permeabilità
4. Prova geofisica down-hole
5. Prova geofisica MASW
6. Prova geofisica HVSR

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area dell'indagine è sita nel Comune di Anticoli Corrado (RM) a quote altimetriche comprese tra 315 e 325 metri s.l.m. e riportata nella Carta geologica 1:50.000 Foglio 366 Palombara Sabina.

Da un punto di vista geologico l'area in esame può essere inquadrata all'interno dell'ampia struttura dei Simbruini-Ernici, costituita prevalentemente da rocce calcaree e/o dolomitiche appartenenti alla successione Laziale-Abruzzese ed attribuibile ad ambiente di piattaforma fino al Cretaceo superiore. Ai sedimenti di piattaforma carbonatica fanno seguito, dopo la cosiddetta "Lacuna Paleogenica", i Calcari di rampa carbonatica del Miocene medio, riferibili ai calcari a Briozoi e Litotamni, e le marne ed argille emipelagatiche del Miocene medio superiore (Marne a Orbulina). A queste ultime segue il passaggio alla sedimentazione silico-clastica, rappresentata da livelli arenacei di età Tortoniano sup.-Messiniano tipici dell'area in esame. Più specificatamente l'area rientra nella dorsale dei Monti Affilani, separati dai Simbruini, dai monti Ruffi e dai "pre-Ernici" da importanti elementi tettonici e da ampi settori vallivi. In corrispondenza delle vallate affiorano diffusamente depositi silico-clastici torbiditici alto miocenici (Valle del Fiume Aniene, tratto fra Marano Equo e gli Altipiani di Arcinazzo). L'assetto tettonico è quello tipico delle catene dell'Appennino centrale, caratterizzate da uno stile a thrusts con monoclinali embricate sul fronte orientale, ed importanti elementi distensivi lungo il margine sud-occidentale. Studi recenti hanno evidenziato un quadro strutturale più complesso, con componenti trascorrenti ed accavallamenti del tipo younger-on-older e back-thrust.

Da un punto di vista strutturale riveste una notevole importanza la linea tettonica Olevano- Antrodoco lungo la quale si rinvia il contatto tra le strutture sabino-prenestine, poste a ovest, e quelle simbruino-erniche poste a oriente con sovrascorrimento delle prime sulle seconde. La linea Olevano-Antrodoco-Posta, nota in letteratura geologica storica come "Linea Ancona-Anzio", è uno dei principali elementi strutturali dell'Appennino Centrale, essa costituisce il limite tettonico ad andamento circa N-S che unisce le unità umbro-marchigiano-sabine di facies prevalentemente pelagica ad occidente e la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese a oriente. In particolare, nel territorio in oggetto, esame questa linea tettonica è responsabile dell'accavallamento del dominio di scarpata umbro-sabino sui depositi flyschoidi dell'Alta Valle dell'Aniene e più in generale sulla dorsale simbruino-ernica, in facies di Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese. All'incirca alla latitudine del comune di Cerreto Laziale lo sviluppo dei rilievi carbonatici dei Monti Ruffi determina una brusca interruzione delle strutture poste a ovest della linea Olevano-Antrodoco. Le principali strutture in cui è articolato il settore sono orientate, come accade in gran parte dell'areale umbro-sabino, all'incirca in direzione N-S, questo mentre le strutture che caratterizzano l'adiacente dorsale simbruino ernica, in facies di Piattaforma carbonatica, risultano allungate in direzione NW-SE. I depositi appartenenti alla facies umbro-marchigiana-sabina si presentano in parte accavallati sulla piattaforma secondo uno stile a pieghe con

asse all'incirca N-S e vergenza orientale. Procedendo da ovest verso est si osserva le pieghe da asimmetriche passano a coricate, a pieghe faglie, fino a diventare veri e propri sovrascorrimenti. La linea Olevano-Antrodoco-Posta costituisce il più orientale e esasperato di quest'ultimi. Le unità laziali-abruzzesi, più rigide, sono disposte a costituire grandi monoclini aventi direzione appenninica (NW-SE) ed immersione nord-orientale.

Dalla consultazione della Carta Geologica d'Italia Foglio n° 366 Palombara Sabina (scala 1:50.000) i siti d'indagine ricadono sia nei depositi fluviali del Fiume Aniene, che nell'unità Spongolitica (facies marnosa), che nella Scaglia Cinerea Detritica; per i dettagli si rimanda ai certificati stratigrafici allegati.

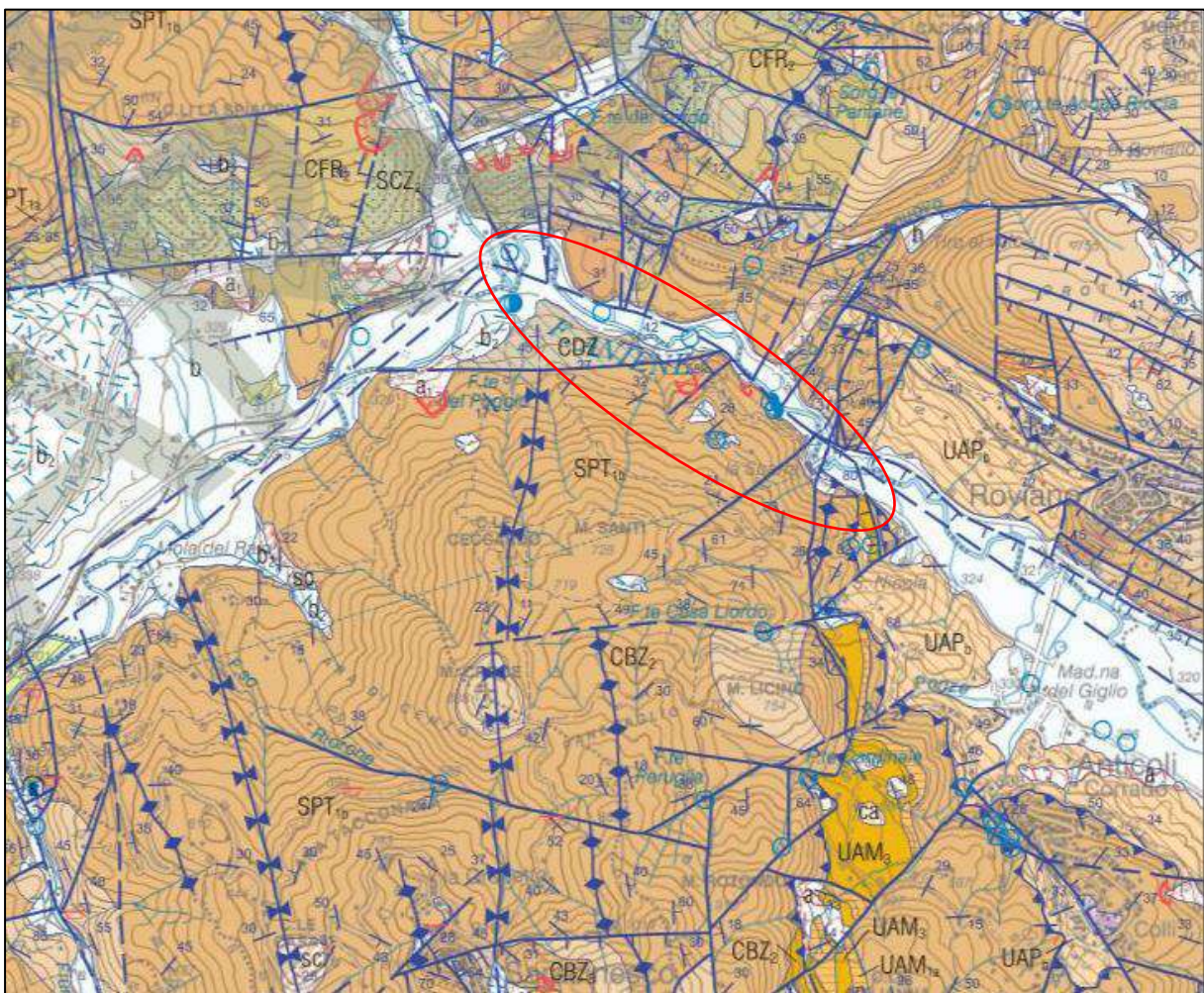


Fig. 1 – Stralcio Carta Geologica in scala 1:50.000 Foglio 366 Palombara Sabina

Legenda:



Depositi fluviali e di conoide alluvionale costituiti da conglomerati ben arrotondati, alternati a livelli sabbiosi e siltosi, con livelli e lenti di argille.
OLOCENE

UNITÀ SPONGOLITICA (SPT)

Di questa unità affiora solo il Membro di Guadagnolo (SPT₁), suddiviso in due diverse litofacies: litofacies marnosa (SPT_{1a}) e litofacies calcarenitica (SPT_{1a})

litofacies marnosa (SPT_{1a})

Alternanze di marne, marne calcaree e marne argillose a luoghi più calcaree, di colore grigio, avana chiaro, giallastro e bruno in potenti bancate. Si intercalano livelli di calcareniti con punti rossi, più abbondanti nella parte alta (sc).

Lo spessore è di circa 500-600 metri.

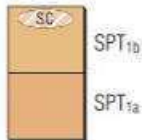
BURDIGALIANO p.p. - LANGHIANO p.p.

litofacies calcarenitica (SPT_{1a})

Alternanze di calcareniti fini di colore avana e nocciola, con punti di ossidazione di colore rosso, e marne, marne calcaree di colore grigio, giallastro e avana chiaro in strati decimetrici. Nelle calcareniti si rinvengono abbondanti spicole di spugna. Sono presenti intervalli di marne silicizzate con orizzonti di liste e arnioni di selce nera.

Lo spessore è variabile tra 40 e 60 metri.

AQUITANIANO p.p. - BURDIGALIANO p.p.



SPT_{1b}

SPT_{1a}



CDZ

SCAGLIA CINEREA DETRITICA

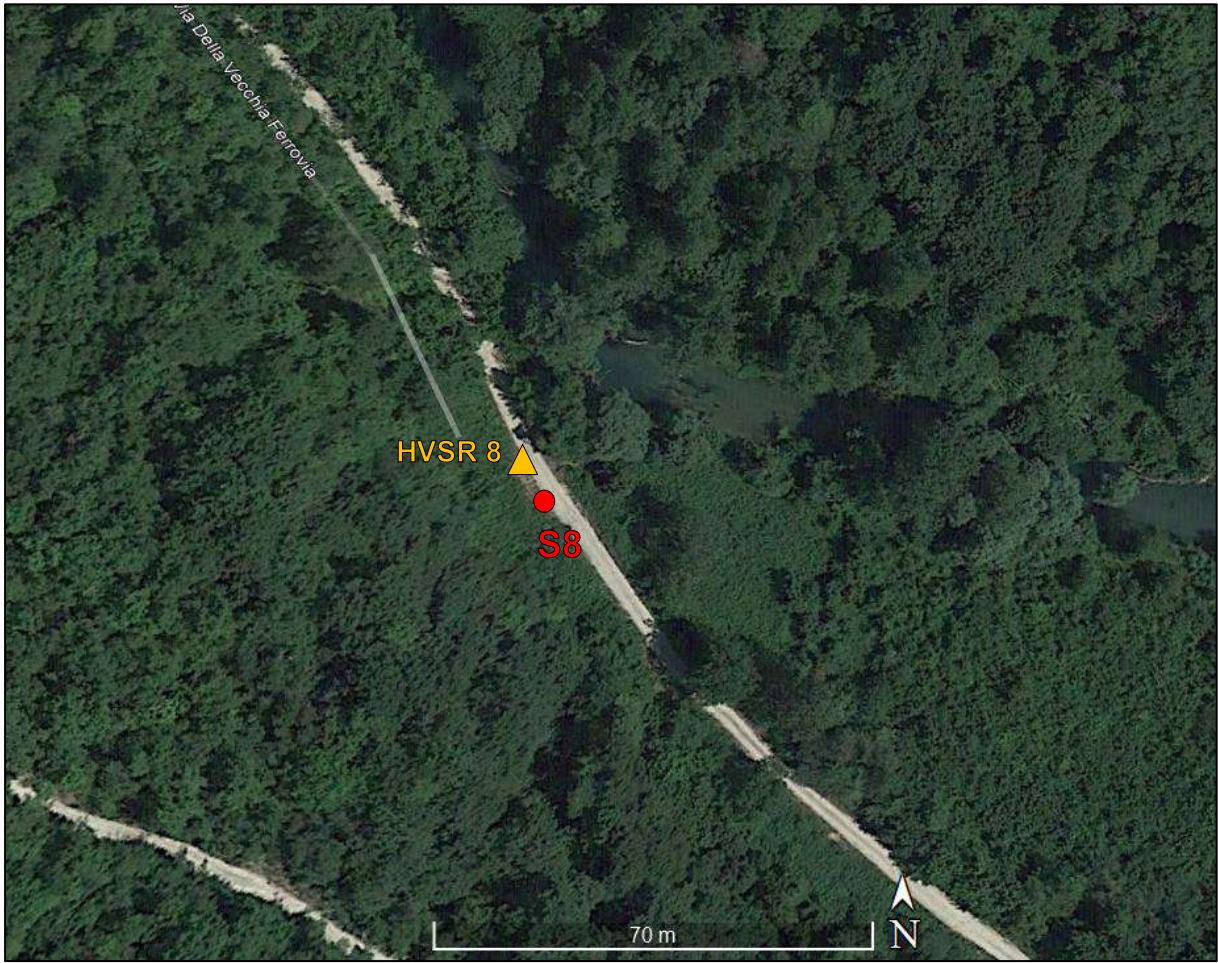
Calcareniti e calciruditi, ricchi in macroforaminiferi, disposti in strati e corpi marcatamente lenticolari. Localmente sono presenti intervalli calcarei e rari olistoliti calcarei plurimetrici. Alle debriti calcaree si intercalano marne, calcari marnosi e marne argillose di colore grigio-verdastro, giallastro e avana, contenenti foraminiferi planctonici, disposte in strati decimetrici; presenti livelli di selce nera.

Lo spessore è di circa 150-180 metri.

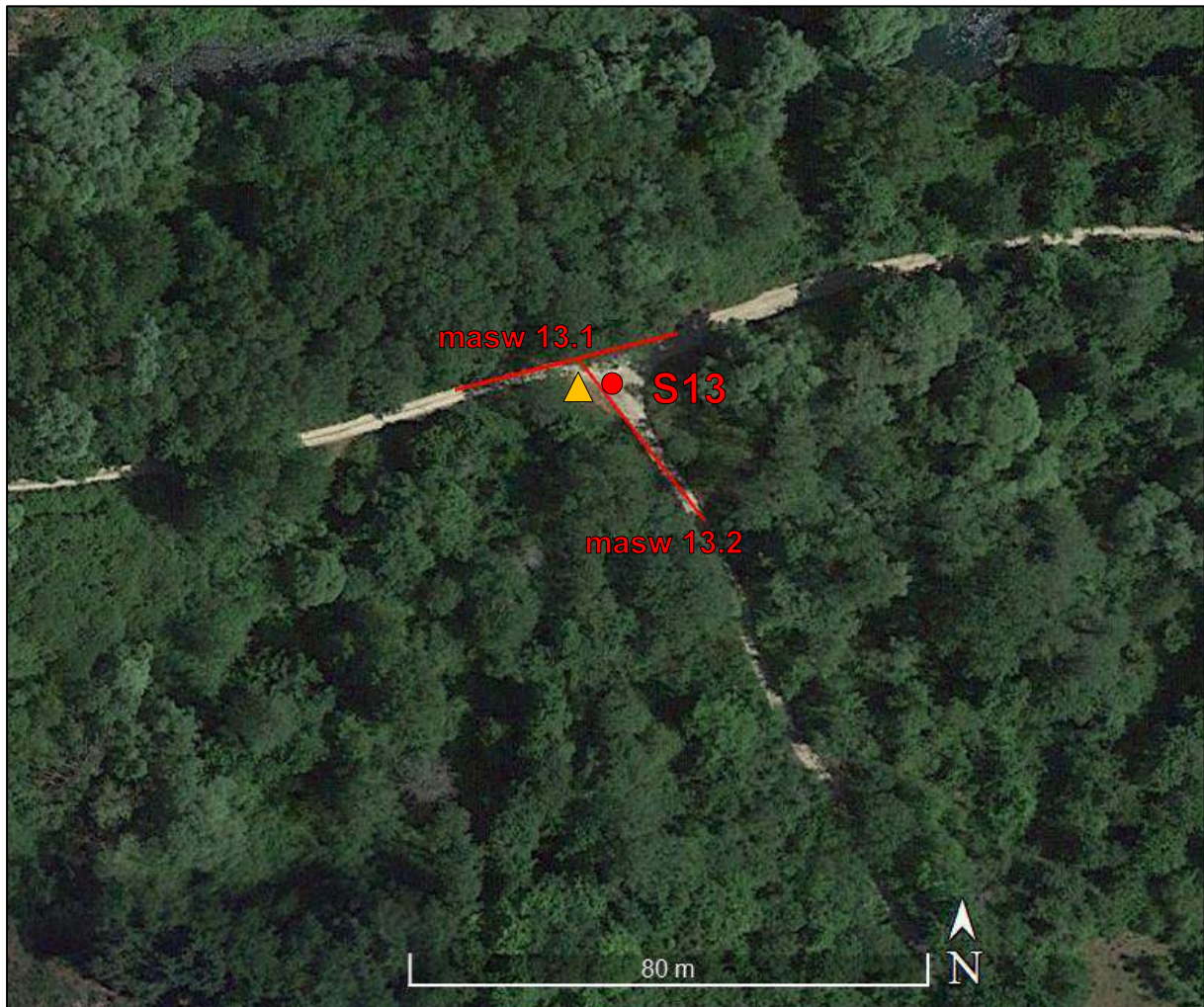
LUTEZIANO p.p. - CHATTIANO p.p.

UBICAZIONE INDAGINI









● Sondaggi geognostici, prove di permeabilità, piezometri/down-hole

↕ Prospezioni sismiche MASW

▲ Indagini HVSr

PROSPEZIONE GEOFISICA METODOLOGIA GEORADAR

Sono state eseguite n.5 prospezioni geofisiche tramite l'applicazione della metodologia georadar presso l'area di esecuzione dei sondaggi S4, S6, S8, S12 e S13, con lo scopo di rilevare tutte le anomalie riconducibili alla possibile presenza di sottoservizi.

Cenni sulle prospezioni georadar

L'indagine G.P.R. (Ground Penetrating Radar) è una tecnica diagnostica geofisica non distruttiva, che è in grado di rilevare ogni tipo di discontinuità presente nei mezzi investigati (sottosuolo e strutture), sfruttando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche. In particolare tale tecnica consente di rilevare oggetti e strutture fino a una profondità massima che può variare, in funzione della natura del mezzo e delle attrezzature impiegate, da un minimo di 1-2 ad oltre 10 metri.

La fattibilità di un'indagine georadar dipende soprattutto dalle caratteristiche del corpo indagato ed in particolar modo dai parametri elettromagnetici dei materiali che lo compongono, quali:

- La costante dielettrica relativa (ϵ), la cui radice quadrata, in approssimazione, è inversamente proporzionale alla velocità delle onde;
- La conducibilità (σ) che è proporzionale all'entità dell'assorbimento delle onde;
- La permittività magnetica (μ) che, in assenza di materiali magnetici, ha quasi sempre valore unitario e può quindi essere trascurata.

Si fa presente che le indagini GPR, similmente ad altre prove geofisiche, sono indirette e come tale i risultati non sono certi ma presumibili.

L'onda elettromagnetica generata dal radar viene emessa nel sottosuolo mediante un trasmettitore (TX) presente all'interno dell'antenna. Quando le onde elettromagnetiche incontrano una discontinuità fisica, parte dell'energia incidente viene riflessa, genera un impulso di forma simile a quello trasmesso ma attenuato e distorto in fase e frequenza, che viene raccolto da un ricevitore (RX).

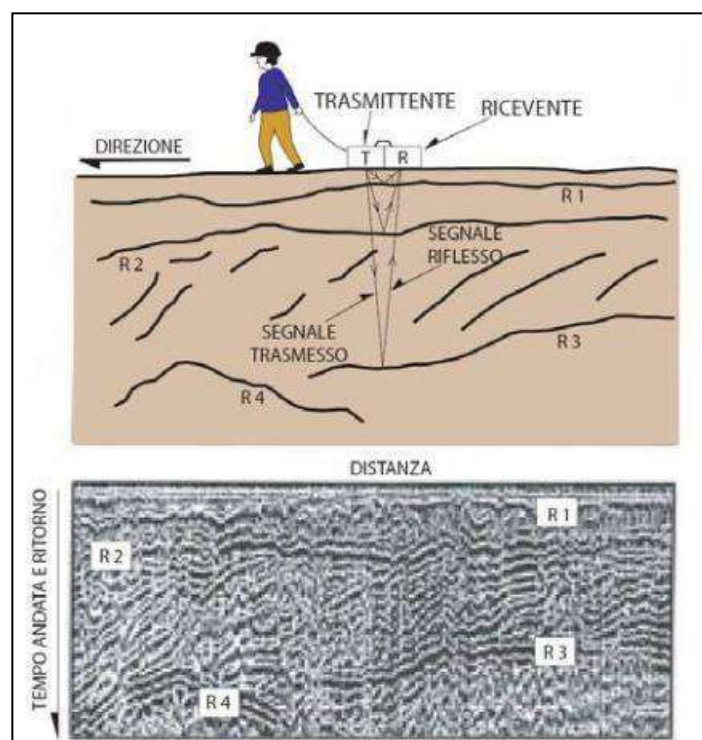


Fig.1- Schema della procedura di campagna per l'esecuzione di prospezioni G.P.R. (georadar) nel terreno

Le sezioni radar rappresentano i risultati delle indagini georadar. L'asse orizzontale riproduce la direzione di avanzamento dell'antenna al di sopra del mezzo investigato, mentre l'asse verticale rappresenta la direzione di penetrazione degli impulsi. Tale distanza è espressa sotto forma di ritardo tra l'impulso emesso e quello riflesso ed è quindi pari a due volte la distanza antenna-bersaglio.

La profondità di indagine dipende sia dalla frequenza del segnale trasmesso, sia dalla sua attenuazione che è funzione delle caratteristiche del materiale attraversato e della distanza percorsa in esso. Quindi per trasformare i tempi di percorrenza nel materiale in metri (o centimetri) di profondità vanno ipotizzate o accertate le caratteristiche dei materiali attraversati che sono causa delle velocità medie misurate per le onde.

I dati acquisiti con il software *Synchro* sono stati successivamente elaborati, utilizzando il software di post-processing *Planner*. In particolare sono state eseguite le seguenti operazioni di filtraggio dati:

- Time zero shift;
- Post processing gain;
- Background removal.

L'elaborazione è stata effettuata con l'impiego dei radargrammi: essi rappresentano i dati grezzi visualizzati durante l'elaborazione e si riferiscono ad una singola scansione verticale relativa all'antenna o ad un canale.

Caratteristiche dielettriche dei materiali

Come già accennato, il georadar è un'apparecchiatura ricetrasmittente in grado di inviare un impulso multifrequenza nel sottosuolo e di ricevere le riflessioni che si generano in corrispondenza delle brusche variazioni di caratteristiche elettriche. È importante sottolineare che le prestazioni del sistema sono influenzate dalla natura e dalle condizioni del substrato investigato. Generalmente, più il substrato è omogeneo, migliore è la percezione delle anomalie in esso contenute. Le peggiori prestazioni si ottengono nei materiali saturi, in special modo se argillosi. A tale proposito, riportiamo una tabella dove compaiono le caratteristiche dielettriche dei materiali di più frequente ricorrenza nelle applicazioni del georadar. Si tratta ovviamente di valori indicativi e medi che variano in funzione della costituzione mineralogica e del contenuto d'acqua dei materiali.

CARATTERISTICHE DIELETTICHE DEI MATERIALI

materiale	K_r	σ (mho-m)	v (m/nsec)	d (m)
acqua dolce	81	10^{-6} - 10^{-2}	0.033	10
ghiaccio	81	10^{-3}	0.033	10
granito secco	5	10^{-8}	0.13	30
granito umido	7	10^{-3}	0.10	10
basalto umido	8	10^{-2}	0.10	2
calcare secco	7	10^{-9}	0.10	30
sabbia secca	6	10^{-5}	0.13	20
sabbia satura	30	10^{-2}	0.05	2
argilla secca	2.5	$3 \cdot 10^{-4}$	0.18	20
argilla umida	15	10^{-2}	0.045	0.5
calcestruzzo	6	10^{-3}	0.12	5

K_r = permittività relativa; σ = conduttività; v = velocità; d = skin depth

Ciò mette in evidenza come la fattibilità di un'indagine georadar dipenda soprattutto dalle caratteristiche del corpo indagato ed in particolar modo la presenza di acqua di falda a breve profondità dal piano di campagna, quindi condizioni di umidità del terreno, e la presenza di conduttivi sono la causa principale d'attenuazione del segnale nel mezzo investigato.

Strumentazione

La prospezione è stata effettuata utilizzando il georadar VIY3-500, avente le seguenti caratteristiche:

- Frequenza dell'antenna: 500 MHz
- Acquisizione dati: fino a 55 tracce al secondo
- Finestra di acquisizione: 32, 50, 64, 80 ns
- Numero massimo di campioni per traccia: 1.000
- Numero di "stacking" del tracciato: fino a 300
- Profondità di indagine: fino a 4 m (determinato dalle proprietà del suolo)
- Risoluzione spaziale: migliore di 0,18 m
- Dimensione file del profilo: fino a 1.000.000 tracce
- Interfaccia: USB2 o WiFi
- Inclino metro incorporato
- Dimensioni (L x P x A): 325 x 210 x 156 mm
- Peso: 2,5 kg



Fig. 2 - GPR VIY3-500 utilizzato nel rilievo georadar.

Risultati

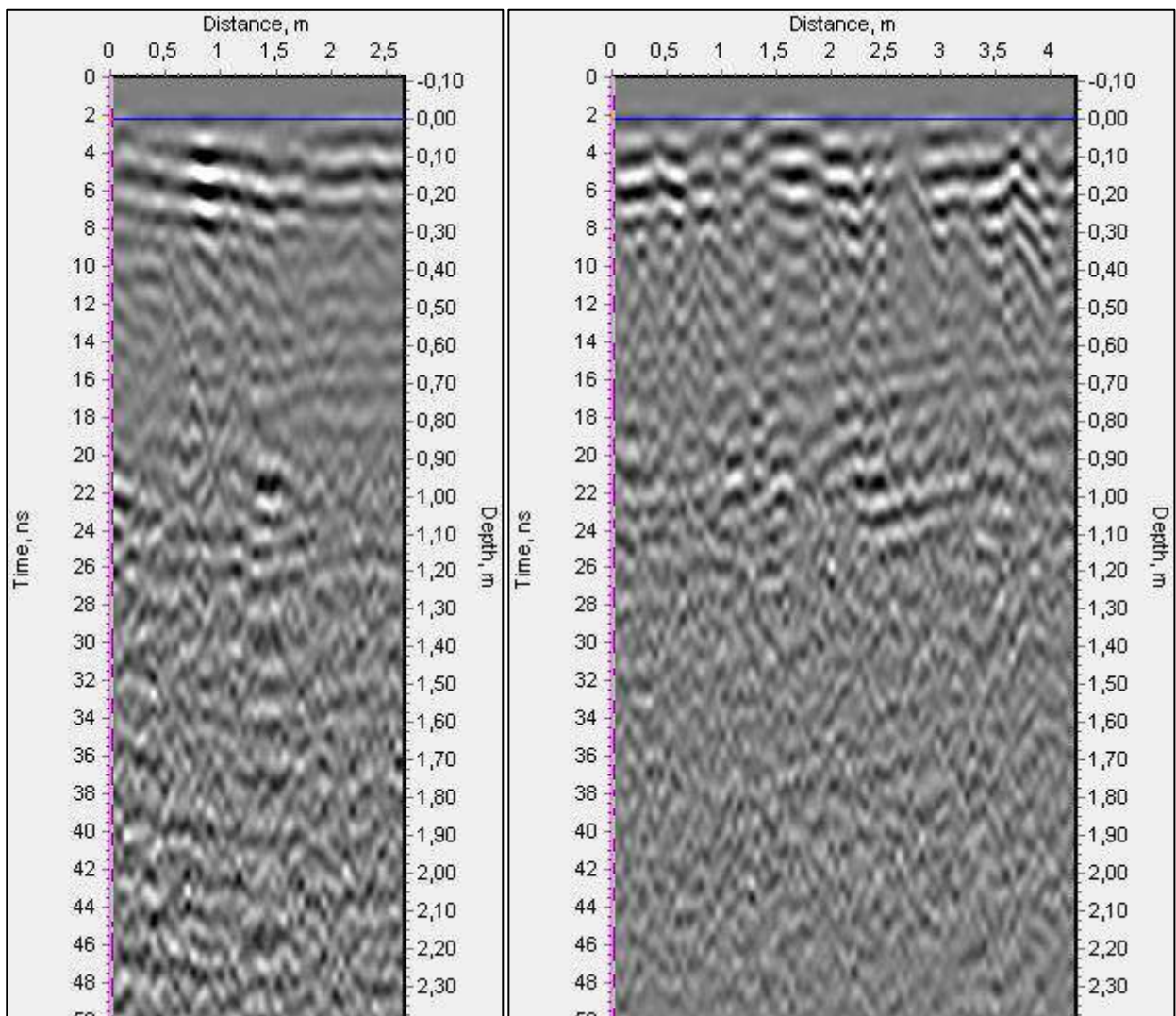
Le porzioni di terreno sottoposte ad indagine G.P.R. sono state analizzate, mediante stese perpendicolari e parallele tra di loro.

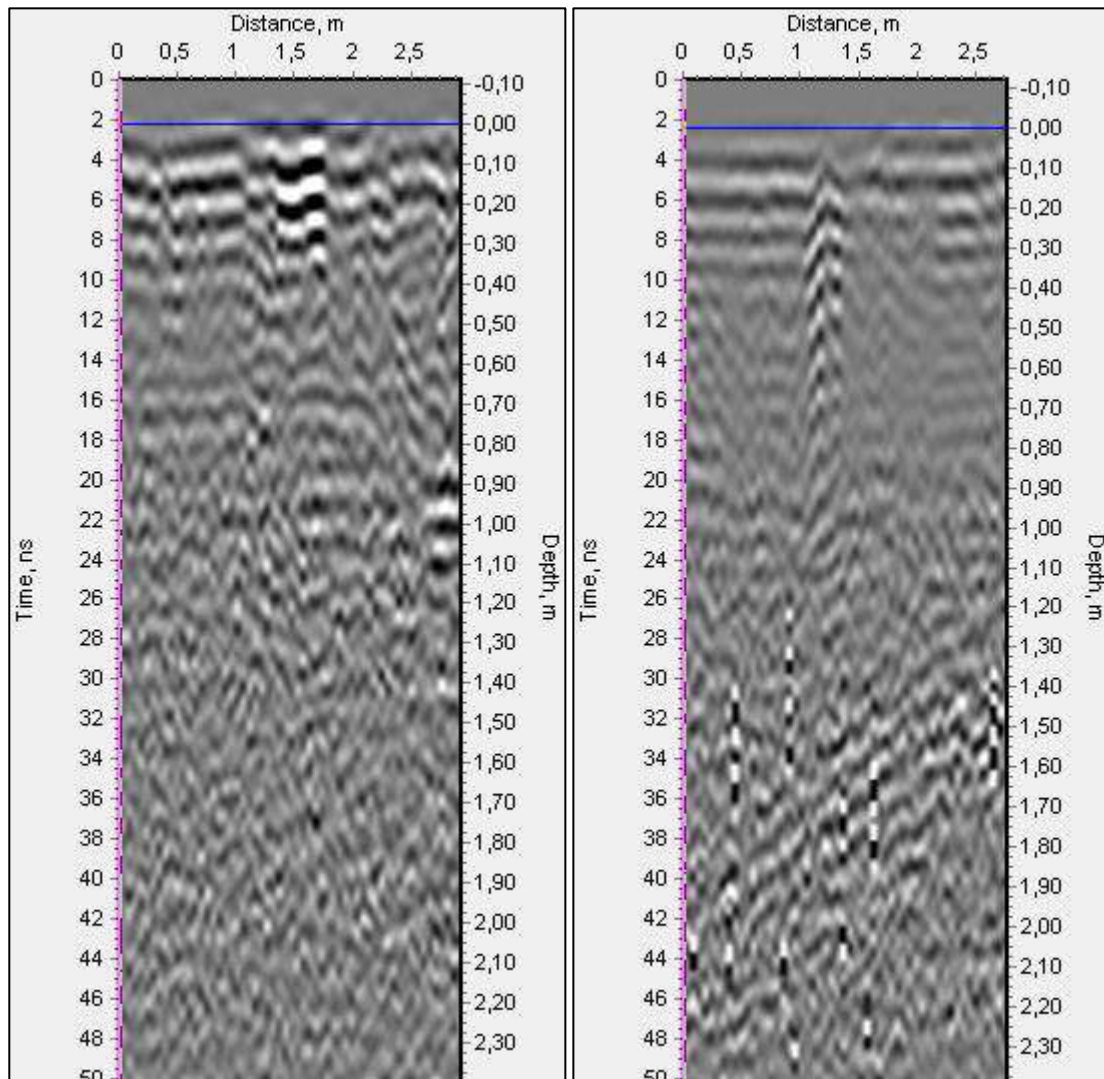
I radargrammi ottenuti e filtrati rappresentano graficamente le sezioni investigate. L'asse orizzontale riproduce la direzione di avanzamento dell'antenna al di sopra del mezzo investigato, mentre l'asse verticale rappresenta la profondità di indagine. Si fa presente che quest'ultima è funzione delle caratteristiche e quindi dalle condizioni del materiale attraversato.

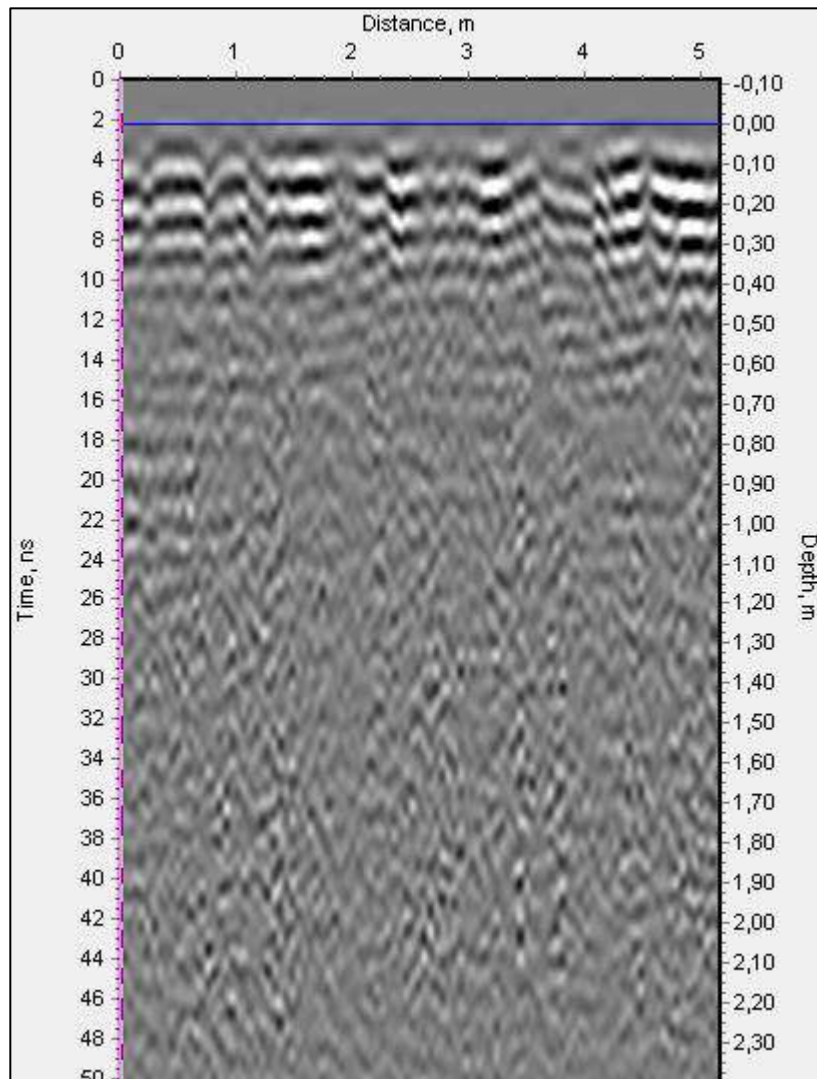
Genericamente gli ostacoli, quali sottoservizi, strati di diversa composizione, tubazioni, cavità, vengono evidenziati nei radargrammi come variazioni nell'andamento della stratigrafia radar oppure, nel caso di elementi puntuali, sono riconoscibili come forme iperboliche più o meno ampie.

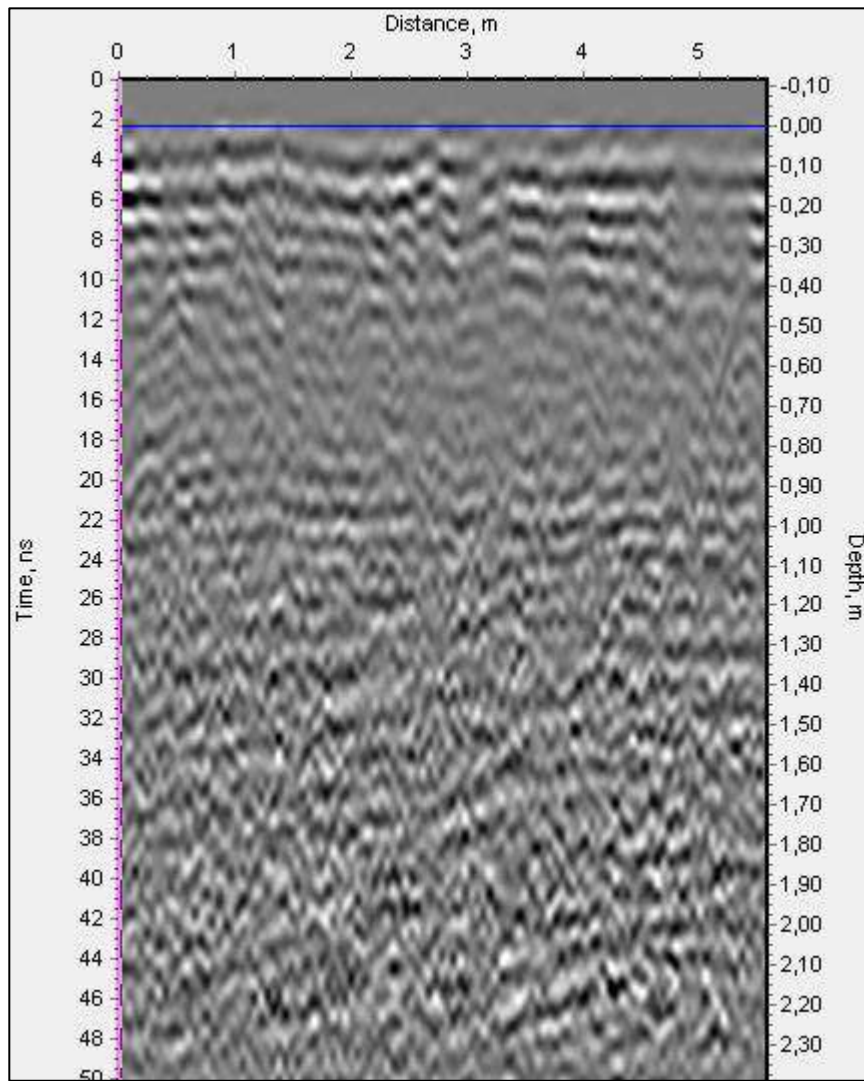
Di seguito sono riportati alcuni dei radargrammi registrati.

RADARGRAMMI









DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Prospezione GPR presso area d'esecuzione del sondaggio S4



Prospezione GPR presso area d'esecuzione del sondaggio S6



Prospezione GPR presso area d'esecuzione del sondaggio S8



Prospezione GPR presso area d'esecuzione del sondaggio S12



Prospezione GPR presso area d'esecuzione del sondaggio S13

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:	Øi 250/ Øi 200

Rotazione

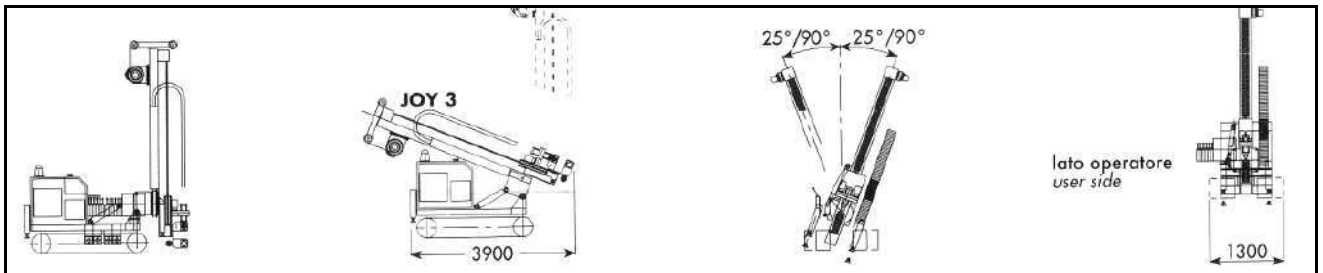
Coppia min, max:	Variabile
------------------	-----------

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



Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S12
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 09/11/2020
Coordinate: Lat.42.033914° Long.12.959841°		Quota: 320 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

- 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) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 8) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 9) Simbolo del campione
- 10) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N_{spt}
- 13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 14) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Cassette catalogatrici
- 16) Prove in foro

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

Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S12
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 09/11/2020
Coordinate: Lat.42.033914° Long.12.959841°		Quota: 320 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:185 **STRATIGRAFIA - S12** Pagina 1/1

Ø mm	R v batt.	metri	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	A F S	Campioni	Standard Penetration		Test N Pt	Prel. % 0 --- 100	Cass.	prove in foro
								m	S.P.T.				
		1		1.5	Limo argilloso di colore marrone grigiastro poco consistente con inclusi ciottoli calcarei								
		2			Argilla limosa mediamente consistente di colore nocciola		C1) She< 3,00 3,50	3,5	2-4-3	7 C		1	
		3											
		4											
		5		5,0	Sabbia travertinosa con ghiaia limosa di colore grigiastro, da poco a mediamente addensata		C2) She< 6,00 6,50	6,5	6-6-8	14 C		2	
		6											
		7											
		8		8,0	Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro da poco a mediamente consistente di colore grigiastro		C3) She< 9,00 9,50	9,5	3-4-3	7 C			
		9											
		10											
		11			Da 10,20m a 10,80m: livello di torba								
		12						11,5	3-5-6	11 C		3	Lefranc CV
		13											
		14											
		15						15,0	2-2-3	5 C			
		16											
		17		16,8	Ghiaia eterometrica da sub-arrotondata a spigolosa in matrice argilloso-limosa di colore grigio azzurro			17,5	21-27-35	62 C		4	
		18											
		19											
		20			Da 18,30m a 19,00m: livello di sabbia grossolana								
		21											
		22											
		23										5	Lefranc CV
		24											
		25											
		26											
		27											
		28										6	
		29											
		30											
		31											
		32											
		33											
		34											
101		35		35,0								7	

A circa 26,00m da p.c. è stata rinvenuta una falda in pressione fino a piano campagna.

Il Direttore
Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
Geol. Norman Abballe



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



Postazione del sondaggio S12

Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S13
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 10/11/2020
Coordinate: Lat. 42.034745° Long.12.955685°		Quota: 315 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

- 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) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 8) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 9) Simbolo del campione
- 10) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N_{spt}
- 13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 14) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Cassette catalogatrici

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

Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S13
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 10/11/2020
Coordinate: Lat. 42.034745° Long.12.955685°		Quota: 315 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

Ø mm	R batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	A r s	Campioni	Standard Penetration Test			Prel. % 0 --- 100	Cass.
							m	S.P.T.	N Pt		
1			3.5	Ghiaia sub-arrotondata in matrice limoso-sabbiosa di colore marroncino da mediamente a molto addensata			2.3	21-10-19	29	C	1
2											
3											
4			6.0	Limo sabbioso poco consistente di colore da marroncino a marrone		C1) She< 4,00 4,60	6.0	10-9-12	21	C	2
5											
6			9.1	Alternanze di limi e sabbie poco consistenti/addensate di colore da beige a giallino		C2) She< 8,00 8,60	10.0	3-4-4	8	C	3
7											
8											
9			12.3	Ghiaia sub-arrotondata in matrice limosa di colore grigiastro.			13.8	6-4-10	14	C	4
10											
11			19.0	Da 14,90m a 16,00m: livello limoso poco consistente di colore grigio chiaro			17.5	2-5-7	12	C	5
12											
13			25.5	Da 18,00m a 19,00m: livello di ghiaie sub-arrotondate di dimensioni max 10cm			21.0	10-25-24	49	C	
14											
15				Alternanze di ghiaia eterometrica sub-arrotondata e sabbioni di colore grigio chiaro							
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

A circa 25,00m da p.c. è stata rinvenuta una falda in pressione fino a piano campagna.

Il Direttore
 Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
 Geol. Norman Abballe



Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S13
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 10/11/2020
Fotografie - Pagina 1/1		Pagina 1



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



Postazione del sondaggio S13

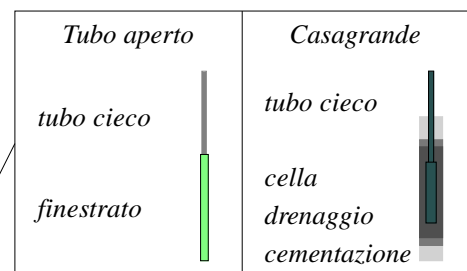


Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S4
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 27/10/2020
Coordinate: Lat.42.023857° Long.12.980938°		Quota: 324 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	A	Piez.	Campioni	Standard Penetration Test			Prel. % 0 --- 100	Cass.	prove in foro		
									m	S.P.T.	N Pt					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

- 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) Profondità dell'acqua
- 8) Piezometri
- 9) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 10) Simbolo del campione
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Valore di N_{spt}
- 14) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 15) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 16) Casette catalogatrici
- 17) Prove in foro



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

Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
------------------------------------	---	------------------------

Committente: ACEA ELABORI spa	Sondaggio: S4
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio	Data: 27/10/2020
Coordinate: Lat.42.023857° Long.12.980938°	Quota: 324 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :210

STRATIGRAFIA - S4

Pagina 1/1

Ø mm	R batt.	metri	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	A	Piez.	Campioni	Standard Penetration Test		Test N	Pt	Prel. % 0 --- 100	Cass.	prove in foro		
									m	S.P.T.							
		1			Breccia calcarea da spigolosa a sub-arrotondata, con dimensioni centimetriche (diametro massimo 6cm), a tratti in leggera matrice sabbioso-argillosa									1			
		2															
		3															
		4				4,1											
		5			Breccia calcarea in matrice sabbiosa grossolana debolmente argillosa, con ciottoli di dimensioni da millimetriche a centimetriche (diametro massimo 7cm), spigolosi e sub-arrotondati; colore d'insieme marroncino.									2	Lefranc CV		
		6															
		7															
		8															
		9															
		10															
		11															
		12															
		13		12,7													
		14			Sabbia argillosa di colore grigio, da poco consistente a sciolta, e inclusi calcarei centimetrici; presenza di intercalazioni di livelli decimetrici a granulometria argillosa debolmente sabbiosa									3	Lefranc CV		
		15															
		16															
		17															
		18															
		19															
		20															
		21															
		22															
		23				22,5											
		24		24,3													
		25			Argilla debolmente sabbiosa di colore grigio, da poco a mediamente consistente									5	Lefranc CV		
		26															
		27															
		28															
		29															
		30															
		31															
		32															
		33															
		34															
		35			Arenaria di colore da giallino a grigio, da fratturata a mediamente compatta									6			
		36															
		37															
		38															
		39															
101		40		40,0													

Il foro è stato allestito con piezometro in pvc da 3"

Il Direttore
Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
Geol. Norman Abballe



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

Certificato n° 450 del 2020**Verbale di accett n° 34 del 2020****Commessa: 00160**

Committente: ACEA ELABORI spa

Sondaggio: S4

Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio

Data: 27/10/2020

Fotografie - Pagina 2/2

Pagina 2



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



Postazione del sondaggio S4

Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S4
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 27/10/2020
Coordinate: Lat.42.023857° Long.12.980938°		Quota: 324 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCHEDE PIEZOMETRO

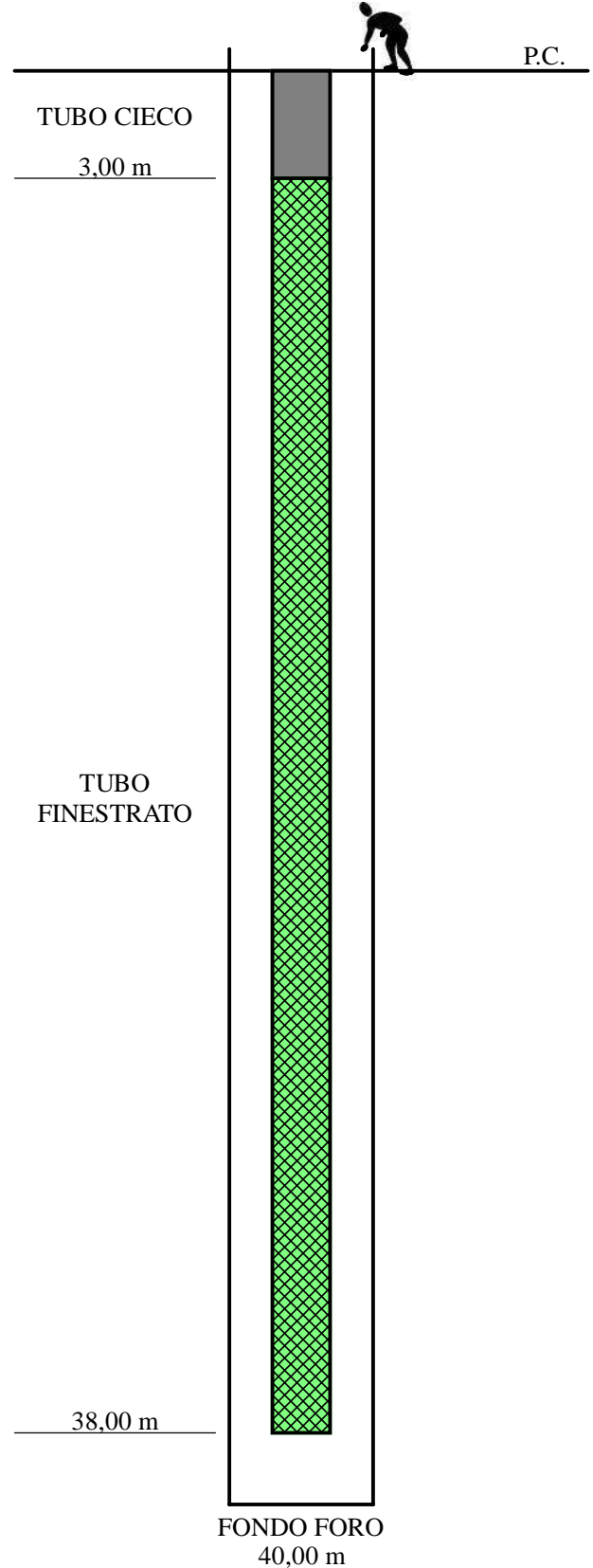
Tipo di piezometro	Tubo Aperto
Denominazione	PZ.4
Data di installazione	27/10/2020
Lunghezza del tubo (m)	38
Diametro del tubo (mm)	76,2
Tubo finestrato (m)	Da 3,00 a 38,00
Tratto cementato (m)	
Tappo impermeabile (m)	
Tratto filtrante (m)	Da 3,00 a 38,00
Tipo di filtro	
Tipo di chiusino	
Spurgo eseguito	

RILIEVO DEL LIVELLO DELL'ACQUA

Data	Prof. (m)	Data	Prof. (m)
28/10/2020	5,20		

Il Direttore
Geol. Norman Abballe

SCHEMA PIEZOMETRO



Il Responsabile di sito
Geol. Norman Abballe



Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S6
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 28/10/2020
Coordinate: Lat.42.026299° Long.12.975679°		Quota: 320 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

- 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_{spt}
- 12) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 13) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 14) Cassette catalogatrici
- 15) Prove in foro
- 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

Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S6
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 28/10/2020
Coordinate: Lat.42.026299° Long.12.975679°		Quota: 320 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:210 **STRATIGRAFIA - S6** Pagina 1/1

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test		Test N Pt	Prel. % 0 --- 100	Cass.	prove in foro	DH
							m	S.P.T.					
1				0,5	Terreno di riporto antropico costituito da breccia calcarea								
2					Sabbia da media a grossolana con poco limo e abbondante presenza di ciottoli calcarei		2,3	10-18-8	26 C		1		
3													
4													
5				4,8									
6					Argilla limosa di colore marrone da mediamente consistente a consistente	C1) She < 5,50 6,00							
7				7,3			7,3	21-11-13	24 C		2		
8					Breccia calcarea con ciottoli da spigolosi a sub-arrotolati, di dimensioni centimetriche (da 3 a 7cm), molto addensata								
9													
10								10,1	28-RIF	Rif C			
11													
12							12,2	31-44-RIF	Rif C		3		
13													
14													
15											Lefranc CV		
16				16,3									
17					Alternanza di calcare fratturato e breccia calcarea								
18													
19													
20													
21													
22							21,9	39-RIF	Rif C		5		
23													
24													
25											Lefranc CV		
26													
27						C2) SDi < 26,20 26,50							
28							28,0	RIF	Rif C		6		
29													
30													
31													
32													
33													
34						C3) SDi < 33,00 33,30					7		
35				35,0									
36					Calcare molto fratturato								
37													
38													
39													
40				40,0							8		
101													

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

Il Direttore
 Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
 Geol. Norman Abballe



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



Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S6
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 28/10/2020
Fotografie - Pagina 2/2		Pagina 2



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



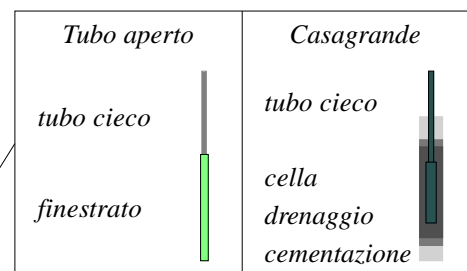
Postazione del sondaggio S6

Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S8
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio		Data: 06/11/2020
Coordinate: Lat.42.029476° Long.12.972433°		Quota: 318 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

- 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) Piezometri
- 8) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 9) Simbolo del campione
- 10) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N_{spt}
- 13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 14) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Cassette catalogatrici
- 16) Prove in foro



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



Certificato n° 450 del 2020	Verbale di accett n° 34 del 2020	Commessa: 00160
------------------------------------	---	------------------------

Committente: ACEA ELABORI spa	Sondaggio: S8
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio	Data: 06/11/2020
Coordinate: Lat.42.029476° Long.12.972433°	Quota: 318 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:185

STRATIGRAFIA - S8

Pagina 1/2

Ø mm	R batt.	metri	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Piez.	Campioni	Standard Penetration		Test N Pt	Prel. % 0 --- 100	Cass.	prove in foro
								m	S.P.T.				
		1		0.9	Breccia calcarea da spigolosa a sub-arrotondata, con dimensioni centimetriche (diametro massimo 6cm), a tratti in leggera matrice sabbioso-argillosa								
		2			Limo argilloso mediamente consistente di colore marroncino con inclusi ciottoli calcarei eterometrici.								
		3					C1) She < 3,00 3,50	3,5	6-8-8	16	C	1	
		4											
		5			Da 4,50m a 6,00m: livello a maggior contenuto di breccie calcaree								
		6											
		7					C2) She < 7,00 7,50	7,5	4-6-5	11	C	2	
		8											
		9		9.0									
		10			Calcarea intensamente fratturata. La perforazione è avvenuta con una velocità d'avanzamento medio-alta								
		11											
		12						12,0	12-31-20	51	C	3	
		13											
		14											Lefranc CV
		15											
		16											
		17											
		18						18,0	33-20-RIF	Rif	C	4	
		19											
		20											Lefranc CV
		21											
		22											
		23											
		24					C3) SDi < 23,60 24,00					5	
		25											Lefranc CV
		26											
		27											
		28											
		29											
		30											
		31											
		32											
		33											
		34											
101		35		35,0									

Il foro è stato allestito con piezometro in pvc da 3"

Il Direttore
Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
Geol. Norman Abballe



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



Postazione del sondaggio S8

Certificato n° 450 del 2020 **Verbale di accett n° 34 del 2020** **Commessa: 00160**

Committente: ACEA ELABORI spa Sondaggio: S8
Riferimento: Progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio Data: 06/11/2020
Coordinate: Lat.42.029476° Long.12.972433° Quota: 318 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo

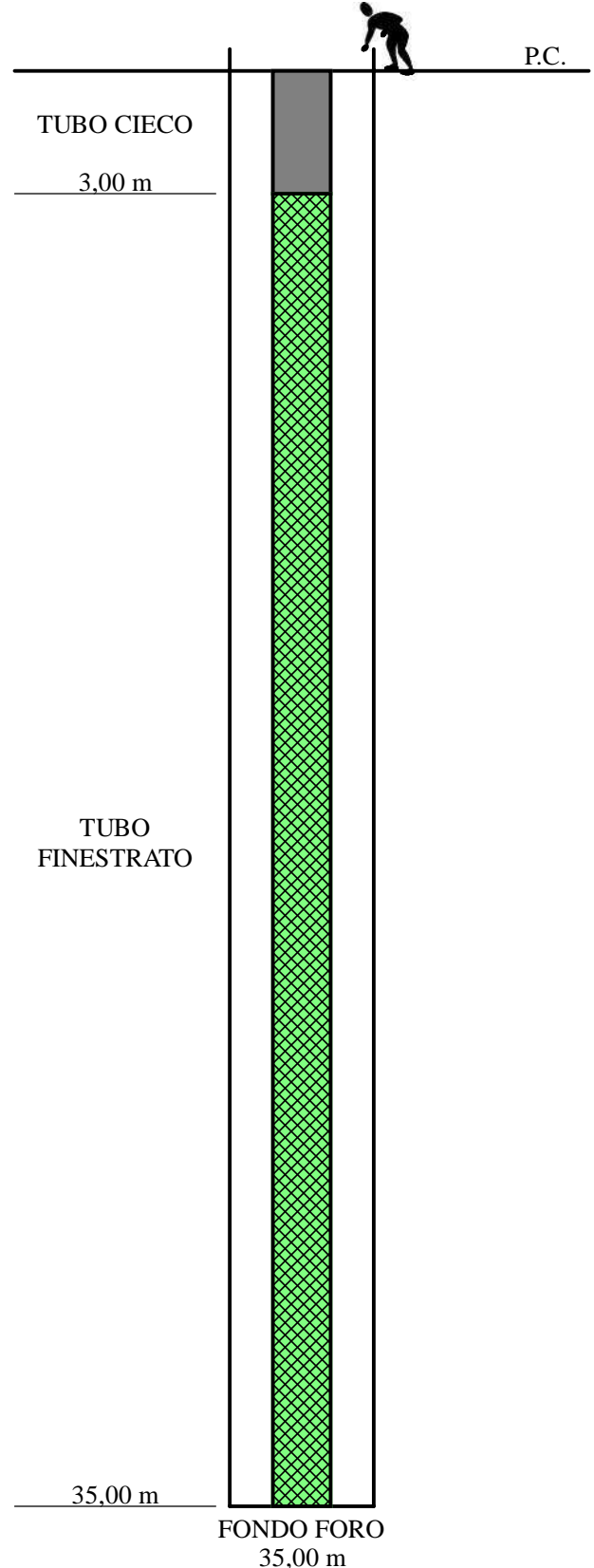
SCHEDA PIEZOMETRO

Tipo di piezometro	Tubo Aperto
Denominazione	PZ.8
Data di installazione	06/11/2020
Lunghezza del tubo (m)	35,00
Diametro del tubo (mm)	76,2
Tubo finestrato (m)	Da 3,00 a 35,00
Tratto cementato (m)	
Tappo impermeabile (m)	
Tratto filtrante (m)	Da 3,00 a 35,00
Tipo di filtro	
Tipo di chiusino	
Spurgo eseguito	

RILIEVO DEL LIVELLO DELL'ACQUA

Data	Prof. (m)	Data	Prof. (m)
26/11/2020	4,50		

SCHEMA PIEZOMETRO



Il Direttore
Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
Geol. Norman Abballe

ALLEGATO 2

Certificati di Laboratorio

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 7.5-8.0

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	9.3	%
Peso di volume	19.1	kN/m ³
Peso di volume secco	17.4	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.5	kN/m ³
Peso specifico	2.60	
Indice dei vuoti	0.465	
Porosità	31.8	%
Grado di saturazione	52.2	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	65.3	%
Sabbia	19.7	%
Limo	9.2	%
Argilla	5.8	%
D 10	0.011623	mm
D 50	4.300264	mm
D 60	6.113502	mm
D 90	21.883830	mm
Passante set. 10	34.7	%
Passante set. 42	22.5	%
Passante set. 200	15.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_u	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ' Res	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Ghiaia di colore biancastro in matrice sabbiosa debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00319	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 30/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 01/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 7.5-8.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 9.3 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Ghiaia di colore biancastro in matrice sabbiosa debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00320	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 30/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 30/11/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	7.5-8.0

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 = 19.1 kN/m³

Ghiaia di colore biancastro in matrice sabbiosa debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00321	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 22/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 23/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 7.5-8.0

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.60**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.61**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Ghiaia di colore biancastro in matrice sabbiosa debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

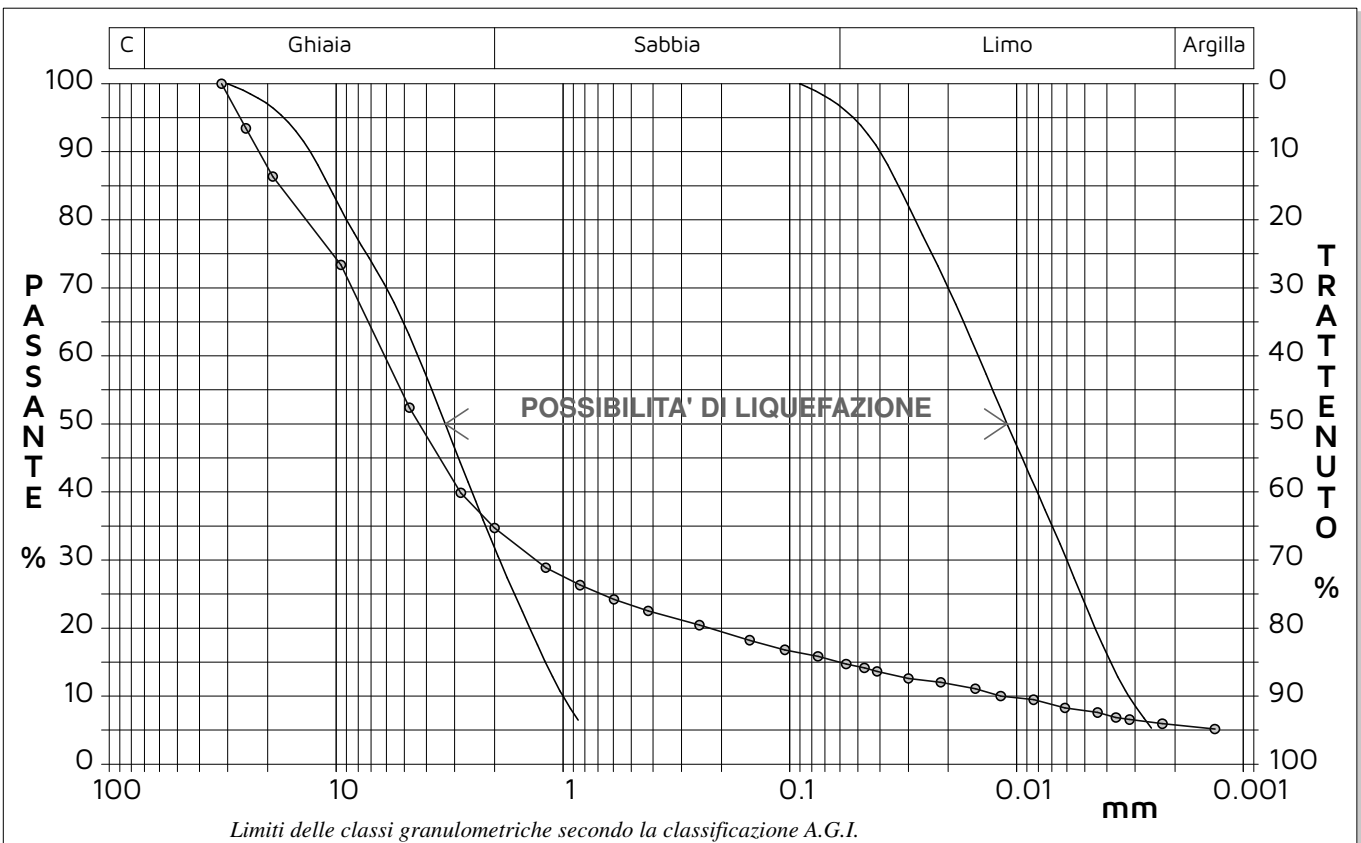
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00322	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 21/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 24/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 7.5-8.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	65.3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	34.7 %	D10	0.01162 mm
Sabbia	19.7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	22.5 %	D30	1.31660 mm
Limo	9.2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	15.8 %	D50	4.30026 mm
Argilla	5.8 %			D60	6.11350 mm
Coefficiente di uniformità		526.00	Coefficiente di curvatura		24.40
				D90	21.88383 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
32.0000	100.00	2.8200	39.88	0.4200	22.52	0.0563	14.72	0.0152	11.10
25.0000	93.44	2.0000	34.69	0.2500	20.42	0.0468	14.14	0.0117	10.02
19.0000	86.35	1.1900	28.87	0.1500	18.21	0.0412	13.64	0.0084	9.48
9.5200	73.37	0.8410	26.31	0.1050	16.81	0.0300	12.62	0.0061	8.27
4.7500	52.38	0.5950	24.21	0.0750	15.85	0.0216	12.02	0.0044	7.60

Ghiaia di colore biancastro in matrice sabbiosa debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 18.0-18.5

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	23.9	%
Peso di volume	18.2	kN/m ³
Peso di volume secco	14.7	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.9	kN/m ³
Peso specifico	2.62	
Indice dei vuoti	0.749	
Porosità	42.8	%
Grado di saturazione	83.6	%
Limite di liquidità	57.0	%
Limite di plasticità	43.2	%
Indice di plasticità	13.8	%
Indice di consistenza	2.40	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	3.3	%
Sabbia	26.9	%
Limo	31.1	%
Argilla	38.7	%
D 10		mm
D 50	0.007782	mm
D 60	0.020483	mm
D 90	0.550872	mm
Passante set. 10	96.7	%
Passante set. 42	88.1	%
Passante set. 200	71.5	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	112	kPa	σ Rim	kPa
C_U	56	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	16.2	kPa	ϕ' 26.6 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	2500	---	---
12.5 ÷ 25.0	3333	---	---
25.0 ÷ 50.0	3937	---	---
50.0 ÷ 100.0	4673	0.001063	2.23E-08
100.0 ÷ 200.0	5540	0.000824	1.46E-08
200.0 ÷ 400.0	7117	0.000237	3.26E-09
400.0 ÷ 800.0	9412	---	---
800.0 ÷ 1600.0	15038	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	27327	---	---

Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00323	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 30/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 01/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 23.9 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00324	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 21/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 21/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5

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 = 18.2 kN/m³

Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00325	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 04/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 05/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.62**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.63**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00326	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 18/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 19/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5

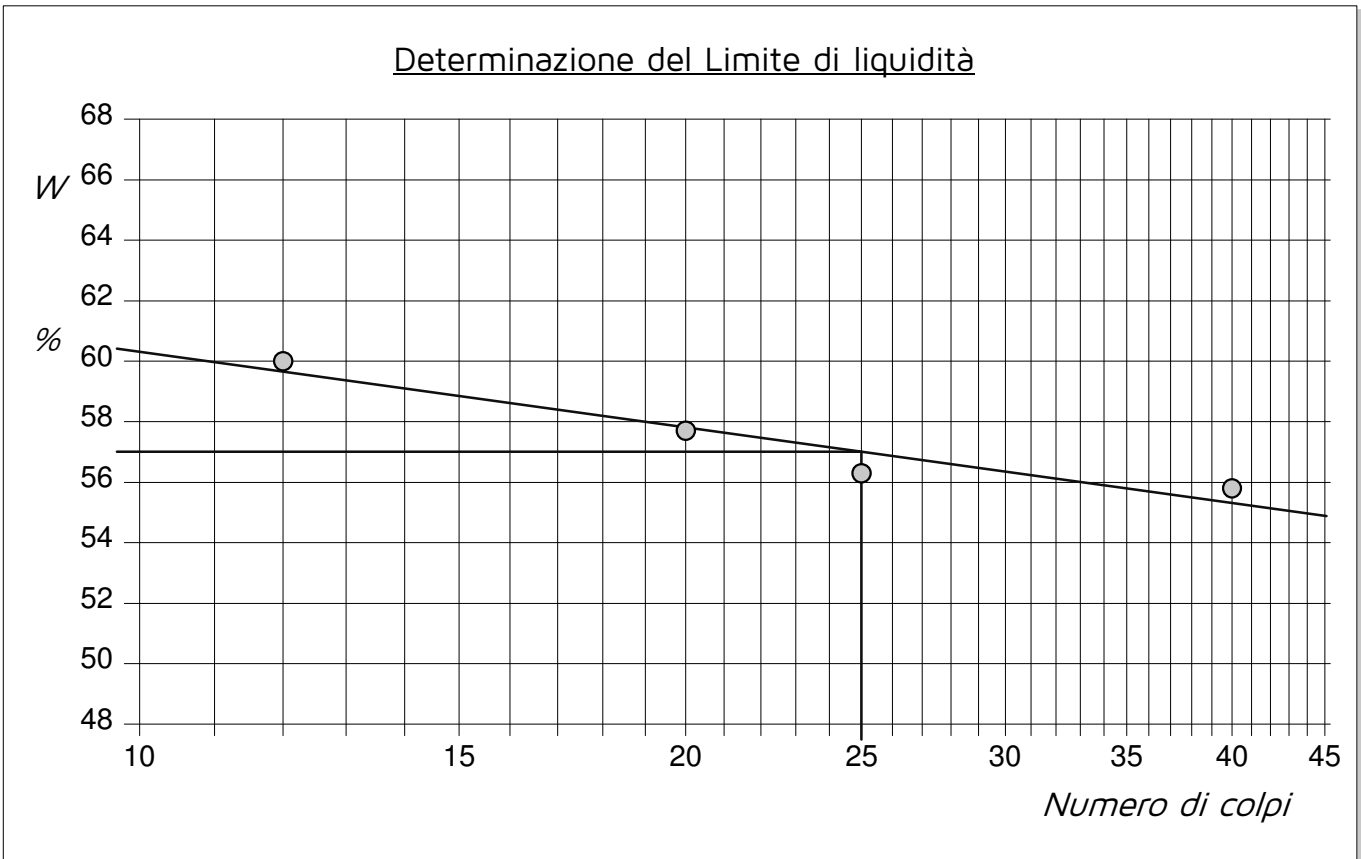
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	57.0 %
Limite di plasticità	43.2 %
Indice di plasticità	13.8 %

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	20	25	40	Umidità (%)	43.4	43.0
Umidità (%)	60.0	57.7	56.3	55.8	Umidità media	43.2	



Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei

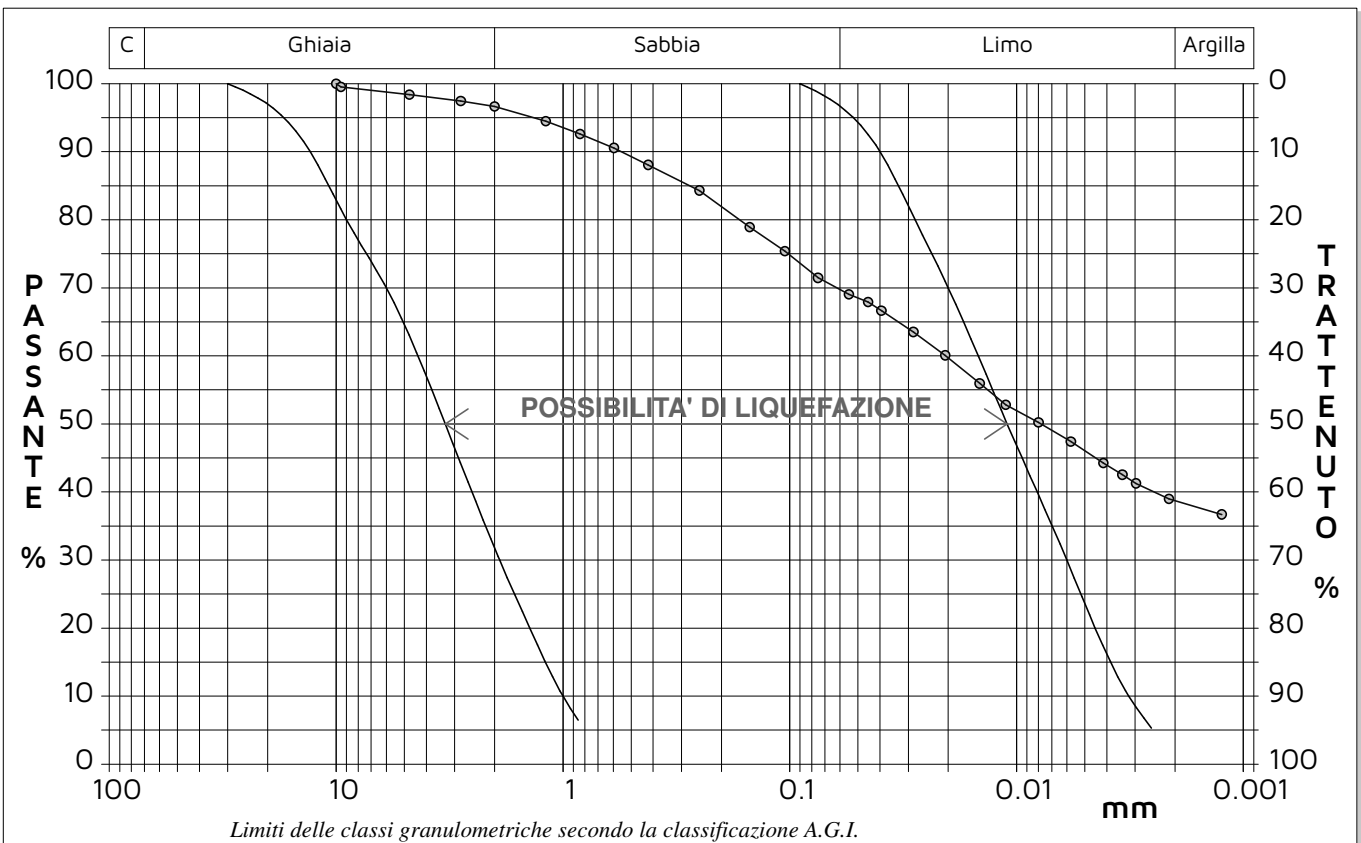
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00327	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 11/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	3.3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	96.7 %	D10	---	mm		
Sabbia	26.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	88.1 %	D30	---	mm		
Limo	31.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	71.5 %	D50	0.00778	mm		
Argilla	38.7 %			D60	0.02048	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0.55087	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
10.0000	100.00	1.1900	94.49	0.1500	78.91	0.0394	66.64	0.0080	50.24
9.5200	99.52	0.8410	92.60	0.1050	75.41	0.0285	63.50	0.0058	47.39
4.7500	98.40	0.5950	90.55	0.0750	71.47	0.0206	60.08	0.0041	44.26
2.8200	97.46	0.4200	88.07	0.0548	69.06	0.0145	55.95	0.0034	42.55
2.0000	96.65	0.2500	84.31	0.0451	67.92	0.0112	52.81	0.0030	41.26

Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei

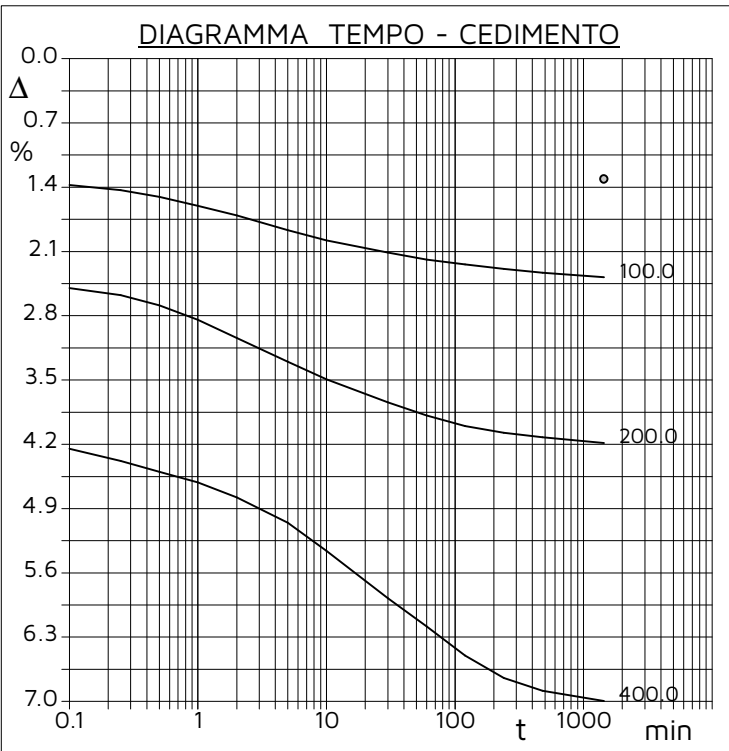
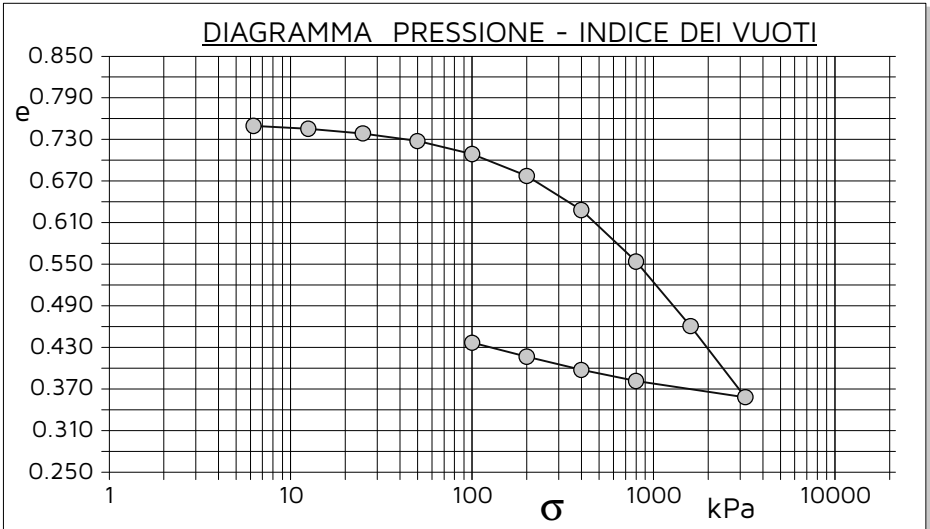
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00328	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 21/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 08/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	18.40
Umidità (%)	25.2
Peso specifico	2.62
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	17.15
Indice dei vuoti	0.75
Porosità (%)	42.88
Saturazione (%)	88.0



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	1.0	0.750	
12.5	6.0	0.745	0.015
25.0	13.5	0.739	0.022
50.0	26.2	0.728	0.037
100.0	47.6	0.709	0.062
200.0	83.7	0.677	0.105
400.0	139.9	0.628	0.163
800.0	224.9	0.554	0.247
1600.0	331.3	0.461	0.309
3200.0	448.4	0.358	0.340
800.0	421.5	0.382	
400.0	403.4	0.397	
200.0	381.6	0.417	
100.0	358.5	0.437	

Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00328	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 21/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 08/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	26.2	0.00	47.6	0.00	83.7		
0.10	27.5	0.10	50.0	0.10	85.0		
0.25	28.7	0.25	51.5	0.25	87.6		
0.50	30.1	0.50	53.7	0.50	90.0		
1.00	32.0	1.00	56.9	1.00	92.3		
2.00	34.1	2.00	60.9	2.00	95.6		
5.00	37.3	5.00	66.0	5.00	101.1		
10.00	39.6	10.00	69.8	10.00	107.2		
30.00	42.2	30.00	74.9	30.00	117.5		
60.00	43.8	60.00	77.7	60.00	123.7		
120.00	44.8	120.00	80.0	120.00	130.0		
240.00	45.8	240.00	81.5	240.00	134.9		
480.00	46.7	480.00	82.5	480.00	137.7		
1440.00	47.6	1440.00	83.7	1440.00	139.9		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100

Marco Ferrante

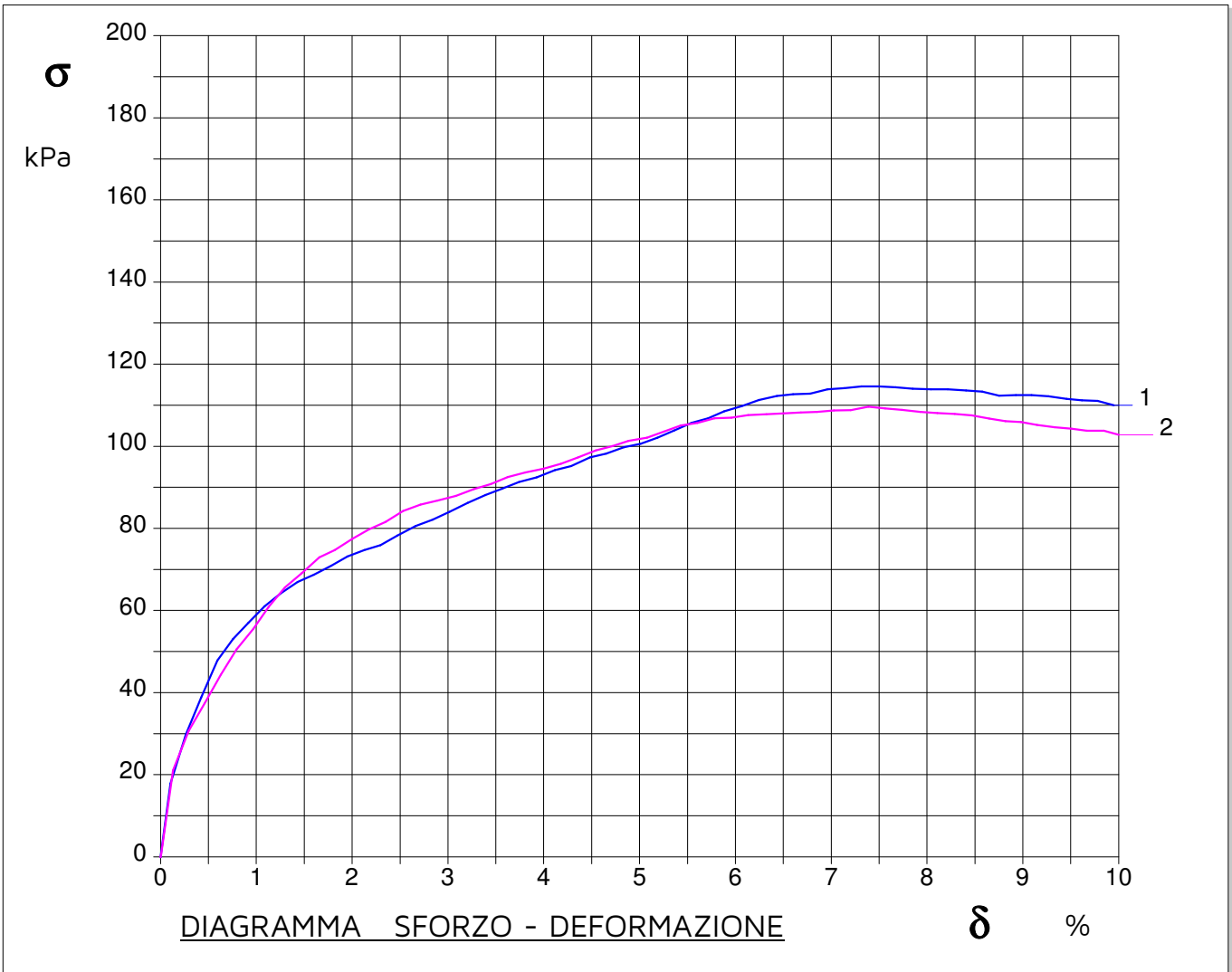
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00329	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 19/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5

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/m ³):	18.0	18.1	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00329 Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 19/01/21

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 18.0-18.5

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
0.10	17.9	6.78	112.8	0.01	0.7	6.68	108.2				
0.26	29.8	6.96	113.9	0.13	21.1	6.85	108.4				
0.43	38.8	7.14	114.1	0.29	30.7	7.03	108.7				
0.59	47.8	7.31	114.6	0.46	37.4	7.20	108.8				
0.76	53.1	7.50	114.5	0.63	44.4	7.39	109.6				
0.92	57.0	7.67	114.4	0.79	50.5	7.56	109.2				
1.09	61.0	7.85	114.0	0.97	55.5	7.74	108.8				
1.25	64.2	8.04	113.9	1.13	60.9	7.93	108.4				
1.43	66.9	8.22	113.9	1.30	65.6	8.11	108.1				
1.60	68.7	8.41	113.6	1.47	69.1	8.29	107.8				
1.78	70.9	8.58	113.3	1.66	72.9	8.47	107.5				
1.95	73.2	8.75	112.3	1.82	74.7	8.65	106.7				
2.13	74.7	8.93	112.5	2.00	77.4	8.82	106.1				
2.30	75.9	9.09	112.4	2.18	79.8	8.98	105.9				
2.47	78.2	9.27	112.2	2.35	81.6	9.15	105.2				
2.66	80.6	9.46	111.6	2.53	84.3	9.33	104.6				
2.84	82.1	9.62	111.2	2.71	85.8	9.51	104.3				
3.02	84.0	9.78	111.1	2.89	86.8	9.67	103.8				
3.21	86.2	9.95	110.0	3.08	88.0	9.85	103.8				
3.39	88.1			3.26	89.5	10.00	102.8				
3.57	89.7			3.45	90.8						
3.74	91.3			3.62	92.5						
3.92	92.4			3.81	93.7						
4.12	94.2			4.00	94.6						
4.28	95.2			4.18	95.7						
4.48	97.3			4.36	97.3						
4.65	98.2			4.54	99.0						
4.83	99.8			4.72	100.0						
5.01	100.6			4.89	101.3						
5.19	102.1			5.08	102.1						
5.36	103.8			5.25	103.6						
5.54	105.7			5.43	105.1						
5.72	106.8			5.61	105.7						
5.88	108.5			5.78	106.8						
6.07	109.8			5.96	107.0						
6.24	111.3			6.13	107.6						
6.43	112.3			6.32	107.8						
6.60	112.7			6.51	108.0						

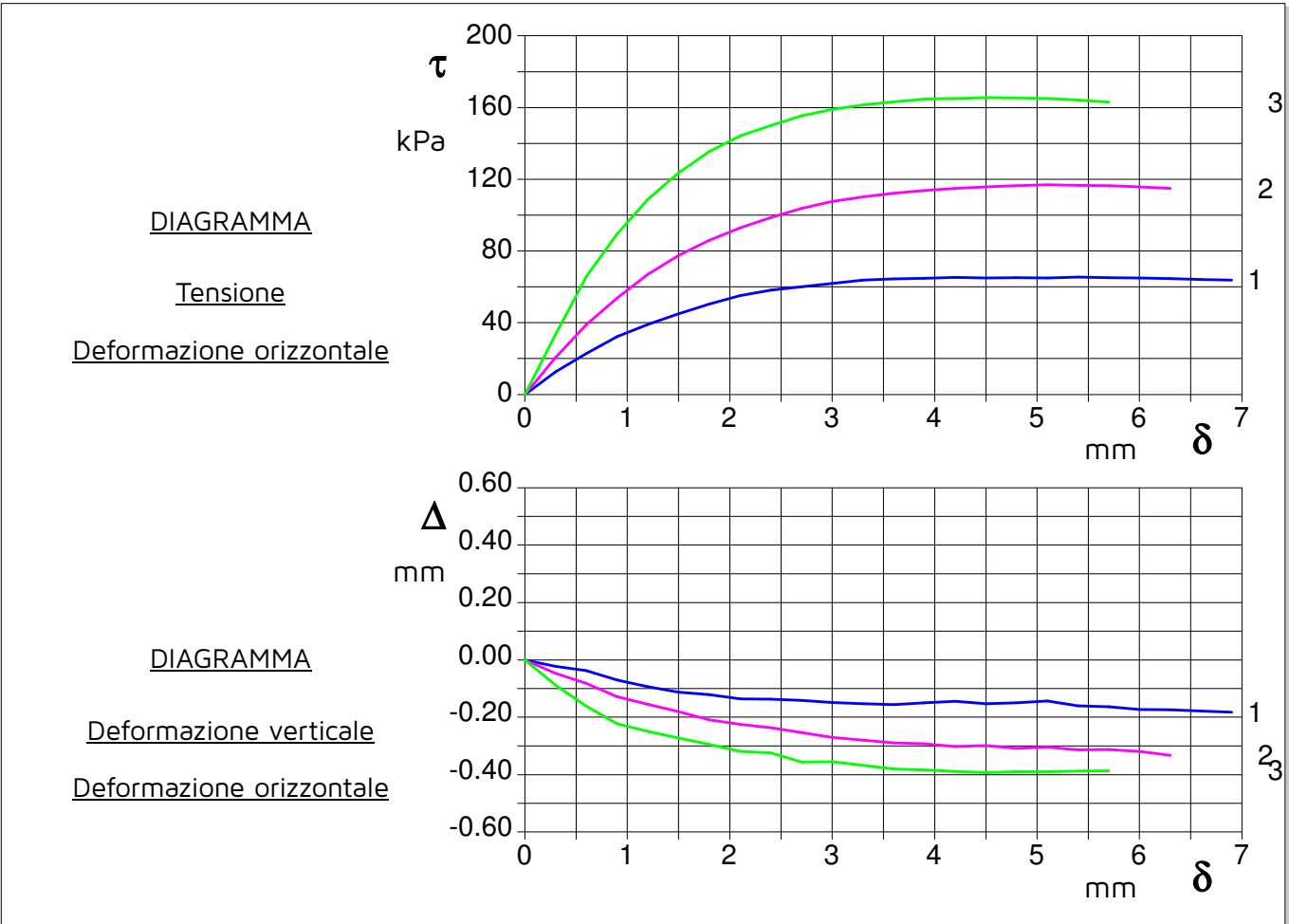
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00330	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 18/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 18.0-18.5

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 (%):	26.1 26.0	26.3 23.3	26.1 23.4
Peso di volume (kN/m ³):	18.3	18.4	18.2
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	



Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00330	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 18/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio
SONDAGGIO: S4 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 18.0-18.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.300	12.7	-0.02	0.300	20.6	-0.05	0.300	33.4	-0.09
0.600	22.8	-0.04	0.600	38.9	-0.08	0.600	65.5	-0.16
0.900	32.3	-0.07	0.900	53.8	-0.13	0.900	89.5	-0.22
1.200	39.1	-0.09	1.200	67.0	-0.16	1.200	108.9	-0.25
1.500	45.0	-0.11	1.500	77.4	-0.18	1.500	123.6	-0.27
1.800	50.3	-0.12	1.800	86.0	-0.21	1.800	135.3	-0.30
2.100	55.1	-0.14	2.100	92.9	-0.23	2.100	144.2	-0.32
2.400	58.2	-0.14	2.400	98.7	-0.24	2.400	150.0	-0.32
2.700	60.1	-0.14	2.700	103.7	-0.25	2.700	155.4	-0.36
3.000	62.0	-0.15	3.000	107.6	-0.27	3.000	158.9	-0.35
3.300	63.7	-0.15	3.300	110.2	-0.28	3.300	161.5	-0.37
3.600	64.4	-0.16	3.600	112.2	-0.29	3.600	163.2	-0.38
3.900	64.8	-0.15	3.900	113.6	-0.29	3.900	164.6	-0.38
4.200	65.3	-0.14	4.200	115.0	-0.30	4.200	165.1	-0.39
4.500	64.9	-0.15	4.500	115.7	-0.30	4.500	165.6	-0.39
4.800	65.0	-0.15	4.800	116.5	-0.31	4.800	165.3	-0.39
5.100	65.0	-0.14	5.100	117.0	-0.30	5.100	165.0	-0.39
5.400	65.5	-0.16	5.400	116.5	-0.31	5.400	164.2	-0.39
5.700	65.1	-0.16	5.700	116.5	-0.31	5.700	163.0	-0.39
6.000	65.0	-0.17	6.000	115.7	-0.32			
6.300	64.6	-0.17	6.300	114.9	-0.33			
6.600	64.2	-0.18						
6.900	63.7	-0.18						

Sperimentatore
Enrico Tallini
Enrico Tallini

Direttore
Marco Ferrante
Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 18/01/21

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 18.0-18.5

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):	65		117		166	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.40	-0.16	5.10	-0.30	4.50	-0.39
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.1	26.0	26.3	23.3	26.1	23.4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	18.3	18.3	18.4	18.0	18.2	17.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	88.2	88.0	90.0	79.8	87.3	78.0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

 Coesione: **16.2 kPa**
 Angolo di attrito interno: **26.6 °**

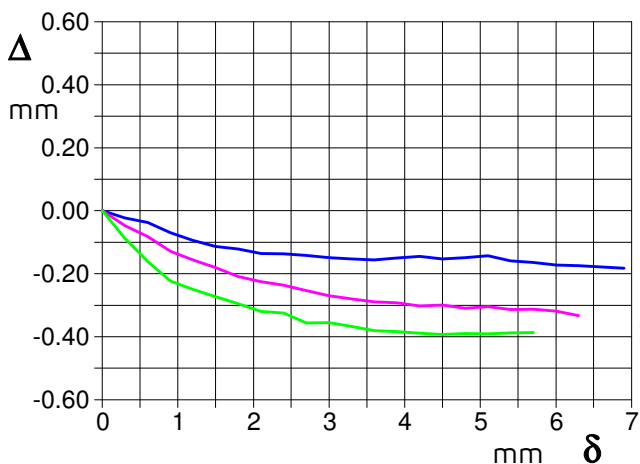
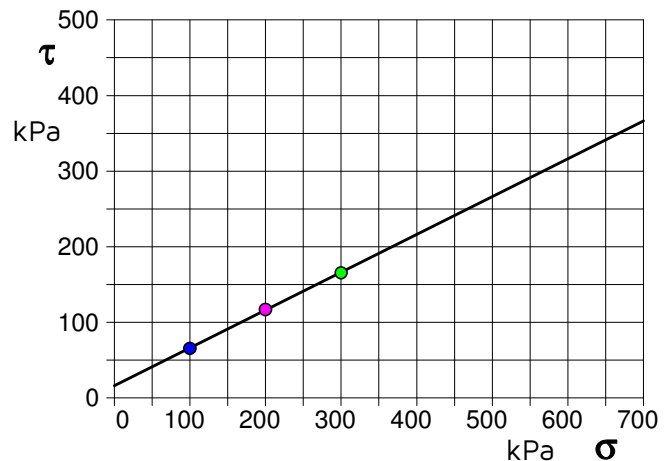
 Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

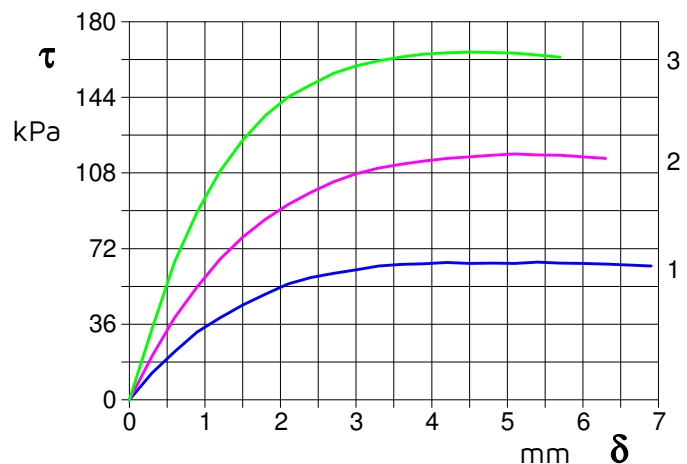


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Argilla con limo e sabbia di colore marrone scuro-nerastro con rari resti lignei



COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 27.6-28.0

MODULO RIASSUNTIVO

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Peso di volume (kN/m^3):

25.1

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Resistenza a compressione (MPa):

49.13

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Arenaria litoide di colore grigio

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00331 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 29/12/20

Apertura campione: 28/12/20

Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 27.6-28.0

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D4543 - 85

Peso di volume allo stato naturale = 25.1 kN/m³

Arenaria litoide di colore grigio

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00332	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 28/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 27.6-28.0

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Modalità di prova: Norma ASTM D7012 - 14

Provino n°:	1
Velocità di deformazione (MPa/sec):	0.20
Altezza (cm):	8.20
Diametro (cm):	3.80
Sezione (cm ²):	11.34
Peso di volume (kN/m ³):	25.1
Resistenza a compressione (MPa):	49.13

Arenaria litoide di colore grigio

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 33.0-33.5

MODULO RIASSUNTIVOPESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALEPeso di volume (kN/m³):

24.6

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Resistenza a compressione (MPa):

38.02

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Arenaria litoide di colore giallastro



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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00333	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 28/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 33.0-33.5

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D4543 - 85

Peso di volume allo stato naturale = 24.6 kN/m³

Arenaria litoide di colore giallastro

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00334	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 28/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S4	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 33.0-33.5

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Modalità di prova: Norma ASTM D7012 - 14

Provino n°:	1
Velocità di deformazione (MPa/sec):	0.20
Altezza (cm):	8.95
Diametro (cm):	8.20
Sezione (cm ²):	52.81
Peso di volume (kN/m ³):	24.6
Resistenza a compressione (MPa):	38.02

Arenaria litoide di colore giallastro

La prova di compressione uniassiale è stata eseguita su un provino di roccia le cui dimensioni non sono conformi con i requisiti richiesti dalla Normativa ASTM D7012-14.



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

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

ALLEGATO COMPRESSIONE UNIASSIALE

La resistenza a compressione uniassiale del campione viene calcolata dividendo il massimo carico di compressione agente sul campione durante la prova per l'area iniziale della sezione trasversale:

$$\sigma = P / A$$

dove:

σ = resistenza alla compressione uniassiale (MPa)

P = carico a rottura (kN)

A = area iniziale della sezione trasversale (mm²)

Secondo la Normativa ASTM D7012-14, i provini di roccia, su cui effettuare una prova di compressione uniassiale, devono avere un rapporto altezza/diametro compreso tra 2.0 e 2.5. Provini di roccia in cui il rapporto tra altezza e diametro è minore di 2 sono considerati non conformi poiché non soddisfano i requisiti richiesti dalla suddetta Normativa.

Pertanto, si sottolinea che i risultati sperimentali derivati dalle prove di compressione eseguite su provini di roccia non conformi alla Normativa possono differire dai risultati ottenuti da campioni equivalenti che soddisfano i requisiti richiesti.

Nel caso che il rapporto tra altezza e diametro del provino testato è minore di 2 si può applicare una correzione al valore di resistenza alla compressione uniassiale ottenuto dalla prova attraverso la seguente formula:

$$\sigma_c = \frac{\sigma}{0.88 + (0.24 D / H)}$$

dove:

σ_c = resistenza alla compressione uniassiale calcolata per un campione equivalente con rapporto H/D = 2

σ = resistenza alla compressione uniassiale del campione ottenuta con la prova

D = diametro del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

H = altezza del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C5

PROFONDITA': m 38.5-39.0

MODULO RIASSUNTIVOPESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALEPeso di volume (kN/m³):

25.9

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Resistenza a compressione (MPa):

86.18

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Arenaria litoide di colore grigio

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00335 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 29/12/20

Apertura campione: 28/12/20

Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C5

PROFONDITA': m 38.5-39.0

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D4543 - 85

Peso di volume allo stato naturale = 25.9 kN/m³

Arenaria litoide di colore grigio

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00336	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 28/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S4

CAMPIONE: C5

PROFONDITA': m 38.5-39.0

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Modalità di prova: Norma ASTM D7012 - 14

Provino n°:	1
Velocità di deformazione (MPa/sec):	0.30
Altezza (cm):	9.00
Diametro (cm):	8.20
Sezione (cm ²):	52.81
Peso di volume (kN/m ³):	25.9
Resistenza a compressione (MPa):	86.18

Arenaria litoide di colore grigio

La prova di compressione uniassiale è stata eseguita su un provino di roccia le cui dimensioni non sono conformi con i requisiti richiesti dalla Normativa ASTM D7012-14.



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

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

ALLEGATO COMPRESSIONE UNIASSIALE

La resistenza a compressione uniassiale del campione viene calcolata dividendo il massimo carico di compressione agente sul campione durante la prova per l'area iniziale della sezione trasversale:

$$\sigma = P / A$$

dove:

σ = resistenza alla compressione uniassiale (MPa)

P = carico a rottura (kN)

A = area iniziale della sezione trasversale (mm²)

Secondo la Normativa ASTM D7012-14, i provini di roccia, su cui effettuare una prova di compressione uniassiale, devono avere un rapporto altezza/diametro compreso tra 2.0 e 2.5. Provini di roccia in cui il rapporto tra altezza e diametro è minore di 2 sono considerati non conformi poiché non soddisfano i requisiti richiesti dalla suddetta Normativa.

Pertanto, si sottolinea che i risultati sperimentali derivati dalle prove di compressione eseguite su provini di roccia non conformi alla Normativa possono differire dai risultati ottenuti da campioni equivalenti che soddisfano i requisiti richiesti.

Nel caso che il rapporto tra altezza e diametro del provino testato è minore di 2 si può applicare una correzione al valore di resistenza alla compressione uniassiale ottenuto dalla prova attraverso la seguente formula:

$$\sigma_c = \frac{\sigma}{0.88 + (0.24 D / H)}$$

dove:

σ_c = resistenza alla compressione uniassiale calcolata per un campione equivalente con rapporto H/D = 2

σ = resistenza alla compressione uniassiale del campione ottenuta con la prova

D = diametro del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

H = altezza del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5.5-6.0

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	35.8	%
Peso di volume	17.0	kN/m ³
Peso di volume secco	12.5	kN/m ³
Peso di volume saturo	17.6	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	1.107	
Porosità	52.5	%
Grado di saturazione	86.7	%
Limite di liquidità	57.7	%
Limite di plasticità	34.4	%
Indice di plasticità	23.3	%
Indice di consistenza	0.94	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2.2	%
Sabbia	7.4	%
Limo	38.4	%
Argilla	52.0	%
D 10		mm
D 50	0.001499	mm
D 60	0.003725	mm
D 90	0.053663	mm
Passante set. 10	97.8	%
Passante set. 42	95.5	%
Passante set. 200	91.1	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	146	kPa	σ Rim	kPa
C_u	73	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	13.4	kPa	ϕ' 26.5 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 25.0	7576	---	---
25.0 ÷ 50.0	9091	---	---
50.0 ÷ 100.0	8562	0.000190	2.18E-09
100.0 ÷ 200.0	5583	0.000403	7.08E-09
200.0 ÷ 400.0	7273	0.000424	5.71E-09
400.0 ÷ 800.0	9604	---	---
800.0 ÷ 1600.0	17486	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	27562	---	---

Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00337	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 17/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 18/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 35.8 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00338	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

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 = 17.0 kN/m³

Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00339	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 22/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 23/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.68**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.68**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00340	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 14/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 15/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

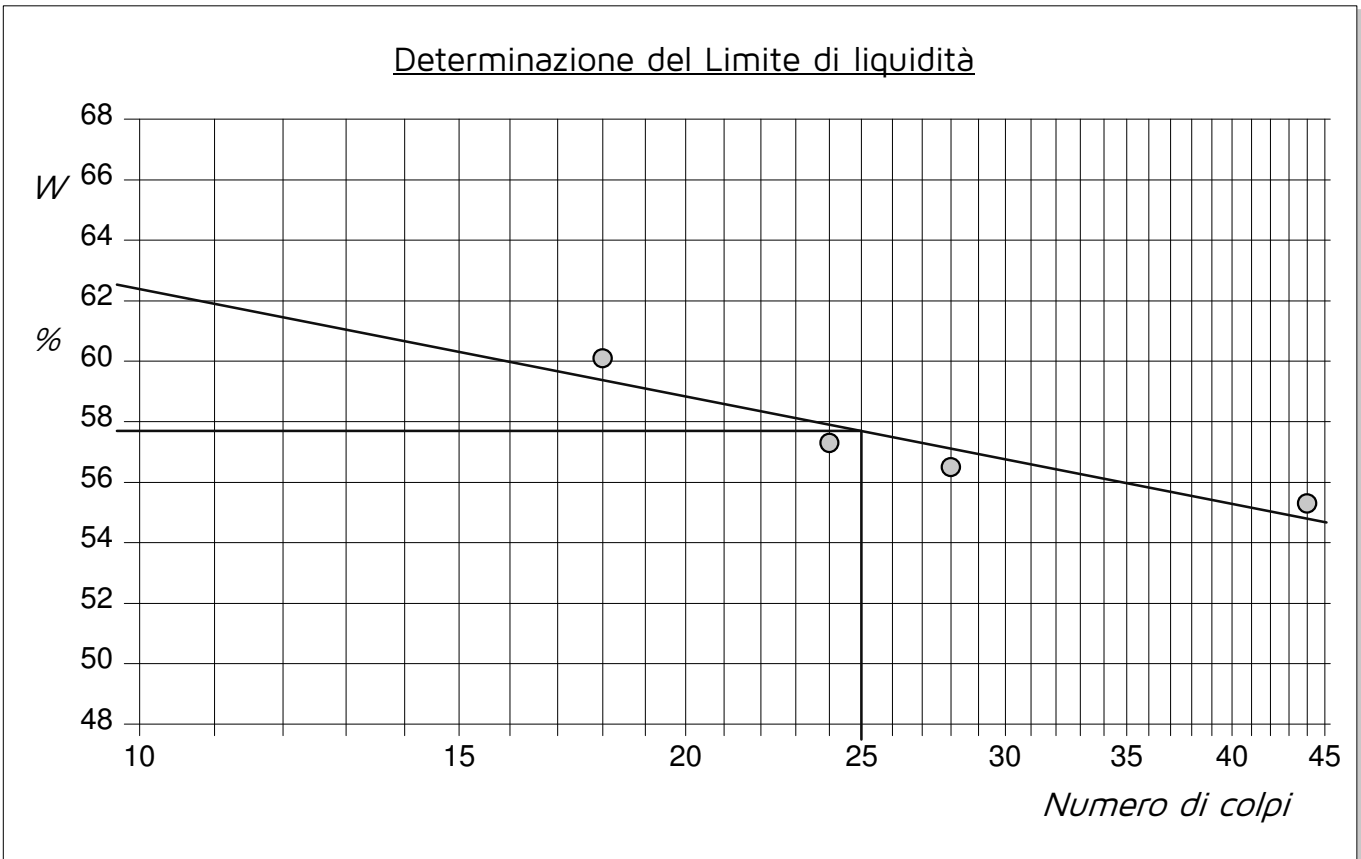
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	57.7 %
Limite di plasticità	34.4 %
Indice di plasticità	23.3 %

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	18	24	28	44	Umidità (%)	34.4	34.3
Umidità (%)	60.1	57.3	56.5	55.3	Umidità media	34.4	



Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

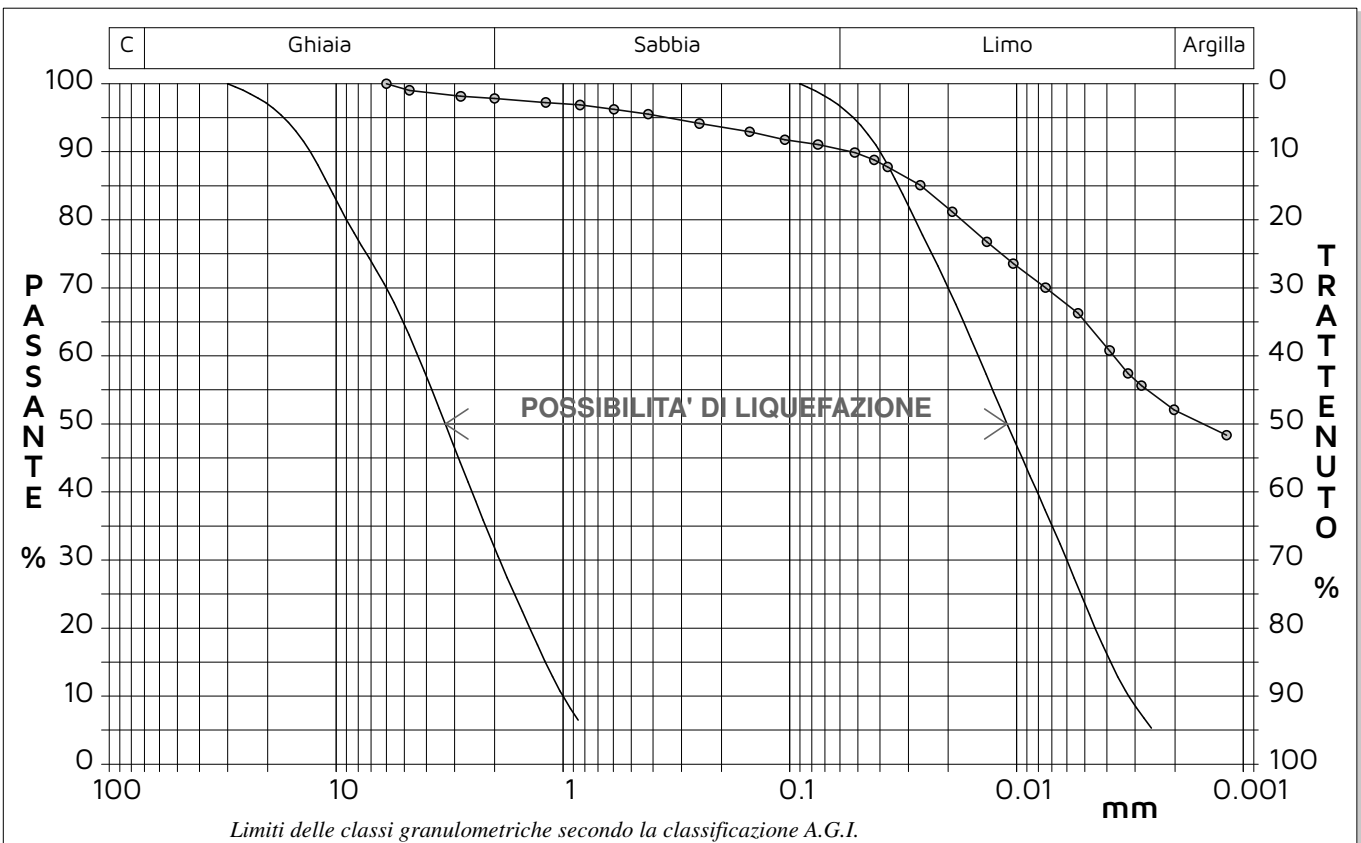
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00341	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 17/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 22/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	2.2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97.8 %	D10	---	mm		
Sabbia	7.4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95.5 %	D30	---	mm		
Limo	38.4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	91.1 %	D50	0.00150	mm		
Argilla	52.0 %			D60	0.00373	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0.05366	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
6.0000	100.00	0.8410	96.86	0.1050	91.76	0.0266	85.09	0.0054	66.28
4.7500	99.02	0.5950	96.22	0.0750	91.06	0.0192	81.18	0.0039	60.78
2.8200	98.14	0.4200	95.53	0.0516	89.88	0.0135	76.75	0.0032	57.41
2.0000	97.82	0.2500	94.15	0.0424	88.81	0.0103	73.55	0.0028	55.63
1.1900	97.23	0.1500	92.93	0.0370	87.75	0.0074	70.01	0.0020	52.09

Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00342 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 17/12/20

Apertura campione: 17/12/20

Fine analisi: 24/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: C1

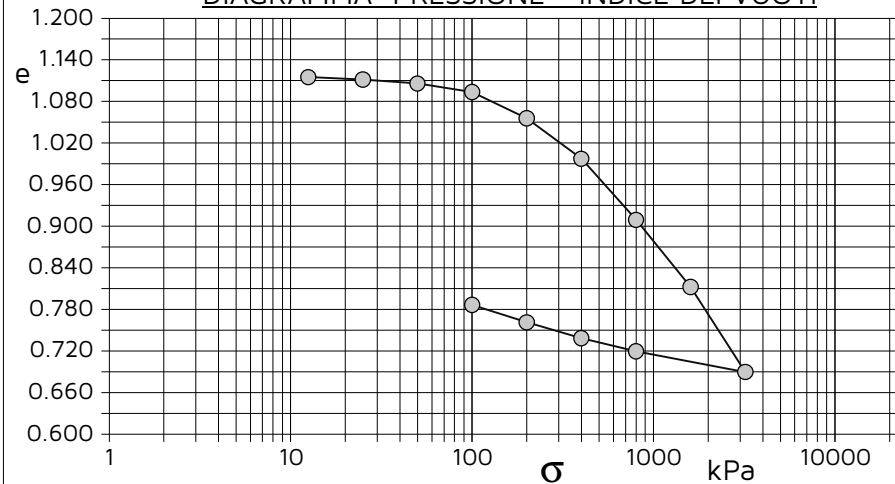
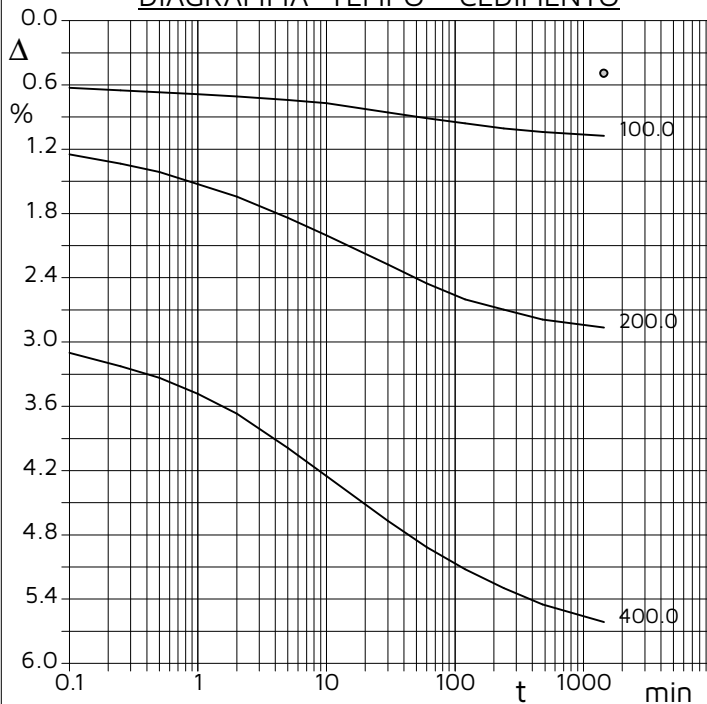
PROFONDITA': m 5.5-6.0

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	17.00
Umidità (%)	36.8
Peso specifico	2.68
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	21.10
Indice dei vuoti	1.12
Porosità (%)	52.74
Saturazione (%)	88.3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	1.0	1.115	
25.0	4.3	1.112	0.012
50.0	9.8	1.106	0.019
100.0	21.5	1.093	0.041
200.0	57.3	1.056	0.126
400.0	112.3	0.997	0.193
800.0	195.6	0.909	0.293
1600.0	287.1	0.812	0.322
3200.0	403.2	0.690	0.408
800.0	375.0	0.719	
400.0	357.0	0.738	
200.0	335.3	0.761	
100.0	311.7	0.786	

Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00342	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 17/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 24/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	9.8	0.00	21.5	0.00	57.3		
0.10	12.6	0.10	25.0	0.10	62.0		
0.25	13.0	0.25	26.7	0.25	64.5		
0.50	13.4	0.50	28.3	0.50	66.7		
1.00	13.7	1.00	30.5	1.00	69.7		
2.00	14.1	2.00	32.8	2.00	73.4		
5.00	14.8	5.00	36.8	5.00	79.8		
10.00	15.4	10.00	40.1	10.00	85.0		
30.00	17.1	30.00	45.5	30.00	93.4		
60.00	18.2	60.00	49.0	60.00	98.3		
120.00	19.2	120.00	52.1	120.00	102.4		
240.00	20.1	240.00	53.9	240.00	105.9		
480.00	20.8	480.00	55.8	480.00	109.0		
1440.00	21.5	1440.00	57.3	1440.00	112.3		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100

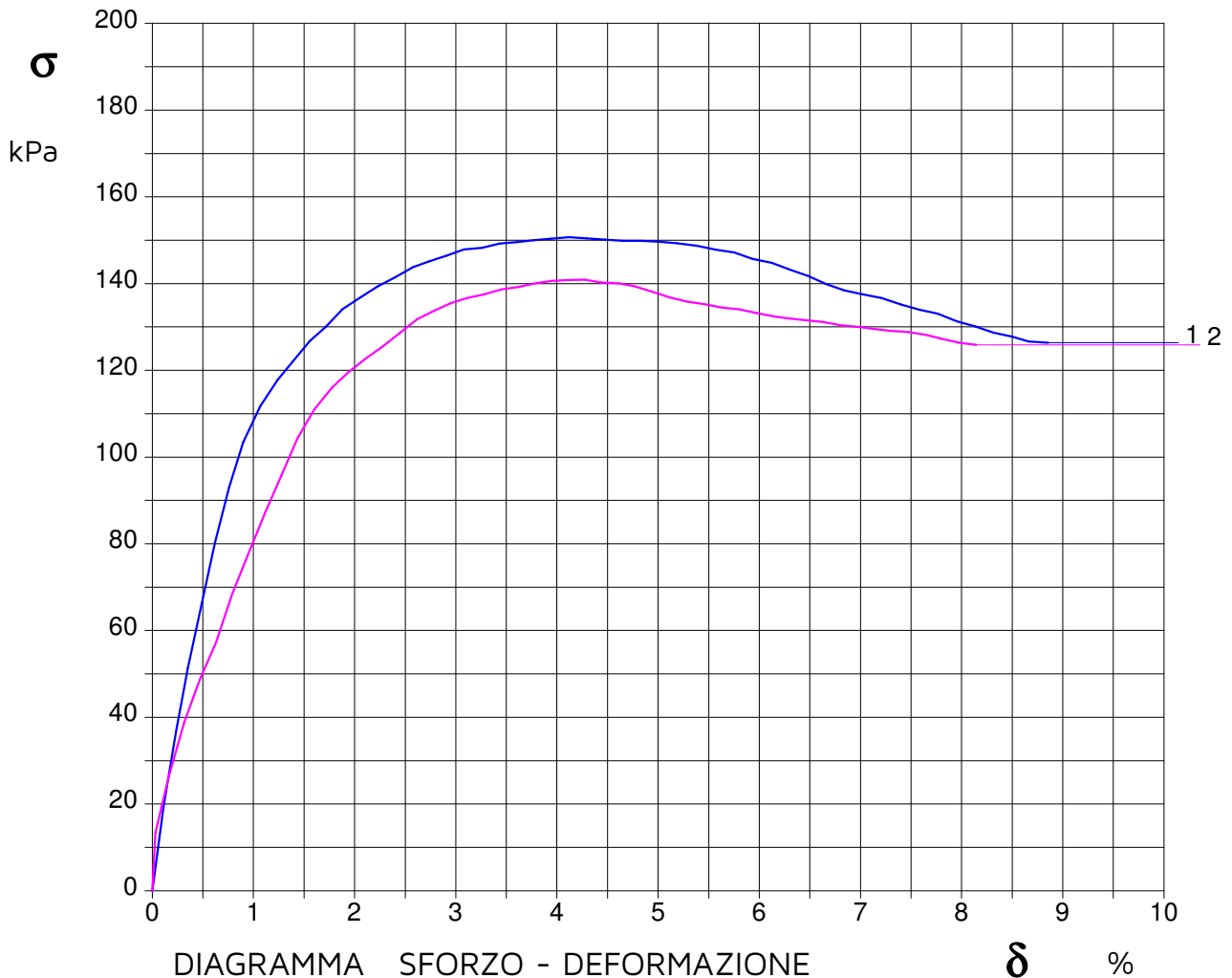
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00343	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 14/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 15/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

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/m ³):	17.1	17.2	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00343 Pagina 0/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 14/01/21

Apertura campione: 17/12/20

Fine analisi: 15/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5.5-6.0

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
0.11	19.1	6.48	141.7	0.03	13.4	6.30	131.9				
0.23	36.6	6.66	139.9	0.16	26.2	6.48	131.5				
0.35	51.3	6.84	138.4	0.31	38.8	6.63	131.2				
0.49	66.4	7.03	137.5	0.47	48.7	6.81	130.4				
0.62	80.4	7.21	136.7	0.63	57.2	6.97	130.0				
0.76	93.1	7.40	135.1	0.79	68.4	7.14	129.6				
0.90	103.4	7.58	134.0	0.94	77.4	7.29	129.1				
1.07	111.7	7.76	133.1	1.12	87.4	7.47	128.8				
1.24	117.7	7.96	131.3	1.28	95.9	7.64	128.2				
1.39	122.1	8.14	130.1	1.43	104.3	7.80	127.3				
1.56	126.8	8.31	128.7	1.61	111.1	7.98	126.3				
1.72	130.1	8.50	127.8	1.78	116.0	8.15	125.9				
1.88	134.1	8.67	126.7	1.93	119.5						
2.06	136.8	8.86	126.4	2.11	122.7						
2.23	139.5			2.28	125.4						
2.40	141.5			2.45	128.6						
2.58	143.8			2.62	131.8						
2.74	145.2			2.78	133.7						
2.91	146.5			2.95	135.5						
3.08	147.9			3.11	136.7						
3.26	148.2			3.28	137.5						
3.43	149.2			3.45	138.6						
3.61	149.6			3.62	139.2						
3.77	150.0			3.77	140.0						
3.94	150.3			3.94	140.6						
4.12	150.7			4.12	140.8						
4.30	150.4			4.28	140.9						
4.47	150.1			4.43	140.2						
4.65	149.9			4.61	140.0						
4.84	149.9			4.76	139.4						
5.01	149.6			4.94	138.2						
5.19	149.3			5.12	136.8						
5.38	148.7			5.29	135.8						
5.57	147.8			5.46	135.2						
5.75	147.2			5.63	134.5						
5.94	145.7			5.80	134.0						
6.13	144.8			5.97	133.2						
6.29	143.3			6.14	132.5						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00344	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 31/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

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 (%):	36.5 36.3	38.1 36.7	35.3 32.6
Peso di volume (kN/m ³):	16.6	16.7	16.8
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

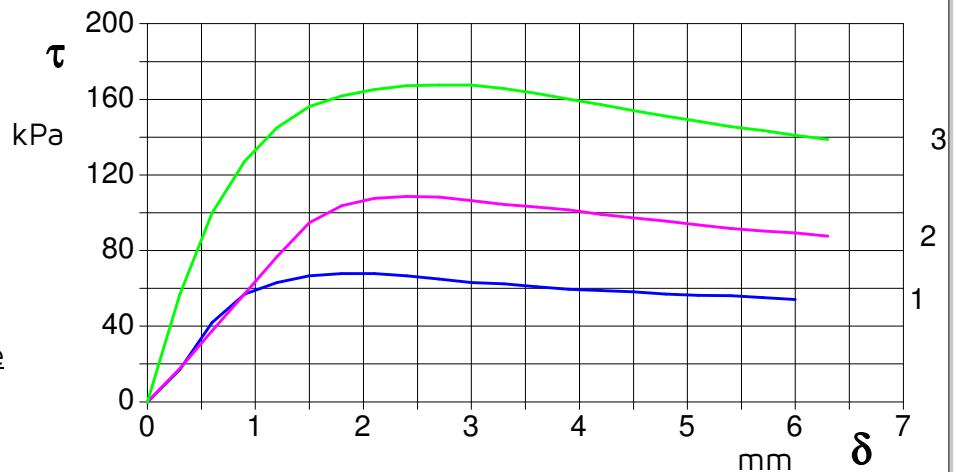
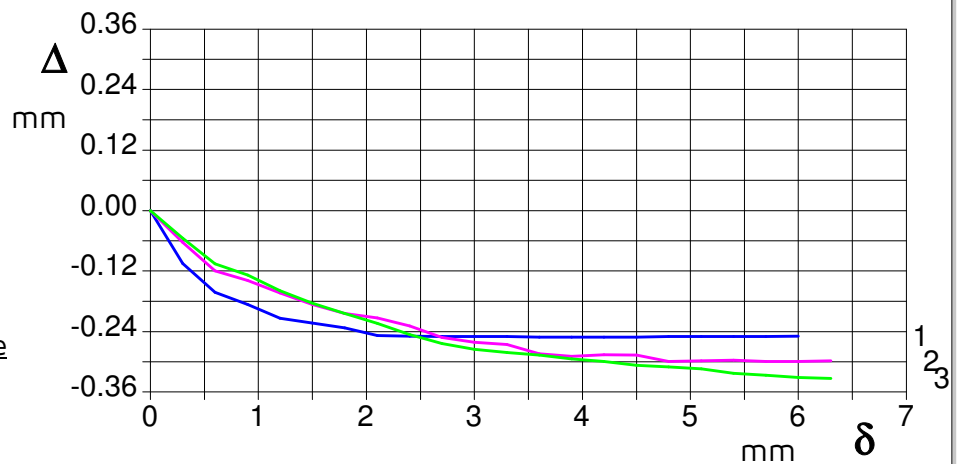


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20	Apertura campione: 17/12/20	Fine analisi: 31/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.5-6.0

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):	68		109		168	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.80	-0.23	2.40	-0.23	2.70	-0.26
Umidità iniziale e umidità finale (%):	36.5	36.3	38.1	36.7	35.3	32.6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	16.6	16.6	16.7	16.6	16.8	16.5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	84.4	84.1	87.3	84.1	84.8	78.2

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	13.4 kPa
Angolo di attrito interno:	26.5 °

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

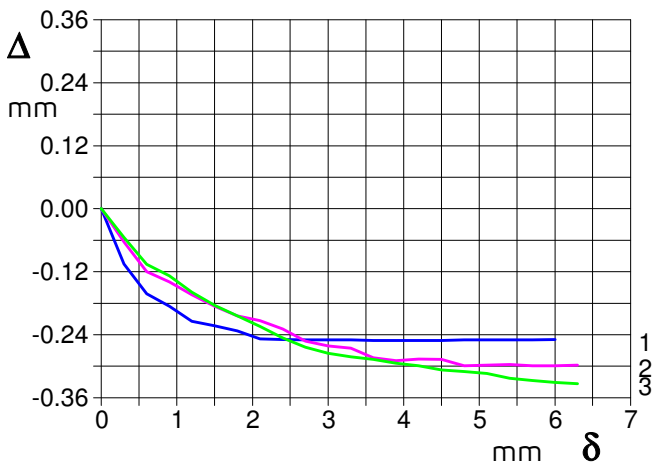
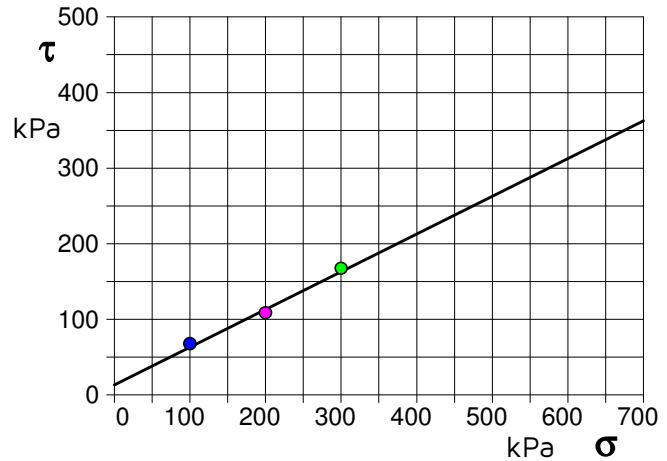


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

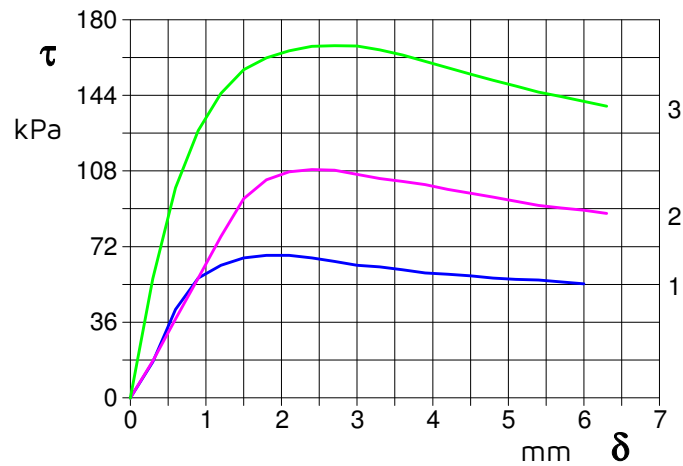


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 26.2-26.5

MODULO RIASSUNTIVOPESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALEPeso di volume (kN/m³):

23.6

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Resistenza a compressione (MPa):

25.75

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Calcere travertinoso litoide di colore biancastro-avana



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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00345 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 29/12/20

Apertura campione: 28/12/20

Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 26.2-26.5

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D4543 - 85

Peso di volume allo stato naturale = 23.6 kN/m³

Calcare travertinoso litoide di colore biancastro-avana

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00346	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 28/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 26.2-26.5

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Modalità di prova: Norma ASTM D7012 - 14

Provino n°:	1
Velocità di deformazione (MPa/sec):	0.20
Altezza (cm):	9.50
Diametro (cm):	8.10
Sezione (cm ²):	51.53
Peso di volume (kN/m ³):	23.6
Resistenza a compressione (MPa):	25.75

Calcare travertinoso litoide di colore biancastro-avana

La prova di compressione uniassiale è stata eseguita su un provino di roccia le cui dimensioni non sono conformi con i requisiti richiesti dalla Normativa ASTM D7012-14.



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

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

ALLEGATO COMPRESSIONE UNIASSIALE

La resistenza a compressione uniassiale del campione viene calcolata dividendo il massimo carico di compressione agente sul campione durante la prova per l'area iniziale della sezione trasversale:

$$\sigma = P / A$$

dove:

σ = resistenza alla compressione uniassiale (MPa)

P = carico a rottura (kN)

A = area iniziale della sezione trasversale (mm²)

Secondo la Normativa ASTM D7012-14, i provini di roccia, su cui effettuare una prova di compressione uniassiale, devono avere un rapporto altezza/diametro compreso tra 2.0 e 2.5. Provini di roccia in cui il rapporto tra altezza e diametro è minore di 2 sono considerati non conformi poiché non soddisfano i requisiti richiesti dalla suddetta Normativa.

Pertanto, si sottolinea che i risultati sperimentali derivati dalle prove di compressione eseguite su provini di roccia non conformi alla Normativa possono differire dai risultati ottenuti da campioni equivalenti che soddisfano i requisiti richiesti.

Nel caso che il rapporto tra altezza e diametro del provino testato è minore di 2 si può applicare una correzione al valore di resistenza alla compressione uniassiale ottenuto dalla prova attraverso la seguente formula:

$$\sigma_c = \frac{\sigma}{0.88 + (0.24 D / H)}$$

dove:

σ_c = resistenza alla compressione uniassiale calcolata per un campione equivalente con rapporto H/D = 2

σ = resistenza alla compressione uniassiale del campione ottenuta con la prova

D = diametro del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

H = altezza del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 33.0-33.3

MODULO RIASSUNTIVOPESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALEPeso di volume (kN/m³):

24.1

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Resistenza a compressione (MPa):

59.89

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Calcere travertinoso litoide di colore biancastro-avana

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00347 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 29/12/20

Apertura campione: 28/12/20

Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 33.0-33.3

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D4543 - 85

Peso di volume allo stato naturale = 24.1 kN/m³

Calcare travertinoso litoide di colore biancastro-avana

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00348	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 28/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S6	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 33.0-33.3

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Modalità di prova: Norma ASTM D7012 - 14

Provino n°:	1
Velocità di deformazione (MPa/sec):	0.20
Altezza (cm):	10.00
Diametro (cm):	8.20
Sezione (cm ²):	52.81
Peso di volume (kN/m ³):	24.1
Resistenza a compressione (MPa):	59.89

Calcare travertinoso litoide di colore biancastro-avana
La prova di compressione uniassiale è stata eseguita su un provino di roccia le cui dimensioni non sono conformi con i requisiti richiesti dalla Normativa ASTM D7012-14.



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

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

ALLEGATO COMPRESSIONE UNIASSIALE

La resistenza a compressione uniassiale del campione viene calcolata dividendo il massimo carico di compressione agente sul campione durante la prova per l'area iniziale della sezione trasversale:

$$\sigma = P / A$$

dove:

σ = resistenza alla compressione uniassiale (MPa)

P = carico a rottura (kN)

A = area iniziale della sezione trasversale (mm²)

Secondo la Normativa ASTM D7012-14, i provini di roccia, su cui effettuare una prova di compressione uniassiale, devono avere un rapporto altezza/diametro compreso tra 2.0 e 2.5. Provini di roccia in cui il rapporto tra altezza e diametro è minore di 2 sono considerati non conformi poiché non soddisfano i requisiti richiesti dalla suddetta Normativa.

Pertanto, si sottolinea che i risultati sperimentali derivati dalle prove di compressione eseguite su provini di roccia non conformi alla Normativa possono differire dai risultati ottenuti da campioni equivalenti che soddisfano i requisiti richiesti.

Nel caso che il rapporto tra altezza e diametro del provino testato è minore di 2 si può applicare una correzione al valore di resistenza alla compressione uniassiale ottenuto dalla prova attraverso la seguente formula:

$$\sigma_c = \frac{\sigma}{0.88 + (0.24 D / H)}$$

dove:

σ_c = resistenza alla compressione uniassiale calcolata per un campione equivalente con rapporto H/D = 2

σ = resistenza alla compressione uniassiale del campione ottenuta con la prova

D = diametro del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

H = altezza del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	32.4	%
Peso di volume	17.4	kN/m ³
Peso di volume secco	13.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.0	kN/m ³
Peso specifico	2.66	
Indice dei vuoti	0.982	
Porosità	49.5	%
Grado di saturazione	87.9	%
Limite di liquidità	58.4	%
Limite di plasticità	44.5	%
Indice di plasticità	13.9	%
Indice di consistenza	1.87	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	18.0	%
Sabbia	13.6	%
Limo	27.9	%
Argilla	40.5	%
D 10		mm
D 50	0.005199	mm
D 60	0.019549	mm
D 90	6.582575	mm
Passante set. 10	82.0	%
Passante set. 42	76.2	%
Passante set. 200	69.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	105	kPa	σ Rim	kPa
C_U	52	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	7.4	kPa	ϕ' 26.6 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{CU}	kPa	ϕ'_{CU} °
	C_{CU}	kPa	ϕ_{CU} °
U.U.	C_U	kPa	ϕ_U °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	2717	---	---
12.5 ÷ 25.0	2632	---	---
25.0 ÷ 50.0	2212	---	---
50.0 ÷ 100.0	2933	0.000487	1.63E-08
100.0 ÷ 200.0	3788	0.000390	1.01E-08
200.0 ÷ 400.0	5882	0.000295	4.91E-09
400.0 ÷ 800.0	7423	---	---
800.0 ÷ 1600.0	14922	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	31068	---	---

Argilla con limo ghiaiosa e sabbiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00349	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 10/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 11/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 32.4 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Argilla con limo ghiaiosa e sabbiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00350	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 14/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 14/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

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 = 17.4 kN/m³

Argilla con limo ghiaiosa e sabbiosa di colore marrone
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00351	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 04/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 05/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.66**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.66**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Argilla con limo ghiaiosa e sabbiosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00352	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 28/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

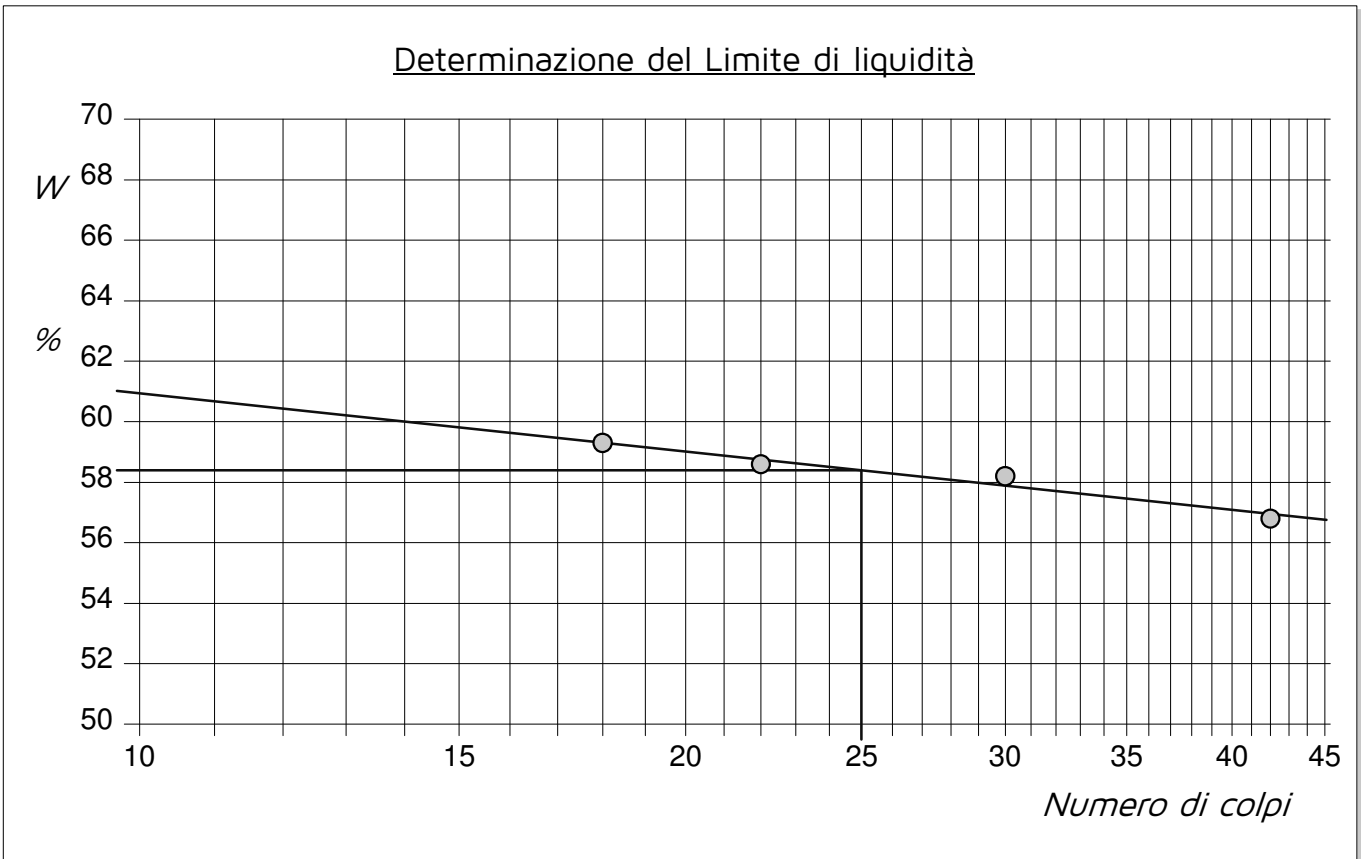
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	58.4 %
Limite di plasticità	44.5 %
Indice di plasticità	13.9 %

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	18	22	30	42	Umidità (%)	44.0	44.9
Umidità (%)	59.3	58.6	58.2	56.8	Umidità media	44.5	



Argilla con limo ghiaiosa e sabbiosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00354 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 14/12/20

Apertura campione: 10/12/20

Fine analisi: 28/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S8

CAMPIONE: C1

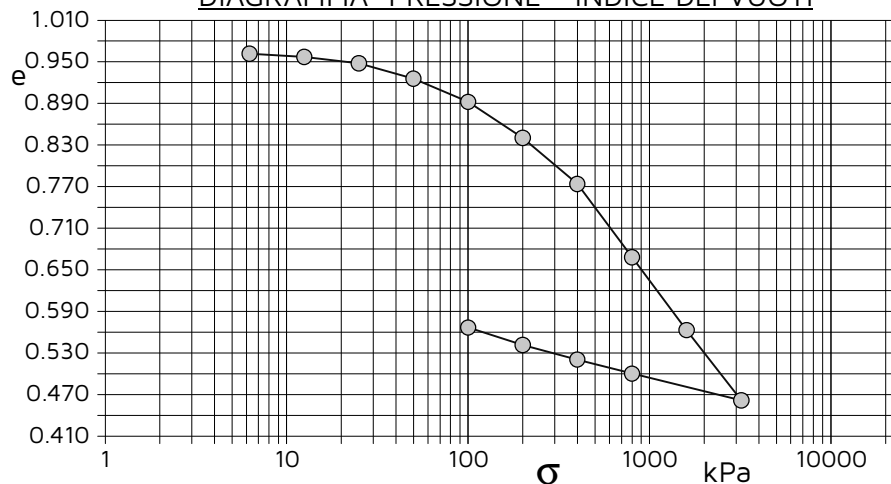
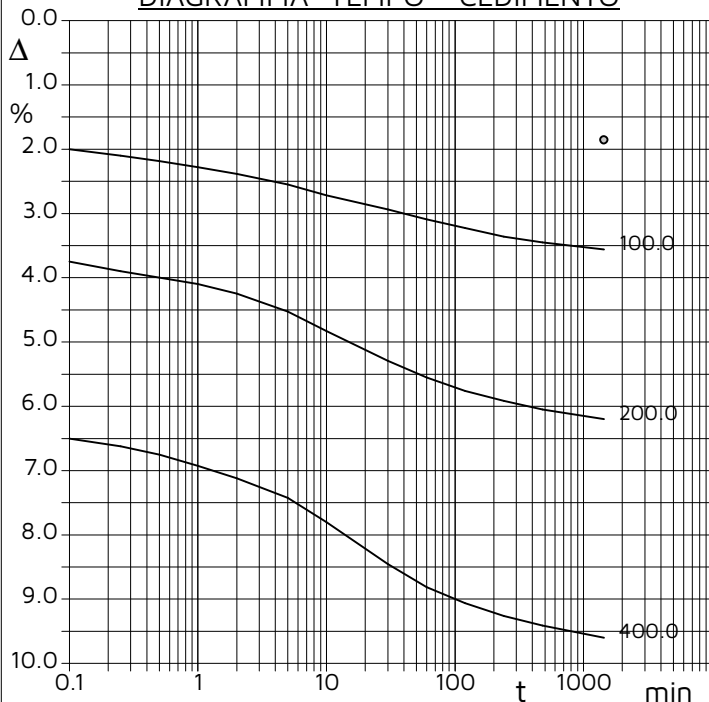
PROFONDITA': m 3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	17.72
Umidità (%)	33.2
Peso specifico	2.66
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.01
Volume provino (cm ³)	40.01
Volume dei vuoti (cm ³)	19.62
Indice dei vuoti	0.96
Porosità (%)	49.04
Saturazione (%)	91.8

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	0.4	0.962	
12.5	5.0	0.957	0.015
25.0	14.5	0.948	0.031
50.0	37.1	0.926	0.074
100.0	71.2	0.892	0.111
200.0	124.0	0.840	0.172
400.0	192.0	0.774	0.222
800.0	299.8	0.668	0.351
1600.0	407.0	0.563	0.349
3200.0	510.0	0.462	0.336
800.0	470.9	0.500	
400.0	450.3	0.520	
200.0	428.7	0.542	
100.0	403.0	0.567	

Argilla con limo ghiaiosa e sabbiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00355	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 11/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 12/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5	

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
0.15	8.8	6.68	92.6	0.13	7.1	6.65	100.3				
0.31	19.3	6.86	92.4	0.27	15.5	6.83	98.4				
0.45	26.6	7.04	91.3	0.43	22.0	7.00	95.6				
0.60	34.4	7.23	90.1	0.59	29.0	7.18	91.8				
0.75	42.8	7.41	89.0	0.75	35.4	7.36	87.3				
0.89	48.3	7.59	87.8	0.90	41.2	7.54	83.8				
1.05	54.3	7.76	85.9	1.08	46.7	7.72	80.2				
1.22	59.5	7.96	84.6	1.23	51.6	7.92	77.8				
1.38	64.6	8.13	83.8	1.38	55.8	8.11	74.8				
1.54	69.1	8.32	82.8	1.54	59.6	8.31	72.1				
1.71	72.9			1.72	64.2						
1.87	76.2			1.88	67.1						
2.05	79.5			2.04	71.5						
2.21	82.2			2.21	74.7						
2.39	84.9			2.38	77.8						
2.56	88.1			2.56	80.5						
2.74	90.9			2.72	83.2						
2.91	92.7			2.90	86.0						
3.09	94.5			3.07	88.8						
3.26	96.0			3.23	90.5						
3.44	97.1			3.40	92.6						
3.62	98.5			3.57	95.3						
3.78	99.6			3.74	97.8						
3.97	100.4			3.92	99.4						
4.14	100.7			4.09	101.8						
4.32	101.2			4.26	103.4						
4.49	101.5			4.44	104.5						
4.67	101.3			4.61	105.4						
4.86	100.8			4.80	106.4						
5.04	100.0			4.98	107.0						
5.22	99.8			5.17	107.5						
5.40	99.3			5.35	107.8						
5.58	98.4			5.53	106.9						
5.77	97.7			5.72	106.6						
5.96	96.2			5.90	105.9						
6.13	95.2			6.10	105.0						
6.31	94.7			6.27	103.6						
6.50	93.5			6.47	102.4						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00356 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 22/12/20

Apertura campione: 10/12/20

Fine analisi: 24/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

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 (%):	31.2 31.0	33.3 32.9	33.1 31.5
Peso di volume (kN/m ³):	17.4	17.5	17.5
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

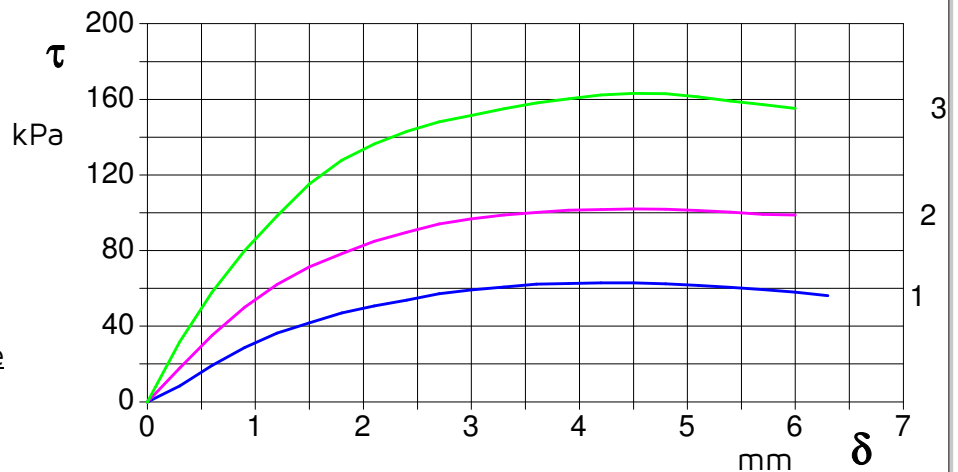
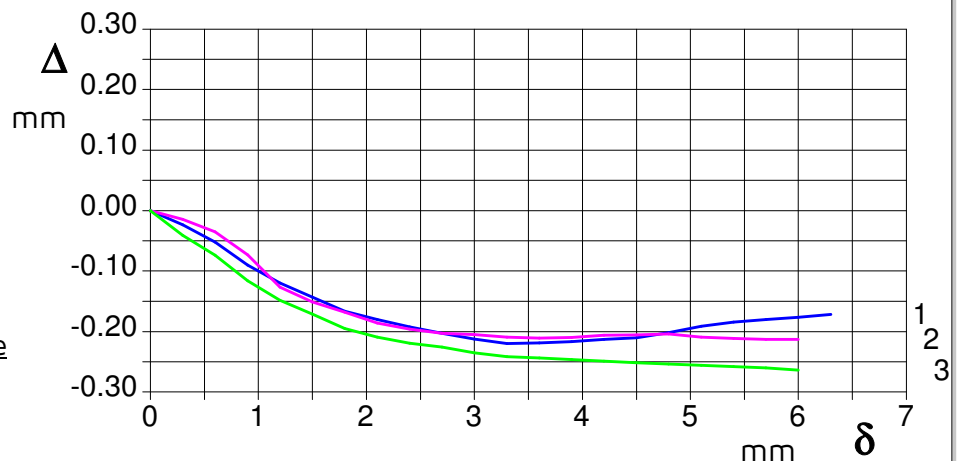


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


 Argilla con limo ghiaiosa e sabbiosa di colore marrone
 Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 22/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20	Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 24/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

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):	63		102		163	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.50	-0.21	4.50	-0.21	4.50	-0.25
Umidità iniziale e umidità finale (%):	31.2	31.0	33.3	32.9	33.1	31.5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	17.4	17.3	17.5	17.4	17.5	17.3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	85.5	84.8	89.4	88.3	89.6	85.2

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	7.4 kPa
Angolo di attrito interno:	26.6 °

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

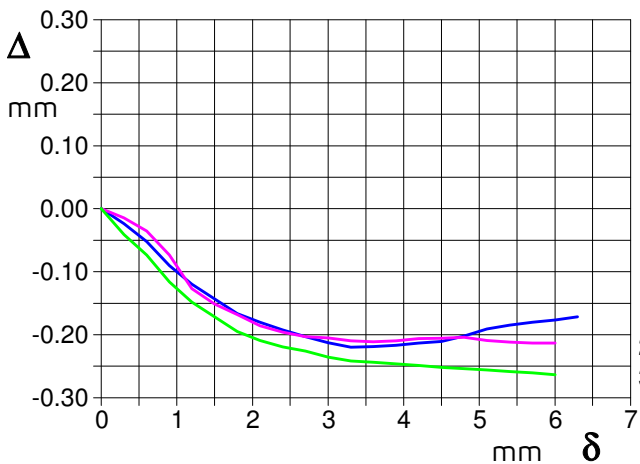
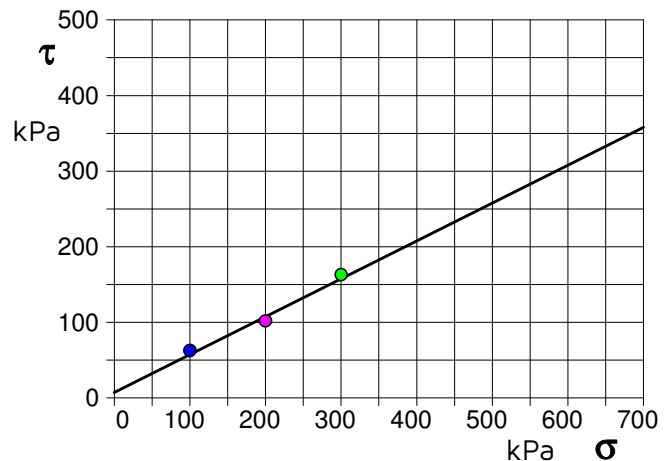


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

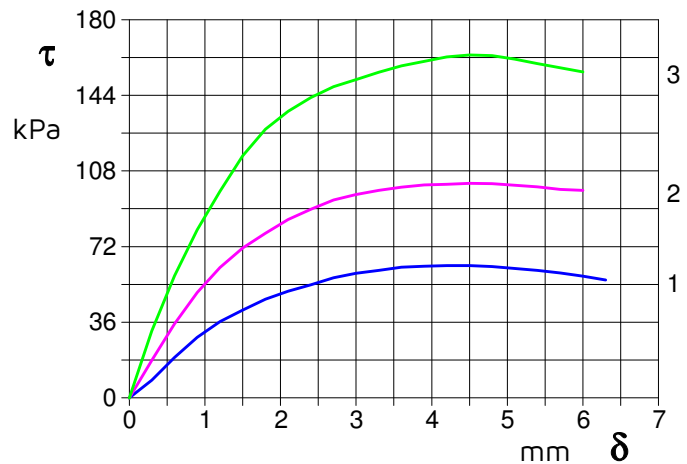


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Argilla con limo ghiaiosa e sabbiosa di colore marrone
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S8

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.0-7.5

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21.2	%
Peso di volume	19.2	kN/m ³
Peso di volume secco	15.8	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.5	kN/m ³
Peso specifico	2.60	
Indice dei vuoti	0.614	
Porosità	38.1	%
Grado di saturazione	89.8	%
Limite di liquidità	53.7	%
Limite di plasticità	35.8	%
Indice di plasticità	17.9	%
Indice di consistenza	1.82	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	16.9	%
Sabbia	32.0	%
Limo	24.6	%
Argilla	26.5	%
D 10	0.000111	mm
D 50	0.046189	mm
D 60	0.225994	mm
D 90	6.084128	mm
Passante set. 10	83.1	%
Passante set. 42	65.6	%
Passante set. 200	52.0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	85	kPa	σ Rim	kPa
C_u	43	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	5.3	kPa	ϕ' 28.7 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	3289	---	---
12.5 ÷ 25.0	2119	---	---
25.0 ÷ 50.0	2463	---	---
50.0 ÷ 100.0	2584	0.000221	8.38E-09
100.0 ÷ 200.0	3831	0.000471	1.20E-08
200.0 ÷ 400.0	5797	0.000317	5.36E-09
400.0 ÷ 800.0	10139	---	---
800.0 ÷ 1600.0	22504	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	46512	---	---

Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00357	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 30/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 01/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.0-7.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21.2 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00358	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 21/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 21/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.0-7.5

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 = 19.2 kN/m³

Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00359	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 15/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 16/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.0-7.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.60**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.60**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro

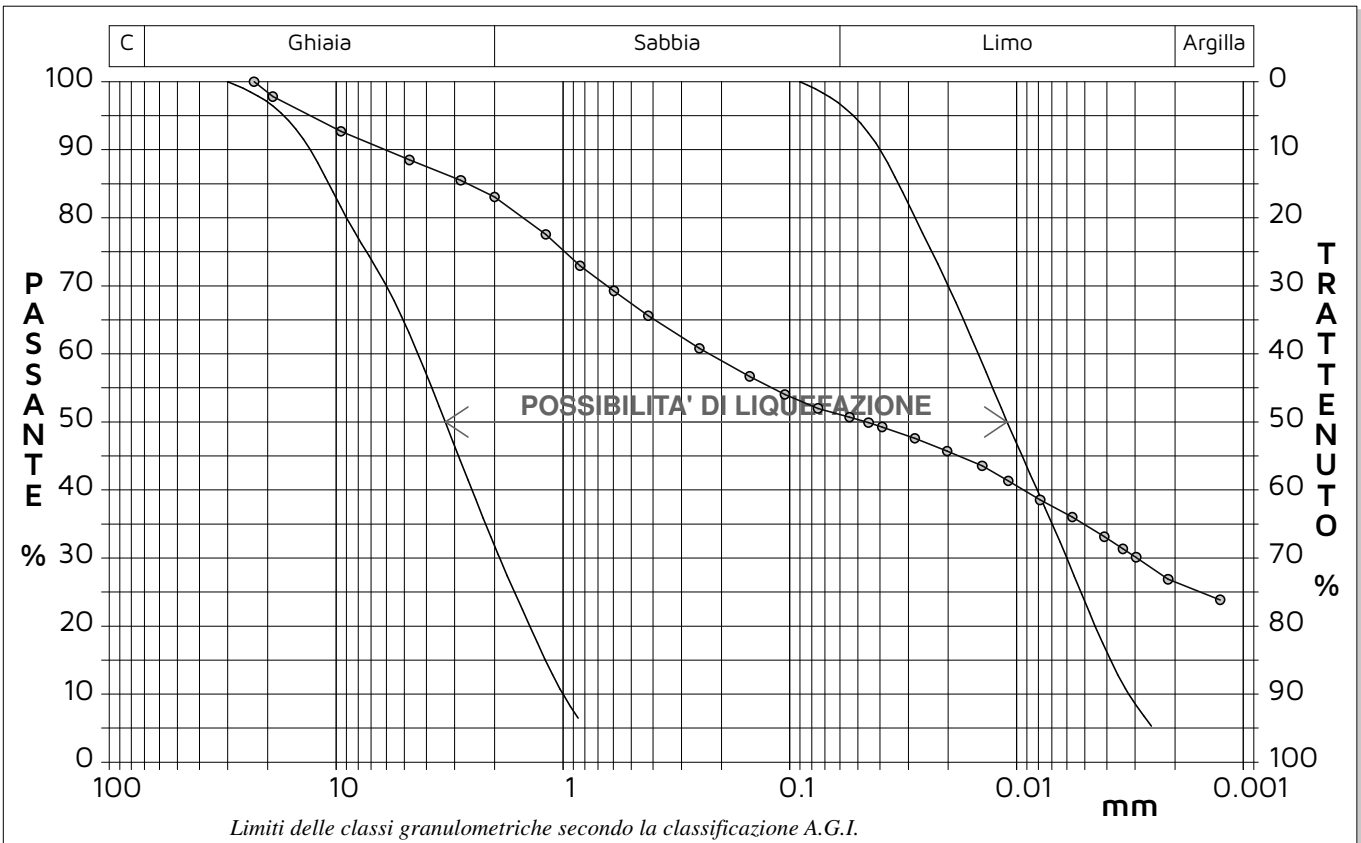
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00361	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 28/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 31/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.0-7.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	16.9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	83.1 %	D10	0.00011 mm
Sabbia	32.0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	65.6 %	D30	0.00294 mm
Limo	24.6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	52.0 %	D50	0.04619 mm
Argilla	26.5 %			D60	0.22599 mm
Coefficiente di uniformità 2029.00		Coefficiente di curvatura 0.34		D90	6.08413 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
23.0000	100.00	2.0000	83.06	0.2500	60.82	0.0449	49.88	0.0109	41.35
19.0000	97.81	1.1900	77.53	0.1500	56.69	0.0391	49.25	0.0079	38.54
9.5200	92.71	0.8410	72.96	0.1050	54.02	0.0281	47.59	0.0057	36.04
4.7500	88.50	0.5950	69.25	0.0750	51.99	0.0202	45.72	0.0041	33.12
2.8200	85.51	0.4200	65.61	0.0545	50.71	0.0142	43.53	0.0034	31.36

Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00362 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 21/12/20

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 04/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S8

CAMPIONE: C2

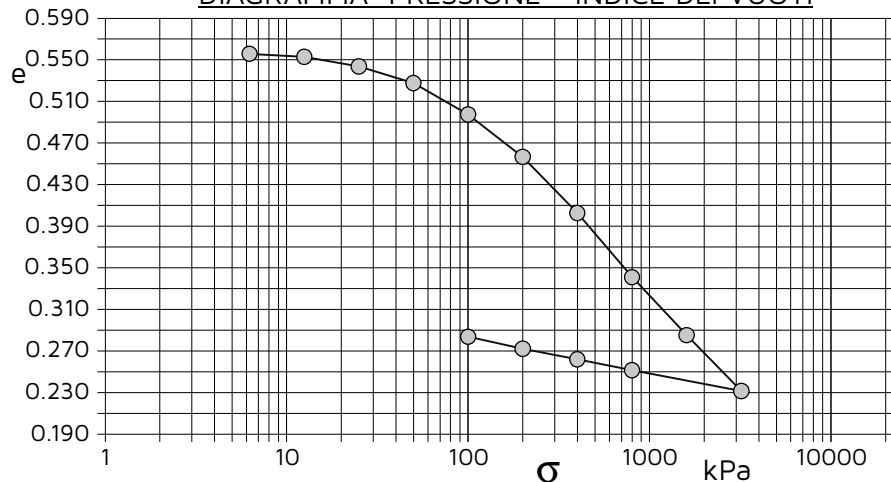
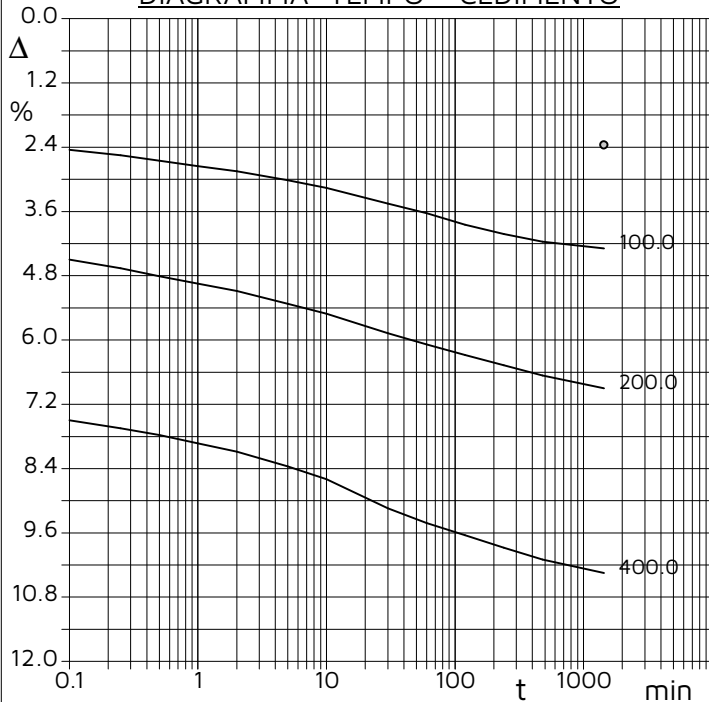
PROFONDITA': m 7.0-7.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	19.81
Umidità (%)	21.4
Peso specifico	2.60
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.01
Volume provino (cm ³)	40.01
Volume dei vuoti (cm ³)	14.44
Indice dei vuoti	0.56
Porosità (%)	36.08
Saturazione (%)	98.8

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	11.2	0.556	
12.5	15.0	0.553	0.010
25.0	26.8	0.544	0.031
50.0	47.1	0.528	0.053
100.0	85.8	0.497	0.101
200.0	138.0	0.457	0.136
400.0	207.0	0.403	0.179
800.0	285.9	0.341	0.205
1600.0	357.0	0.285	0.185
3200.0	425.8	0.231	0.179
800.0	400.1	0.252	
400.0	386.8	0.262	
200.0	373.8	0.272	
100.0	359.0	0.284	

Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro

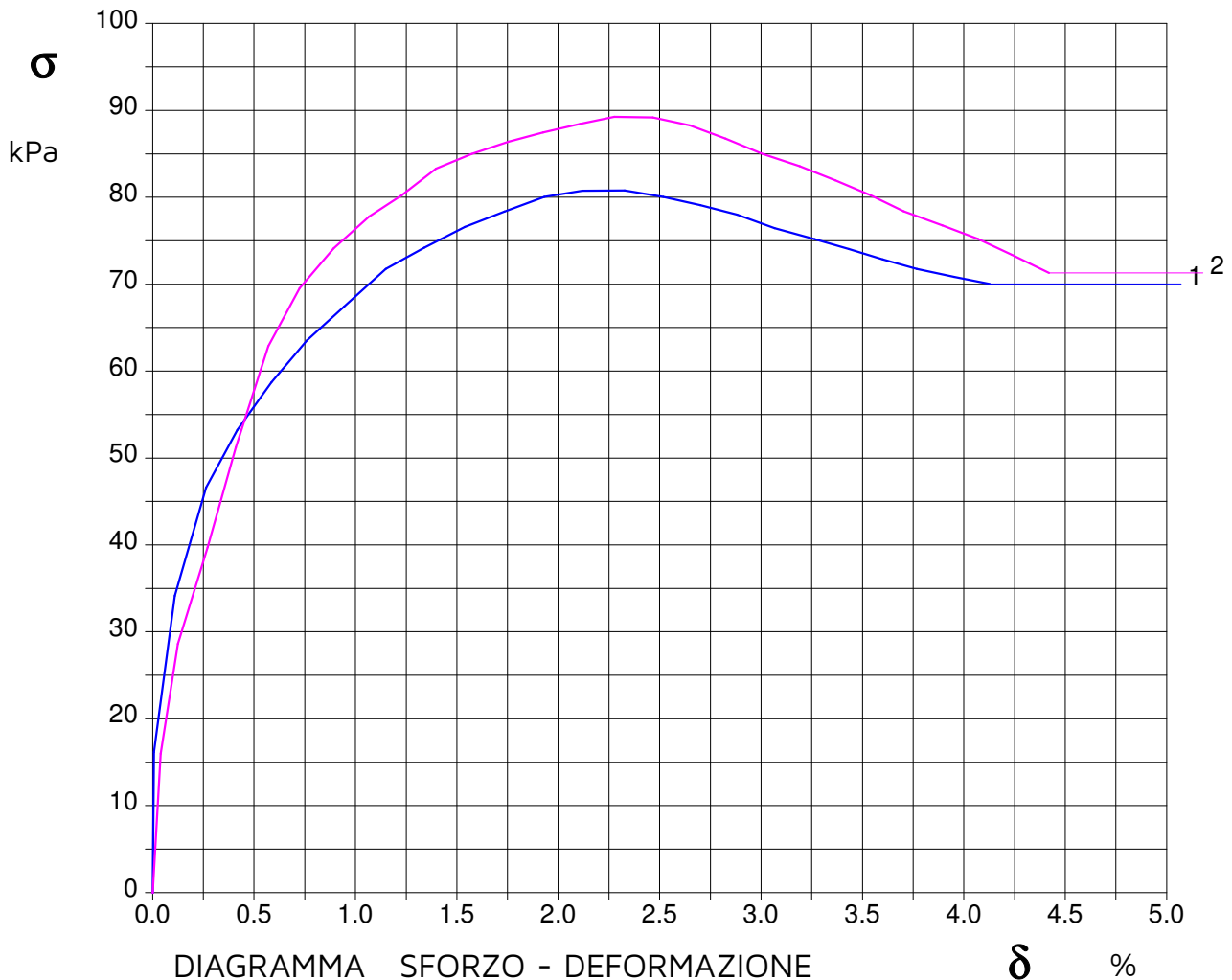
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00363	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 07/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 08/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.0-7.5	

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):	18.8	18.9	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00364	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 05/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 07/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.0-7.5	

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 (%):	22.3 18.7	22.7 17.8	22.9 18.5
Peso di volume (kN/m ³):	18.7	18.8	19.0
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

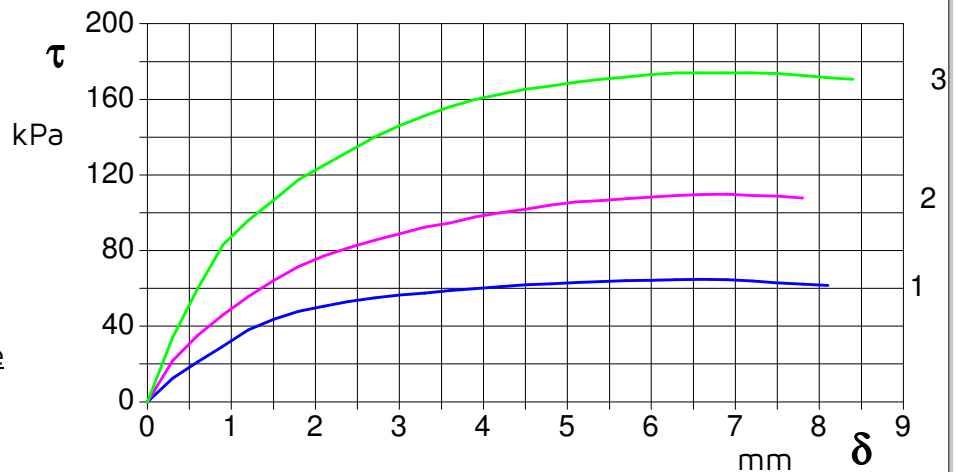
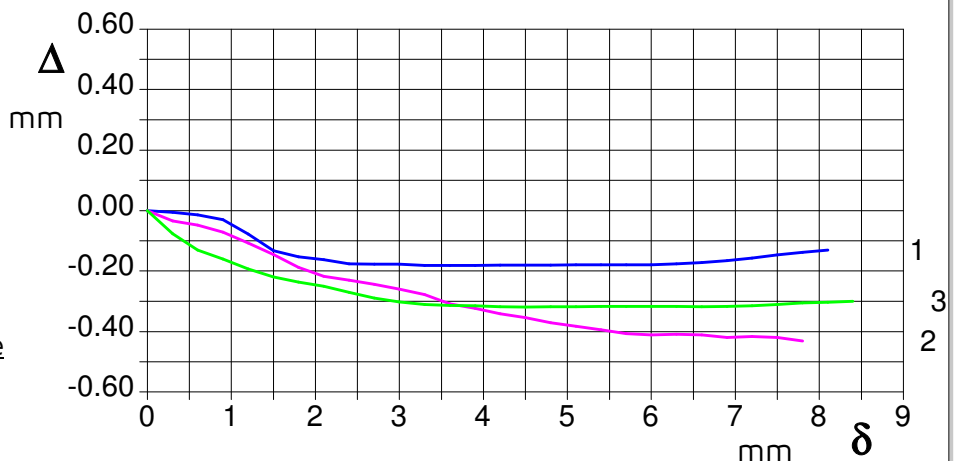


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

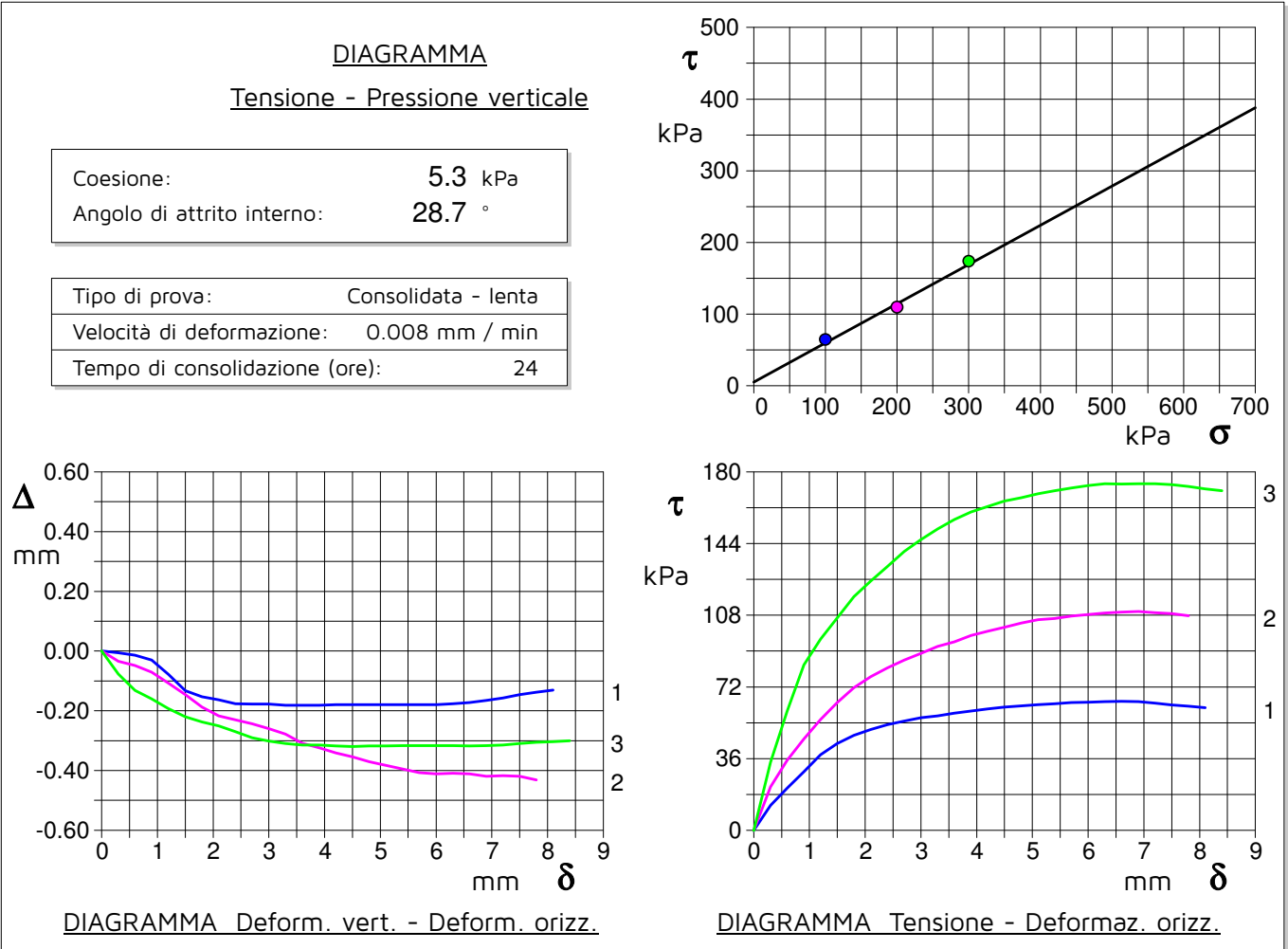
ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 05/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20	Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 07/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S8	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.0-7.5

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):	65		110		174	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	6.60	-0.17	6.90	-0.42	6.90	-0.32
Umidità iniziale e umidità finale (%):	22.3	18.7	22.7	17.8	22.9	18.5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.7	18.1	18.8	18.0	19.0	18.4
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	86.8	72.7	88.3	69.1	91.9	74.3



Sabbia con argilla limosa e ghiaiosa di colore marrone chiaro
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S8

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 23.6-24.0

MODULO RIASSUNTIVOPESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALEPeso di volume (kN/m³):

24.0

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Resistenza a compressione (MPa):

32.56

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Calcere travertinoso litoide di colore avana-giallastro

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00365 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 29/12/20

Apertura campione: 28/12/20

Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S8

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 23.6-24.0

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D4543 - 85

Peso di volume allo stato naturale = 24.0 kN/m³

Calcare travertinoso litoide di colore avana-giallastro

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00366	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 29/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 28/12/20	Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S8

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 23.6-24.0

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE

Modalità di prova: Norma ASTM D7012 - 14

Provino n°:	1
Velocità di deformazione (MPa/sec):	0.20
Altezza (cm):	10.70
Diametro (cm):	8.20
Sezione (cm ²):	52.81
Peso di volume (kN/m ³):	24.0
Resistenza a compressione (MPa):	32.56

Calcare travertinoso litoide di colore avana-giallastro

La prova di compressione uniassiale è stata eseguita su un provino di roccia le cui dimensioni non sono conformi con i requisiti richiesti dalla Normativa ASTM D7012-14.



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

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

ALLEGATO COMPRESSIONE UNIASSIALE

La resistenza a compressione uniassiale del campione viene calcolata dividendo il massimo carico di compressione agente sul campione durante la prova per l'area iniziale della sezione trasversale:

$$\sigma = P / A$$

dove:

σ = resistenza alla compressione uniassiale (MPa)

P = carico a rottura (kN)

A = area iniziale della sezione trasversale (mm²)

Secondo la Normativa ASTM D7012-14, i provini di roccia, su cui effettuare una prova di compressione uniassiale, devono avere un rapporto altezza/diametro compreso tra 2.0 e 2.5. Provini di roccia in cui il rapporto tra altezza e diametro è minore di 2 sono considerati non conformi poiché non soddisfano i requisiti richiesti dalla suddetta Normativa.

Pertanto, si sottolinea che i risultati sperimentali derivati dalle prove di compressione eseguite su provini di roccia non conformi alla Normativa possono differire dai risultati ottenuti da campioni equivalenti che soddisfano i requisiti richiesti.

Nel caso che il rapporto tra altezza e diametro del provino testato è minore di 2 si può applicare una correzione al valore di resistenza alla compressione uniassiale ottenuto dalla prova attraverso la seguente formula:

$$\sigma_c = \frac{\sigma}{0.88 + (0.24 D / H)}$$

dove:

σ_c = resistenza alla compressione uniassiale calcolata per un campione equivalente con rapporto H/D = 2

σ = resistenza alla compressione uniassiale del campione ottenuta con la prova

D = diametro del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

H = altezza del provino di roccia sottoposto alla prova di compressione uniassiale

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	31.4	%
Peso di volume	18.5	kN/m ³
Peso di volume secco	14.0	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.6	kN/m ³
Peso specifico	2.65	
Indice dei vuoti	0.853	
Porosità	46.0	%
Grado di saturazione	97.7	%
Limite di liquidità	60.1	%
Limite di plasticità	39.4	%
Indice di plasticità	20.7	%
Indice di consistenza	1.39	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	7.5	%
Sabbia	15.5	%
Limo	19.1	%
Argilla	57.9	%
D 10		mm
D 50		mm
D 60	0.002668	mm
D 90	1.142772	mm
Passante set. 10	92.5	%
Passante set. 42	86.2	%
Passante set. 200	77.9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	132	kPa	σ Rim	kPa
C_U	66	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	13.1	kPa	ϕ' 27.3 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{CU}	kPa	ϕ'_{CU} °
	C_{CU}	kPa	ϕ_{CU} °
U.U.	C_U	kPa	ϕ_U °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	1623	---	---
12.5 ÷ 25.0	2717	---	---
25.0 ÷ 50.0	3788	---	---
50.0 ÷ 100.0	5952	0.000578	9.52E-09
100.0 ÷ 200.0	5571	0.000294	5.17E-09
200.0 ÷ 400.0	6944	0.000177	2.50E-09
400.0 ÷ 800.0	9479	---	---
800.0 ÷ 1600.0	19851	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	27350	---	---

Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00367	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 10/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 11/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 31.4 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00368	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 10/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 10/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

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 = 18.5 kN/m³

Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00369	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 11/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 12/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.65**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.65**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00370	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 19/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	60.1 %
Limite di plasticità	39.4 %
Indice di plasticità	20.7 %

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	13	23	26	30	Umidità (%)	39.2	39.6
Umidità (%)	63.9	61.3	59.7	58.7	Umidità media	39.4	



Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

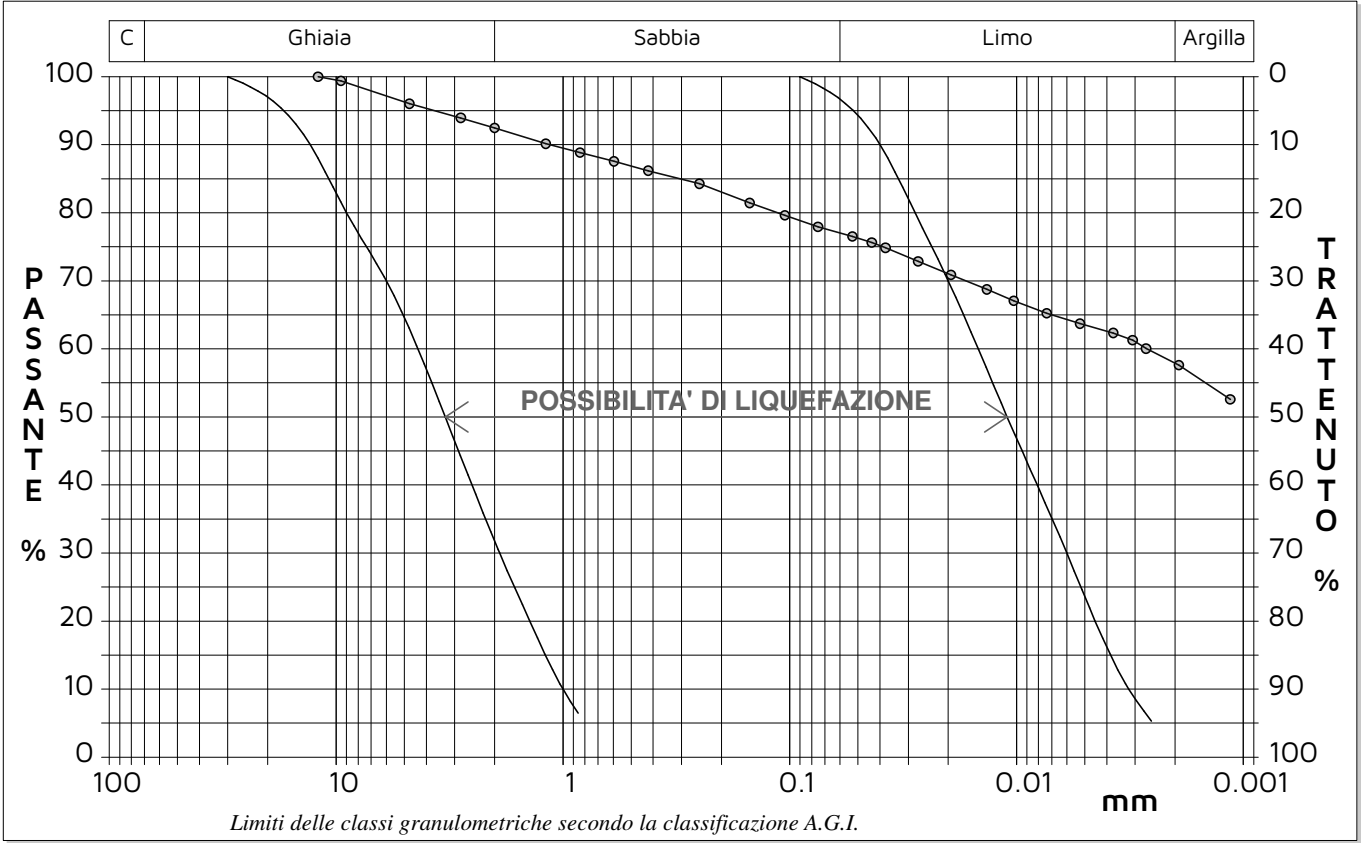
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00371	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 28/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 31/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.0-3.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	7.5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	92.5 %	D10	---	mm		
Sabbia	15.5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	86.2 %	D30	---	mm		
Limo	19.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	77.9 %	D50	---	mm		
Argilla	57.9 %			D60	0.00267	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	1.14277	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
12.0000	100.00	1.1900	90.15	0.1500	81.45	0.0378	74.85	0.0074	65.23
9.5200	99.37	0.8410	88.85	0.1050	79.63	0.0271	72.87	0.0053	63.71
4.7500	96.02	0.5950	87.55	0.0750	77.94	0.0194	70.88	0.0037	62.33
2.8200	93.94	0.4200	86.19	0.0529	76.53	0.0135	68.75	0.0031	61.27
2.0000	92.47	0.2500	84.26	0.0434	75.61	0.0103	67.07	0.0027	60.04

Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

Sperimentatore
Roberto Bracaglia

Direttore
Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00372 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 10/12/20

Apertura campione: 10/12/20

Fine analisi: 29/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C1

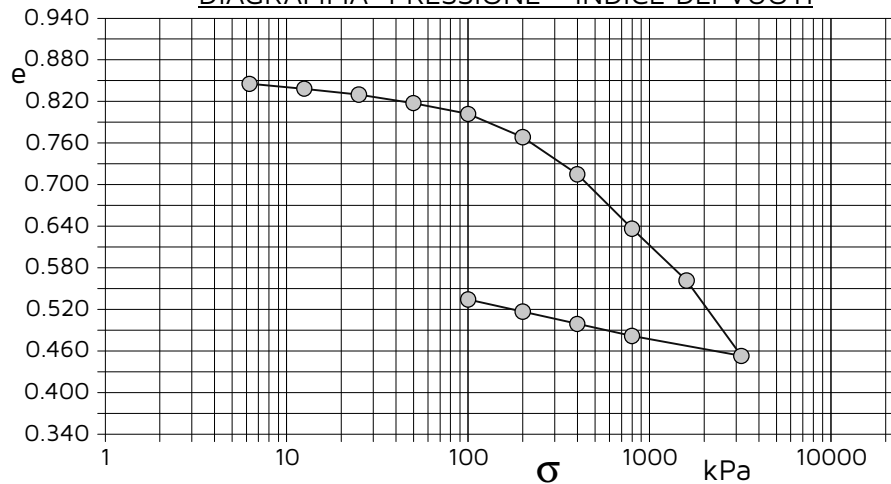
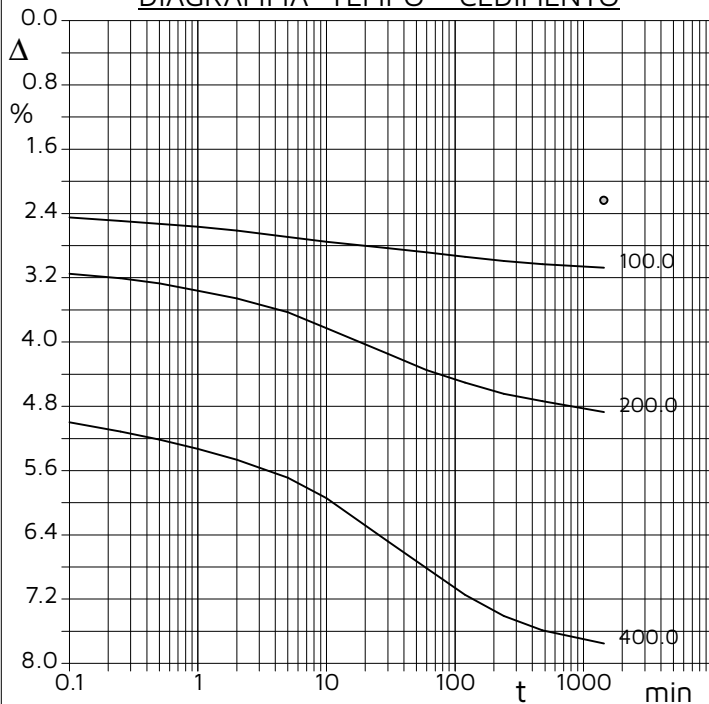
PROFONDITA': m 3.0-3.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	18.51
Umidità (%)	32.2
Peso specifico	2.65
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.01
Volume provino (cm ³)	40.01
Volume dei vuoti (cm ³)	18.49
Indice dei vuoti	0.86
Porosità (%)	46.21
Saturazione (%)	99.5

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	14.6	0.846	
12.5	22.3	0.838	0.024
25.0	31.5	0.830	0.028
50.0	44.7	0.818	0.041
100.0	61.5	0.802	0.052
200.0	97.4	0.769	0.111
400.0	155.0	0.715	0.178
800.0	239.4	0.637	0.261
1600.0	320.0	0.562	0.249
3200.0	437.0	0.453	0.361
800.0	406.0	0.482	
400.0	387.3	0.499	
200.0	368.3	0.517	
100.0	349.5	0.534	

Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

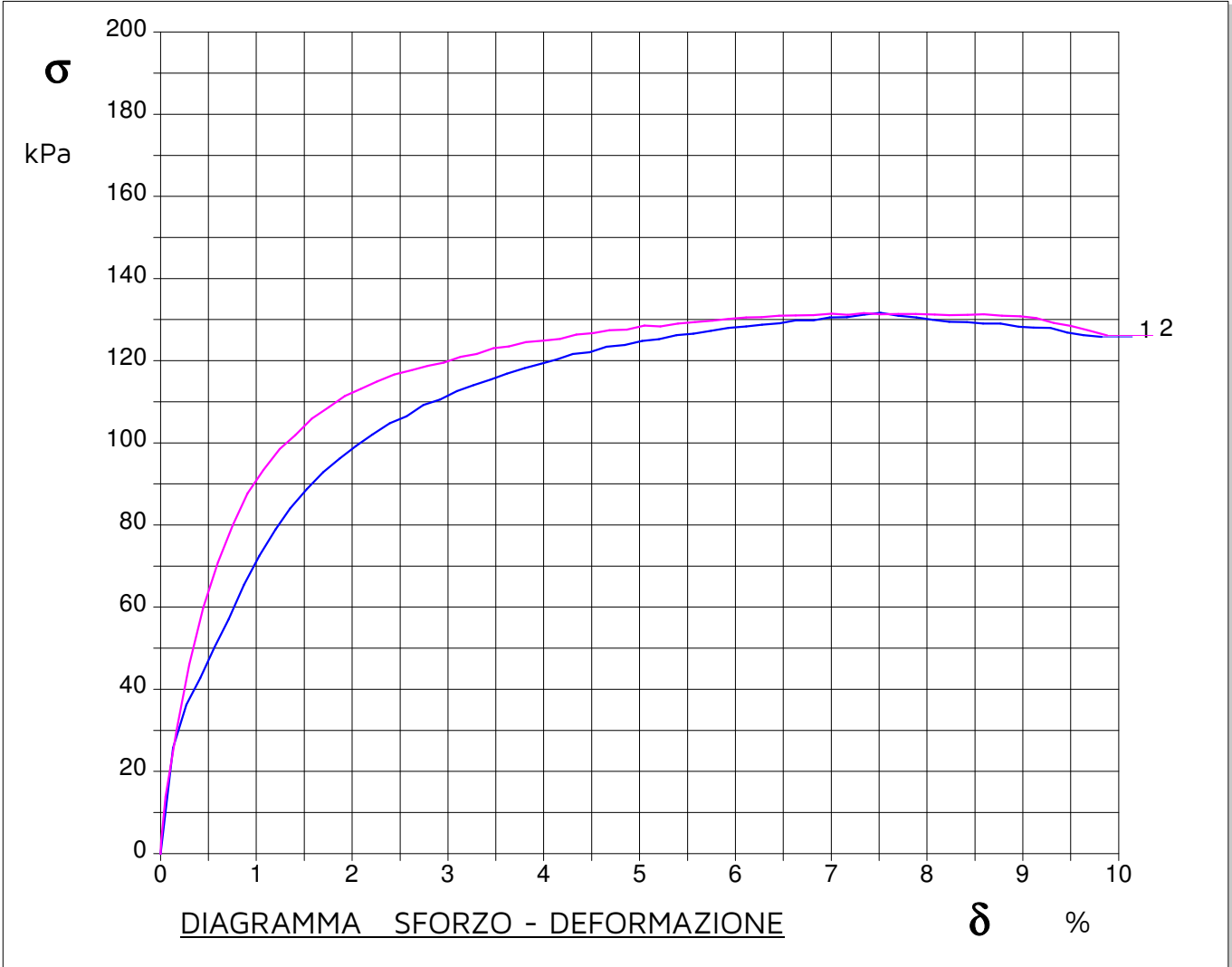
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00373	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 13/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.0-3.5

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):	18.6	18.7	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00373 Pagina 0/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 13/01/21

Apertura campione: 10/12/20

Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

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	25.7	6.63	129.8	0.01	3.0	6.27	130.6				
0.27	36.2	6.81	129.8	0.05	13.9	6.45	131.0				
0.42	42.7	6.98	130.5	0.17	30.0	6.63	131.0				
0.56	50.2	7.16	130.6	0.30	46.1	6.81	131.1				
0.71	57.0	7.35	131.2	0.45	59.8	7.00	131.4				
0.87	65.5	7.52	131.6	0.60	70.9	7.17	131.2				
1.03	72.5	7.70	131.0	0.75	80.0	7.34	131.6				
1.20	78.9	7.89	130.5	0.91	87.7	7.52	131.3				
1.35	84.0	8.06	130.0	1.08	93.4	7.70	131.4				
1.53	88.8	8.23	129.4	1.24	98.5	7.88	131.4				
1.70	92.8	8.42	129.4	1.41	101.9	8.08	131.3				
1.87	96.2	8.58	129.1	1.58	105.9	8.23	131.1				
2.04	99.3	8.77	129.0	1.76	108.7	8.42	131.1				
2.21	102.0	8.96	128.3	1.92	111.4	8.59	131.3				
2.39	104.7	9.11	128.0	2.09	113.1	8.78	131.0				
2.57	106.5	9.29	128.0	2.26	114.9	8.97	130.8				
2.74	109.2	9.46	126.8	2.44	116.6	9.14	130.4				
2.92	110.6	9.63	126.2	2.62	117.7	9.32	129.2				
3.10	112.6	9.82	125.8	2.79	118.8	9.50	128.4				
3.26	114.0			2.96	119.5	9.69	127.4				
3.45	115.4			3.13	120.9	9.88	126.1				
3.62	116.8			3.30	121.7						
3.80	118.2			3.48	123.0						
3.97	119.2			3.64	123.5						
4.13	120.3			3.81	124.5						
4.30	121.7			4.00	124.9						
4.48	122.1			4.17	125.3						
4.65	123.4			4.34	126.3						
4.84	123.8			4.52	126.7						
5.03	124.8			4.68	127.5						
5.20	125.2			4.87	127.5						
5.39	126.2			5.05	128.5						
5.56	126.6			5.22	128.3						
5.74	127.3			5.40	129.0						
5.93	128.0			5.58	129.4						
6.11	128.3			5.76	129.8						
6.28	128.7			5.93	130.2						
6.46	129.1			6.11	130.5						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00374 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 07/01/21

Apertura campione: 10/12/20

Fine analisi: 09/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

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 (%):	28.7 29.5	31.3 29.9	28.7 27.5
Peso di volume (kN/m ³):	18.1	18.1	18.3
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

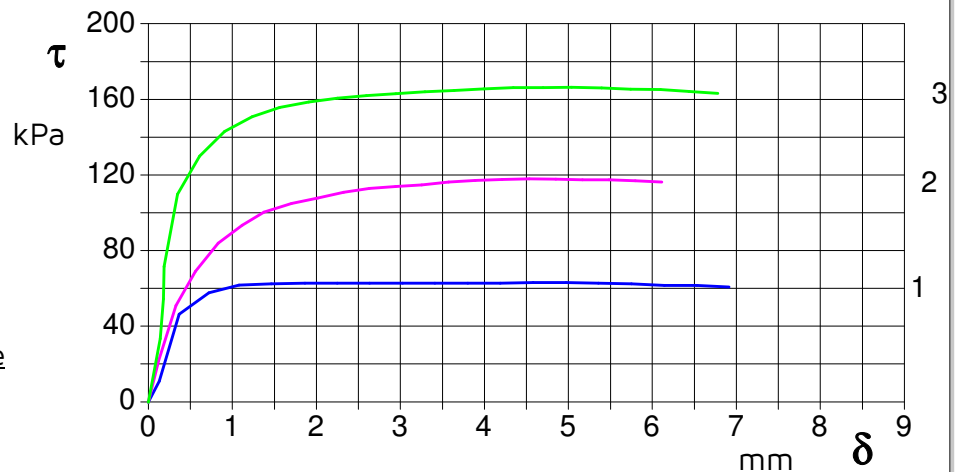
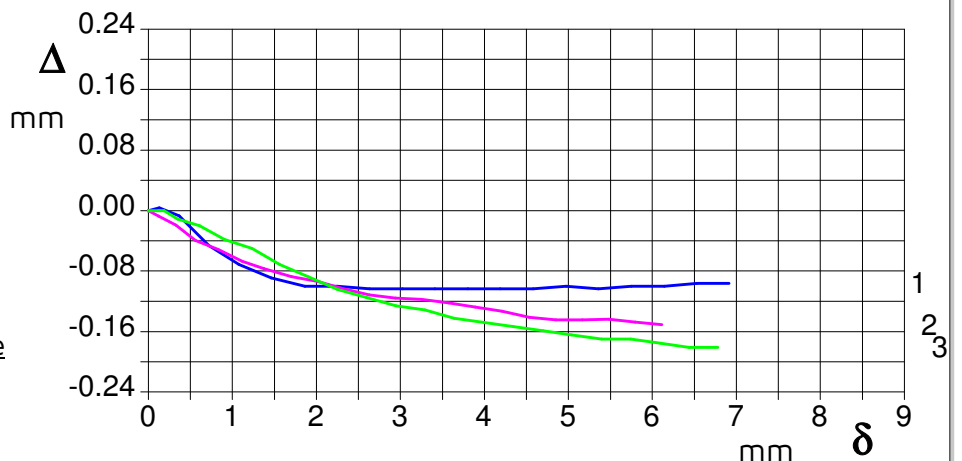


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 07/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20	Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 09/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.0-3.5

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):	63		118		166	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.58	-0.10	4.53	-0.14	5.04	-0.16
Umidità iniziale e umidità finale (%):	28.7	29.5	31.3	29.9	28.7	27.5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.1	18.2	18.1	17.9	18.3	18.2
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	89.9	92.5	93.6	89.4	92.1	88.3

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	13.1 kPa
Angolo di attrito interno:	27.3 °

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

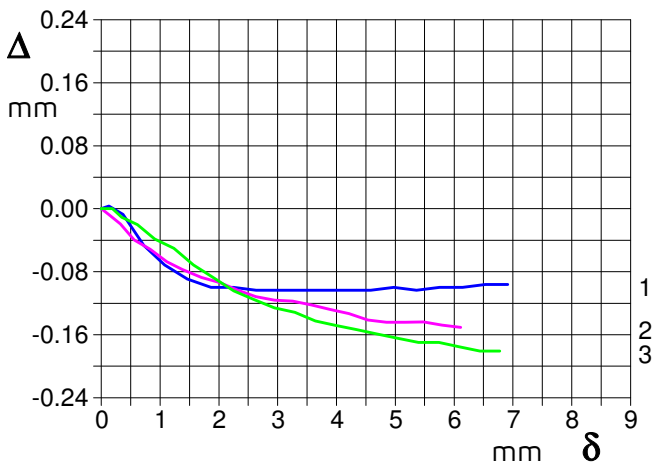
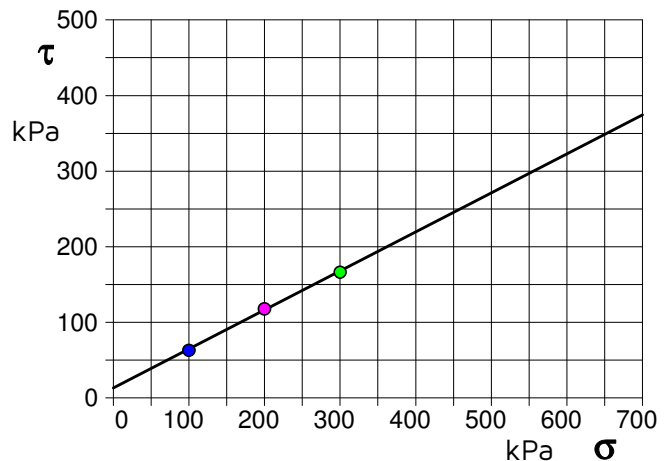


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

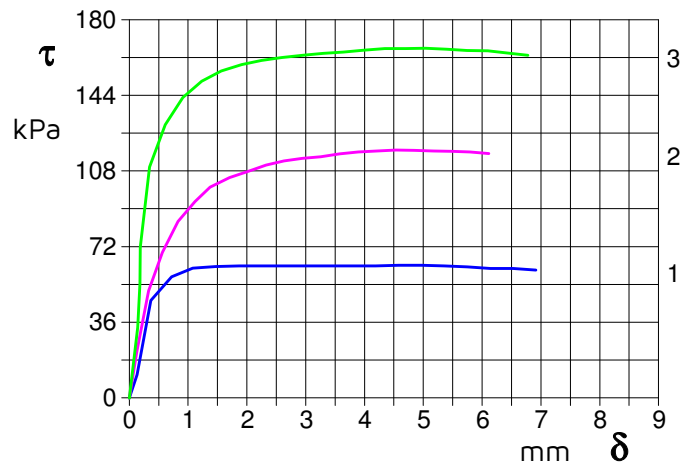


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Argilla limosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore marrone

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 6.0-6.5

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	44.2	%
Peso di volume	15.3	kN/m ³
Peso di volume secco	10.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	16.3	kN/m ³
Peso specifico	2.60	
Indice dei vuoti	1.402	
Porosità	58.4	%
Grado di saturazione	82.0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	26.8	%
Sabbia	47.7	%
Limo	22.5	%
Argilla	3.0	%
D 10	0.010284	mm
D 50	0.442319	mm
D 60	0.756446	mm
D 90	19.025780	mm
Passante set. 10	73.2	%
Passante set. 42	49.0	%
Passante set. 200	26.6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_U	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	1.7	kPa	ϕ' 30.6 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{CU}	kPa	ϕ'_{CU} °
	C_{CU}	kPa	ϕ_{CU} °
U.U.	C_U	kPa	ϕ_U °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia travertinoso con ghiaia limosa di colore grigiastro. La frazione ghiaiosa è costituita da inclusi travertinosi e pezzi lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00375	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 10/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 11/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.0-6.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 44.2 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia travertinoso con ghiaia limosa di colore grigiastro. La frazione ghiaiosa è costituita da inclusi travertinosi e pezzi lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00376	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 13/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 13/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.0-6.5

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 = 15.3 kN/m³

Sabbia travertinoso con ghiaia limosa di colore grigiastro. La frazione ghiaiosa è costituita da inclusi travertinosi e pezzi lignei
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00377	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 04/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 05/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.0-6.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.60**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.60**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Sabbia travertinoso con ghiaia limosa di colore grigiastro. La frazione ghiaiosa è costituita da inclusi travertinosi e pezzi lignei

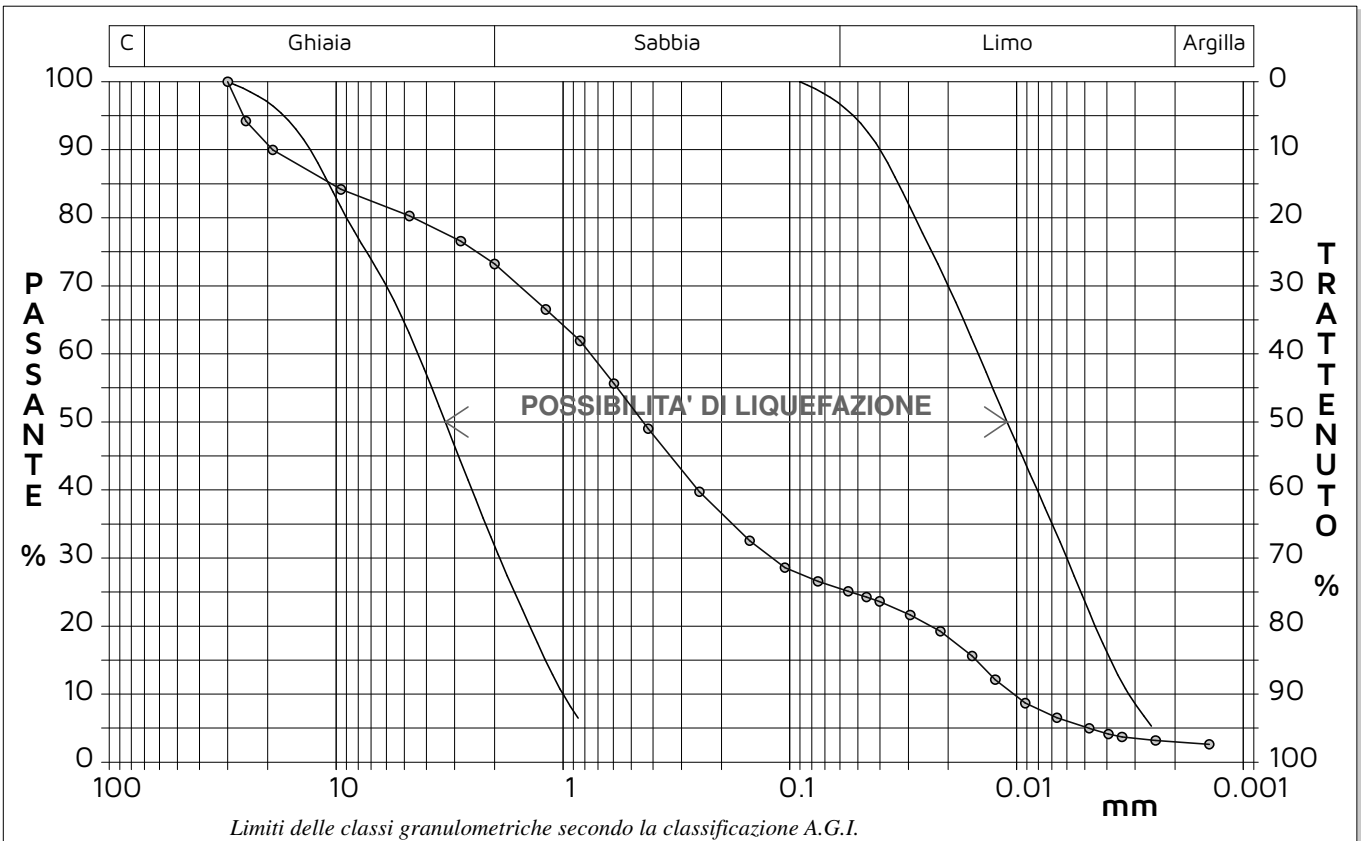
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00378	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 28/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 31/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio
SONDAGGIO: S12 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 6.0-6.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	26.8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	73.2 %	D10	0.01028 mm	
Sabbia	47.7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	49.0 %	D30	0.11922 mm	
Limo	22.5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	26.6 %	D50	0.44232 mm	
Argilla	3.0 %			D60	0.75645 mm	
Coefficiente di uniformità		73.56	Coefficiente di curvatura		1.83	
					D90	19.02578 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
30.0000	100.00	2.8200	76.56	0.4200	49.01	0.0552	25.11	0.0157	15.60
25.0000	94.22	2.0000	73.20	0.2500	39.73	0.0458	24.26	0.0124	12.11
19.0000	89.98	1.1900	66.53	0.1500	32.54	0.0402	23.63	0.0092	8.68
9.5200	84.16	0.8410	61.92	0.1050	28.59	0.0294	21.62	0.0066	6.51
4.7500	80.27	0.5950	55.66	0.0750	26.56	0.0217	19.24	0.0048	4.98

Sabbia travertinoso con ghiaia limosa di colore grigiastro. La frazione ghiaiosa è costituita da inclusi travertinosi e pezzi lignei

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00379 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 13/01/21

Apertura campione: 10/12/20

Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 6.0-6.5

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 (%):	44.4 43.9	44.7 45.2	42.9 44.1
Peso di volume (kN/m ³):	15.2	15.3	15.4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.020 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

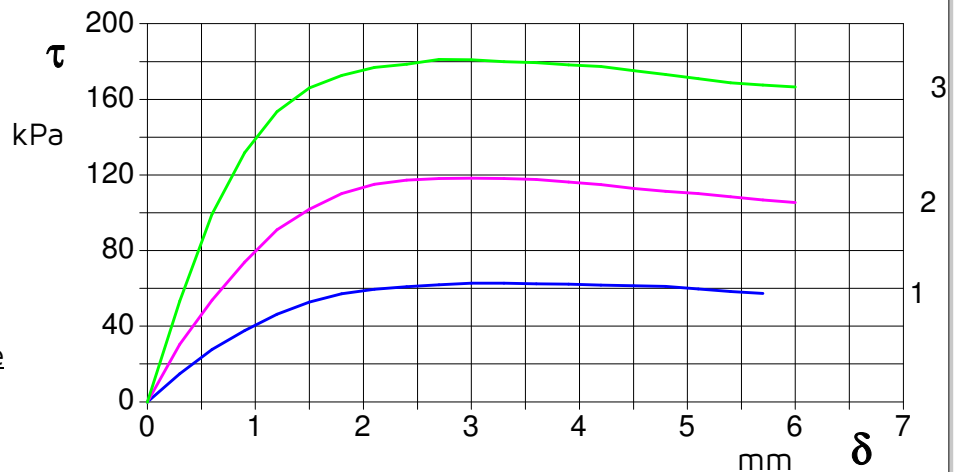
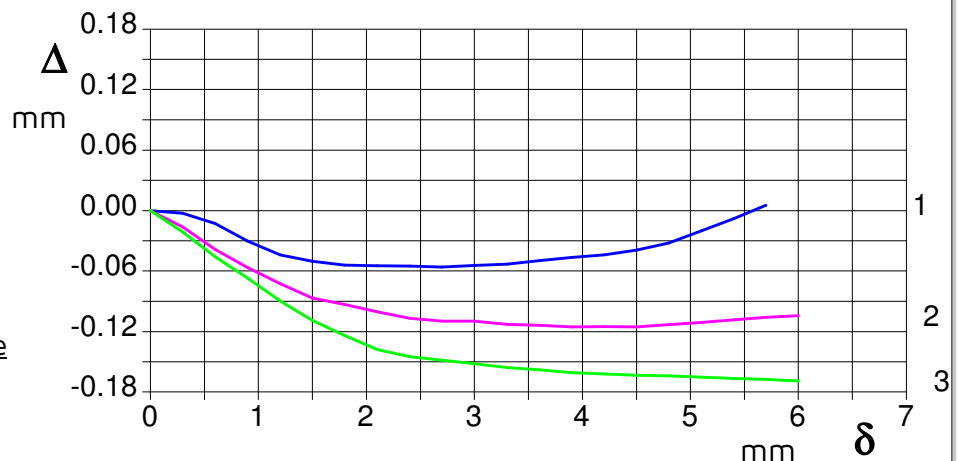


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia travertinoso con ghiaia limosa di colore grigiastro. La frazione ghiaiosa è costituita da inclusi travertinosi e pezzi lignei
 Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 13/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20	Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.0-6.5

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):	63		118		181	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.00	-0.05	3.00	-0.11	2.70	-0.15
Umidità iniziale e umidità finale (%):	44.4	43.9	44.7	45.2	42.9	44.1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	15.2	15.2	15.3	15.4	15.4	15.5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	81.4	80.5	82.3	83.4	81.8	84.0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	1.7 kPa
Angolo di attrito interno:	30.6 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.020 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

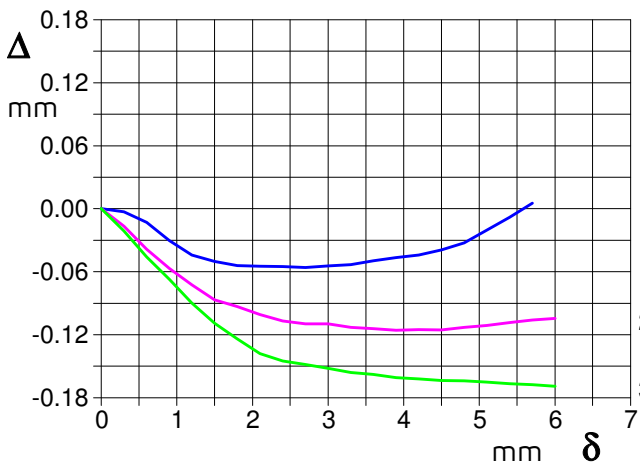
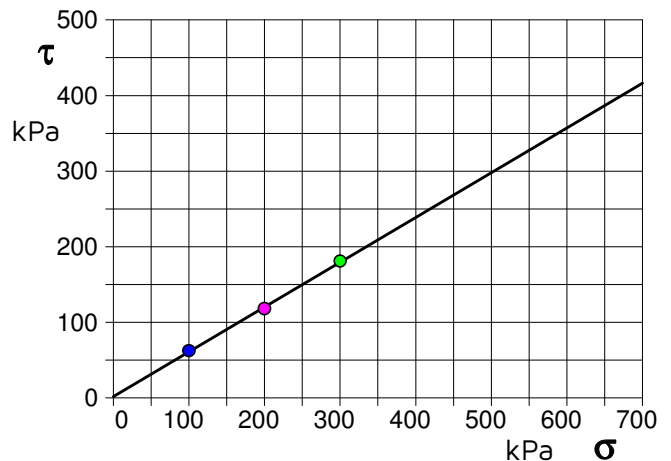


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

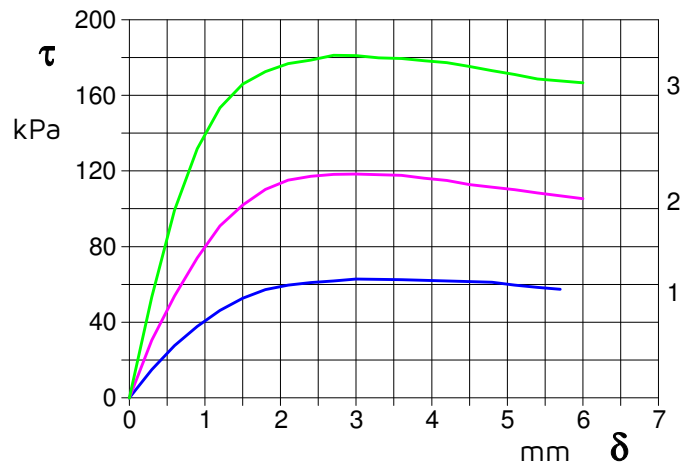


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia travertinoso con ghiaia limosa di colore grigiastro. La frazione ghiaiosa è costituita da inclusi travertinosi e pezzi lignei
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 9.0-9.5

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	65.0	%
Peso di volume	15.3	kN/m ³
Peso di volume secco	9.3	kN/m ³
Peso di volume saturo	15.6	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	1.840	
Porosità	64.8	%
Grado di saturazione	94.9	%
Limite di liquidità	66.7	%
Limite di plasticità	48.4	%
Indice di plasticità	18.3	%
Indice di consistenza	0.09	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	6.4	%
Sabbia	25.1	%
Limo	60.8	%
Argilla	7.7	%
D 10	0.002532	mm
D 50	0.012562	mm
D 60	0.027349	mm
D 90	1.008697	mm
Passante set. 10	93.6	%
Passante set. 42	83.5	%
Passante set. 200	70.1	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	54	kPa	σ Rim	kPa
C_U	27	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	3.4	kPa	ϕ' 26.2 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{CU}	kPa	ϕ'_{CU} °
	C_{CU}	kPa	ϕ_{CU} °
U.U.	C_U	kPa	ϕ_U °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	1050	---	---
12.5 ÷ 25.0	1037	---	---
25.0 ÷ 50.0	1316	---	---
50.0 ÷ 100.0	1931	0.000395	2.00E-08
100.0 ÷ 200.0	2667	0.000225	8.26E-09
200.0 ÷ 400.0	4640	0.000384	8.12E-09
400.0 ÷ 800.0	8205	---	---
800.0 ÷ 1600.0	17486	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	29575	---	---

Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00380	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 10/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 11/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 9.0-9.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 65.0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00381	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 21/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 21/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	9.0-9.5

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 = 15.3 kN/m³

Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00382	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 15/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 16/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 9.0-9.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.68**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.68**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00383	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 10/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 15/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 9.0-9.5

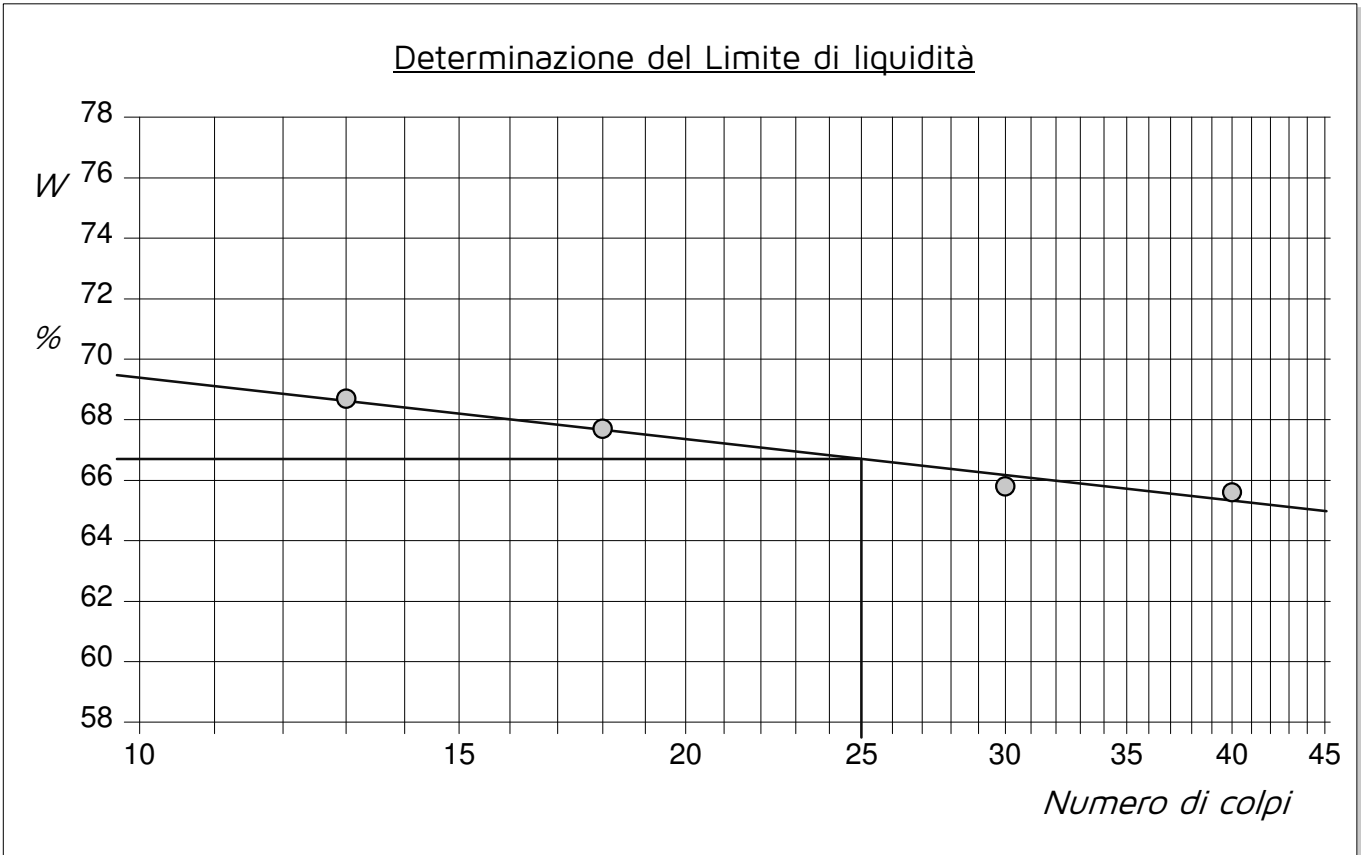
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	66.7 %
Limite di plasticità	48.4 %
Indice di plasticità	18.3 %

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	13	18	30	40	Umidità (%)	48.4	48.4
Umidità (%)	68.7	67.7	65.8	65.6	Umidità media	48.4	



Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00385 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 21/12/20

Apertura campione: 10/12/20

Fine analisi: 04/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C3

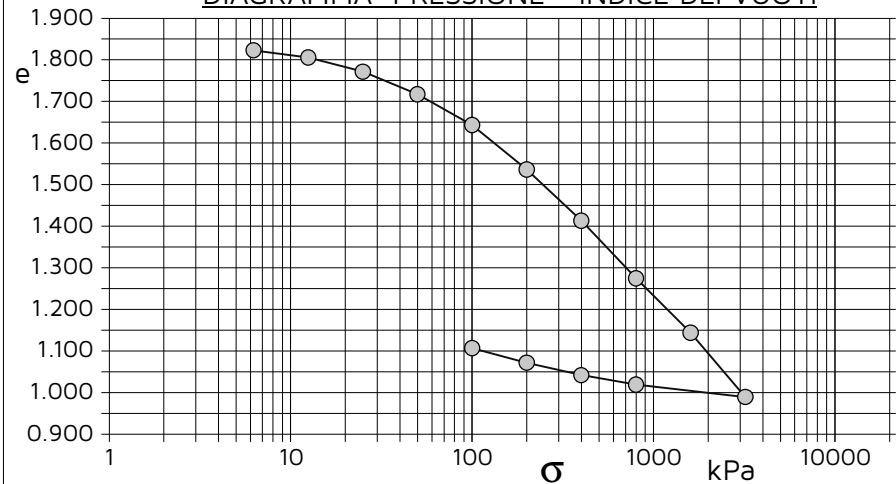
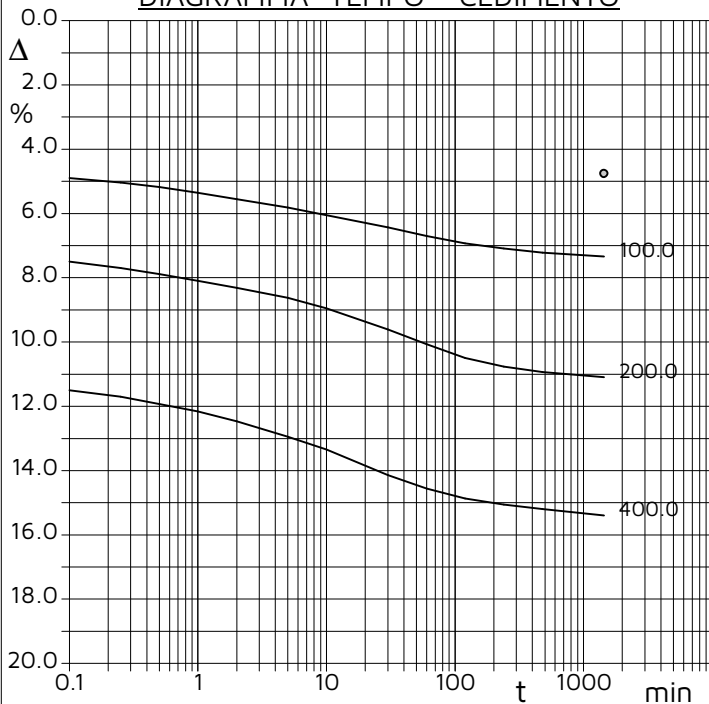
PROFONDITA': m 9.0-9.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	15.33
Umidità (%)	66.1
Peso specifico	2.68
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.01
Volume provino (cm ³)	40.01
Volume dei vuoti (cm ³)	25.99
Indice dei vuoti	1.85
Porosità (%)	64.95
Saturazione (%)	95.8

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	21.0	1.823	
12.5	32.9	1.806	0.056
25.0	57.0	1.771	0.114
50.0	95.0	1.717	0.180
100.0	146.8	1.643	0.245
200.0	221.8	1.536	0.355
400.0	308.0	1.413	0.408
800.0	405.5	1.274	0.462
1600.0	497.0	1.144	0.434
3200.0	605.2	0.989	0.513
800.0	584.4	1.019	
400.0	568.4	1.042	
200.0	547.5	1.072	
100.0	523.0	1.107	

Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

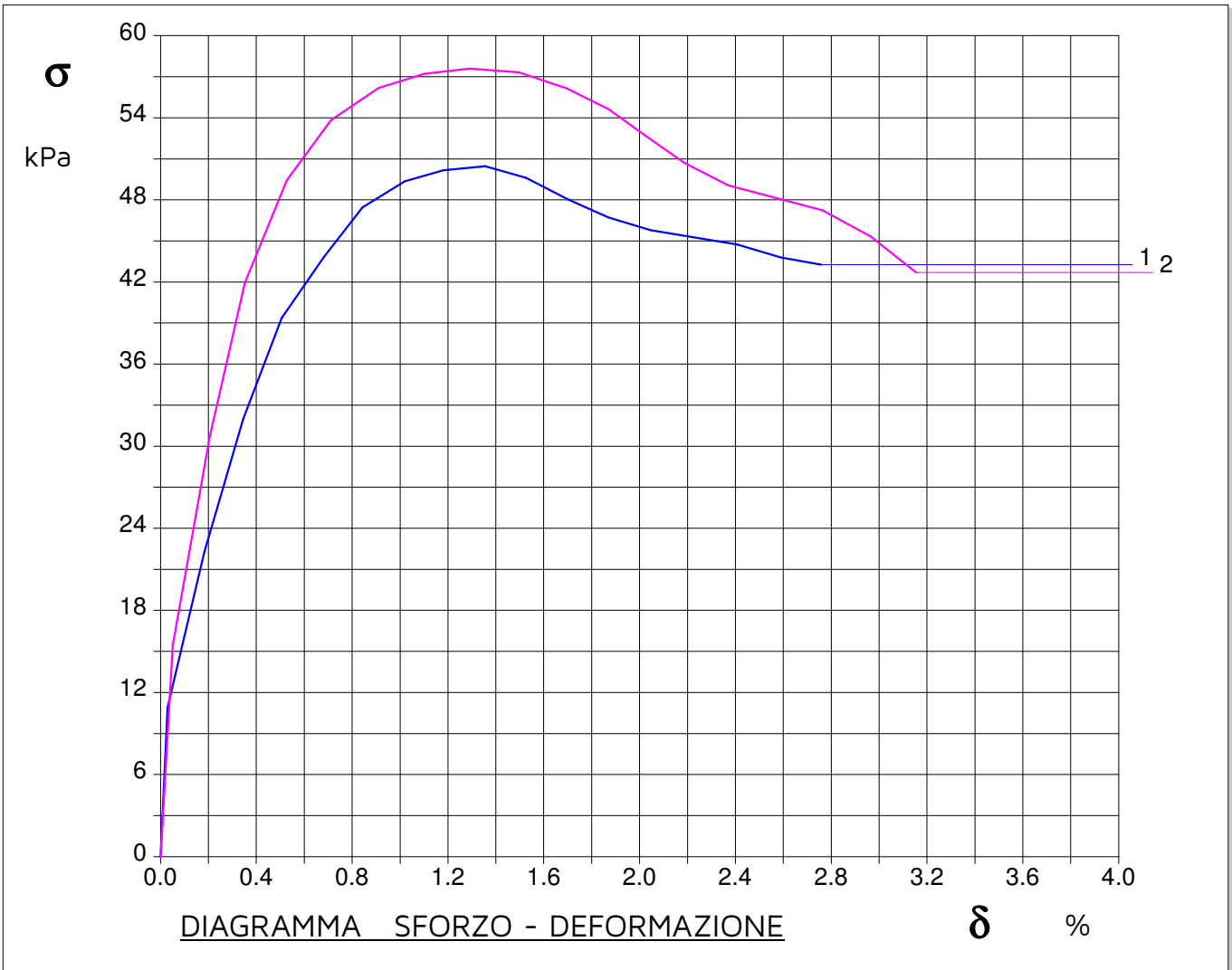
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00386	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 13/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 9.0-9.5

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):	15.3	15.4	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00387 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 07/01/21

Apertura campione: 10/12/20

Fine analisi: 09/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S12

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 9.0-9.5

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 (%):	62.2 55.9	64.3 57.3	66.6 51.4
Peso di volume (kN/m ³):	15.3	14.8	15.6
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

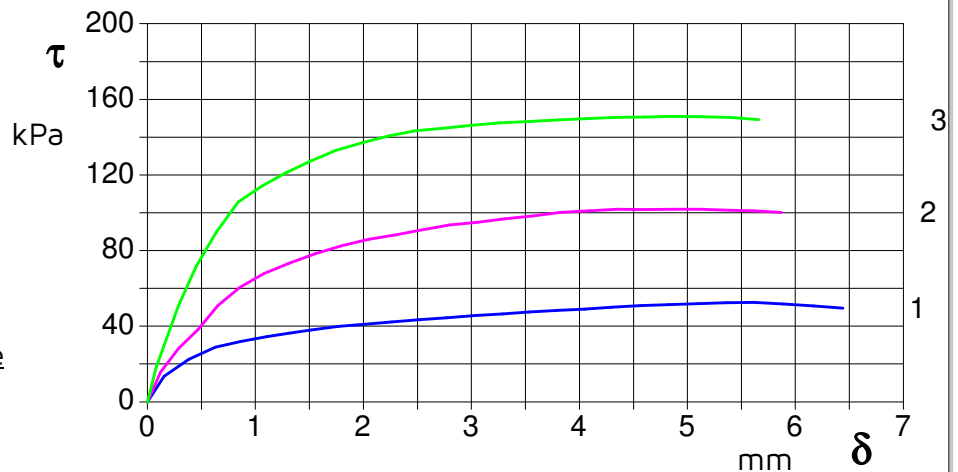
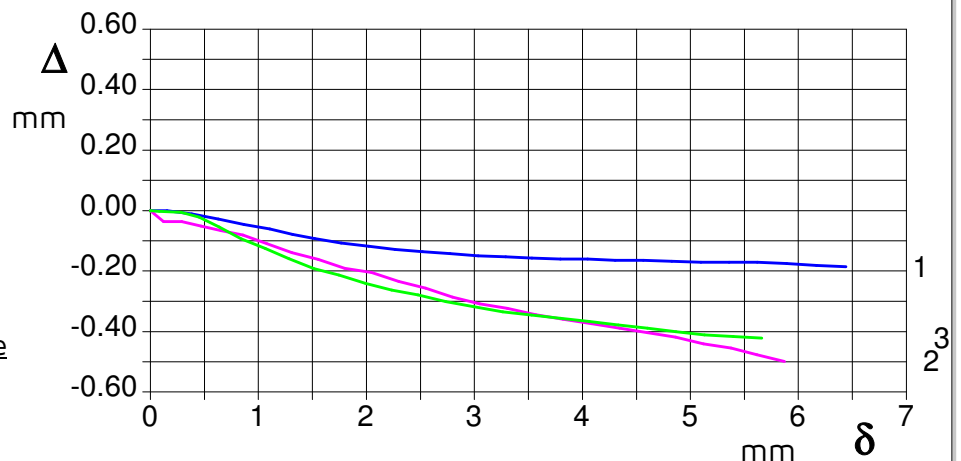


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

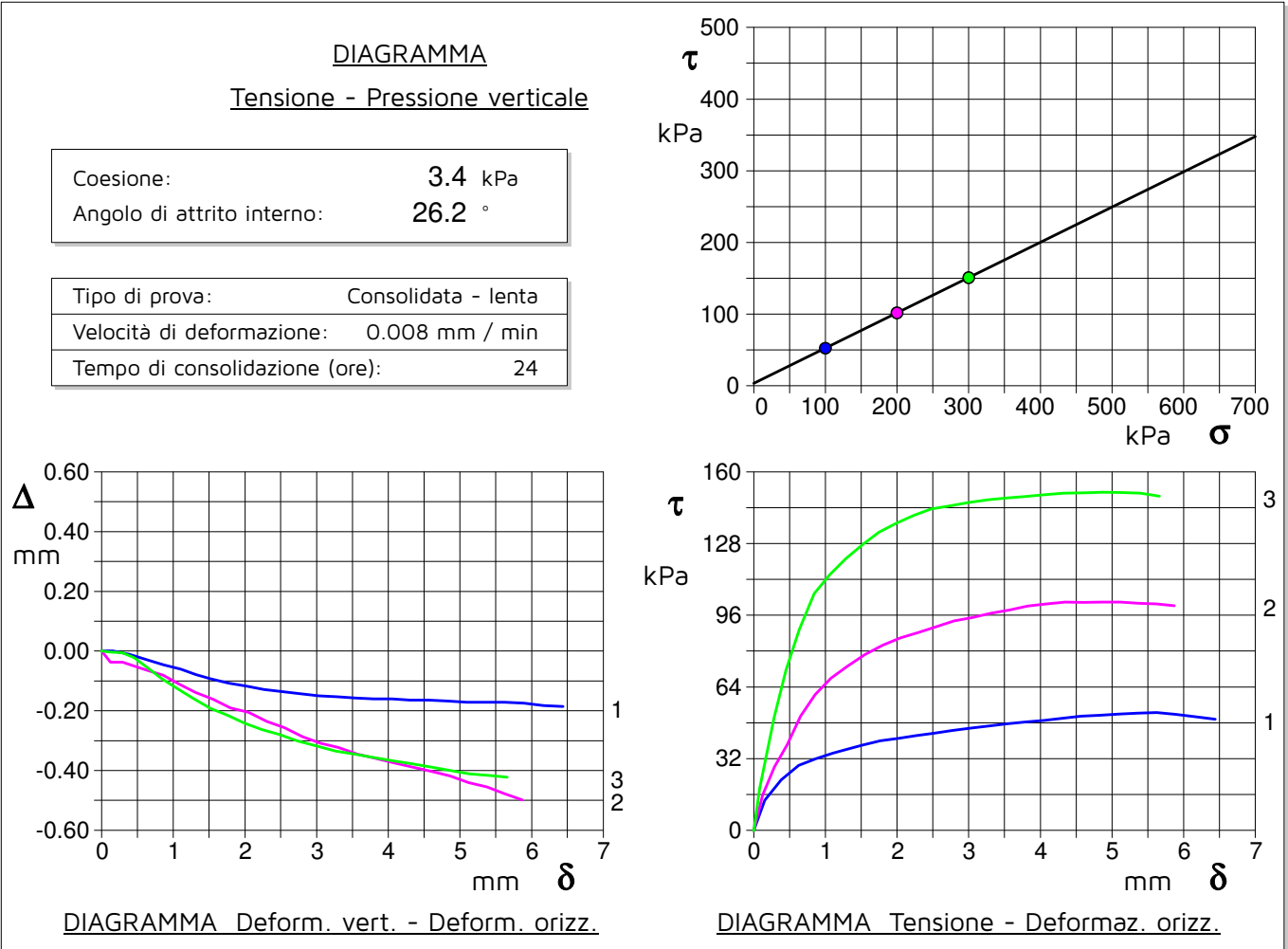
ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 07/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20	Apertura campione: 10/12/20	Fine analisi: 09/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S12	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 9.0-9.5

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):	53		102		151	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.62	-0.17	4.86	-0.42	4.87	-0.40
Umidità iniziale e umidità finale (%):	62.2	55.9	64.3	57.3	66.6	51.4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	15.3	14.7	14.8	14.2	15.6	14.2
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	93.0	83.5	90.2	80.3	98.7	76.2



Limo con sabbia debolmente argilloso e ghiaioso di colore grigio-nerastro. Presenza di inclusi travertinosi, torba e resti lignei

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.0-4.5

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	27.8	%
Peso di volume	18.7	kN/m ³
Peso di volume secco	14.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.0	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	0.795	
Porosità	44.3	%
Grado di saturazione	93.4	%
Limite di liquidità	54.7	%
Limite di plasticità	34.9	%
Indice di plasticità	19.8	%
Indice di consistenza	1.36	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	4.2	%
Sabbia	18.3	%
Limo	34.7	%
Argilla	42.8	%
D 10		mm
D 50	0.004631	mm
D 60	0.013648	mm
D 90	0.237969	mm
Passante set. 10	95.8	%
Passante set. 42	92.2	%
Passante set. 200	80.1	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	308	kPa	σ Rim	kPa
C_U	154	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	19.0	kPa	ϕ' 27.6 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{CU}	kPa	ϕ'_{CU} °
	C_{CU}	kPa	ϕ_{CU} °
U.U.	C_U	kPa	ϕ_U °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25.0 ÷ 50.0	5319	---	---
50.0 ÷ 100.0	5435	0.000928	1.67E-08
100.0 ÷ 200.0	7752	0.000935	1.18E-08
200.0 ÷ 400.0	10204	0.000485	4.66E-09
400.0 ÷ 800.0	13652	---	---
800.0 ÷ 1600.0	17978	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	23409	---	---

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00388	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 30/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 01/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.0-4.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 27.8 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00389	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 28/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 28/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.0-4.5

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 = 18.7 kN/m³

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00390	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 13/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.0-4.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.68**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.68**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.8 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00391 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 15/01/21

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 16/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.0-4.5

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

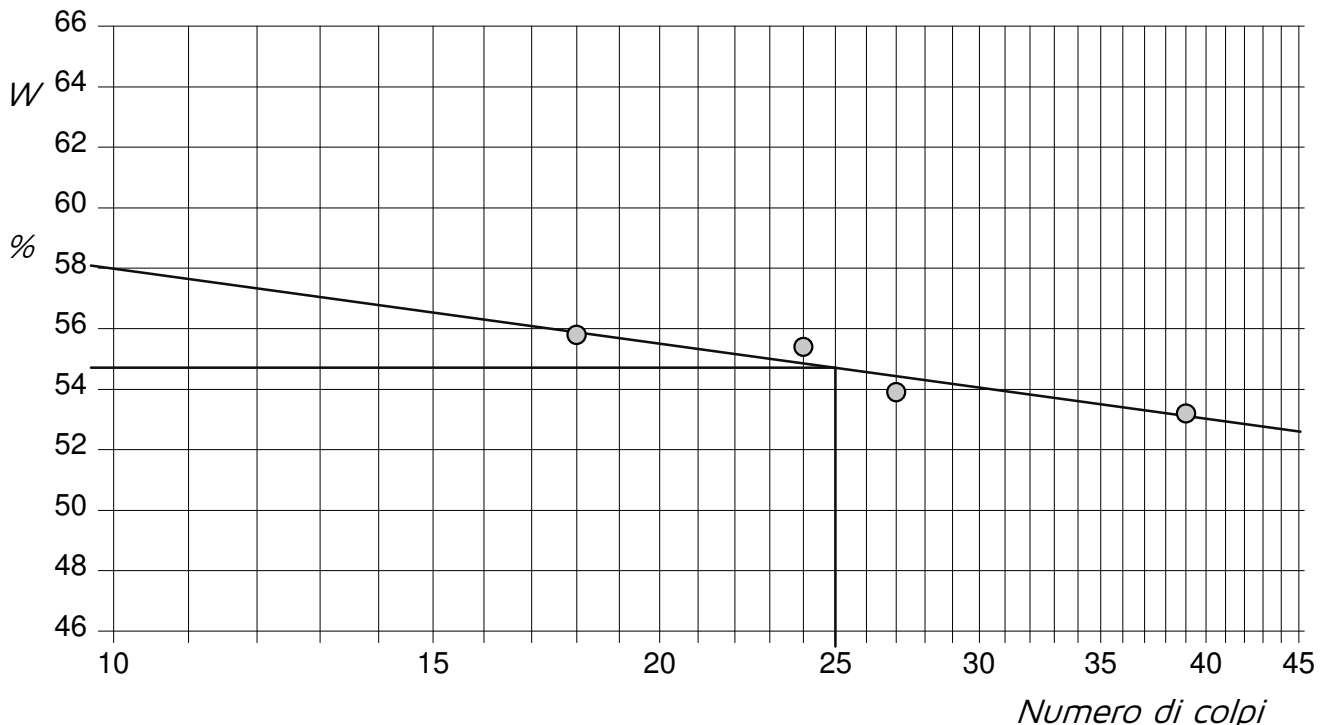
 Limite di liquidità **54.7 %**

 Limite di plasticità **34.9 %**

 Indice di plasticità **19.8 %**

 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	18	24	27	39	Umidità (%)	35.3	34.5
Umidità (%)	55.8	55.4	53.9	53.2	Umidità media	34.9	

Determinazione del Limite di liquidità


Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00392 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 12/01/21

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 15/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

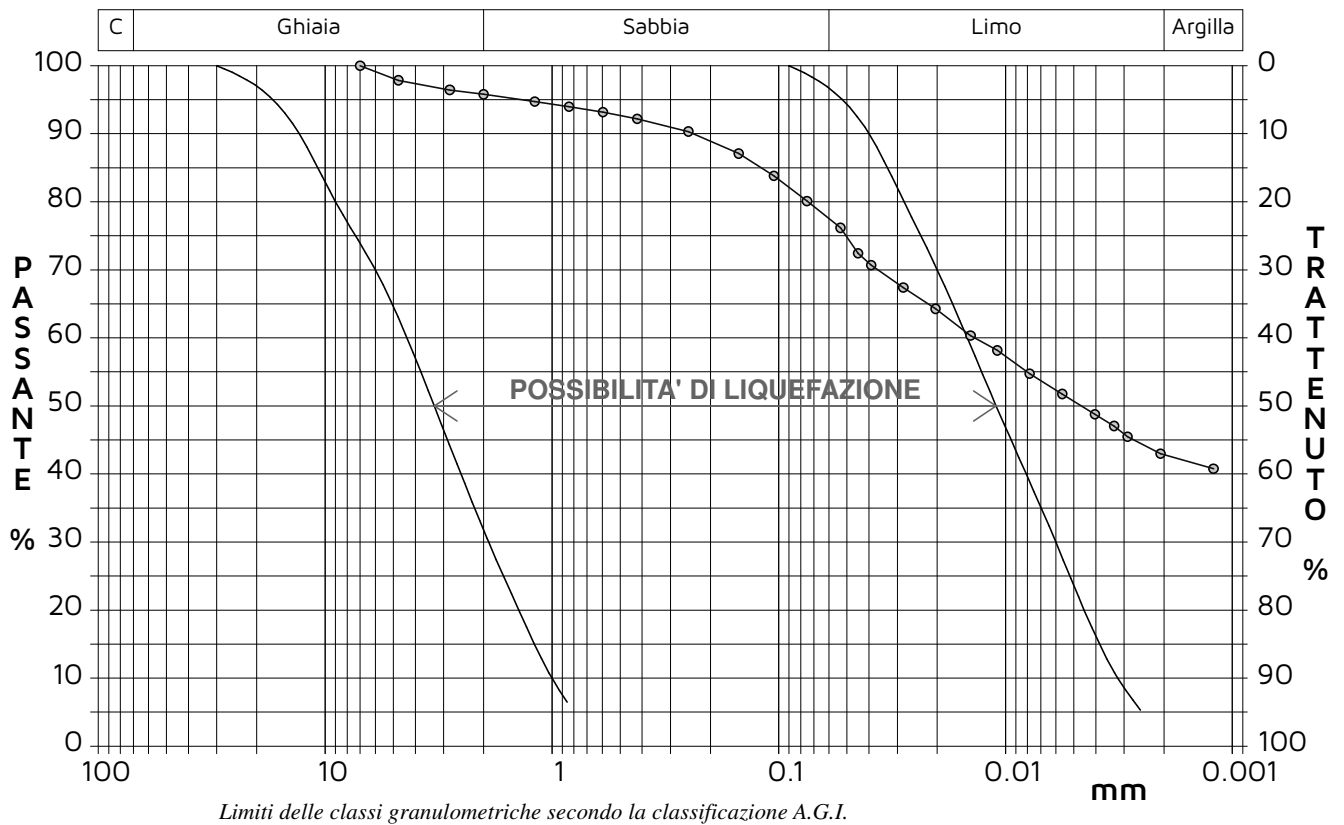
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.0-4.5

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	4.2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	95.8 %	D10	---	mm		
Sabbia	18.3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	92.2 %	D30	---	mm		
Limo	34.7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	80.1 %	D50	0.00463	mm		
Argilla	42.8 %			D60	0.01365	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0.23797	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
7.0000	100.00	0.8410	93.99	0.1050	83.81	0.0282	67.41	0.0056	51.74
4.7500	97.85	0.5950	93.17	0.0750	80.11	0.0203	64.27	0.0040	48.77
2.8200	96.43	0.4200	92.17	0.0534	76.18	0.0143	60.36	0.0033	47.04
2.0000	95.79	0.2500	90.31	0.0447	72.42	0.0109	58.17	0.0029	45.48
1.1900	94.70	0.1500	87.10	0.0391	70.70	0.0078	54.72	0.0021	42.97

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00393 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 28/12/20

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 15/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

CAMPIONE: C1

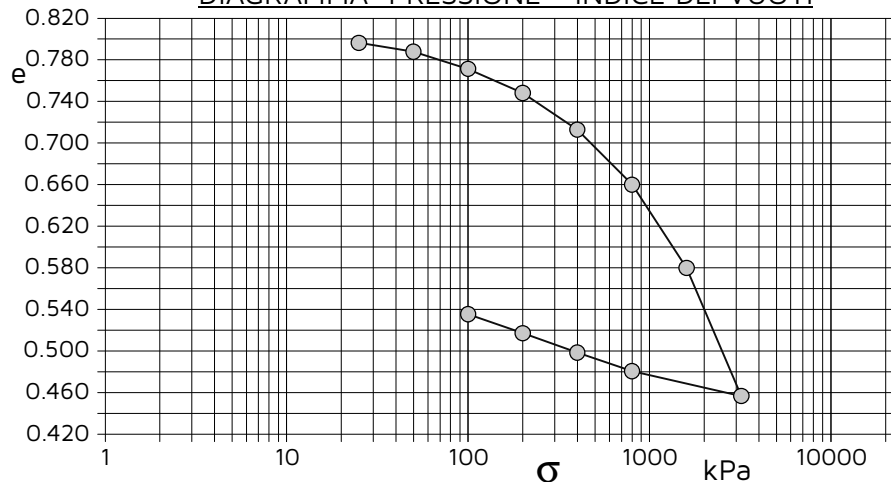
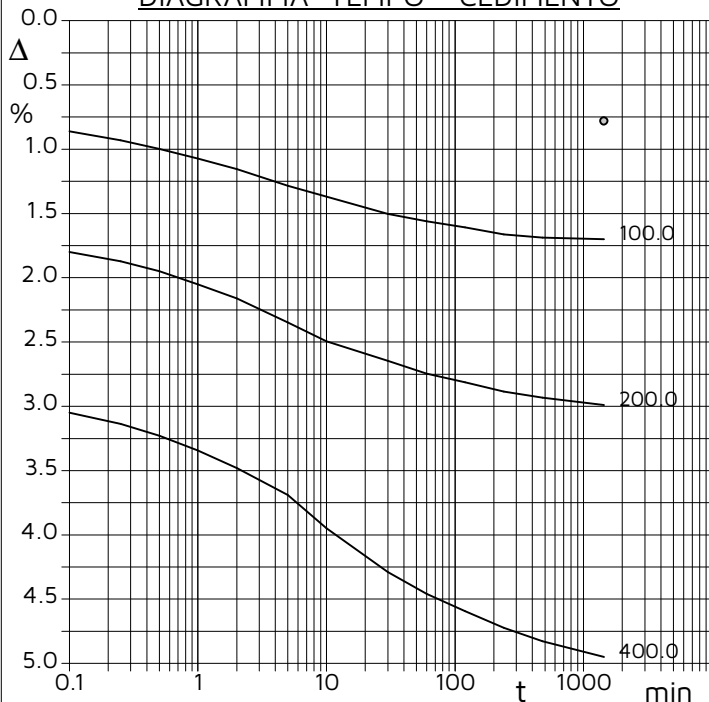
PROFONDITA': m 4.0-4.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	18.70
Umidità (%)	28.4
Peso specifico	2.68
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	17.80
Indice dei vuoti	0.80
Porosità (%)	44.51
Saturazione (%)	94.8

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25.0	6.2	0.796	
50.0	15.6	0.788	0.028
100.0	34.0	0.771	0.055
200.0	59.8	0.748	0.077
400.0	99.0	0.713	0.117
800.0	157.6	0.660	0.175
1600.0	246.6	0.580	0.266
3200.0	383.3	0.457	0.409
800.0	356.6	0.481	
400.0	336.8	0.499	
200.0	316.2	0.517	
100.0	295.8	0.535	

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

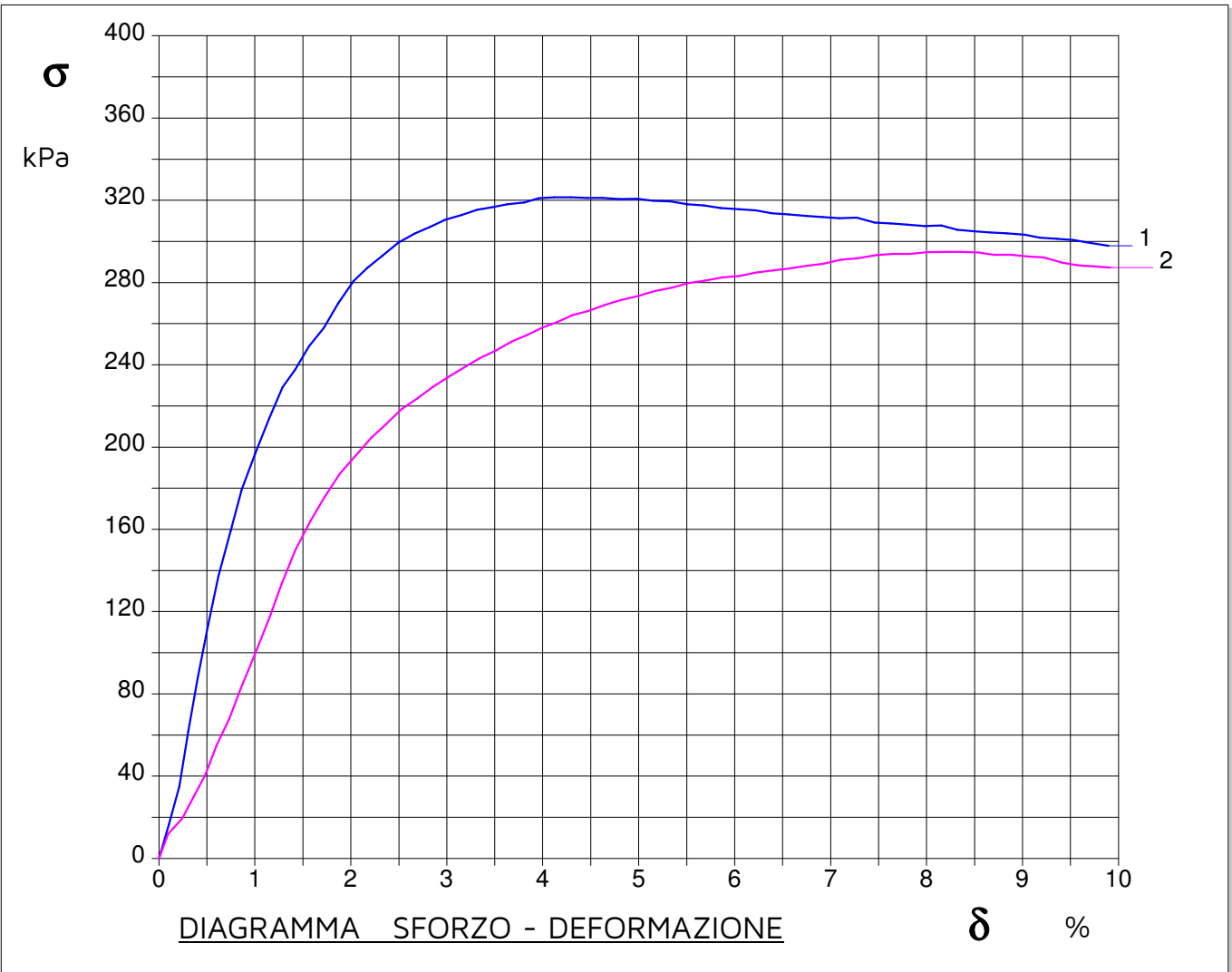
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00394	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 18/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 19/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.0-4.5

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):	19.1	19.1	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00394	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 18/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 19/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio			
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.0-4.5	

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
0.10	16.5	5.85	316.3	0.10	11.9	6.05	283.2				
0.21	34.9	6.05	315.6	0.24	19.4	6.23	284.9				
0.31	61.9	6.22	315.0	0.36	29.6	6.40	285.9				
0.40	87.5	6.39	313.7	0.48	40.7	6.58	286.9				
0.51	113.3	6.56	313.1	0.60	54.8	6.75	288.2				
0.62	137.5	6.74	312.5	0.73	67.9	6.92	289.2				
0.75	159.3	6.92	311.9	0.86	83.2	7.11	291.1				
0.86	179.4	7.09	311.3	1.00	98.7	7.28	291.8				
1.00	196.8	7.27	311.5	1.15	116.9	7.48	293.3				
1.15	214.1	7.46	309.3	1.28	133.6	7.65	294.0				
1.29	229.1	7.63	308.7	1.42	149.7	7.82	294.0				
1.42	237.6	7.79	308.1	1.58	164.1	8.01	294.8				
1.57	249.1	7.98	307.5	1.73	175.9	8.19	294.9				
1.72	257.9	8.15	307.7	1.89	187.3	8.36	294.9				
1.87	269.8	8.32	305.6	2.05	195.7	8.54	294.6				
2.03	280.7	8.50	305.0	2.21	204.4	8.70	293.5				
2.17	287.1	8.66	304.4	2.36	211.2	8.88	293.5				
2.33	293.0	8.83	303.9	2.53	218.5	9.06	292.7				
2.50	299.4	9.03	303.2	2.70	223.9	9.22	292.3				
2.66	303.8	9.18	301.9	2.85	229.4	9.41	289.7				
2.82	307.0	9.36	301.3	3.02	234.1	9.57	288.4				
2.99	310.7	9.53	300.7	3.18	238.8	9.74	287.9				
3.15	312.9	9.70	299.4	3.34	243.2	9.92	287.3				
3.32	315.4	9.89	297.9	3.51	246.9						
3.48	316.6			3.67	251.3						
3.63	318.0			3.82	254.1						
3.81	318.9			4.00	258.0						
3.96	321.0			4.15	260.8						
4.12	321.4			4.31	264.1						
4.30	321.4			4.47	266.2						
4.46	321.1			4.65	269.2						
4.63	321.1			4.82	271.6						
4.80	320.6			5.01	273.5						
4.98	320.7			5.17	275.9						
5.15	319.8			5.35	277.5						
5.33	319.5			5.53	279.8						
5.51	318.0			5.69	280.9						
5.68	317.5			5.87	282.5						

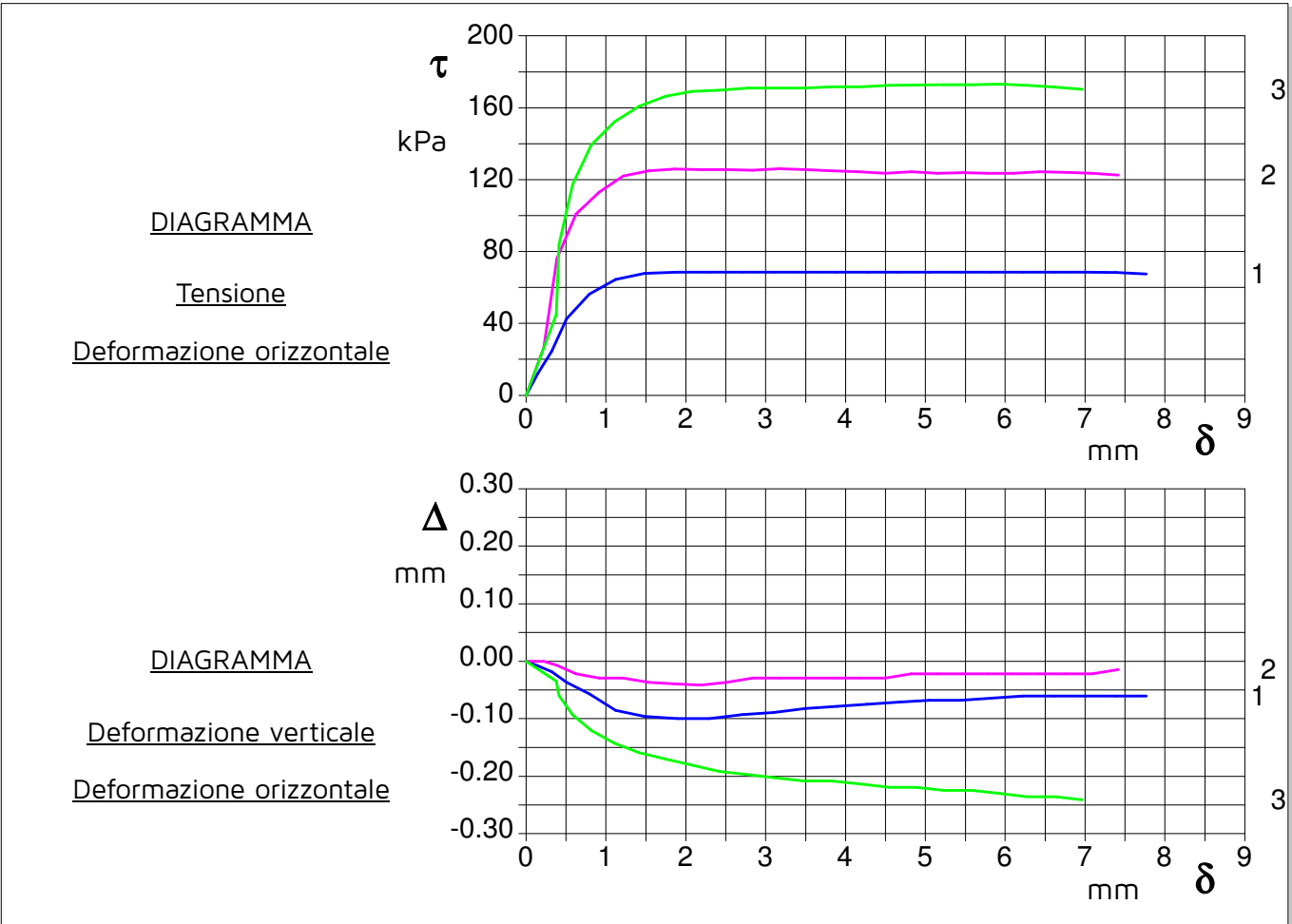
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00395	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 11/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 13/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.0-4.5

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 (%):	27.8 26.2	27.9 27.5	28.8 24.2
Peso di volume (kN/m ³):	18.2	18.0	18.4
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	



Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 11/01/21

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 13/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.0-4.5

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):	69	126	173
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.66 -0.07	3.17 -0.03	5.93 -0.23
Umidità iniziale e umidità finale (%):	27.8 26.2	27.9 27.5	28.8 24.2
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	18.2 18.0	18.0 17.9	18.4 17.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	83.7 87.6	86.0 84.6	81.5 82.0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

 Coesione: **19.0 kPa**
 Angolo di attrito interno: **27.6 °**

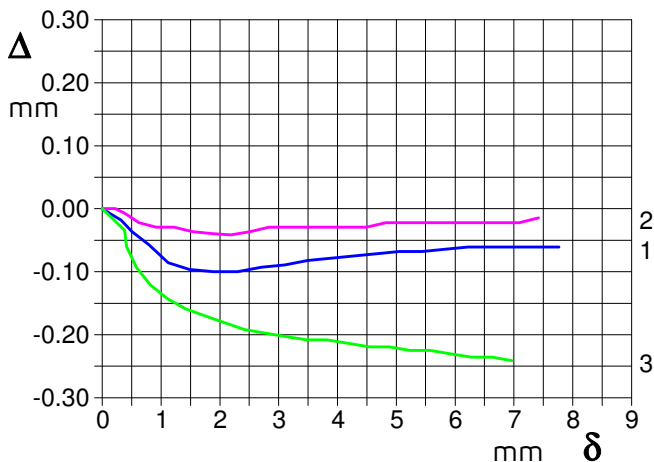
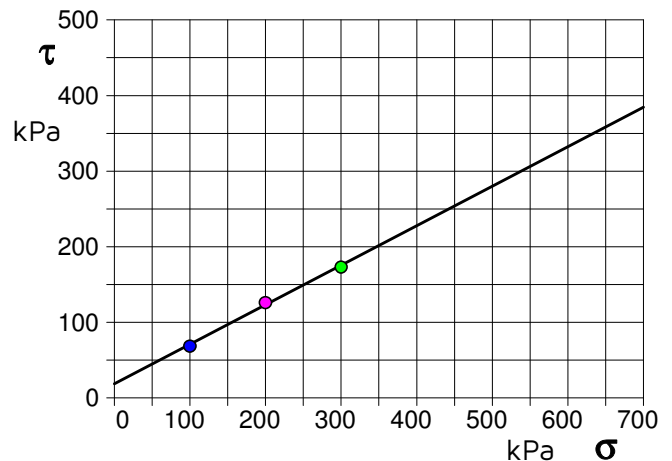
 Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

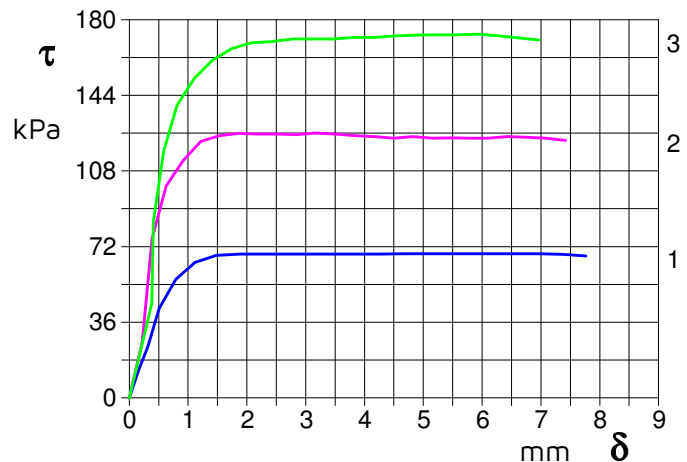


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Argilla con limo sabbiosa di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di inclusi calcarei

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.0-8.6

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	31.5	%
Peso di volume	17.5	kN/m ³
Peso di volume secco	13.3	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.0	kN/m ³
Peso specifico	2.62	
Indice dei vuoti	0.937	
Porosità	48.4	%
Grado di saturazione	88.3	%
Limite di liquidità	37.4	%
Limite di plasticità	18.9	%
Indice di plasticità	18.5	%
Indice di consistenza	0.32	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	14.8	%
Sabbia	37.9	%
Limo	22.6	%
Argilla	24.7	%
D 10	0.000200	mm
D 50	0.096703	mm
D 60	0.305593	mm
D 90	3.999401	mm
Passante set. 10	85.2	%
Passante set. 42	63.5	%
Passante set. 200	48.3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	110	kPa	σ Rim	kPa
C_U	55	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	5.3	kPa	ϕ' 29.0 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	2315	---	---
12.5 ÷ 25.0	1667	---	---
25.0 ÷ 50.0	2632	---	---
50.0 ÷ 100.0	3704	0.000914	2.42E-08
100.0 ÷ 200.0	4926	0.000847	1.69E-08
200.0 ÷ 400.0	6849	0.000376	5.38E-09
400.0 ÷ 800.0	9852	---	---
800.0 ÷ 1600.0	16895	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	31904	---	---

Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00396	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 30/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 01/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.0-8.6

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 31.5 %

Struttura del materiale: Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00397	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 28/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 28/12/20

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.0-8.6

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 = 17.5 kN/m³

Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-grigiastro
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00398	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 13/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.0-8.6

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.62**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.62**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.8 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00399	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 19/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio
SONDAGGIO: S13 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 8.0-8.6

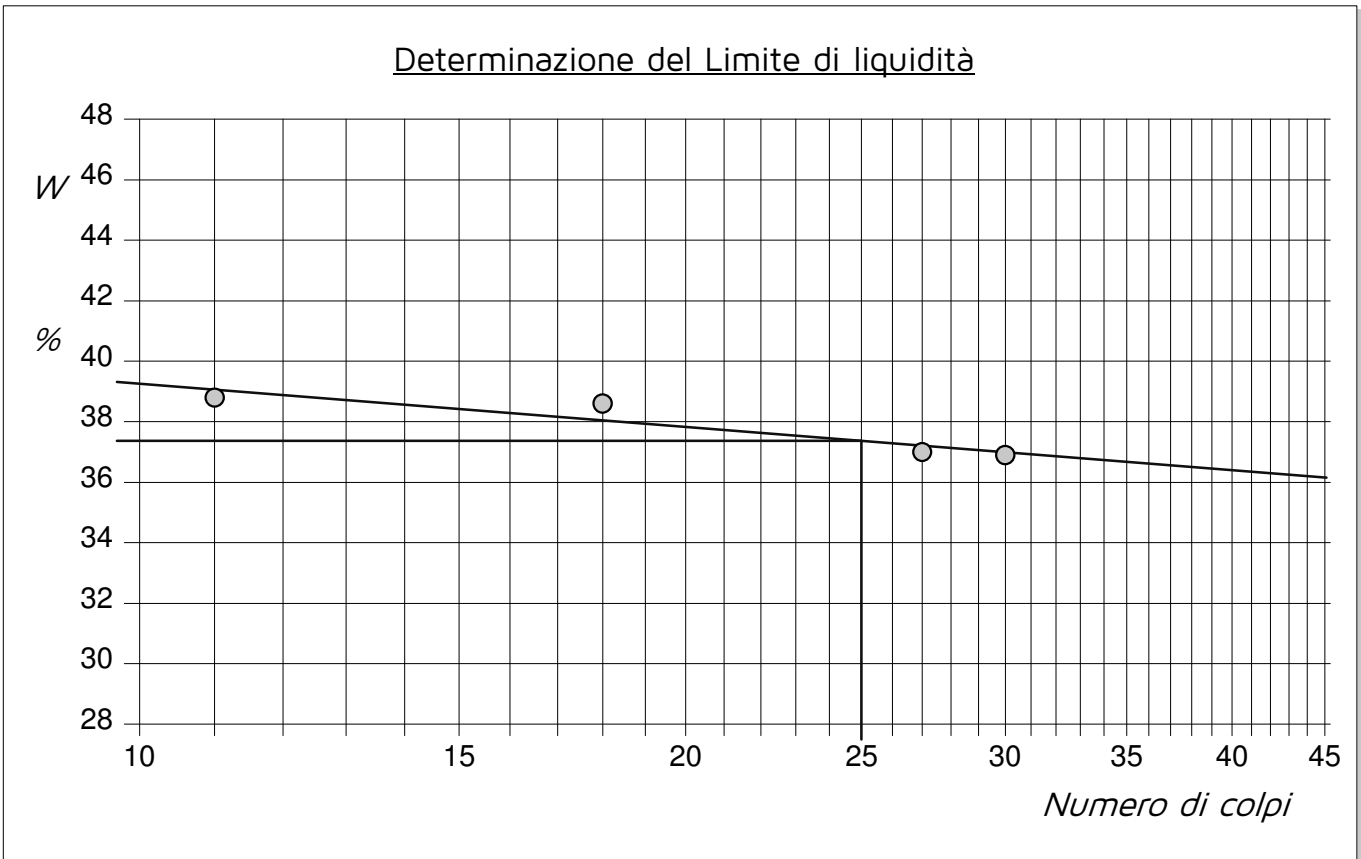
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	37.4 %
Limite di plasticità	18.9 %
Indice di plasticità	18.5 %

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	11	18	27	30	Umidità (%)	18.2	19.6
Umidità (%)	38.8	38.6	37.0	36.9	Umidità media	18.9	



Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00400 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 12/01/21

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 15/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

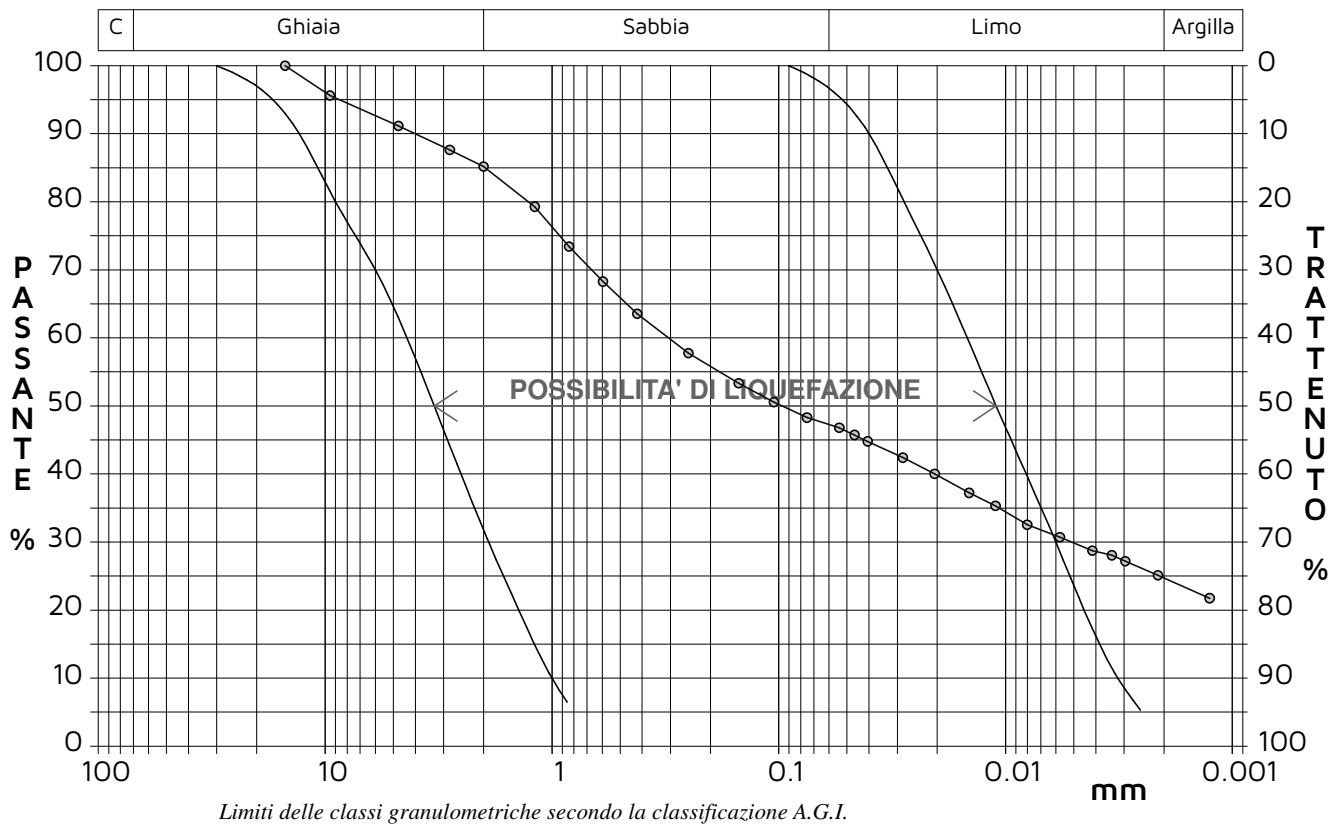
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.0-8.6

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	14.8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	85.2 %	D10	0.00020 mm
Sabbia	37.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	63.5 %	D30	0.00511 mm
Limo	22.6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	48.3 %	D50	0.09670 mm
Argilla	24.7 %			D60	0.30559 mm
Coefficiente di uniformità		1528.76	Coefficiente di curvatura		0.43
				D90	3.99940 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
15.0000	100.00	1.1900	79.27	0.1500	53.31	0.0405	44.78	0.0080	32.54
9.5200	95.63	0.8410	73.40	0.1050	50.56	0.0283	42.39	0.0058	30.73
4.7500	91.16	0.5950	68.27	0.0750	48.28	0.0205	40.00	0.0041	28.72
2.8200	87.64	0.4200	63.55	0.0541	46.79	0.0144	37.23	0.0034	28.05
2.0000	85.16	0.2500	57.76	0.0463	45.74	0.0111	35.32	0.0030	27.19

Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00401 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 28/12/20

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 15/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

CAMPIONE: C2

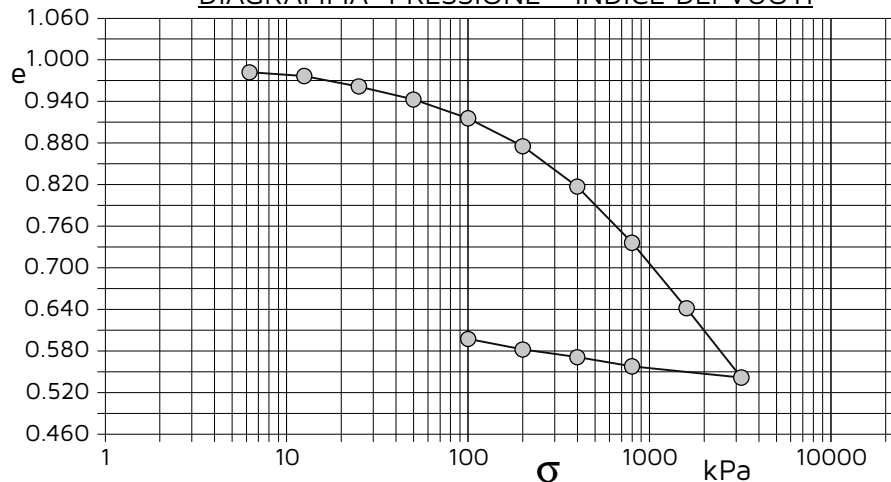
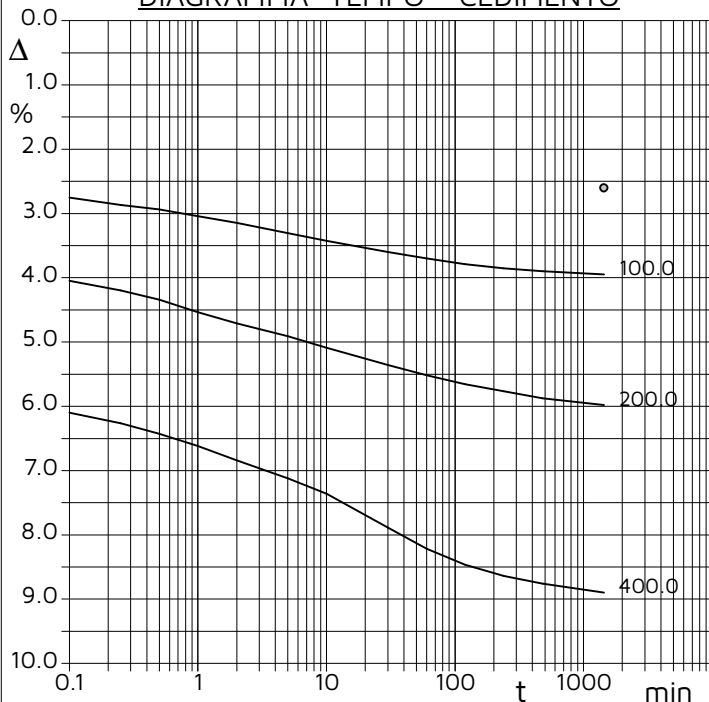
PROFONDITA': m 8.0-8.6

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	17.09
Umidità (%)	32.5
Peso specifico	2.62
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	19.95
Indice dei vuoti	0.99
Porosità (%)	49.86
Saturazione (%)	85.8

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	12.6	0.982	
12.5	18.0	0.977	0.018
25.0	33.0	0.962	0.050
50.0	52.0	0.943	0.063
100.0	79.0	0.916	0.089
200.0	119.6	0.875	0.135
400.0	178.0	0.817	0.193
800.0	259.2	0.736	0.269
1600.0	353.9	0.642	0.314
3200.0	454.2	0.542	0.332
800.0	438.1	0.558	
400.0	424.7	0.571	
200.0	413.6	0.582	
100.0	398.3	0.597	

Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-grigiastro

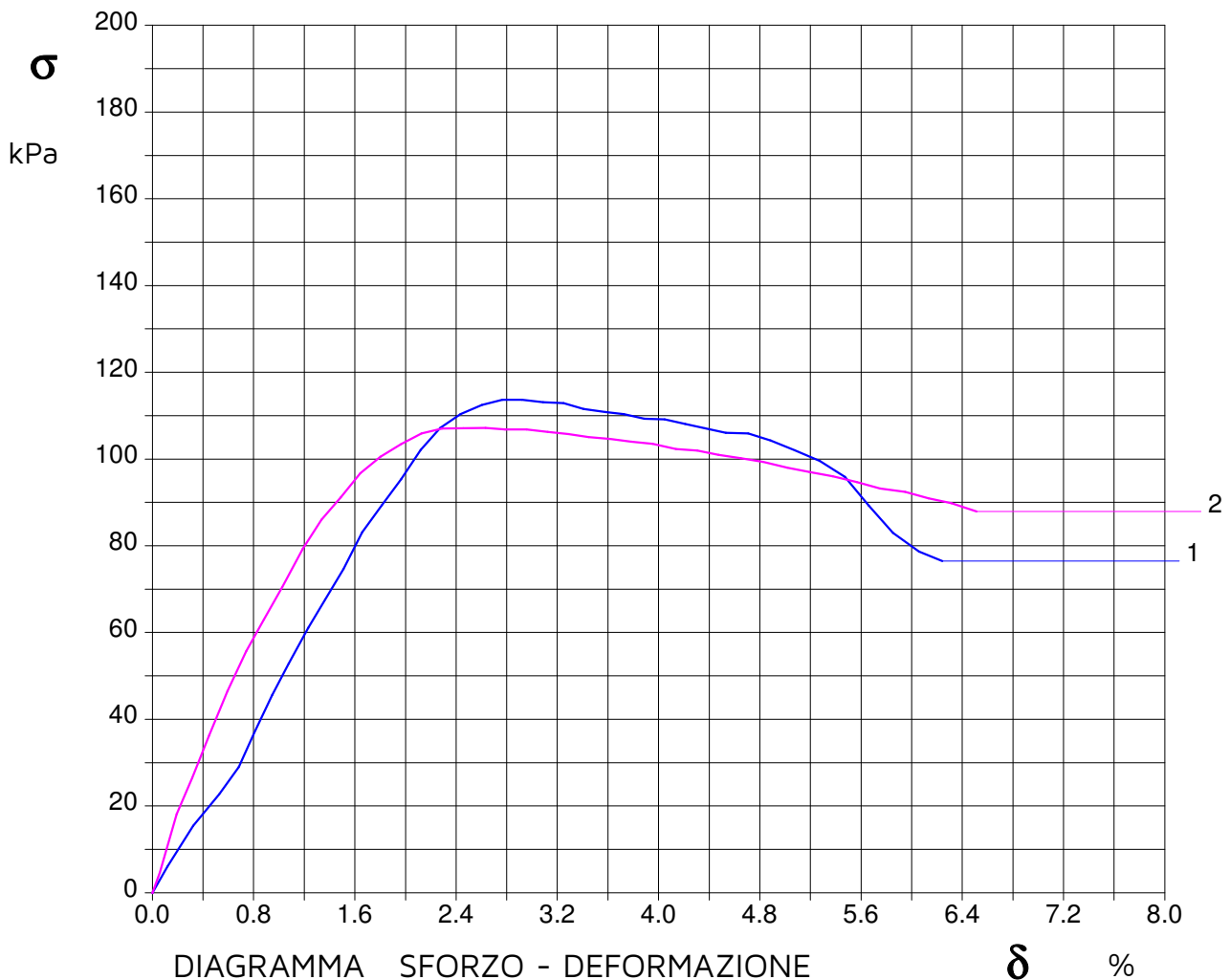
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00402	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 19/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.0-8.6

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):	17.0	17.1	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-grigiastro
 Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

**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 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00402 Pagina 0/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20

DATA DI EMISSIONE: 21/01/21

Inizio analisi: 19/01/21

Apertura campione: 30/11/20

Fine analisi: 20/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio

SONDAGGIO: S13

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.0-8.6

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
0.12	6.1			0.06	4.6	6.32	89.8				
0.32	15.5			0.19	18.1	6.51	87.9				
0.53	22.7			0.32	26.6						
0.68	29.0			0.45	36.3						
0.81	36.9			0.59	46.5						
0.95	45.6			0.74	55.6						
1.08	52.9			0.88	63.0						
1.23	61.1			1.03	70.5						
1.36	67.6			1.19	79.3						
1.51	74.6			1.33	86.0						
1.66	83.1			1.49	91.1						
1.81	89.4			1.64	96.7						
1.97	95.3			1.80	100.6						
2.12	102.1			1.97	103.5						
2.27	107.2			2.13	105.9						
2.44	110.3			2.29	107.0						
2.60	112.5			2.46	107.1						
2.77	113.6			2.63	107.2						
2.92	113.7			2.79	106.8						
3.09	113.1			2.96	106.8						
3.25	112.9			3.12	106.2						
3.41	111.6			3.29	105.7						
3.58	110.8			3.45	105.0						
3.73	110.4			3.62	104.6						
3.89	109.3			3.78	104.0						
4.05	109.1			3.95	103.5						
4.21	108.1			4.14	102.3						
4.36	107.1			4.31	102.0						
4.53	106.1			4.47	100.9						
4.71	105.9			4.65	100.2						
4.88	104.3			4.83	99.4						
5.08	102.0			5.02	98.0						
5.27	99.5			5.19	97.0						
5.47	95.9			5.38	96.0						
5.66	89.3			5.57	94.7						
5.85	83.0			5.75	93.2						
6.06	78.7			5.95	92.4						
6.24	76.4			6.13	91.0						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00403	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 13/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20		Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.0-8.6

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 (%):	33.8 24.4	34.5 24.9	33.1 23.0
Peso di volume (kN/m ³):	17.7	17.9	17.9
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.020 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

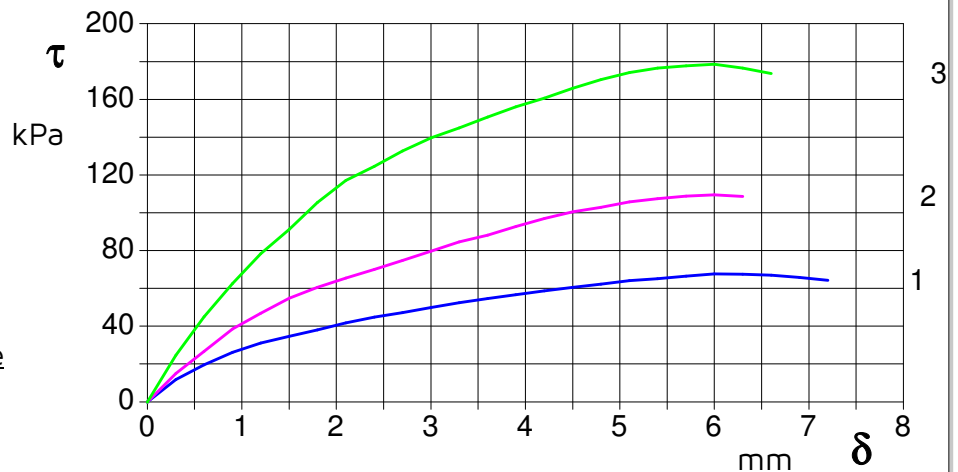
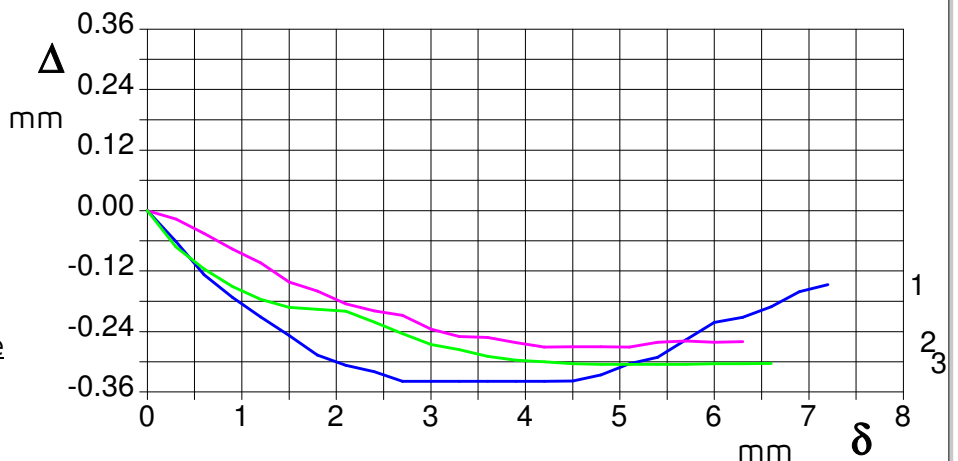


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-grigiastro
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

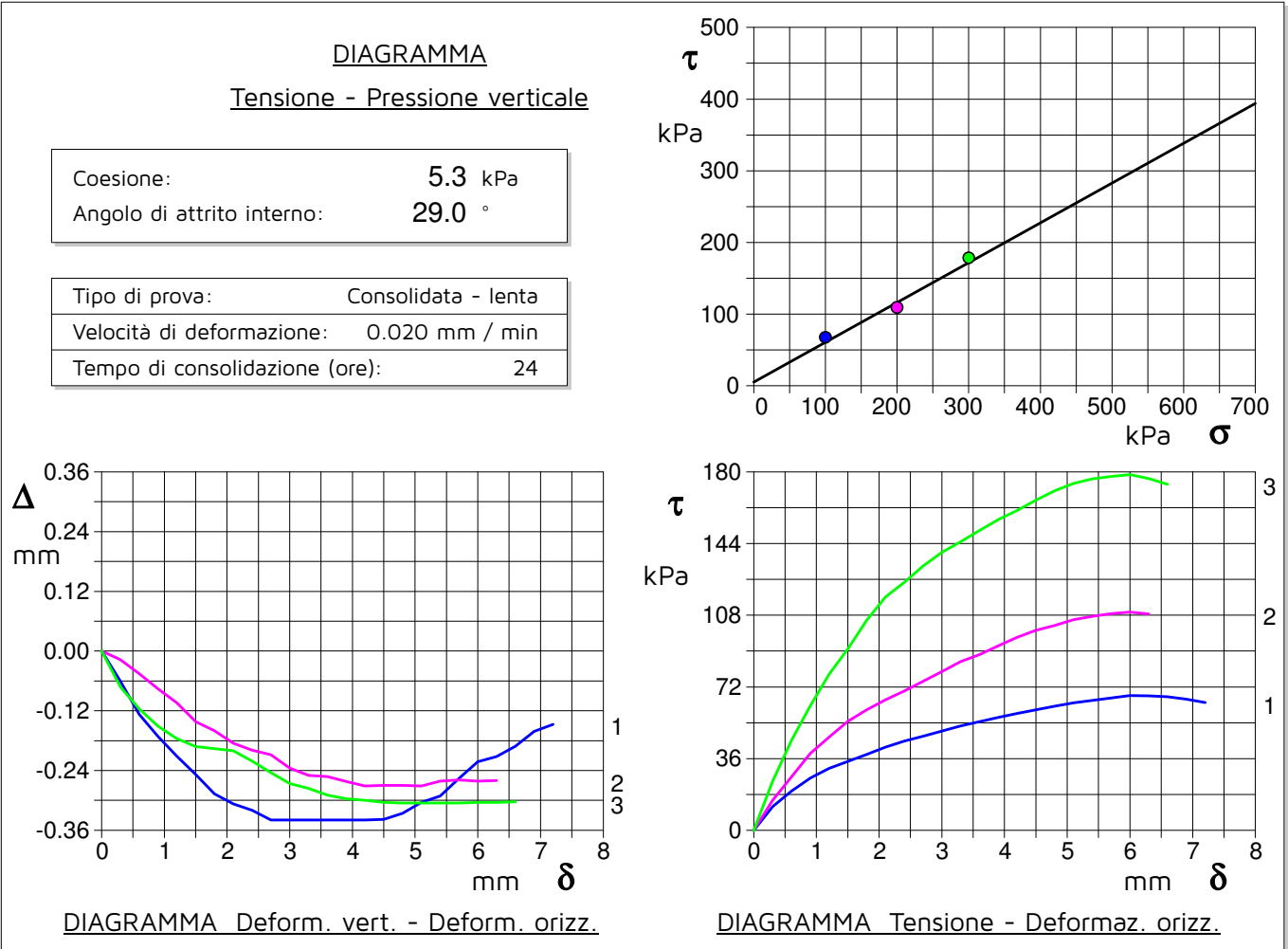
ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 21/01/21	Inizio analisi: 13/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 825 del 24/11/20	Apertura campione: 30/11/20	Fine analisi: 14/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuovo Acquedotto Marcio		
SONDAGGIO: S13	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.0-8.6

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):	68	110	179
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	6.00 -0.22	6.00 -0.26	6.00 -0.30
Umidità iniziale e umidità finale (%):	33.8 24.4	34.5 24.9	33.1 23.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17.7 16.5	17.9 16.6	17.9 16.5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	94.4 68.2	97.3 70.1	94.7 65.9



Sabbia travertinoso argillosa, ghiaiosa e limosa di colore marrone-grigiastro
Il confezionamento dei provini è stato eseguito togliendo gli inclusi più grossolani

ALLEGATO 3

Prove di permeabilità



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° **S4** ; Prova **1**

Prof. di prova **10,0** -:- **10,5** m;

Diametro perforazione (d) **0,101** m;

Area foro (A) **0,008** m²;

Lungh. rivestimento da p.c. **10,0** m;

Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) ... **0,5** m;

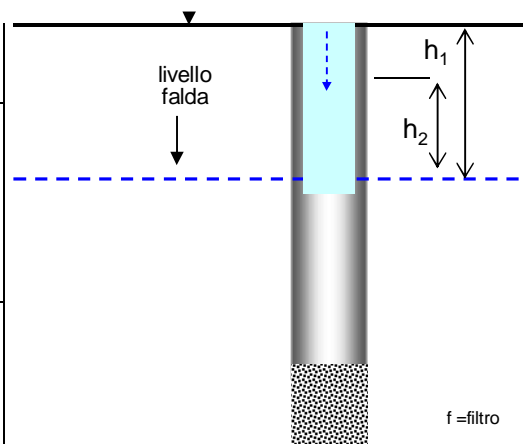
Tratto di filtro (f) **0,5** m;

Profondità falda da p.c. (Hw) m;

Coefficiente di forma (C_L) **0,50**

Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;

Altezza di carico senza falda m;



t	to = 0	0,5	1	2	4	8	10	30	45	60	Dati di prova	
h da b.f.												
h da p.c.												
h												
t												
h da b.f.												
h da p.c.												
h												
t												
h da b.f.												
h da p.c.												
h												

Essendo la portata d'immissione bassa rispetto all'elevata permeabilità del litotipo nel tratto d'indagine, non è stato possibile eseguire la prova di permeabilità.

PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° ... **S4** ; Prova **2**

Prof. di prova ... **15,0** :-: **15,5** m;

Diametro perforazione (d) **0,101** m;

Area foro (A) **0,008** m²;

Lungh. rivestimento da p.c. **15,0** m;

Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) . **0,7** m;

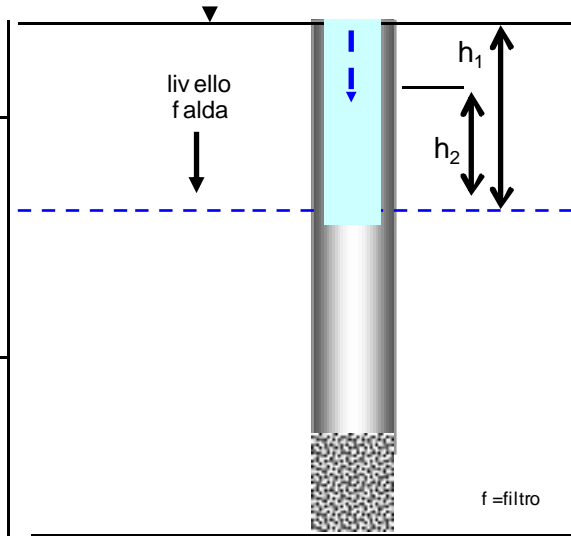
Tratto di filtro (f) **0,5** m;

Profondità falda da p.c. (Hw) m;

Coefficiente di forma (C_L) **0,50**

Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;

Altezza di carico senza falda m;

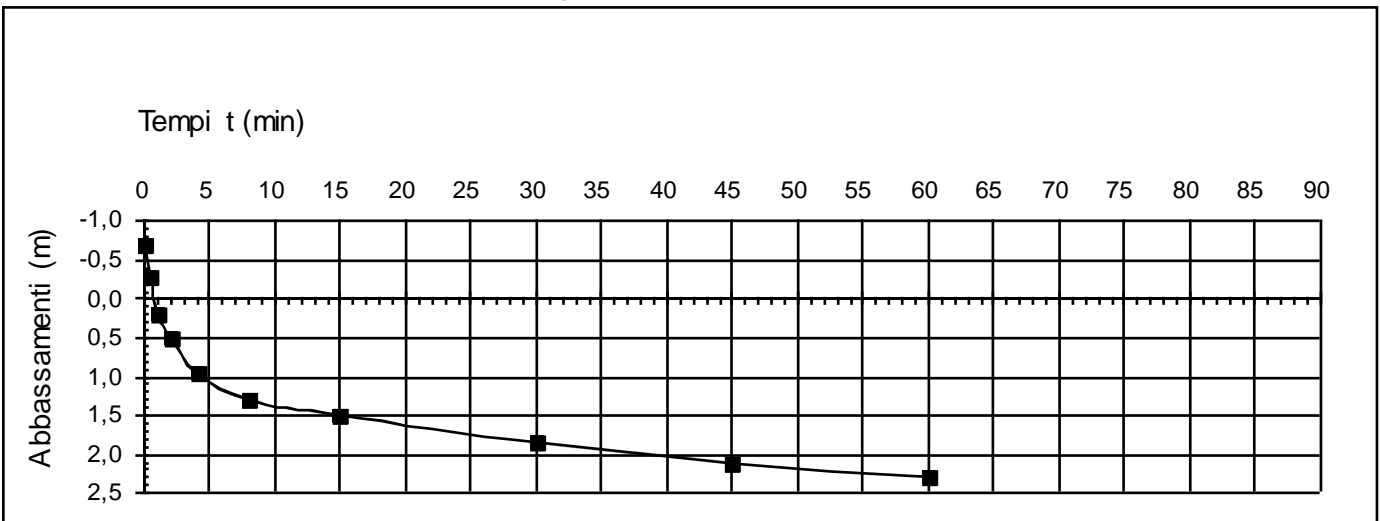


t	to = 0	0,5	1	2	4	8	15	30	45	60
h da b.f.	0,0	0,40	0,90	1,20	1,65	2,00	2,20	2,55	2,80	3,00
h da p.c.	-0,7	-0,30	0,20	0,50	0,95	1,30	1,50	1,85	2,10	2,30
h	0,70	0,30	(0,20)	(0,50)	(0,95)	(1,30)	(1,50)	(1,85)	(2,10)	(2,30)

Dati di prova

t										
h da b.f.										
h da p.c.										
h										

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **1,0** min;

Tempo finale t₂ = **60,0** min; Tot. ... 3540

Altezza acqua a t₁ . h₁ = **14,60** m;

Altezza acqua a t₂ .. h₂ = **12,50** m; h₁ / h₂ = 1,168

$$\text{Coeff. permeabilità } K = \frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)} = \frac{0,0012442}{1770} = 7,03E-07 \text{ m/sec} = 7,03E-05 \text{ cm/sec}$$



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° **S4** ; Prova **3**

Prof. di prova **25,0** -:- **25,5** m;

Diametro perforazione (d) **0,101** m;

Area foro (A) **0,008** m²;

Lungh. rivestimento da p.c. **25,0** m;

Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) ... **0,5** m;

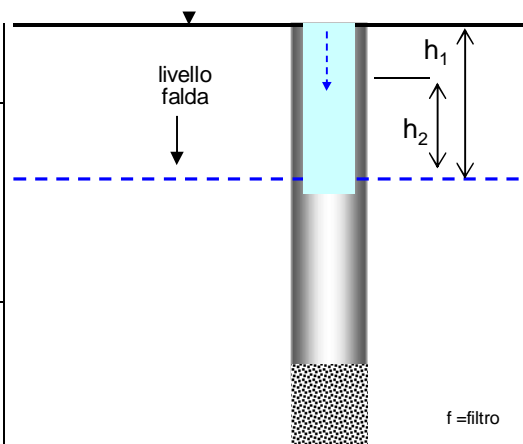
Tratto di filtro (f) **0,5** m;

Profondità falda da p.c. (Hw) m;

Coefficiente di forma (C_L) **0,50**

Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;

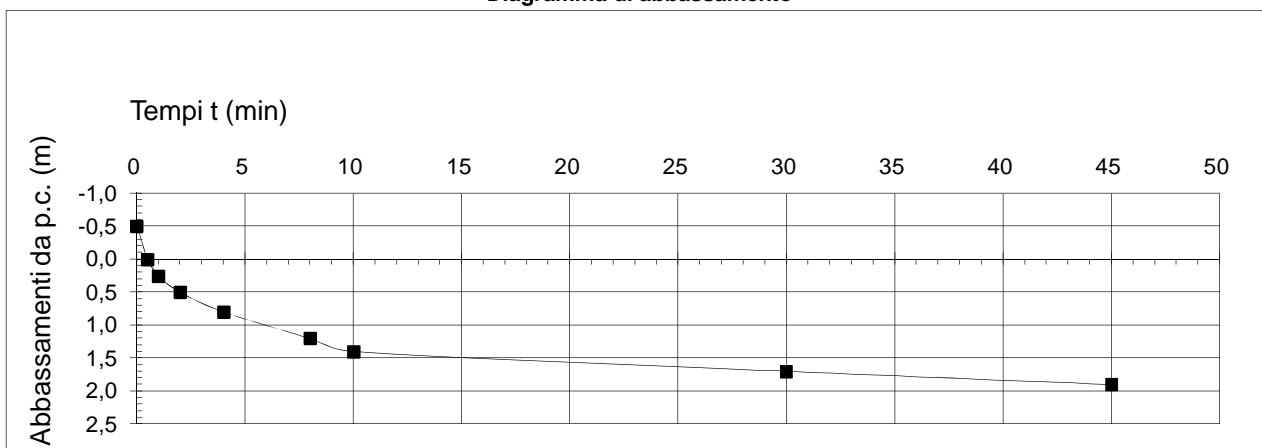
Altezza di carico senza falda m;



t	to = 0	0,5	1	2	4	8	10	30	45	60	Dati di prova
h da b.f.	0,0	0,50	0,75	1,00	1,30	1,70	1,90	2,20	2,40		
h da p.c.	-0,5	0,00	0,25	0,50	0,80	1,20	1,40	1,70	1,90		
h	0,50	0,00	(0,25)	(0,50)	(0,80)	(1,20)	(1,40)	(1,70)	(1,90)		

t											Dati di prova
h da b.f.											
h da p.c.											
h											

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,5** min; Tempo finale t₂ = **45,0** min; Tot. ... 2640

Altezza acqua a t₁ .. h₁ = **25,00** m; Altezza acqua a t₂ h₂ = **23,10** m; h₁ / h₂ = 1,082251

$$\text{Coeff. permeabilità } K = \frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)} = \frac{0,0006333}{1320} = 4,80E-07 \text{ m/sec} = 4,80E-05 \text{ cm/sec}$$

PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° ... **S6** ; Prova **1**

Prof. di prova ... **15,0** :- **15,5** m;

Diametro perforazione (d) **0,101** m;

Area foro (A) **0,008** m²;

Lungh. rivestimento da p.c. **15,0** m;

Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) . **0,6** m;

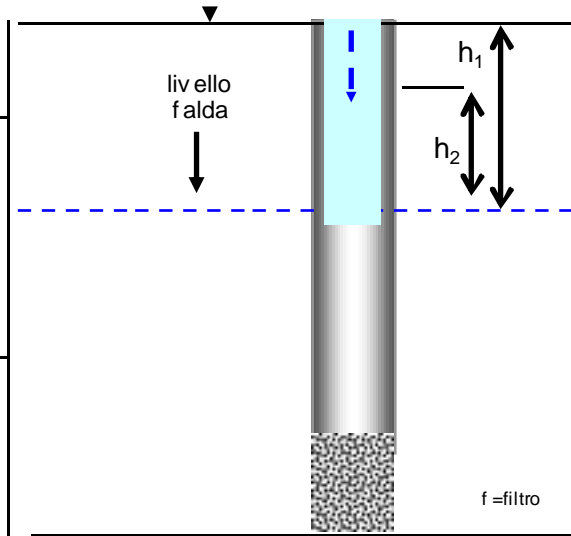
Tratto di filtro (f) **0,5** m;

Profondità falda da p.c. (Hw) m;

Coefficiente di forma (C_L) **0,50**

Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;

Altezza di carico senza falda m;

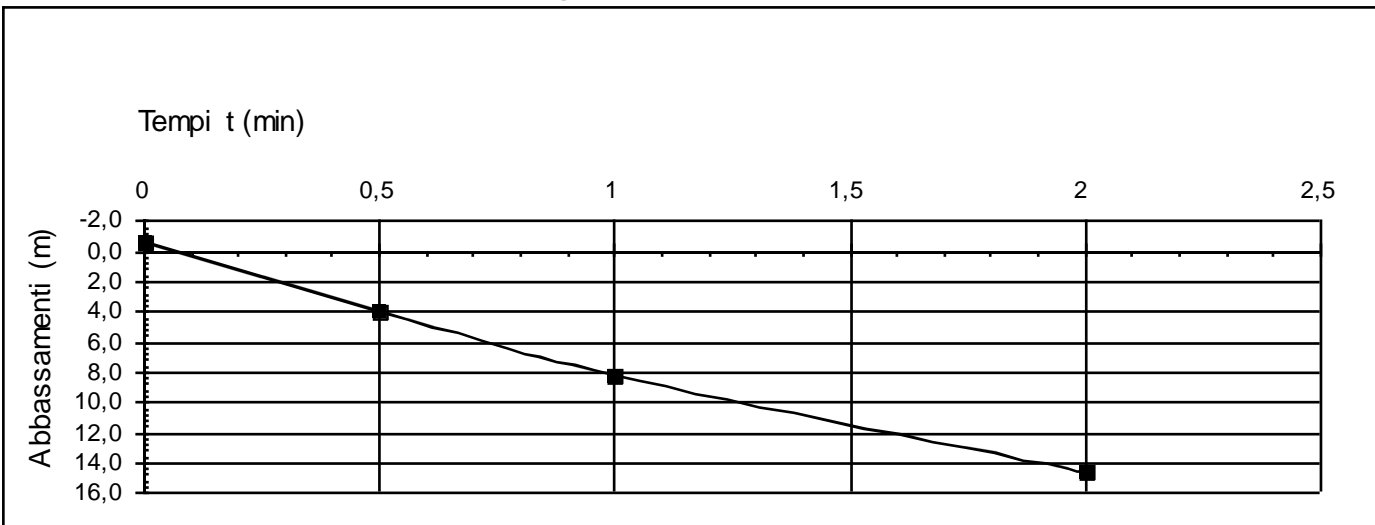


t	to = 0	0,5	1	2	4	8	15	30	45	60
h da b.f.	0,0	4,50	8,80	15,20						
h da p.c.	-0,6	3,90	8,20	14,60						
h	0,60	(3,90)	(8,20)	(14,60)						

Dati di prova

t										
h da b.f.										
h da p.c.										
h										

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,5** min; Tempo finale t₂ = **2,0** min; Tot. ... 60

Altezza acqua a t₁ . h₁ = **14,70** m; Altezza acqua a t₂ .. h₂ = **0,30** m; h₁ / h₂ = 49

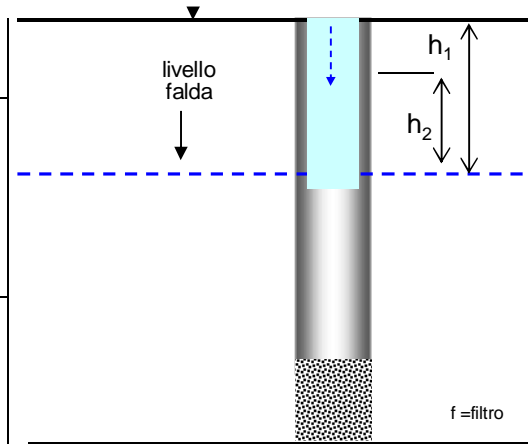
Coeff. permeabilità K = $\frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)}$ = $\frac{0,0311807}{30}$ = 1,04E-03 m/sec = **1,04E-01 cm/sec**



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° **S6** ; Prova **2**
 Prof. di prova **20,0** -:- **20,5** m;
 Diametro perforazione (d) **0,101** m;
 Area foro (A) **0,008** m²;
 Lungh. rivestimento da p.c. **20,0** m;
 Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) ... **0,6** m;
 Tratto di filtro (f) **0,5** m;
 Profondità falda da p.c. (Hw) m;
 Coefficiente di forma (C_L) **0,50**
 Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;
 Altezza di carico senza falda m;

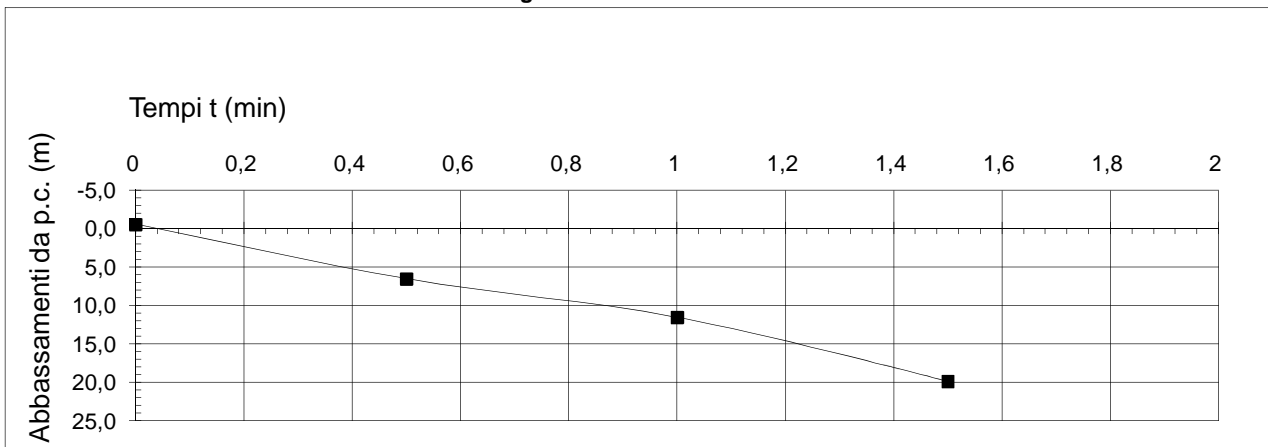


t	to = 0	0,5	1	1,5	4	8	10	30	45	60
h da b.f.	0,0	7,10	12,10	20,40						
h da p.c.	-0,6	6,50	11,50	19,80						
h	0,60	(6,50)	(11,50)	(19,80)						

Dati di prova

t										
h da b.f.										
h da p.c.										
h										

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,0** min; Tempo finale t₂ = **1,5** min; Tot. ... 60
 Altezza acqua a t₁ .. h₁ = **20,50** m; Altezza acqua a t₂ h₂ = **0,10** m; h₁ / h₂ = 205

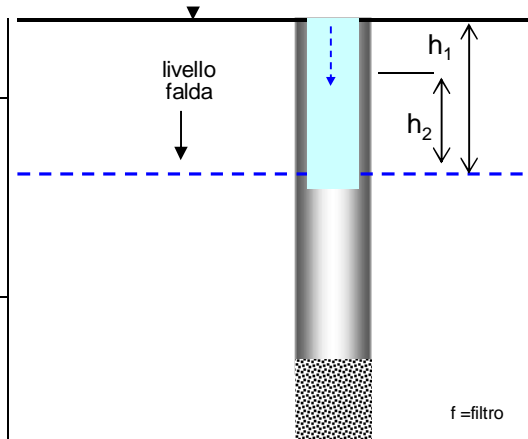
$$\text{Coeff. permeabilità } K = \frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)} = \frac{0,0426471}{30} = 1,42E-03 \text{ m/sec} = 1,42E-01 \text{ cm/sec}$$



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° **S6** ; Prova **3**
 Prof. di prova **25,0** -:- **25,5** m;
 Diametro perforazione (d) **0,101** m;
 Area foro (A) **0,008** m²;
 Lungh. rivestimento da p.c. **25,0** m;
 Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) ... **0,5** m;
 Tratto di filtro (f) **0,5** m;
 Profondità falda da p.c. (Hw) m;
 Coefficiente di forma (C_L) **0,50**
 Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;
 Altezza di carico senza falda m;

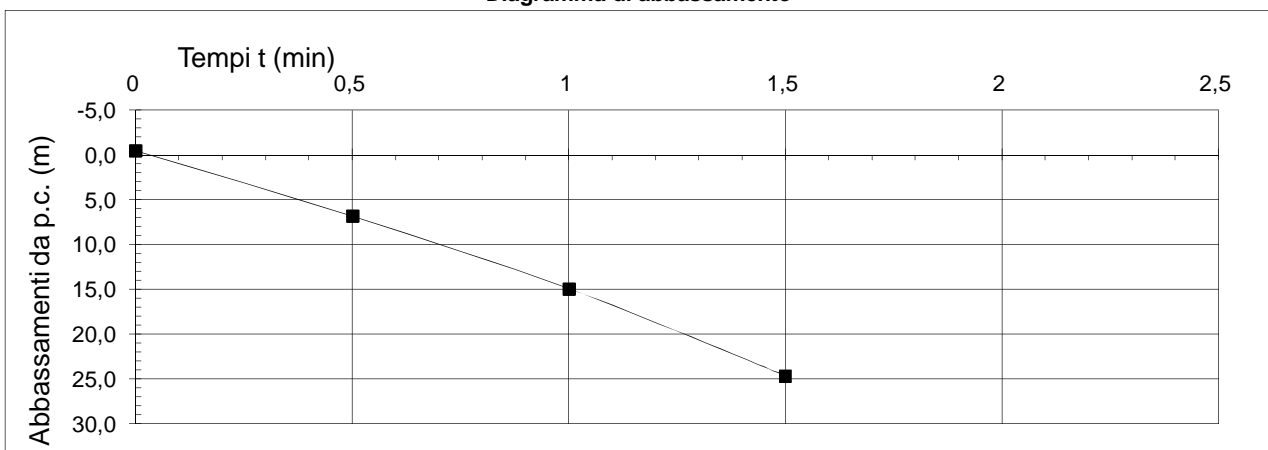


t	to = 0	0,5	1	1,5	4	8	10	30	45	60
h da b.f.	0,0	7,30	15,40	25,10						
h da p.c.	-0,5	6,80	14,90	24,60						
h	0,50	(6,80)	(14,90)	(24,60)						

Dati di prova

t										
h da b.f.										
h da p.c.										
h										

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,0** min; Tempo finale t₂ = **1,5** min; Tot. ... 60
 Altezza acqua a t₁ .. h₁ = **25,50** m; Altezza acqua a t₂ h₂ = **0,40** m; h₁ / h₂ = 63,75

Coeff. permeabilità K = $\frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)}$ = $\frac{0,033289}{30}$ = 1,11E-03 m/sec = **1,11E-01 cm/sec**

PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° ... **S8** ; Prova **1**

Prof. di prova ... **15,0** :-: **15,5** m;

Diametro perforazione (d) **0,101** m;

Area foro (A) **0,008** m²;

Lungh. rivestimento da p.c. **15,0** m;

Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) . **0,6** m;

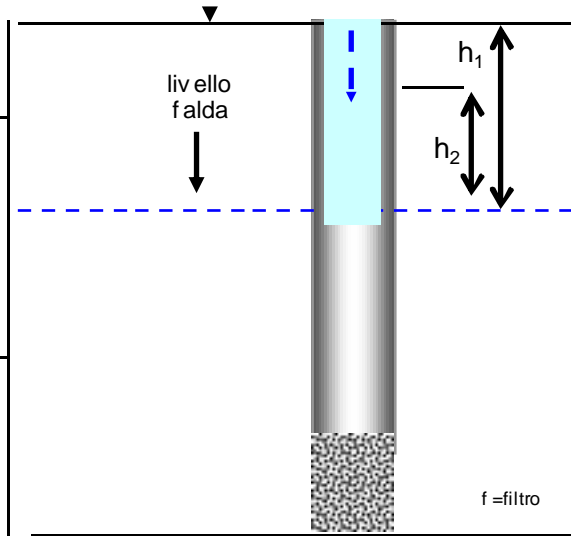
Tratto di filtro (f) **0,5** m;

Profondità falda da p.c. (Hw) m;

Coefficiente di forma (C_L) **0,50**

Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;

Altezza di carico senza falda m;

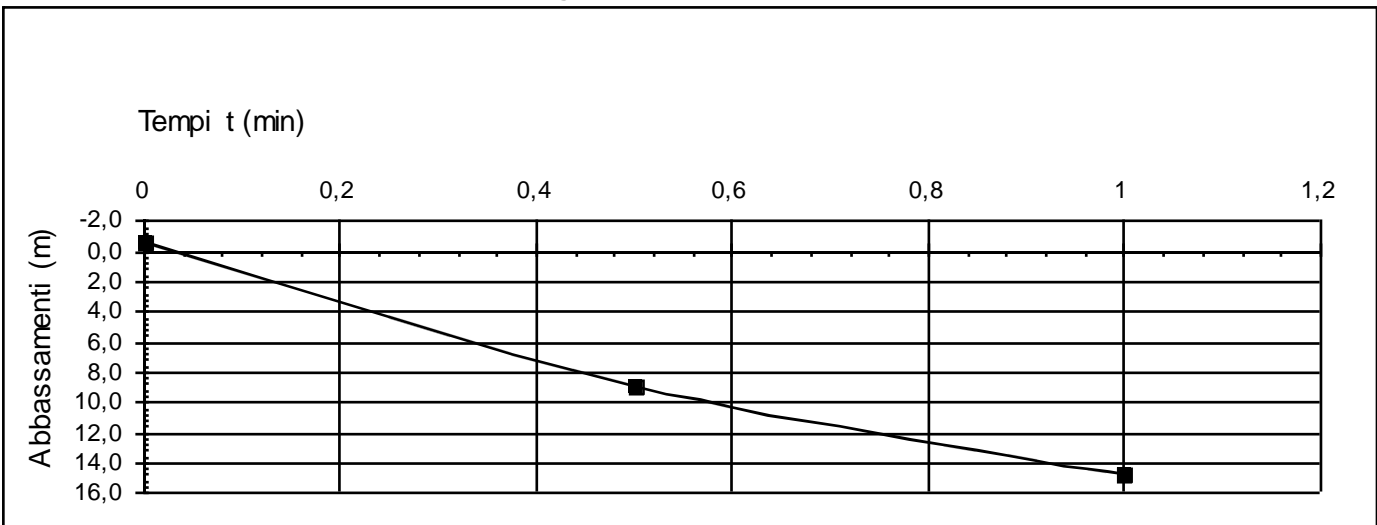


t	to = 0	0,5	1	4	8	15	30	45	60
h da b.f.	0,0	9,50	15,40						
h da p.c.	-0,6	8,90	14,80						
h	0,60	(8,90)	(14,80)						

Dati di prova

t									
h da b.f.									
h da p.c.									
h									

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,0** min;

Tempo finale t₂ = **1,0** min; Tot. ... 60

Altezza acqua a t₁ . h₁ = **15,50** m;

Altezza acqua a t₂ .. h₂ = **0,10** m; h₁ / h₂ = 155

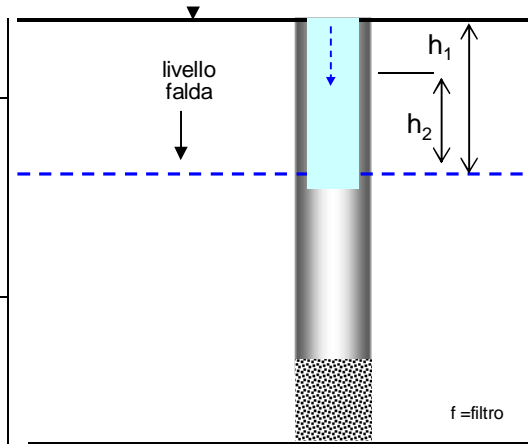
Coeff. permeabilità K = $\frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)} = \frac{0,0404071}{30} = 1,35E-03 \text{ m/sec} = 1,35E-01 \text{ cm/sec}$



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° **S8** ; Prova **2**
 Prof. di prova **20,0** -:- **20,5** m;
 Diametro perforazione (d) **0,101** m;
 Area foro (A) **0,008** m²;
 Lungh. rivestimento da p.c. **20,0** m;
 Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) ... **0,7** m;
 Tratto di filtro (f) **0,5** m;
 Profondità falda da p.c. (Hw) m;
 Coefficiente di forma (C_L) **0,50**
 Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;
 Altezza di carico senza falda m;

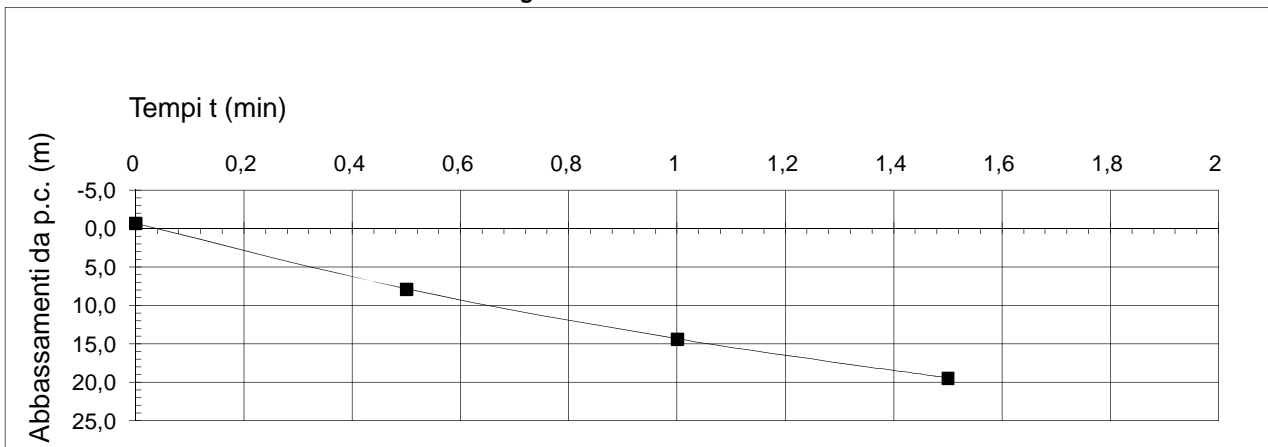


t	to = 0	0,5	1	1,5	4	8	10	30	45	60
h da b.f.	0,0	8,50	15,00	20,10						
h da p.c.	-0,7	7,80	14,30	19,40						
h	0,70	(7,80)	(14,30)	(19,40)						

t										
h da b.f.										
h da p.c.										
h										

Dati di prova

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,0** min; Tempo finale t₂ = **1,5** min; Tot. ... 60
 Altezza acqua a t₁ .. h₁ = **20,50** m; Altezza acqua a t₂ h₂ = **0,40** m; h₁ / h₂ = 51,25

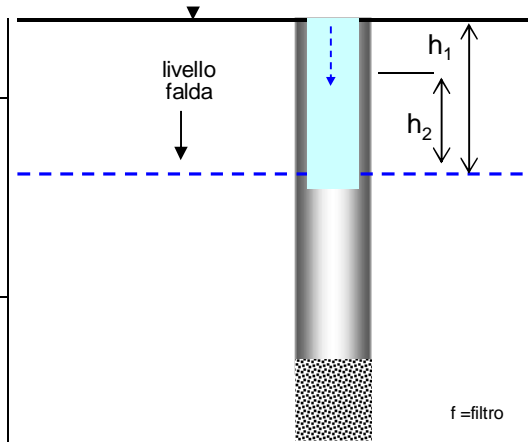
$$\text{Coeff. permeabilità } K = \frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)} = \frac{0,0315404}{30} = 1,05E-03 \text{ m/sec} = 1,05E-01 \text{ cm/sec}$$



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° **S8** ; Prova **3**
 Prof. di prova **25,0** -:- **25,6** m;
 Diametro perforazione (d) **0,101** m;
 Area foro (A) **0,008** m²;
 Lungh. rivestimento da p.c. **25,0** m;
 Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) ... **0,6** m;
 Tratto di filtro (f) **0,6** m;
 Profondità falda da p.c. (Hw) m;
 Coefficiente di forma (C_L) **0,60**
 Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;
 Altezza di carico senza falda m;

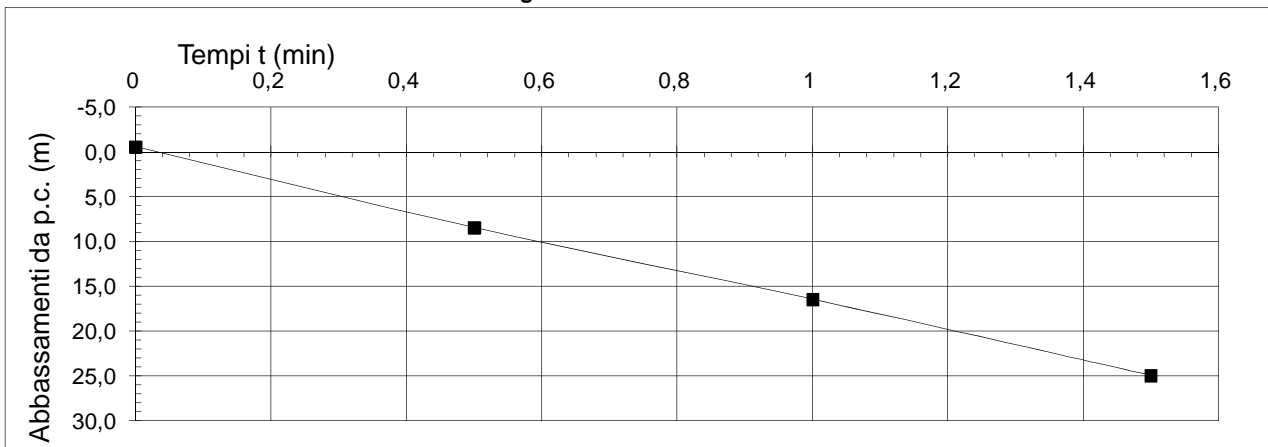


t	to = 0	0,5	1	1,5	4	8	10	30	45	60
h da b.f.	0,0	9,00	17,00	25,50						
h da p.c.	-0,6	8,40	16,40	24,90						
h	0,60	(8,40)	(16,40)	(24,90)						

Dati di prova

t										
h da b.f.										
h da p.c.										
h										

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,0** min; Tempo finale t₂ = **1,5** min; Tot. ... 60
 Altezza acqua a t₁ .. h₁ = **25,60** m; Altezza acqua a t₂ h₂ = **0,10** m; h₁ / h₂ = 256

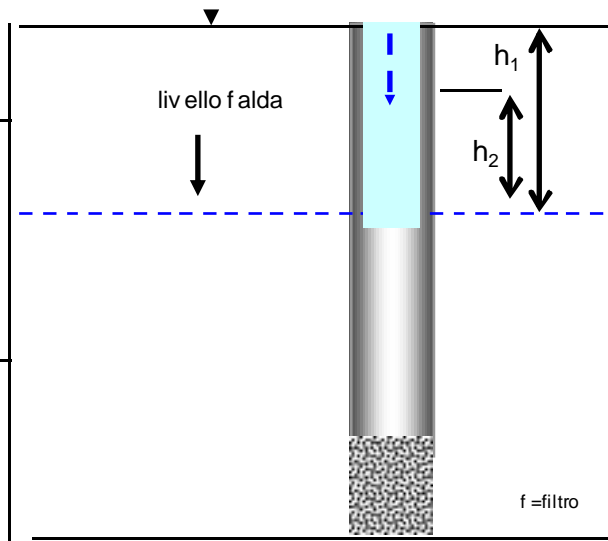
$$\text{Coeff. permeabilità } K = \frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)} = \frac{0,0444271}{36} = 1,23\text{E-}03 \text{ m/sec} = 1,23\text{E-}01 \text{ cm/sec}$$



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° ... **S12** ; Prova **1**
 Prof. di prova ... **12,0** :- **12,5** m;
 Diametro perforazione (d) **0,101** m;
 Area foro (A) **0,008** m²;
 Lung. rivestimento da p.c. **12,0** m;
 Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) . **0,7** m;
 Tratto di filtro (f) **0,5** m;
 Profondità falda da p.c. (Hw) m;
 Coefficiente di forma (C_L) **0,50**
 Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;
 Altezza di carico senza falda m;

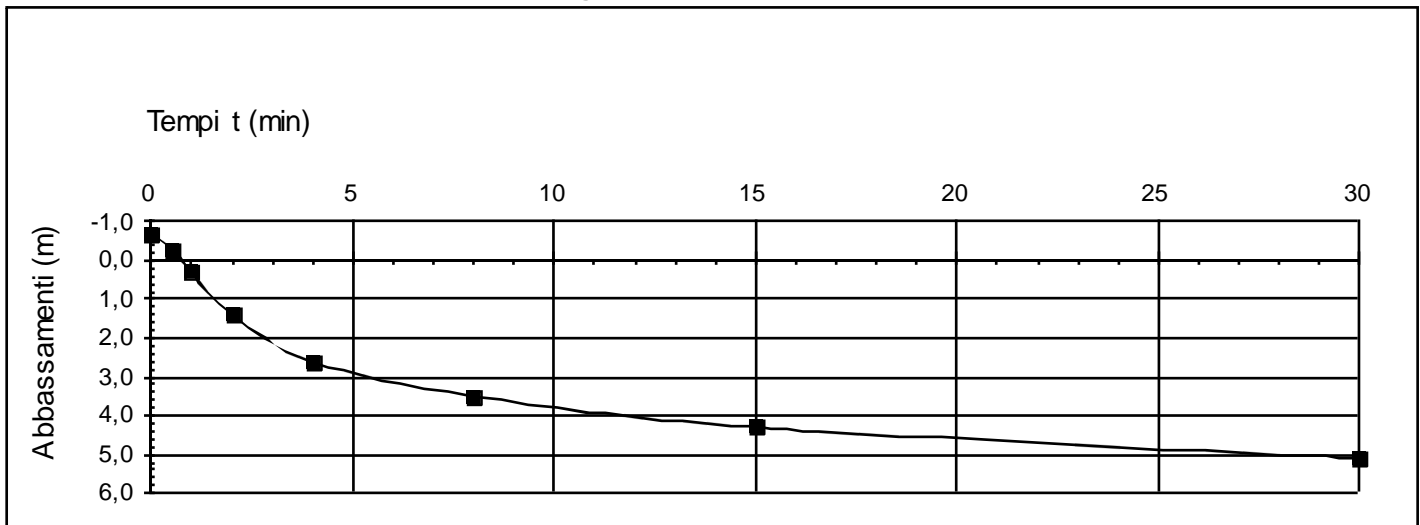


t	to = 0	0,5	1	2	4	8	15	30	45	60
h da b.f.	0,0	0,40	1,00	2,10	3,30	4,20	5,00	5,80		
h da p.c.	-0,7	-0,30	0,30	1,40	2,60	3,50	4,30	5,10		
h	0,70	0,30	(0,30)	(1,40)	(2,60)	(3,50)	(4,30)	(5,10)		

Dati di prova

t										
h da b.f.										
h da p.c.										
h										

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,5** min; Tempo finale t₂ = **30,0** min; Tot. ... 1740
 Altezza acqua a t₁ . h₁ = **12,10** m; Altezza acqua a t₂ h₂ = **6,70** m; h₁ / h₂ = 1,80597

Coef. permeabilità K = $\frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)}$ = $\frac{0,0047358}{870}$ = 5,44E-06 m/sec = **5,44E-04 cm/sec**



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

Prova
Schema di prova

Sondaggio n° **S12** ; Prova **2**

Prof. di prova **21,0** -:- **21,5** m;

Diametro perforazione (d) **0,101** m;

Area foro (A) **0,008** m²;

Lungh. rivestimento da p.c. **21,0** m;

Altezza boccaforo dal p.c. (hbf) **0,9** m;

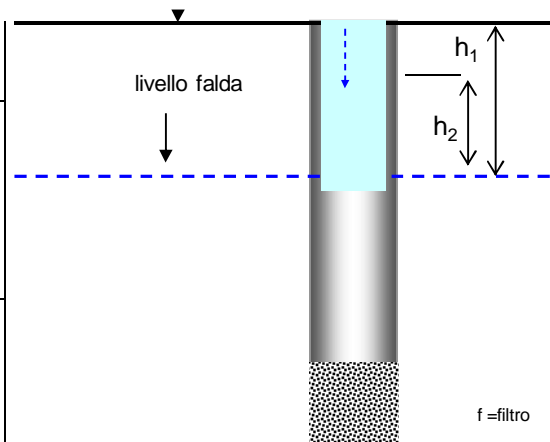
Tratto di filtro (f) **0,5** m;

Profondità falda da p.c. (Hw) m;

Coefficiente di forma (C_L) **0,50**

Altezza di carico falda da p.c. **0,0** m;

Altezza di carico senza falda m;

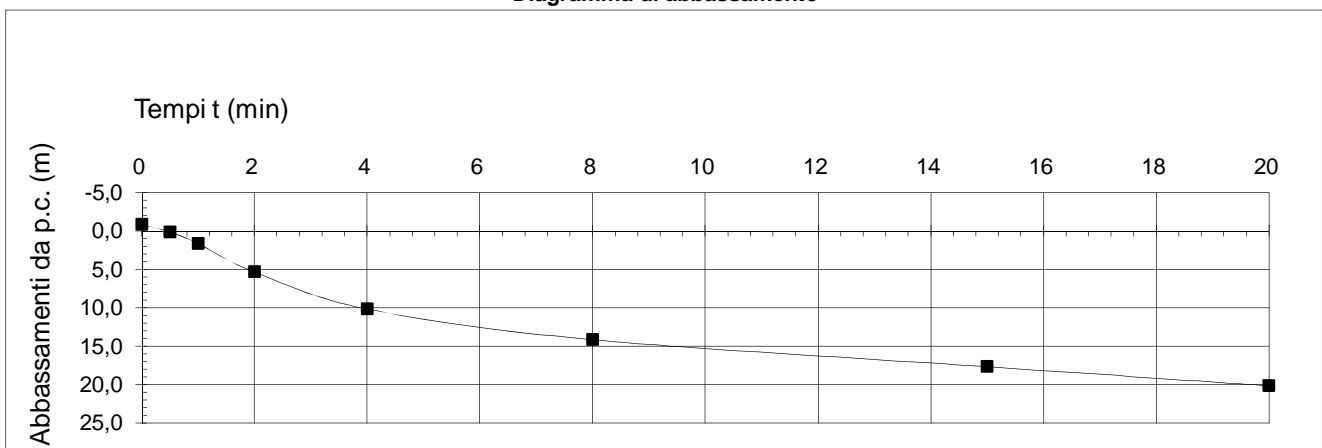


t	to = 0	0,5	1	2	4	8	15	20	45	60
h da b.f.	0,0	1,00	2,50	6,20	11,00	15,00	18,50	21,00		
h da p.c.	-0,9	0,10	1,60	5,30	10,10	14,10	17,60	20,10		
h	0,90	(0,10)	(1,60)	(5,30)	(10,10)	(14,10)	(17,60)	(20,10)		

Dati di prova

t										
h da b.f.										
h da p.c.										
h										

Diagramma di abbassamento



Tempo iniziale t₁ = **0,5** min;

Tempo finale t₂ = **20,0** min; Tot. 1140

Altezza acqua a t₁ .. h₁ = **20,50** m;

Altezza acqua a t₂ h₂ = **0,50** m; h₁ / h₂ = 41

$$\text{Coeff. permeabilità } K = \frac{A \times \ln(h_1 / h_2)}{C_L \times (t_2 - t_1)} = \frac{0,029753}{570} = 5,22E-05 \text{ m/sec} = 5,22E-03 \text{ cm/sec}$$



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>>80dB</i>
<i>Diafonia (crosstalk):</i>	<i>zero, la trasmissione è digitale</i>
<i>Dinamica del sistema:</i>	
<i>Risoluzione:</i>	<i>7.6 μV @ 27dB; 0.076 μV @ 60dB</i>
<i>Dinamica di base:</i>	<i>96dB (16 bit)</i>
<i>S/N ratio fra 0.5 e 30Hz:</i>	<i>>94dB (> 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: < 500mA</i>



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

**Prospezione Geofisica
Down Hole**

LOCALITA': Comune di Anticoli Corrado (RM)

Dicembre 2020

RELAZIONE GEOFISICA

Metodologia d'indagine

Per una definizione sismo-stratigrafica di dettaglio per la progettazione del nuovo Acquedotto Marcio, è stata eseguita un'indagine sismica di tipo Down Hole nel foro di sondaggio, nel comune di Anticoli Corrado (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.

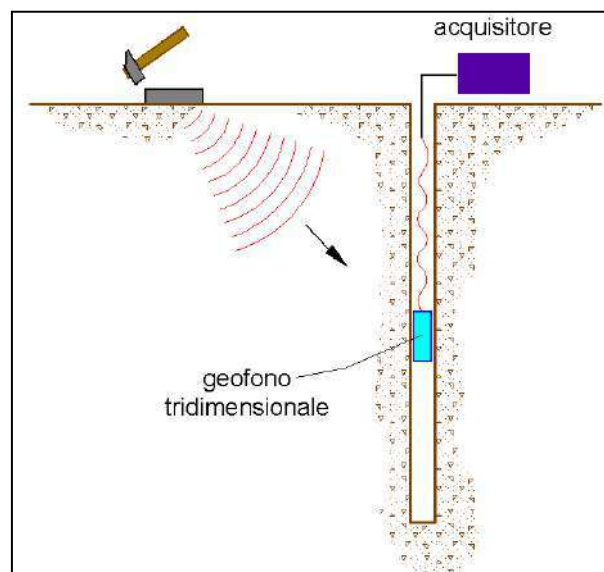


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

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:

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

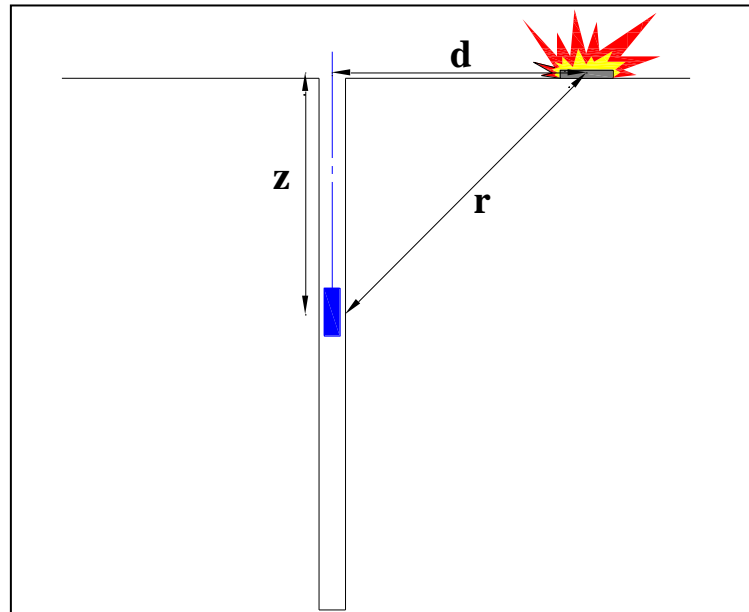


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

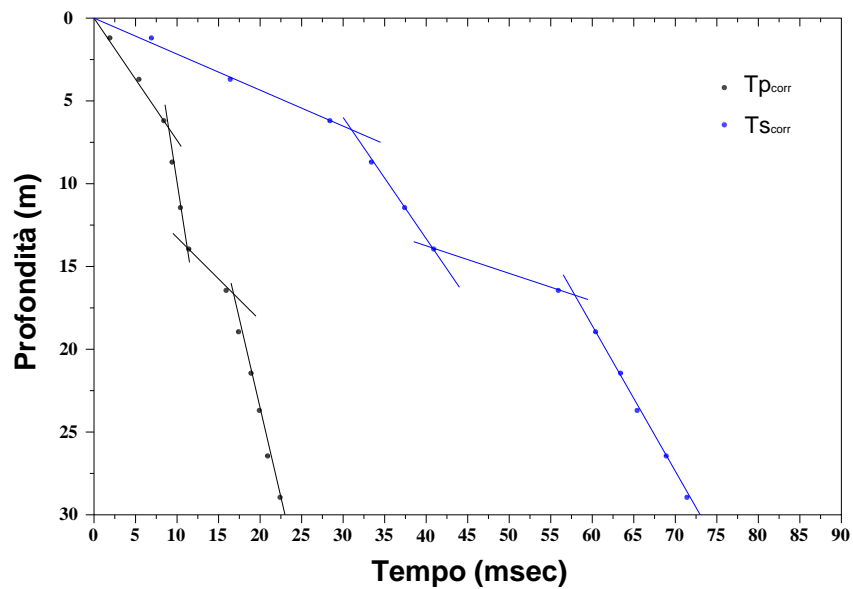


Figura 3 – Dromocrone

MISURE DOWN HOLE

Committente: Acea Elabiori s.p.a.
Cantiere: Sondaggio S6 – Comune di Anticoli Corrado (RM)

Interpretazione delle misure

Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
1.5	30	1	1

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	3.8	10
2	2.00	4.8	11.4
3	3.00	5.2	12
4	4.00	6.2	14.8
5	5.00	7.1	17.9
6	6.00	7.9	19.5
7	7.00	9.7	22.5
8	8.00	10.6	24.1
9	9.00	11.2	27.4
10	10.00	11.7	28.2
11	11.00	12.9	30.8
12	12.00	13.1	33.1
13	13.00	14.7	36.2
14	14.00	15.6	37.1
15	15.00	16.7	39.6
16	16.00	18.5	42.8
17	17.00	19.3	46.3
18	18.00	20.6	48.2
19	19.00	21.5	50.2
20	20.00	21.6	54.3
21	21.00	22.4	56.5
22	22.00	23	59
23	23.00	23.9	60
24	24.00	24.8	61.6
25	25.00	25.9	62.5
26	26.00	27.5	64.2
27	27.00	28.2	66.2
28	28.00	28.7	68
29	29.00	29.2	69.3
30	30.00	30.3	72.6
31	31.00	31	74
32	32.00	31.8	76.3

33	33.00	32.9	78.4
34	34.00	34	80.9
35	35.00	34.8	81.4
36	36.00	35.4	83.8
37	37.00	36.5	85.4
38	38.00	37.6	87.6
39	39.00	38.6	90.3
40	40.00	39.5	92.6

Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.8028	2.1079	5.5470
2.5000	3.8400	9.1200
3.3541	4.6510	10.7331
4.2720	5.8052	13.8577
5.2202	6.8006	17.1451
6.1847	7.6641	18.9178
7.1589	9.4847	22.0006
8.1394	10.4185	23.6872
9.1241	11.0476	27.0272
10.1119	11.5706	27.8880
11.1018	12.7817	30.5176
12.0934	12.9988	32.8444
13.0863	14.6031	35.9614
14.0801	15.5112	36.8889
15.0748	16.6171	39.4035
16.0702	18.4192	42.6132
17.0661	19.2253	46.1208
18.0624	20.5288	48.0335
19.0591	21.4333	50.0443
20.0562	21.5395	54.1479
21.0535	22.3431	56.3564
22.0511	22.9467	58.8633
23.0489	23.8493	59.8728
24.0468	24.7517	61.4800
25.0450	25.8535	62.3878
26.0432	27.4544	64.0934
27.0416	28.1566	66.0981
28.0402	28.6589	67.9026
29.0388	29.1610	69.2075
30.0375	30.2622	72.5094
31.0363	30.9638	73.9135
32.0351	31.7651	76.2163
33.0341	32.8661	78.3191
34.0331	33.9670	80.8214
35.0321	34.7681	81.3254
36.0312	35.3693	83.7274

37.0304	36.4700	85.3299
38.0296	37.5707	87.5318
39.0288	38.5715	90.2333
40.0281	39.4723	92.5350

Metodo diretto

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	414.89
Categoria del suolo	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).

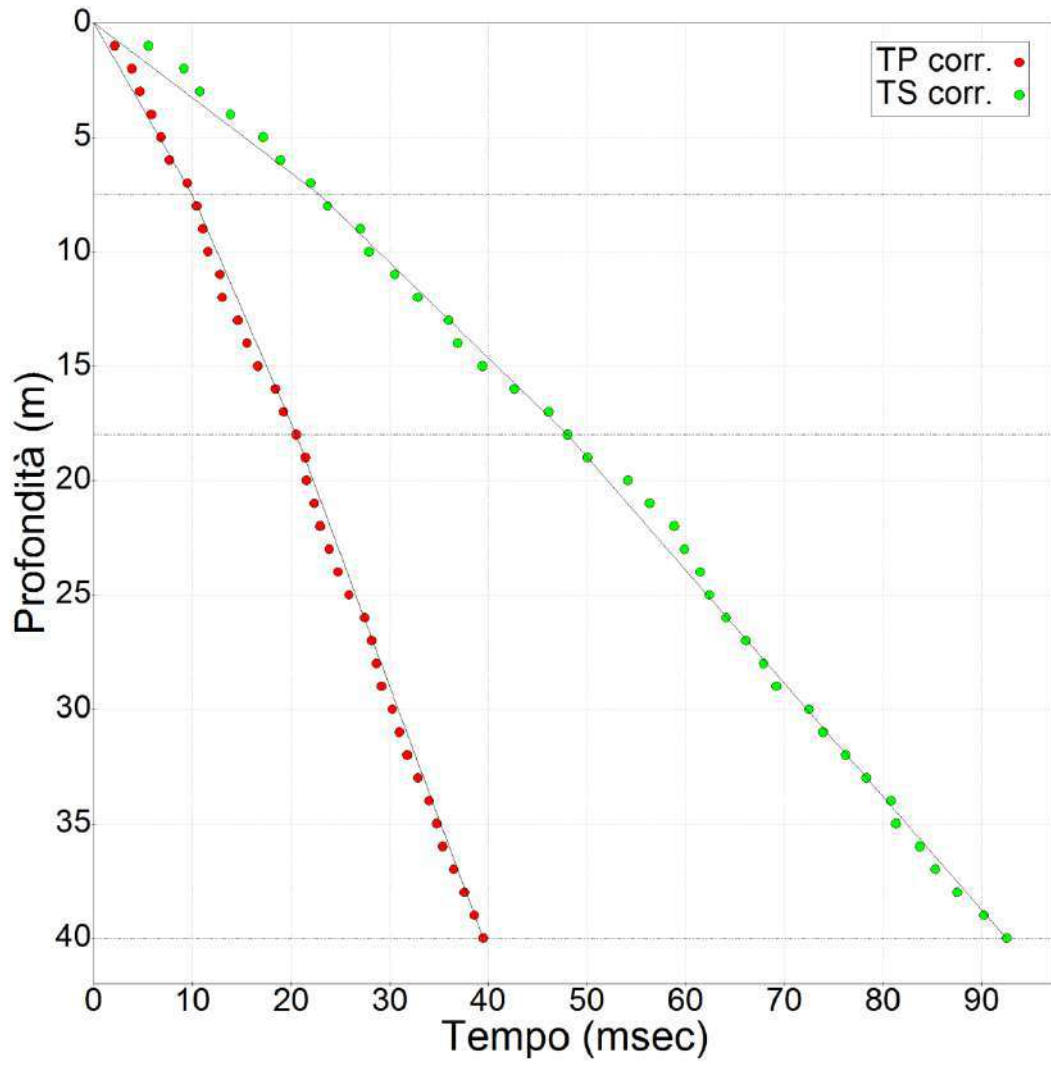
Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
Sismostrato 1	7.50
Sismostrato 2	18.00
Sismostrato 3	40.00

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]
7.50	753.77	328.37	19.96	0.37	219.43	1156.23	606.89	863.65
18.00	992.44	416.83	20.56	0.38	364.26	2064.89	1014.76	1579.21
40.00	1161.56	494.27	20.66	0.38	514.71	2842.61	1430.32	2156.33

Dromocrone e sismostratigrafia



328.37	753.77
416.83	992.44
494.27	1161.56

Vp — Vs — m/s

	7.50	Sismostrato 1
	18.00	Sismostrato 2
	40.00	Sismostrato 3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ALLEGATO 5

Indagine Geofisica - MASW

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>>80dB</i>
<i>Diafonia (crosstalk):</i>	<i>zero, la trasmissione è digitale</i>
<i>Dinamica del sistema:</i>	
<i>Risoluzione:</i>	<i>7.6 μV @ 27dB; 0.076 μV @ 60dB</i>
<i>Dinamica di base:</i>	<i>96dB (16 bit)</i>
<i>S/N ratio fra 0.5 e 30Hz:</i>	<i>>94dB (> 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: < 500mA</i>



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

DETERMINAZIONE V_{sh} CON METODOLOGIA MASW

LOCALITA': Comune di Anticoli Corrado (RM)

Dicembre 2020

RELAZIONE GEOFISICA

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. 34/2020 emesso da Acea Elabiori Spa, è stata eseguita un'indagine geofisica al fine di determinare la velocità delle onde sismiche.

L'indagine è consistita nella realizzazione di n.3 sezioni sismiche a 12 canali con acquisizione dei dati ottimizzata per elaborazione mediante analisi "MASW", ovvero Multichannel Analysis of Surface Waves, consentendo la determinazione delle V_{SH} dell'area in esame.

Metodologia d'indagine

Al fine di effettuare la caratterizzazione microsismica del sito, come previsto dalla normativa vigente, sono state eseguite n.3 sezioni sismiche con acquisizione dei dati finalizzata all'analisi "Masw", ovvero Multichannel Analysis of Surface Waves.

Il sistema Masw consiste nel misurare le velocità delle onde superficiali a differenti frequenze, la variazione delle quali viene chiamata dispersione, dovuta alla stratificazione delle velocità delle onde S nella determinazione dello spettro di velocità. Grazie ad un metodo di inversione della curva di dispersione con software Easy Masw, le misure permettono di determinare il profilo verticale delle V_{SH} che rappresenta un valore medio della velocità delle onde S fino alla profondità del substrato rigido.

Lo strumento è composto da una sorgente di onde sismiche, da 12 geofoni con frequenza 4,5 Hz posti a 3,0 metri di distanza, per la misurazione dell'intensità e dei tempi di arrivo del treno di onde e da un dispositivo hardware di registrazione dei dati.

La sorgente delle onde sismiche è costituita dall'impatto di un martello di 8 Kg su una piastra posizionata perpendicolarmente al terreno, in grado di generare un treno di onde sismiche, i cui tempi di arrivo e l'intensità delle stesse vengono registrate dai geofoni ed inviate al sismografo centrale di acquisizione.

Si eseguono diverse energizzazioni e si misura l'attenuazione del segnale sismico lungo la stessa.

I risultati delle prove consistono in una curva di dispersione ed in uno spettro di velocità, con un profilo verticale delle onde S.

La velocità di propagazione media delle onde di taglio o "S" calcolata fino alla profondità del substrato rigido, dei terreni in oggetto è stata determinata utilizzando i dati del modello medio ottenuto dall'inversione delle curve di dispersione e risulta pari a:

MASW 4.1 – V_{SH} del modello medio: 416.20 m/s

MASW 4.2 – V_{SH} del modello medio: 401.09 m/s

MASW 8.1 – V_{SH} del modello medio: 354.28 m/s

MASW 8.2 – V_{SH} del modello medio: 235.05 m/s

MASW 13.1 – V_{SH} del modello medio: 385.93 m/s

MASW 13.2 – V_{SH} del modello medio: 399.56 m/s

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008; successivo aggiornamento approvato con Decreto Ministeriale del 17/01/2018 pubblicato su Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8).

A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

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).

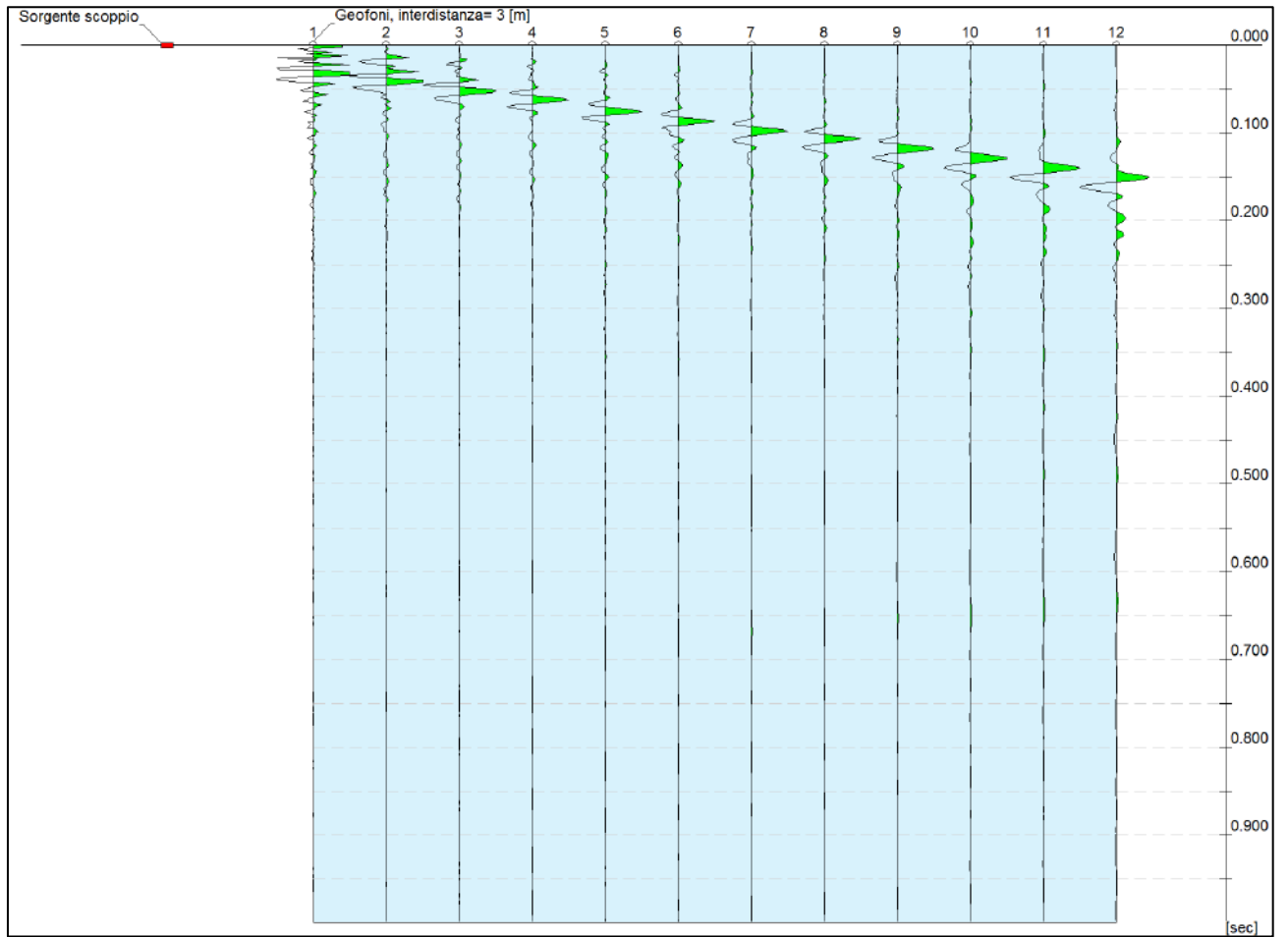
C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s

E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

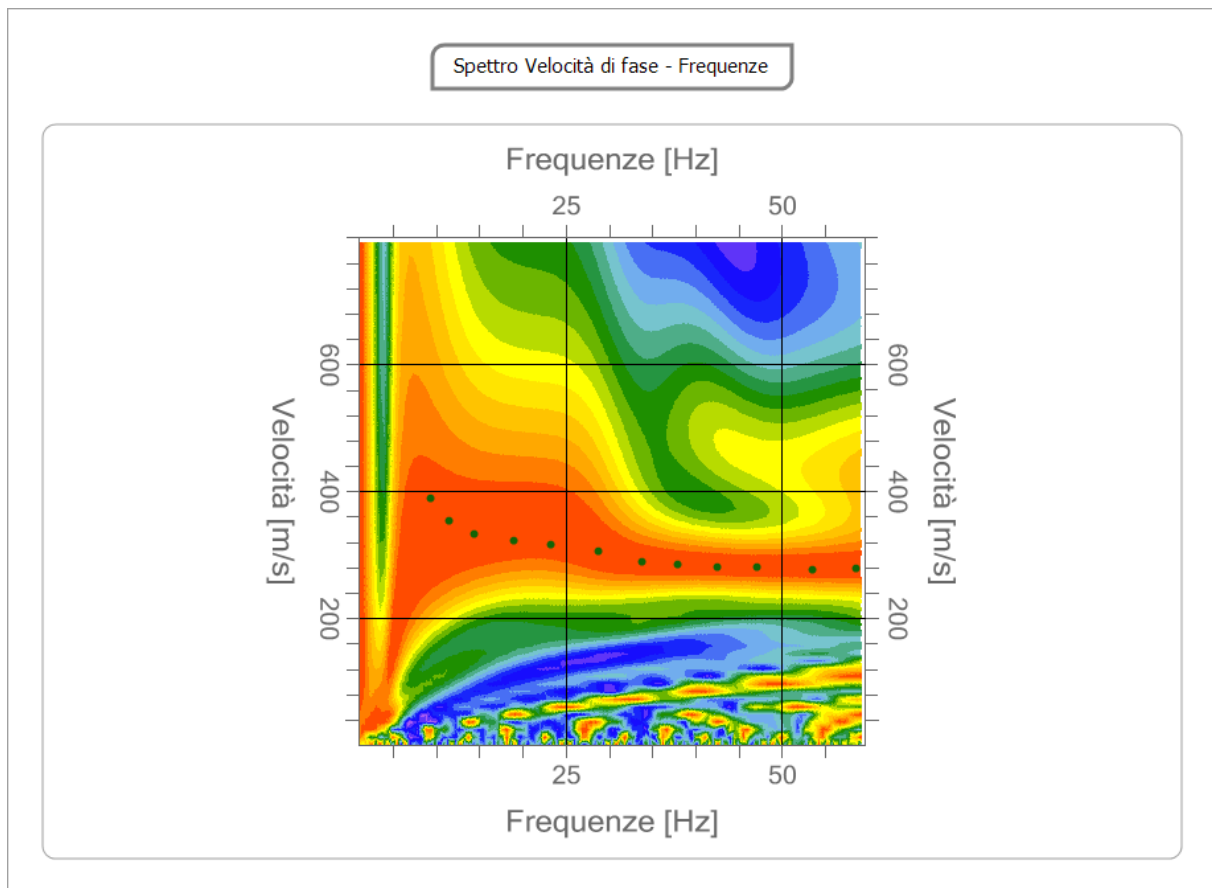
ELABORAZIONE ANALISI MASW – 4.1

Tracce



Curva di dispersione

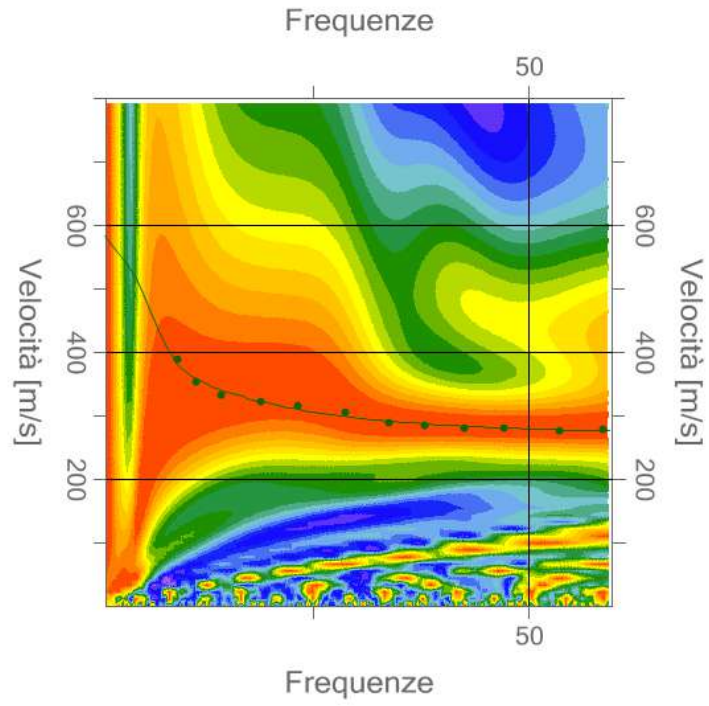
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.4	388.4	0
2	11.5	353.2	0
3	14.4	333.4	0
4	19.0	322.4	0
5	23.3	315.8	0
6	28.8	304.8	0
7	33.9	289.3	0
8	37.9	284.9	0
9	42.6	280.5	0
10	47.1	280.5	0
11	53.6	276.1	0
12	58.6	278.3	0



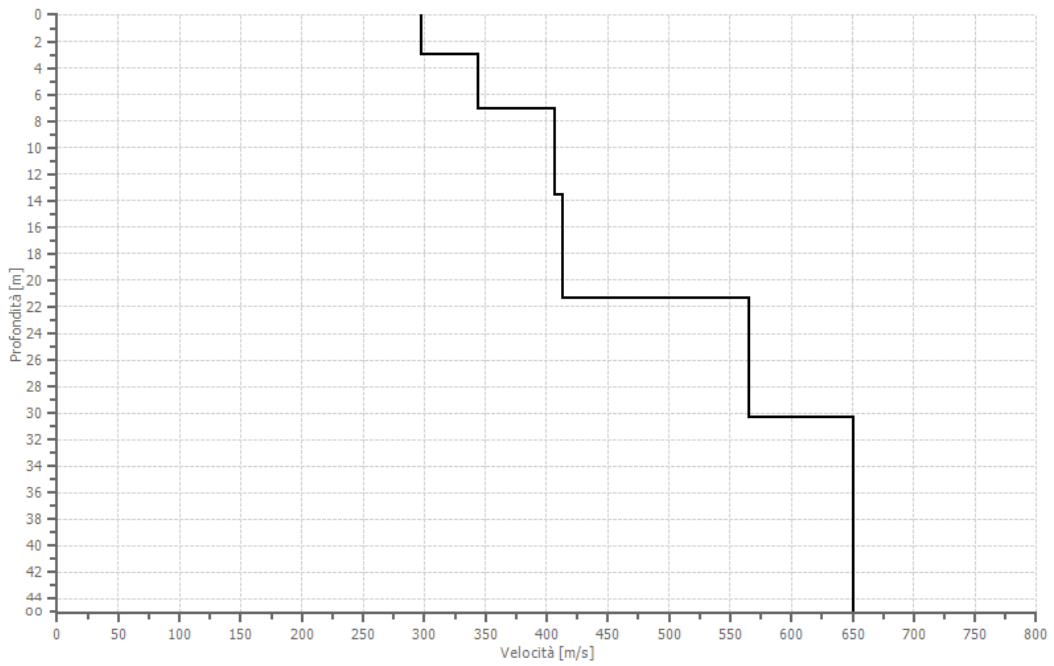
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.2	No	485.1	297.1
2		7.07	4.07	1800.0	0.3	No	642.4	343.4
3		13.54	6.47	1800.0	0.3	No	761.1	406.8
4		21.35	7.80	1800.0	0.3	No	772.6	413.0
5		30.35	9.00	1800.0	0.3	No	1056.5	564.7
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1217.9	651.0

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

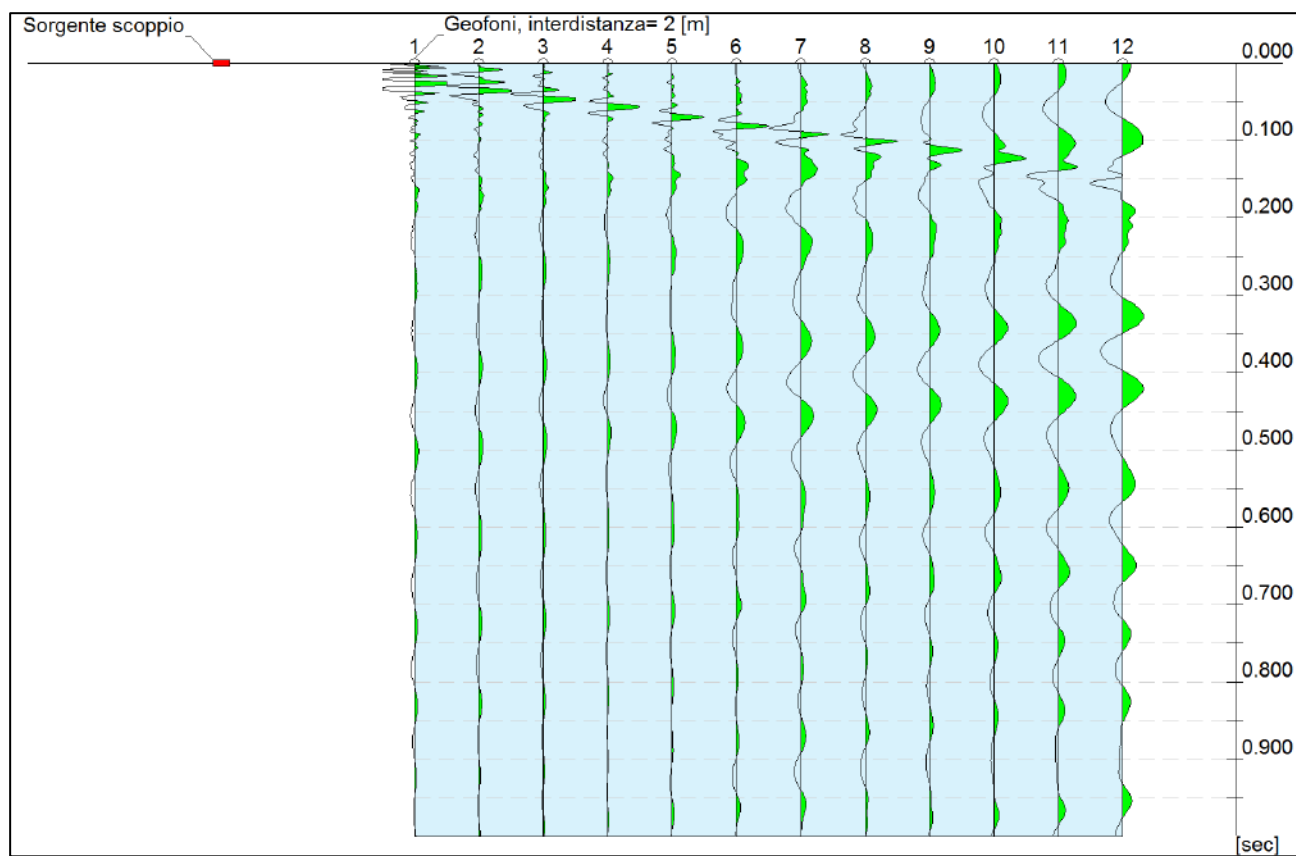
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	416.20
Categoria del suolo	B

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).



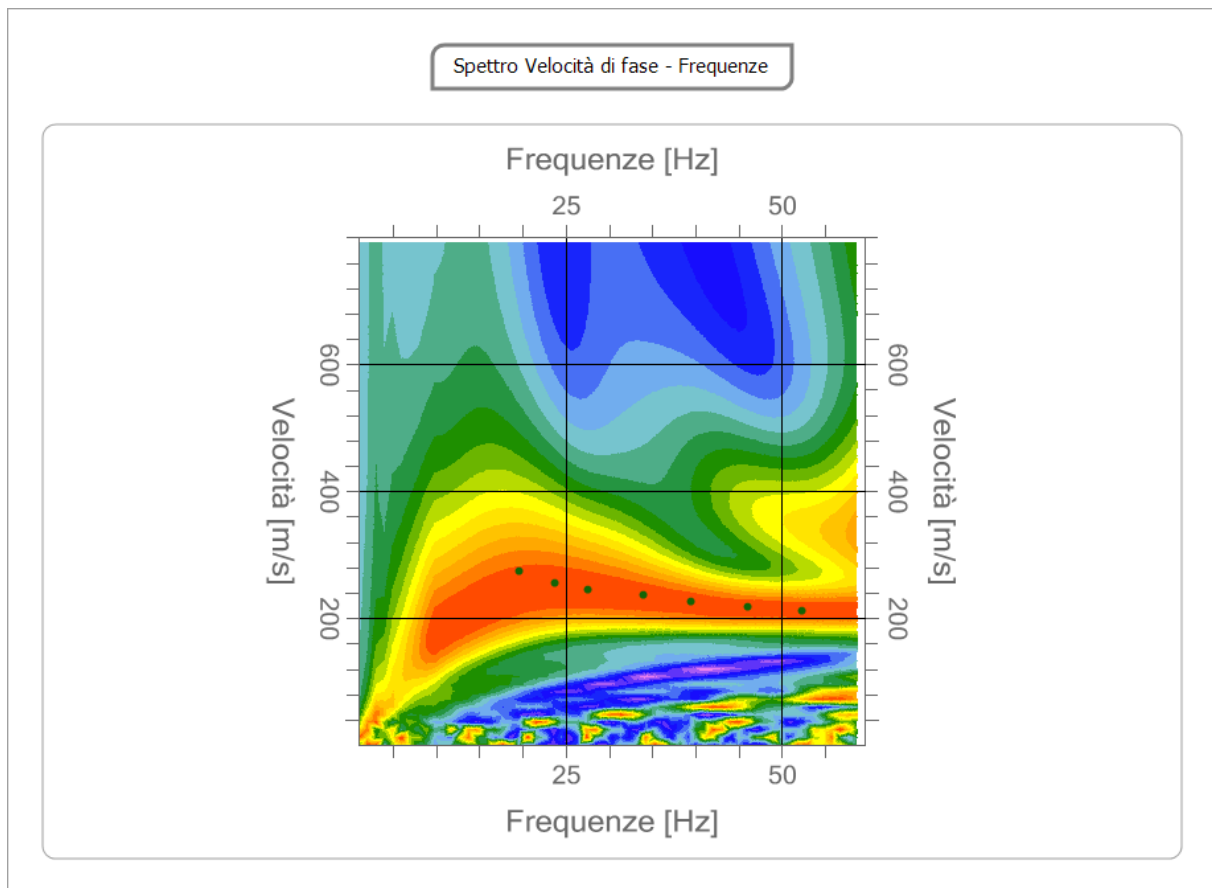
ELABORAZIONE ANALISI MASW – 4.2

Tracce



Curva di dispersione

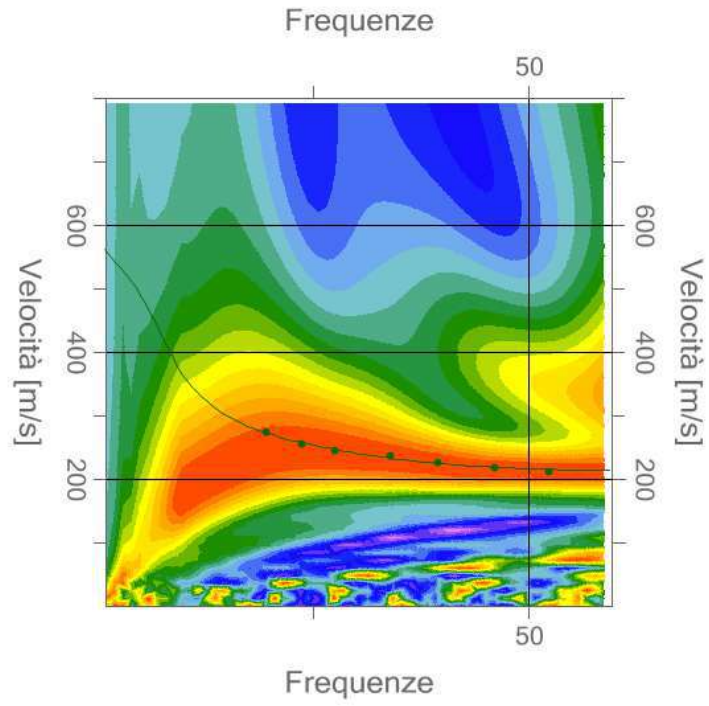
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	19.6	273.9	0
2	23.7	256.3	0
3	27.5	245.3	0
4	34.0	236.5	0
5	39.5	225.5	0
6	46.0	218.9	0
7	52.3	212.3	0



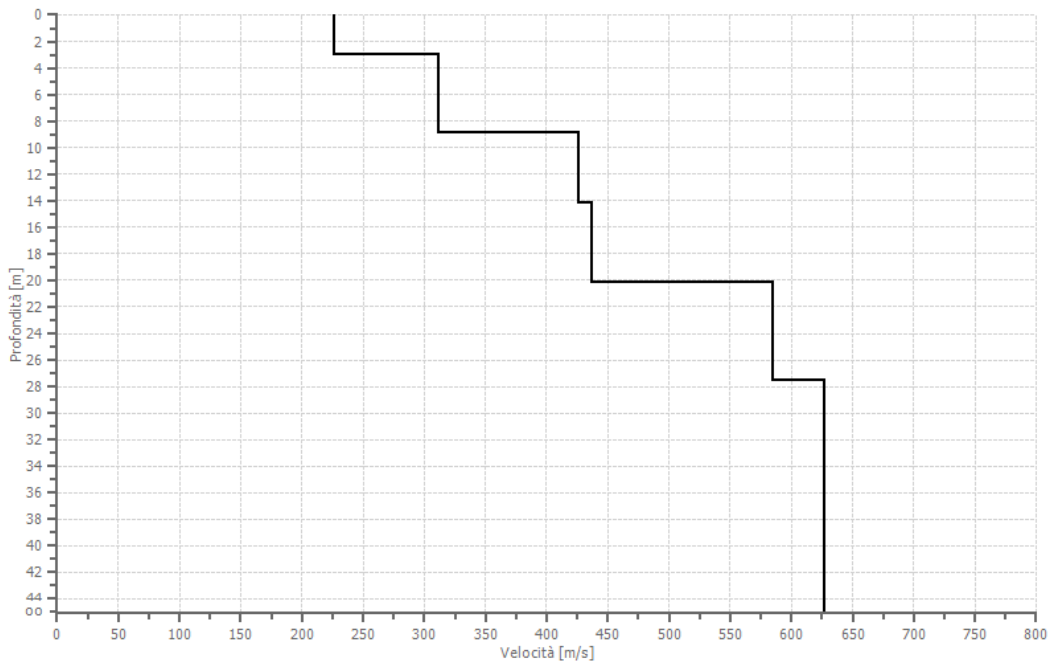
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.3	No	423.7	226.5
2		8.87	5.87	1800.0	0.3	No	583.1	311.7
3		14.16	5.30	1800.0	0.3	No	797.1	426.1
4		20.16	6.00	1800.0	0.3	No	816.5	436.5
5		27.56	7.39	1800.0	0.3	No	1093.8	584.7
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1171.8	626.3

Inversione



Profilo di velocità



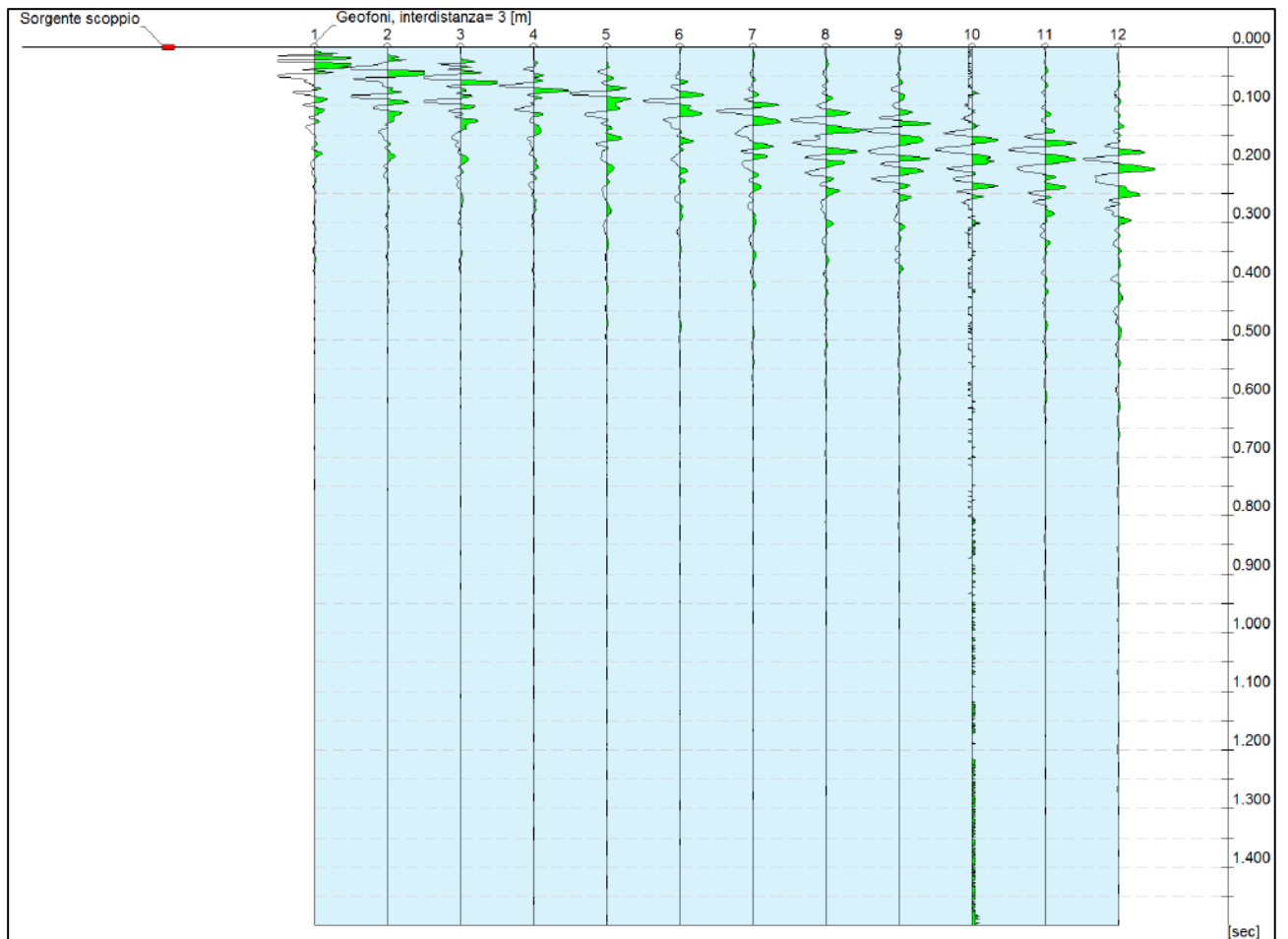
Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	401.09
Categoria del suolo	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).



ELABORAZIONE ANALISI MASW – 8.1

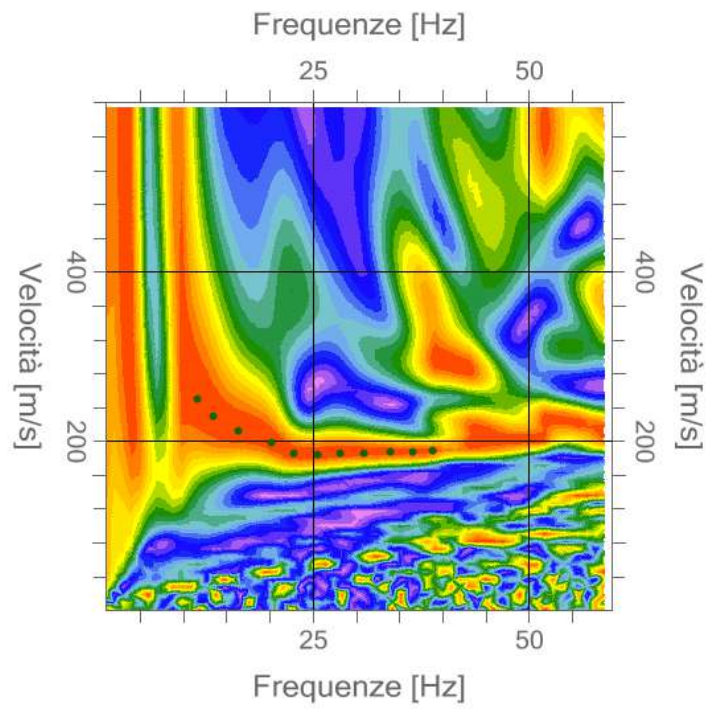


Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.7	250.2	0
2	13.5	228.7	0
3	16.4	212.2	0
4	20.3	197.4	0
5	22.9	185.8	0
6	25.6	184.2	0
7	28.2	185.8	0
8	30.9	185.8	0

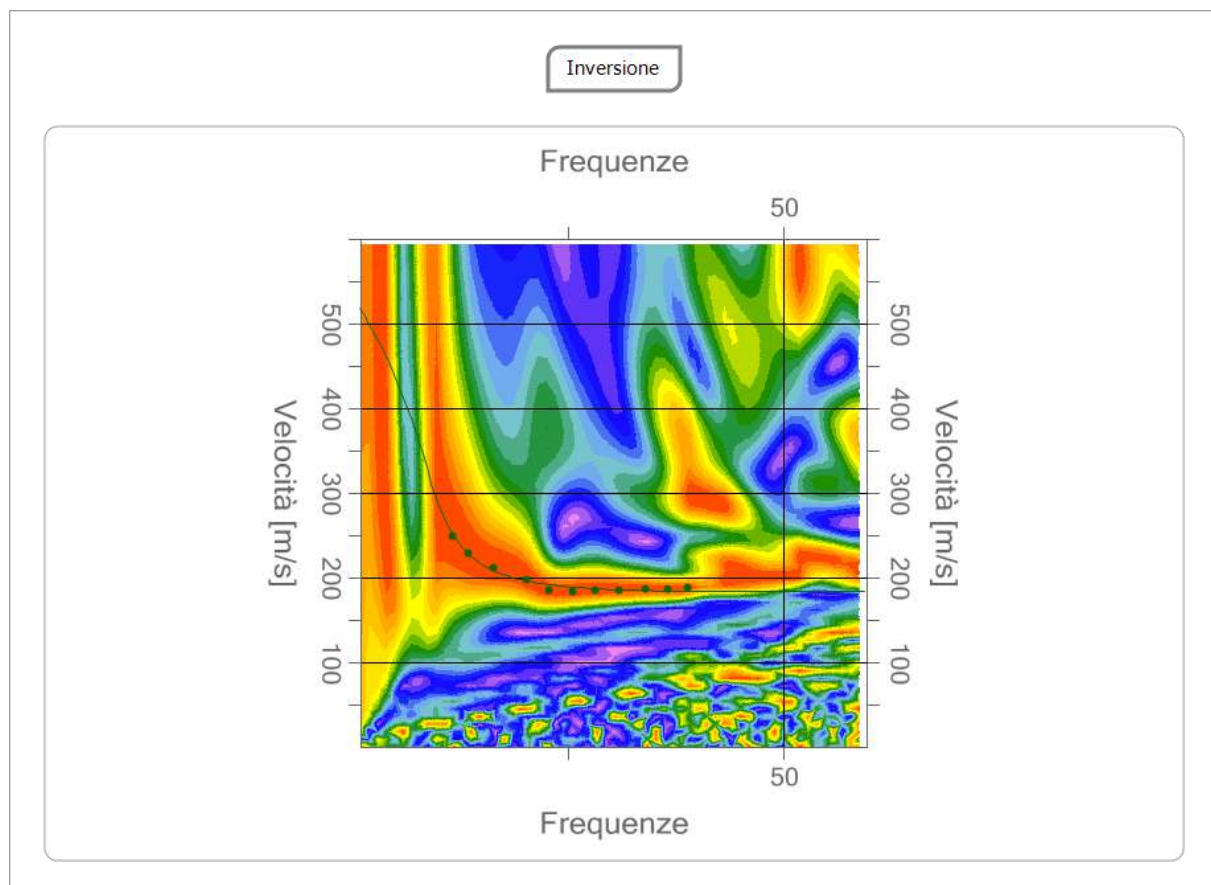
9	34.0	187.5	0
10	36.6	187.5	0
11	38.9	189.1	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze

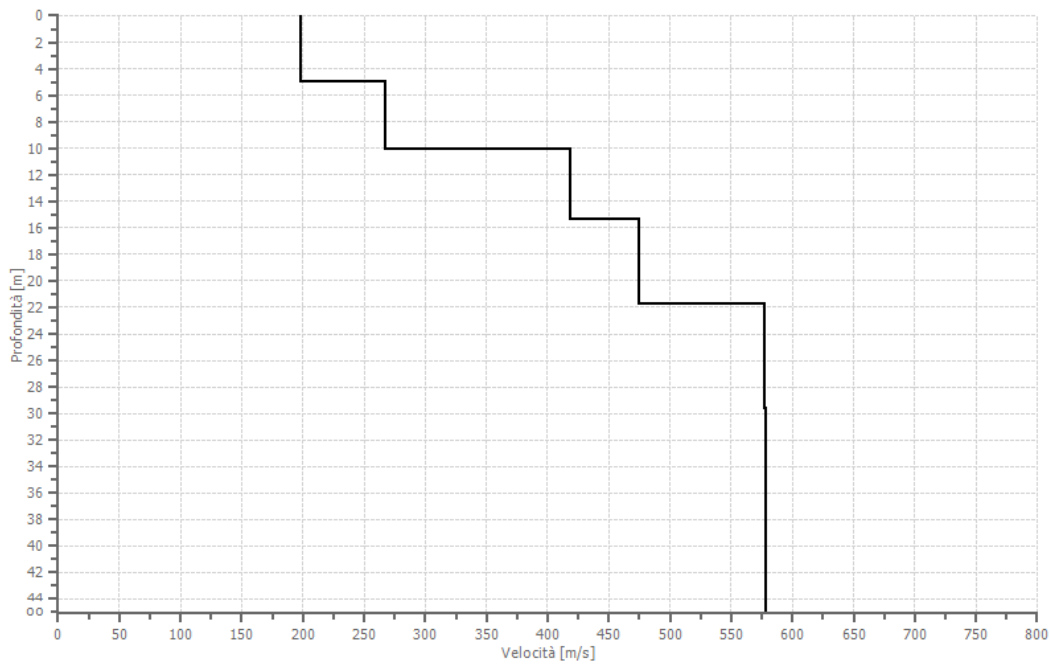


Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5.00	5.00	1800.0	0.3	No	369.7	197.6
2		10.06	5.06	1800.0	0.3	No	499.7	267.1
3		15.32	5.27	1800.0	0.3	No	781.9	417.9
4		21.78	6.45	1800.0	0.3	No	887.8	474.5
5		29.59	7.81	1800.0	0.3	No	1079.1	576.8
6		∞	∞	1800.0	0.3	No	1082.6	578.7



Profilo di velocità

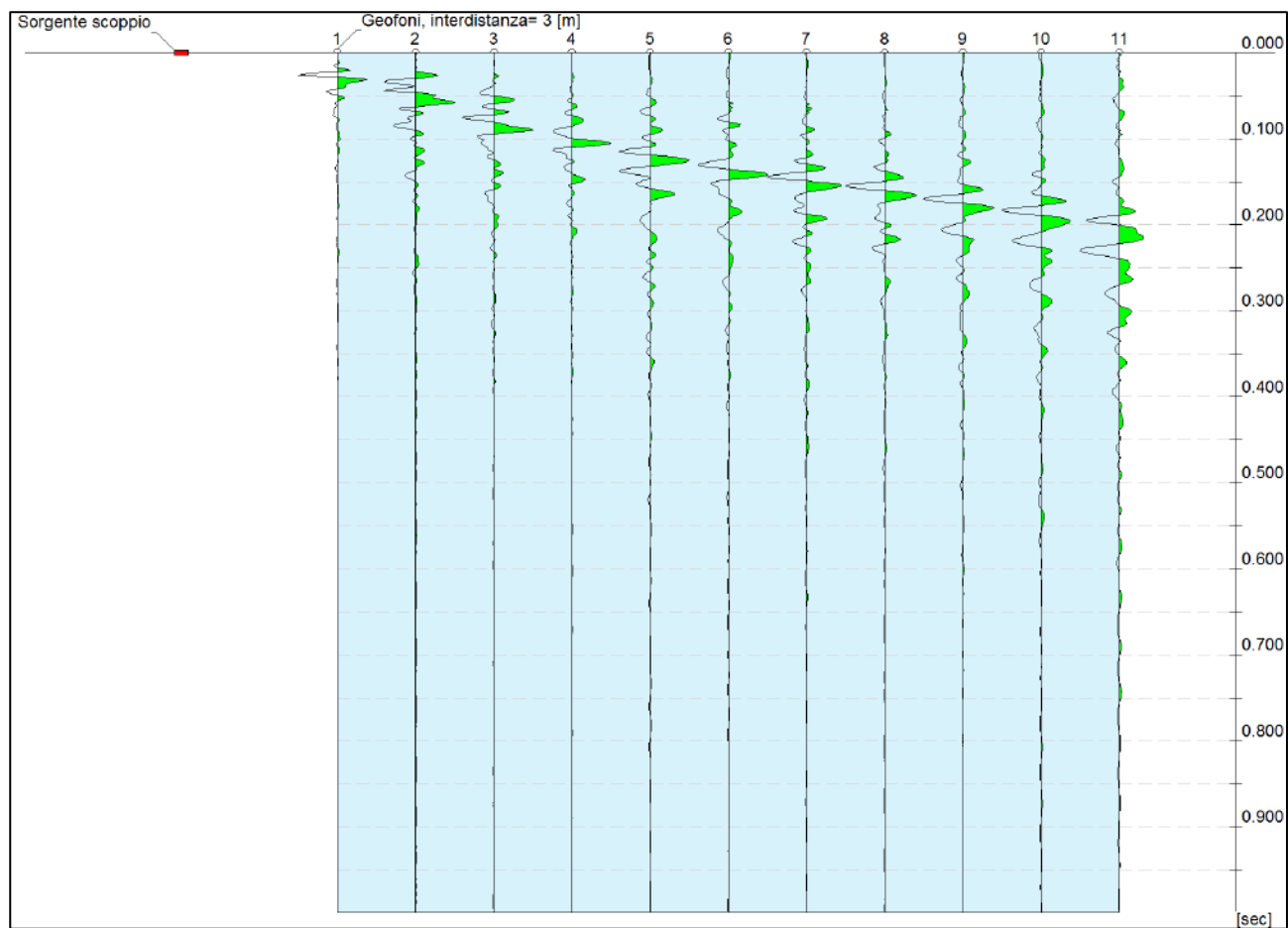


Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	354.28
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

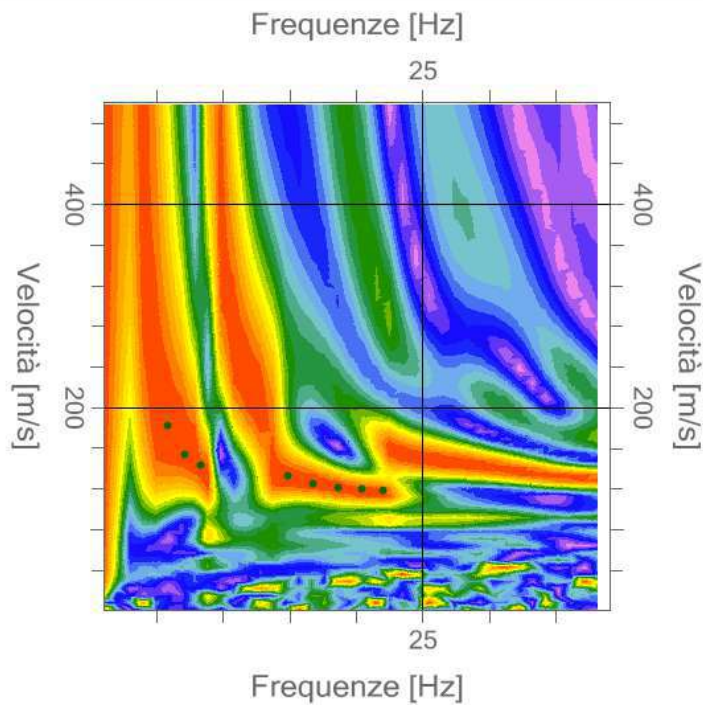
ELABORAZIONE ANALISI MASW – 8.2



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.8	182.5	0
2	7.1	153.6	0
3	8.4	142.6	0
4	14.9	133.0	0
5	16.8	124.7	0
6	18.7	120.6	0
7	20.4	119.2	0
8	22.0	117.8	0

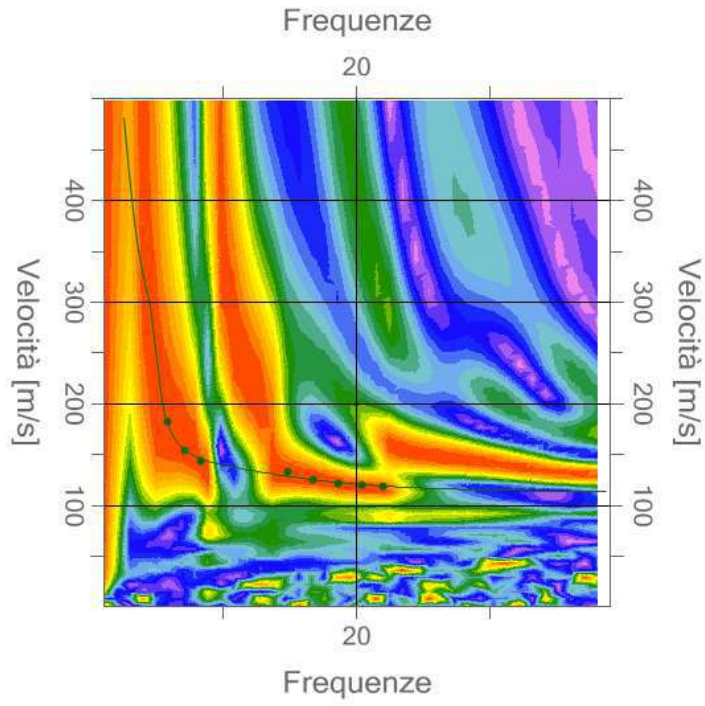
Spettro Velocità di fase - Frequenze



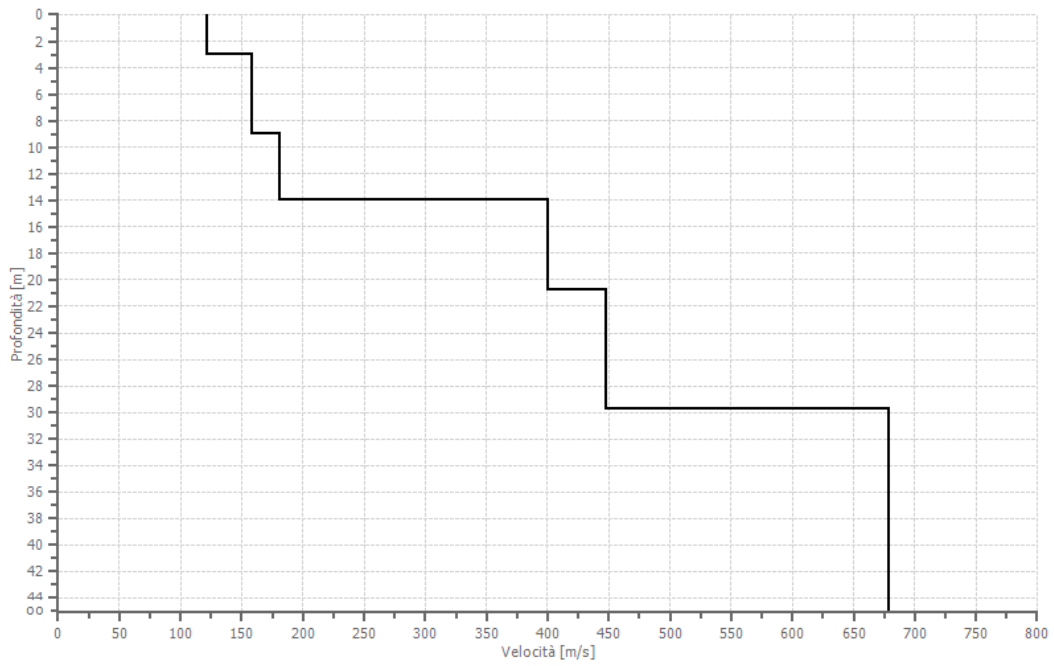
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.3	No	227.1	121.4
2		9.00	6.00	1800.0	0.3	No	296.7	158.6
3		14.00	5.00	1800.0	0.3	No	337.7	180.5
4		20.77	6.77	1800.0	0.3	No	747.4	399.5
5		29.77	9.00	1800.0	0.3	No	838.2	448.0
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1268.6	678.1

Inversione



Profilo di velocità



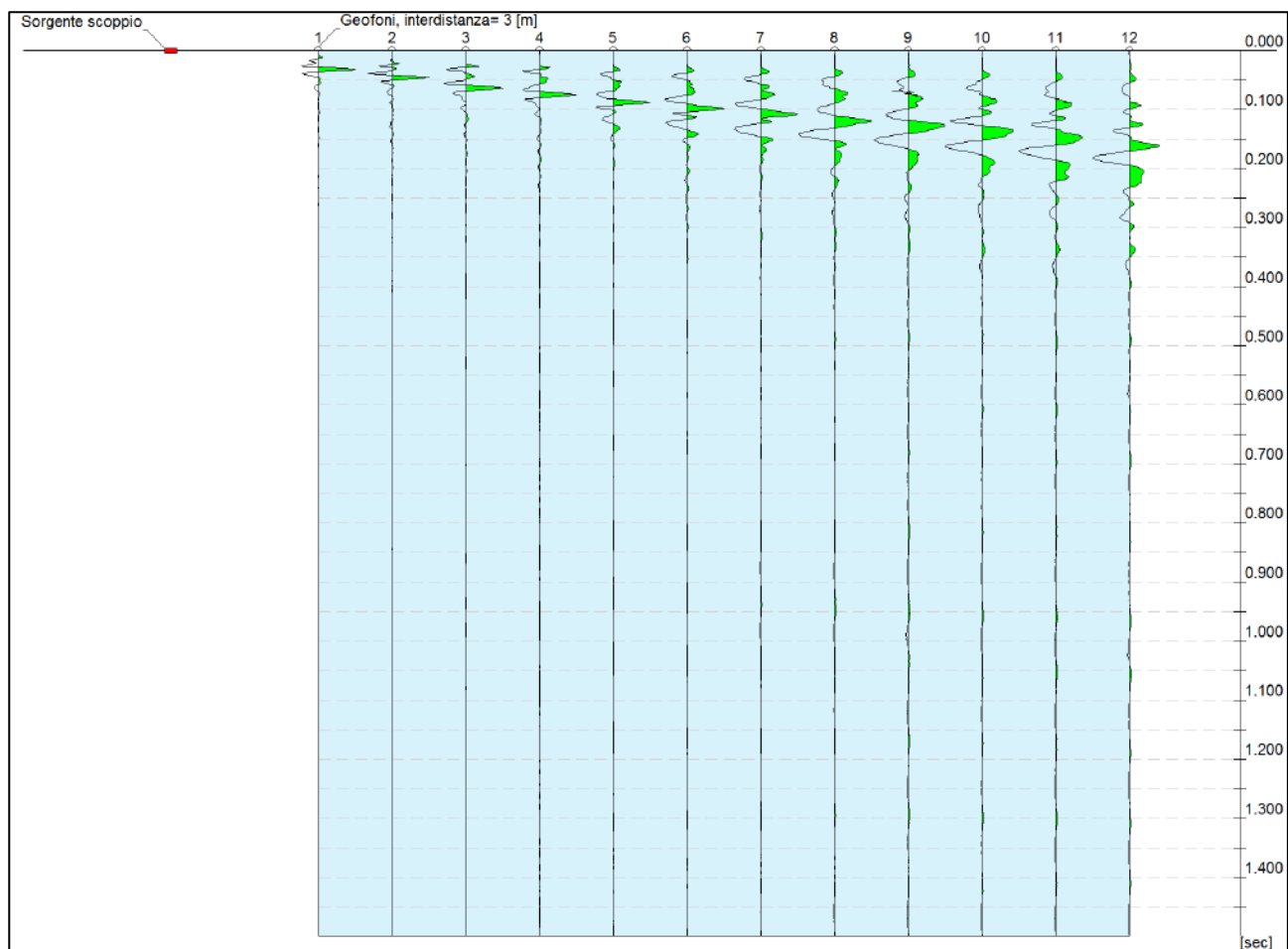
Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	235.05
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.



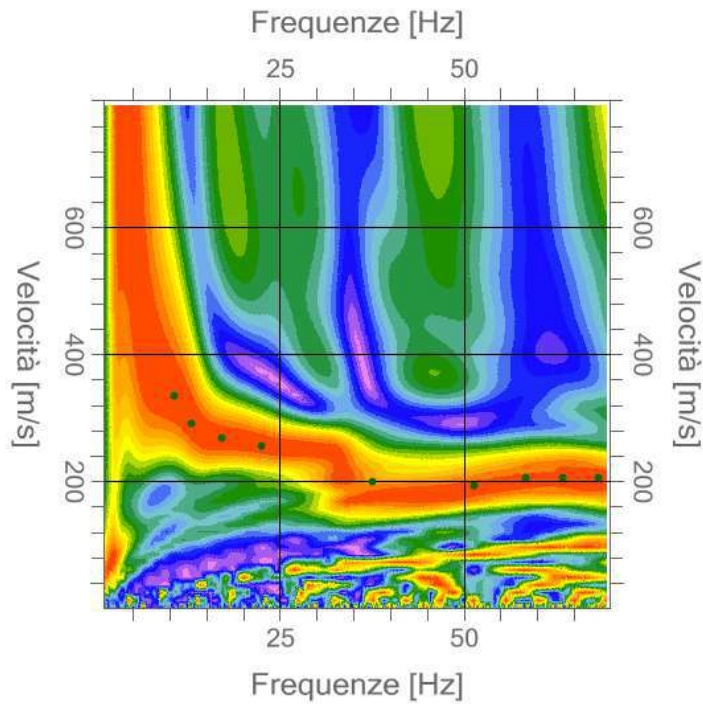
ELABORAZIONE ANALISI MASW – 13.1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.7	335.6	0
2	13.0	291.5	0
3	17.2	267.3	0
4	22.5	256.3	0
5	37.6	199.1	0
6	51.5	192.5	0
7	58.5	205.7	0
8	63.4	205.7	0
9	68.3	205.7	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze

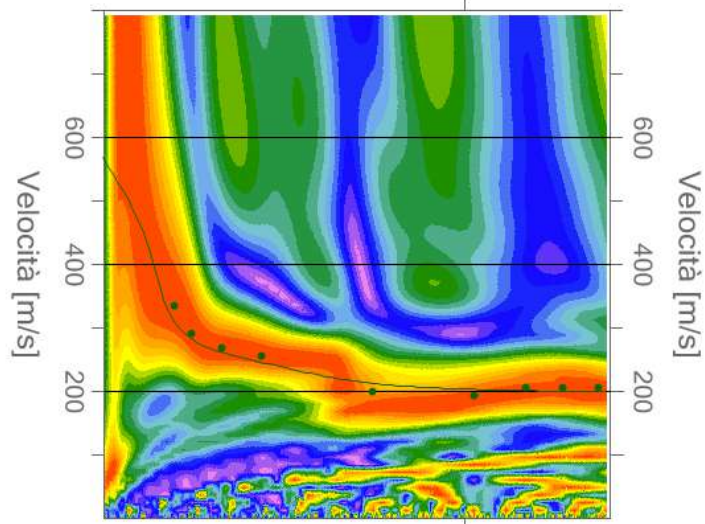


Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.3	No	399.6	213.6
2		7.01	4.01	1800.0	0.3	No	565.9	302.5
3		12.01	5.00	1800.0	0.3	No	571.0	305.2
4		18.01	6.00	1800.0	0.3	No	795.2	425.1
5		25.46	7.45	1800.0	0.3	No	1093.8	584.7
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1182.1	631.9

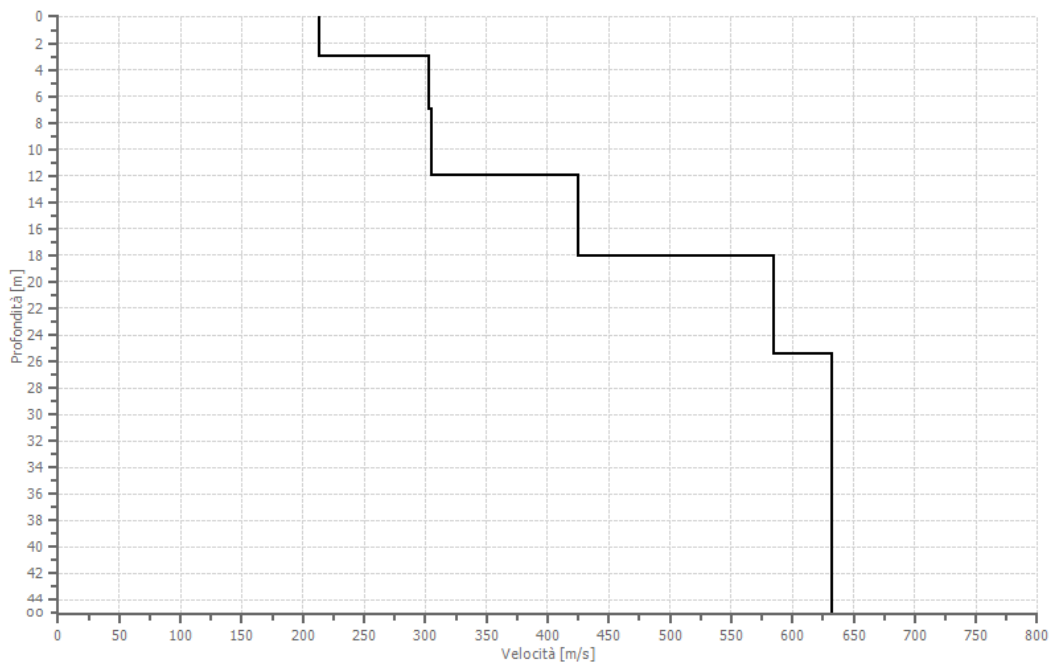
Inversione

Frequenze



Frequenze

Profilo di velocità



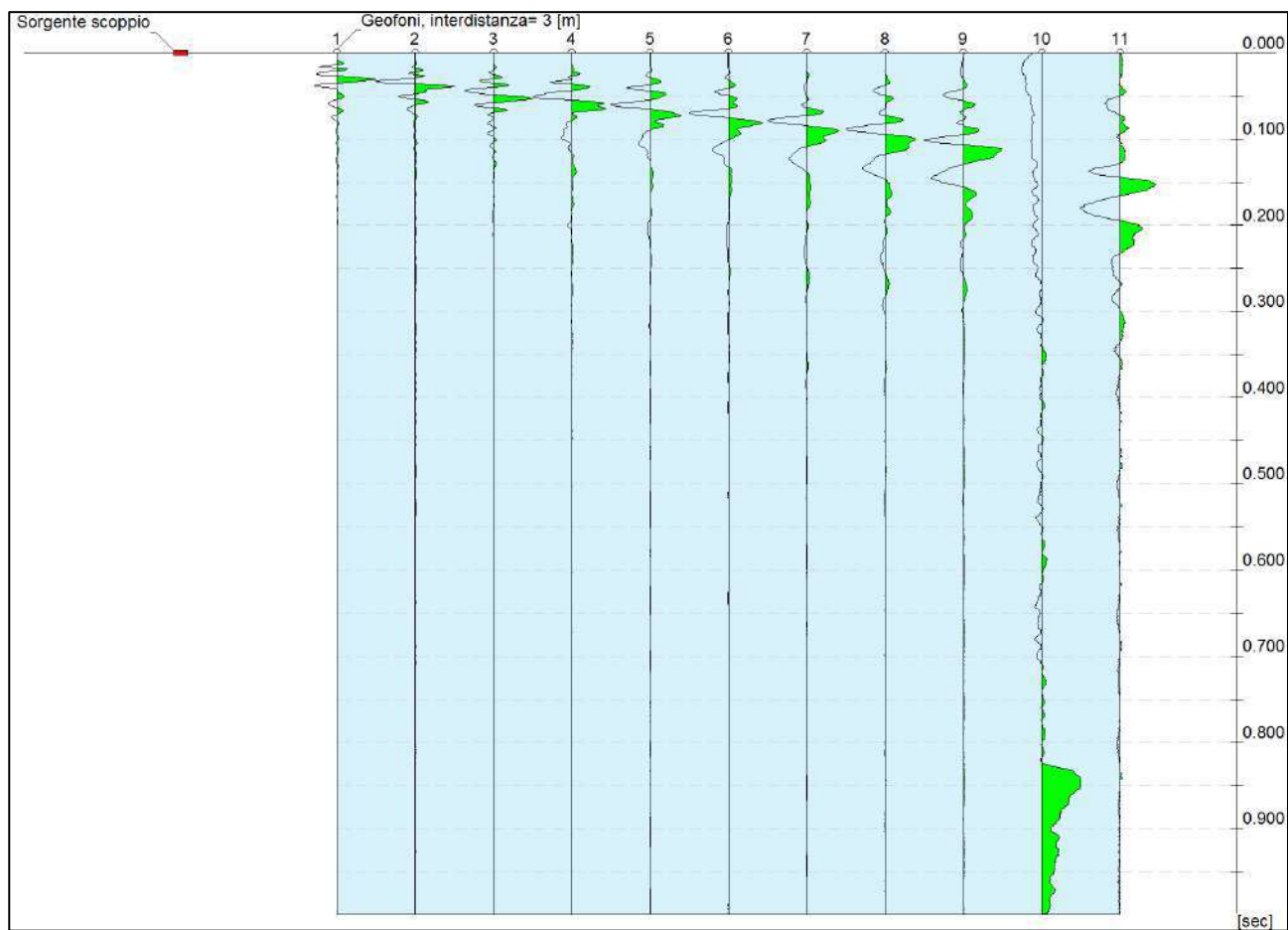
Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	385.93
Categoria del suolo	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.



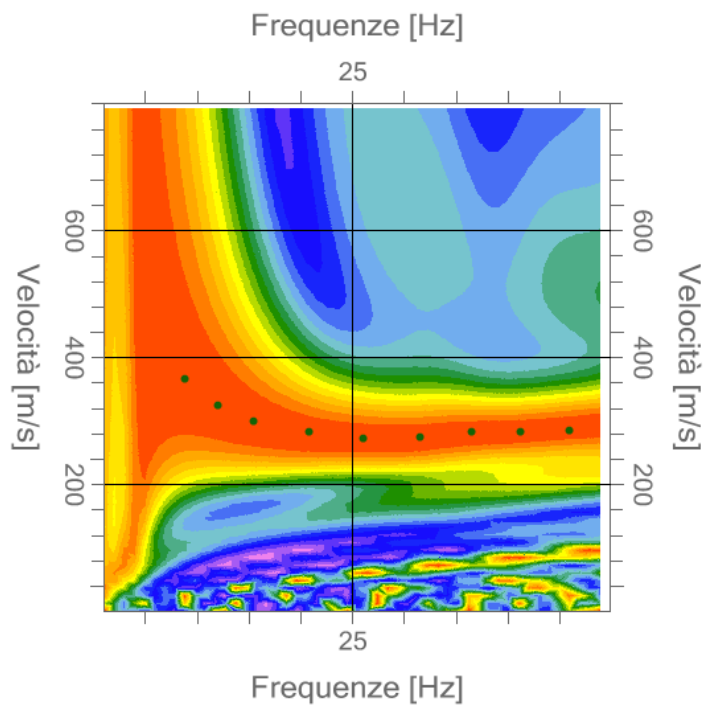
ELABORAZIONE ANALISI MASW – 13.2



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.8	366.4	0
2	12.1	324.6	0
3	15.4	300.3	0
4	20.8	282.7	0
5	26.1	271.7	0
6	31.5	273.9	0
7	36.5	282.7	0
8	41.2	282.7	0
9	45.9	284.9	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze

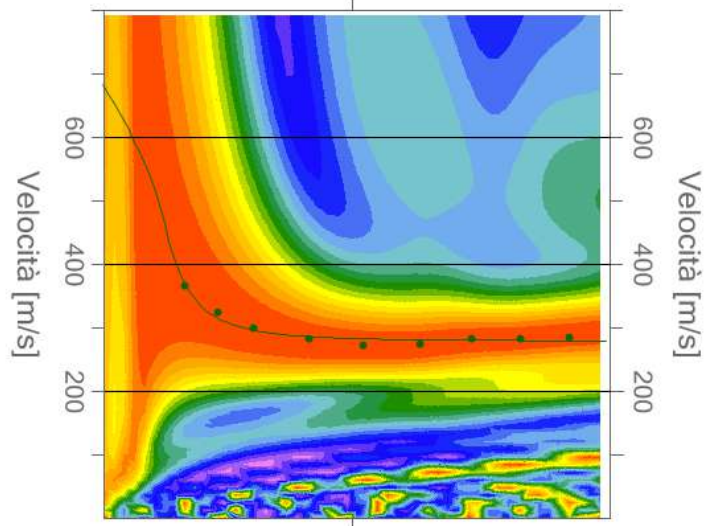


Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5.00	5.00	1800.0	0.3	No	562.4	300.6
2		11.00	6.00	1800.0	0.3	No	574.9	307.3
3		18.00	7.00	1800.0	0.3	No	727.3	388.8
4		25.42	7.42	1800.0	0.3	No	1015.3	542.7
5		33.16	7.74	1800.0	0.3	No	1182.1	631.8
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1435.2	767.2

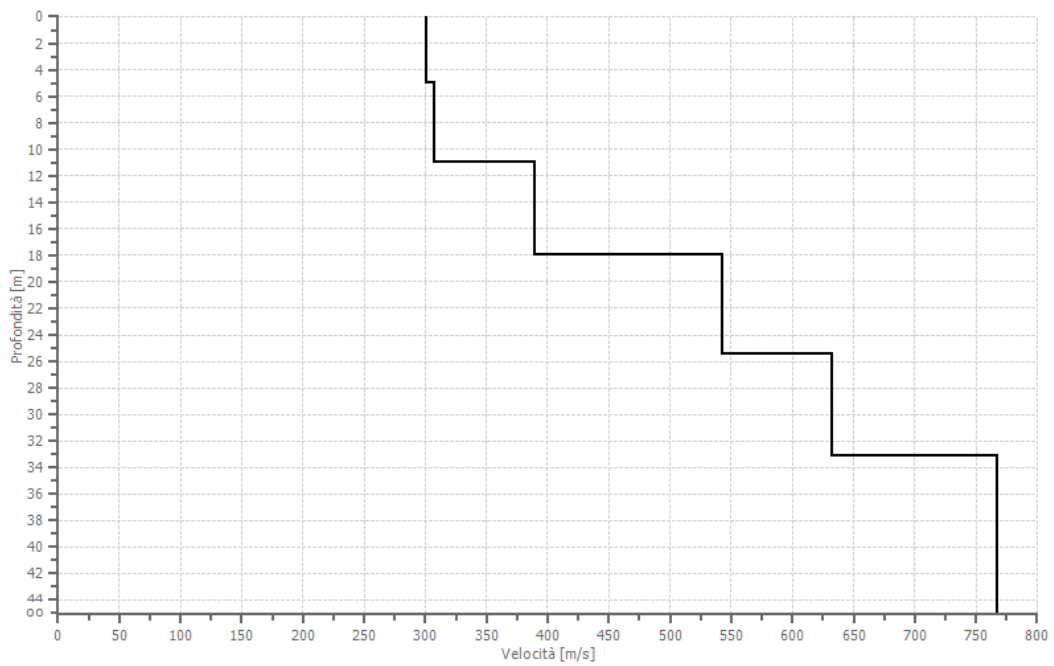
Inversione

Frequenze



Frequenze

Profilo di velocità



Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	399.56
Categoria del suolo	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.



ALLEGATO 6

Misura di frequenza fondamentale del terreno

HVSR

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo GEOBOX":

<i>Alimentazione:</i>	<i>batteria interna ricaricabile, consumo minore di 1W</i>
<i>Numero canali ed a/d converter:</i>	<i>3 (SD) dinamica di 144dB (24 bit effettivi fra 0.1 e 10Hz, ENOB)</i>
<i>Sensibilità: con velocimetri da 4.5Hz:</i>	<i>< 1 nanometro/secondo per count</i>
<i>Campionamento:</i>	<i>simultaneo sui tre canali a 10,20,50,100,200,300,400,480,600Hz</i>
<i>Real Time Clock:</i>	<i>Sincronizzato da GPS via PPS modulato (su richiesta)</i>
<i>Precisione RTC:</i>	<i>+/-10ppm fra -20/+50°C (+/-40ms rispetto ad UTC)</i>
<i>Antenna GPS:</i>	<i>esterna con 10mt di cavo e connettore BNC</i>
<i>Interfaccia dati:</i>	<i>RS232 con cavo da 8 metri e adattatore USB in dotazione</i>
<i>Contenitore:</i>	<i>Monoblocco in alluminio IP66</i>
<i>Dimensioni e peso:</i>	<i>155x140x110 mm 3.1kg con sensori da 4.5Hz</i>
<i>Temperatura operativa:</i>	<i>-20/+50°C</i>
<i>Conformità:</i>	<i>CE</i>



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

**MISURA DI FREQUENZA FONDAMENTALE DEL TERRENO
HVSr**

LOCALITA': Comune di Anticoli- Corrado (RM)

Dicembre 2020

RELAZIONE GEOFISICA

Premessa

È stata eseguita un'indagine geofisica per la progettazione del nuovo Acquedotto Marcio, al fine di determinare le frequenze caratteristiche di risonanza di sito mediante lo spettro H/V.

La caratterizzazione sismica dei terreni è avvenuta tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura).

L'indagine ha previsto la realizzazione di:

- n. 5 analisi HVSR

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo V_{sh} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate. Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti. Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee. Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito. L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{sh} .

ELABORAZIONE ANALISI HVSR-4

Tracce in input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 360000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

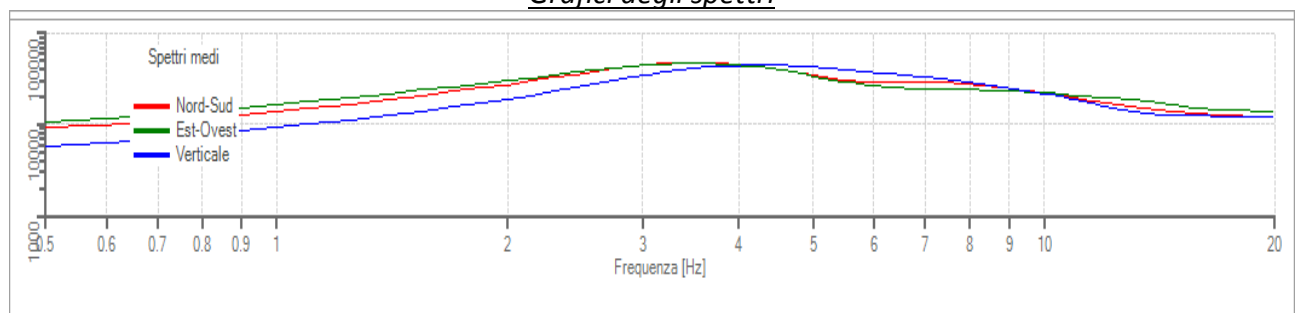
Numero totale finestre selezionate: 50
Numero finestre incluse nel calcolo: 50
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamiento: Triangolare costante
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	80	100	Inclusa
4	100	120	Inclusa
5	120	140	Inclusa
6	140	160	Inclusa
7	160	180	Inclusa
8	180	200	Inclusa
9	200	220	Inclusa
10	220	240	Inclusa
11	240	260	Inclusa
12	300	320	Inclusa
13	320	340	Inclusa
14	340	360	Inclusa
15	360	380	Inclusa
16	380	400	Inclusa
17	400	420	Inclusa
18	420	440	Inclusa
19	440	460	Inclusa
20	460	480	Inclusa
21	480	500	Inclusa

22	500	520	Inclusa
23	520	540	Inclusa
24	540	560	Inclusa
25	560	580	Inclusa
26	580	600	Inclusa
27	620	640	Inclusa
28	640	660	Inclusa
29	660	680	Inclusa
30	680	700	Inclusa
31	700	720	Inclusa
32	720	740	Inclusa
33	760	780	Inclusa
34	780	800	Inclusa
35	800	820	Inclusa
36	820	840	Inclusa
37	860	880	Inclusa
38	880	900	Inclusa
39	900	920	Inclusa
40	920	940	Inclusa
41	940	960	Inclusa
42	960	980	Inclusa
43	980	1000	Inclusa
44	1000	1020	Inclusa
45	1020	1040	Inclusa
46	1040	1060	Inclusa
47	1060	1080	Inclusa
48	1080	1100	Inclusa
49	1120	1140	Inclusa
50	1140	1160	Inclusa

Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni

Rapporto spettrale H/V

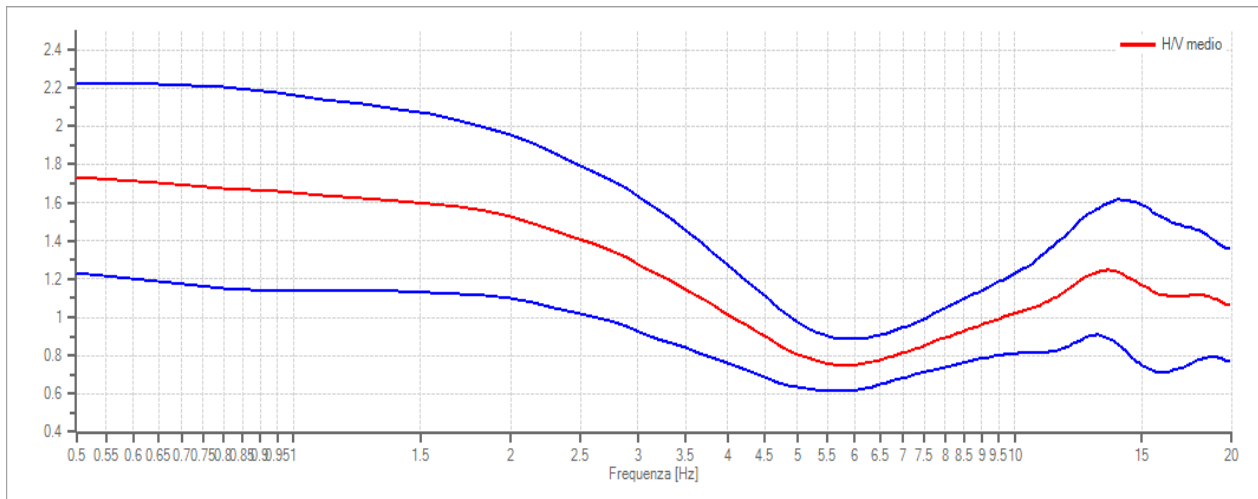
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 20.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamiento:: Triangolare costante
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **0.50 Hz ±0.29 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$:	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$:	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



Esecuzione HVSR - 4

ELABORAZIONE ANALISI HVSR-6

Tracce in input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 360000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

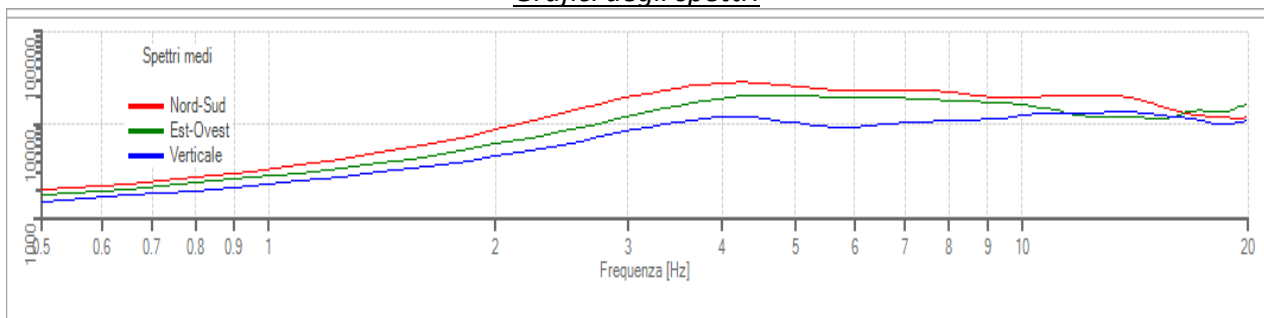
Numero totale finestre selezionate: 53
Numero finestre incluse nel calcolo: 53
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare costante
Percentuale di lisciamento: 8.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	280	300	Inclusa
15	360	380	Inclusa
16	380	400	Inclusa
17	400	420	Inclusa
18	420	440	Inclusa
19	440	460	Inclusa
20	460	480	Inclusa
21	480	500	Inclusa
22	500	520	Inclusa

23	520	540	Inclusa
24	540	560	Inclusa
25	560	580	Inclusa
26	580	600	Inclusa
27	600	620	Inclusa
28	620	640	Inclusa
29	640	660	Inclusa
30	660	680	Inclusa
31	680	700	Inclusa
32	700	720	Inclusa
33	720	740	Inclusa
34	740	760	Inclusa
35	760	780	Inclusa
36	780	800	Inclusa
37	800	820	Inclusa
38	820	840	Inclusa
39	840	860	Inclusa
40	860	880	Inclusa
41	880	900	Inclusa
42	900	920	Inclusa
43	920	940	Inclusa
44	940	960	Inclusa
45	960	980	Inclusa
46	980	1000	Inclusa
47	1000	1020	Inclusa
48	1020	1040	Inclusa
49	1040	1060	Inclusa
50	1060	1080	Inclusa
51	1080	1100	Inclusa
52	1100	1120	Inclusa
53	1120	1140	Inclusa

Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni

Rapporto spettrale H/V

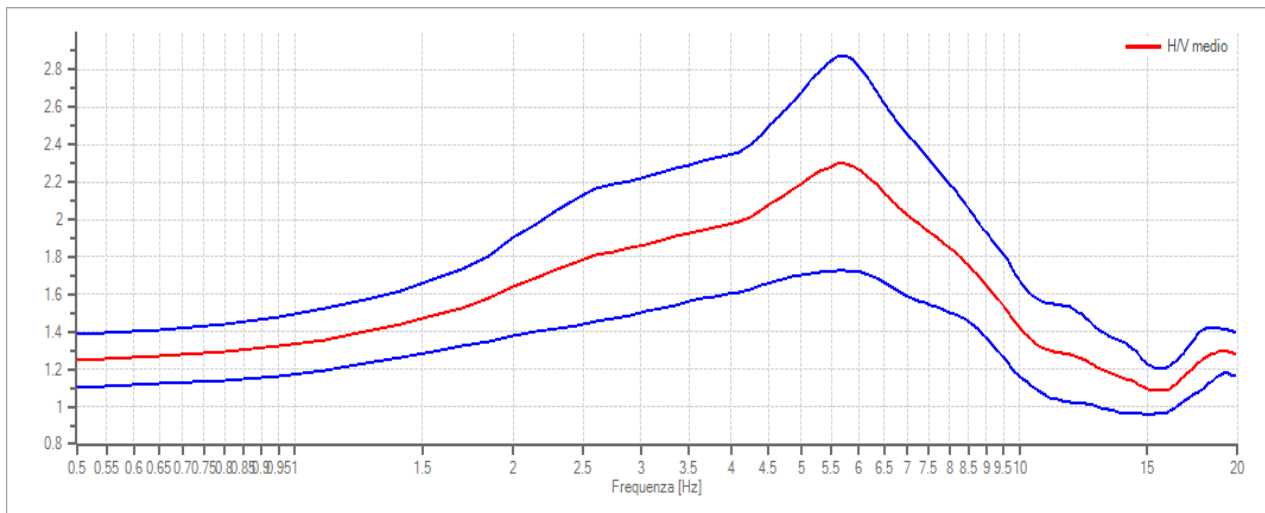
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 20.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento:: Triangolare costante
 Percentuale di lisciamento: 8.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **5.75 Hz \pm 0.25 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$:	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$:	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



Esecuzione HVSR - 6

ELABORAZIONE ANALISI HVSR-8

Tracce in input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 360000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

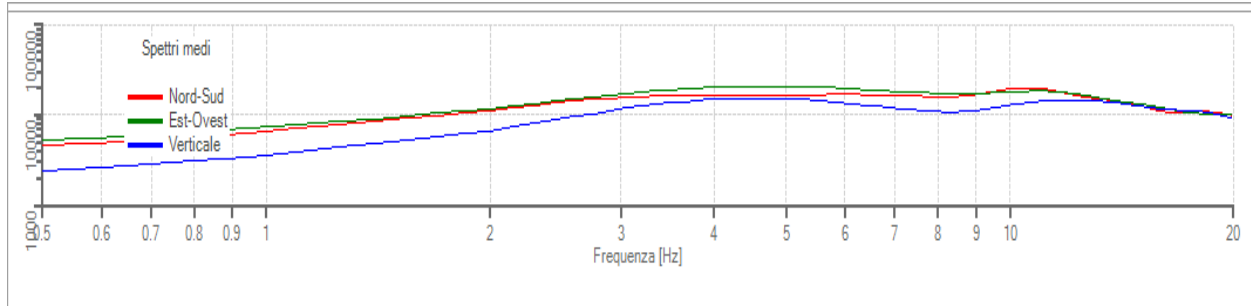
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 23
Numero finestre incluse nel calcolo: 23
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	180	200	Inclusa
10	200	220	Inclusa
11	220	240	Inclusa
12	240	260	Inclusa
13	260	280	Inclusa
14	280	300	Inclusa
15	300	320	Inclusa
16	360	380	Inclusa
17	380	400	Inclusa
18	400	420	Inclusa
19	460	480	Inclusa
20	480	500	Inclusa
21	520	540	Inclusa
22	560	580	Inclusa
23	580	600	Inclusa

Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni

Rapporto spettrale H/V

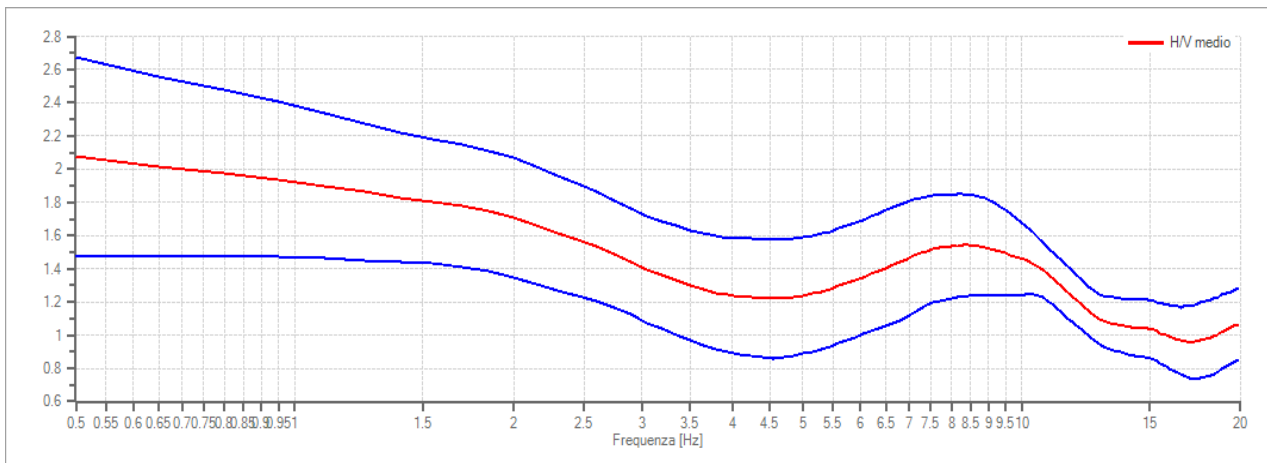
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 20.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento:: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **0.50 Hz ±0.29 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$:	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$:	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



Esecuzione HVSR - 8

ELABORAZIONE ANALISI HVSR-12

Tracce in input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 360000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

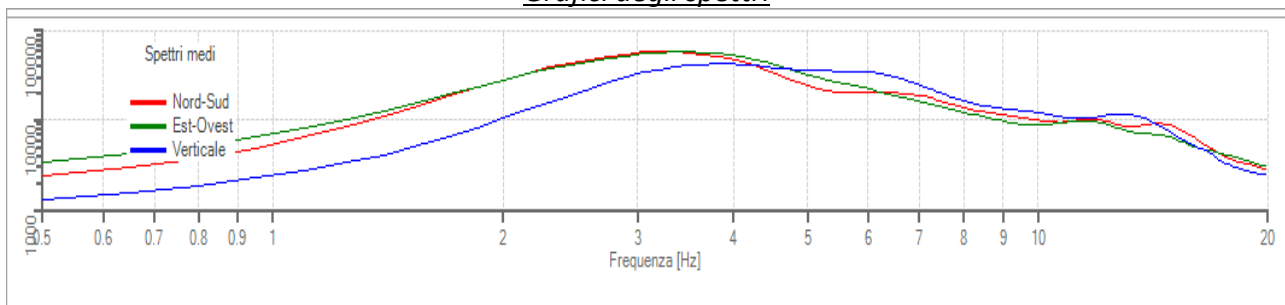
Numero totale finestre selezionate: 43
Numero finestre incluse nel calcolo: 43
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamiento: Triangolare costante
Percentuale di lisciamiento: 7.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	40	60	Inclusa
2	60	80	Inclusa
3	80	100	Inclusa
4	160	180	Inclusa
5	180	200	Inclusa
6	200	220	Inclusa
7	220	240	Inclusa
8	240	260	Inclusa
9	280	300	Inclusa
10	300	320	Inclusa
11	320	340	Inclusa
12	340	360	Inclusa
13	360	380	Inclusa
14	420	440	Inclusa
15	440	460	Inclusa
16	460	480	Inclusa
17	480	500	Inclusa
18	500	520	Inclusa
19	540	560	Inclusa
20	560	580	Inclusa
21	580	600	Inclusa
22	600	620	Inclusa

23	620	640	Inclusa
24	640	660	Inclusa
25	660	680	Inclusa
26	680	700	Inclusa
27	700	720	Inclusa
28	720	740	Inclusa
29	740	760	Inclusa
30	760	780	Inclusa
31	800	820	Inclusa
32	820	840	Inclusa
33	840	860	Inclusa
34	860	880	Inclusa
35	880	900	Inclusa
36	900	920	Inclusa
37	920	940	Inclusa
38	940	960	Inclusa
39	960	980	Inclusa
40	1000	1020	Inclusa
41	1020	1040	Inclusa
42	1040	1060	Inclusa
43	1100	1120	Inclusa

Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni

Rapporto spettrale H/V

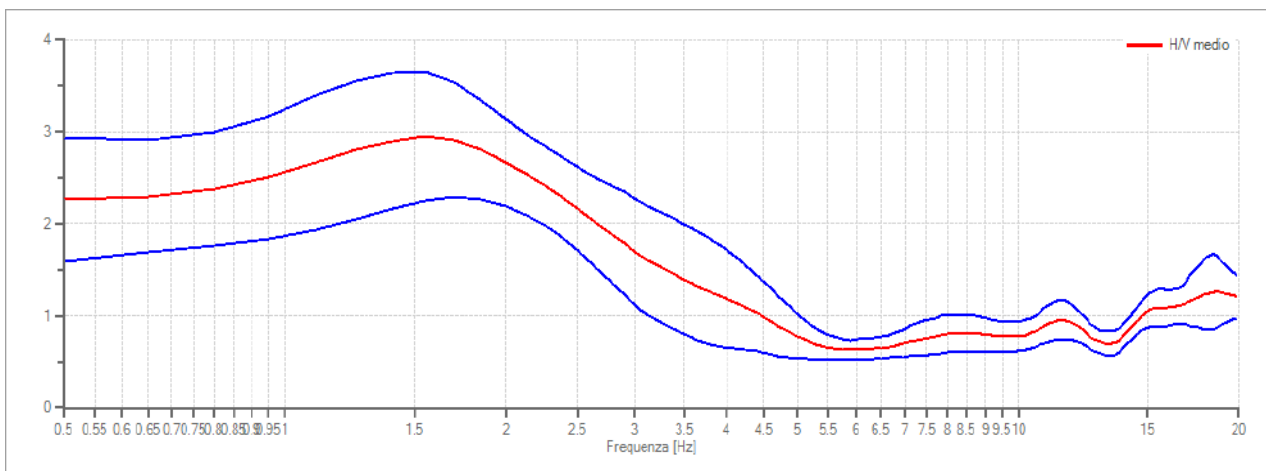
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 20.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento:: Triangolare costante
 Percentuale di lisciamento: 7.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **1.55 Hz \pm 0.24 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$:	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$:	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Non superato
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



Esecuzione HVSR - 12

ELABORAZIONE ANALISI HVSR-13

Tracce in input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 360000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

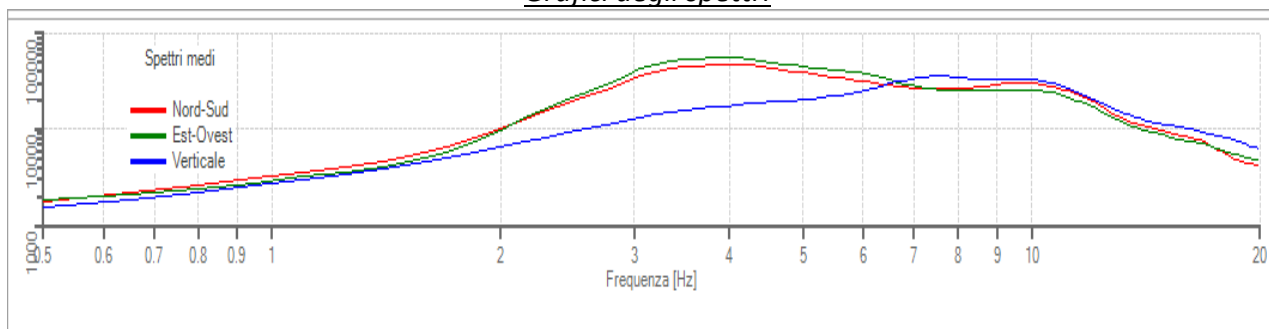
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 25
Numero finestre incluse nel calcolo: 25
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamiento: Triangolare costante
Percentuale di lisciamiento: 7.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa
7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	360	380	Inclusa
19	420	440	Inclusa
20	460	480	Inclusa
21	480	500	Inclusa
22	500	520	Inclusa
23	540	560	Inclusa
24	560	580	Inclusa
25	580	600	Inclusa

Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni

Rapporto spettrale H/V

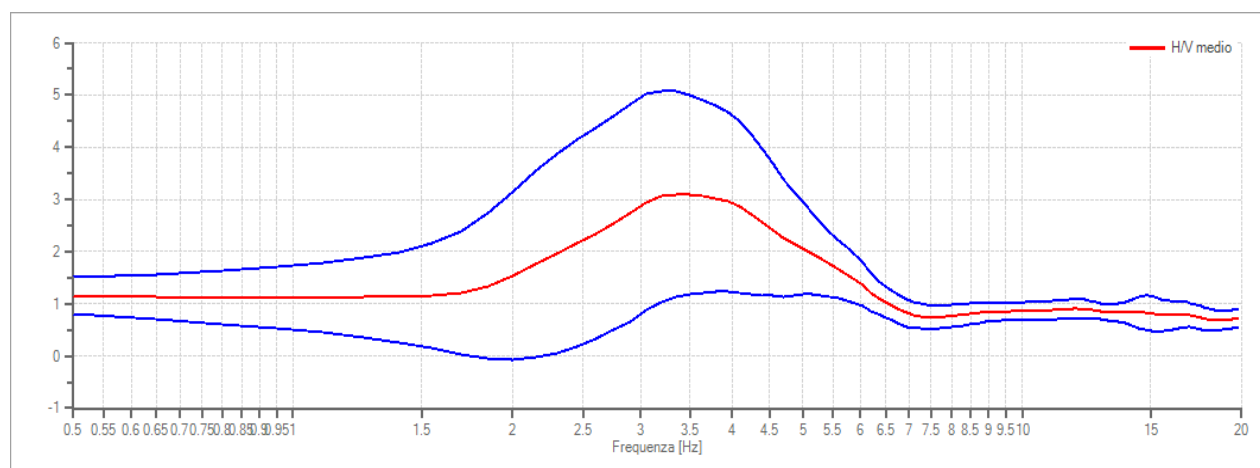
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare costante
Percentuale di lisciamento:	7.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **3.35 Hz ±0.64 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$:	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$:	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok



Esecuzione HVSR - 13