

LABORATORIO MATERIALI DA COSTRUZIONE  
LABORATORIO TERRE E ROCCE  
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

**GEOPROVE** S.R.L.

# COMUNE DI ROVIANO

(PROV. DI RM)

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA

INDAGINI GEOGNOSTICHE FINALIZZATE  
ALLA PROGETTAZIONE DEL NUOVO  
ACQUEDOTTO MARCIO – MANUFATTO  
ORIGINE E VIA DEI PIOPPI  
(C.Q. n. 3900005591 – O.D.S. N. 54/21)

\*\*\*\*\*

Ruffano, novembre 2021

IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove  
su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre,  
rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA 00014/19  
OHSAS 18001:2007, n. SA 00015/19



SOA 05208 II Livello



Organismo di Certificazione  
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO  
UNI EN ISO 9001



**GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750** • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | [www.geoprove.eu](http://www.geoprove.eu) • [info@geoprove.eu](mailto:info@geoprove.eu)

## **Indice**

<i>Indice .....</i>	<i>1</i>
<i>Premessa.....</i>	<i>2</i>
<i>Inquadramento geografico .....</i>	<i>3</i>
<i>Indagine geognostica.....</i>	<i>4</i>
<i>Sondaggi geognostici a carotaggio continuo .....</i>	<i>5</i>
<i>Standard Penetration Test (Spt) .....</i>	<i>17</i>
<i>Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio.....</i>	<i>19</i>
<i>Indagine sismica in foro (DOWN-HOLE).....</i>	<i>26</i>

## **Premessa**

Nel mese di Settembre 2021, su incarico di ACEA Elabori S.p.A., con ordine di servizio n. 54/21 (nell'ambito dell'A.Q. n. 3900005591) la Geoprove Srl di Ruffano ha eseguito delle indagini geognostiche e redatto la presente relazione di supporto al progetto esecutivo di *“Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo acquedotto Marcio”*.

### **Manufatto Origine e Via dei Pioppi.**

Sono stati pertanto eseguiti, come richiesto dalla committenza:

- n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità di 30.0 metri;
- prelievo di n. 9 campioni ed analisi di laboratorio geotecnico eseguiti su un totale di n.7 campioni;
- installazione di n.2 tubi in PVC per esecuzione prova sismica Down-hole.

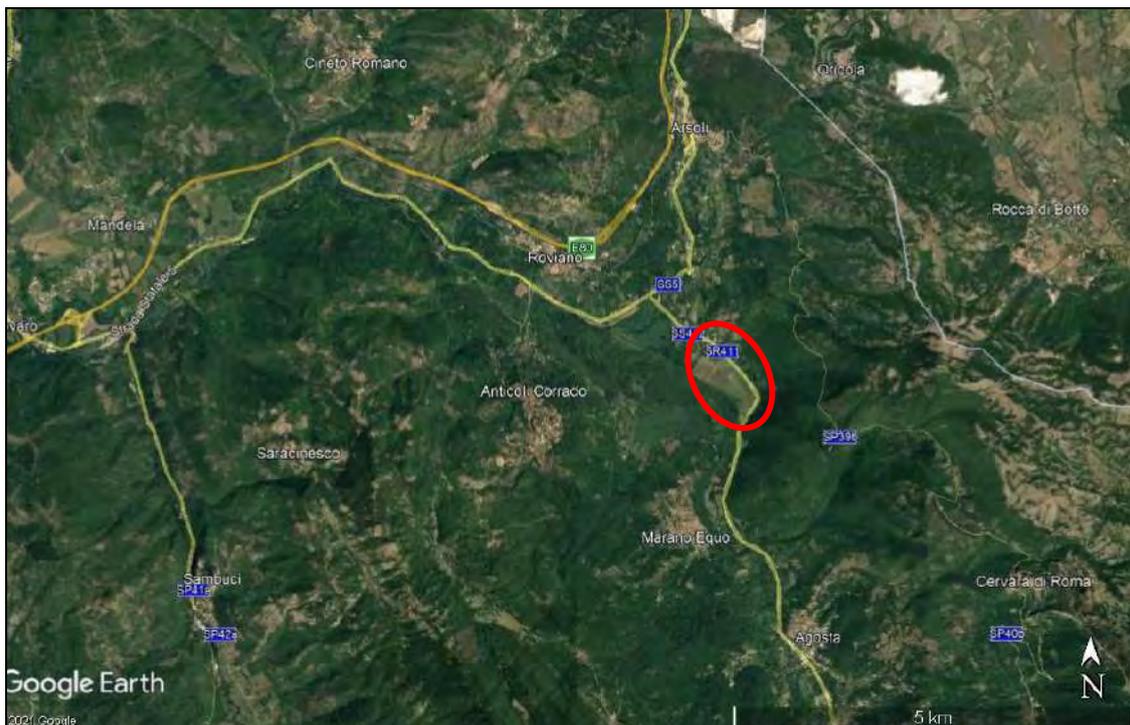
Al termine delle indagini è stata redatta le presente relazione geologico-tecnica e sismica ai sensi del D.M. 17.01.2018.

## Inquadramento geografico

L'area indagata è ubicata lungo la SR 441 all'altezza del centro idrico  
Acea Casetta Rossa e via dei Pioppi nel Comune di Roviano (RM).

L'area è individuata dalle seguenti coordinate:

Latitudine: 41.992557° N, Longitudine: 12.664243°E



*Area di indagine, immagine da Google Earth ®*

## **Indagine geognostica**

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla Ditta Geoprove, in conformità alle direttive del **DM 17/01/2018** recante “Norme Tecniche per le costruzioni” ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell’opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Sono stati pertanto eseguiti, come richiesto dalla committenza:

- n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità di 30.0 metri;
- prelievo di n. 9 campioni ed analisi di laboratorio geotecnico eseguiti su un totale di n.7 campioni;
- installazione di n.2 tubi in PVC per esecuzione prova sismica Down-hole.

## **Sondaggi geognostici a carotaggio continuo**

Nel mese di Settembre 2021 sono stati eseguiti n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo della profondità di 30.0 mt dal p.c. situati nei pressi del centro idrico Acea Casetta Rossa e via dei Pioppi.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una trivella della CMV, mod. 600, realizzando un foro di sondaggio del diametro di  $\phi$  101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infiggere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartii) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

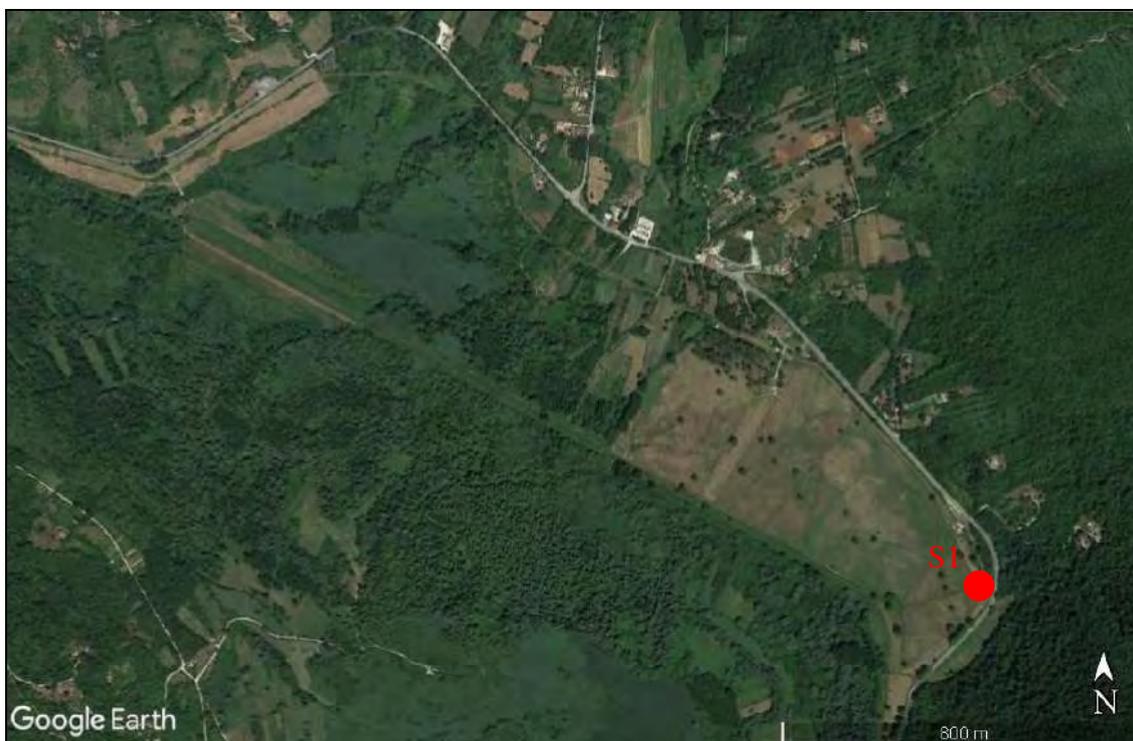
Di seguito si allegano: la restituzione grafica della stratigrafia, nella quale sono riportate anche le profondità di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi di laboratorio; si allegano inoltre la documentazione fotografica ed una planimetria con l'ubicazione.

### **SONDAGGIO S1 (Manufatto origine)**

Committente: ACEA Elabori SpA	
Località: Roviano (Centro Idrico Acea Casetta rossa)	
Quota s.l.m.: 327 m s.l.m.	Data: 21-22/09/2021
Coordinate Lat/Long: 42.009270° N, 13.026607° E	

#### ***Caratteristiche generali e modalità di perforazione***

Sonda perforatrice	CMV 600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	30.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tube di rivestimento	0.0 m - 30.0 m
Cassette catalogatrici	6



*Ubicazione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S1*



*Esecuzione sondaggio geonostico a carotaggio continuo S1*



*Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)*



*Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)*



*Cassetta n. 3 (10.00 m - 15.00 m)*



*Cassetta n. 4 (15.00 m - 20.00 m)*



*Cassetta n. 5 (20.00 m - 25.00 m)*



*Cassetta n. 6 (25.00 m - 30.00 m)*

Committente: Acea Elabori Spa	Sondaggio: S1
Riferimento: Manufatto origine	Data: 21-22/09/2021
Coordinate: 42.009270° N, 13.026607° E	Quota: 327 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1:155

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

Ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	Cass.	
		1				Terreno di riporto costituito da terreno vegetale e pietrame calcareo			
		2		1.8	1.8	Limi argillosi di colore marrone chiaro-scuro di alterazione con frequenti inclusioni di elementi litoidi di varie dimensioni; deposito mediamente consistente		1	
		3					C1) Ind < 3.50 4.00		
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							
		9							
		10		10.0	8.2				
		11		11.4	1.4		Deposito ghiaioso debolmente sabbioso sciolto caratterizzato principalmente da clasti di piccoli dimensioni di colore chiaro e nerastro		
		12				Limi argillosi di colore marrone chiaro-scuro di alterazione con frequenti inclusioni di elementi litoidi di varie dimensioni; deposito mediamente consistente			
		13					C2) Ind < 6.50 7.00		
		14							
		15							
		16		16.0	4.6	Deposito ghiaioso e sabbioso sciolto caratterizzato principalmente da clasti di grandi dimensioni di colore chiaro e avano		3	
		17				Limi argillosi di colore marrone chiaro-scuro di alterazione con frequenti inclusioni di elementi litoidi di varie dimensioni; deposito mediamente consistente			
		18		18.0	2.0		C3) Ind < 9.50 10.00		
		19							
		20		20.0	2.0	Deposito ghiaioso e sabbioso sciolto caratterizzato principalmente da clasti di piccoli dimensioni di colore chiaro e nerastro		4	
		21				Deposito ghiaioso sabbioso sciolto caratterizzato principalmente da clasti di grandi dimensioni di colore chiaro e avano; gli ultimi 2.0 metri prevale la componente sabbiosa			
		22							
		23							
		24							
		25							
		26		26.0	6.0	Deposito ghiaioso sabbioso sciolto caratterizzato principalmente da clasti di grandi dimensioni di colore chiaro e avano; gli ultimi 2.0 metri prevale la componente sabbiosa		5	
		27				Clasti calcarei di varie dimensioni talvolta immersi in una matrice sabbiosa di colore avana			
		28							
		29							
101		30		30.0	4.0	Clasti calcarei di varie dimensioni talvolta immersi in una matrice sabbiosa di colore avana		6	

**SONDAGGIO S2 (Via dei Pioppi)**

Committente: ACEA Elabori SpA	
Località: Roviano (Via dei Pioppi)	
Quota s.l.m.: 320 m s.l.m.	Data: 04/10/2021
Coordinate Lat/Long: 42.017958° N, 13.003086° E	

***Caratteristiche generali e modalità di perforazione***

Sonda perforatrice	CMV 600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	30.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tube di rivestimento	0.0 m - 30.0 m
Cassette catalogatrici	6



*Ubicazione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S2*



*Esecuzione sondaggio geonostico a carotaggio continuo S2*



*Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)*



*Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)*



*Cassetta n. 3 (10.00 m - 15.00 m)*



*Cassetta n. 4 (15.00 m - 20.00 m)*



*Cassetta n. 5 (20.00 m - 25.00 m)*



*Cassetta n. 6 (25.00 m - 30.00 m)*

Committente: Acea Elabori Spa	Sondaggio: S2
Riferimento: Via dei Pioppi, Roviano	Data: 04//10/2021
Coordinate: 42.017958°N, 13.003086°	Quota: 320 mt slm
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1 :155

## LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

Ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Cass.	Campioni	Standard Penetration Test			
									m	S.P.T.	N	
		1		0.3	0.3	Teereo di riporto costituito da ghiaie e sabbie						
		2				Argille sabbiose di colore marrone poco consistente con inclusioni di clasti eterometrici di colore biancastro	1	C1) Ind < 2.00 2.50		3.0	6-7-7	14
		3										
		4		3.5	3.2	Argille sabbiose limose e sabbie argillose poco addensate di colore marroncino chiaro						
		5										
		6										
		7					2	C2) Ind < 6.50 7.00		7.2	3-5-5	10
		8										
		9										
		10		10.0	6.5							
		11		11.0	1.0	Argille limose e ghiaiose di colore giallo ocra; clasti di piccole dimensioni. Deposito poco addensato		C3) Ind < 10.00 10.50		11.0	6-8-9	17
		12				Sabbie grossolane debolmente argillose e ghiaiose di colore giallo-marroncino; clasti subarrotondati di dimensioni da millimetrici a centimetrici. Deposito mediamente addensato	3					
		13										
		14										
		15										
		16										
		17										
		18					4	C4) Ind < 14.00 14.50		15.0	15-24-16	40
		19										
		20										
		21		20.3	9.3	Ghiaie di varie dimensioni e sabbie ghiaiose di colore marroncino; clasti da subarrotondati a spigolosi.						
		22										
		23					5					
		24										
		25		24.8	4.5	Sabbie limose di colore variabile dal beige all'arancio con inclusioni di elementi litoidi di piccole dimensioni da arrotondati a spigolosi						
		26										
		27										
		28		27.5	2.7	Ghiaie di varie dimensioni e sabbie limose di colore giallo-ocra	6					
		29										
101		30		30.0	2.5							

## Standard Penetration Test (Spt)

Durante l'esecuzione del sondaggio S2 sono state eseguite quattro prove SPT (Standard penetration test).

La prova S.P.T. si effettua per intervalli di 45 cm, misurando il numero di colpi, sul fondo foro opportunamente pulito. Si tratta di una prova a percussione con un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), attraverso il quale, in base al numero dei colpi (N) necessari alla penetrazione di 45 cm, misurati separatamente in tre tratti di 15 cm ciascuno, è stato possibile valutare orientativamente lo stato di consistenza dei terreni.

La percussione avviene secondo le modalità contenute nella norma *ASTM n° D 1586/67*.

Complessivamente, durante la prova, il campionatore sarà infisso di  $15+15+15=45\text{cm}$ . Si assume quale resistenza alla penetrazione il parametro:  $NSPT = N2 + N3$ .

Il valore di  $N_{spt}$  è dato dalla somma dei colpi misurati nel secondo e terzo tratto di 15 cm, quando il numero di colpi supera 50 la prova viene sospesa, rappresentando tale valore il rifiuto.

Per le prove è stato usato un campionatore di lunghezza 711 mm, diametro esterno di 50.8 mm, diametro interno 34.9 mm ed un dispositivo di guida e di sgancio automatico del maglio, di peso 63.5 kg, che ha assicurato una corsa a caduta libera di 0.76 mm.

I risultati delle prove eseguite (che si leggono anche sulla stratigrafia allegata) sono riassunte nella seguente tabella:

<b>S2</b>	<b>Profondità dal p.c. (m.)</b>	<b>Nspt</b>
Prova 1	mt 3.00 a mt 3.15	(6)
	mt 3.15 a mt 3.30	7
	mt 3.30 a mt 3.45	<u>7</u>
		<b>14</b>
Prova 2	mt 7.20 a mt 7.35	(3)
	mt 7.35 a mt 7.50	5
	mt 7.50 a mt 7.65	<u>5</u>
		<b>10</b>
Prova 3	mt 11.00 a mt 11.15	(6)
	mt 11.15 a mt 11.30	8
	mt 11.30 a mt 11.45	<u>9</u>
		<b>17</b>
Prova 4	mt 15.00 a mt 15.15	(15)
	mt 15.15 a mt 15.30	24
	mt 15.30 a mt 15.30	<u>16</u>
		<b>40</b>

## **Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio**

Durante la perforazione dei sondaggi geognostici sono stati prelevati complessivamente 9 campioni a diverse profondità; di essi 7 sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio; si tratta di campioni indisturbati.

Sui campioni è stata apposta un'etichetta con indicati cantiere, committente, designazione del sondaggio, numero campione, profondità di prelievo, data di prelievo.

I campioni dopo essere stati prelevati, sono stati sigillati e conservati in ambienti umidi, per evitare che venga espulsa l'acqua presente all'interno del campione.

I campioni sono poi stati portati in laboratorio e conservati in celle, che consentono di mantenere una temperatura di 20 °C ed una umidità del 90%.

I campioni sono stati identificati con due codici rappresentativi del sondaggio e del campione.

Sui campioni di terra sono state ricavate le proprietà indice e le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc; sono inoltre state eseguite le analisi granulometriche e determinati i limiti di Atterberg (liquido, plastico e di ritiro).

Sui campioni sono inoltre state eseguite le prove udometriche, le prove di resistenza al taglio e la resistenza a compressione ad espansione laterale libera

Per i campioni è stato realizzato un quadro riassuntivo delle Prove Geotecniche di Laboratorio.

### Proprietà fisiche

Sui campioni sono state ricavate le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc., di cui si allega prospetto con le risultanze.

Riferimento			Caratteristiche fisiche							
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %
S1	C1	3.50-4.00	28.5	18.4	14.3	18.9	26.8	0.87	46.6	89.6
S1	C2	6.50-7.00	30.8	18.7	14.3	18.8	26.7	0.87	46.6	96.2
S1	C4	12.50-13.00	27.1	18.9	14.9	19.1	26.0	0.75	42.7	96.3
S2	C1	2.00-2.50	30.1	17.9	13.8	18.6	27.0	0.97	49.1	86.0
S2	C2	6.50-7.00	26.4	18.7	14.8	19.3	27.2	0.84	45.6	87.1
S2	C3	10.00-10.50	26.3	18.7	14.8	18.8	25.0	0.69	40.9	97.1
S2	C5	17.00-17.50	17.0	19.4	16.6	20.1	25.7	0.55	35.4	81.3

### Analisi granulometriche

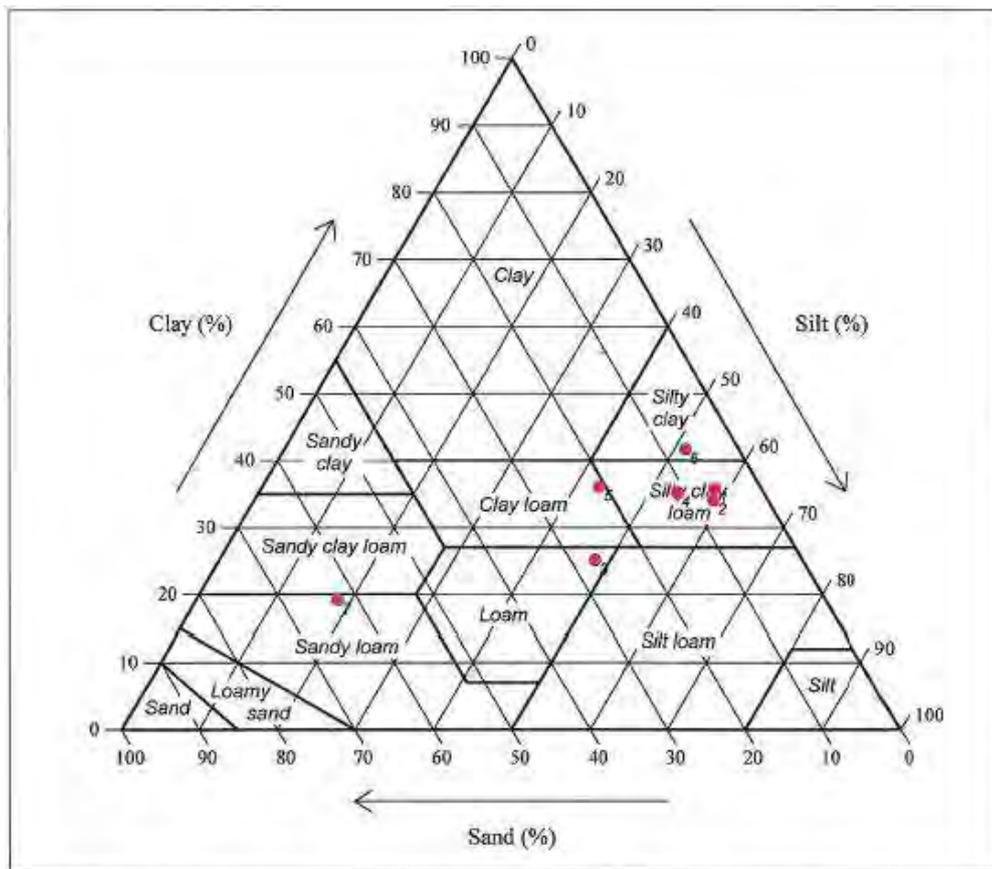
L'analisi granulometrica serve ad individuare la costituzione fisica del terreno. In laboratorio si ricorre generalmente a due metodologie:

- ✓ vagliatura attraverso una serie di setacci di apertura via via decrescente;
- ✓ sedimentazione per la frazione fine passante al setaccio n°200 con apertura 0.075 mm.

Si determinano le percentuali in peso di ciascuna classe granulometrica e si rappresentano i dati su un diagramma semilogaritmico: % passante- log

Diametro, per ottenere la curva granulometrica dalla quale si ricava la classificazione del terreno in esame.

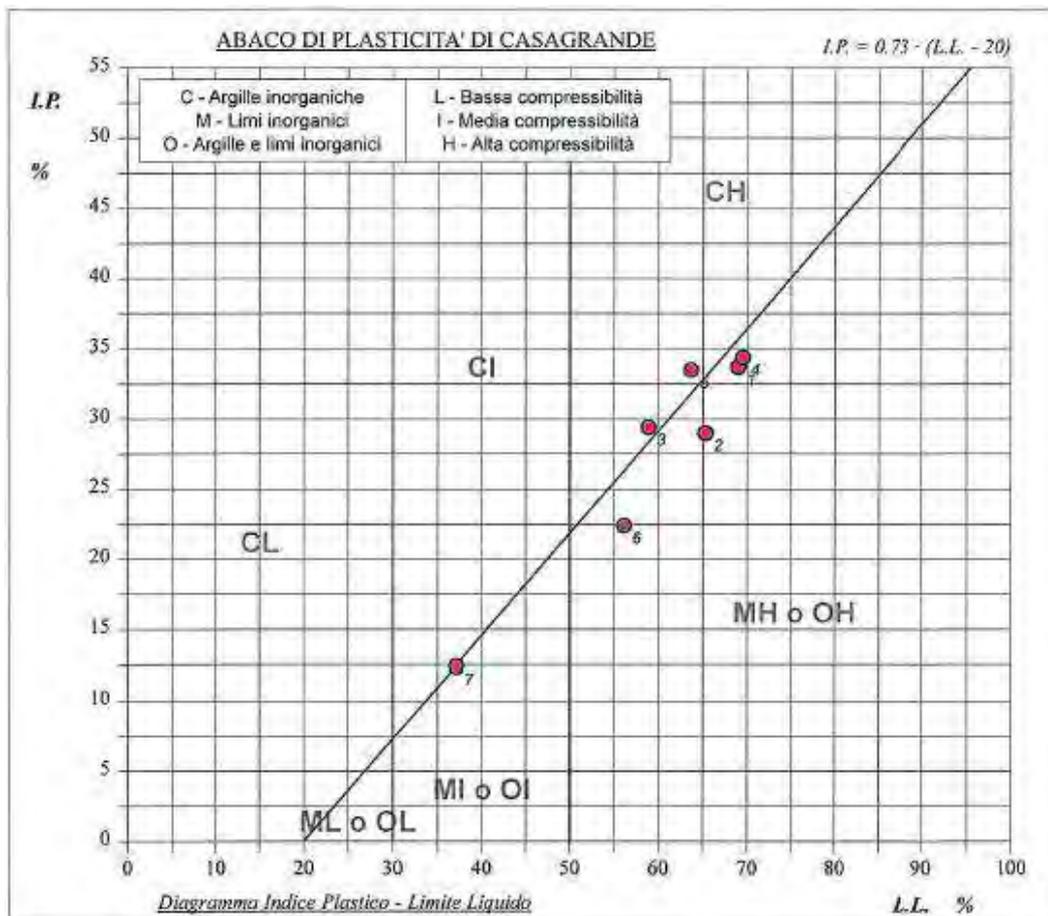
Si allega un elaborato grafico “il diagramma triangolare”, rimandando per i dettagli ad i certificati allegati, dove si può leggere una stima delle percentuali delle varie classi granulometriche.



N°	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	N°	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
1	0.0	6.1	58.1	35.8					
2	0.0	7.1	58.8	34.1					
3	5.2	21.7	48.0	25.1					
4	0.0	11.2	53.6	35.2					
5	0.0	20.8	43.1	36.1					
6	0.0	6.9	51.4	41.7					
7	11.5	51.2	18.2	19.1					

### Limiti di Atterberg

I limiti di Atterberg sono stati eseguiti su soli tre campioni di terra ed indisturbati; sono stati eseguiti per determinare il limite di liquidità, il limite di plasticità, il limite di ritiro, l'indice di plasticità e l'indice di consistenza. Attraverso l'analisi statistica, inseriti nell'Abaco di Plasticità di Casagrande, si può osservare graficamente nell'Abaco allegato, in quale campo ricadono.



Cinque campioni sono risultati dei limi inorganici o argilla e limo inorganico a compressibilità medio-alta (MI o OI e MH o OH), solo due

campioni sono risultati delle argille inorganiche ad alta compressibilità (CH).

Per le esatte percentuali dei limiti di consistenza si rimanda ad i certificati allegati.

### **Edometrica**

La prova è stata eseguita sui 7 campioni di terra prelevati nel corso dell'esecuzione del sondaggio geognostico; ha permesso di ottenere i moduli edometrici per diversi carichi di applicazione, in particolare a 24.5 kPa, a 49.0 kPa, a 98.0 kPa, a 196.0 kPa, a 392.0 kPa, a 784.0 kPa, a 1568 kPa e a 3138 kPa.

Per una lettura completa delle misure effettuate si rimanda al certificato allegato.

## Prove di taglio

Dal punto di vista delle prove di resistenza meccanica al fine di determinare angolo di attrito e coesione sono state condotte le prove di taglio diretto. Sono state eseguite su 10 degli 11 campioni.

Esse hanno fornito i seguenti risultati:

Sond. n°	Camp. n°	$\phi$ °	c kPa
S1	C1	25.8	30.8
S1	C2	26.2	25.9
S1	C4	26.2	20.9
S2	C1	23.4	17.2
S2	C2	23.1	10.2
S2	C3	21.7	12.6
S2	C5	30.5	8.6

## Prova di compressione ELL

La Prova di compressione ad espansione laterale libera ha permesso di stimare il valore della resistenza a compressione e indirettamente anche quello della coesione non drenata (la metà della prima).

I risultati delle prove, eseguite su otto degli undici campioni, sono i seguenti:

Sond. n°	Camp. n°	$\sigma$ kPa
S1	C1	273
S1	C2	250
S1	C4	212
S2	C1	233
S2	C2	143
S2	C3	160
S2	C5	94,8

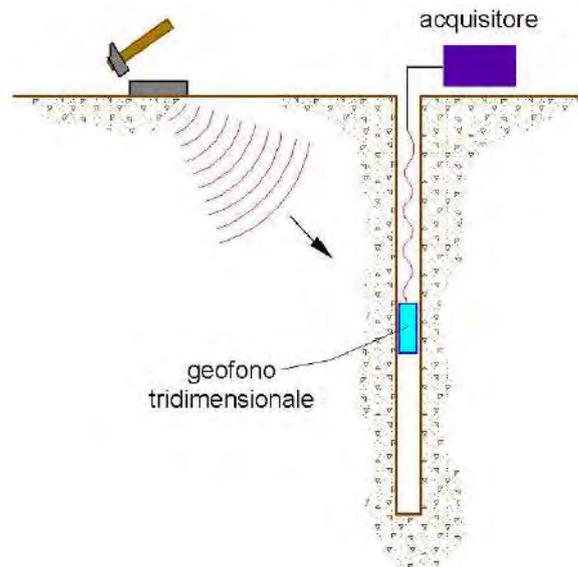
## Indagine sismica in foro (DOWN-HOLE)

Per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione, nei due fori di sondaggio sono state eseguite 2 indagini sismiche in foro con metodologia down-hole opportunamente rivestiti, ed eseguiti sino alla profondità di 30 mt dal piano campagna.

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:

1. una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
2. 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;
3. un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
4. 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  $\varnothing \approx 15$  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.

Prima di ogni cosa, è però importante assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

### **Procedura sperimentale**

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 4.0 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, “ $r$ ” la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori,  $z$  la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{\text{corr}}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

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

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.

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

- *coefficiente di Poisson medio:*

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

- *modulo di deformazione a taglio medio:*

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

- *modulo di compressibilità edometrica medio:*

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

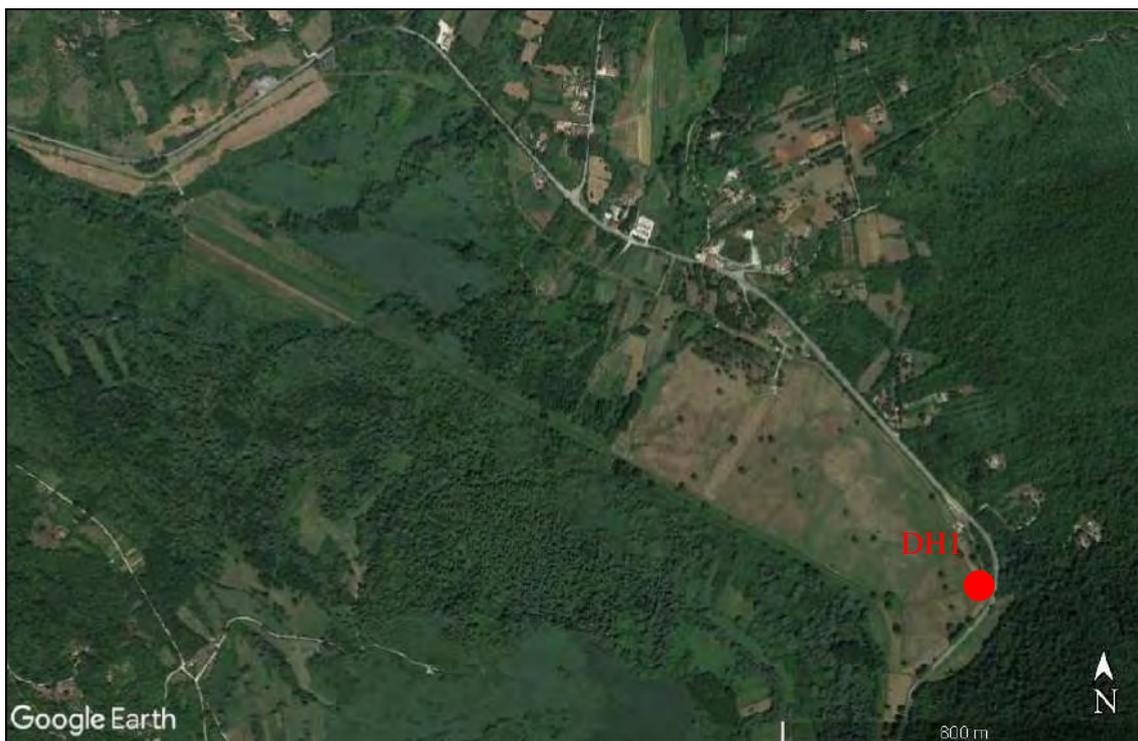
- *modulo di Young medio:*

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

- *modulo di compressibilità volumetrica medio:*

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

Di seguito si allegano le interpretazioni delle misure ed i risultati ottenuti con l'indagine riportando quanto emerso dal metodo diretto e dell'intervallo.



*Ubicazione prova Down-Hole DH1*



*Ubicazione prova Down-Hole DH2*



*Esecuzione prova Down-Hole DH1*

## MISURE DOWN HOLE - DH1

### Interpretazione delle misure

#### Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
4	30	1	

#### Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	13.10	15.30
2	2.00	12.70	17.20
3	3.00	10.80	24.90
4	4.00	10.90	25.90
5	5.00	11.30	27.40
6	6.00	11.50	28.00
7	7.00	11.80	28.80
8	8.00	12.00	32.20
9	9.00	12.10	35.30
10	10.00	12.50	39.20
11	11.00	12.60	42.60
12	12.00	12.70	44.60
13	13.00	13.00	48.10
14	14.00	13.20	50.30
15	15.00	13.40	52.70
16	16.00	13.90	56.00
17	17.00	14.40	59.60
18	18.00	15.20	62.80
19	19.00	16.00	66.30
20	20.00	16.90	68.00
21	21.00	17.50	69.90
22	22.00	17.80	71.60
23	23.00	18.20	72.30
24	24.00	18.50	74.50
25	25.00	18.70	75.10
26	26.00	19.10	77.00
27	27.00	19.30	77.60
28	28.00	19.70	78.80
29	29.00	20.30	79.80
30	30.00	20.70	80.70

## Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
4.1231	3.1772	3.7108
4.4721	5.6796	7.6921
5.0000	6.4800	14.9400
5.6569	7.7075	18.3141
6.4031	8.8238	21.3958
7.2111	9.5686	23.2974
8.0623	10.2453	25.0054
8.9443	10.7331	28.8006
9.8489	11.0571	32.2576
10.7703	11.6060	36.3963
11.7047	11.8414	40.0352
12.6491	12.0483	42.3113
13.6015	12.4251	45.9730
14.5602	12.6921	48.3647
15.5242	12.9476	50.9206
16.4924	13.4850	54.3280
17.4643	14.0172	58.0157
18.4391	14.8380	61.3046
19.4165	15.6568	64.8779
20.3961	16.5718	66.6795
21.3776	17.1909	68.6655
22.3607	17.5129	70.4451
23.3452	17.9309	71.2308
24.3311	18.2483	73.4863
25.3180	18.4651	74.1568
26.3059	18.8779	76.1046
27.2947	19.0916	76.7622
28.2843	19.5020	78.0080
29.2746	20.1096	79.0516
30.2655	20.5184	79.9921

Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
314.74	269.48	22.27	--	164.91	224.96	329.82	5.08
399.62	251.17	20.57	0.1735	132.33	334.97	310.58	158.54
1249.38	137.97	17.66	0.4938	34.28	2810.99	102.41	2765.28
814.66	296.38	20.25	0.4237	181.39	1370.43	516.49	1128.58
895.82	324.50	20.35	0.4245	218.51	1665.27	622.54	1373.92
1342.64	525.87	21.78	0.4094	614.18	4003.65	1731.25	3184.75
1477.76	585.48	21.98	0.4069	768.30	4894.57	2161.84	3870.17
2050.02	263.49	19.12	0.4916	135.36	8193.76	403.81	8013.28
3086.42	289.27	19.38	0.4956	165.36	18825.35	494.62	18604.87
1821.83	241.62	18.58	0.491	110.61	6288.41	329.84	6140.93
4248.09	274.81	19.01	0.4979	146.40	34982.34	438.59	34787.14
4833.26	439.35	20.68	0.4958	407.05	49261.79	1217.73	48719.05
2653.92	273.10	18.84	0.4946	143.29	13531.19	428.32	13340.14
3745.33	418.11	20.39	0.4937	363.48	29165.99	1085.86	28681.35
3913.88	391.25	20.10	0.495	313.75	31397.16	938.11	30978.83

1860.81	293.48	18.96	0.4872	166.52	6694.56	495.30	6472.52
1878.99	271.17	18.61	0.4894	139.54	6700.00	415.66	6513.94
1218.32	304.05	19.01	0.4668	179.21	2877.29	525.73	2638.35
1221.30	279.85	18.65	0.4723	148.94	2836.63	438.57	2638.05
1092.90	555.06	21.13	0.3262	663.83	2573.59	1760.74	1688.48
1615.25	503.52	20.77	0.4462	536.97	5525.80	1553.13	4809.84
3105.60	561.92	21.11	0.4831	679.70	20761.50	2016.13	19855.23
2392.34	1272.75	24.36	0.3026	4023.86	14216.82	10482.96	8851.67
3150.60	443.36	20.23	0.4899	405.50	20476.78	1208.31	19936.12
4612.57	1491.42	24.90	0.4416	5647.79	54021.24	16283.71	46490.85
2422.48	513.40	20.70	0.4765	556.37	12387.11	1642.96	11645.29
4679.43	1520.68	24.96	0.441	5885.72	55732.67	16962.65	47885.04
2436.65	802.69	22.79	0.4391	1497.34	13797.80	4309.64	11801.35
1645.82	958.23	23.39	0.2436	2190.03	6460.62	5447.04	3540.59
2446.18	1063.26	23.74	0.3835	2736.77	14485.61	7572.64	10836.58

### Metodo diretto

Profondità di riferimento: 30 m  
VS,eq: 375.05 m/s

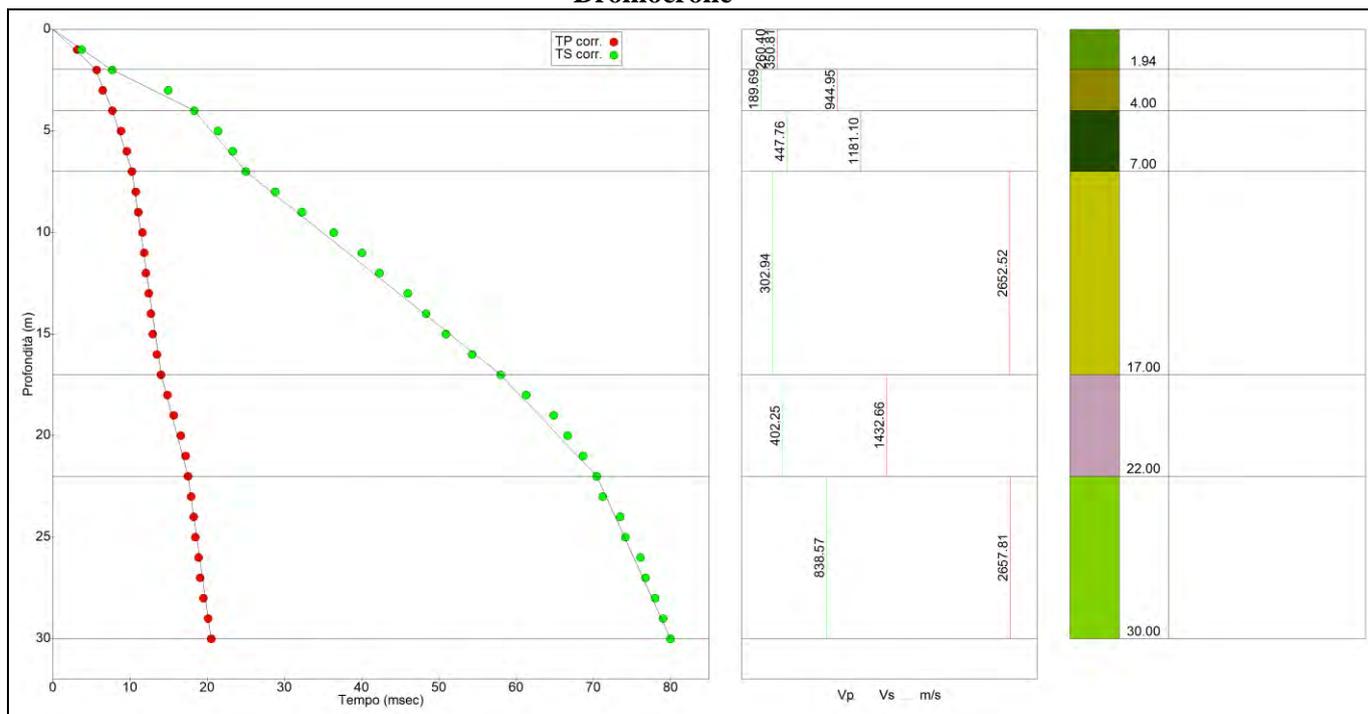
Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	30.08
	1.94
	4
	7
	17
	22
	30

Valori medi

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]
350.81	260.4	20.4	--	141.06	256.02	--	67.94
944.95	189.69	19.15	0.48	70.25	1743.37	207.8	1649.7
1181.1	447.76	21.76	0.42	444.96	3096.02	1260.2	2502.74
2652.52	302.94	19.42	0.49	181.75	13934.13	542.84	13691.8
1432.66	402.25	21	0.46	346.56	4396.16	1010.03	3934.07
2657.81	838.57	22.94	0.44	1644.68	16521.38	4752.23	14328.46

### Dromocrone



## Metodo intervallo

Profondità di riferimento: 30 m  
Vs,eq: 403.92 m/s

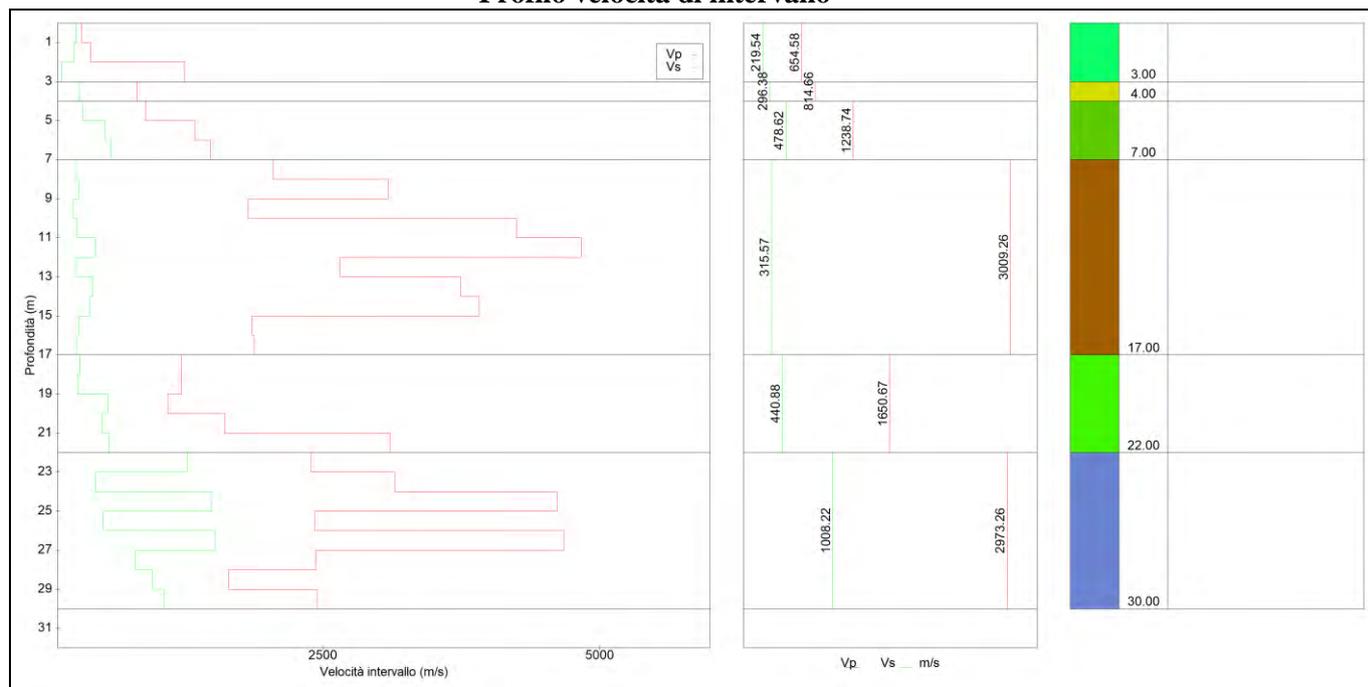
Sismostrati con metodo Intervallo

Descrizione [-]	Profondità [m]
	3
	4
	7
	17
	22
	30

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/m3]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
654.58	219.54	20.17	0.33	110.51	1123.64	247.60	976.30
814.66	296.38	20.25	0.42	181.39	1370.43	516.49	1128.58
1238.74	478.62	21.37	0.41	533.66	3521.16	1505.21	2809.61
3009.26	315.57	19.37	0.49	209.14	20504.05	624.78	20225.20
1650.67	440.88	20.13	0.44	441.73	6914.96	1258.86	6325.99
2973.26	1008.22	23.13	0.40	2867.92	23947.33	7988.74	20123.44

## Profilo velocità di intervallo





*Esecuzione prova Down-Hole DH2*

## MISURE DOWN HOLE – DH2

### Interpretazione delle misure

#### Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
4	30	1	

#### Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	11.9	16.3
2	2.00	10.9	17.7
3	3.00	11.4	23.3
4	4.00	12.2	26.9
5	5.00	13.2	29.7
6	6.00	14	34
7	7.00	15.3	36.4
8	8.00	16.1	38.7
9	9.00	17.1	40.5
10	10.00	18.8	42.7
11	11.00	20.1	45.9
12	12.00	21.1	48.1
13	13.00	22	51.4
14	14.00	22.9	54.5
15	15.00	23.5	57.9
16	16.00	24.2	61
17	17.00	25	65.5
18	18.00	25.8	69.2
19	19.00	26.5	72.7
20	20.00	26.6	76.9
21	21.00	27.3	78.9
22	22.00	27.4	80.1
23	23.00	27.6	81.4
24	24.00	28.1	82.5
25	25.00	28.8	84.1
26	26.00	29.7	87.2
27	27.00	30.2	88.8
28	28.00	30.4	90.6
29	29.00	30.7	91.4
30	30.00	31.2	92.4

## Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
4.1231	2.8862	3.9533
4.4721	4.8746	7.9157
5.0000	6.8400	13.9800
5.6569	8.6267	19.0212
6.4031	10.3075	23.1918
7.2111	11.6487	28.2897
8.0623	13.2841	31.6041
8.9443	14.4003	34.6143
9.8489	15.6262	37.0094
10.7703	17.4554	39.6460
11.7047	18.8899	43.1365
12.6491	20.0172	45.6317
13.6015	21.0271	49.1270
14.5602	22.0189	52.4031
15.5242	22.7065	55.9450
16.4924	23.4775	59.1787
17.4643	24.3354	63.7588
18.4391	25.1856	67.5521
19.4165	25.9316	71.1406
20.3961	26.0835	75.4067
21.3776	26.8178	77.5065
22.3607	26.9580	78.8080
23.3452	27.1918	80.1962
24.3311	27.7177	81.3775
25.3180	28.4383	83.0438
26.3059	29.3546	86.1860
27.2947	29.8740	87.8413
28.2843	30.0945	89.6894
29.2746	30.4121	90.5428
30.2655	30.9263	91.5895

Vp [m/s]	Vs [m/s]	g [kN/mc]	ni	G [MPa]	Ed [MPa]	E [MPa]	Ev [MPa]
346.48	252.95	22.09	--	144.13	270.42	288.26	78.25
502.92	252.37	20.59	0.3317	133.72	531.05	356.15	352.75
508.80	164.90	18.37	0.4413	50.94	484.93	146.84	417.02
559.69	198.37	18.73	0.4282	75.16	598.29	214.69	498.08
594.96	239.77	19.22	0.403	112.67	693.76	316.15	543.53
745.60	196.16	18.24	0.4628	71.57	1033.99	209.39	938.56
611.47	301.71	19.76	0.3391	183.42	753.38	491.24	508.82
895.90	332.20	20.00	0.4203	225.07	1636.92	639.33	1336.84
815.73	417.52	20.72	0.3225	368.32	1405.92	974.21	914.83
546.69	379.28	20.30	0.036	297.78	618.67	617.00	221.63
697.11	286.49	19.17	0.3984	160.44	949.96	448.72	736.03
887.08	400.77	20.35	0.3718	333.30	1632.94	914.44	1188.54
990.20	286.10	19.03	0.4545	158.84	1902.67	462.07	1690.89

*Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo  
Acquedotto Marcio (Manufatto origine e via dei Pioppi), nel Comune di Roviano (RM)*

1008.27	305.24	19.22	0.4496	182.61	1992.45	529.42	1748.97
1454.34	282.33	18.86	0.4804	153.30	4067.74	453.89	3863.34
1297.01	309.24	19.17	0.4699	186.94	3288.43	549.57	3039.18
1165.64	218.34	17.74	0.4818	86.24	2457.89	255.58	2342.90
1176.19	263.62	18.45	0.4736	130.75	2602.74	385.35	2428.41
1340.48	278.67	18.63	0.4774	147.53	3413.60	435.92	3216.90
6583.31	234.41	17.90	0.4994	100.30	79108.10	300.78	78974.38
1361.84	476.24	20.58	0.4303	475.97	3892.04	1361.56	3257.41
7132.69	768.35	22.07	0.4941	1328.62	114495.50	3970.18	112724.00
4277.18	720.36	21.86	0.4854	1156.72	40779.75	3436.38	39237.46
1901.50	846.52	22.97	0.3764	1678.48	8469.02	4620.52	6231.05
1387.73	600.13	21.25	0.385	780.42	4173.00	2161.76	3132.44
1091.34	318.25	18.93	0.4535	195.51	2299.06	568.35	2038.38
1925.30	604.12	21.23	0.4454	790.09	8024.65	2283.99	6971.20
4535.17	541.10	20.84	0.4928	622.20	43708.33	1857.64	42878.72
3148.61	1171.78	24.08	0.4196	3371.54	24342.97	9572.48	19847.59
1944.77	955.38	23.38	0.3409	2176.09	9016.96	5835.84	6115.52

**Metodo diretto**

Profondità di riferimento: 30 m  
VS,eq: 333.6 m/s

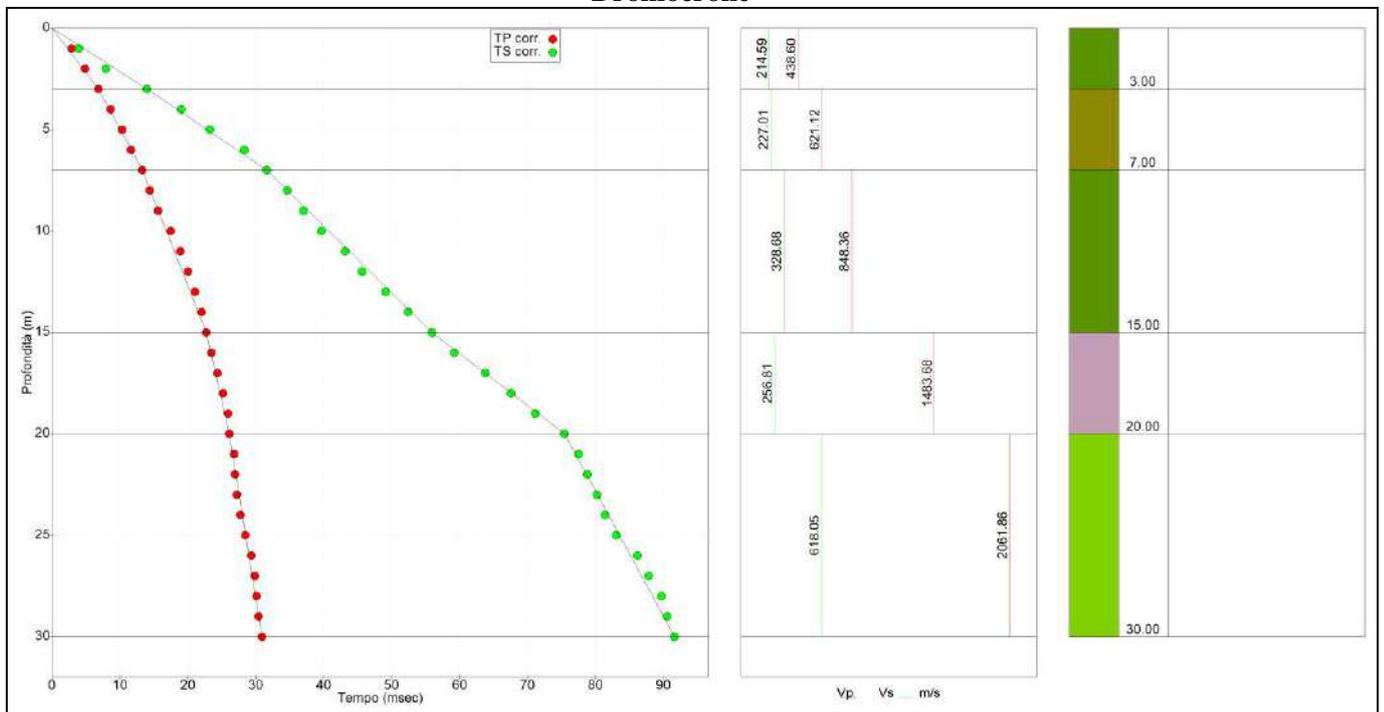
Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
	3
	7
	15
	20
	30

Valori medi

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]
438.6	214.59	19.2	0.34	90.16	376.62	242.1	256.41
621.12	227.01	19.12	0.42	100.49	752.22	285.97	618.24
848.36	328.68	19.91	0.41	219.3	1461.03	619.17	1168.63
1483.68	256.81	19.38	0.48	130.35	4350.89	387.02	4177.09
2061.86	618.05	21.87	0.45	851.84	9480.49	2471.42	8344.71

**Dromocrone**



**Metodo intervallo**

Profondità di riferimento: 30 m  
Vs,eq: 348.19 m/s

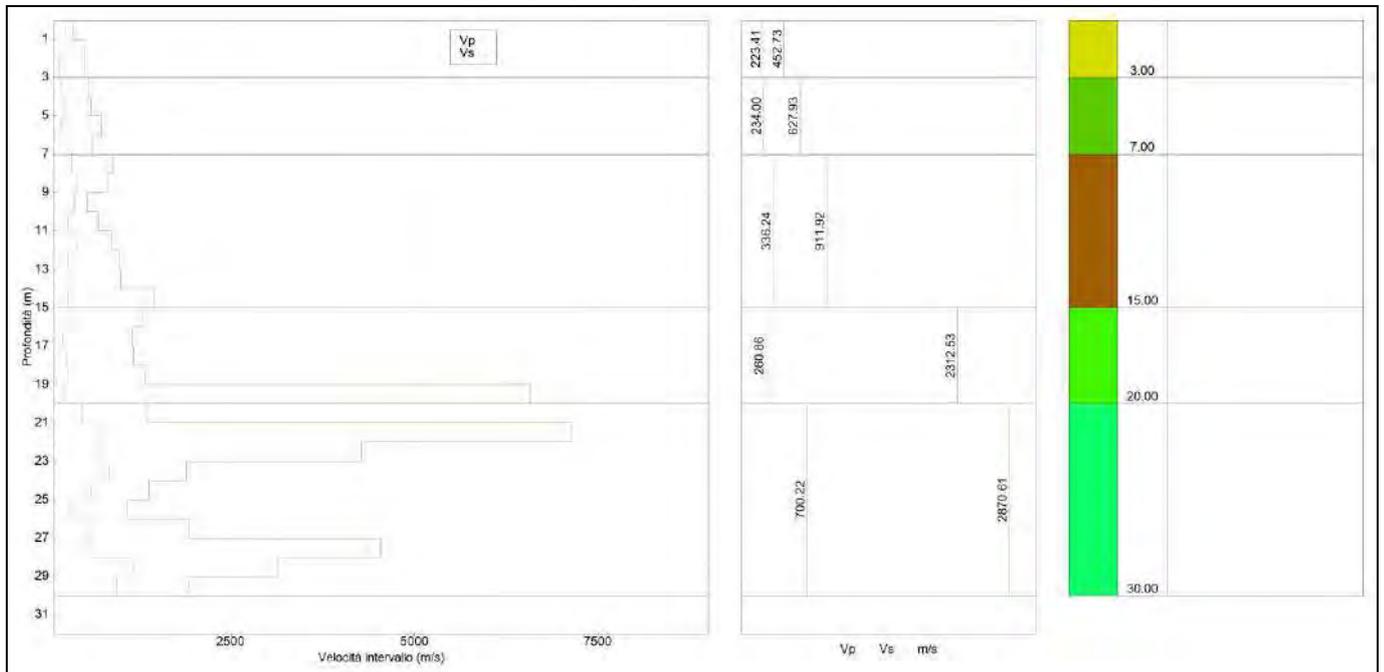
Sismostrati con metodo Intervallo

Descrizione [-]	Profondità [m]
	3
	7
	15
	20
	30

Valori medi

Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/m3]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
452.73	223.41	20.35	0.39	109.60	428.80	263.75	282.67
627.93	234.00	18.99	0.41	110.71	769.85	307.87	622.25
911.92	336.24	19.71	0.37	234.96	1775.91	629.89	1462.63
2312.53	260.86	18.38	0.48	130.35	18174.15	385.44	18000.36
2870.61	700.22	21.72	0.43	1257.56	25920.13	3566.87	24243.38

**Profilo velocità di intervallo**



Ruffano, novembre 2021

**IL DIRETTORE TECNICO**

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

**ALLEGATO:**

## **ANALISI DI LABORATORIO**

**QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
PROGETTAZIONE DEL NUOVO ACQUEDOTTO MARCIO ODS 54/21**

Sond. n°	Camp. n°	Riferimento	Caratteristiche fisiche										Limiti di consistenza				Granulometria			Classificazione		Compr.					Taglio diretto					Edometrica																																																
			W %	Y kN/m³	Y <sub>sec</sub> kN/m³	Y <sub>sat</sub> kN/m³	Y <sub>s</sub> kN/m³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	LL %	LP %	IP %	IC %	Chiana %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	CNR-UNI	σ kPa	φ °	c kPa	24.5 kPa	49.0 kPa	98.0 kPa	196.0 kPa	392.0 kPa	273	25.8	30.8	11889	10291	12966	16984	18048	250	26.2	25.9	8161	7110	8100	10675	12707	212	26.2	20.9	2251	2362	3242	4179	5736	233	23.4	17.2	1081	1775	3006	5584	9011	143	23.1	10.2	1333	1892	3091	5528	9436	160	21.7	12.6	3038	3311	5475	7127	11915	94.8	30.5	8.6	5992	5828
S1	C1	3.50-4.00	28.5	18.4	14.3	18.9	26.8	0.87	46.6	89.6	69.0	35.3	33.7	1.20	6.1	58.1	35.8	A7-5 - I.G. = 20	273	25.8	30.8	11889	10291	12966	16984	18048	273	25.8	30.8	11889	10291	12966	16984	18048	273	25.8	30.8	11889	10291	12966	16984	18048	273	25.8	30.8	11889	10291	12966	16984	18048	273	25.8	30.8	11889	10291	12966	16984	18048																						
S1	C2	6.50-7.00	30.8	18.7	14.3	18.8	26.7	0.87	46.6	96.2	65.3	36.3	29.0	1.19	7.1	58.8	34.1	A7-5 - I.G. = 20	250	26.2	25.9	8161	7110	8100	10675	12707	250	26.2	25.9	8161	7110	8100	10675	12707	250	26.2	25.9	8161	7110	8100	10675	12707	250	26.2	25.9	8161	7110	8100	10675	12707	250	26.2	25.9	8161	7110	8100	10675	12707																						
S1	C4	12.50-13.00	27.1	18.9	14.9	19.1	26.0	0.75	42.7	96.5	58.9	29.5	29.4	1.08	5.2	48.0	25.1	A7-6 - I.G. = 19	212	26.2	20.9	2251	2362	3242	4179	5736	212	26.2	20.9	2251	2362	3242	4179	5736	212	26.2	20.9	2251	2362	3242	4179	5736	212	26.2	20.9	2251	2362	3242	4179	5736	212	26.2	20.9	2251	2362	3242	4179	5736																						
S2	C1	2.00-2.50	30.1	17.9	13.8	18.6	27.0	0.97	49.1	86.0	69.5	35.1	34.4	1.14	11.2	53.6	35.2	A7-5 - I.G. = 20	233	23.4	17.2	1081	1775	3006	5584	9011	233	23.4	17.2	1081	1775	3006	5584	9011	233	23.4	17.2	1081	1775	3006	5584	9011	233	23.4	17.2	1081	1775	3006	5584	9011	233	23.4	17.2	1081	1775	3006	5584	9011																						
S2	C2	6.50-7.00	26.4	18.7	14.8	19.3	27.2	0.84	45.6	87.1	63.7	30.2	33.5	1.11	20.8	43.1	36.1	A7-5 - I.G. = 20	143	23.1	10.2	1333	1892	3091	5528	9436	143	23.1	10.2	1333	1892	3091	5528	9436	143	23.1	10.2	1333	1892	3091	5528	9436	143	23.1	10.2	1333	1892	3091	5528	9436	143	23.1	10.2	1333	1892	3091	5528	9436																						
S2	C3	10.00-10.50	26.3	18.7	14.8	18.8	25.0	0.69	40.9	97.1	56.1	33.7	22.4	1.33	6.9	51.4	41.7	A7-5 - I.G. = 16	160	21.7	12.6	3038	3311	5475	7127	11915	160	21.7	12.6	3038	3311	5475	7127	11915	160	21.7	12.6	3038	3311	5475	7127	11915	160	21.7	12.6	3038	3311	5475	7127	11915	160	21.7	12.6	3038	3311	5475	7127	11915																						
S2	C5	17.00-17.50	17.0	19.4	16.6	20.1	25.7	0.55	35.4	81.3	37.1	24.7	12.4	1.62	11.5	18.2	19.1	A6 - I.G. = 1	94.8	30.5	8.6	5992	5828	7319	7501	9927	94.8	30.5	8.6	5992	5828	7319	7501	9927	94.8	30.5	8.6	5992	5828	7319	7501	9927	94.8	30.5	8.6	5992	5828	7319	7501	9927	94.8	30.5	8.6	5992	5828	7319	7501	9927																						

**TABELLA RIASSUNTIVA ANALISI GRANULOMETRICHE**

N°	Sondaggio	Campione	Profondità m	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
1	S1	C1	3.50-4.00	0.0	6.1	58.1	35.8
2	S1	C2	6.50-7.00	0.0	7.1	58.8	34.1
3	S1	C4	12.50-13.00	5.2	21.7	48.0	25.1
4	S2	C1	2.00-2.50	0.0	11.2	53.6	35.2
5	S2	C2	6.50-7.00	0.0	20.8	43.1	36.1
6	S2	C3	10.00-10.50	0.0	6.9	51.4	41.7
7	S2	C5	17.00-17.50	11.5	51.2	18.2	19.1







<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21			
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m	3.50-4.00

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	28.5	%
Peso di volume	18.4	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14.3	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18.9	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26.8	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.871	
Porosità	46.6	%
Grado di saturazione	89.6	%

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	69.0	%
Limite di plasticità	35.3	%
Indice di plasticità	33.7	%
Indice di consistenza	1.20	
Passante al set. n° 40	SI	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	6.1	%
Limo	58.1	%
Argilla	35.8	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 20
------------------	------	-----------

### COMPRESSIONE

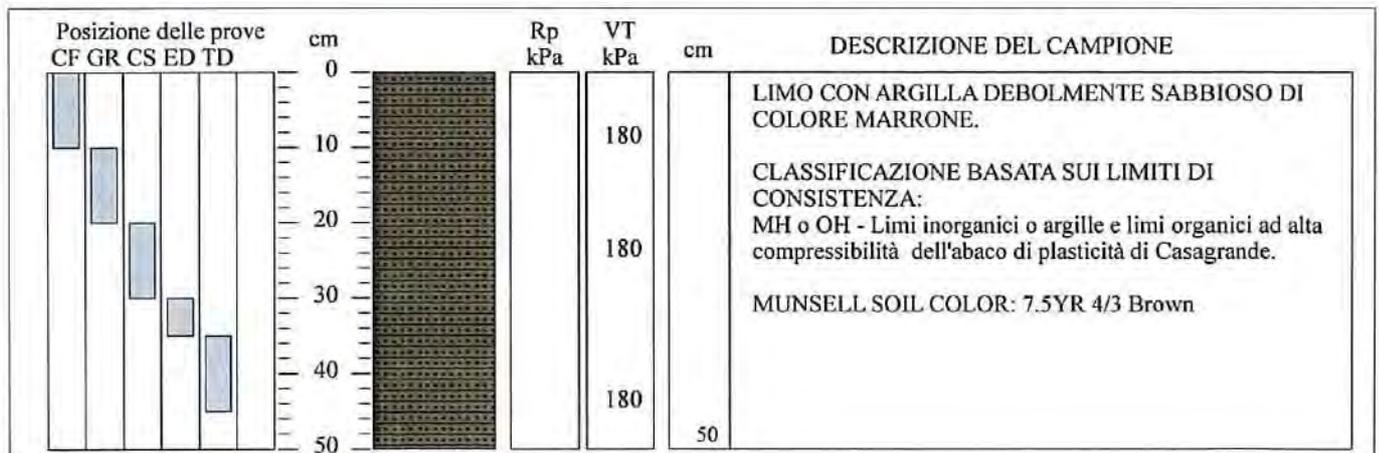
Resistenza a compressione	273	kPa
Coesione non drenata	137	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Coesione:	30.8	kPa
Angolo di attrito interno:	25.8	°

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	Cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12.3 ÷ 24.5	11889	0.000907	7.48E-09
24.5 ÷ 49.0	10291	0.001138	1.08E-08
49.0 ÷ 98.0	12966	0.000444	3.35E-09
98.0 ÷ 196.0	16984	0.000917	5.30E-09
196.0 ÷ 392.0	18048	0.001232	6.69E-09
392.0 ÷ 784.0	22600	0.000808	3.51E-09
784.0 ÷ 1569.0	31071	0.000807	2.55E-09





<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

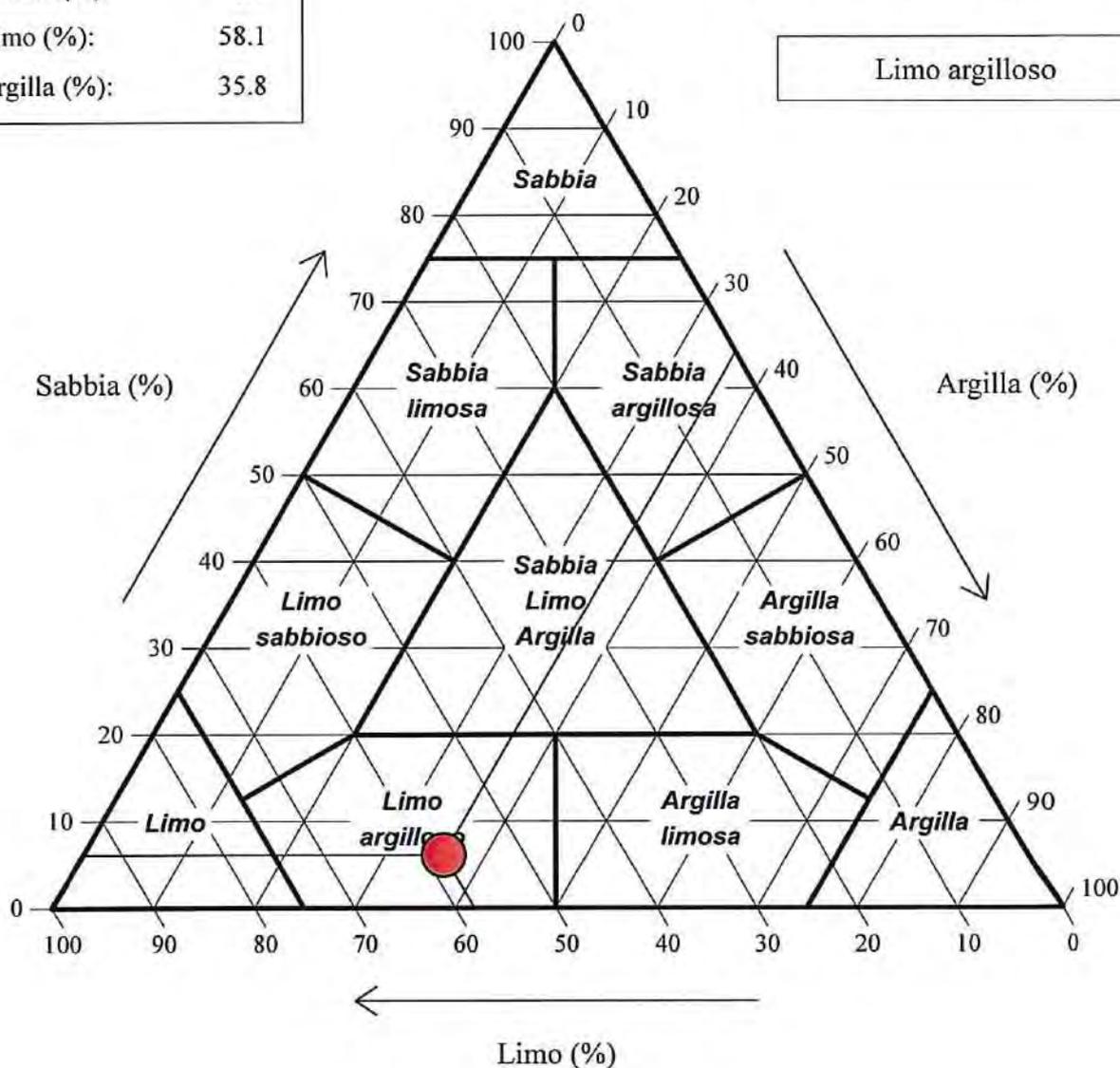
## ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Sabbia (%):	6.1
Limo (%):	58.1
Argilla (%):	35.8

### Diagramma di Shepard

Limo argilloso



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/u/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 21/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21			
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m	3.50-4.00
<b>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</b>			
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1			

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 28.5 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/pdv/2</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 20/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

**PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18.4 kN/m<sup>3</sup>**

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/ps/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 21/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 21/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = 26.8 kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = 26.8 kN/m<sup>3</sup>

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/lc/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 22/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21
<b>SONDAGGIO:</b> S1 <b>CAMPIONE:</b> C1 <b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

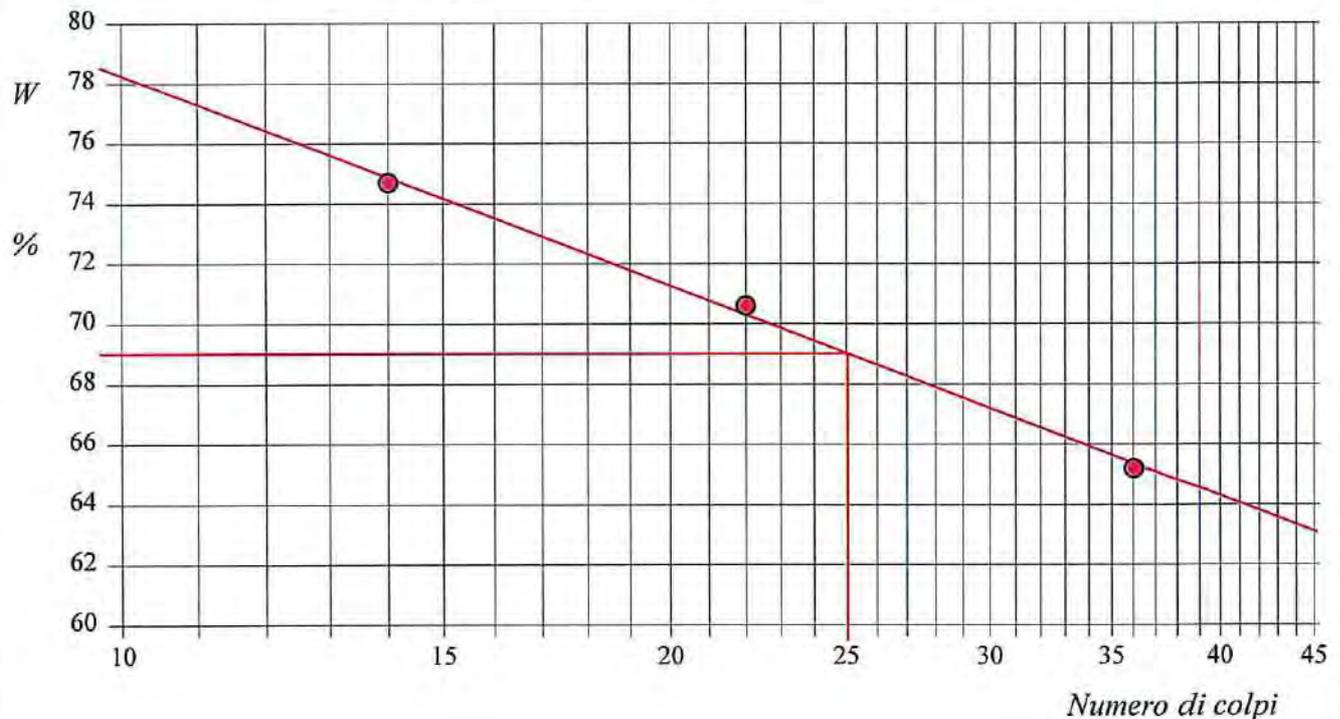
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	69.0 %
Limite di plasticità	35.3 %
Indice di plasticità	33.7 %

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	14	22	36		Umidità (%)	35.1	35.4
Umidità (%)	74.7	70.6	65.2		Umidità media	35.3	

**Determinazione del Limite di liquidità**



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

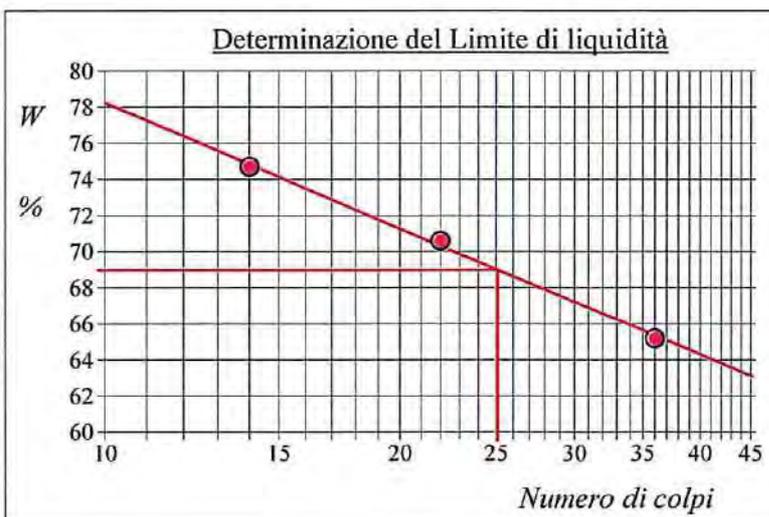
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/lc/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 22/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA': m</b> 3.50-4.00

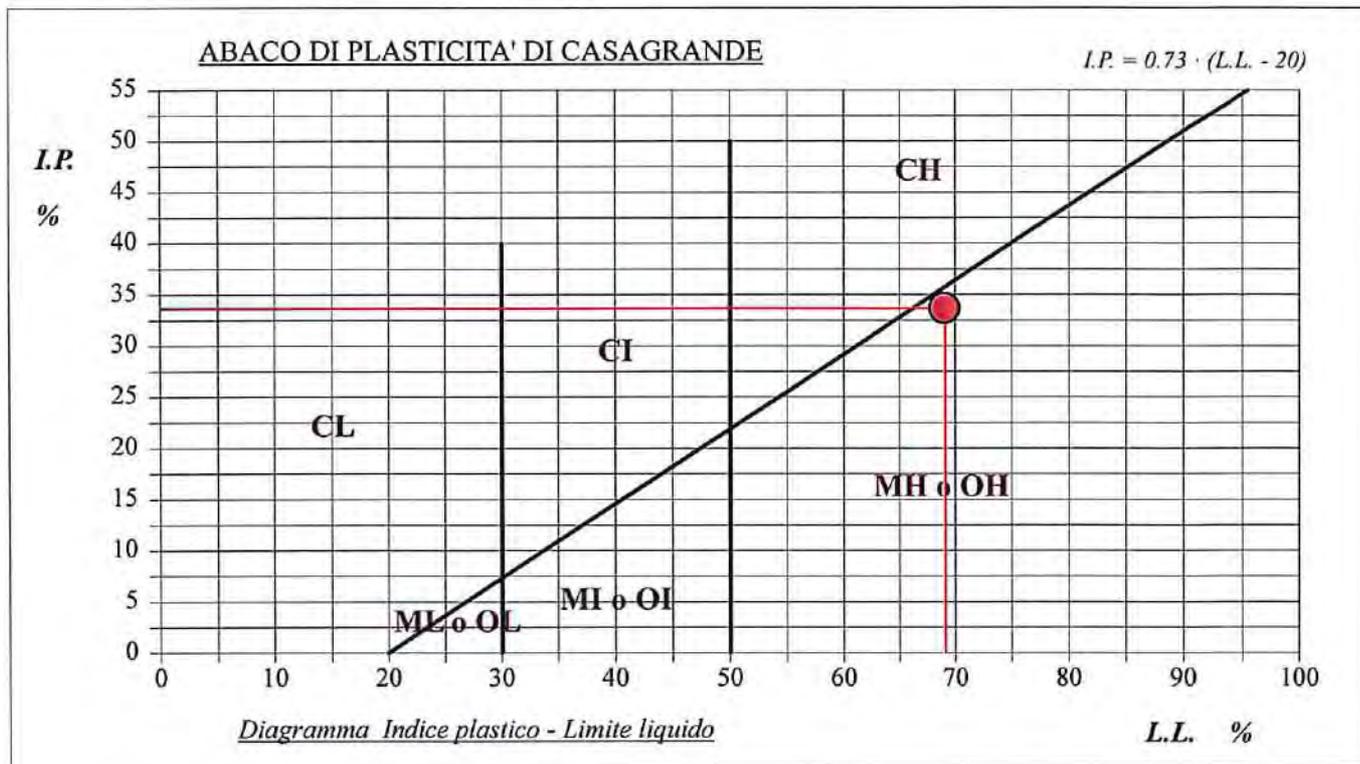
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	69.0	%
Limite di plasticità	35.3	%
Indice di plasticità	33.7	%
Indice di consistenza	1.20	
Passante al set. n° 40	SI	



<b>C</b> - Argille inorganiche	<b>L</b> - Bassa compressibilità
<b>M</b> - Limi inorganici	<b>I</b> - Media compressibilità
<b>O</b> - Argille e limi organici	<b>H</b> - Alta compressibilità



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA': m</b> 3.50-4.00

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99.0	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	93.9	%

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Limite di liquidità	69.0	%
Limite di plasticità	35.3	%
Indice di plasticità	33.7	%

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-5      INDICE DI GRUPPO: 20**

**Tipi usuali dei materiali principali:**  
 Argille fortemente compressibili mediamente plastiche

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.**



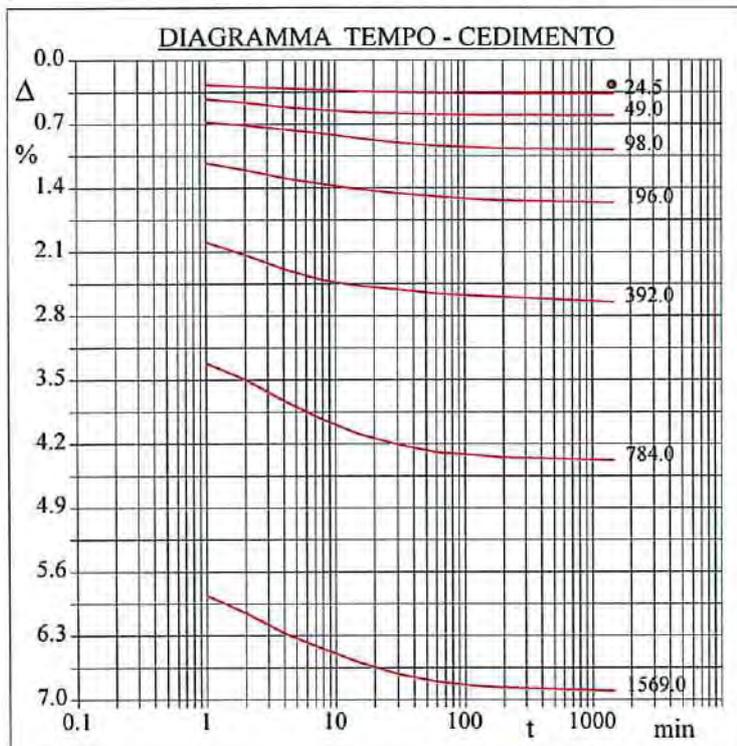
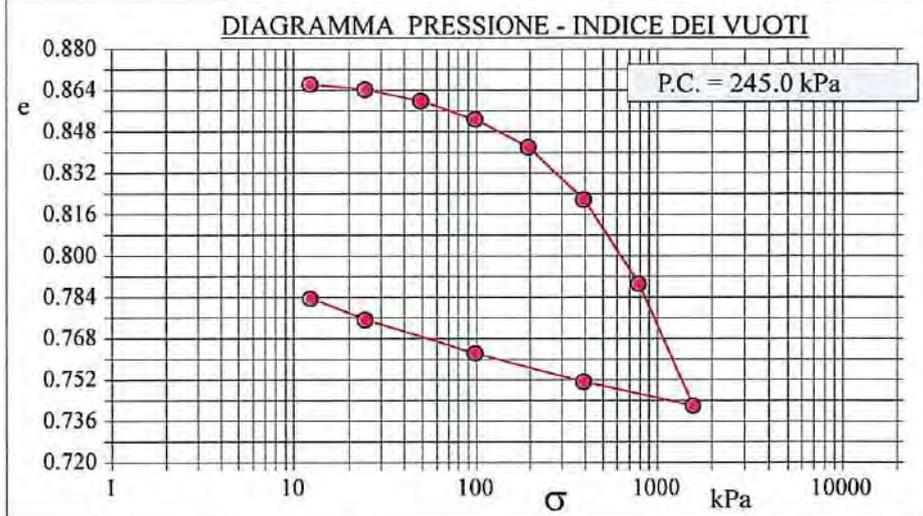
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/ed/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18.42
Umidità (%)	28.5
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	26.82
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	19.63
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	39.27
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	18.28
Indice dei vuoti	0.87
Porosità (%)	46.56
Saturazione (%)	89.6



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.3	5.4	0.866	
24.5	7.4	0.864	0.006
49.0	12.2	0.860	0.015
98.0	19.7	0.853	0.023
196.0	31.3	0.842	0.036
392.0	53.0	0.822	0.068
784.0	87.7	0.789	0.108
1569.0	138.2	0.742	0.157
392.3	128.3	0.751	
98.1	116.5	0.762	
24.5	102.6	0.775	
12.3	93.9	0.783	

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/ed/21</b> Pagina 2/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

**LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE**

Pressione 24.5 kPa		Pressione 49.0 kPa		Pressione 98.0 kPa		Pressione 196.0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	5.4	0.00	7.4	0.00	12.2	0.00	19.7
1.00	5.5	1.00	8.6	1.00	13.6	1.00	22.6
2.00	5.8	2.00	9.3	2.00	14.4	2.00	24.1
4.00	6.2	4.00	10.3	4.00	15.1	4.00	25.9
8.00	6.5	8.00	10.9	8.00	16.1	8.00	27.2
15.00	6.8	15.00	11.4	15.00	17.1	15.00	28.3
30.00	7.1	30.00	11.7	30.00	18.1	30.00	29.2
60.00	7.2	60.00	11.9	60.00	18.8	60.00	29.9
120.00	7.3	120.00	12.0	120.00	19.2	120.00	30.5
180.00	7.3	180.00	12.1	180.00	19.3	180.00	30.7
1440.00	7.4	1440.00	12.2	1440.00	19.7	1440.00	31.3

Pressione 392.0 kPa		Pressione 784.0 kPa		Pressione 1569.0 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	31.3	0.00	53.0	0.00	87.7		
1.00	39.9	1.00	66.4	1.00	117.3		
2.00	42.7	2.00	70.0	2.00	121.2		
4.00	45.8	4.00	74.7	4.00	125.6		
8.00	48.2	8.00	78.8	8.00	129.1		
15.00	49.4	15.00	81.9	15.00	132.0		
30.00	50.2	30.00	84.2	30.00	134.5		
60.00	51.1	60.00	86.0	60.00	136.2		
120.00	51.7	120.00	86.5	120.00	137.1		
180.00	51.9	180.00	87.0	180.00	137.4		
1440.00	53.0	1440.00	87.7	1440.00	138.2		



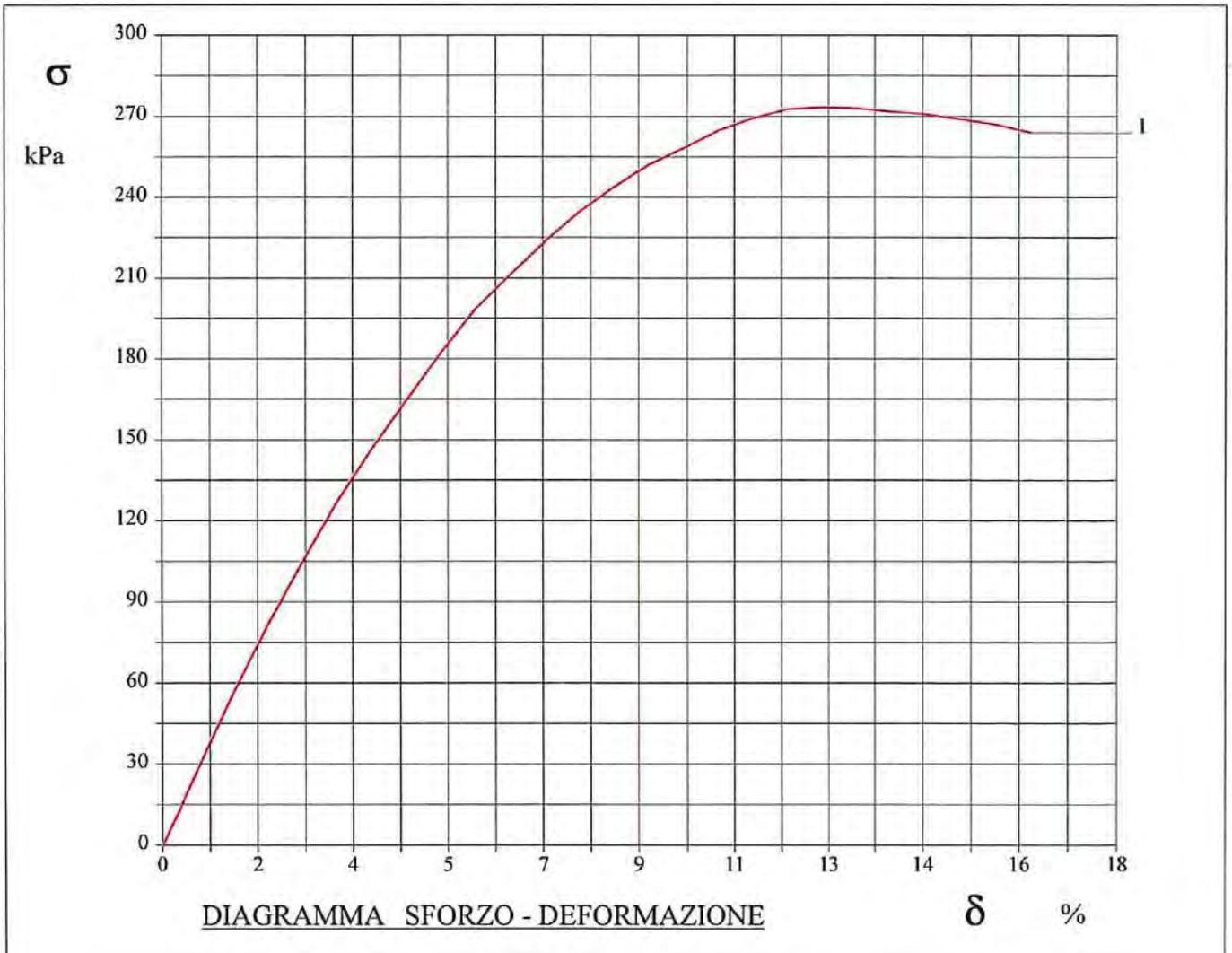
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/cs/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 21/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 21/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1.000	----	----
Peso di volume (kN/m³):	18.5	----	----
Umidità naturale (%):	28.8	----	----



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.



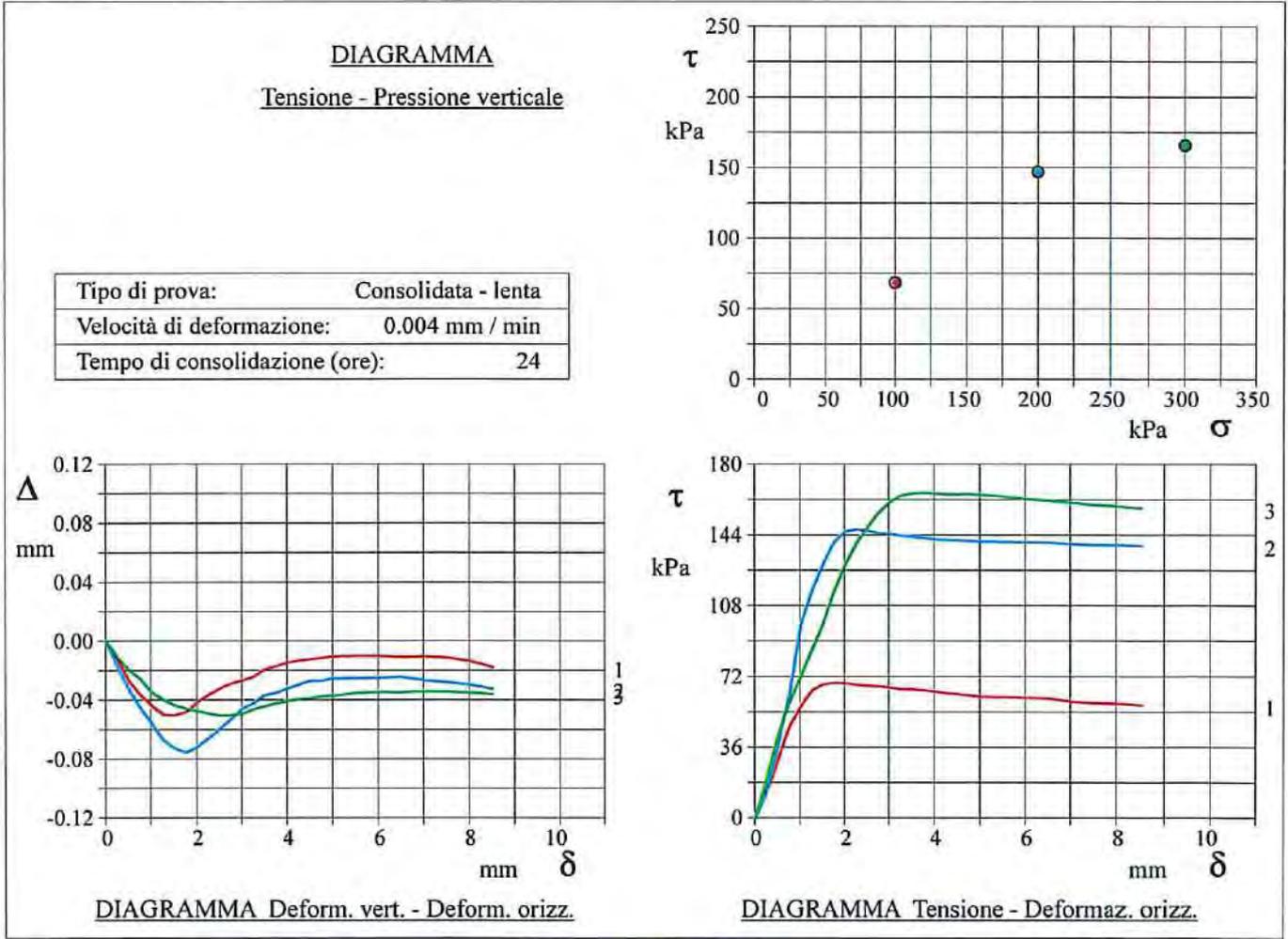
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/TD/2</b> Pagina 1/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 25/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	69		147		166	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.75	-0.07	2.25	-0.10	3.75	-0.05
Umidità iniziale e umidità finale (%):	28.6	33.3	28.2	33.0	28.3	33.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.4	19.3	18.5	19.6	18.4	19.9
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	89.4	100.0	89.6	100.0	88.9	100.0



**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.**

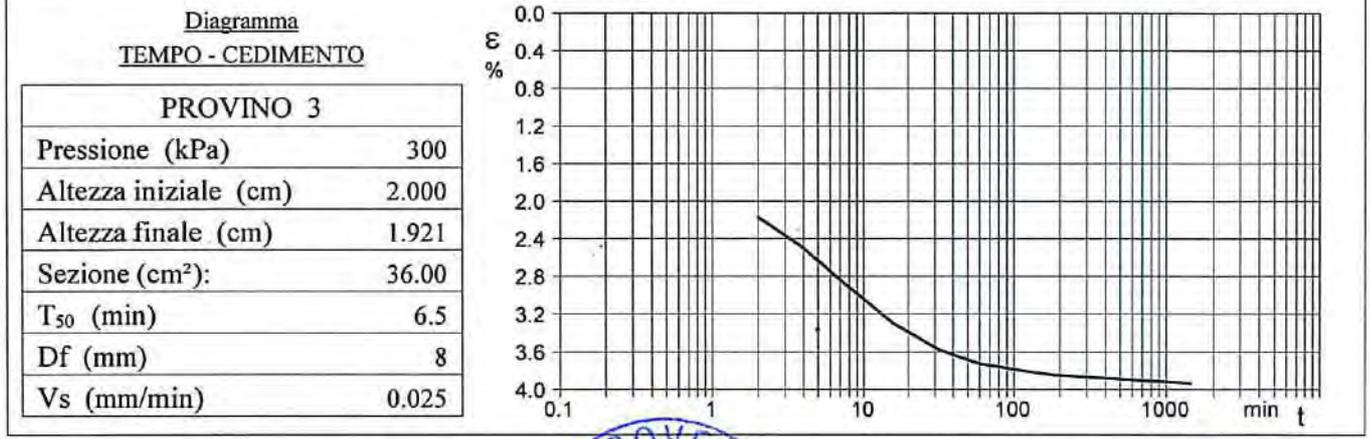
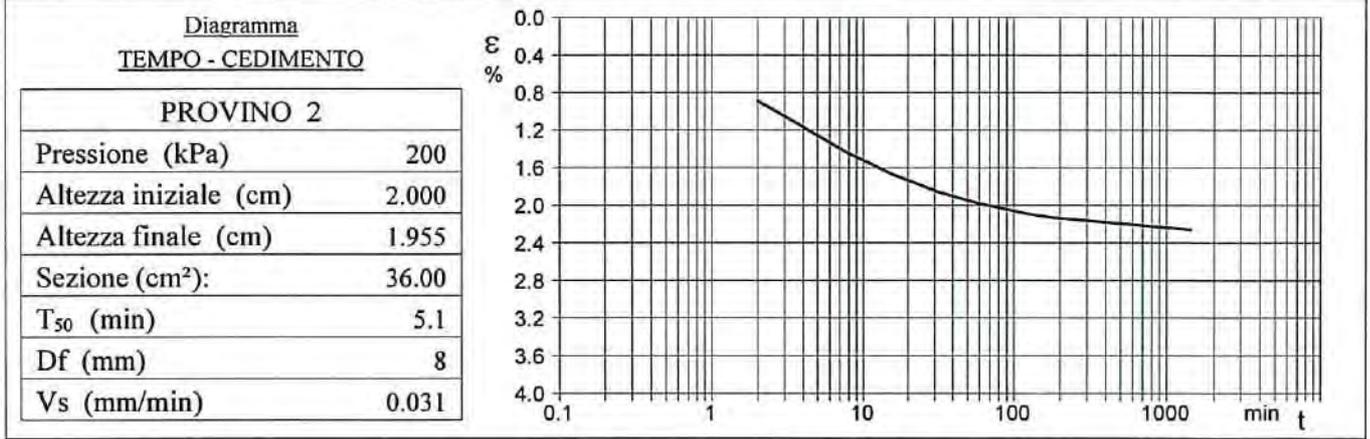
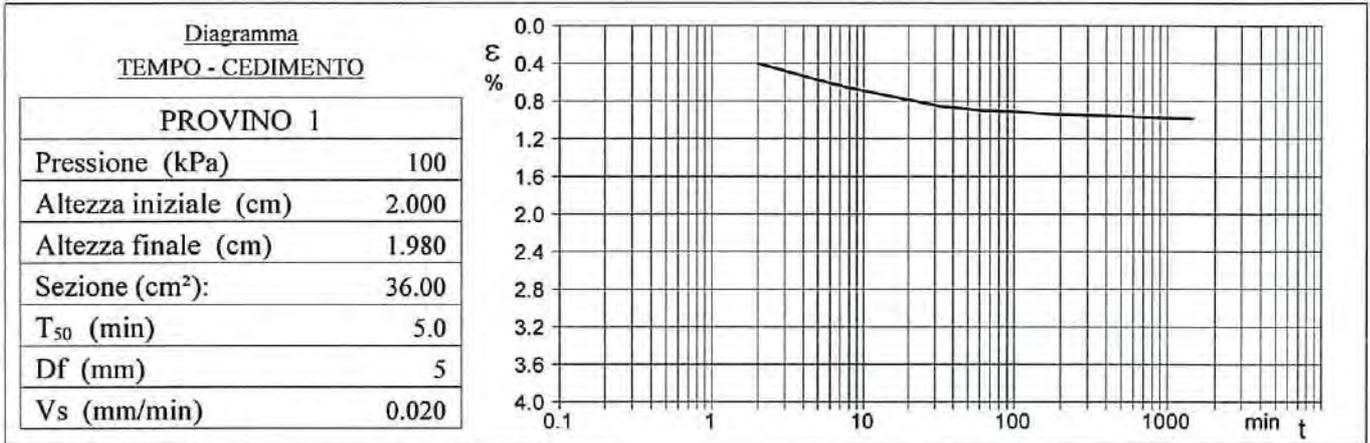


<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1544/TD/2I</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 25/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 3.50-4.00

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$      $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$      $t_f = 50 \times T_{50}$      $V_s = D_f / t_f$





COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.50-4.00

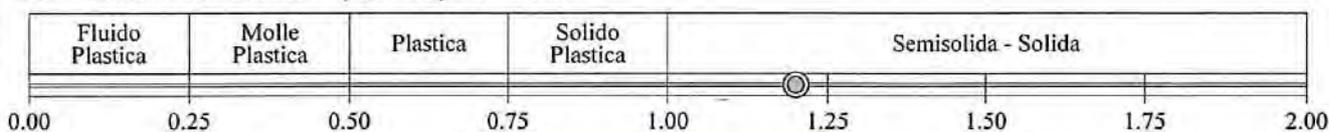
**CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA**

Classifica A.G.I.	Limo con argilla debolmente sabbioso
-------------------	--------------------------------------

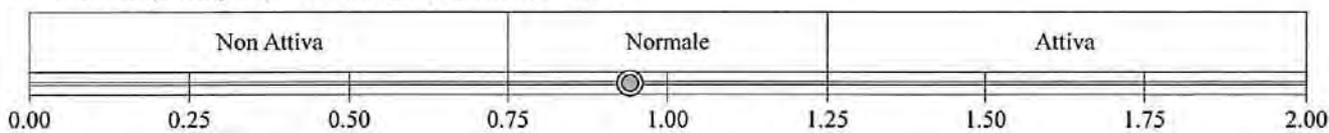
**CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA**

Abaco di plasticità di Casagrande	MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità
-----------------------------------	---

I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 1.20$



A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 0.94



**CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA**

Coesione non drenata [da Prova di Compressione ad E.L.L.] = 137 kPa							
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>Compatto</td> <td>Molto compatto</td> <td>Duro</td> </tr> </table>	1	2	3	Compatto	Molto compatto	Duro	
1	2	3	Compatto	Molto compatto	Duro		
1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto							

**CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE**

Pressione del campione in sito = 68.6kPa					
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 245.0kPa					
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 3.57					
<table border="1"> <tr> <td>Normal Consolidato</td> <td>Debolmente Sovraconsolidato</td> <td>Sovraconsolidato</td> <td>Fortemente Sovraconsolidato</td> </tr> </table>	Normal Consolidato	Debolmente Sovraconsolidato	Sovraconsolidato	Fortemente Sovraconsolidato	
Normal Consolidato	Debolmente Sovraconsolidato	Sovraconsolidato	Fortemente Sovraconsolidato		

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.**

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
SONDAGGIO: SI	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30.8	%
Peso di volume	18.7	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14.3	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18.8	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26.7	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.872	
Porosità	46.6	%
Grado di saturazione	96.2	%

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	65.3	%
Limite di plasticità	36.3	%
Indice di plasticità	29.0	%
Indice di consistenza	1.19	
Passante al set. n° 40	SI	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	7.1	%
Limo	58.8	%
Argilla	34.1	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 20
------------------	------	-----------

### COMPRESSIONE

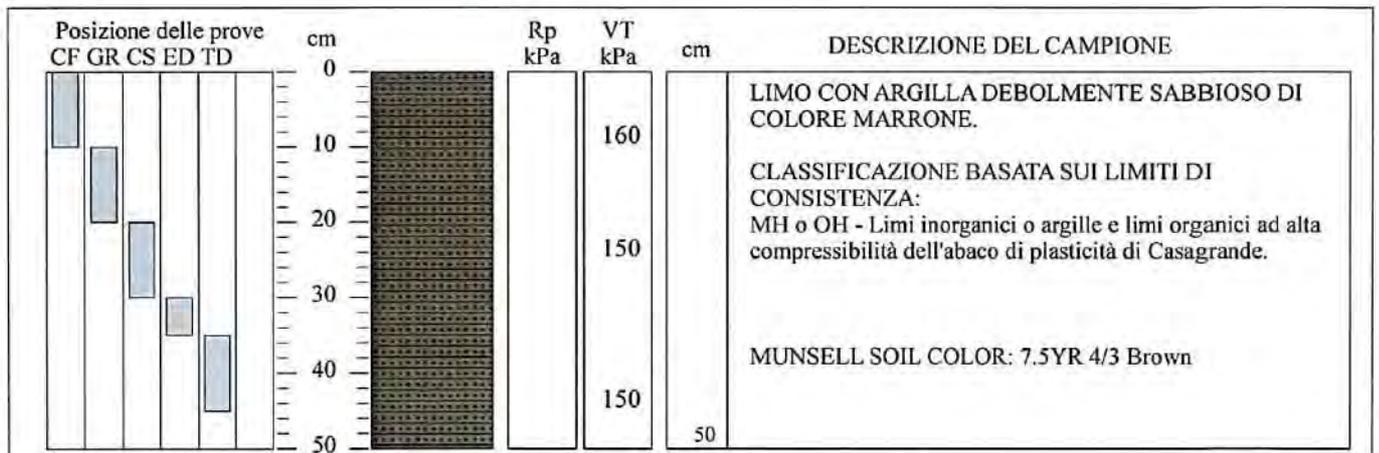
Resistenza a compressione	250	kPa
Coesione non drenata	125	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Coesione:	25.9	kPa
Angolo di attrito interno:	26.2	°

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	Cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12.3 ÷ 24.5	8161	0.001037	1.25E-08
24.5 ÷ 49.0	7110	0.001039	1.43E-08
49.0 ÷ 98.0	8100	0.000906	1.10E-08
98.0 ÷ 196.0	10675	0.000706	6.48E-09
196.0 ÷ 392.0	12707	0.000879	6.78E-09
392.0 ÷ 784.0	18846	0.000983	5.12E-09
784.0 ÷ 1569.0	31089	0.000831	2.62E-09

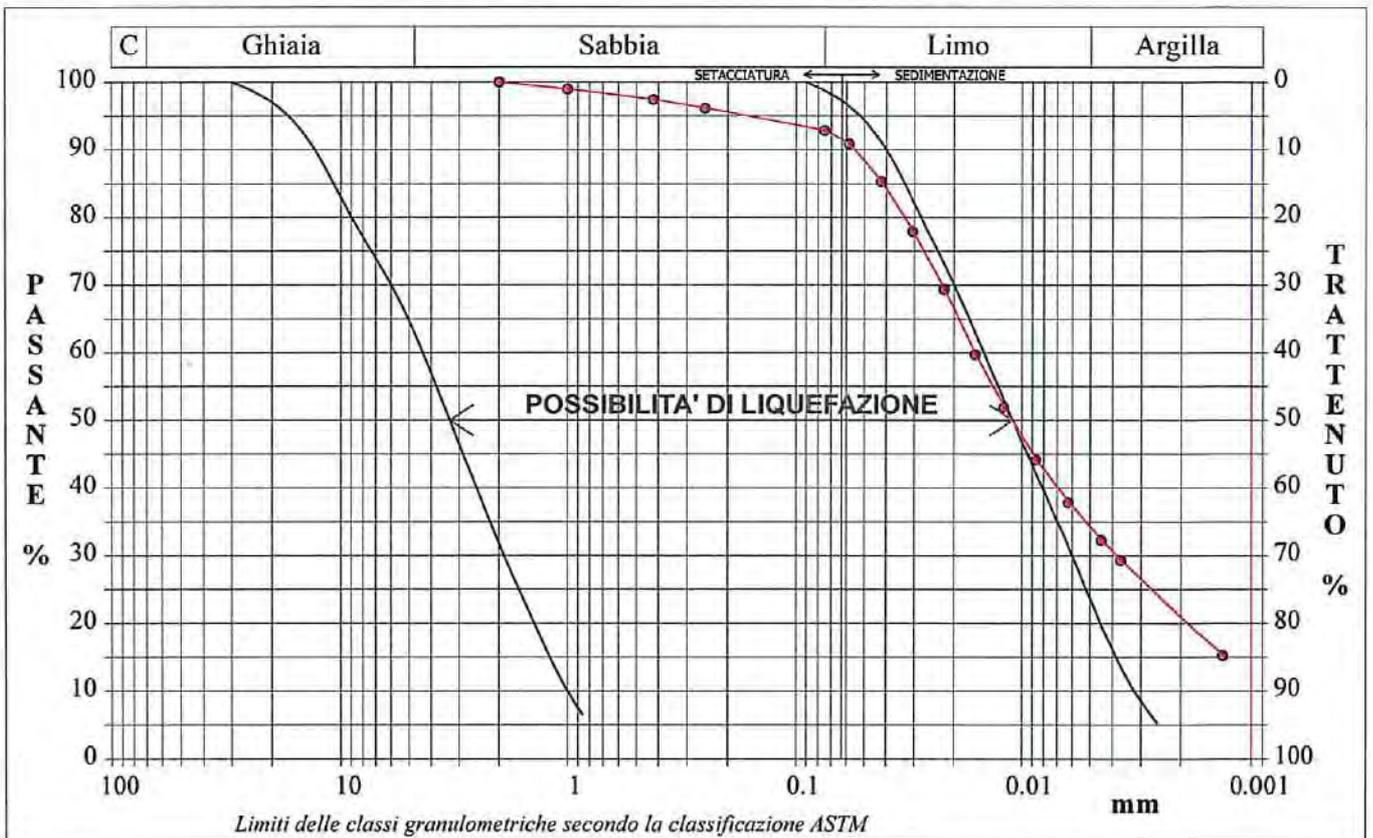


<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/gr/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	0.00093 mm	
Sabbia	7.1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97.4 %	D30	0.00385 mm	
Limo	58.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	92.9 %	D50	0.01110 mm	
Argilla	34.1 %			D60	0.01628 mm	
Coefficiente di uniformità		17.55	Coefficiente di curvatura	0.98	D90	0.05557 mm



Diametro mm	Passante %								
2.0000	100.00	0.0586	90.89	0.0120	51.94	0.0013	15.21		
1.0000	98.94	0.0422	85.33	0.0087	44.15				
0.4200	97.42	0.0306	77.91	0.0062	37.84				
0.2500	96.15	0.0222	69.37	0.0045	32.28				
0.0750	92.85	0.0161	59.73	0.0037	29.31				

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.**



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21

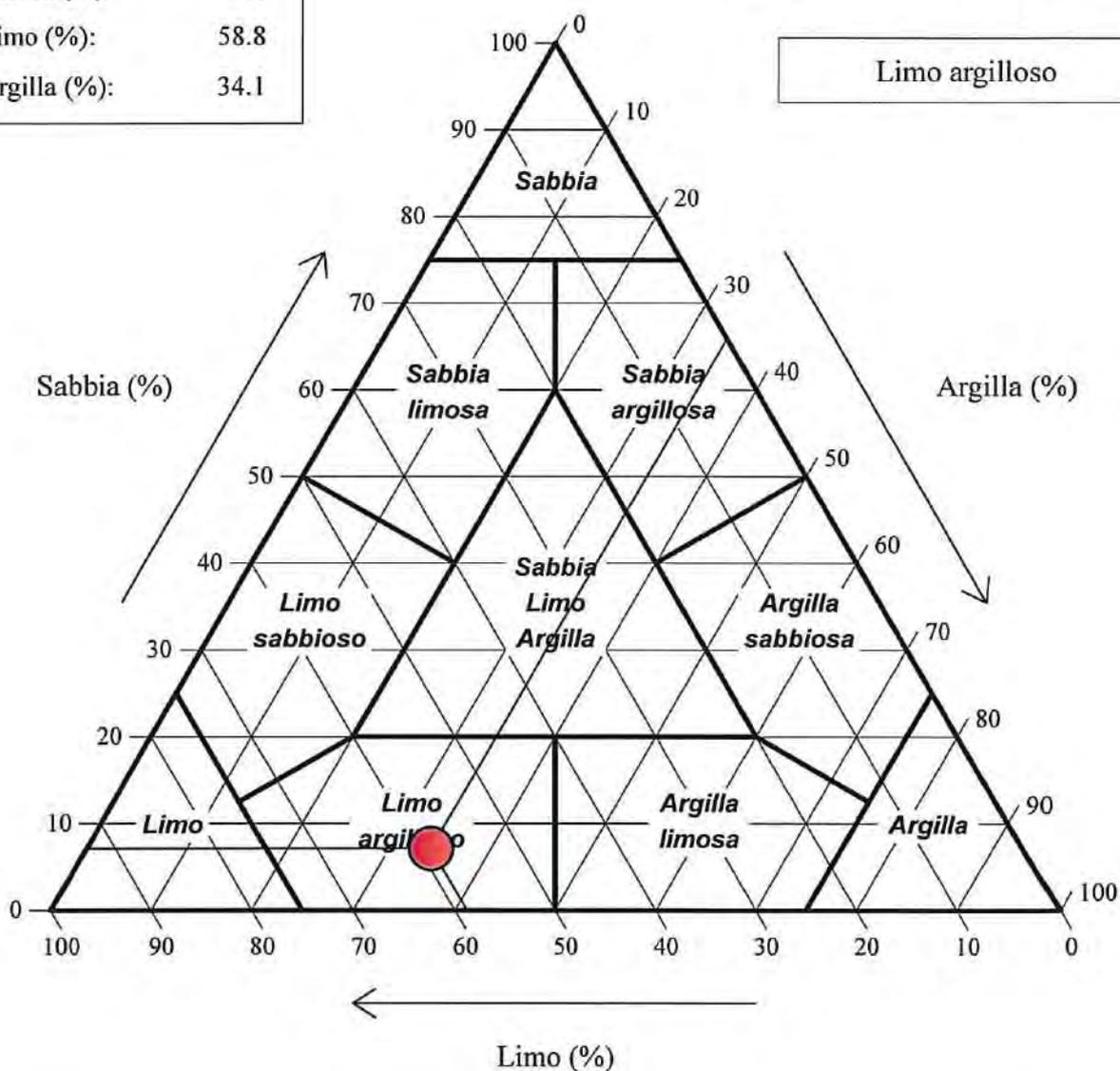
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

## ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Sabbia (%):	7.1
Limo (%):	58.8
Argilla (%):	34.1

### Diagramma di Shepard



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/u/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 21/10/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00
<u><b>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</b></u>		
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1		

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30.8 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/pdv/2</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 20/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18.7 kN/m<sup>3</sup>**

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

CERTIFICATO DI PROVA N°: <b>1545/ps/21</b> Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/11/21	Inizio analisi: 21/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21	Apertura campione: 20/10/21	Fine analisi: 21/10/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m<sup>3</sup>) = 26.7 kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m<sup>3</sup>) = 26.7 kN/m<sup>3</sup>

Metodo:      A        B

Capacità del picnometro:     100 ml

Temperatura di prova:     22.0 °C

Dimensione massima delle particelle:     1.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.



**GEOPROVE S.R.L.**  
 Direttore del laboratorio  
 Dott. Raffaele De Donatis  
 DIRETTORE  
 DEL LABORATORIO

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/lc/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 22/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

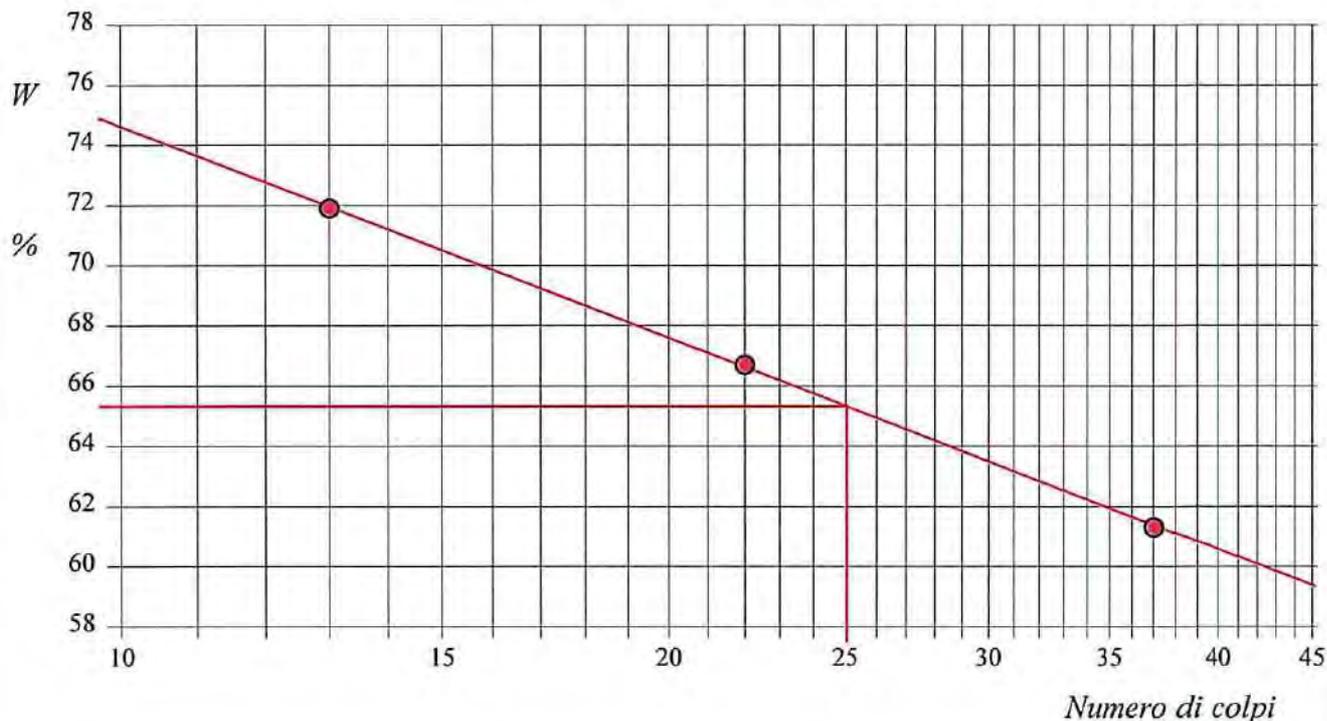
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	65.3 %
Limite di plasticità	36.3 %
Indice di plasticità	29.0 %

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	22	37		Umidità (%)	36.6	36.0
Umidità (%)	71.9	66.7	61.3		Umidità media	36.3	

**Determinazione del Limite di liquidità**



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

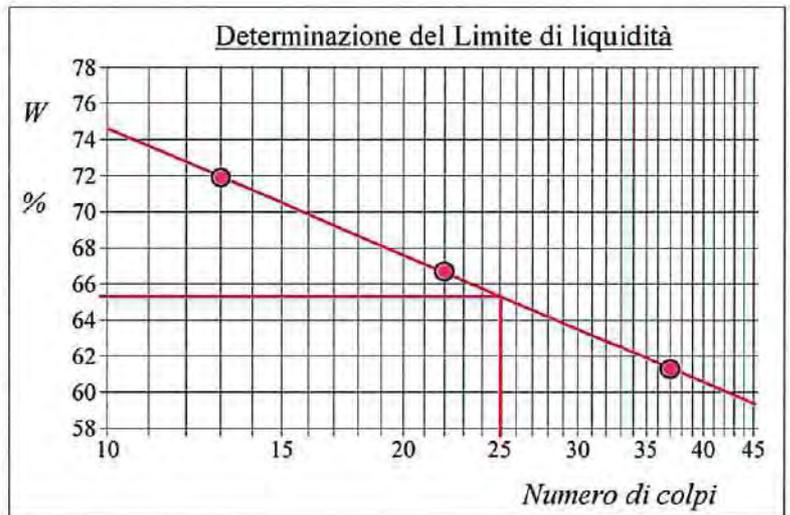
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/lc/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 22/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

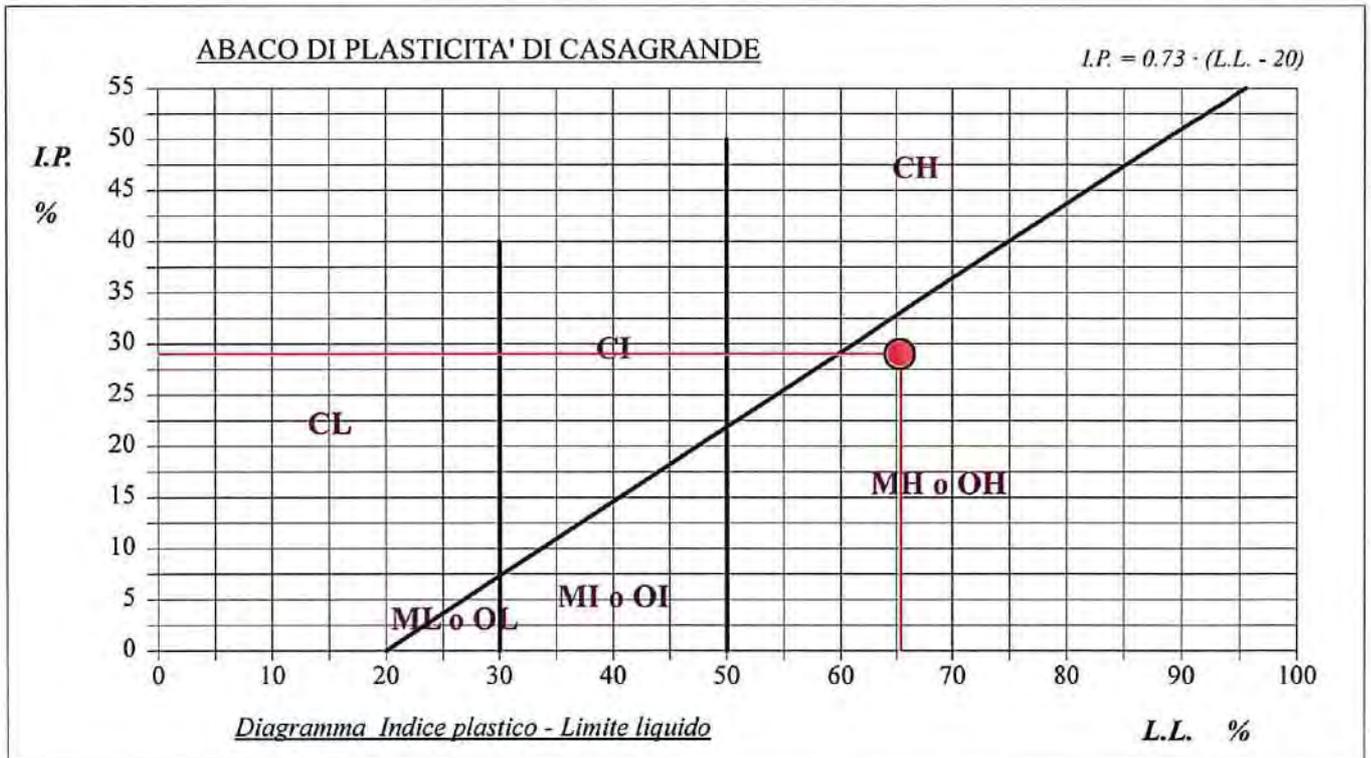
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	65.3	%
Limite di plasticità	36.3	%
Indice di plasticità	29.0	%
Indice di consistenza	1.19	
Passante al set. n° 40	SI	



<b>C</b> - Argille inorganiche	<b>L</b> - Bassa compressibilità
<b>M</b> - Limi inorganici	<b>I</b> - Media compressibilità
<b>O</b> - Argille e limi organici	<b>H</b> - Alta compressibilità



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 23/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA': m</b> 6.50-7.00

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97.4	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	92.9	%

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Limite di liquidità	65.3	%
Limite di plasticità	36.3	%
Indice di plasticità	29.0	%

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-5      INDICE DI GRUPPO: 20**

**Tipi usuali dei materiali principali:**  
 Argille fortemente compressibili mediamente plastiche

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.**



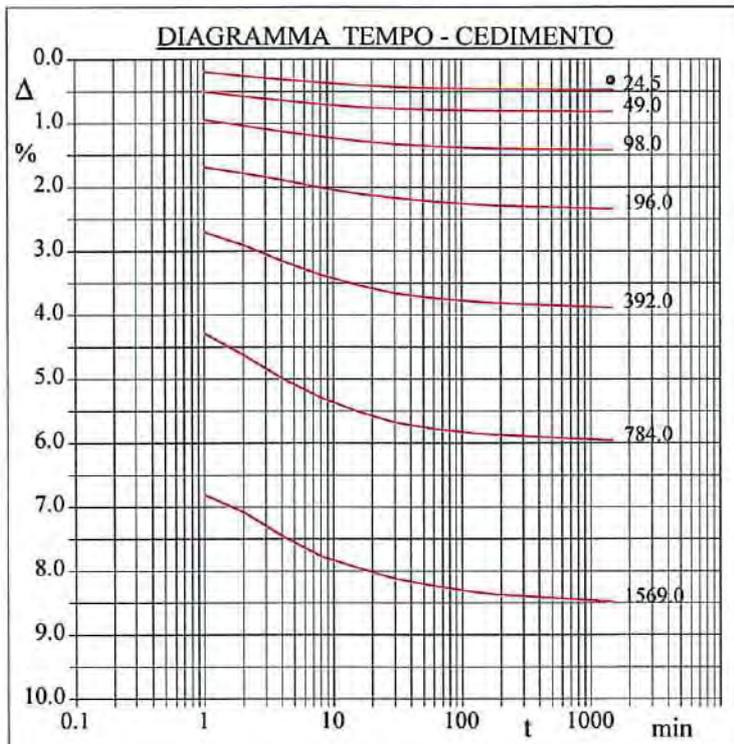
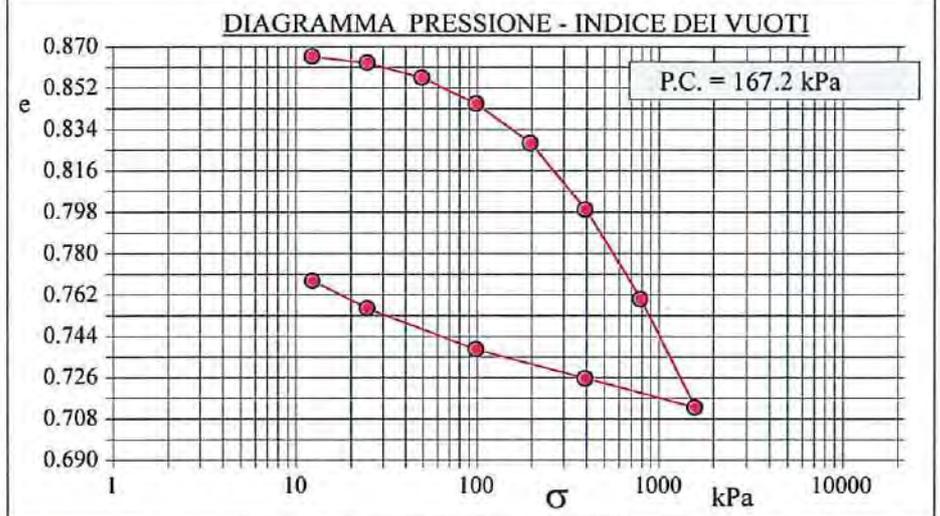
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/ed/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18.67
Umidità (%)	30.8
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	26.72
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	19.63
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	39.27
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	18.29
Indice dei vuoti	0.87
Porosità (%)	46.58
Saturazione (%)	96.2



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.3	6.5	0.866	
24.5	9.5	0.863	0.009
49.0	16.4	0.857	0.021
98.0	28.5	0.845	0.038
196.0	46.9	0.828	0.057
392.0	77.7	0.799	0.096
784.0	119.3	0.760	0.129
1569.0	169.8	0.713	0.157
392.3	156.2	0.726	
98.1	142.7	0.738	
24.5	123.6	0.756	
12.3	110.8	0.768	

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/ed/21</b> Pagina 2/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24.5 kPa		Pressione 49.0 kPa		Pressione 98.0 kPa		Pressione 196.0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	6.5	0.00	9.5	0.00	16.4	0.00	28.5
1.00	3.8	1.00	10.1	1.00	18.9	1.00	33.7
2.00	5.1	2.00	11.5	2.00	20.8	2.00	35.6
4.00	6.3	4.00	12.8	4.00	22.6	4.00	37.7
8.00	7.2	8.00	14.0	8.00	24.1	8.00	40.2
15.00	8.0	15.00	14.9	15.00	25.4	15.00	42.0
30.00	8.6	30.00	15.4	30.00	26.5	30.00	43.4
60.00	9.0	60.00	15.8	60.00	27.2	60.00	44.6
120.00	9.2	120.00	16.0	120.00	27.8	120.00	45.4
180.00	9.3	180.00	16.1	180.00	27.9	180.00	45.8
1440.00	9.5	1440.00	16.4	1440.00	28.5	1440.00	46.9

Pressione 392.0 kPa		Pressione 784.0 kPa		Pressione 1569.0 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	46.9	0.00	77.7	0.00	119.3		
1.00	54.1	1.00	85.7	1.00	136.3		
2.00	58.1	2.00	92.6	2.00	141.8		
4.00	63.1	4.00	99.9	4.00	149.3		
8.00	67.5	8.00	106.0	8.00	155.6		
15.00	70.6	15.00	110.1	15.00	159.2		
30.00	73.3	30.00	113.7	30.00	162.6		
60.00	74.8	60.00	115.7	60.00	164.9		
120.00	75.8	120.00	117.0	120.00	166.7		
180.00	76.3	180.00	117.5	180.00	167.5		
1440.00	77.7	1440.00	119.3	1440.00	169.8		



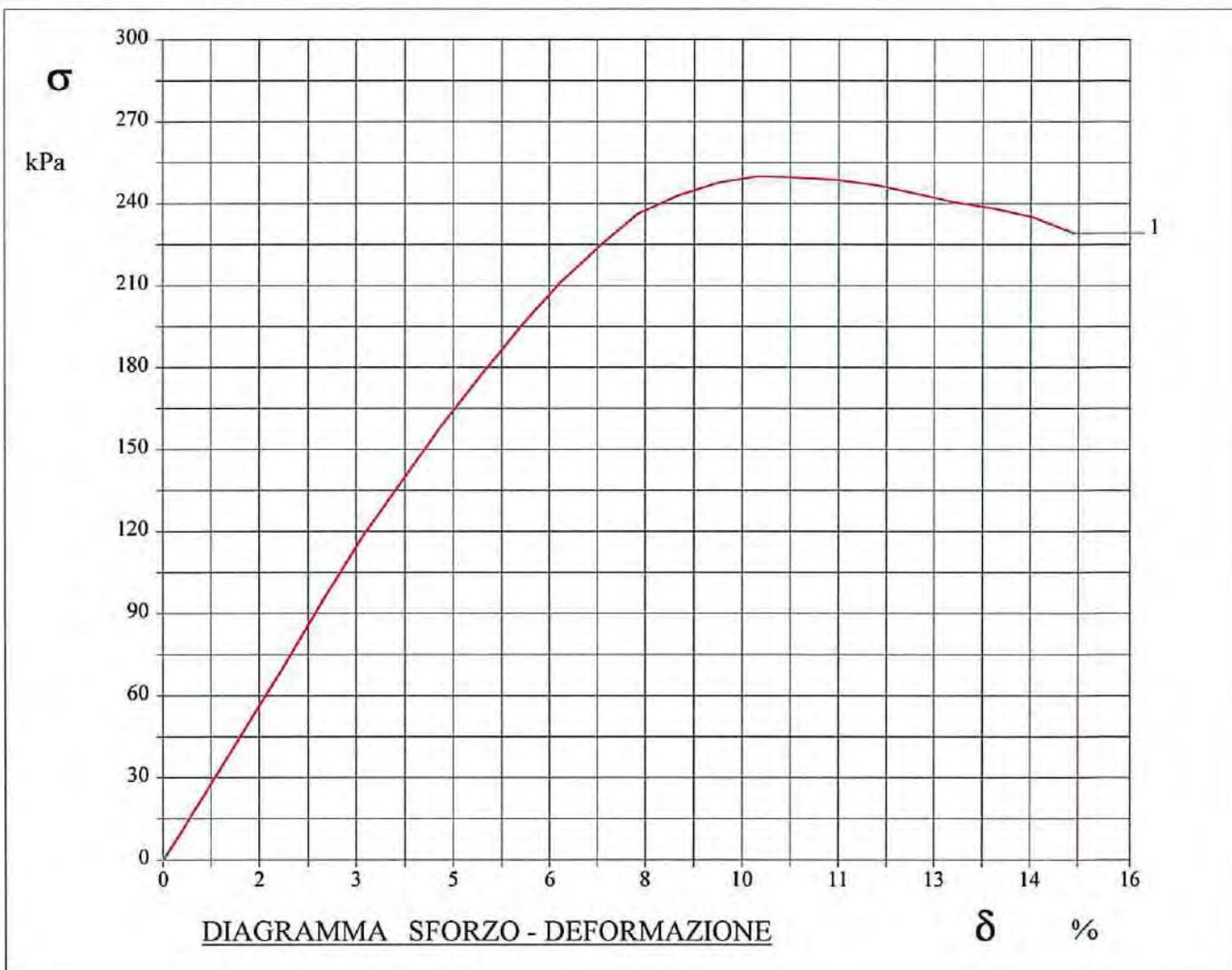
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/cs/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 21/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 21/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

<b>Provino n°:</b>	1	2	3
<b>Condizione del provino:</b>	Indisturbato	-----	-----
<b>Velocità di deformazione (mm/min):</b>	1.000	-----	-----
<b>Peso di volume (kN/m³):</b>	18.7	-----	-----
<b>Umidità naturale (%):</b>	30.1	-----	-----



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/cs/21</b> Pagina 2/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 21/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 21/10/21
<b>COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA</b>		
<b>RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21</b>		
<b>SONDAGGIO: SI</b>	<b>CAMPIONE: C2</b>	<b>PROFONDITA': m 6.50-7.00</b>

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.66	22.7										
1.31	46.1										
1.97	69.5										
2.62	94.3										
3.28	117.4										
3.94	137.8										
4.59	158.4										
5.25	177.2										
5.91	194.9										
6.56	210.9										
7.22	224.2										
7.87	236.2										
8.53	242.9										
9.19	247.6										
9.84	249.9										
10.50	249.4										
11.15	248.6										
11.81	246.7										
12.47	243.7										
13.12	240.4										
13.78	238.1										
14.44	234.9										
15.09	229.0										

**TECNICO  
 SPEDIMENTATORE**  
 Dott. Raffaele Corvaglia

**DI LABORATORIO**  
 Dott. Marcello De Donatis

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/TD/2I</b> Pagina 1/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 25/10/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	65		135		163	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.50	-0.05	5.50	-0.07	5.00	-0.06
Umidità iniziale e umidità finale (%):	31.0	34.1	30.5	34.2	30.5	34.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.7	19.4	18.7	19.7	18.7	20.0
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	96.5	100.0	95.6	100.0	95.7	100.0

### DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

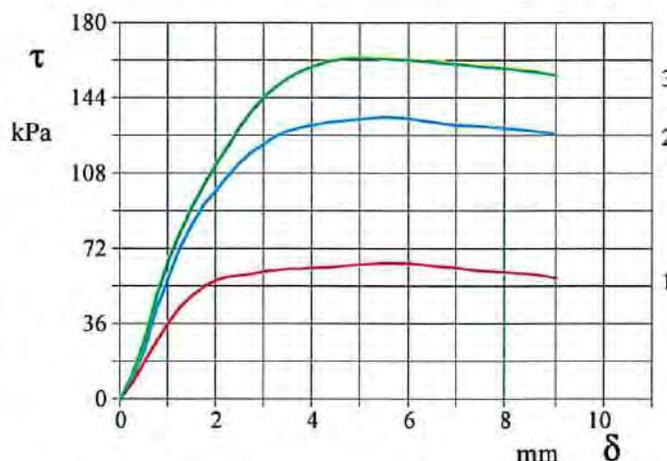
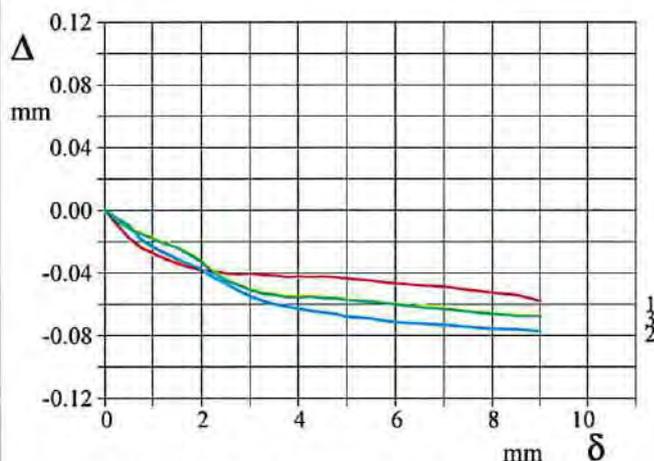
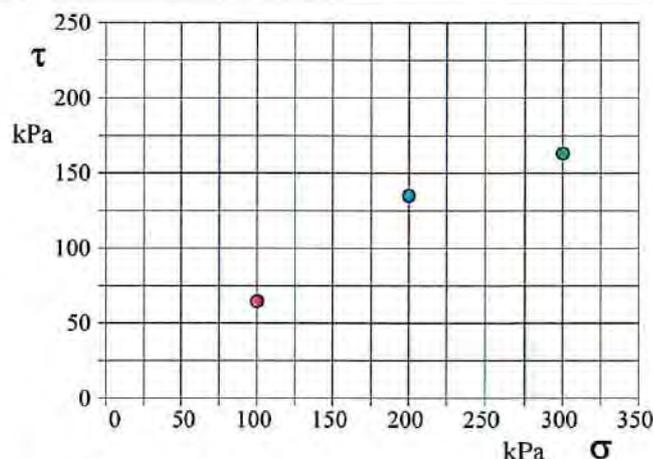


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/TD/21</b> Pagina 0/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 25/10/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

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
0.250	7.2	-0.01	0.250	9.5	-0.01	0.250	11.0	-0.01
0.500	17.7	-0.02	0.500	23.3	-0.01	0.500	28.1	-0.01
0.750	27.5	-0.02	0.750	43.4	-0.02	0.750	49.2	-0.01
1.000	36.2	-0.03	1.000	58.1	-0.02	1.000	66.5	-0.02
1.250	43.8	-0.03	1.250	72.9	-0.03	1.250	79.9	-0.02
1.500	49.1	-0.03	1.500	83.3	-0.03	1.500	91.7	-0.02
1.750	53.4	-0.04	1.750	92.9	-0.03	1.750	102.0	-0.03
2.000	56.6	-0.04	2.000	99.5	-0.04	2.000	112.1	-0.03
2.250	58.1	-0.04	2.250	106.9	-0.04	2.250	120.9	-0.04
2.500	58.7	-0.04	2.500	113.0	-0.05	2.500	130.1	-0.04
2.750	59.5	-0.04	2.750	118.2	-0.05	2.750	137.8	-0.05
3.000	60.7	-0.04	3.000	121.8	-0.05	3.000	144.3	-0.05
3.250	61.3	-0.04	3.250	126.0	-0.06	3.250	149.3	-0.05
3.500	61.8	-0.04	3.500	128.1	-0.06	3.500	153.3	-0.05
3.750	61.9	-0.04	3.750	129.6	-0.06	3.750	156.6	-0.06
4.000	62.4	-0.04	4.000	130.9	-0.06	4.000	158.8	-0.06
4.250	62.4	-0.04	4.250	131.9	-0.06	4.250	160.8	-0.05
4.500	62.9	-0.04	4.500	132.8	-0.07	4.500	162.1	-0.06
4.750	63.5	-0.04	4.750	133.3	-0.07	4.750	162.9	-0.06
5.000	63.8	-0.04	5.000	133.8	-0.07	5.000	163.1	-0.06
5.500	64.7	-0.05	5.500	134.9	-0.07	5.500	162.7	-0.06
6.000	64.4	-0.05	6.000	134.1	-0.07	6.000	161.9	-0.06
6.500	63.4	-0.05	6.500	132.4	-0.07	6.500	161.0	-0.06
7.000	62.3	-0.05	7.000	131.0	-0.07	7.000	160.2	-0.06
7.500	61.0	-0.05	7.500	130.4	-0.07	7.500	158.9	-0.06
8.000	60.3	-0.05	8.000	129.6	-0.08	8.000	158.0	-0.07
8.500	59.4	-0.05	8.500	128.3	-0.08	8.500	156.6	-0.07
9.000	57.5	-0.06	9.000	126.6	-0.08	9.000	154.9	-0.07

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1545/TD/21</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 08/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 20/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 20/10/21	<b>Fine analisi:</b> 25/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.971
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	6.2
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.016

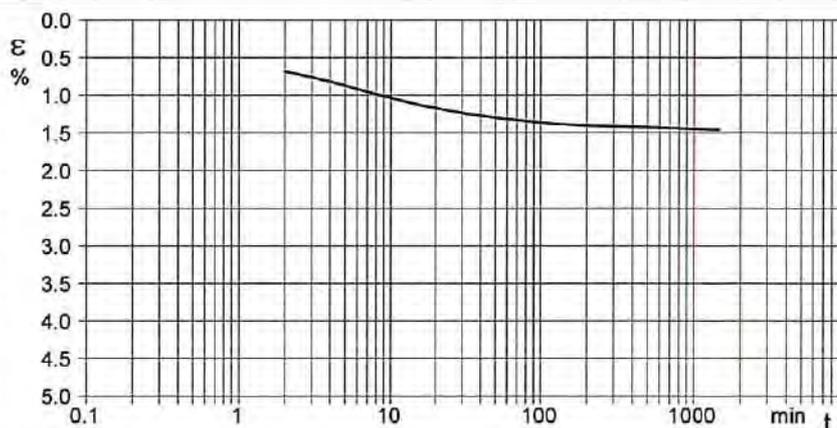


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.949
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	5.4
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.030

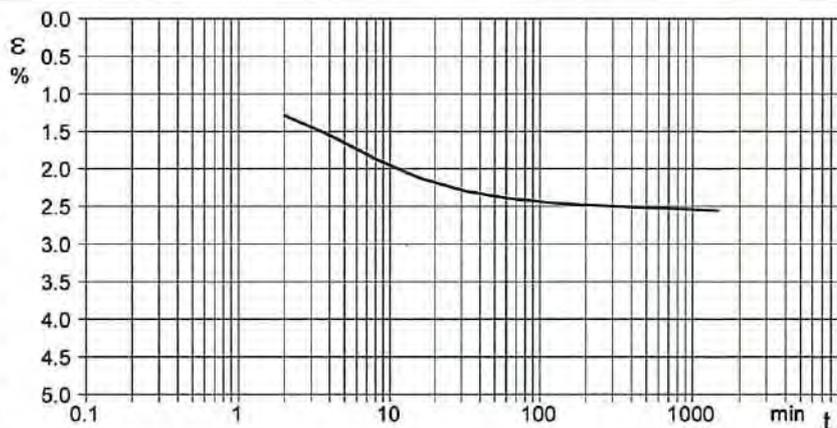
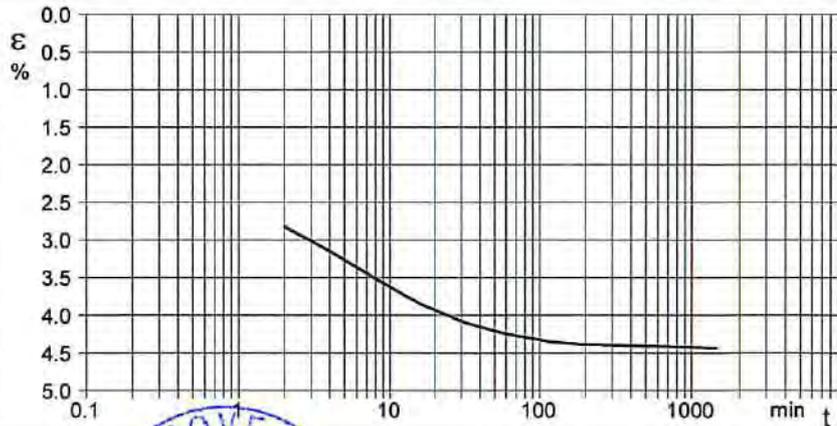


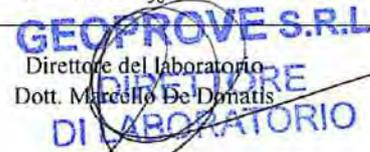
Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.911
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	6.6
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.024



Vs = Velocità stimata di prova    Df = Deformazione a rottura stimata

$tf = 50 \times T_{50}$      $Vs = Df / tf$





<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

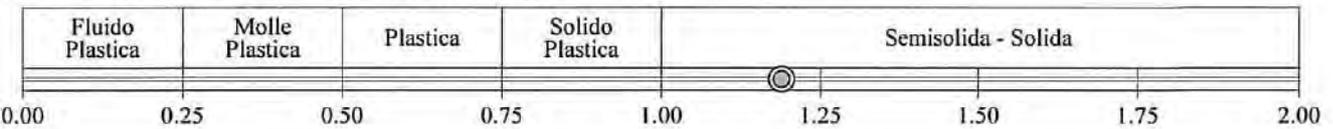
**CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA**

<b>Classifica A.G.I.</b>	Limo con argilla debolmente sabbioso
--------------------------	--------------------------------------

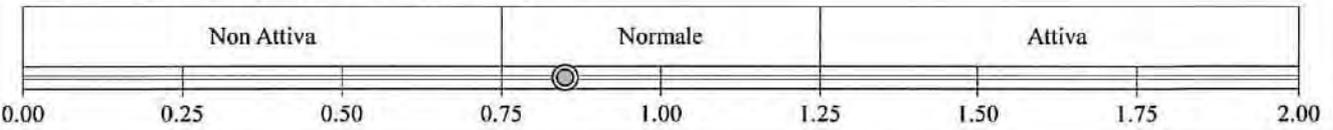
**CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA**

<b>Abaco di plasticità di Casagrande</b>	MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità
--	---

**I.C. = Indice di consistenza = (LL - Wn) / IP = 1.19**



**A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0.85**



**CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA**

<b>Coesione non drenata [da Prova di Compressione ad E.L.L.] = 125 kPa</b>	
1   2   3   Compatto   Molto compatto   Duro	
1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto	

**CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE**

<b>Pressione del campione in sito = 126.3kPa</b>	
<b>Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 167.2kPa</b>	
<b>O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 1.32</b>	
Normal Consolidato   Debolmente Sovraconsolidato   Sovraconsolidato   Fortemente Sovraconsolidato	

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE.**

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21			
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m	12.50-13.00

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	27.1	%
Peso di volume	18.9	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14.9	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	19.1	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26.0	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.746	
Porosità	42.7	%
Grado di saturazione	96.5	%

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	58.9	%
Limite di plasticità	29.5	%
Indice di plasticità	29.4	%
Indice di consistenza	1.08	
Passante al set. n° 40	SI	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	5.2	%
Sabbia	21.7	%
Limo	48.0	%
Argilla	25.1	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A7-6	I.G. = 19
------------------	------	-----------

### COMPRESSIONE

Resistenza a compressione	212	kPa
Coesione non drenata	106	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Coesione:	20.9	kPa
Angolo di attrito interno:	26.2	°

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	Cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12.3 ÷ 24.5	2251	0.000447	1.95E-08
24.5 ÷ 49.0	2362	0.000828	3.44E-08
49.0 ÷ 98.0	3242	0.000495	1.50E-08
98.0 ÷ 196.0	4179	0.000491	1.15E-08
196.0 ÷ 392.0	5736	0.000479	8.18E-09
392.0 ÷ 784.0	11272	0.001272	1.11E-08
784.0 ÷ 1568.0	20580	0.000433	2.06E-09



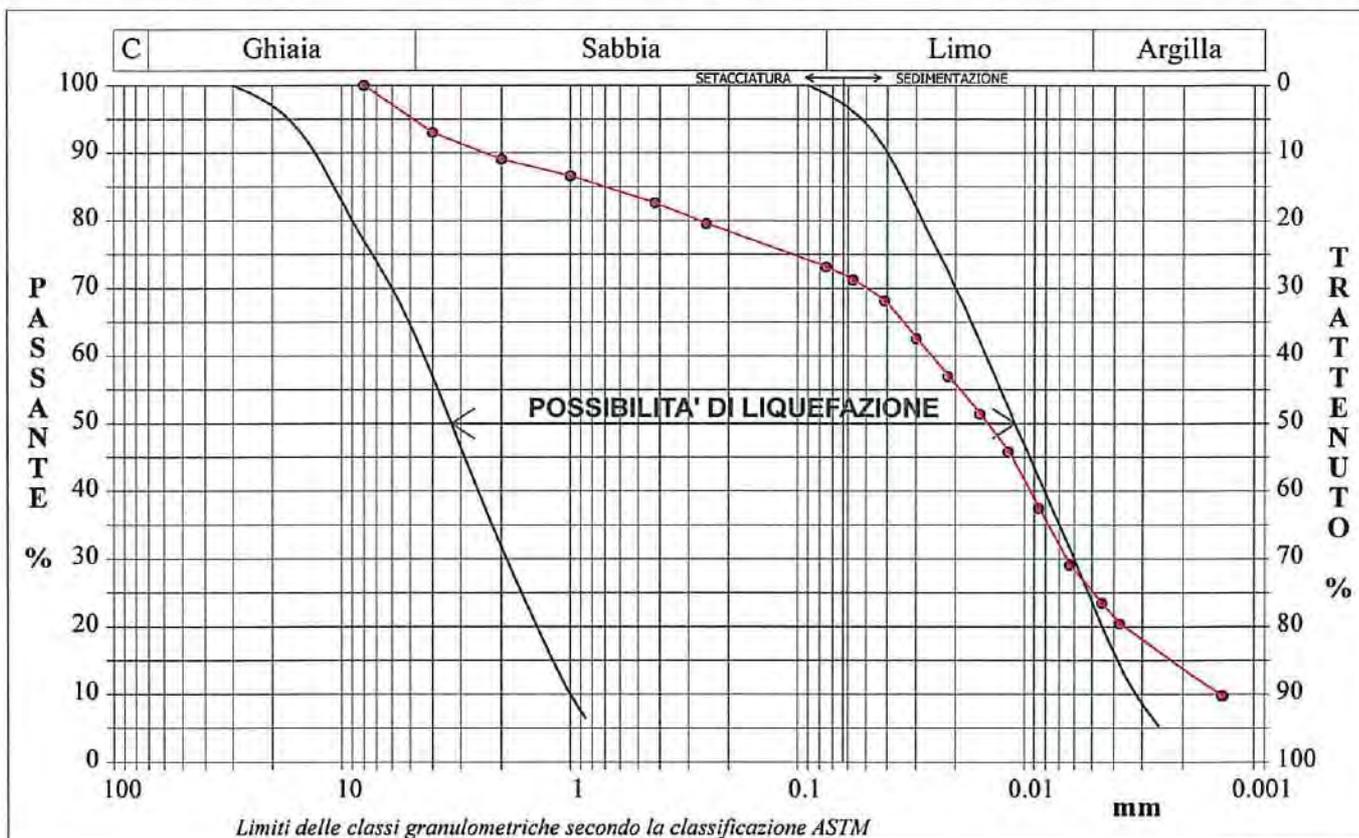
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Gr/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Ghiaia	5.2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	89.1 %	D10	0.00141 mm	
Sabbia	21.7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	82.6 %	D30	0.00651 mm	
Limo	48.0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	73.1 %	D50	0.01463 mm	
Argilla	25.1 %			D60	0.02579 mm	
<b>Coefficiente di uniformità</b>		<b>18.31</b>	<b>Coefficiente di curvatura</b>	<b>1.17</b>	D90	2.34586 mm



Diametro mm	Passante %								
8.0000	100.00	0.2500	79.55	0.0217	56.98	0.0045	23.46		
4.0000	93.03	0.0750	73.12	0.0157	51.40	0.0038	20.39		
2.0000	89.09	0.0572	71.23	0.0118	45.81	0.0014	9.78		
1.0000	86.61	0.0411	68.16	0.0086	37.43				
0.4200	82.64	0.0299	62.57	0.0063	29.05				

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE GHIAIOSO DI COLORE MARRONE.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

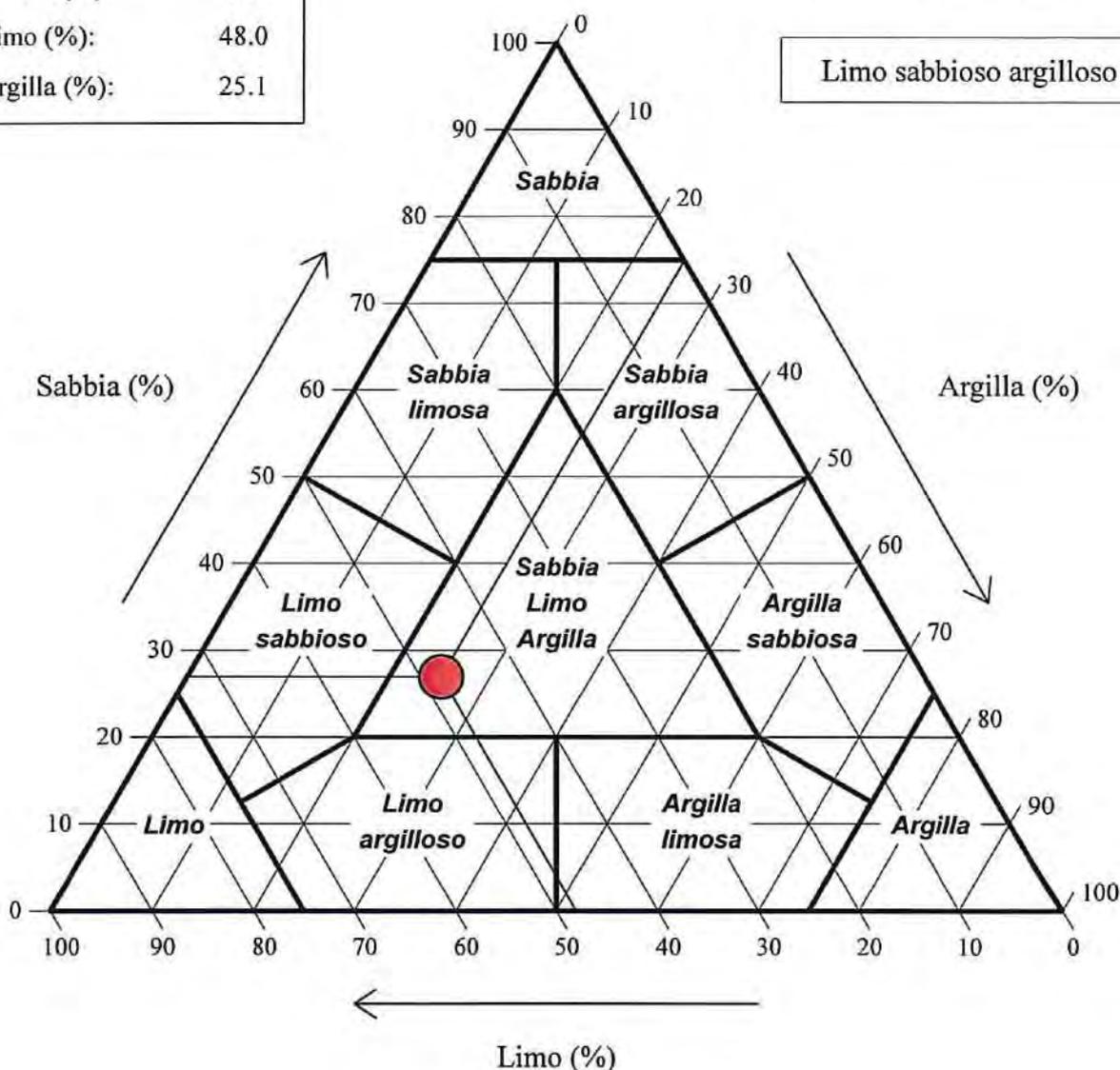
## ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Sabbia (%):	26.9
Limo (%):	48.0
Argilla (%):	25.1

### Diagramma di Shepard

Limo sabbioso argilloso



LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE GHIAIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/U/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 26/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 27.1 %**

**Struttura del materiale:**

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

**Temperatura di essiccazione:** 110 °C

**Dimensione massima delle particelle:** 2.00 mm

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE CHIAIOSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Pdv/2</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 25/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

**PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18.9 kN/m<sup>3</sup>**

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE GRIGIO DI COLORE MARRONE.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Ps/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 26/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 26/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s = \text{Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m}^3) = 26.0 \text{ kN/m}^3$   
 $\gamma_{sc} = \text{Peso specifico dei granuli corretto a } 20^\circ \text{ (kN/m}^3) = 26.0 \text{ kN/m}^3$

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE CHIARO DI COLORE MARRONE.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Lc/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 27/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

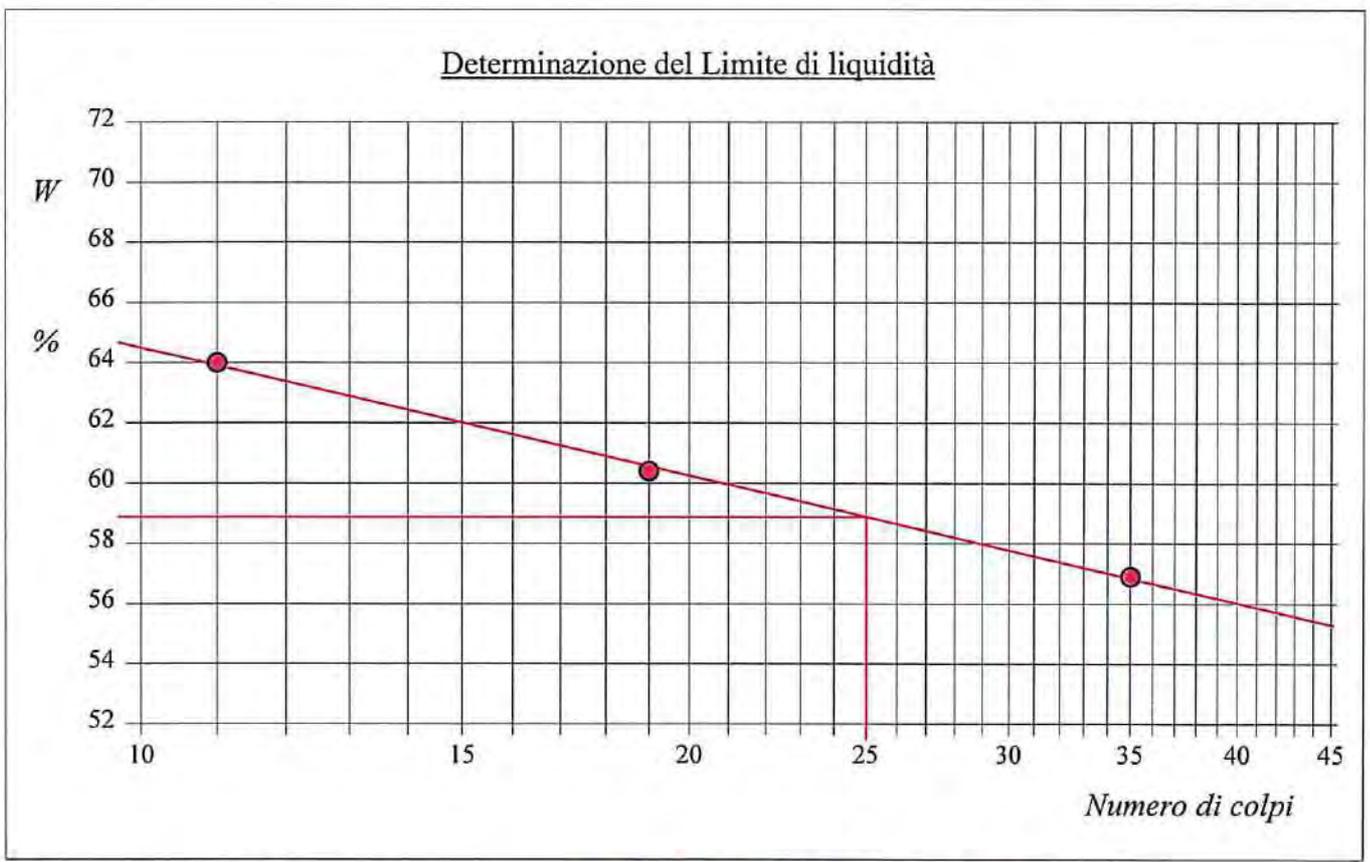
**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

<b>Limite di liquidità</b>	<b>58.9 %</b>
<b>Limite di plasticità</b>	<b>29.5 %</b>
<b>Indice di plasticità</b>	<b>29.4 %</b>

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	19	35		Umidità (%)	29.3	29.7
Umidità (%)	64.0	60.4	56.9		Umidità media	29.5	



LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE GRASSO DI COLORE MARRONE.

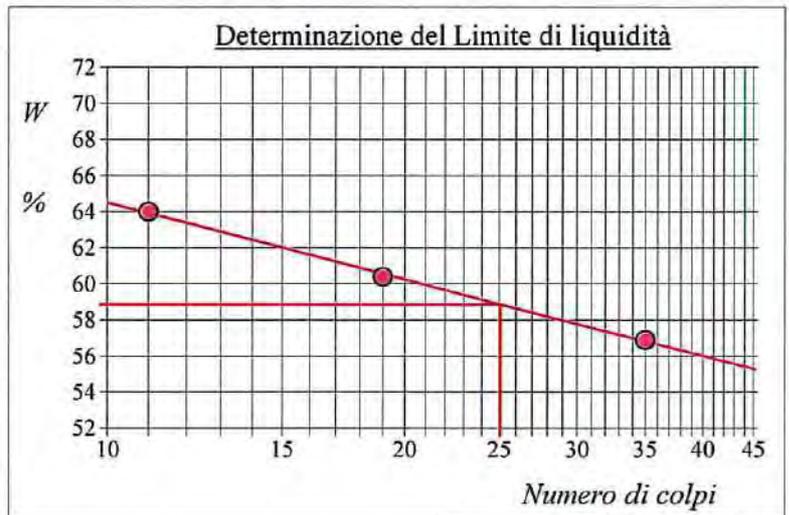
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Lc/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 27/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

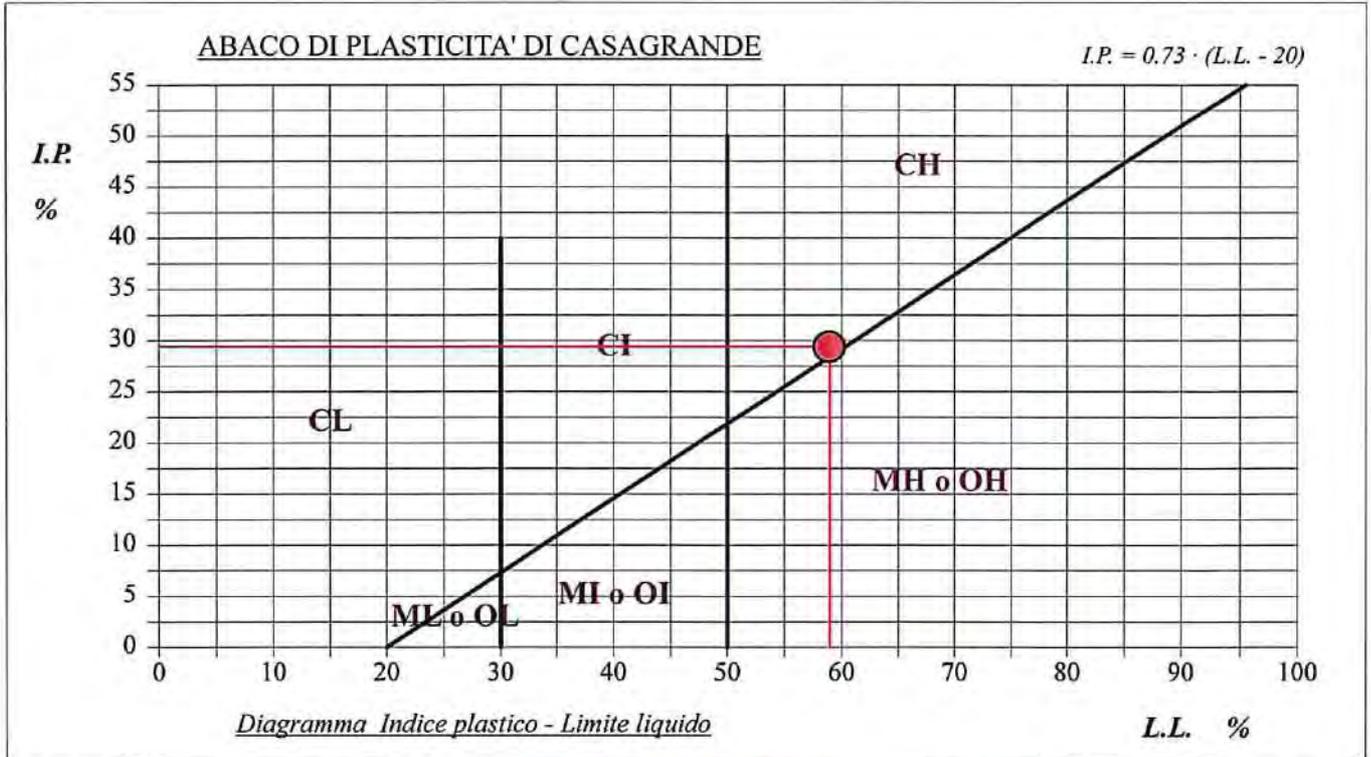
**ABACO DI CASAGRANDE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	58.9	%
Limite di plasticità	29.5	%
Indice di plasticità	29.4	%
Indice di consistenza	1.08	
Passante al set. n° 40	SI	



<b>C - Argille inorganiche</b>	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	<b>H - Alta compressibilità</b>



**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE GHIAIOSO DI COLORE MARRONE.**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Gr/21</b> Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 09/11/21	Inizio analisi: 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	Apertura campione: 25/10/21	Fine analisi: 28/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21
<b>SONDAGGIO:</b> S1 <b>CAMPIONE:</b> C4 <b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

<b>CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO</b>
Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA		LIMITI DI CONSISTENZA	
Passante setaccio 10 (2 mm)	89.1 %	Limite di liquidità	58.9 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	82.6 %	Limite di plasticità	29.5 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	73.1 %	Indice di plasticità	29.4 %

<b>CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6</b>	<b>INDICE DI GRUPPO: 19</b>
--	-----------------------------

**Tipi usuali dei materiali principali:**  
Argille fortemente compressibili fortemente plastiche

**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE CHIARO DI COLORE MARRONE.**



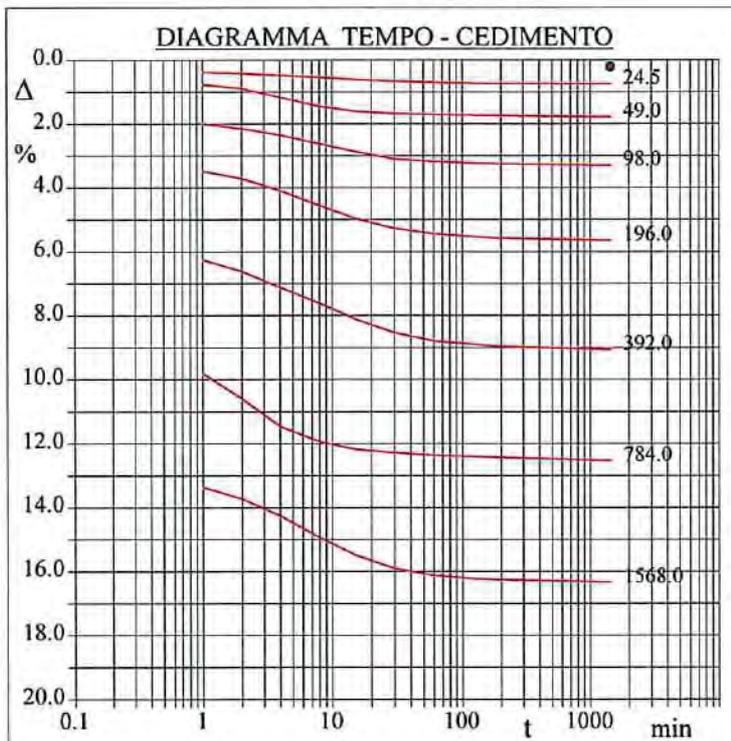
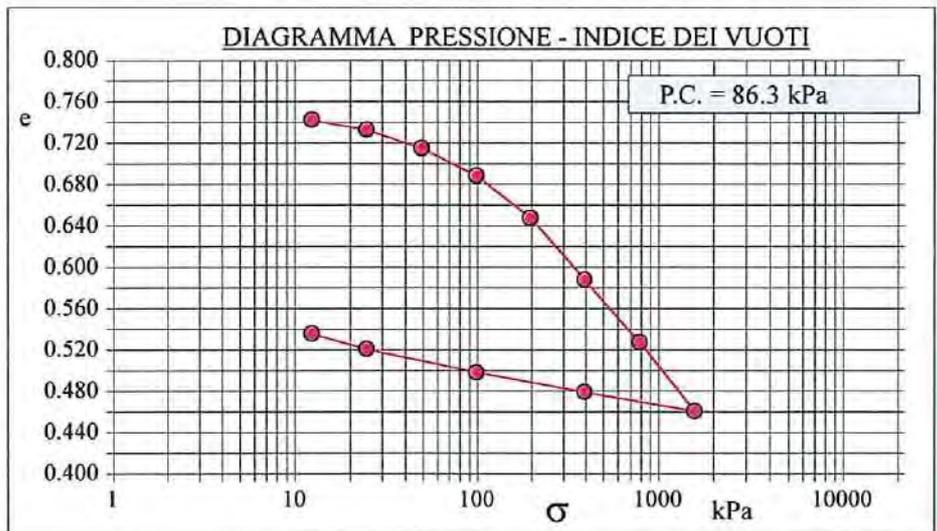
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Ed/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 02/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18.95
Umidità (%)	27.1
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	26.03
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	19.63
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	39.27
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	16.78
Indice dei vuoti	0.75
Porosità (%)	42.74
Saturazione (%)	96.5



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.3	4.1	0.743	
24.5	14.9	0.733	0.032
49.0	35.7	0.715	0.060
98.0	65.9	0.689	0.088
196.0	112.8	0.648	0.136
392.0	181.2	0.588	0.198
784.0	250.7	0.527	0.202
1568.0	326.9	0.461	0.221
392.0	305.5	0.480	
98.0	284.0	0.498	
24.5	258.0	0.521	
12.3	240.9	0.536	

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE GRASSO DI COLORE MARRONE.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Ed/21</b> Pagina 2/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 02/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21
<b>SONDAGGIO:</b> S1 <b>CAMPIONE:</b> C4 <b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

**LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE**

Pressione 24.5 kPa		Pressione 49.0 kPa		Pressione 98.0 kPa		Pressione 196.0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	4.1	0.00	14.9	0.00	35.7	0.00	65.9
1.00	7.6	1.00	15.4	1.00	40.0	1.00	69.6
2.00	8.3	2.00	17.8	2.00	42.9	2.00	74.3
4.00	9.4	4.00	23.3	4.00	47.0	4.00	81.9
8.00	10.7	8.00	28.8	8.00	52.2	8.00	91.0
15.00	12.0	15.00	32.1	15.00	57.3	15.00	99.2
30.00	13.1	30.00	33.3	30.00	61.9	30.00	105.4
60.00	13.9	60.00	34.1	60.00	63.5	60.00	108.7
120.00	14.4	120.00	34.3	120.00	64.5	120.00	110.5
180.00	14.6	180.00	34.6	180.00	64.9	180.00	111.3
1440.00	14.9	1440.00	35.7	1440.00	65.9	1440.00	112.8

Pressione 392.0 kPa		Pressione 784.0 kPa		Pressione 1568.0 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	112.8	0.00	181.2	0.00	250.7		
1.00	125.2	1.00	196.5	1.00	267.4		
2.00	132.4	2.00	212.3	2.00	274.8		
4.00	142.4	4.00	229.4	4.00	285.3		
8.00	152.2	8.00	238.8	8.00	298.9		
15.00	162.1	15.00	243.6	15.00	309.8		
30.00	170.7	30.00	245.9	30.00	318.2		
60.00	175.8	60.00	247.3	60.00	322.7		
120.00	177.9	120.00	248.1	120.00	324.6		
180.00	179.0	180.00	248.7	180.00	325.2		
1440.00	181.2	1440.00	250.7	1440.00	326.9		



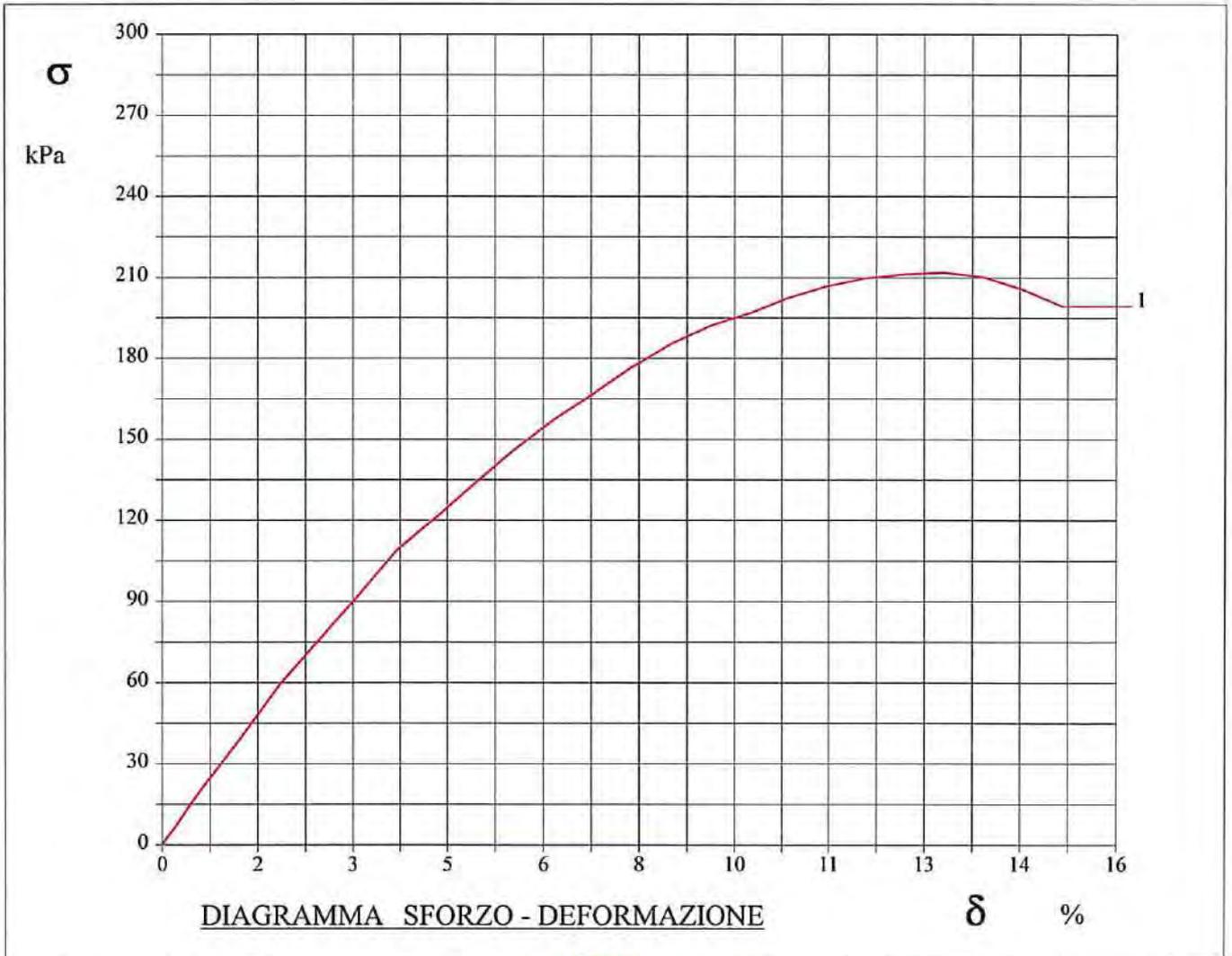
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/Cs/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 26/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 26/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> SI	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	1.270	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	18.9	-----	-----
Umidità naturale (%):	27.7	-----	-----



LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE CHIAOSO DI COLORE MARRONE.

TECNICO SPERIMENTATORE  
 Dott. Raffaele Corvaglia

DIRETTORE DEL LABORATORIO  
 Dott. Marcello De Donatis



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/td/21</b> Pagina 1/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 30/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

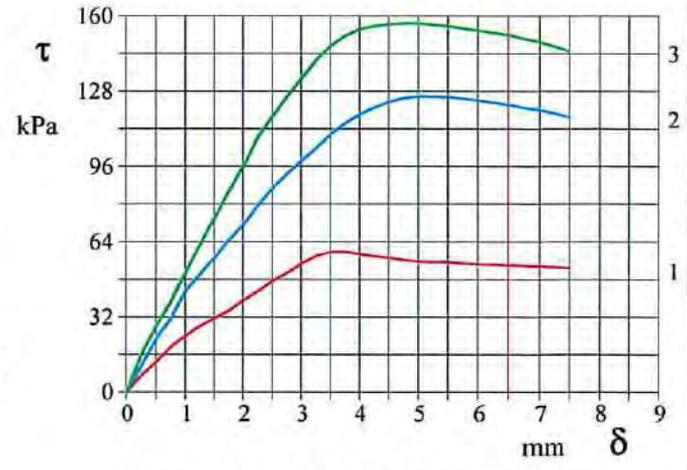
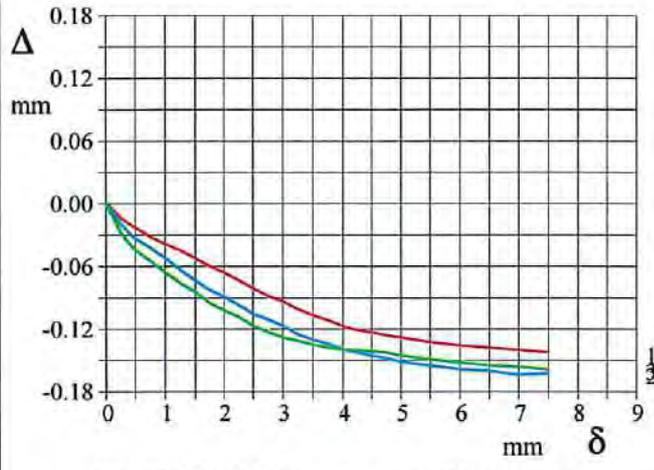
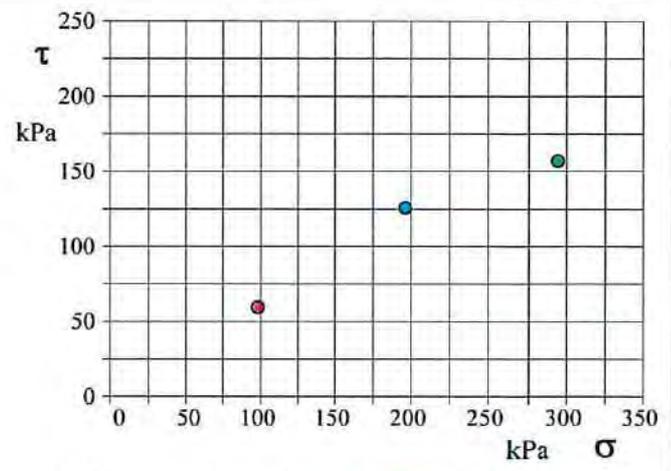
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	98		196		294	
Tensione a rottura (kPa):	60		126		157	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.50	-0.11	5.00	-0.15	4.75	-0.14
Umidità iniziale e umidità finale (%):	27.0	27.9	27.2	27.9	27.3	28.7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.9	19.7	18.9	20.2	19.0	20.9
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	95.6	100.0	95.7	100.0	97.6	100.0

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24



**DIAGRAMMA** Deform. vert. - Deform. orizz.

**DIAGRAMMA** Tensione - Deformaz. orizz.

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE CHIAIOSO DI COLORE MARRONE.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/td/21 Pagina 0/4	DATA DI EMISSIONE: 09/11/21	Inizio analisi: 25/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21	Apertura campione: 25/10/21	Fine analisi: 30/10/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 12.50-13.00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

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
0.250	6.8	-0.01	0.250	11.0	-0.02	0.250	15.9	-0.03
0.500	12.7	-0.02	0.500	22.8	-0.03	0.500	28.1	-0.04
0.750	19.3	-0.03	0.750	31.7	-0.04	0.750	38.9	-0.05
1.000	23.8	-0.04	1.000	43.2	-0.05	1.000	51.0	-0.07
1.250	28.1	-0.04	1.250	50.3	-0.06	1.250	62.8	-0.08
1.500	31.1	-0.05	1.500	57.3	-0.07	1.500	74.1	-0.08
1.750	34.5	-0.06	1.750	64.8	-0.08	1.750	85.7	-0.09
2.000	39.0	-0.07	2.000	71.4	-0.09	2.000	96.3	-0.10
2.250	43.0	-0.07	2.250	79.6	-0.10	2.250	108.6	-0.11
2.500	47.2	-0.08	2.500	87.0	-0.11	2.500	117.4	-0.12
2.750	50.7	-0.09	2.750	93.1	-0.11	2.750	125.9	-0.12
3.000	54.7	-0.09	3.000	98.6	-0.12	3.000	133.4	-0.13
3.250	57.9	-0.10	3.250	103.9	-0.12	3.250	141.2	-0.13
3.500	59.5	-0.11	3.500	109.9	-0.13	3.500	147.4	-0.13
3.750	59.4	-0.11	3.750	114.5	-0.13	3.750	151.6	-0.14
4.000	58.5	-0.12	4.000	118.2	-0.14	4.000	154.5	-0.14
4.250	57.8	-0.12	4.250	121.1	-0.14	4.250	155.7	-0.14
4.500	57.1	-0.12	4.500	123.6	-0.15	4.500	156.4	-0.14
4.750	56.0	-0.13	4.750	125.0	-0.15	4.750	156.9	-0.14
5.000	55.4	-0.13	5.000	125.8	-0.15	5.000	156.8	-0.15
5.500	55.1	-0.13	5.500	125.6	-0.15	5.500	155.7	-0.15
6.000	54.2	-0.14	6.000	124.0	-0.16	6.000	153.7	-0.15
6.500	54.0	-0.14	6.500	122.2	-0.16	6.500	151.9	-0.15
7.000	53.3	-0.14	7.000	120.0	-0.16	7.000	148.9	-0.16
7.500	52.6	-0.14	7.500	117.1	-0.16	7.500	145.0	-0.16

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1546/td/21</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 25/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 25/10/21	<b>Fine analisi:</b> 30/10/21

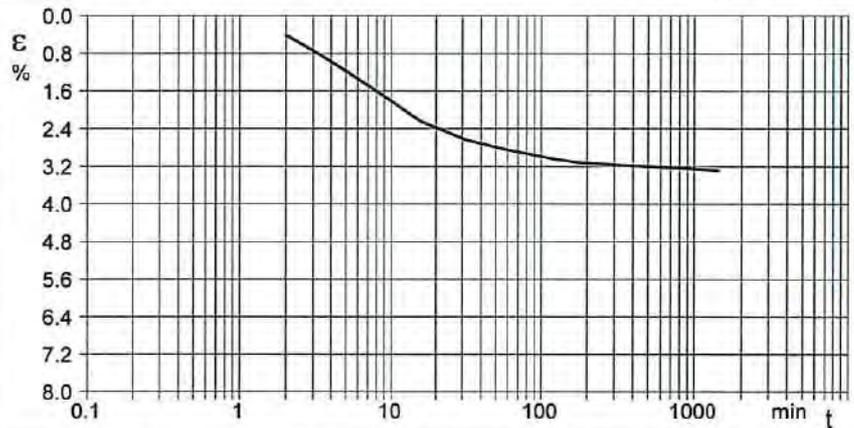
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S1	<b>CAMPIONE:</b> C4	<b>PROFONDITA':</b> m 12.50-13.00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

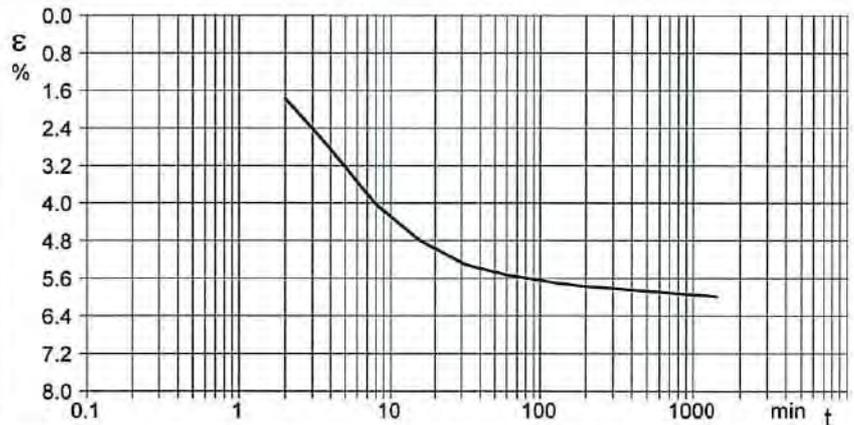
**Diagramma**  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.934
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	19.63
T <sub>50</sub> (min)	5.8
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.027



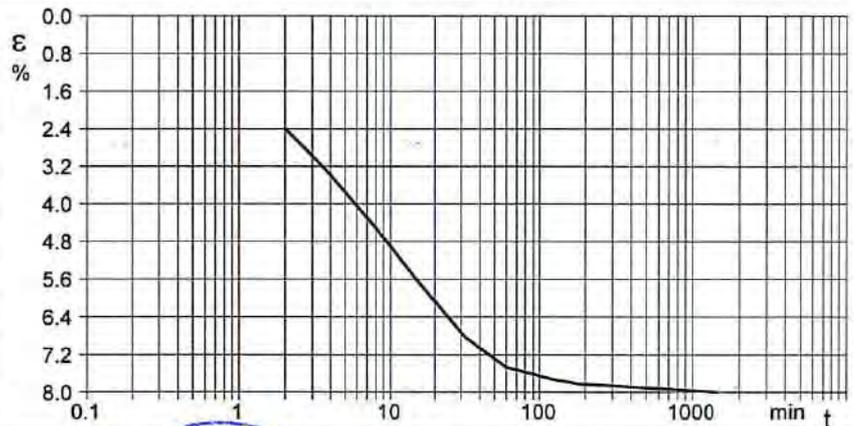
**Diagramma**  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.880
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	19.63
T <sub>50</sub> (min)	4.6
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.035



**Diagramma**  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.840
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	19.63
T <sub>50</sub> (min)	7.6
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.021



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub> Vs = Df / tf





COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 12.50-13.00

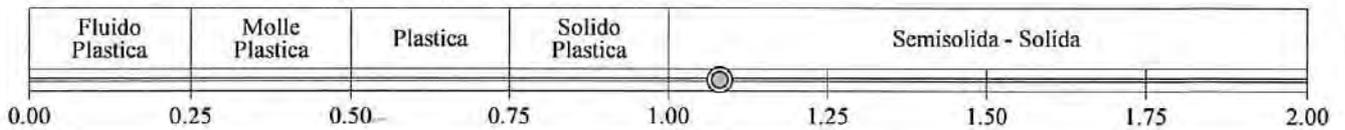
### CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Limo con argilla sabbioso debolmente ghiaioso
-------------------	---

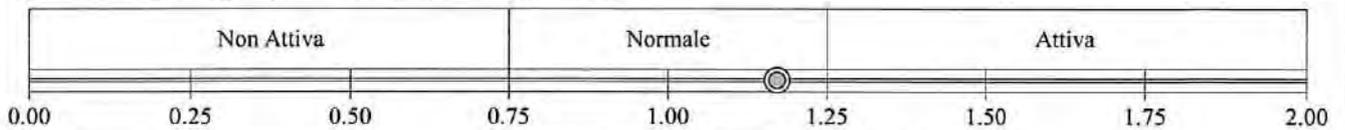
### CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

Abaco di plasticità di Casagrande	CH - Argille inorganiche ad alta compressibilità
-----------------------------------	--

I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 1.08$



A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 1.17



### CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova di Compressione ad E.L.L.] = 106 kPa	
	<p>1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto</p>

### CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 239.7kPa	
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 86.3kPa	
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.36	

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DEBOLMENTE GHIAIOSO DI COLORE MARRONE.

COMMITTENTE:	ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
RIFERIMENTO:	Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	C1
		PROFONDITA':	m 2.00-2.50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30.1	%
Peso di volume	17.9	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	13.8	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18.6	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	27.0	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.966	
Porosità	49.1	%
Grado di saturazione	86.0	%

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	69.5	%
Limite di plasticità	35.1	%
Indice di plasticità	34.4	%
Indice di consistenza	1.14	
Passante al set. n° 40	SI	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	11.2	%
Limo	53.6	%
Argilla	35.2	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 20
------------------	------	-----------

### COMPRESSIONE

Resistenza a compressione	233	kPa
Coesione non drenata	116	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Coesione:	17.2	kPa
Angolo di attrito interno:	23.4	°

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	Cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 24.5	1081	0.000267	2.42E-08
24.5 ÷ 49.0	1775	0.000333	1.84E-08
49.0 ÷ 98.0	3006	0.000280	9.15E-09
98.0 ÷ 196.0	5584	0.000176	3.09E-09
196.0 ÷ 392.0	9011	0.000213	2.32E-09
392.0 ÷ 784.0	15025	0.000116	7.59E-10
784.0 ÷ 1568.0	24416	0.000136	5.48E-10



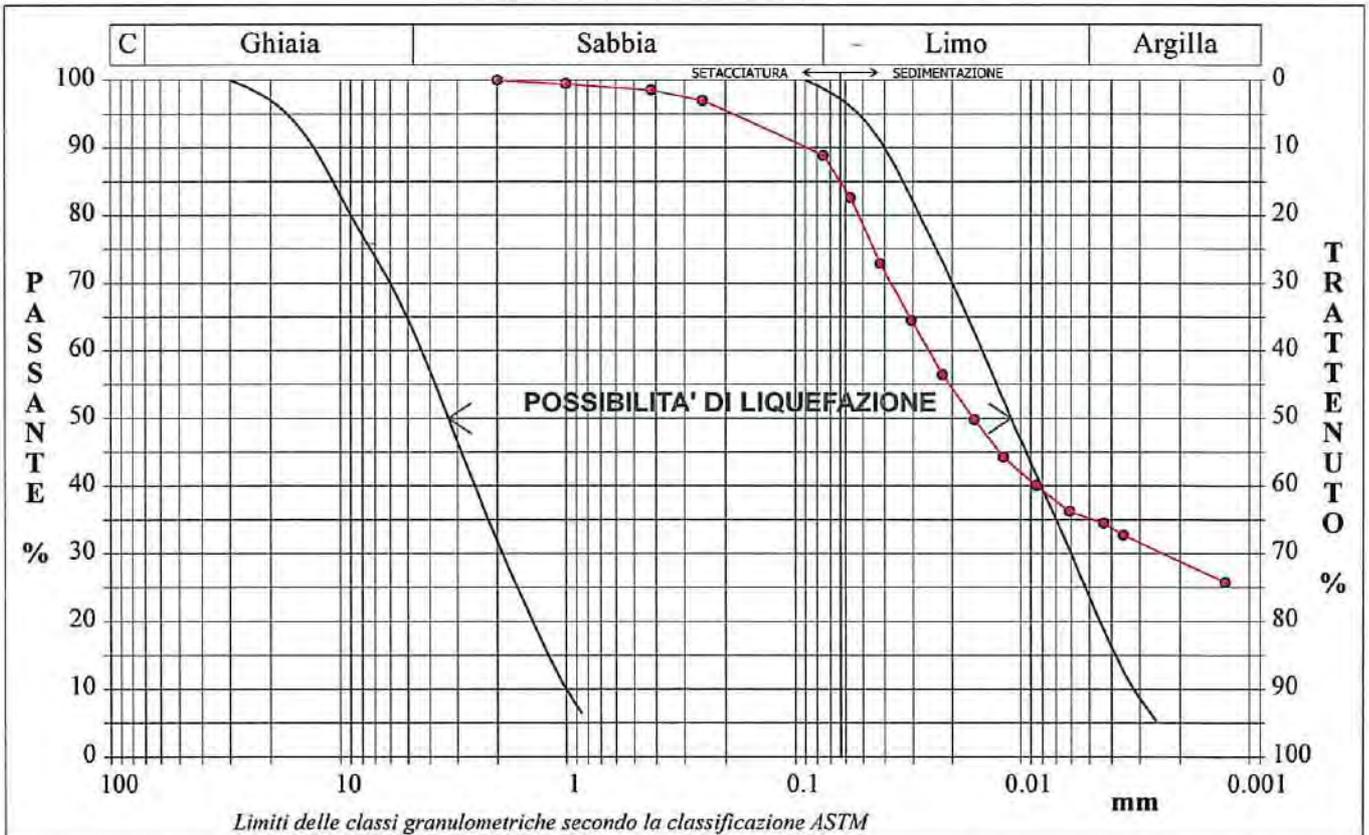
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Gr/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 01/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21
<b>SONDAGGIO:</b> S2 <b>CAMPIONE:</b> C1 <b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	0.00013 mm	
Sabbia	11.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98.5 %	D30	0.00237 mm	
Limo	53.6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	88.8 %	D50	0.01614 mm	
Argilla	35.2 %			D60	0.02551 mm	
<b>Coefficiente di uniformità</b>		<b>200.72</b>	<b>Coefficiente di curvatura</b>	<b>1.74</b>	D90	0.08897 mm



Diametro mm	Passante %								
2.0000	100.00	0.0570	82.60	0.0119	44.26	0.0013	25.79		
1.0000	99.49	0.0418	72.84	0.0085	40.08				
0.4200	98.53	0.0305	64.48	0.0061	36.25				
0.2500	96.98	0.0222	56.46	0.0043	34.50				
0.0750	88.85	0.0160	49.84	0.0036	32.76				

**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE.**



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Gr/21 Allegato I</b>	<b>DATA DI EMISSIONE: 09/11/21</b>	<b>Inizio analisi: 28/10/21</b>
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione: 28/10/21</b>	<b>Fine analisi: 01/11/21</b>

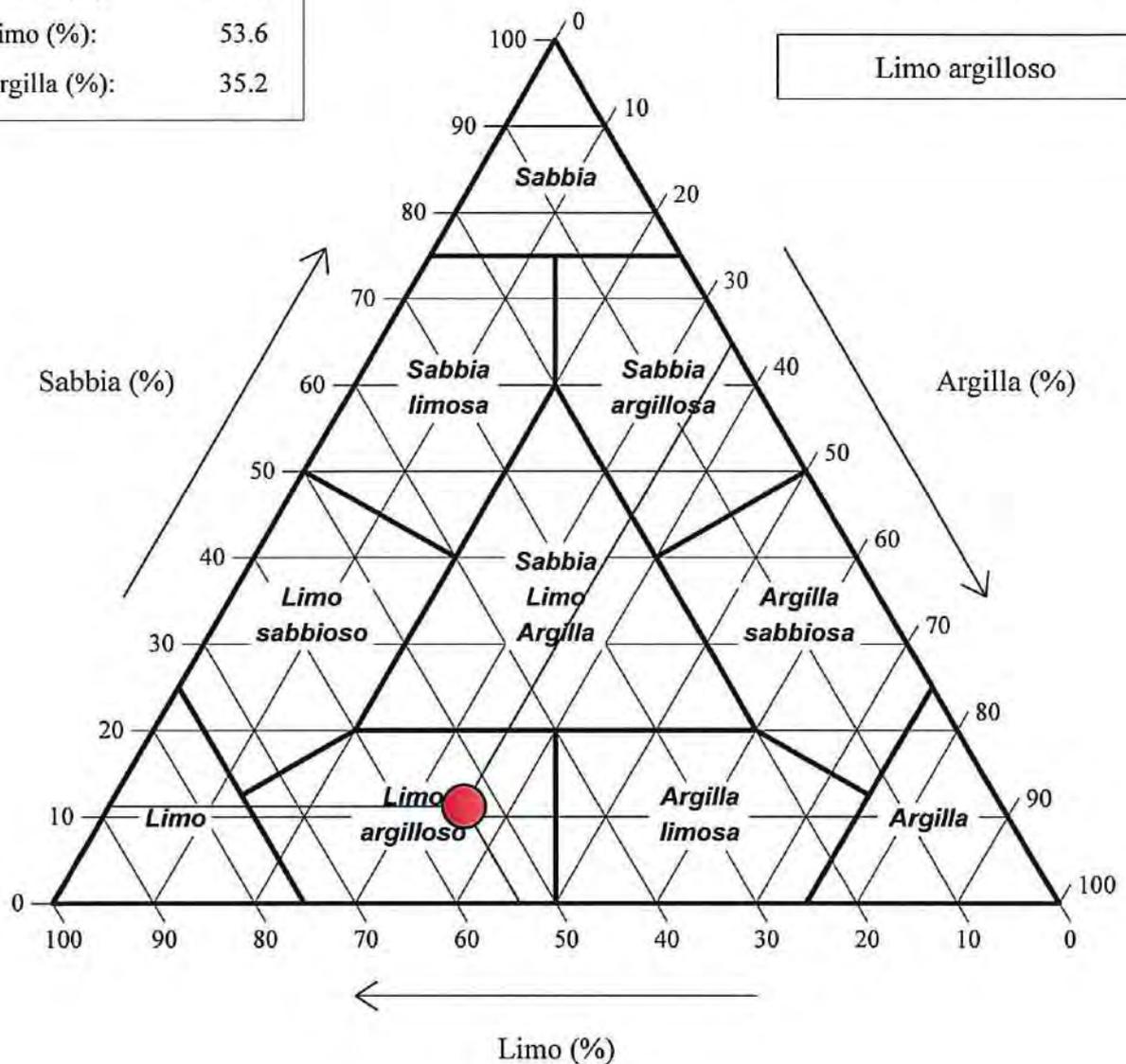
<b>COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA</b>		
<b>RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21</b>		
<b>SONDAGGIO: S2</b>	<b>CAMPIONE: C1</b>	<b>PROFONDITA': m 2.00-2.50</b>

## ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Sabbia (%):	11.2
Limo (%):	53.6
Argilla (%):	35.2

### Diagramma di Shepard



LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/U/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 29/10/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50
<u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u>		
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1		

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30.1 %**

**Struttura del materiale:**

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

**Temperatura di essiccazione:** 110 °C

**Dimensione massima delle particelle:** 1.00 mm

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Pdv/2</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 28/10/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50
<b><u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u></b>		
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2		

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 17.9 kN/m<sup>3</sup>**

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE



Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

**GEOPROVE S.R.L.**  
 DIRETTORE  
 DI LABORATORIO

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Ps/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 29/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 29/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 27.0 kN/m³**

$\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 27.0 kN/m³**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE.



**GEOPROVE S.R.L.**  
 Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis  
**LABORATORIO**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Lc/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 29/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21
<b>SONDAGGIO:</b> S2 <b>CAMPIONE:</b> C1 <b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

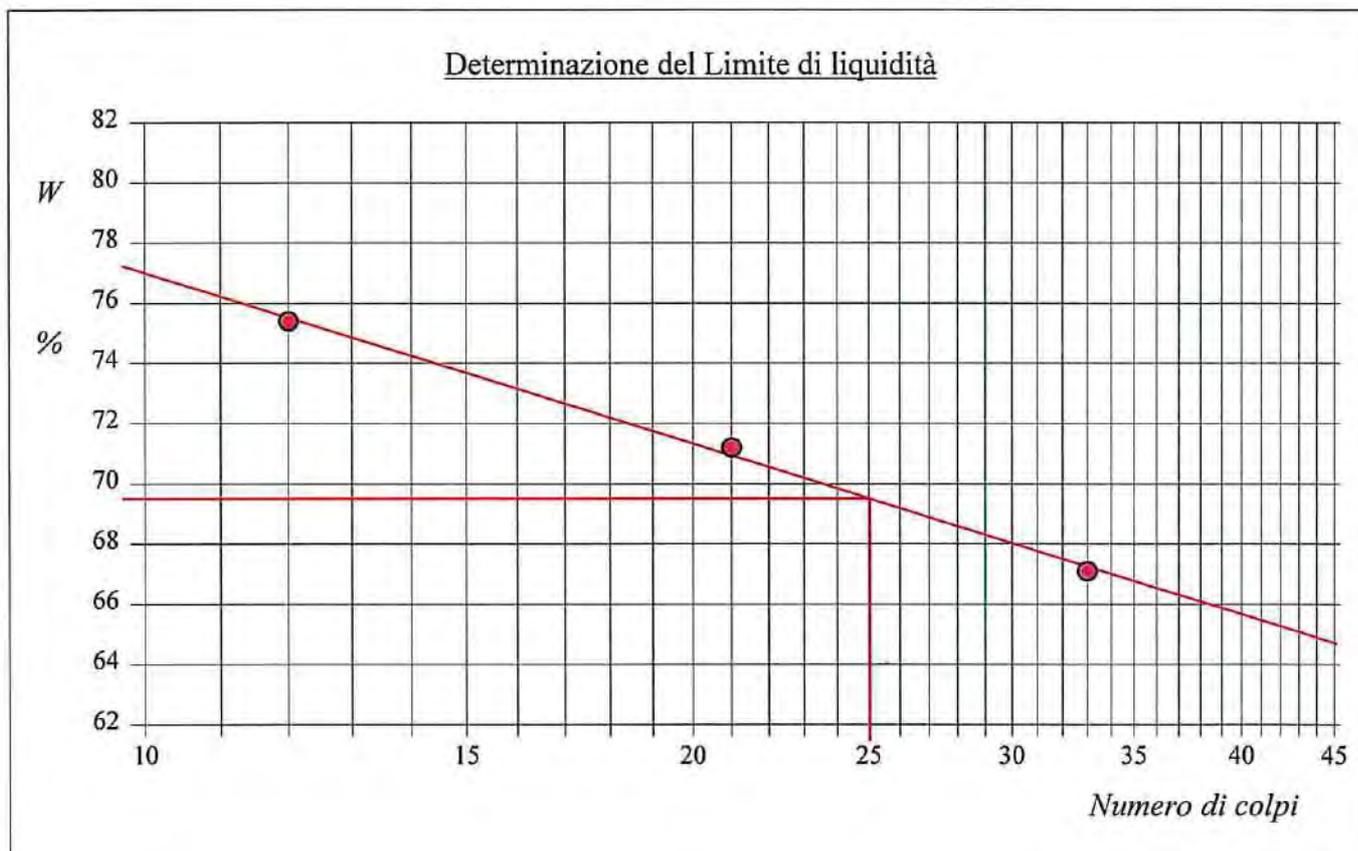
**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	69.5 %
Limite di plasticità	35.1 %
Indice di plasticità	34.4 %

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	21	33	Umidità (%)	34.9	35.3
Umidità (%)	75.4	71.2	67.1	Umidità media	35.1	



LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE.

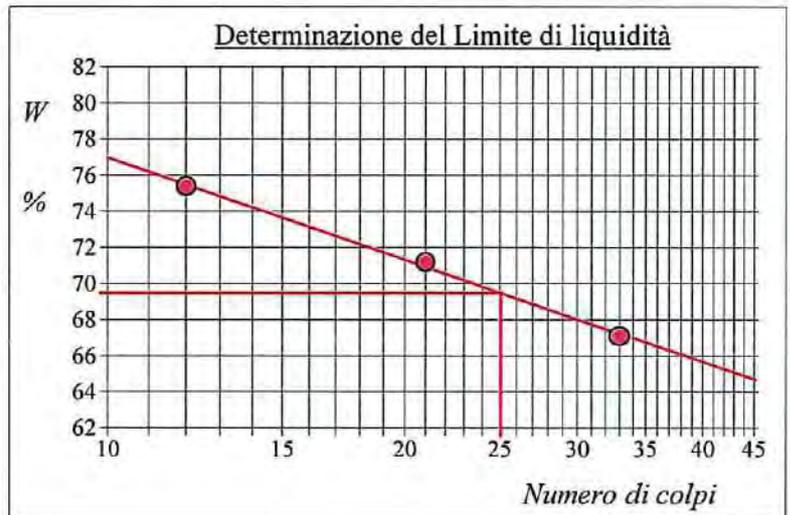
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Lc/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 29/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

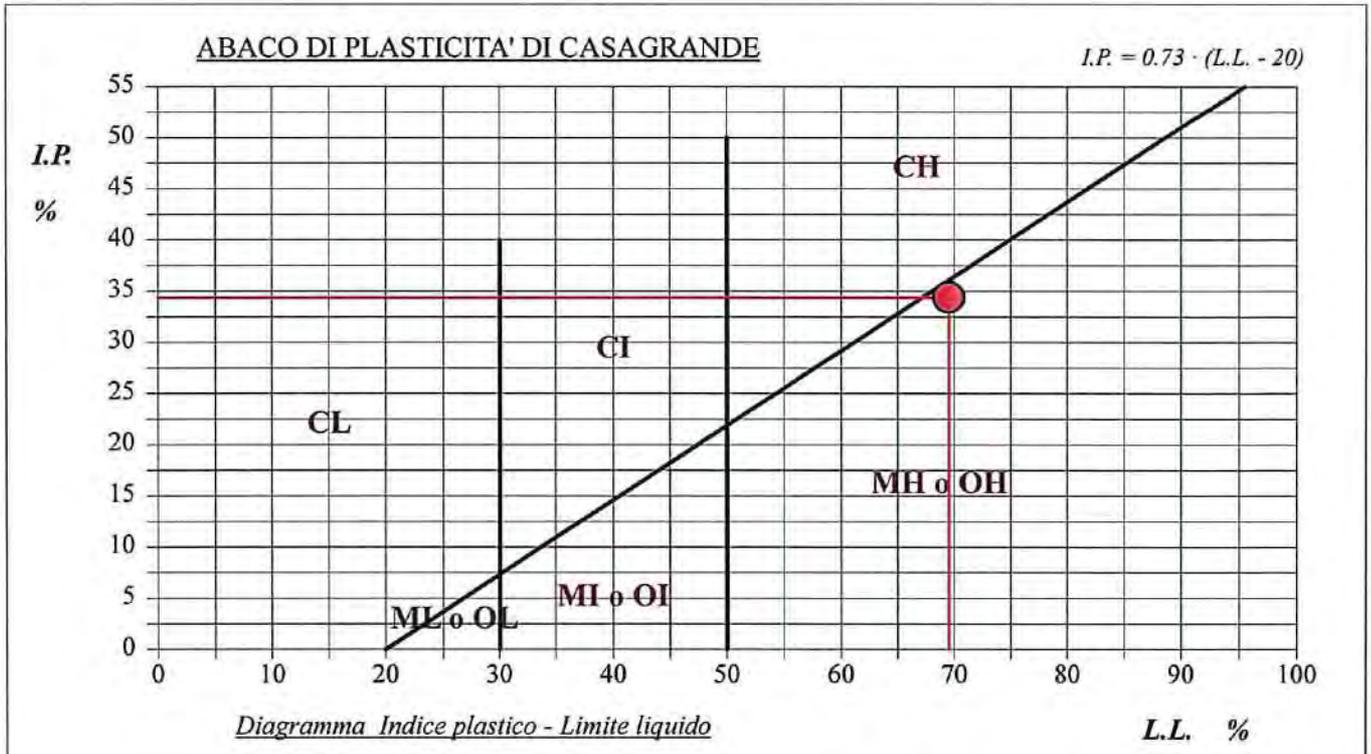
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	69.5	%
Limite di plasticità	35.1	%
Indice di plasticità	34.4	%
Indice di consistenza	1.14	
Passante al set. n° 40	SI	



<b>C</b> - Argille inorganiche	<b>L</b> - Bassa compressibilità
<b>M</b> - Limi inorganici	<b>I</b> - Media compressibilità
<b>O</b> - Argille e limi organici	<b>H</b> - Alta compressibilità



LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 01/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	Limite di liquidità	69.5 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98.5 %	Limite di plasticità	35.1 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	88.8 %	Indice di plasticità	34.4 %

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-5      INDICE DI GRUPPO: 20**

**Tipi usuali dei materiali principali:**  
 Argille fortemente compressibili mediamente plastiche

**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE**



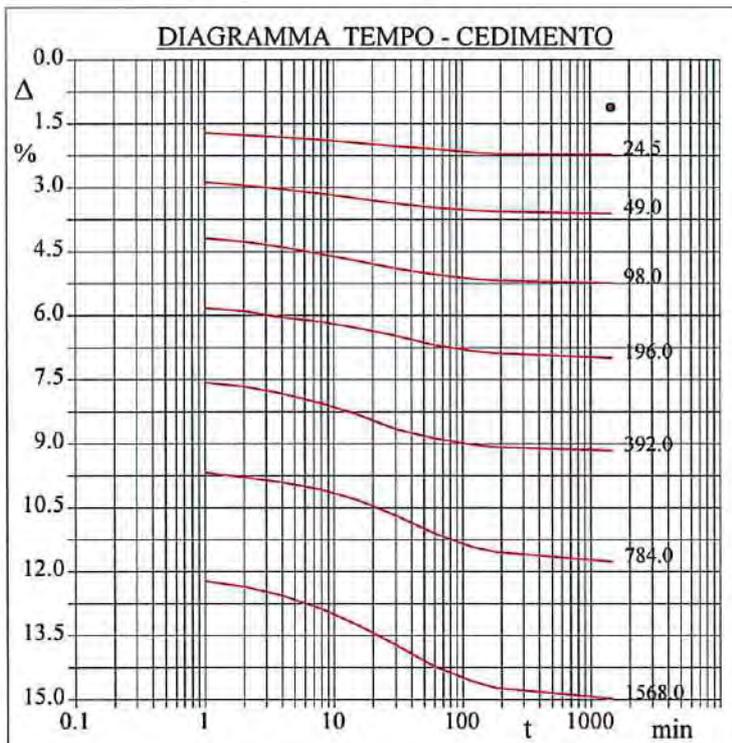
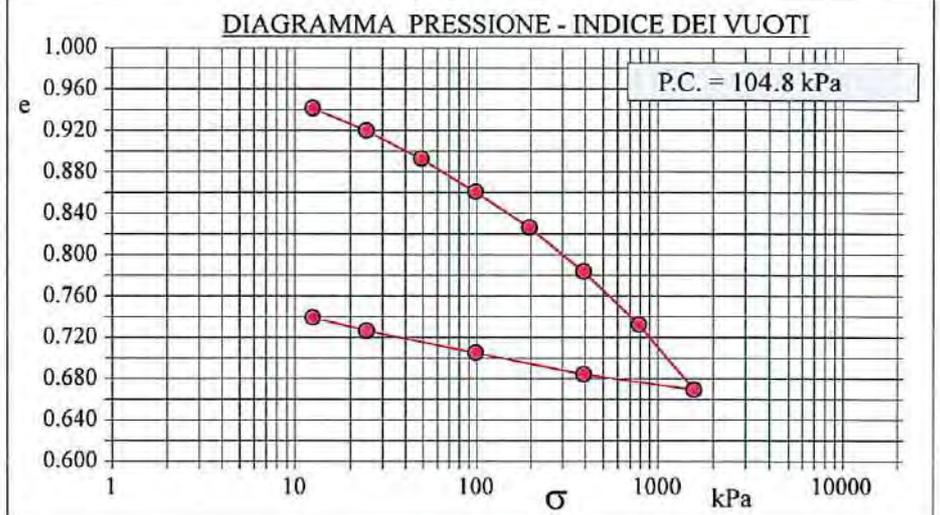
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Ed/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	17.92
Umidità (%)	30.1
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	27.04
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	19.63
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	39.27
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	19.27
Indice dei vuoti	0.96
Porosità (%)	49.07
Saturazione (%)	86.3



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	22.3	0.942	
24.5	44.5	0.920	0.075
49.0	72.1	0.893	0.090
98.0	104.7	0.861	0.106
196.0	139.8	0.826	0.114
392.0	183.3	0.784	0.142
784.0	235.5	0.732	0.170
1568.0	299.7	0.669	0.209
392.0	284.6	0.684	
98.0	263.2	0.705	
24.5	241.6	0.726	
12.5	228.5	0.739	

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/Ed/21</b> Pagina 2/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24.5 kPa		Pressione 49.0 kPa		Pressione 98.0 kPa		Pressione 196.0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	22.3	0.00	44.5	0.00	72.1	0.00	104.7
1.00	34.2	1.00	57.4	1.00	83.6	1.00	116.3
2.00	35.3	2.00	58.8	2.00	85.3	2.00	117.9
4.00	36.2	4.00	60.7	4.00	87.8	4.00	120.8
8.00	37.4	8.00	62.7	8.00	91.0	8.00	123.0
15.00	38.9	15.00	65.0	15.00	94.1	15.00	125.8
30.00	40.4	30.00	67.3	30.00	97.8	30.00	129.3
60.00	41.8	60.00	69.3	60.00	100.7	60.00	133.8
120.00	43.4	120.00	70.6	120.00	102.7	120.00	136.5
180.00	44.0	180.00	71.0	180.00	103.4	180.00	137.5
1440.00	44.5	1440.00	72.1	1440.00	104.7	1440.00	139.8

Pressione 392.0 kPa		Pressione 784.0 kPa		Pressione 1568.0 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	139.8	0.00	183.3	0.00	235.5		
1.00	151.4	1.00	193.6	1.00	244.5		
2.00	153.3	2.00	195.8	2.00	247.2		
4.00	156.6	4.00	198.2	4.00	251.3		
8.00	161.1	8.00	201.7	8.00	257.7		
15.00	166.3	15.00	206.4	15.00	265.1		
30.00	173.3	30.00	213.7	30.00	274.6		
60.00	177.6	60.00	222.2	60.00	284.8		
120.00	180.6	120.00	228.8	120.00	291.8		
180.00	181.6	180.00	231.0	180.00	294.7		
1440.00	183.3	1440.00	235.5	1440.00	299.7		

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/cs/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 29/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 29/10/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1.270	----	----
Peso di volume (kN/m³):	17.9	----	----
Umidità naturale (%):	30.3	----	----



LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/TD/21</b> Pagina 1/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 02/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	59		106		146	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	6.50	-0.24	7.00	-0.26	6.00	-0.27
Umidità iniziale e umidità finale (%):	30.5	32.2	30.8	32.8	30.8	32.1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17.9	19.1	17.9	19.5	17.9	19.6
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	87.1	100.0	86.8	100.0	87.1	100.0

### DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

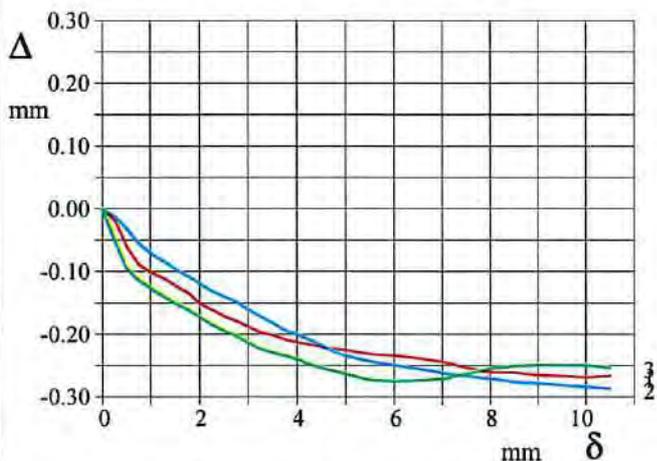
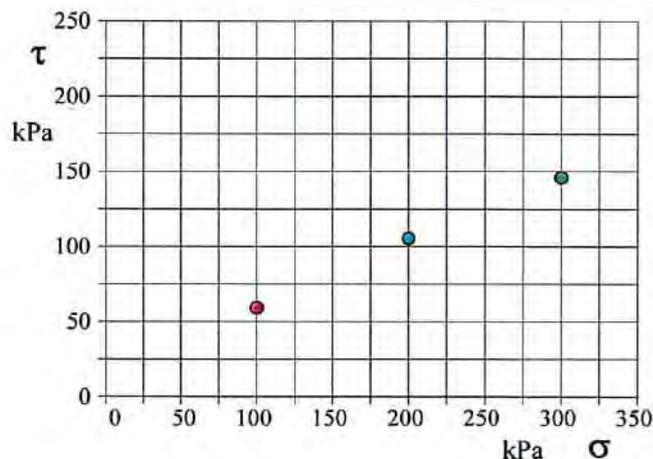


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

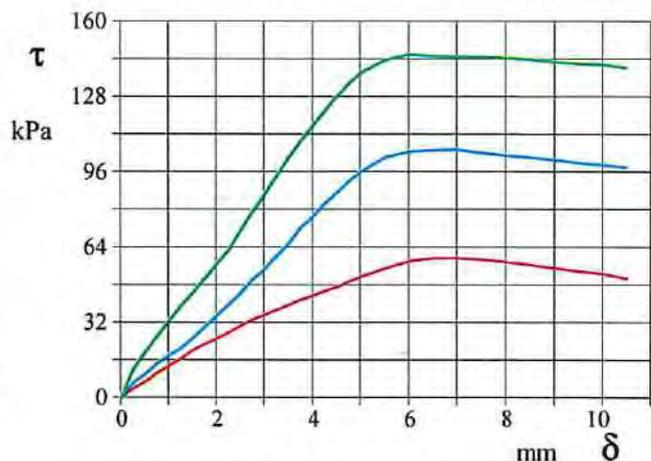


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/TD/21</b> Pagina 0/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 02/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

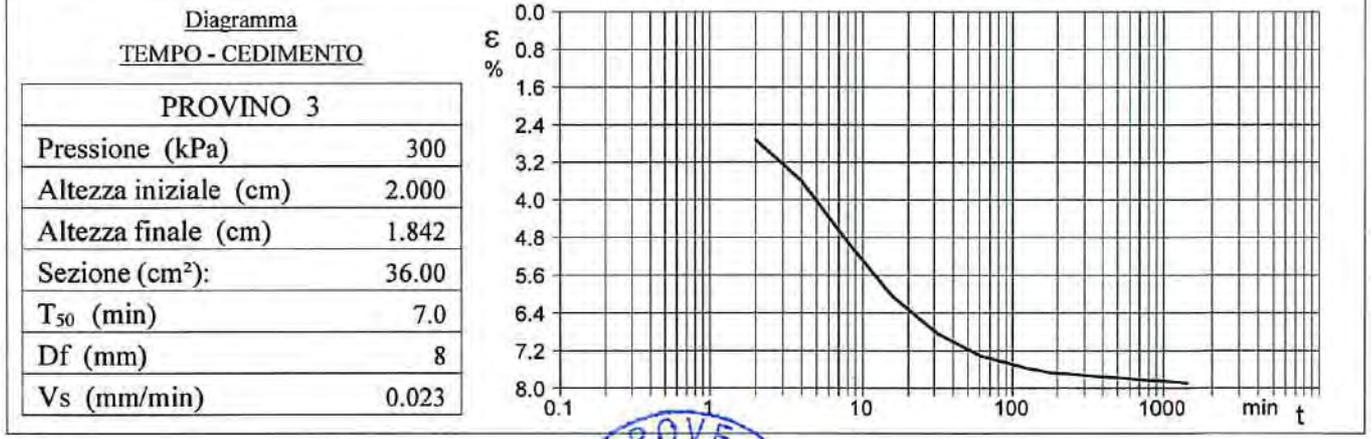
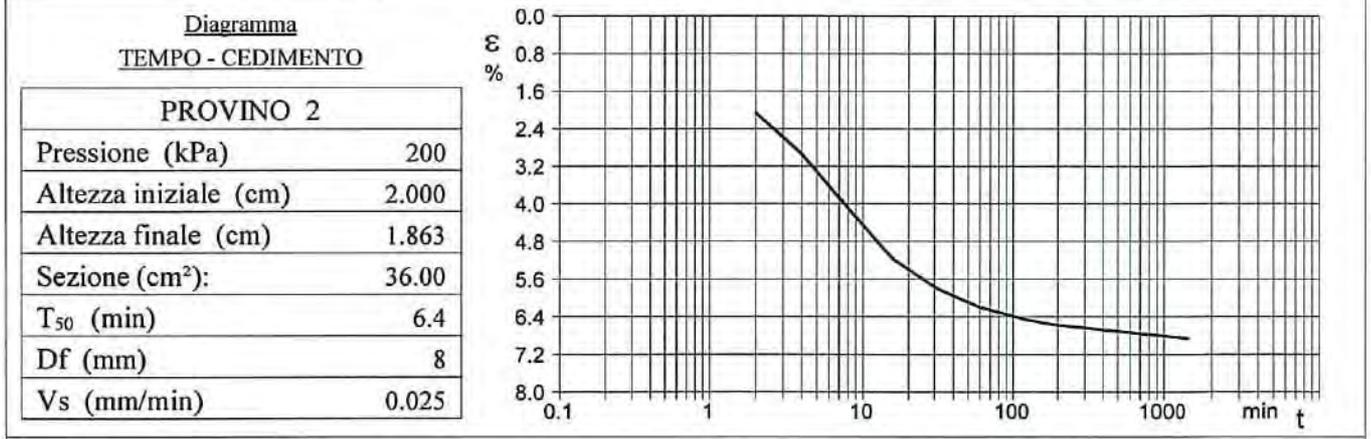
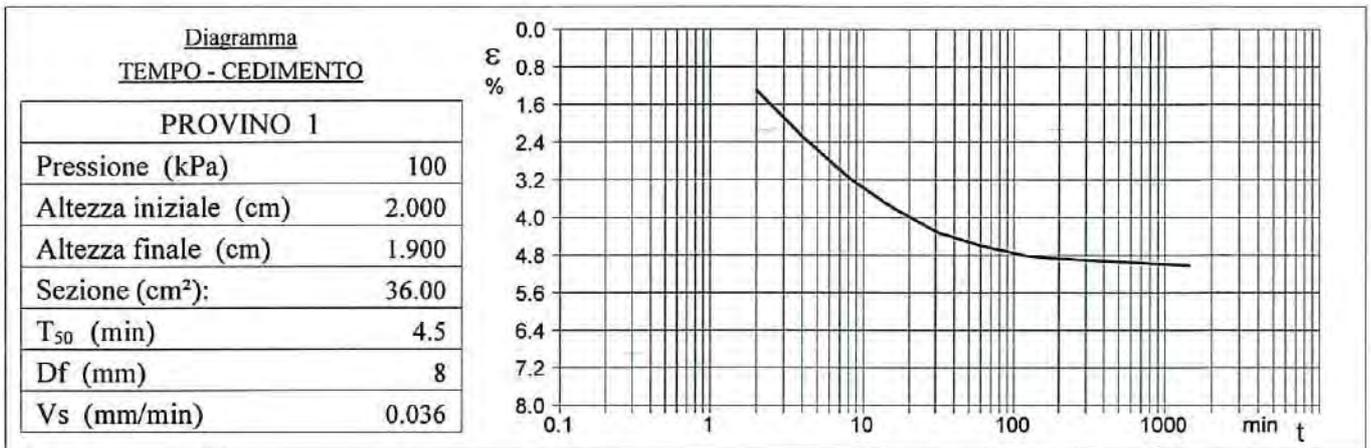
Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.250	3.5	-0.02	0.250	6.0	-0.01	0.250	11.8	-0.05
0.500	6.5	-0.06	0.500	10.2	-0.03	0.500	19.5	-0.09
0.750	10.2	-0.09	0.750	14.5	-0.05	0.750	26.0	-0.11
1.000	13.5	-0.10	1.000	18.0	-0.07	1.000	32.6	-0.13
1.250	16.4	-0.11	1.250	21.1	-0.08	1.250	39.2	-0.14
1.500	19.9	-0.12	1.500	25.2	-0.09	1.500	44.4	-0.15
1.750	22.6	-0.14	1.750	29.9	-0.11	1.750	50.6	-0.16
2.000	25.0	-0.15	2.000	35.0	-0.12	2.000	56.9	-0.17
2.250	27.6	-0.16	2.250	39.6	-0.13	2.250	62.8	-0.18
2.500	30.4	-0.17	2.500	44.3	-0.14	2.500	70.8	-0.19
2.750	33.1	-0.18	2.750	50.2	-0.15	2.750	79.2	-0.20
3.000	35.2	-0.19	3.000	54.7	-0.16	3.000	86.4	-0.21
3.250	37.2	-0.20	3.250	60.5	-0.17	3.250	94.4	-0.22
3.500	39.4	-0.20	3.500	65.9	-0.18	3.500	102.5	-0.23
3.750	41.6	-0.21	3.750	72.5	-0.19	3.750	109.2	-0.23
4.000	43.3	-0.21	4.000	77.0	-0.20	4.000	115.7	-0.24
4.250	45.4	-0.22	4.250	82.7	-0.21	4.250	122.0	-0.25
4.500	47.0	-0.22	4.500	87.2	-0.22	4.500	128.2	-0.25
4.750	49.3	-0.22	4.750	92.2	-0.23	4.750	133.5	-0.26
5.000	51.3	-0.23	5.000	96.0	-0.23	5.000	138.1	-0.26
5.500	54.9	-0.23	5.500	102.1	-0.24	5.500	143.5	-0.27
6.000	57.9	-0.23	6.000	104.7	-0.25	6.000	145.9	-0.27
6.500	59.2	-0.24	6.500	105.2	-0.25	6.500	145.3	-0.27
7.000	59.2	-0.24	7.000	105.6	-0.26	7.000	145.0	-0.27
7.500	58.6	-0.25	7.500	104.1	-0.27	7.500	144.8	-0.26
8.000	57.5	-0.26	8.000	103.0	-0.27	8.000	144.4	-0.25
8.500	56.3	-0.26	8.500	102.3	-0.28	8.500	143.9	-0.25
9.000	55.0	-0.27	9.000	101.2	-0.28	9.000	142.8	-0.25
9.500	53.6	-0.27	9.500	99.9	-0.28	9.500	142.0	-0.25
10.000	52.6	-0.27	10.000	99.0	-0.28	10.000	141.6	-0.25
10.500	50.5	-0.27	10.500	98.1	-0.29	10.500	140.4	-0.25

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1547/TD/21</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 09/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 28/10/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 28/10/21	<b>Fine analisi:</b> 02/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C1	<b>PROFONDITA':</b> m 2.00-2.50

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$      $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$      $t_f = 50 \times T_{50}$      $V_s = D_f / t_f$





COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 2.00-2.50

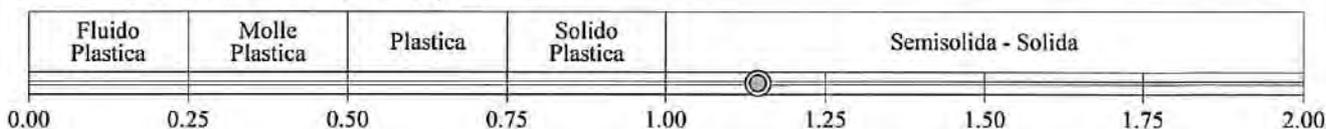
**CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA**

Classifica A.G.I.	Limo con argilla sabbioso
-------------------	---------------------------

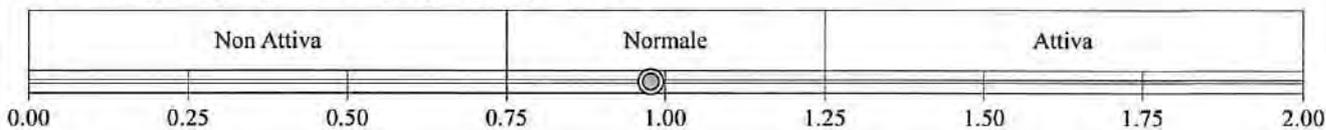
**CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA**

Abaco di plasticità di Casagrande	MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità
-----------------------------------	---

I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 1.14$



A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 0.98



**CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA**

Coesione non drenata [da Prova di Compressione ad E.L.L.] = 116 kPa	
	<p>1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto</p>

**CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE**

Pressione del campione in sito = 42.1kPa	
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 104.8kPa	
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 2.49	

**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE.**

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21			
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m	6.50-7.00

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	26.4	%
Peso di volume	18.7	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14.8	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	19.3	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	27.2	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.840	
Porosità	45.6	%
Grado di saturazione	87.1	%

### TAGLIO DIRETTO

Coesione:	10.2	kPa
Angolo di attrito interno:	23.1	°

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	Cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 24.5	1333	0.000248	1.82E-08
24.5 ÷ 49.0	1892	0.000342	1.77E-08
49.0 ÷ 98.0	3091	0.000385	1.22E-08
98.0 ÷ 196.0	5528	0.000507	8.99E-09
196.0 ÷ 392.0	9436	0.000514	5.35E-09
392.0 ÷ 784.0	16788	0.000597	3.49E-09
784.0 ÷ 1568.0	28877	0.000682	2.32E-09

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	63.7	%
Limite di plasticità	30.2	%
Indice di plasticità	33.5	%
Indice di consistenza	1.11	
Passante al set. n° 40	SI	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	20.8	%
Limo	43.1	%
Argilla	36.1	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 20
------------------	------	-----------

### COMPRESSIONE

Resistenza a compressione	143	kPa
Coesione non drenata	72	kPa





<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 05/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 08/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

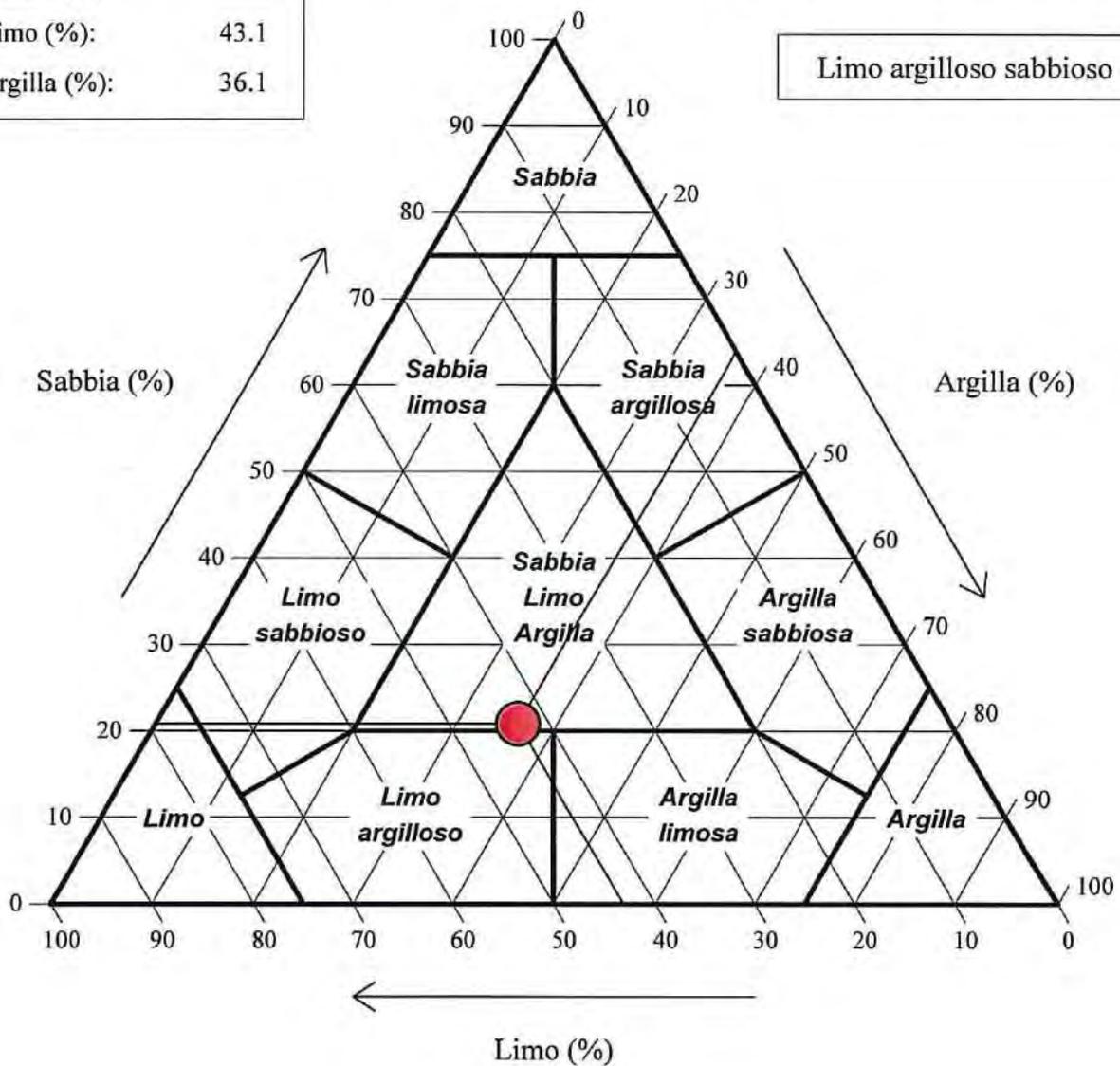
**ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Sabbia (%):	20.8
Limo (%):	43.1
Argilla (%):	36.1

**Diagramma di Shepard**

Limo argilloso sabbioso



**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/u/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 03/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 26.4 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/pdv/2</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 02/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00
<b><u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u></b>		
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2		

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18.7 kN/m<sup>3</sup>**

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/ps/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 03/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 03/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 27.2 kN/m³**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 27.2 kN/m³**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.8 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO**



**GEOPROVE S.R.L.**  
 Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Bonatis  
**DI LABORATORIO**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/lc/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

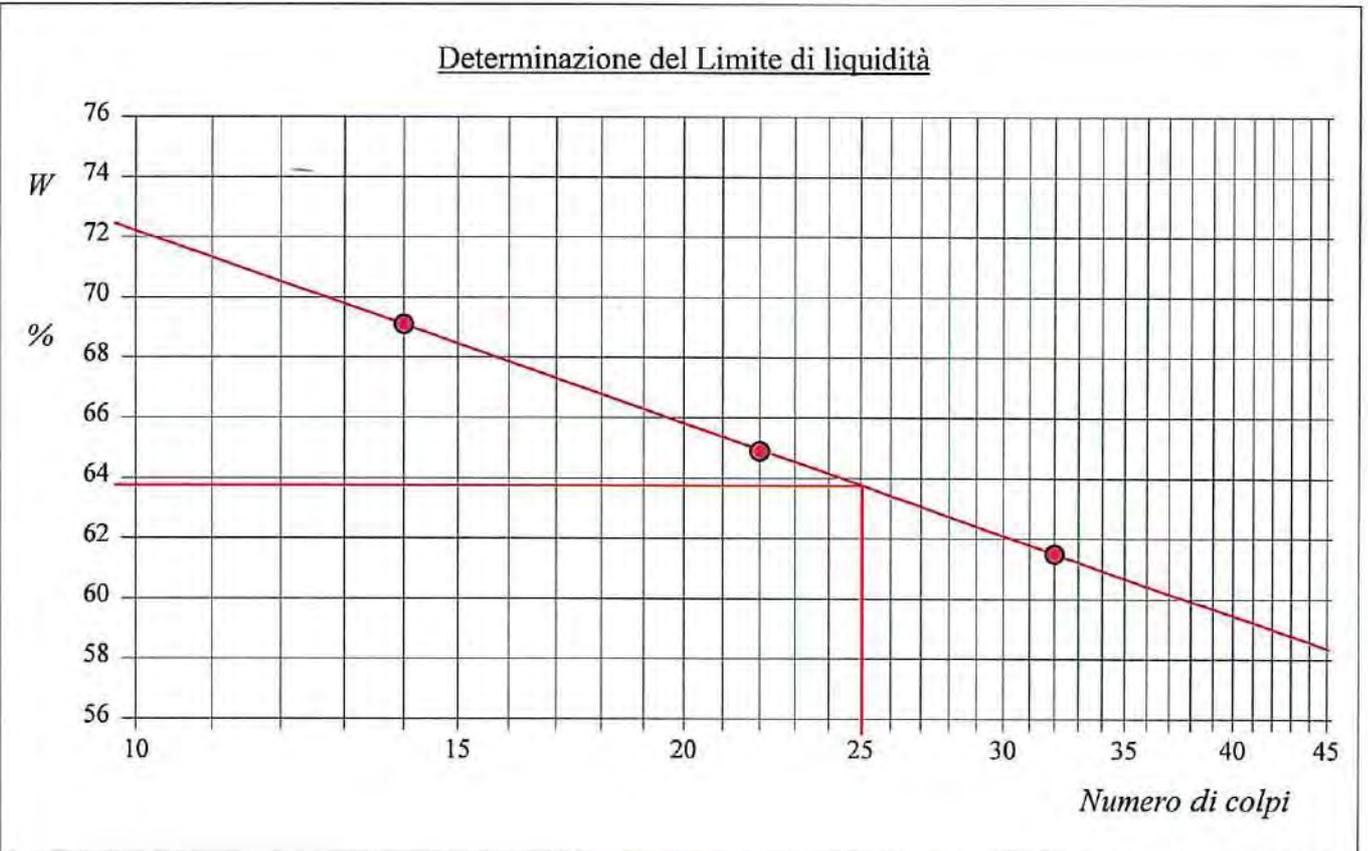
**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	63.7 %
Limite di plasticità	30.2 %
Indice di plasticità	33.5 %

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	14	22	32		Umidità (%)	30.1	30.3
Umidità (%)	69.1	64.9	61.5		Umidità media	30.2	



**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO**

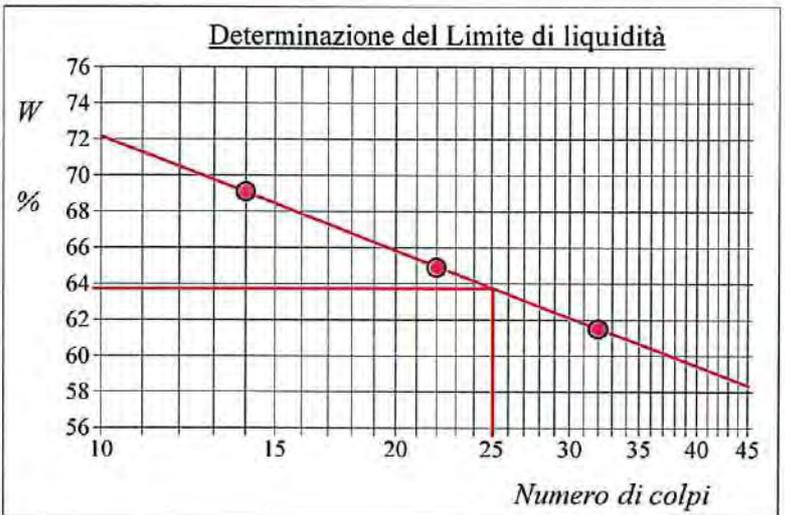
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/lc/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

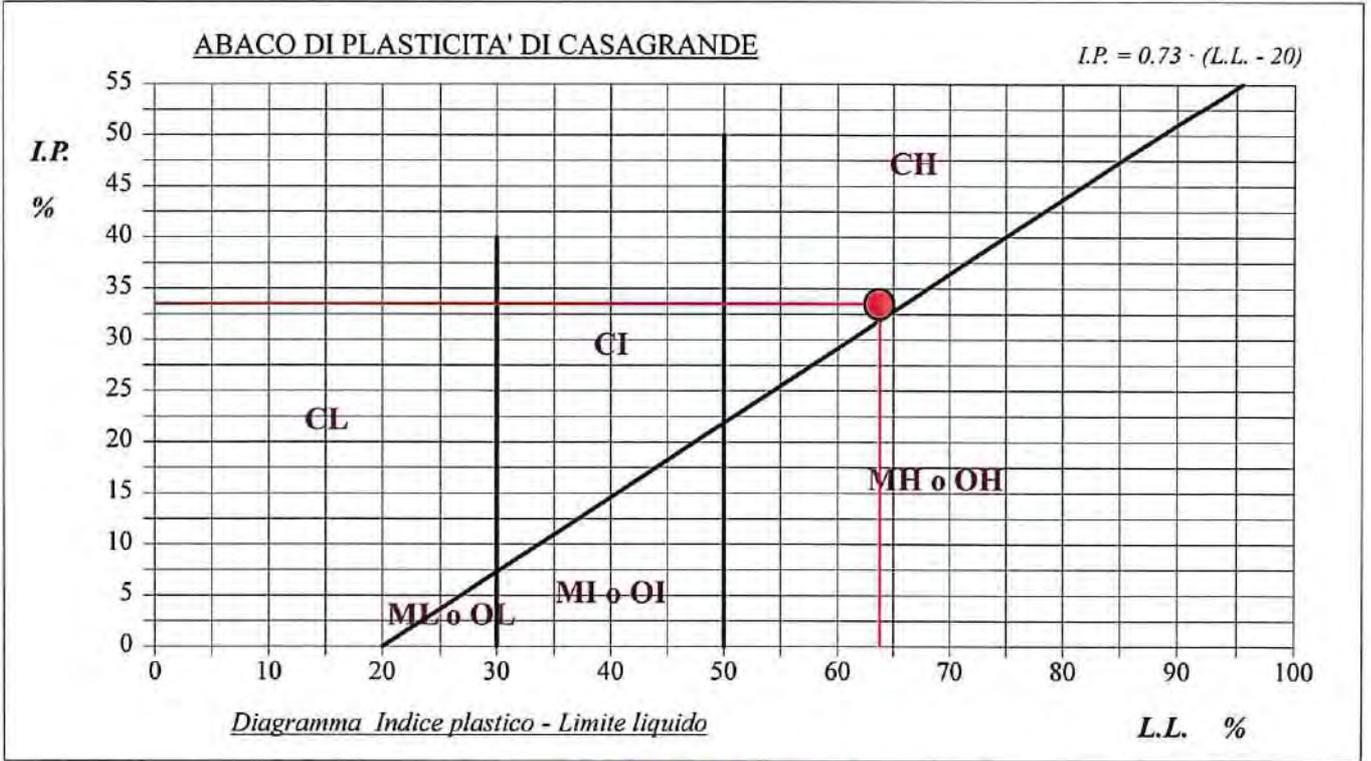
**ABACO DI CASAGRANDE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	63.7	%
Limite di plasticità	30.2	%
Indice di plasticità	33.5	%
Indice di consistenza	1.11	
Passante al set. n° 40	SI	



<b>C - Argille inorganiche</b>	<b>L - Bassa compressibilità</b>
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	<b>H - Alta compressibilità</b>



**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO**

TECNICO SPERIMENTATORE  
 Dott. Raffaele Corvaglia

DIRETTORE DEL LABORATORIO  
 Dott. Marcello Di Donato  
**DIRETTORE DI LABORATORIO**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 05/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 08/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	90.9	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	79.2	%

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Limite di liquidità	63.7	%
Limite di plasticità	30.2	%
Indice di plasticità	33.5	%

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-5      INDICE DI GRUPPO: 20**

Tipi usuali dei materiali principali:  
 Argille fortemente compressibili mediamente plastiche

**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO**

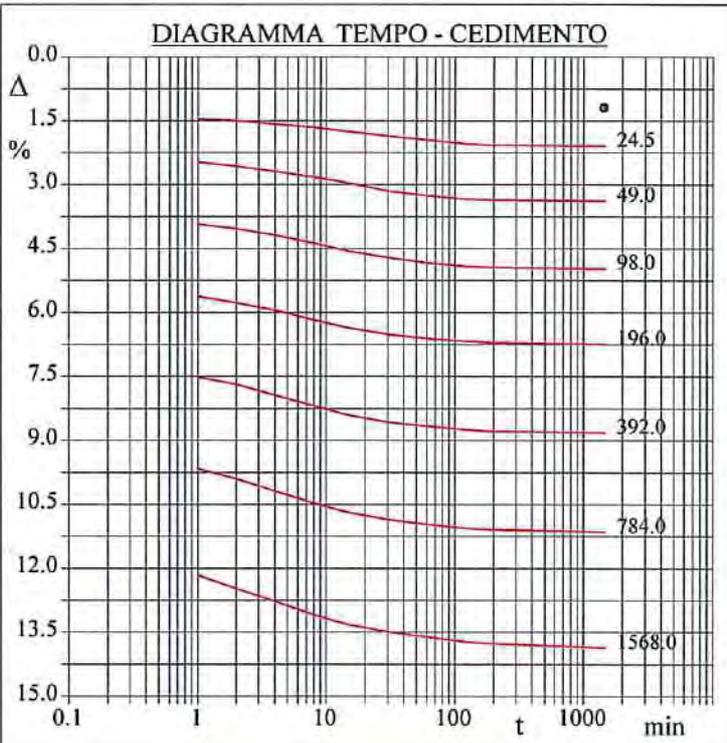
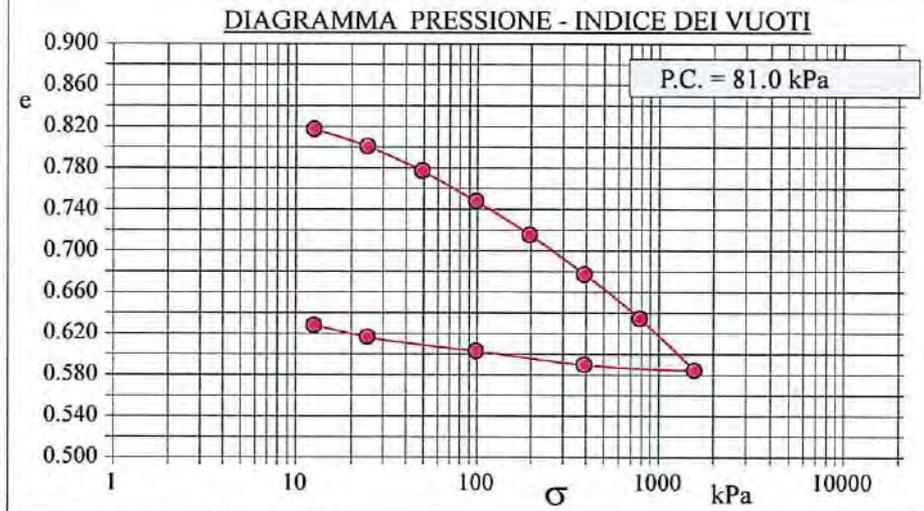
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/ed/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 10/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18.69
Umidità (%)	26.4
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	27.20
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	19.63
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	39.27
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	17.92
Indice dei vuoti	0.84
Porosità (%)	45.64
Saturazione (%)	87.1



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	23.8	0.818	
24.5	41.8	0.801	0.057
49.0	67.7	0.777	0.079
98.0	99.4	0.748	0.097
196.0	134.9	0.716	0.108
392.0	176.4	0.677	0.127
784.0	223.1	0.634	0.143
1568.0	277.4	0.584	0.166
392.0	271.6	0.590	
98.0	257.0	0.603	
24.5	242.3	0.617	
12.5	230.0	0.628	

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/ed/21</b> Pagina 2/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 10/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

### LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24.5 kPa		Pressione 49.0 kPa		Pressione 98.0 kPa		Pressione 196.0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	23.8	0.00	41.8	0.00	67.7	0.00	99.4
1.00	29.0	1.00	49.4	1.00	78.5	1.00	112.3
2.00	30.0	2.01	51.4	2.00	80.6	2.00	115.5
4.00	31.4	4.00	53.7	4.00	83.6	4.00	118.8
8.00	33.1	8.00	56.4	8.00	87.5	8.00	123.5
15.00	35.1	15.00	59.3	15.00	91.2	15.00	127.3
30.00	37.2	30.00	63.0	30.00	94.3	30.00	130.2
60.00	39.0	60.00	65.1	60.00	96.6	60.00	132.2
120.00	40.7	120.00	66.8	120.00	98.2	120.00	133.4
180.00	41.3	180.00	67.0	180.00	98.7	180.00	134.0
1440.00	41.8	1440.00	67.7	1440.00	99.4	1440.00	134.9

Pressione 392.0 kPa		Pressione 784.0 kPa		Pressione 1568.0 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	134.9	0.00	176.4	0.00	223.1		
1.00	150.3	1.00	193.3	1.00	243.3		
2.00	153.7	2.00	198.1	2.00	249.6		
4.00	158.8	4.00	203.8	4.00	255.6		
8.00	163.8	8.00	209.6	8.00	262.0		
15.00	168.1	15.00	213.9	15.00	266.7		
30.00	171.5	30.00	217.2	30.00	270.0		
60.00	173.3	60.00	219.5	60.00	272.4		
120.00	175.0	120.00	221.2	120.00	274.5		
180.00	175.6	180.00	221.9	180.00	275.3		
1440.00	176.4	1440.00	223.1	1440.00	277.4		

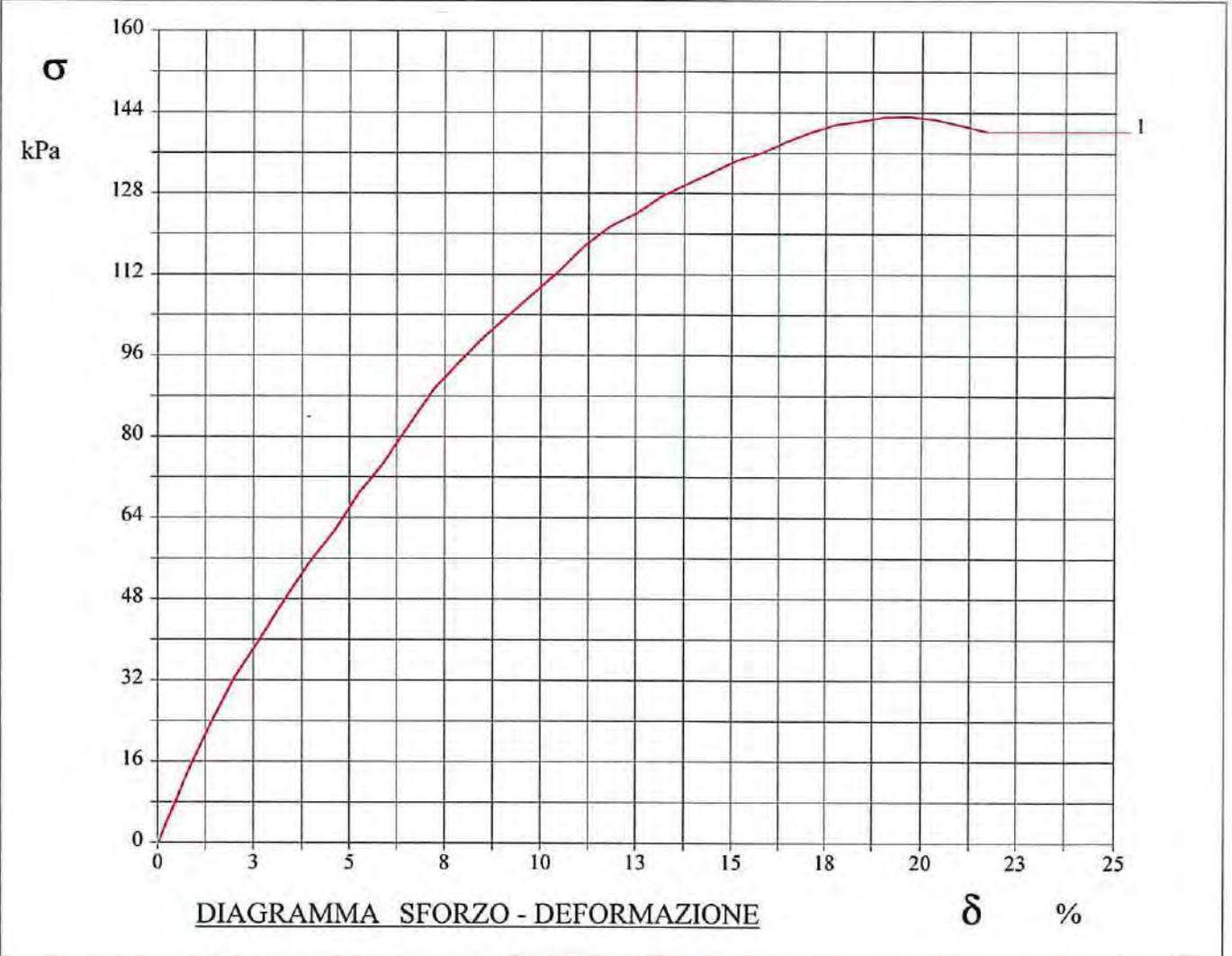
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/Cs/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 04/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

<b>Provino n°:</b>	1	2	3
<b>Condizione del provino:</b>	Indisturbato	-----	-----
<b>Velocità di deformazione (mm/min):</b>	1.270	-----	-----
<b>Peso di volume (kN/m³):</b>	18.7	-----	-----
<b>Umidità naturale (%):</b>	26.0	-----	-----



**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO**





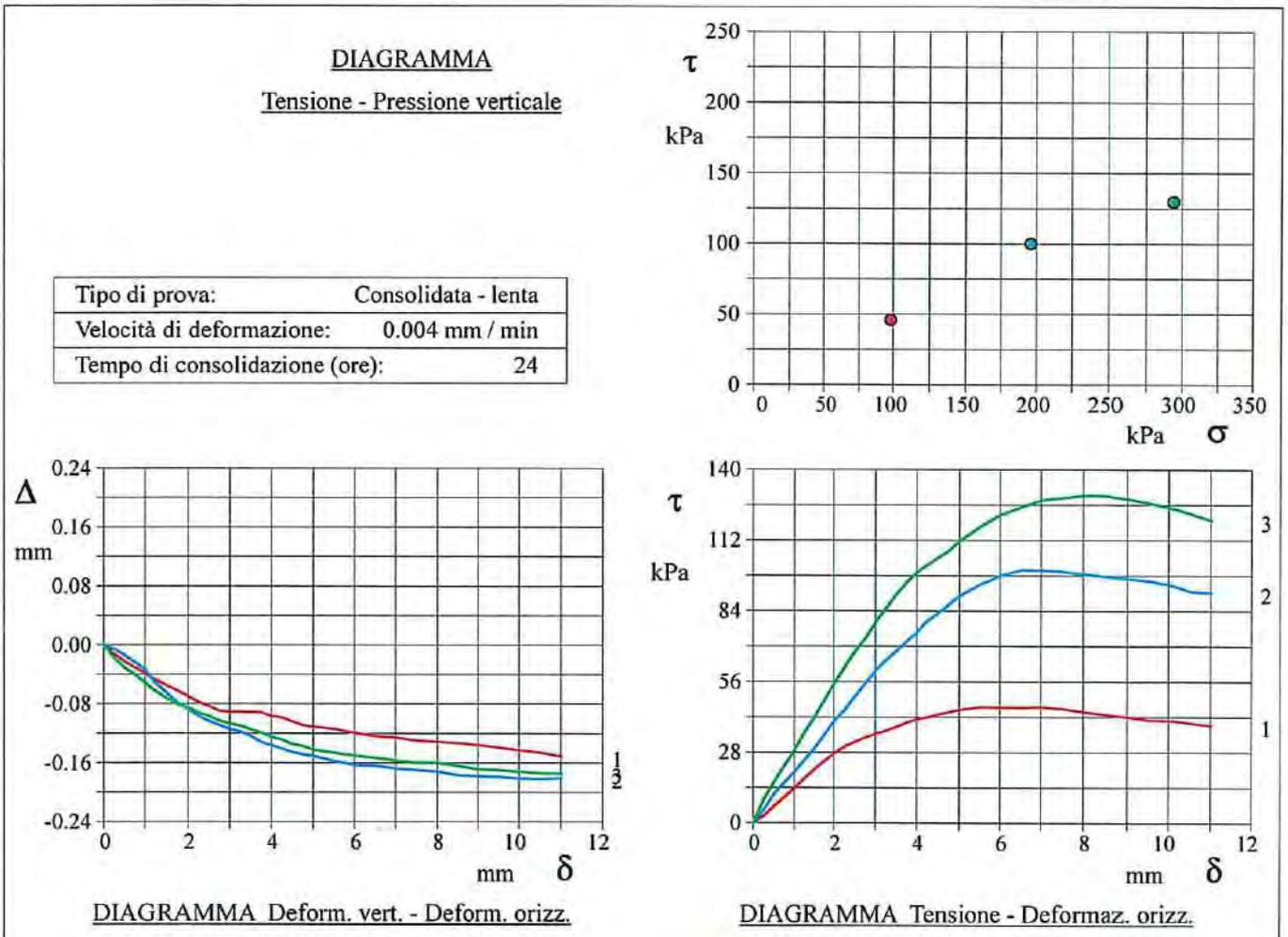
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/td/21</b> Pagina 1/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 07/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21
<b>SONDAGGIO:</b> S2 <b>CAMPIONE:</b> C2 <b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	46	100	130
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.50    -0.11	7.00    -0.17	8.00    -0.16
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.3    29.9	26.0    29.8	26.5    30.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.7    20.0	18.7    20.6	18.7    20.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	87.1    100.0	86.4    100.0	87.1    100.0



LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO

Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/td/21</b> Pagina 0/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 07/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

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
0.250	2.7	-0.01	0.250	5.2	-0.01	0.250	9.3	-0.02
0.500	6.5	-0.02	0.500	11.4	-0.01	0.500	16.0	-0.03
0.750	10.0	-0.03	0.750	16.0	-0.02	0.750	22.7	-0.04
1.000	13.7	-0.04	1.000	20.4	-0.03	1.000	28.9	-0.05
1.250	17.6	-0.05	1.250	25.1	-0.05	1.250	36.0	-0.06
1.500	21.3	-0.06	1.500	29.7	-0.07	1.500	42.3	-0.07
1.750	24.5	-0.06	1.750	35.0	-0.08	1.750	48.9	-0.08
2.000	27.3	-0.07	2.000	40.2	-0.09	2.000	55.0	-0.08
2.250	30.2	-0.08	2.250	44.7	-0.10	2.250	61.6	-0.09
2.500	32.2	-0.08	2.500	50.2	-0.10	2.500	68.0	-0.10
2.750	33.8	-0.09	2.750	55.3	-0.11	2.750	73.2	-0.10
3.000	35.2	-0.09	3.000	60.3	-0.11	3.000	79.6	-0.11
3.250	36.5	-0.09	3.250	64.3	-0.12	3.250	84.9	-0.11
3.500	38.0	-0.09	3.500	67.8	-0.12	3.500	90.0	-0.11
3.750	39.6	-0.09	3.750	71.5	-0.13	3.750	95.0	-0.12
4.000	41.2	-0.10	4.000	75.2	-0.14	4.000	99.0	-0.12
4.250	41.8	-0.10	4.250	79.8	-0.14	4.250	102.1	-0.13
4.500	42.9	-0.10	4.500	83.1	-0.15	4.500	105.0	-0.13
4.750	43.8	-0.11	4.750	86.3	-0.15	4.750	107.7	-0.14
5.000	44.8	-0.11	5.000	89.9	-0.15	5.000	111.6	-0.14
5.500	45.9	-0.11	5.500	94.5	-0.16	5.500	117.4	-0.15
6.000	45.8	-0.12	6.000	97.9	-0.16	6.000	122.0	-0.15
6.500	45.8	-0.12	6.500	100.1	-0.16	6.500	125.1	-0.15
7.000	45.9	-0.13	7.000	100.1	-0.17	7.000	127.9	-0.16
7.500	45.2	-0.13	7.500	99.6	-0.17	7.500	128.8	-0.16
8.000	44.0	-0.13	8.000	98.6	-0.17	8.000	129.7	-0.16
8.500	42.9	-0.13	8.500	97.7	-0.18	8.500	129.6	-0.16
9.000	42.0	-0.14	9.000	96.8	-0.18	9.000	128.3	-0.17
9.500	40.8	-0.14	9.500	95.9	-0.18	9.500	126.7	-0.17
10.000	40.6	-0.14	10.000	94.5	-0.18	10.000	124.9	-0.17
10.500	39.5	-0.15	10.500	91.8	-0.18	10.500	122.6	-0.17
11.000	38.6	-0.15	11.000	91.3	-0.18	11.000	119.9	-0.17

Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis  
**DI LABORATORIO**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1548/td/21</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 07/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C2	<b>PROFONDITA':</b> m 6.50-7.00

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.917
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	4.8
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.034

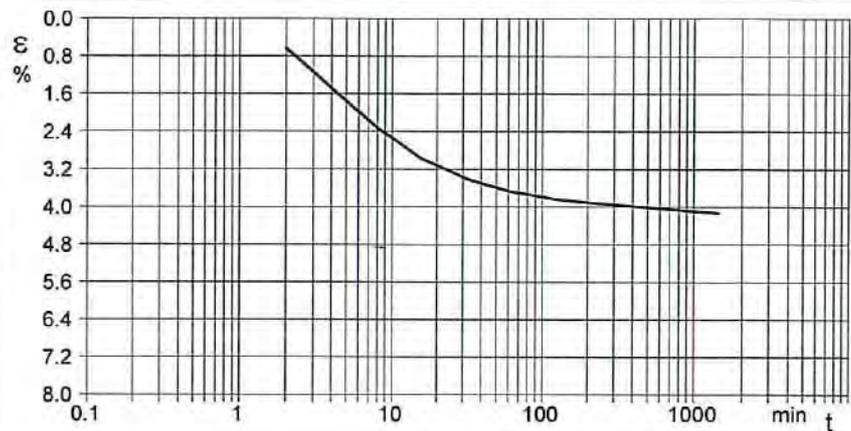


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.870
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	6.0
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.027

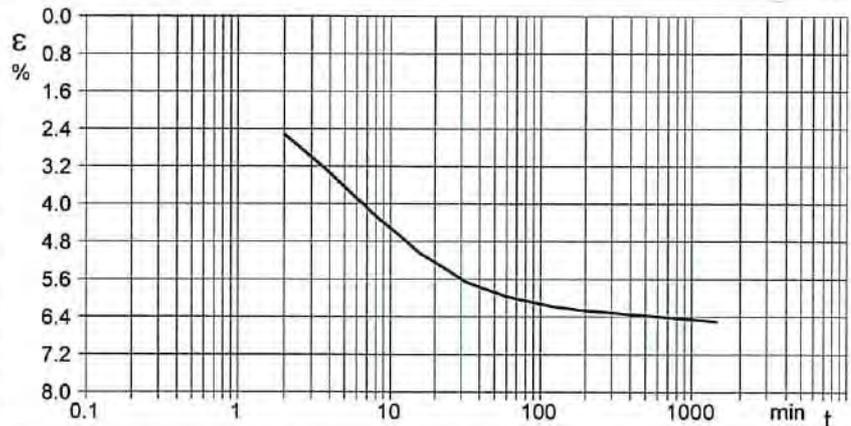
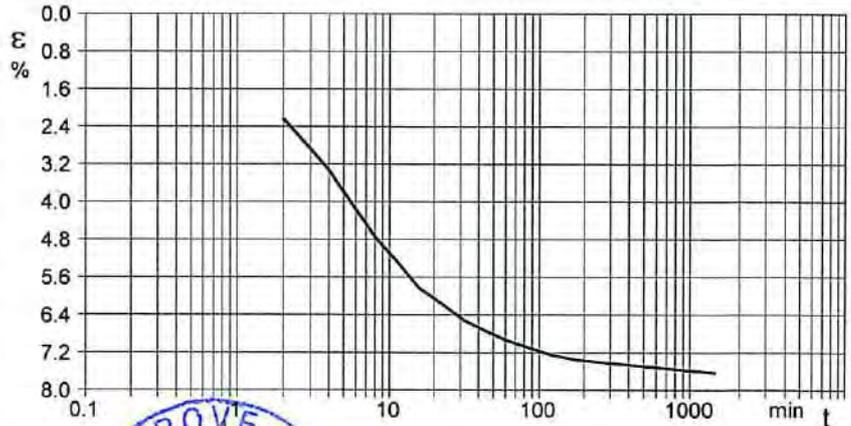


Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.847
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	5.4
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.029



Vs = Velocità stimata di prova    Df = Deformazione a rottura stimata

$tf = 50 \times T_{50}$      $Vs = Df / tf$



COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00

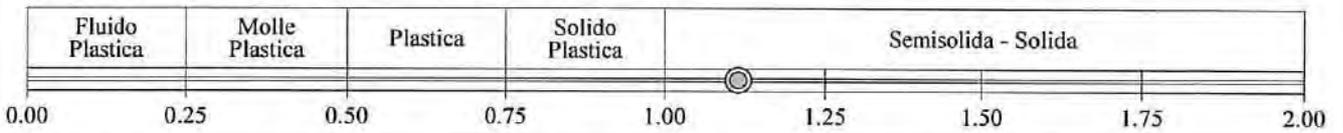
**CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA**

Classifica A.G.I.	Limo con argilla sabbioso
-------------------	---------------------------

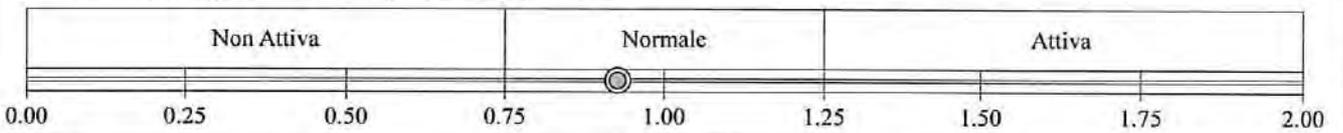
**CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA**

Abaco di plasticità di Casagrande	CH - Argille inorganiche ad alta compressibilità
-----------------------------------	--

I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 1.11$



A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 0.93



**CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA**

Coessione non drenata [da Prova di Compressione ad E.L.L.] = 72 kPa	
	<p>1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto</p>

**CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE**

Pressione del campione in sito = 126.5kPa
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 81.0kPa
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.64

**LIMO CON ARGILLA SABBIOSO DI COLORE MARRONE OLIVASTRO CHIARO**

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA

RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 10.00-10.50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	26.3	%
Peso di volume	18.7	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	14.8	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18.8	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	25.0	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.692	
Porosità	40.9	%
Grado di saturazione	97.1	%

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	56.1	%
Limite di plasticità	33.7	%
Indice di plasticità	22.4	%
Indice di consistenza	1.33	
Passante al set. n° 40	SI	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	6.9	%
Limo	51.4	%
Argilla	41.7	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00 A7-5 I.G. = 16

### COMPRESSIONE

Resistenza a compressione	160	kPa
Coesione non drenata	80	kPa

### TAGLIO DIRETTO

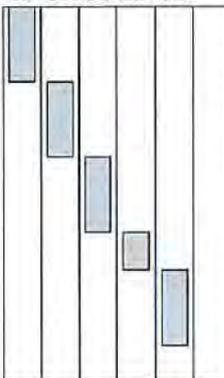
Coesione:	12.6	kPa
Angolo di attrito interno:	21.7	°

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	Cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 24.5	3038	0.000514	1.66E-08
24.5 ÷ 49.0	3311	0.000593	1.76E-08
49.0 ÷ 98.0	5475	0.000624	1.12E-08
98.0 ÷ 196.0	7127	0.000672	9.25E-09
196.0 ÷ 392.0	11915	0.000804	6.62E-09
392.0 ÷ 784.0	20686	0.000974	4.62E-09
784.0 ÷ 1568.0	33844	0.000560	1.62E-09

Posizione delle prove

CF GR CS ED TD



cm



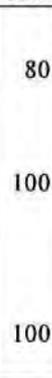
Rp

kPa



VT

kPa



cm



### DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

CLASSIFICAZIONE BASATA SUI LIMITI DI CONSISTENZA:

.MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità dell'abaco di plasticità di Casagrande.

MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 6/4 Light yellowish brown

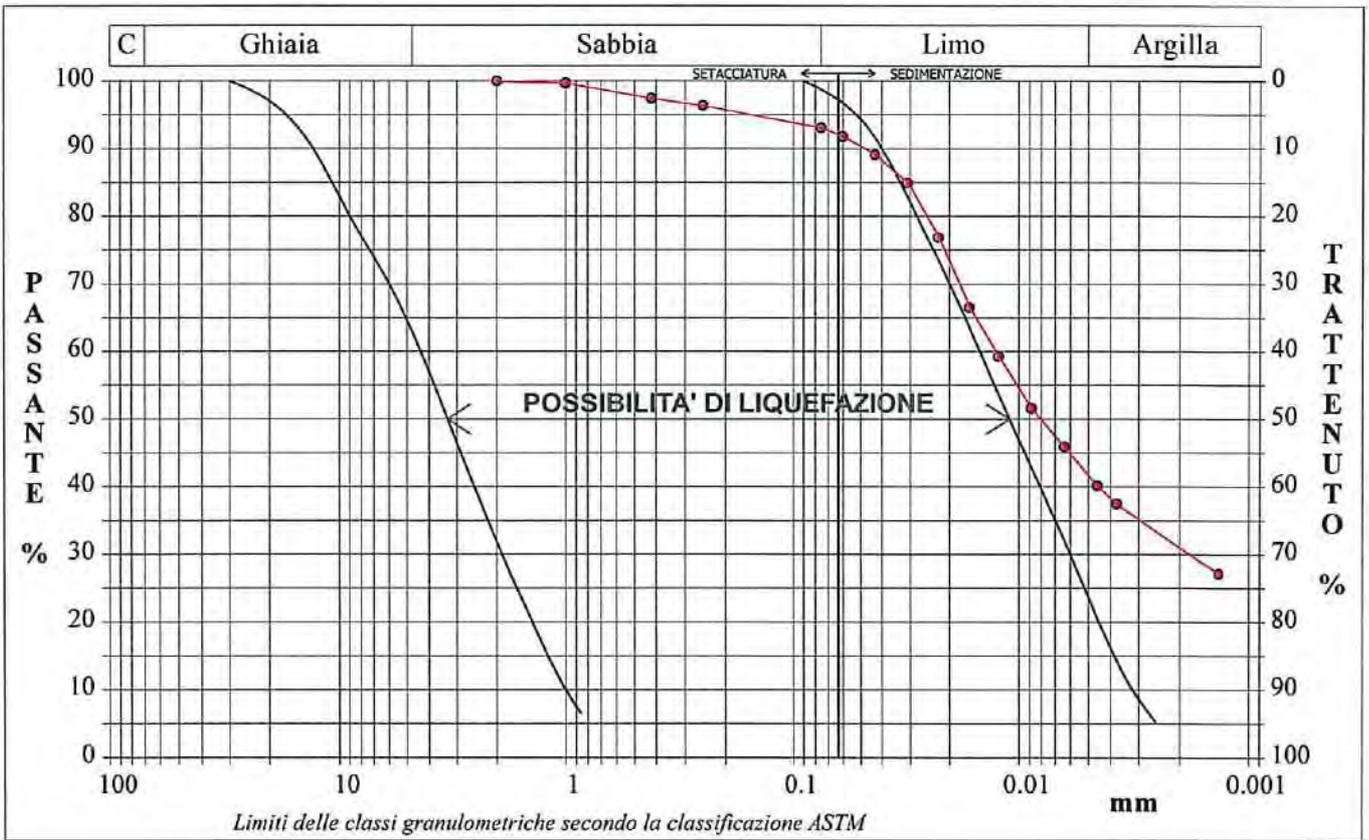
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/Gr/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21
<b>SONDAGGIO:</b> S2 <b>CAMPIONE:</b> C3 <b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	0.00025 mm
Sabbia	6.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97.4 %	D30	0.00181 mm
Limo	51.4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	93.1 %	D50	0.00808 mm
Argilla	41.7 %			D60	0.01263 mm
<b>Coefficiente di uniformità</b>	<b>49.74</b>	<b>Coefficiente di curvatura</b>	<b>1.02</b>	D90	0.04829 mm



Diametro mm	Passante %								
2.0000	100.00	0.0603	91.77	0.0123	59.27	0.0014	27.15		
1.0000	99.69	0.0431	89.09	0.0089	51.62				
0.4200	97.43	0.0309	84.88	0.0064	45.88				
0.2500	96.35	0.0225	76.85	0.0046	40.15				
0.0750	93.06	0.0164	66.53	0.0038	37.47				

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.**



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/Gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

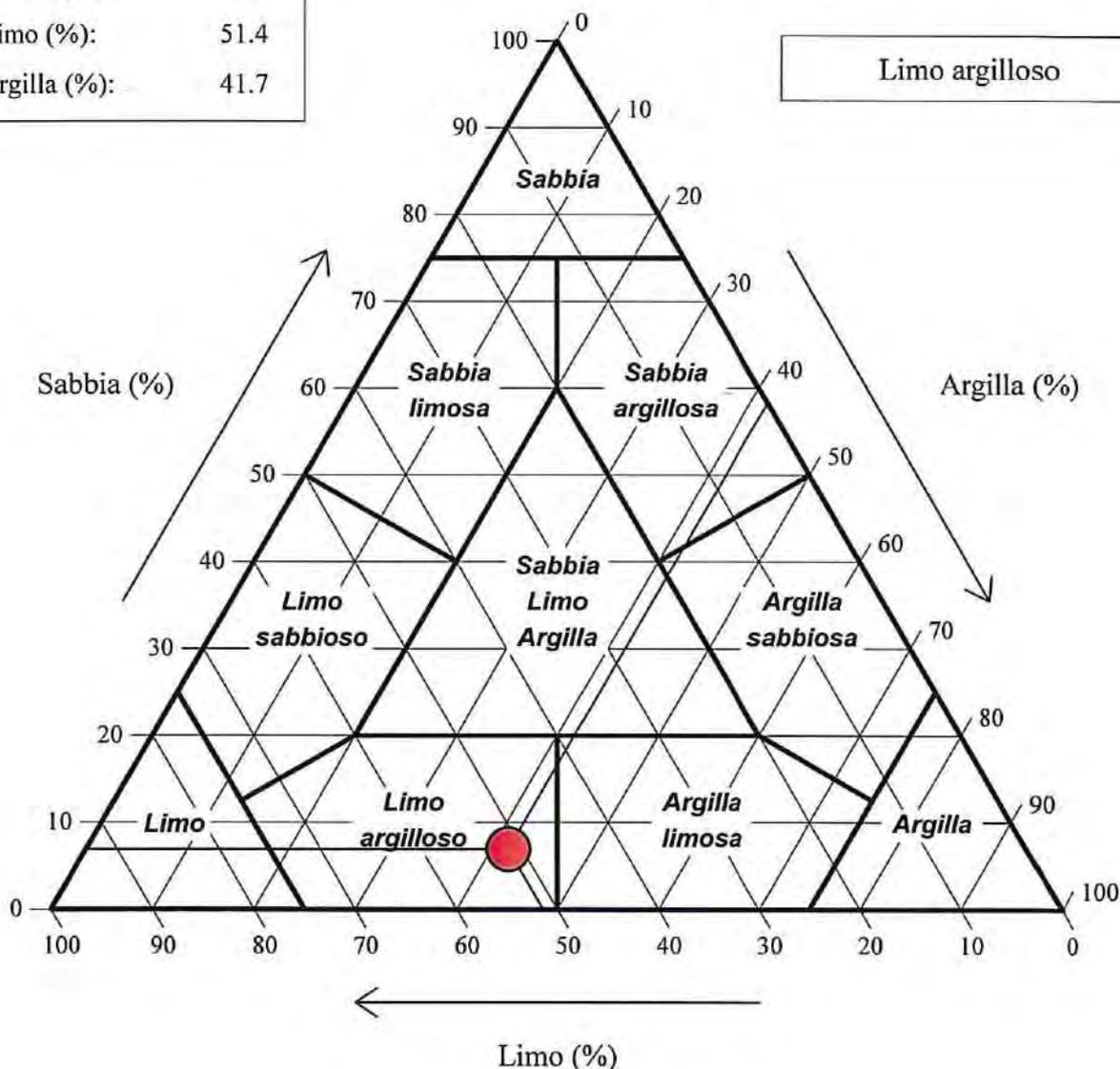
**ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Sabbia (%):	6.9
Limo (%):	51.4
Argilla (%):	41.7

**Diagramma di Shepard**

Limo argilloso



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/u/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 03/11/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50
<b>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</b>		
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1		

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 26.3 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/Pdv/2</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 02/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

**PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 18.7 kN/m<sup>3</sup>**

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.**



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/Ps/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 03/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 03/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25.0 kN/m³**  
 $\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25.1 kN/m³**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.6 °C

Dimensione massima delle particelle: 1.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO, DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/Lc/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21
<b>SONDAGGIO:</b> S2 <b>CAMPIONE:</b> C3 <b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	56.1 %
Limite di plasticità	33.7 %
Indice di plasticità	22.4 %

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	22	36		Umidità (%)	33.8	33.6
Umidità (%)	62.1	57.1	52.9		Umidità media	33.7	



**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.**



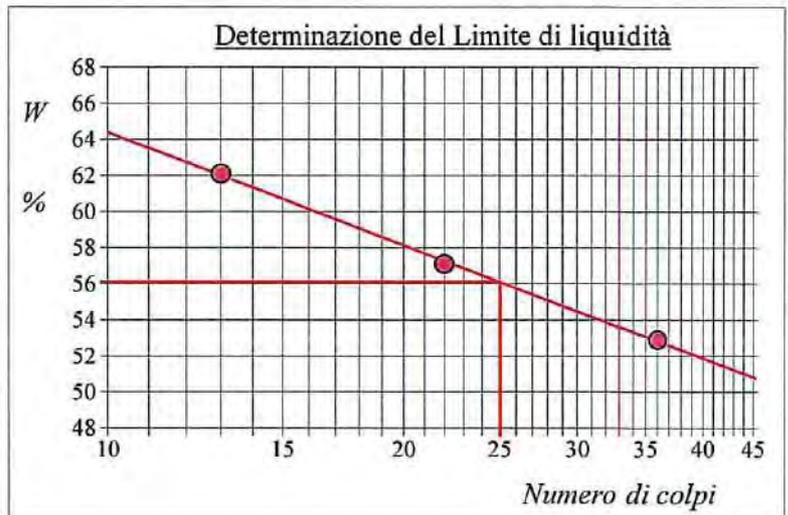
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/Lc/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

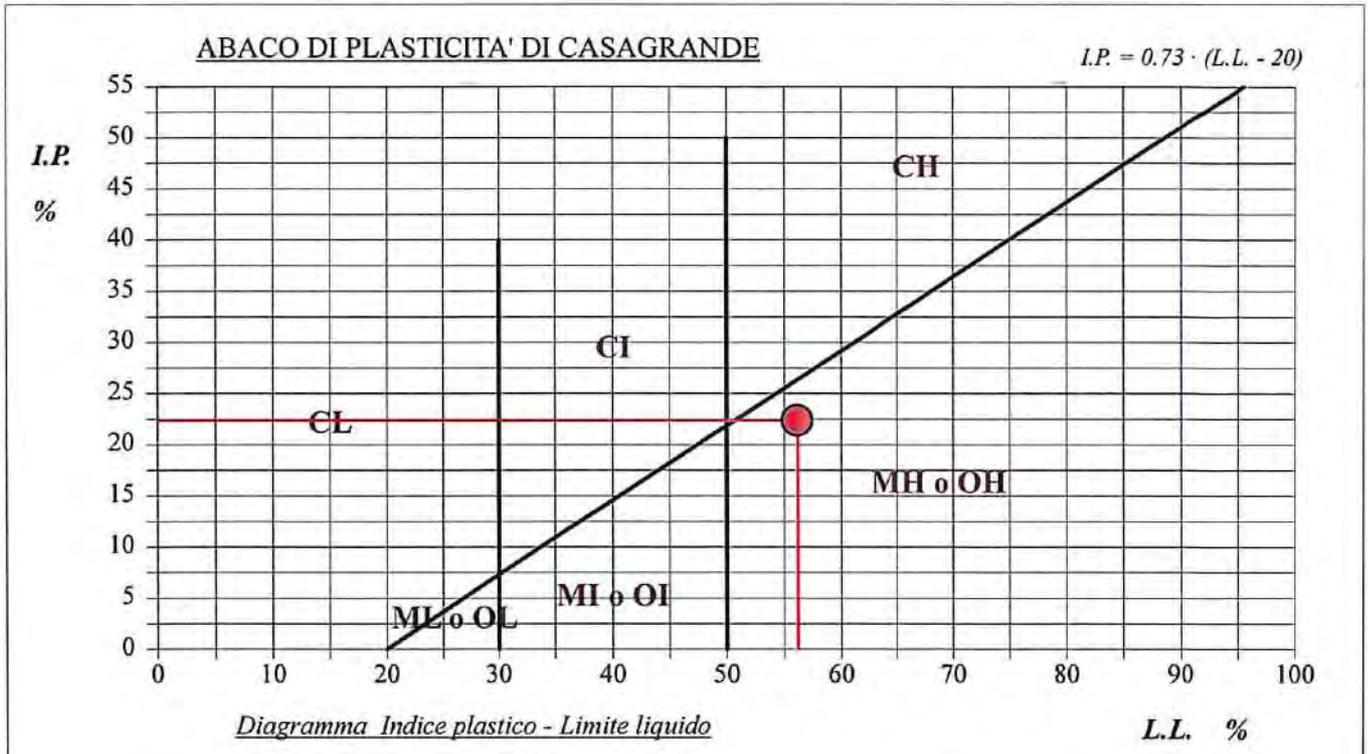
## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	56.1	%
Limite di plasticità	33.7	%
Indice di plasticità	22.4	%
Indice di consistenza	1.33	
Passante al set. n° 40	SI	



<b>C</b> - Argille inorganiche	<b>L</b> - Bassa compressibilità
<b>M</b> - Limi inorganici	<b>I</b> - Media compressibilità
<b>O</b> - Argille e limi organici	<b>H</b> - Alta compressibilità



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/Gr/21 Allegato 1</b>	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	Limite di liquidità	56.1 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97.4 %	Limite di plasticità	33.7 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	93.1 %	Indice di plasticità	22.4 %

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-5      INDICE DI GRUPPO: 16**

Tipi usuali dei materiali principali:  
 Argille fortemente compressibili mediamente plastiche

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.**

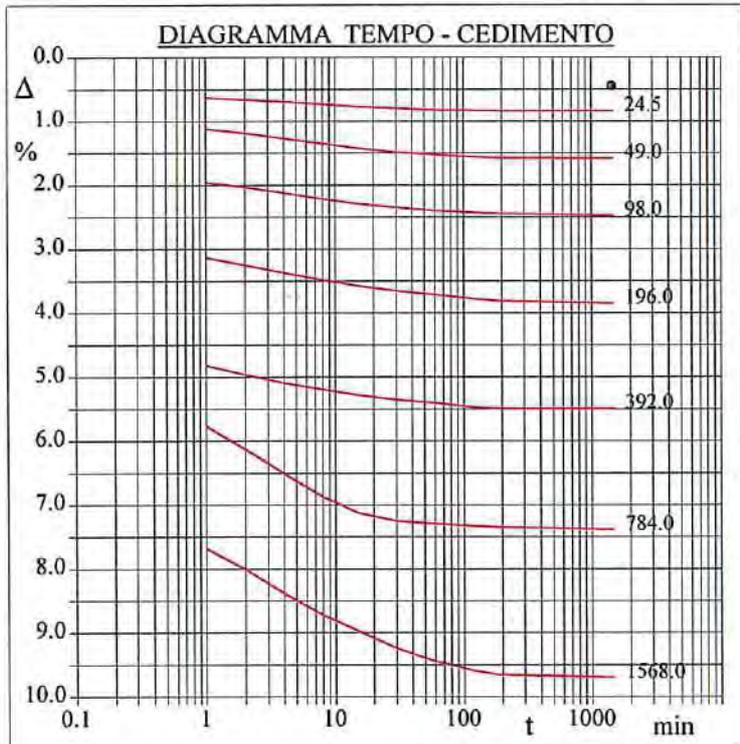
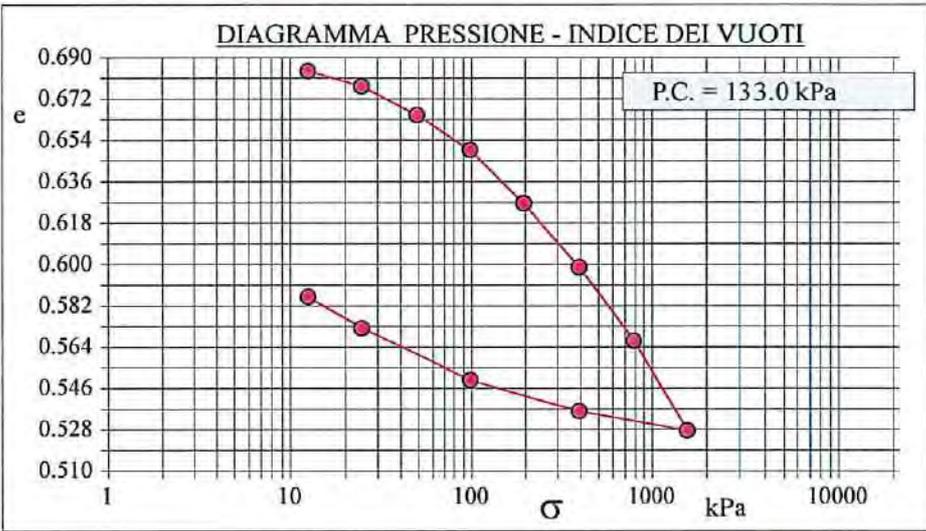
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/Ed/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 177 del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 10/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

**PROVA EDOMETRICA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	18.70
Umidità (%)	26.3
Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	25.05
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm <sup>2</sup> )	19.63
Volume provino (cm <sup>3</sup> )	39.27
Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> )	16.06
Indice dei vuoti	0.69
Porosità (%)	40.89
Saturazione (%)	97.1



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	8.9	0.684	
24.5	16.8	0.677	0.023
49.0	31.6	0.665	0.042
98.0	49.5	0.650	0.050
196.0	77.0	0.627	0.077
392.0	109.9	0.599	0.092
784.0	147.8	0.567	0.106
1568.0	194.1	0.528	0.130
392.0	184.0	0.536	
98.0	168.0	0.550	
24.5	141.2	0.572	
12.5	125.0	0.586	

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.**



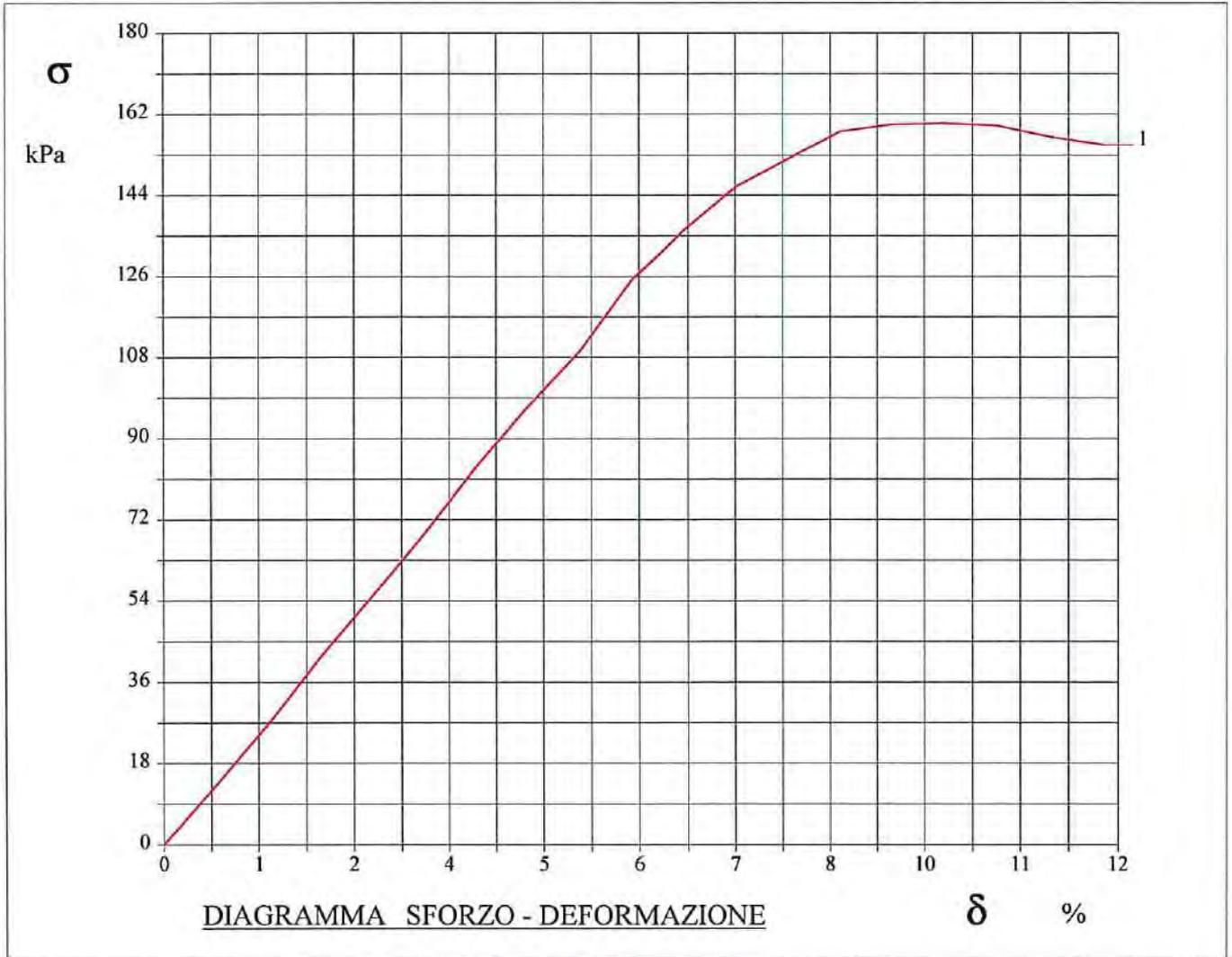
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/cs/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 04/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21			
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m	10.00-10.50

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1.270	----	----
Peso di volume (kN/m³):	18.7	----	----
Umidità naturale (%):	26.3	----	----



LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.

TECNICO SPERIMENTATORE  
 Dott. Raffaele Corvaglia

DIRETTORE DEL LABORATORIO  
 Dott. Marcello De Donatis  
 DIRETTORE DI LABORATORIO



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/td/21</b> Pagina 1/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 07/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio, O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

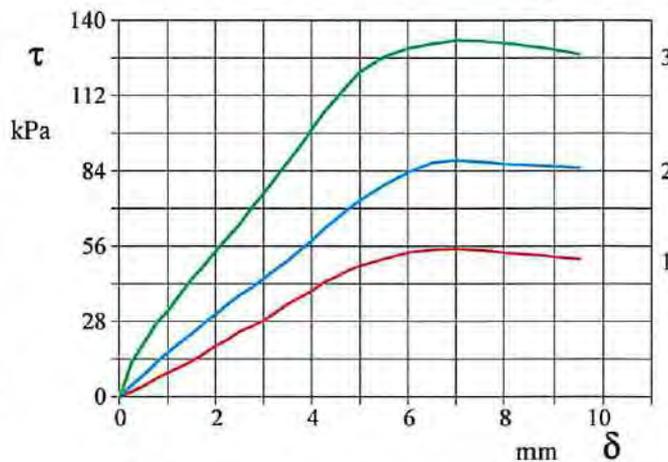
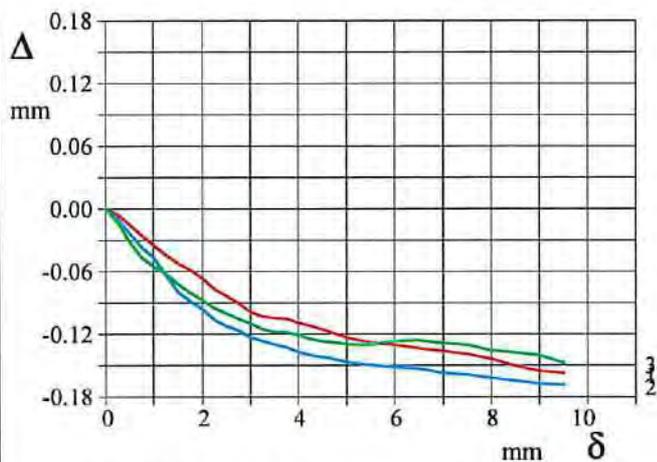
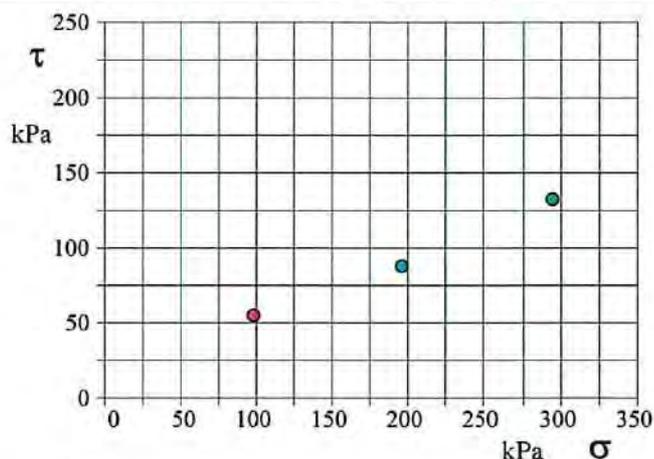
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	98		196		294	
Tensione a rottura (kPa):	55		88		133	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	7.00	-0.14	7.00	-0.16	7.00	-0.13
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.3	38.9	26.2	38.1	26.2	38.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.7	21.1	18.7	21.3	18.8	21.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	97.3	100.0	96.9	100.0	97.9	100.0

**DIAGRAMMA**  
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24



**DIAGRAMMA** Deform. vert. - Deform. orizz.

**DIAGRAMMA** Tensione - Deformaz. orizz.

LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.



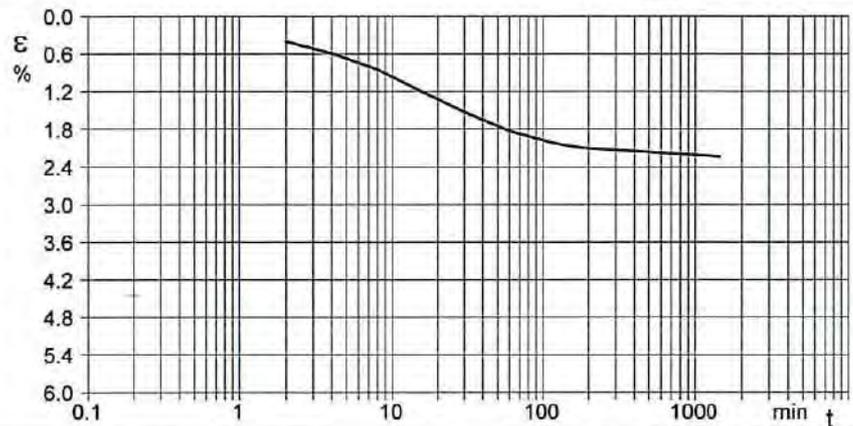
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1549/td/21</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 07/11/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m 10.00-10.50

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

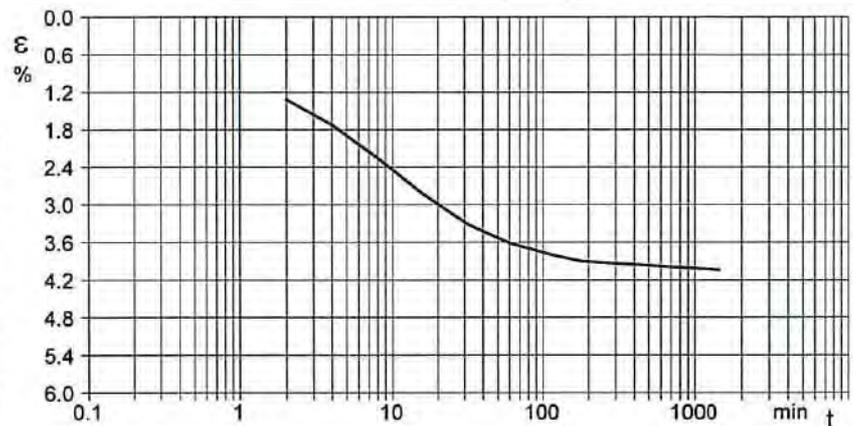
**Diagramma**  
**TEMPO - CEDIMENTO**

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.955
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	11.7
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.014



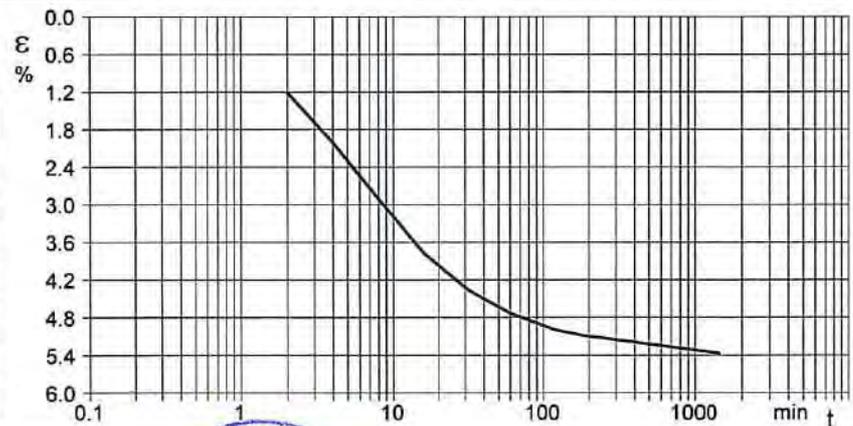
**Diagramma**  
**TEMPO - CEDIMENTO**

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.919
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	7.9
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.020



**Diagramma**  
**TEMPO - CEDIMENTO**

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2.000
Altezza finale (cm)	1.893
Sezione (cm <sup>2</sup> ):	36.00
T <sub>50</sub> (min)	5.2
Df (mm)	8
Vs (mm/min)	0.031



Vs = Velocità stimata di prova    Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>    Vs = Df / tf





<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21			
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C3	<b>PROFONDITA':</b> m	10.00-10.50

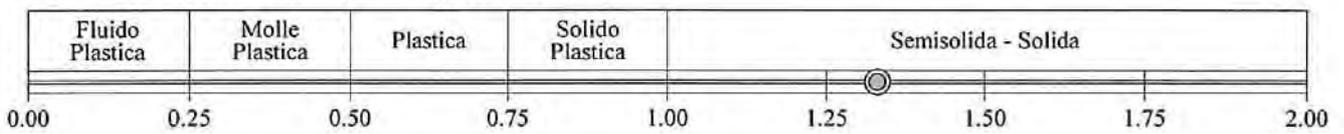
### CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

<b>Classifica A.G.I.</b>	Limo con argilla debolmente sabbioso
--------------------------	--------------------------------------

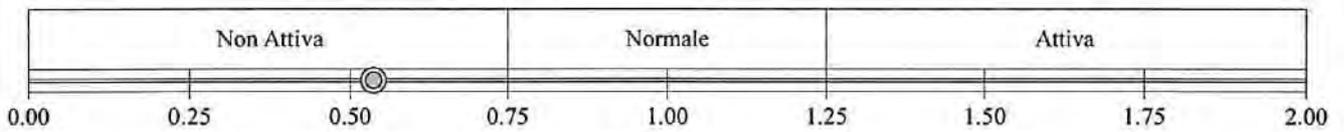
### CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

<b>Abaco di plasticità di Casagrande</b>	MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità
--	---

I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 1.33$



A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 0.54



### CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

<b>Coesione non drenata [da Prova di Compressione ad E.L.L.] = 80 kPa</b>												
1	2	3	Compatto	Molto compatto	Duro							
0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto												
kPa												

### CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

<b>Pressione del campione in sito = 187.1kPa</b>								
<b>Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 133.0kPa</b>								
<b>O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.71</b>								
Normal Consolidato	Debolmente Sovraconsolidato	Sovraconsolidato	Fortemente Sovraconsolidato					
0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0

**LIMO CON ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSO DI COLORE MARRONE-GIALLASTRO CHIARO.**

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA

RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C5

PROFONDITA': m 17.00-17.50

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	17.0	%
Peso di volume	19.4	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	16.6	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	20.1	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	25.7	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0.548	
Porosità	35.4	%
Grado di saturazione	81.3	%

### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	37.1	%
Limite di plasticità	24.7	%
Indice di plasticità	12.4	%
Indice di consistenza	1.62	
Passante al set. n° 40	SI	

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	11.5	%
Sabbia	51.2	%
Limo	18.2	%
Argilla	19.1	%

### CLASSIFICAZIONE

CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 1
------------------	----	----------

### COMPRESSIONE

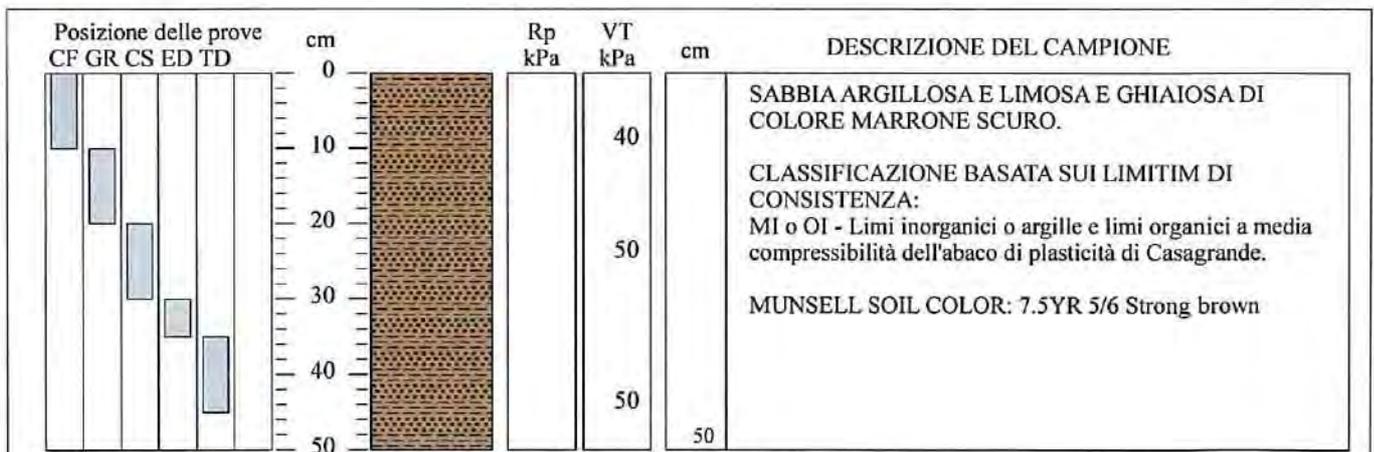
Resistenza a compressione	95	kPa
Coesione non drenata	47	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Coesione:	8.6	kPa
Angolo di attrito interno:	30.5	°

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	Cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec
12.3 ÷ 24.5	5992	0.000666	1.09E-08
24.5 ÷ 49.0	5828	0.001542	2.59E-08
49.0 ÷ 98.0	7319	0.001012	1.36E-08
98.0 ÷ 196.0	7501	0.001083	1.42E-08
196.0 ÷ 392.0	9927	0.000740	7.31E-09
392.0 ÷ 784.0	15528	0.001387	8.76E-09
784.0 ÷ 1568.0	25659	0.000730	2.79E-09



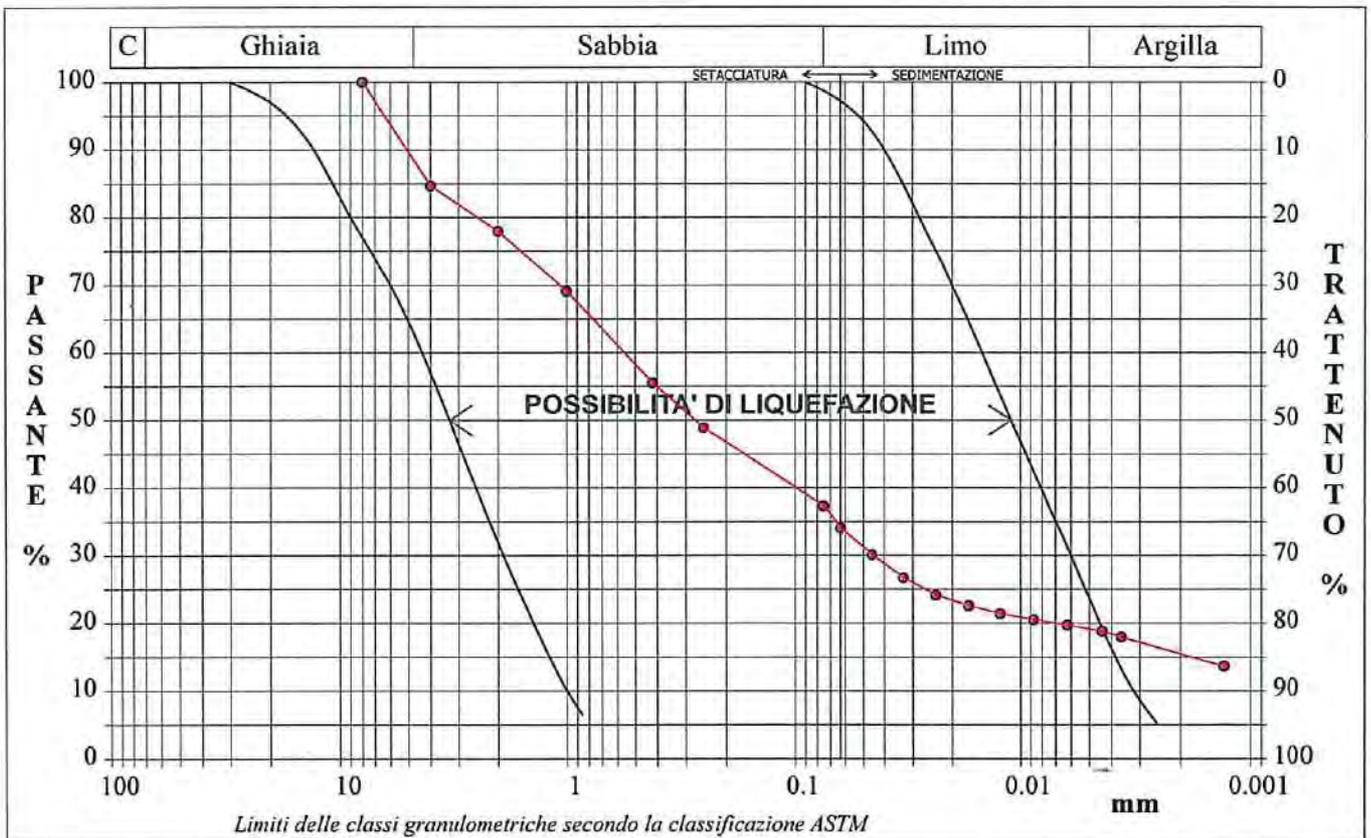
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/Gr/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 03/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 06/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Ghiaia	11.5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	78.0 %	D10	0.00055 mm	
Sabbia	51.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	55.5 %	D30	0.04521 mm	
Limo	18.2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	37.3 %	D50	0.27298 mm	
Argilla	19.1 %			D60	0.55868 mm	
Coefficiente di uniformità		1020.02	Coefficiente di curvatura	6.68	D90	5.08999 mm



Diametro mm	Passante %								
8.0000	100.00	0.2500	48.87	0.0237	24.13	0.0044	18.82		
4.0000	84.67	0.0750	37.28	0.0169	22.59	0.0036	17.97		
2.0000	77.95	0.0630	34.05	0.0123	21.39	0.0013	13.69		
1.0000	69.08	0.0457	30.12	0.0087	20.54				
0.4200	55.55	0.0330	26.70	0.0062	19.68				

**SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/Gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 03/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 06/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

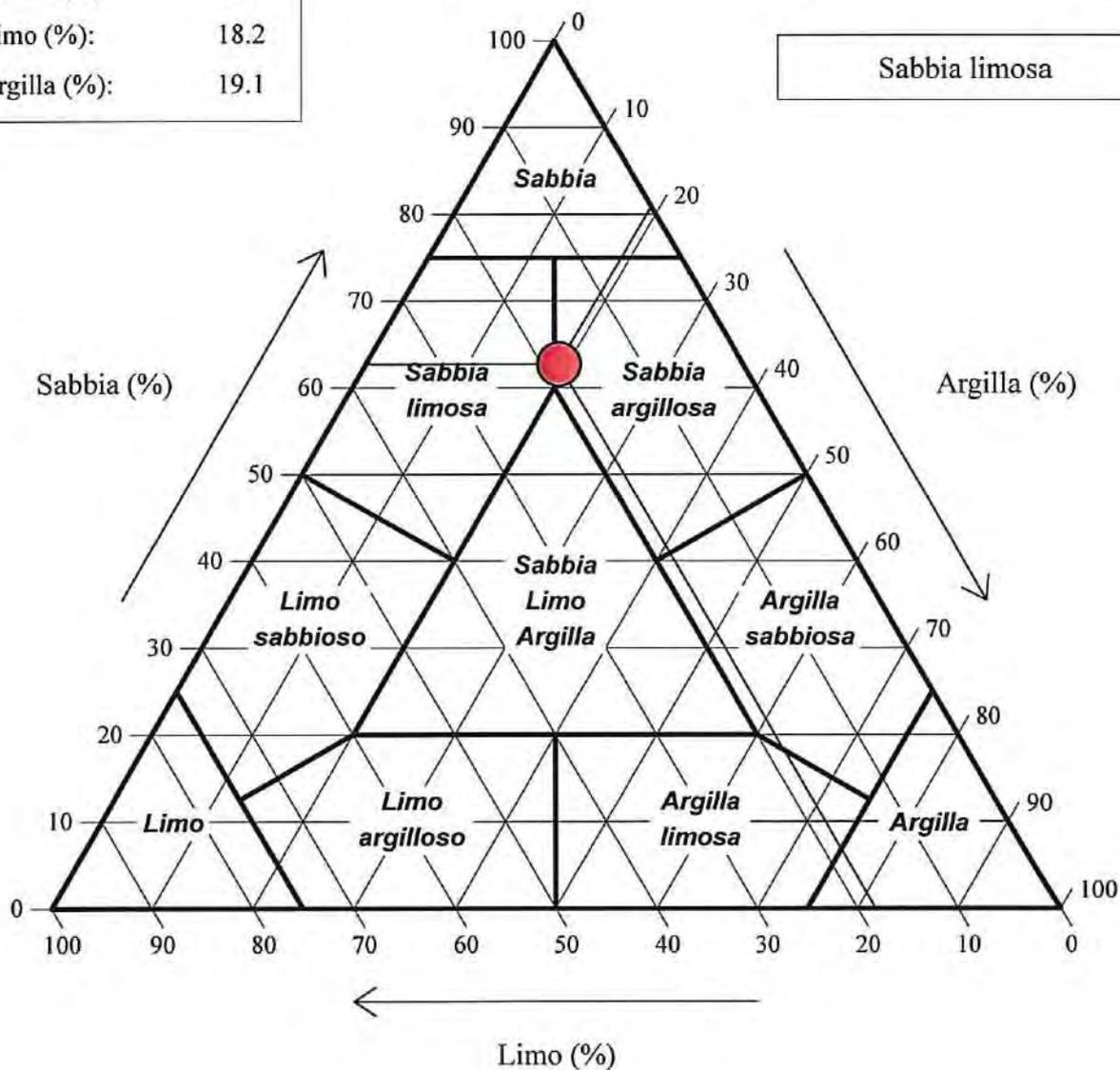
## ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-4

Sabbia (%):	62.7
Limo (%):	18.2
Argilla (%):	19.1

### Diagramma di Shepard

Sabbia limosa



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/u/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 03/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 17.0 %**

Struttura del materiale:

Omogeneo  
 Stratificato  
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 4.00 mm

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/pdv/2</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 02/11/21
<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50
<b><u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u></b>		
Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2		

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 19.4 kN/m<sup>3</sup>**

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/ps/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 03/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 03/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

**PESO SPECIFICO DEI GRANULI**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3

$\gamma_s$  = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25.7 kN/m³**

$\gamma_{sc}$  = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25.7 kN/m³**

Metodo:  A  B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 18.6 °C

Dimensione massima delle particelle: 4.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/lc/21</b> Pagina 1/1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA			
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21			
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m	17.00-17.50

**LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	37.1 %
Limite di plasticità	24.7 %
Indice di plasticità	12.4 %

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	21	36		Umidità (%)	24.8	24.6
Umidità (%)	40.6	38.1	35.1		Umidità media	24.7	



**SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.**

TECNICO SPERIMENTATORE  
 Dott. Raffaele Corvaglia

DIREZIONE DI LABORATORIO  
 Dott. Marcello De Donatis

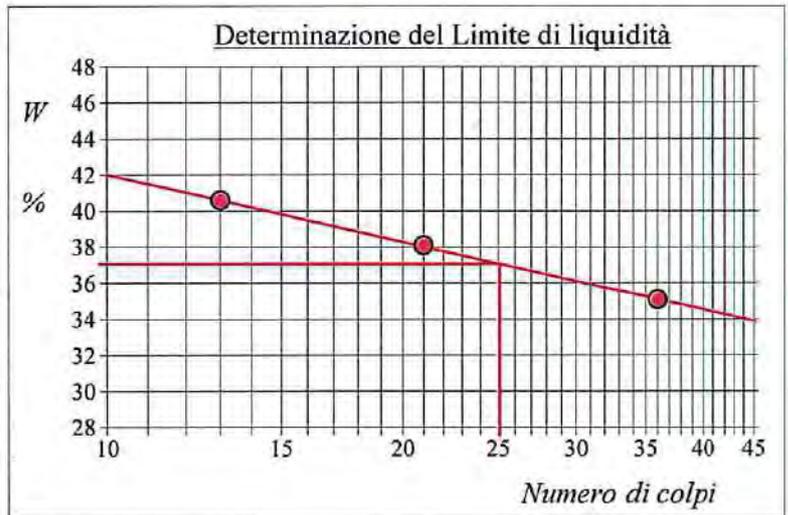
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/lc/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 05/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

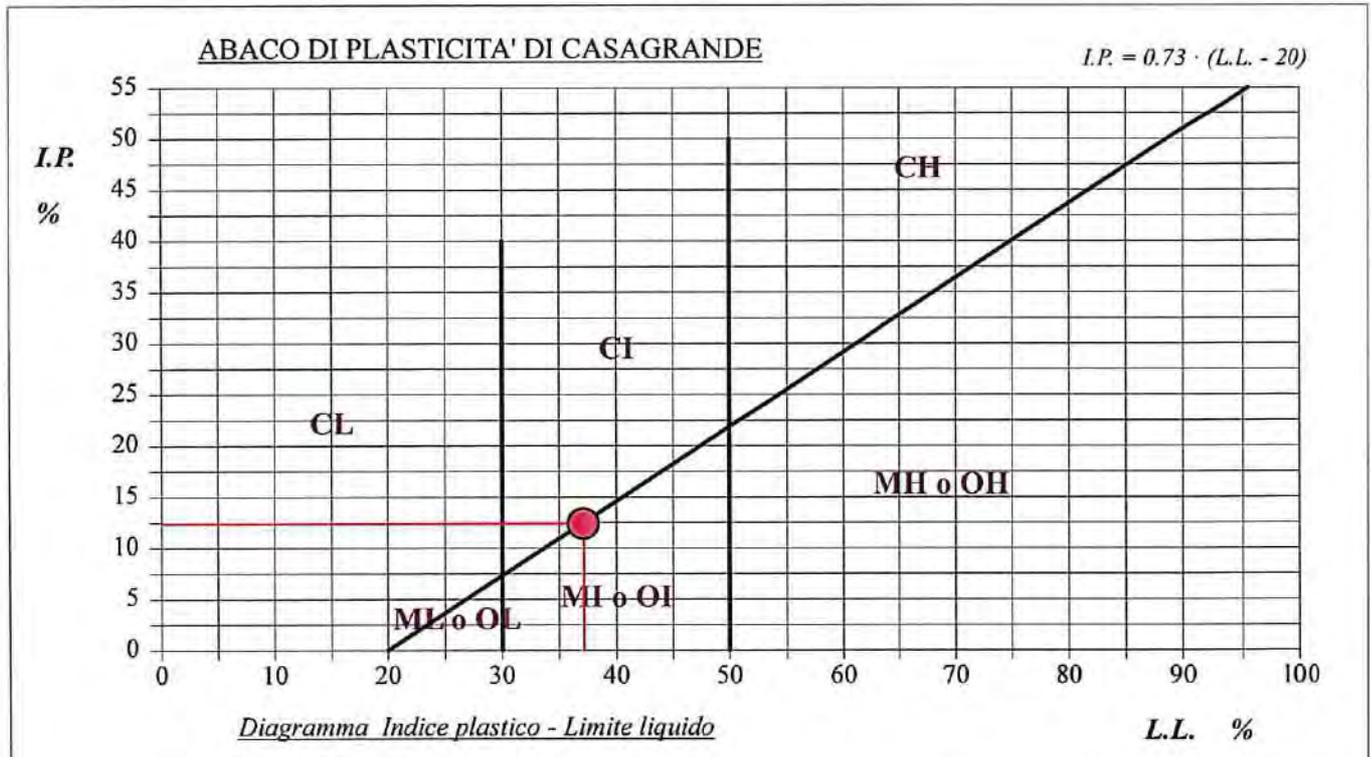
**ABACO DI CASAGRANDE**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12

Limite di liquidità	37.1	%
Limite di plasticità	24.7	%
Indice di plasticità	12.4	%
Indice di consistenza	1.62	
Passante al set. n° 40	SI	



<b>C</b> - Argille inorganiche	<b>L</b> - Bassa compressibilità
<b>M</b> - Limi inorganici	<b>I</b> - Media compressibilità
<b>O</b> - Argille e limi organici	<b>H</b> - Alta compressibilità



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/Gr/21</b> Allegato 1	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 03/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 06/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO**

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**LIMITI DI CONSISTENZA**

Passante setaccio 10 (2 mm)	78.0 %	Limite di liquidità	37.1 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	55.5 %	Limite di plasticità	24.7 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	37.3 %	Indice di plasticità	12.4 %

**CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A6      INDICE DI GRUPPO: 1**

Tipi usuali dei materiali principali:  
 Argille poco compressibili

**SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.**

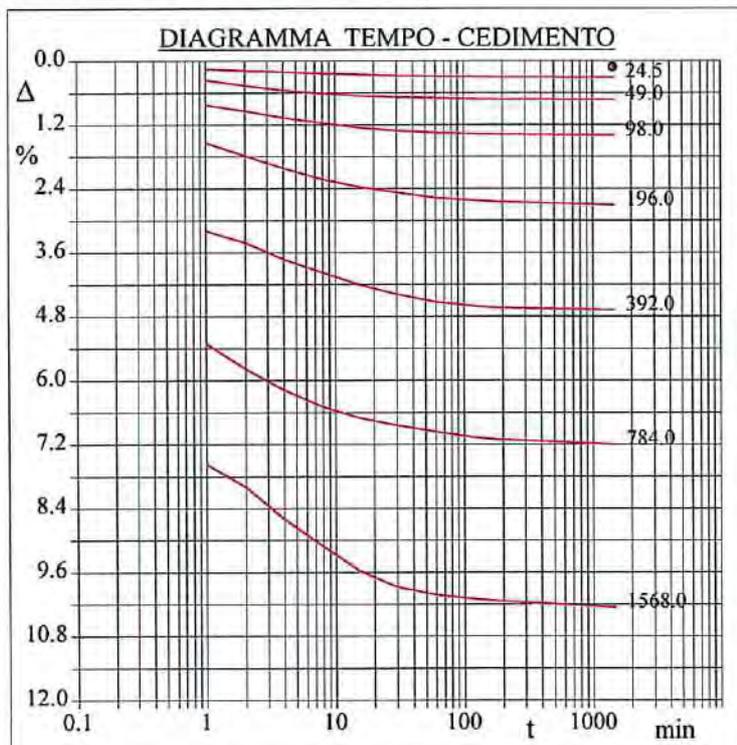
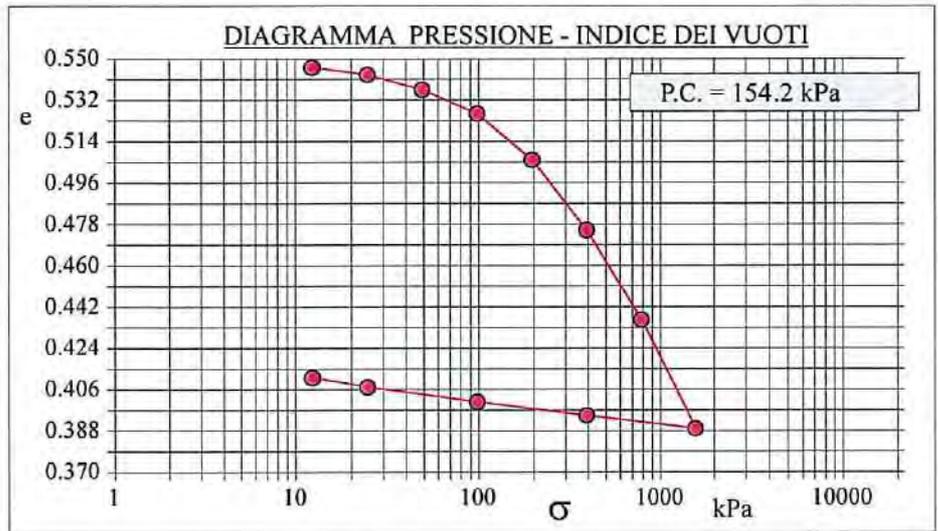
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/ed/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 10/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m³)	19.43
Umidità (%)	17.0
Peso specifico (kN/m³)	25.70
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm²)	19.63
Volume provino (cm³)	39.27
Volume dei vuoti (cm³)	13.90
Indice dei vuoti	0.55
Porosità (%)	35.40
Saturazione (%)	81.3



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.3	2.2	0.546	
24.5	6.3	0.543	0.011
49.0	14.7	0.537	0.022
98.0	28.1	0.526	0.034
196.0	54.2	0.506	0.067
392.0	93.7	0.475	0.102
784.0	144.2	0.436	0.130
1568.0	205.3	0.389	0.157
392.0	198.0	0.395	
98.0	190.4	0.401	
24.5	182.0	0.407	
12.3	176.7	0.411	

**SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.**

Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello T. Donatelli

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/ed/21</b> Pagina 2/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 02/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 10/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

## PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-5

### LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24.5 kPa		Pressione 49.0 kPa		Pressione 98.0 kPa		Pressione 196.0 kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	2.2	0.00	6.3	0.00	14.7	0.00	28.1
1.00	3.1	1.00	7.3	1.00	16.6	1.00	30.8
2.00	3.6	2.00	9.3	2.00	18.9	2.00	35.7
4.00	4.1	4.00	11.1	4.00	21.3	4.00	40.3
8.00	4.7	8.00	12.2	8.00	23.5	8.00	44.5
15.00	5.1	15.00	13.1	15.00	25.1	15.00	47.4
30.00	5.5	30.00	13.6	30.00	26.3	30.00	49.5
60.00	5.8	60.00	14.0	60.00	27.0	60.00	51.4
120.00	6.0	120.00	14.3	120.00	27.4	120.00	52.5
180.00	6.1	180.00	14.4	180.00	27.6	180.00	52.9
1440.00	6.3	1440.00	14.7	1440.00	28.1	1440.00	54.2

Pressione 392.0 kPa		Pressione 784.0 kPa		Pressione 1568.0 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	54.2	0.00	93.7	0.00	144.2		
1.00	63.9	1.00	106.3	1.00	151.6		
2.00	68.4	2.00	115.8	2.00	160.2		
4.00	74.5	4.00	123.7	4.00	172.2		
8.00	79.5	8.00	130.1	8.00	182.4		
15.00	84.0	15.00	134.1	15.00	191.5		
30.00	87.7	30.00	137.0	30.00	197.8		
60.00	90.6	60.00	139.3	60.00	200.7		
120.00	92.1	120.00	141.5	120.00	202.2		
180.00	92.6	180.00	142.1	180.00	202.9		
1440.00	93.7	1440.00	144.2	1440.00	205.3		

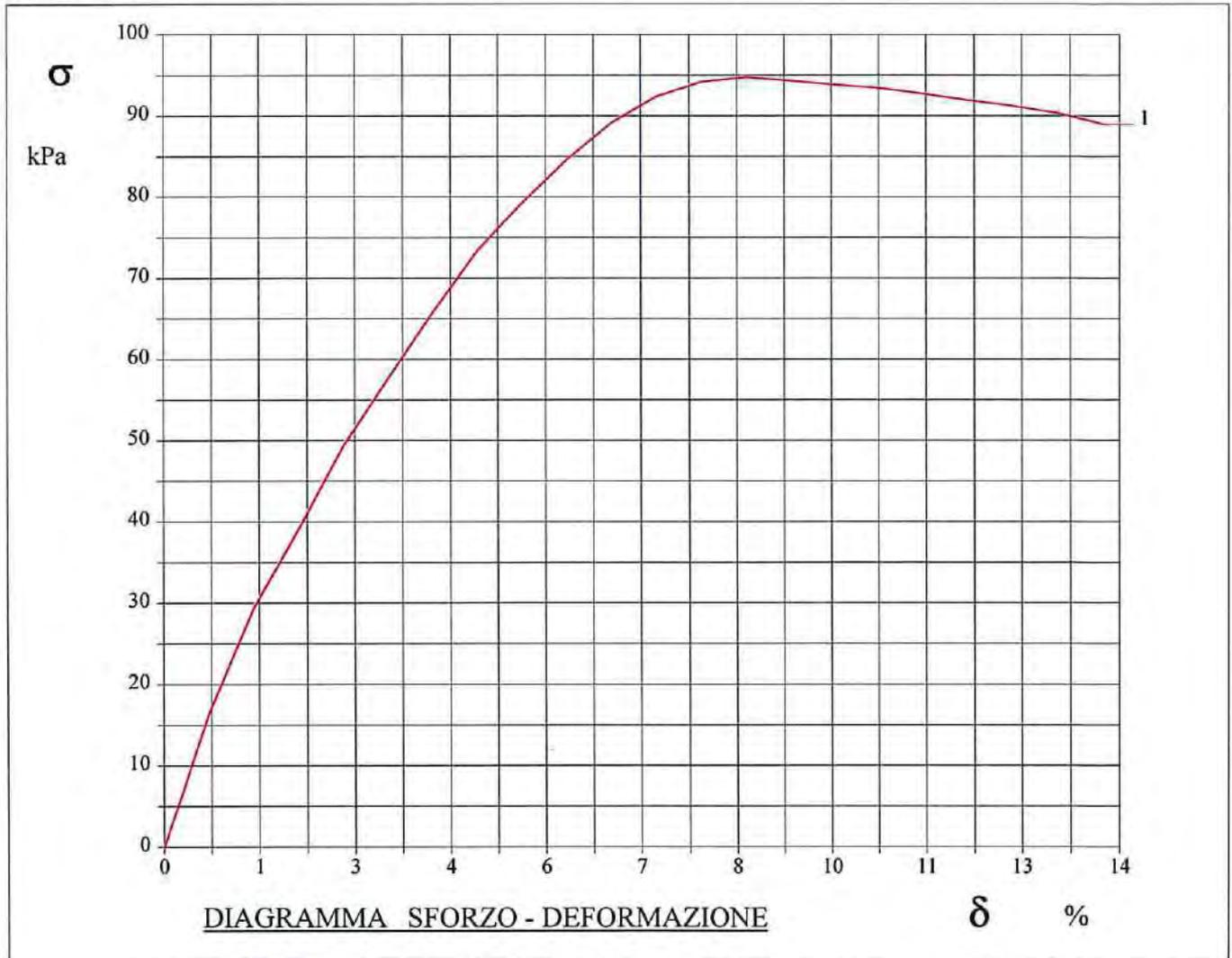
<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/cs/21</b> Pagina 1/2	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 04/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 04/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-7

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1.270	----	----
Peso di volume (kN/m³):	19.4	----	----
Umidità naturale (%):	17.1	----	----



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.

Tecnico di laboratorio  
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio  
 Dott. Marcello De Donatis



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/td/21</b> Pagina 1/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 06/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177 del 09/10/21</b>	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 10/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

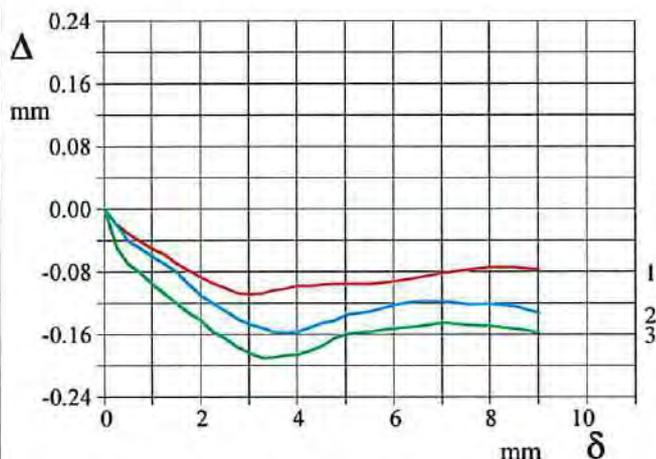
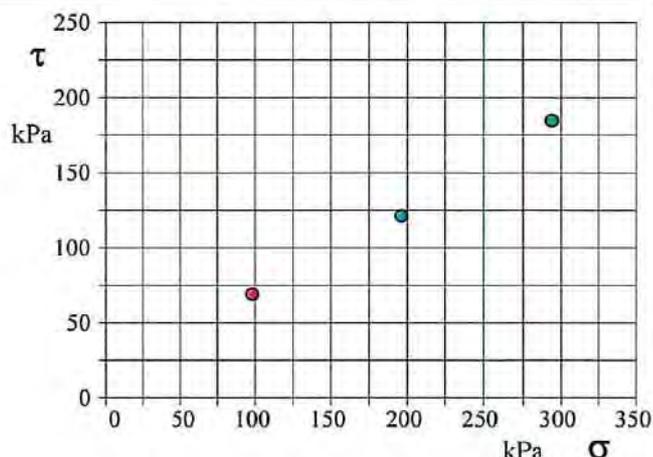
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10

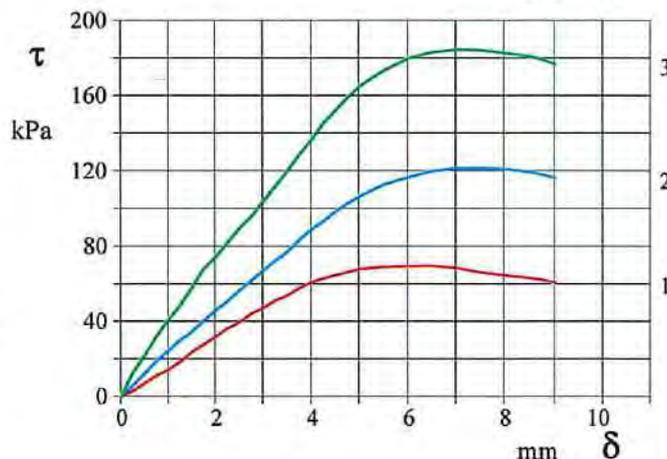
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	69	121	185
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	6.50 -0.22	7.00 -0.26	7.50 -0.29
Umidità iniziale e umidità finale (%):	17.1 20.4	17.5 21.9	17.9 20.2
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.4 20.3	19.4 19.6	19.4 20.7
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	81.7 100.0	93.5 100.0	84.0 100.0

**DIAGRAMMA**  
**Tensione - Pressione verticale**

<b>Tipo di prova:</b>	Consolidata - lenta
<b>Velocità di deformazione:</b>	0.004 mm / min
<b>Tempo di consolidazione (ore):</b>	24



**DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.**



**DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.**

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.

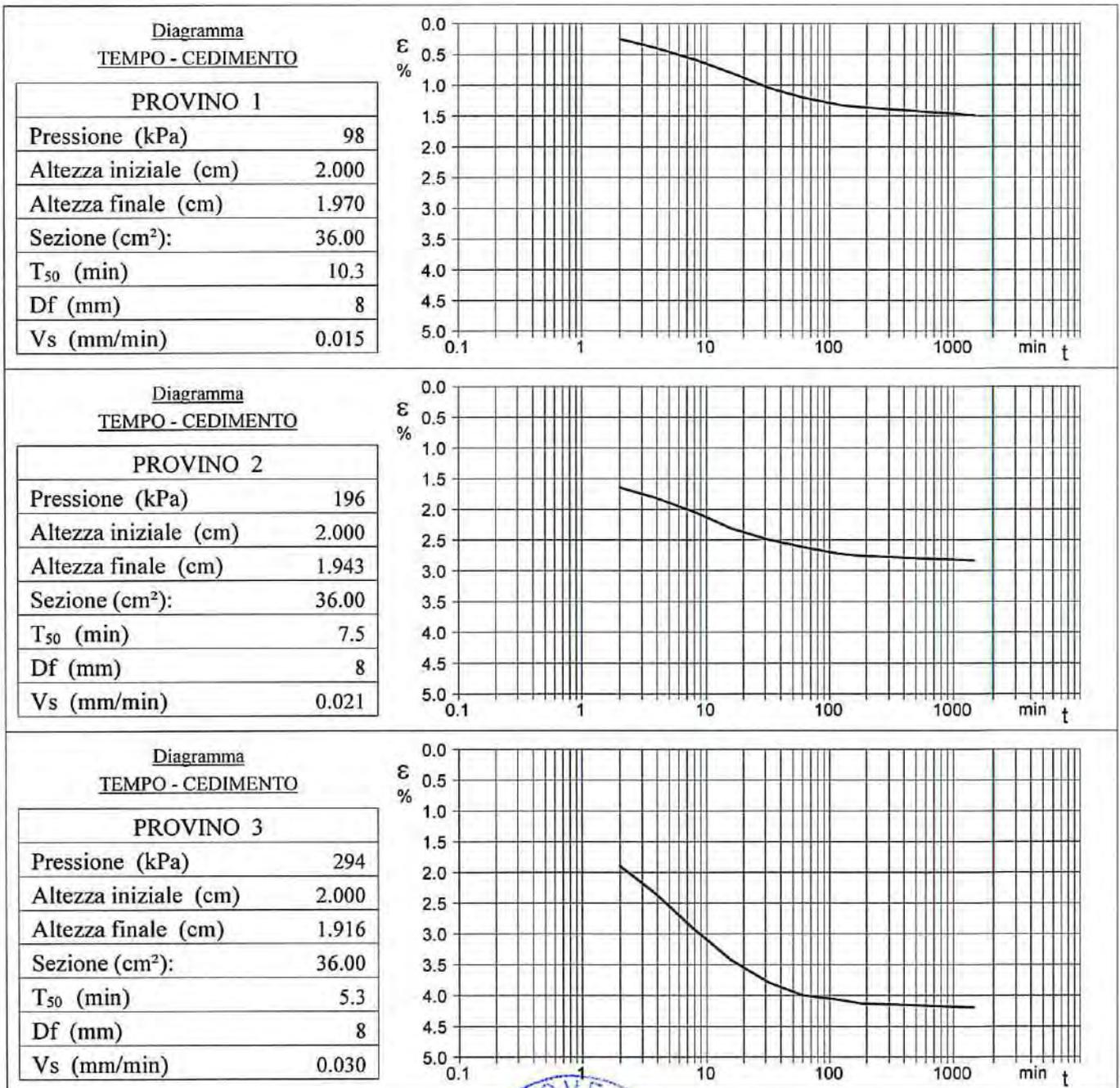


<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 1550/td/21</b> Pagina 3/4	<b>DATA DI EMISSIONE:</b> 10/11/21	<b>Inizio analisi:</b> 06/11/21
<b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 177</b> del 09/10/21	<b>Apertura campione:</b> 02/11/21	<b>Fine analisi:</b> 10/11/21

<b>COMMITTENTE:</b> ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA		
<b>RIFERIMENTO:</b> Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21		
<b>SONDAGGIO:</b> S2	<b>CAMPIONE:</b> C5	<b>PROFONDITA':</b> m 17.00-17.50

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-10



Vs = Velocità stimata di prova    Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>    Vs = Df / tf



COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - VIA VITORCHIANO, 165 ROMA			
RIFERIMENTO: Indagini finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio. O.d.S N° 54/21			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C5	PROFONDITA': m	17.00-17.50

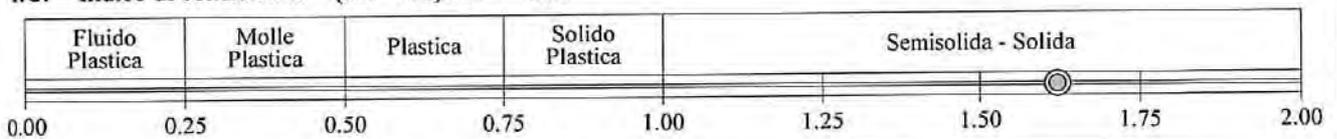
### CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Sabbia argillosa e limosa e ghiaiosa
-------------------	--------------------------------------

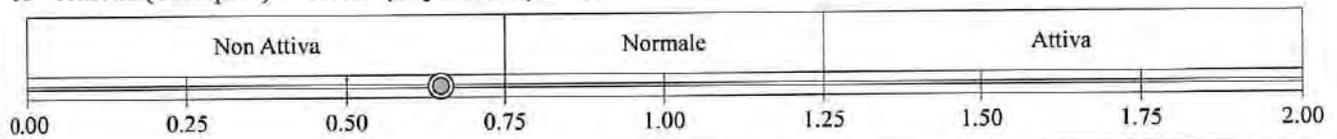
### CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

Abaco di plasticità di Casagrande	MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità
-----------------------------------	---

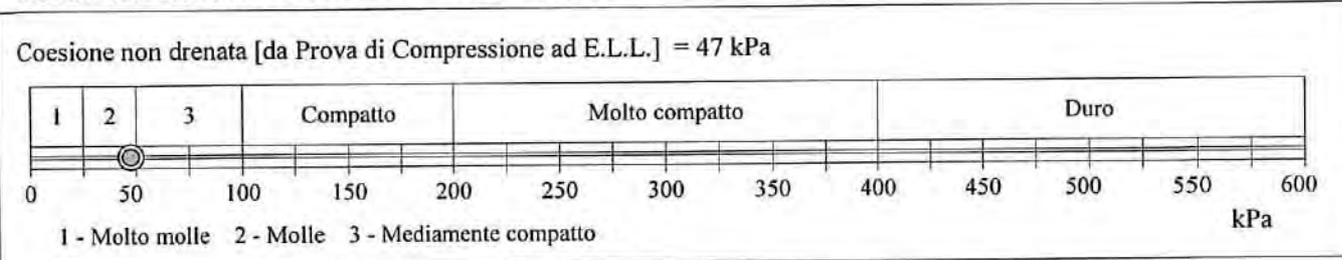
I.C. = Indice di consistenza =  $(LL - W_n) / IP = 1.62$



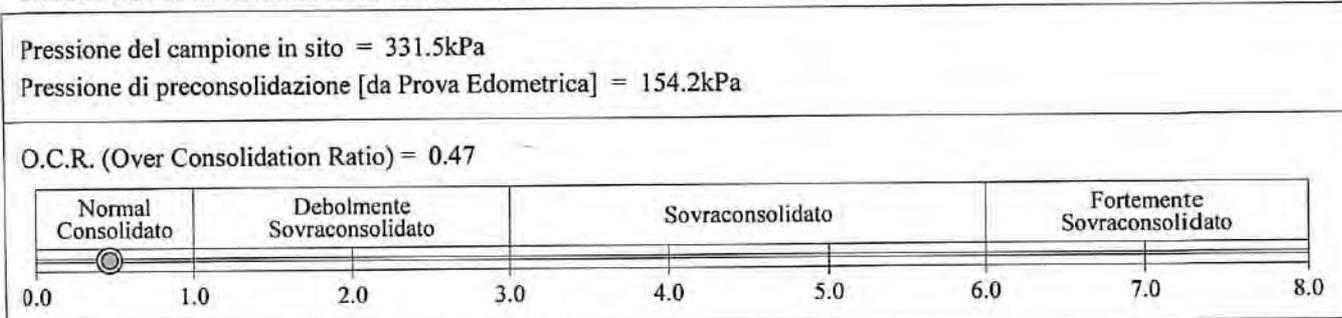
A = Attività (Skempton) =  $IP / CF$  (clay fraction) = 0.65



### CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA



### CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA E GHIAIOSA DI COLORE MARRONE SCURO.