

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

GEOPROVE
S.R.L.

COMUNE DI ANTICOLI CORRADO (PROVINCIA DI ROMA)

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE
FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE DEL
NUOVO ACQUEDOTTO MARCIO

S.P. 36a - Sondaggi S10 bis ed S10 tris
(O.D.S. N. 06/22)

Ruffano, settembre 2022

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 9001:2015, n. SA 00014/19
ISO 9001:2007, 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 • info@geoprove.eu

Indice

Indice	1
<i>PREMESSA</i>	2
<i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</i>	3
<i>INDAGINE GEOGNOSTICA</i>	4
<i>Sondaggi geognostici a carotaggio continuo</i>	5
<i>Standard Penetration Test (Spt)</i>	12
<i>Piezometro</i>	13
<i>Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio</i>	15
<i>Prove di Permeabilità</i>	20
<i>Prove Pressiometriche</i>	24
<i>ALLEGATI:</i>	32
<i>ANALISI DI LABORATORIO</i>	32
<i>PROVE PRESSIOMETRICHE</i>	33

PREMESSA

Su incarico di ACEA ENGINEERING LABORATORIES RESEARCH INNOVATION SPA, la Società Geoprove Srl di Ruffano, ha eseguito, in seno al Contratto Quadro n. 3900014314, delle indagini geognostiche e geofisiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

L'area di indagine è presso la S.P. 36a, Anticoli Corrado.

Le indagini, eseguite ai sensi del D.M. 17.01.2018, ai fini della caratterizzazione geologica, geotecnica del terreno fondale sono consistite, come richiesto dalla committenza, in:

- n. 2 sondaggi geognostici spinti fino ad una profondità di 30.0 e 20.0 metri; il sondaggio S10 tris è stato eseguito a distruzione di nucleo;
- n. 4 SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio, nel sondaggio S10 bis (PZ);
- prelievo di n. 4 campioni indisturbati ed analisi di laboratorio geotecnico;
- installazione di n.2 piezometri di tipo a tubo aperto nel foro di sondaggio;
- n. 3 prove di permeabilità nel foro di sondaggio S10 bis;
- n. 3 pressiometriche nel sondaggio S10 tris a profondità di 6.0, 14.0 e 20.0 metri.

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

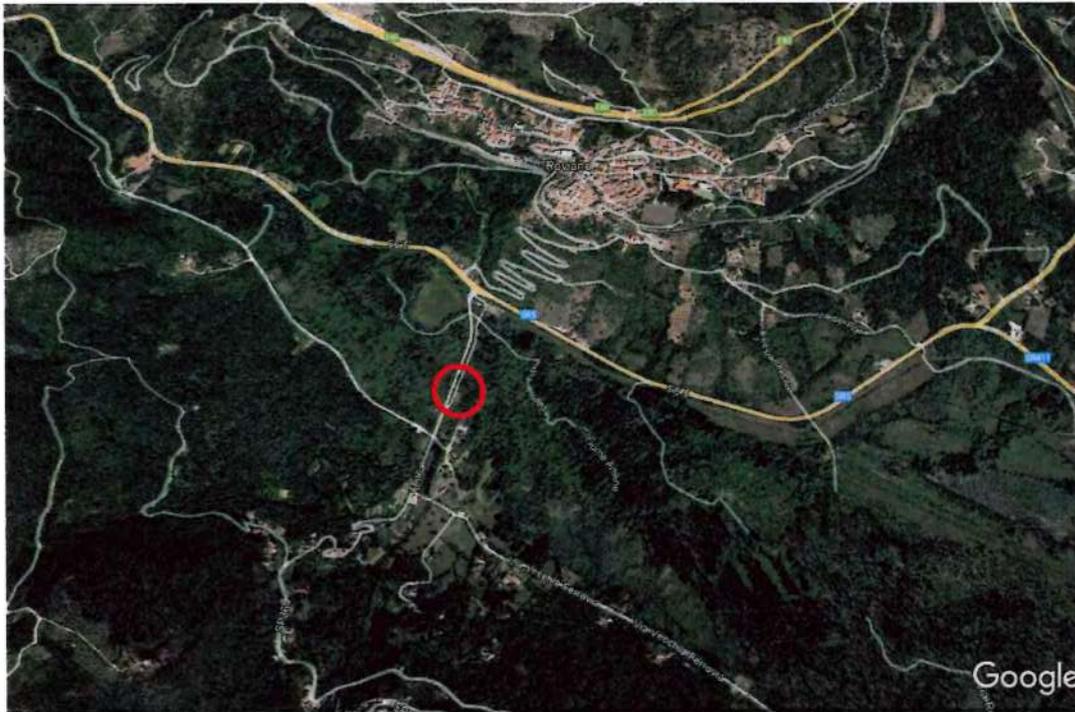
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area indagata è ubicata lungo la S.P. 36 a, in territorio comunale di Anticoli Corrado (RM).

L'area è individuata dalle seguenti coordinate:

Latitudine: 42° 01' 09''N

Longitudine: 12° 59' 21''E



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica è stata eseguita 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 spinti fino ad una profondità di 30.0 e 20.0 metri; il sondaggio S10 tris è stato eseguito a distruzione di nucleo;
- n. 4 SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio, nel sondaggio S10 bis (PZ);
- prelievo di n. 4 campioni indisturbati ed analisi di laboratorio geotecnico;
- installazione di n.2 piezometri di tipo a tubo aperto nel foro di sondaggio;
- n. 3 prove di permeabilità nel foro di sondaggio S10 bis;
- n. 3 pressiometriche nel sondaggio S10 tris a profondità di 6.0, 14.0 e 20.0 metri.

Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

Tra il 29 giugno ed il primo luglio 2022 sono stati eseguiti due sondaggi geognostici della profondità di 30.0 e 20.0 mt dal p.c.; il sondaggio S0 bis è stato eseguito a carotaggio continuo; il sondaggio S10 tris a distruzione di nucleo.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una trivella della Comacchio mod. GEO 405, realizzando un foro di sondaggio del diametro di ϕ 101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo.

In corrispondenza di due sondaggi, 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 pistoncini 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.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo S10 tris è stato quello a distruzione di nucleo. In pratica la perforazione avviene tramite la rotopercolazione di un martello a fondo foro azionato da un impianto ad aria compressa. L'utensile frantuma minutamente la roccia i cui detriti sono espulsi per mezzo del flusso ascensionale dell'aria liberata dal martello.

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 rivestimento è stato inserito anche nel sondaggio realizzato a distruzione di nucleo.

Per quanto riguarda i sondaggi eseguiti a carotaggio continuo, 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.

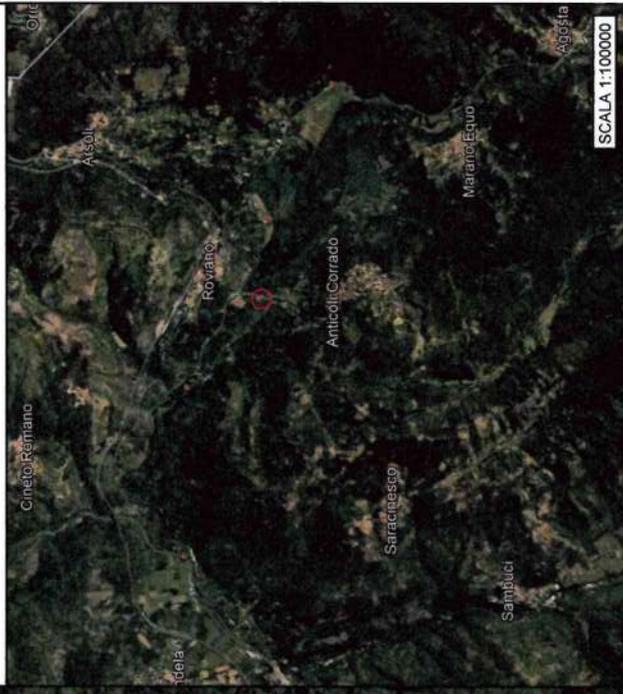
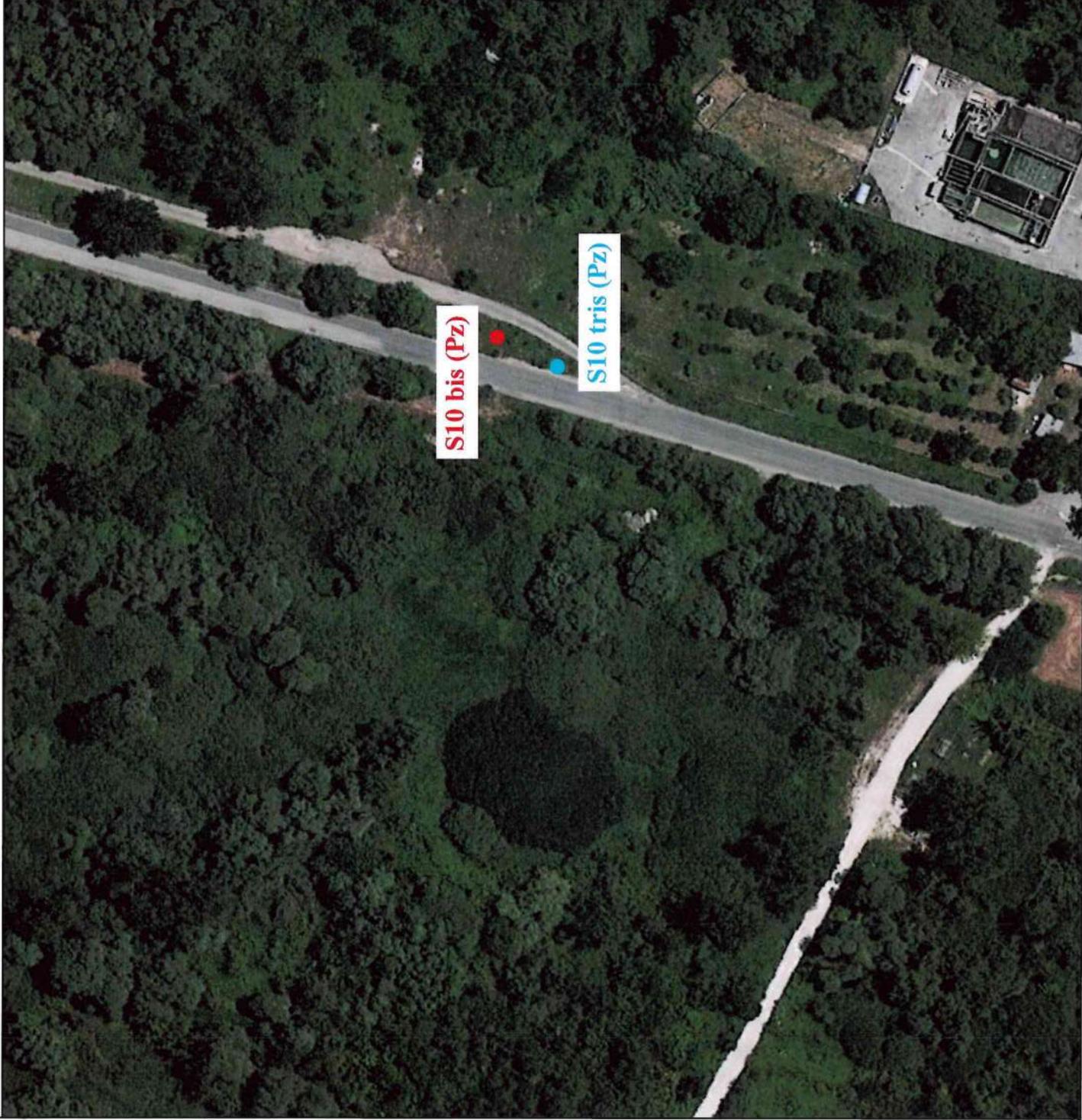
Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

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 ed SPT; si allegano inoltre la documentazione fotografica ed una planimetria con l'ubicazione.

UBICAZIONE SONDAGGI

LEGENDA:

-  Sondaggio geognostico a carotaggio continuo
-  Sondaggio a distruzione di nucleo
-  Area di studio



SCALA 1:100000

SCALA 1:1250

Committente: Acea Elabori Spa	Sondaggio: S10 bis (PZ)
Riferimento: Indagini geognostiche (ods 06-22 Ponte Anticoli)	Data: 29-30/06/2022
Coordinate: 42°01'09,04"N 12°59'21,45"E	Quota: 322 s.l.m
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo	

SCALA 1:160

LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

Ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Standard Penetration Test			Campioni	Pz/Cass
							m	S.P.T	N		
		1				Terreno di riporto.					
		2									
		3		3.0	3.0				C1) Ind < 3.00 3.50		1
		4				Limo argilloso sabbioso grigio verdastro con rare concrezioni sabbiose. A luoghi aumenta lievemente la componente argillosa e diminuisce quella limosa					
		5									
		6					6.0	2-3-3	6		
		7									
		8									
		9							C2) Ind < 8.50 9.00		2
		10									
		11									
		12					12.0	3-4-5	9		3
		13									
		14									
		15							C3) Ind < 14.50 15.00		
		16									
		17		17.0	14.0						
		18		18.0	1.0	Ghiaia sabbiosa/sabbie ghiaiose in matrice argillosa	18.0	4-6-8	14		4
		19				Limo sabbioso alternato a limo argilloso, grigiastro. A luoghi aumenta la componente sabbiosa.					
		20									
		21									
		22							C4) Ind < 21.00 21.50		5
		23									
		24									
		25					25.0	2-2-4	6		
		26									
		27		27.0	9.0						
		28				Clasti calcarei in matrice sabbiosa.					6
		29		28.5	1.5						
		30		30.0	1.5	Sabbie biancastre con intercalazioni ghiaiose.					

n.3 prove di permeabilità: 1) 3-5m; 2) 13-15m; 3) 22-25m

SONDAGGIO S10 bis (PZ)

Committente: ACEA Elabori SpA	
Località: S.P. 36 a	
Quota s.l.m.: 322 m s.l.m.	Data: 29-30/06/2022
Coordinate Lat/Long: 42°01'09.04''N, 12°59'21.45''E	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	Comacchio GEO 405
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	30.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 30.0 m
Cassette catalogatrici	6



Esecuzione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S10 bis (Pz)



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)

SONDAGGIO S10 tris (Pz)

Committente: ACEA Elabori SpA	
Località: S.P. 36 a	
Quota s.l.m.: 322 m s.l.m.	Data: 01/07/2022
Coordinate Lat/Long: 42°01'08.57''N, 12°59'21.25''E	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	Comacchio GEO 405
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	20.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A distruzione di nucleo attrezzato a piezometro
Tubo di rivestimento	0.0 m - 20.0 m
Cassette catalogatrici	4



Esecuzione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S10 tris (Pz)

Committente: Acea Elabori Spa	Sondaggio: S10 tris (PZ)
Riferimento: Indagini geognostiche (ods 06-22 Ponte Anticoli)	Data: 01/07/2022
Coordinate: 42°01'08,57"N 12°59'21,25"E	Quota: 322 s.l.m
Perforazione: Sondaggio geognostico a distruzione di nucleo	

SCALA 1:110

LOG STRATIGRAFICO

Pagina 1/1

σ mm	R v	metri	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Pz
		1			Sondaggio eseguito a distruzione di nucleo e attrezzato a Piezometro.	
		2				
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				
		17				
		18				
		19				
101		20	20.0	20.0		

n.3 Pressiometriche: 1) 6m; 2) 14m; 3) 20m

Standard Penetration Test (Spt)

Durante l'esecuzione del sondaggio S10 bis sono state eseguite complessivamente 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=45cm. 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 si leggono sulla stratigrafia allegata.

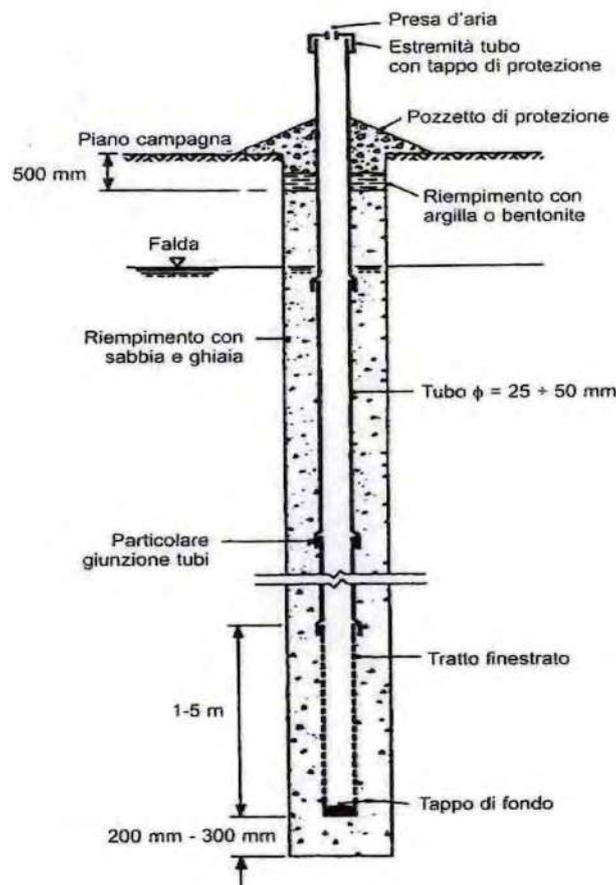
Piezometro

Dopo aver eseguito la perforazione, i perfori sono stati successivamente attrezzati a piezometro per la misura della falda.

Per tali misure è necessaria una stabilizzazione di alcune ore, misurando la profondità a cui si stabilizza il livello dell'acqua nel foro.

La misura del livello piezometrico può essere acquisita mediante piezometri a tubo aperto, i quali sono costituiti da tubazioni metalliche o di materiale plastico, di diametro sufficiente per consentire il passaggio dello strumento di misura del livello dell'acqua.

Nella zona di misura la parete del tubo è finestrata ed è circondata da materiale filtrante.



Installazione del Piezometro nei fori di sondaggi

L'installazione è avvenuta secondo le seguenti modalità:

1. lavaggio dell'interno del foro con abbondante acqua pulita prima dell'estrazione del rivestimento provvisorio;
2. introduzione del tubo piezometrico immorsandolo nel terreno di base, gettando poi nell'intercapedine tubo-rivestimento materiale granulare pulito (con diametro delle particelle compreso fra 2 e 4 mm) fino a risalire di 1 m dalla estremità superiore del tratto finestrato, estraendo progressivamente il rivestimento senza l'ausilio della rotazione;
3. riempimento del tratto superiore dell'intercapedine con materiale limo-argilloso o sabbioso;
4. protezione dell'estremità dei tubi;
5. inserimento del terminale piezometrico in un pozzetto, cementato nel terreno, con chiusura.

Terminata l'installazione dei piezometri, è stata misurato il livello della falda.

Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio

Durante la perforazione del sondaggio geognostico a carotaggio continuo sono stati prelevati complessivamente 4 campioni; si tratta di campioni indisturbati, prelevati a diverse profondità.

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 prove di resistenza al taglio e di resistenza a compressione ad espansione laterale libera, prove edometriche; nel dettaglio è stata eseguita una sola prova edometrica, due prove di taglio, due prove triassiale di tipo CD, due prove ELL. Su due campioni è stata poi eseguita una prova di colonna risonante.

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 %	γ kN/m ³	γ_{sec} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	γ_s kN/m ³	Indice vuoti	Poros. %	Sat %
S10 bis	C1	3.00-3.50	19.5	20.2	16.9	20.4	26.4	0.56	36.1	93.3
S10 bis	C2	8.50-9.00	35.2	17.9	13.3	18.0	25.5	0.92	48.0	99.3
S10 bis	C3	14.50-15.00	35.7	17.3	12.8	17.8	25.9	1.03	50.8	91.5
S10 bis	C4	21.00-21.50	16.4	18.9	16.3	20.0	26.3	0.61	38.1	71.3

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.

I campioni sono risultati delle sabbie con limo o dei limi con sabbie, tuttavia per i dettagli si rimanda ad i certificati allegati, dove si può leggere una stima delle percentuali delle varie classi granulometriche.

Limiti di Atterberg

I limiti di Atterberg sono stati eseguiti su quattro dei sei campioni; 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 in quale campo ricadono.

Le determinazioni fatte hanno portato ad osservare che i campioni ricadono in MH o OH e MI o OL.

C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi inorganici	H - Alta compressibilità

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

Edometrica

La prova eseguita sul solo campione S10 bis – C3 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 e a 1568 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.

Esse hanno fornito i seguenti risultati:

Sondaggio	Campione	Φ (°)	c (kPa)
S10bis	C1	33.6	4.0
S10bis	C3	26.3	8.9

Sui campioni S10 bis – C1 e C4 sono state invece eseguite delle **prove di taglio triassiale di tipo CD (consolidata-drenata)**; esse hanno fornito i seguenti risultati:

Sondaggio	Campione	Φ (°)	c (kPa)
S10bis	C2	24.9	10.0
S10bis	C4	29.9	10.8

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).

La prova è stata eseguita su due campioni: S10bis-C1, S10 bis-C3, fornendo i seguenti risultati:

Sondaggio	Campione	σ (kPa)	Cu (kPa)
S10bis	C1	22	11
S10bis	C3	64.3	32

Prova di Colonna Risonante

La prova di Colonna Risonante è stata eseguita sul campione S10 bis-C2 e S10 bis-C4. Si utilizza per misurare i parametri dinamici dei terreni a livelli deformativi bassi determinando le leggi di decadimento della rigidità G e dell'incremento del fattore di smorzamento D in funzione della deformazione tangenziale in condizioni di frequenza di risonanza.

Nel corso delle prove di RC sono misurate la frequenza di risonanza e la deformazione angolare indotta del provino.

Dal valore della prima grandezza è possibile risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio e quindi al modulo di taglio G_s ; dalla misura delle deformazioni angolari del provino si ricava la deformazione tangenziale γ .

Per i dettagli si rimanda ai certificati di analisi allegati.

Prove di Permeabilità

Nell'ambito della presente campagna geognostica sono state eseguite tre prove di permeabilità all'interno del foro di sondaggio S10 bis, a diverse profondità.

In fori di sondaggio o in pozzetti la determinazione del coefficiente di permeabilità di un terreno può essere eseguita in due differenti modalità: a carico costante ed a carico variabile.

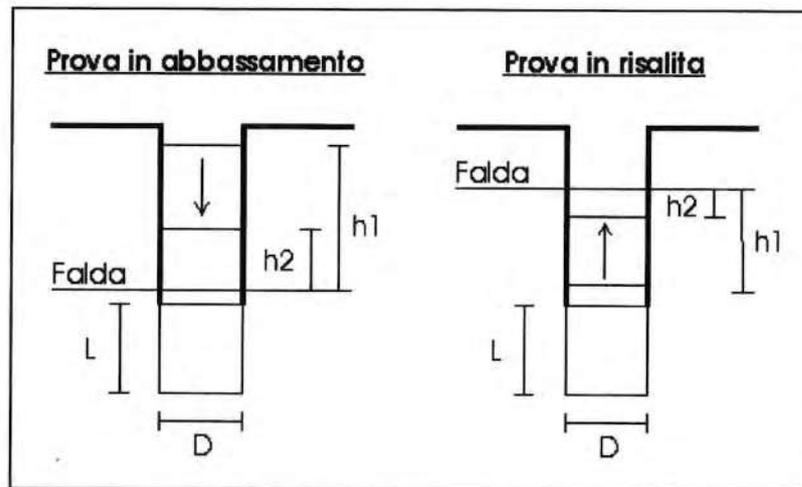
In ambedue i metodi la normativa di riferimento sono le “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche” dell'AGI (1977).

Le prove di permeabilità Lefranc si distinguono in prove a carico costante e prove a carico variabile a seconda delle modalità esecutive e delle caratteristiche granulometriche e tessiturali del terreno.

Nella prova LEFRANC se il valore di K valutato in sito viene definito in funzione della configurazione geometrica di prova, mentre la prova di permeabilità in pozzetto individua in genere un generico K medio.

Le prove possono essere eseguite in “risalita” o in “abbassamento” a seconda che sia presente o meno la falda: nel primo caso viene abbassato il livello della falda e vengono misurati i tempi relativi all'innalzamento della superficie freaticometrica; nel secondo caso si immette acqua nel tratto di prova e vengono misurati gli abbassamenti nel tempo.

Il metodo per la valutazione della permeabilità fa riferimento alla metodologia consigliata dalla Associazione Geotecnica Italiana (AGI) ed utilizza i seguenti schemi geometrici e relazioni di calcolo:



Il coefficiente di permeabilità è così calcolato:

$$K = \frac{A}{C_L \cdot (t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità

A = area di base

h₁, h₂ = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello di falda indisturbata o a fondo foro, ai tempi t₁ e t₂

t₁, t₂ = tempi nei quali si misurano h₁ e h₂

C_L = coefficiente di forma dipendente dalla configurazione geometrica

$$\begin{aligned} C_L &= L && \text{se } L > D \\ C_L &= 2 \cdot \pi \cdot D + L && \text{se } L \leq D \end{aligned}$$

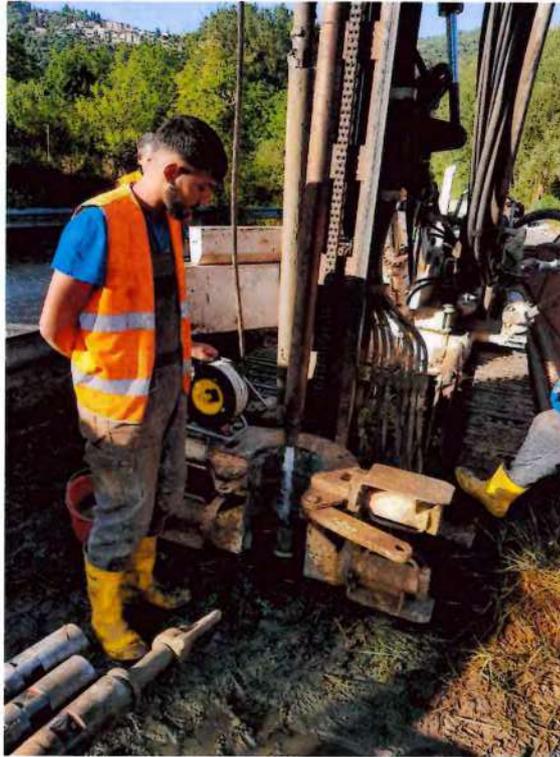
L'immissione degli abbassamenti o delle risalite fa riferimento alle effettive variazioni di livello dell'acqua partendo dal livello iniziale (t = 0), con una successione di letture cumulate.

Il metodo visualizza un grafico tempi/abbassamenti in cui viene calcolato un valore di K per ogni tratto della curva tra una lettura e la successiva; inoltre viene calcolato un valore medio dal punto della curva ove si ritiene che si sia instaurato un regime di flusso permanente (dopo saturazione dei terreni), fino a fine curva.

Nel caso in esame sono state eseguite 3 prove di permeabilità Lefranc a carico variabile.



Esecuzione prove di permeabilità



Esecuzione prove di permeabilità

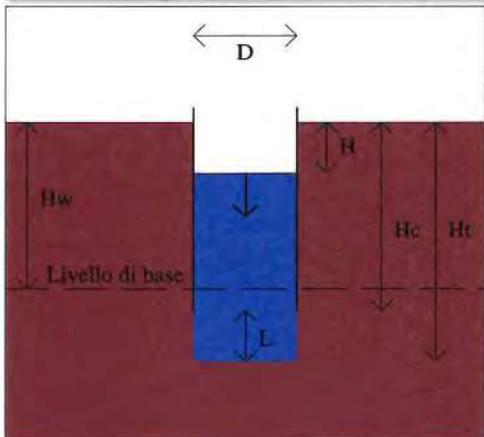
Le prove fatte hanno permesso di calcolare i seguenti valori di permeabilità:

- **prova 1** in S10 bis (3.0-5.0 m): **$6.40 * 10^{-5}$ m/sec**
- **prova 2** in S10 bis (13.0-15.0 m): **$6.04 * 10^{-7}$ m/sec**
- **prova 3** in S10 bis (22.0-25.0 m): **$1.66 * 10^{-5}$ m/sec**

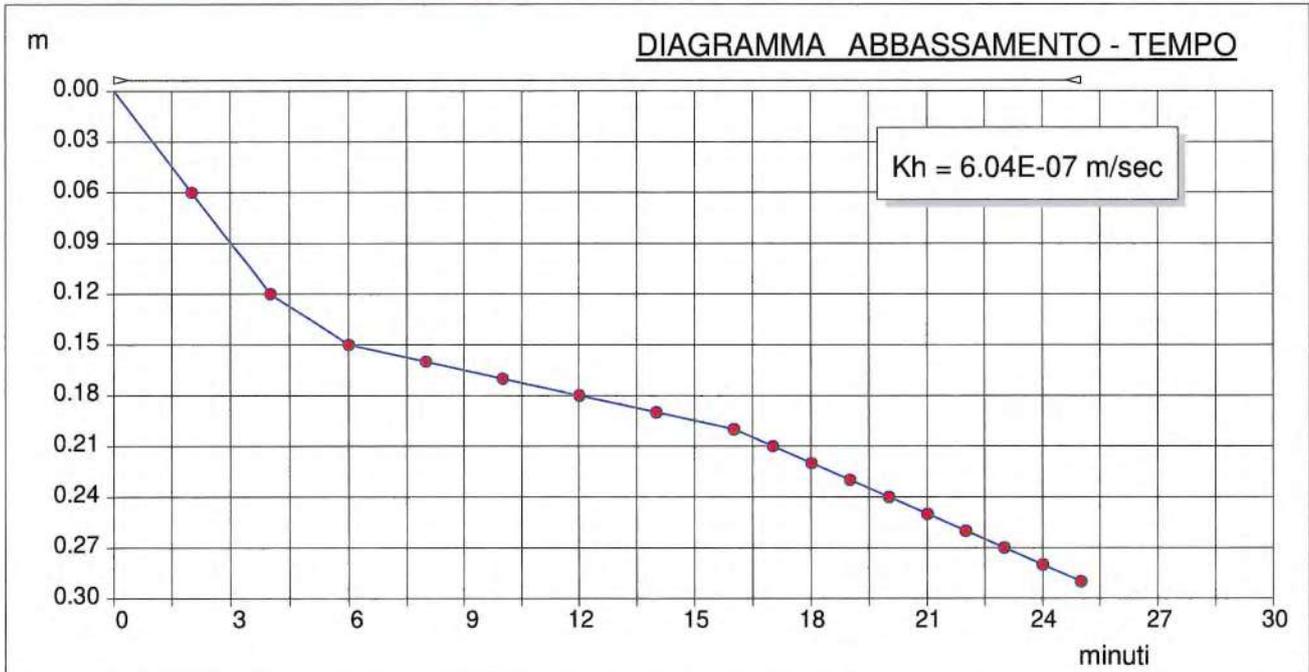
PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Committente: Acea Elabori Spa		Prova: 2	
Riferimento: Indagini geognostiche		Data: 30/06/2022	
Località: Ods 06-22 Anticoli Corrado		Orario prova:	
Sondaggio: S10 bis			

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	1.42
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	0.01
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	13.00
Profondità del foro [Ht] (m)	15.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	2.00
Coefficiente di forma	2.00



T min	H m	dH m	k m/sec	T min	H m	dH m	k m/sec
0.00	1.41	0.000					
2.00	1.35	0.060	1.45E-06				
4.00	1.29	0.120	1.52E-06				
6.00	1.26	0.150	7.86E-07				
8.00	1.25	0.160	2.66E-07				
10.00	1.24	0.170	2.68E-07				
12.00	1.23	0.180	2.70E-07				
14.00	1.22	0.190	2.73E-07				
16.00	1.21	0.200	2.75E-07				
17.00	1.20	0.210	5.54E-07				
18.00	1.19	0.220	5.59E-07				
19.00	1.18	0.230	5.63E-07				
20.00	1.17	0.240	5.68E-07				
21.00	1.16	0.250	5.73E-07				
22.00	1.15	0.260	5.78E-07				
23.00	1.14	0.270	5.83E-07				
24.00	1.13	0.280	5.88E-07				
25.00	1.12	0.290	5.93E-07				

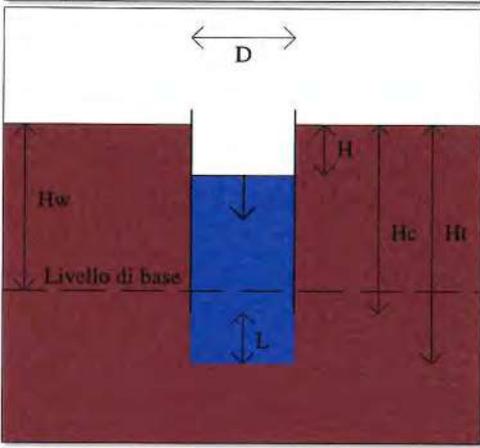


--	--

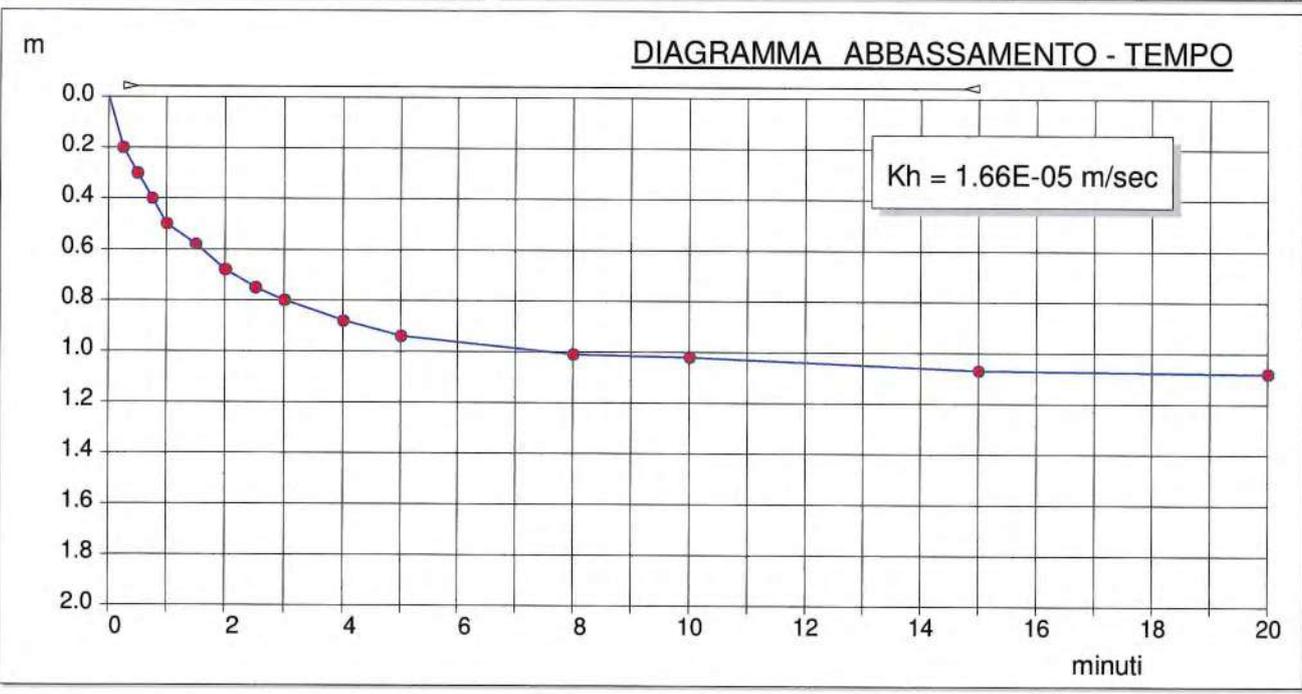
PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Committente: Acea Elabori Spa	
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 3
Località: Ods 06-22 Anticoli Corrado	Data: 30/06/2022
Sondaggio: S10 bis	Orario prova:

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	1.09
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	0.01
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0.101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	22.00
Profondità del foro [Ht] (m)	25.00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	3.00
Coefficiente di forma	3.00



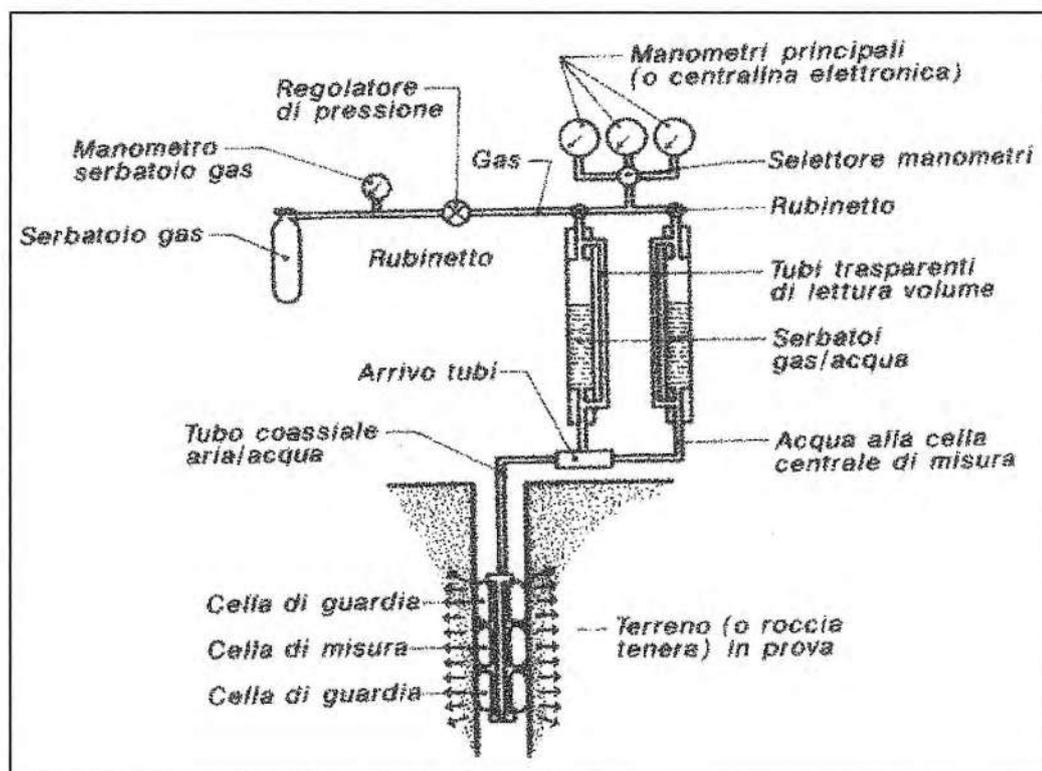
T min	H m	dH m	k m/sec	T min	H m	dH m	k m/sec
0.00	1.08	0.000					
0.25	0.88	0.200	3.65E-05				
0.50	0.78	0.300	2.15E-05				
0.75	0.68	0.400	2.44E-05				
1.00	0.58	0.500	2.83E-05				
1.50	0.50	0.580	1.32E-05				
2.00	0.40	0.680	1.99E-05				
2.50	0.33	0.750	1.71E-05				
3.00	0.28	0.800	1.46E-05				
4.00	0.20	0.880	1.50E-05				
5.00	0.14	0.940	1.59E-05				
8.00	0.07	1.010	1.03E-05				
10.00	0.06	1.020	3.43E-06				
15.00	0.01	1.070	1.60E-05				
20.00	0.00	1.080	1.12E-04				



--

Prove Pressiometriche

Nell'ambito della presente campagna geognostica sono state eseguite complessivamente 3 prove pressiometriche, in corrispondenza del sondaggio S10 tris a diverse profondità: a 6.0 m, a 14.0 m e a 20.0 m. Per il cantiere in oggetto è stata utilizzata una sonda pressiometrica del tipo Ménard-Apageo di cui si allega schema



Schema del pressimetro Menard

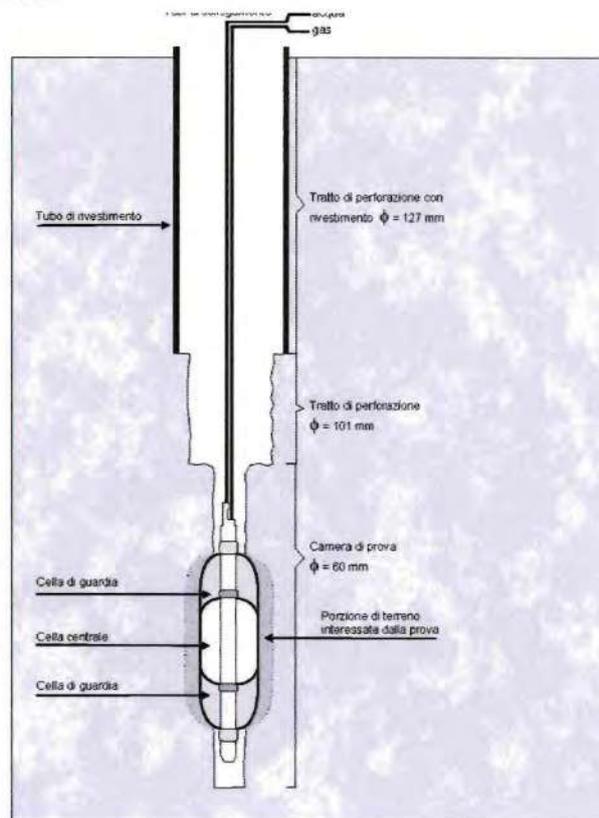
Essa è dotata delle seguenti caratteristiche:

	SONDA	CELLA DI GUARDIA	CELLA CENTRALE
LUNGHEZZA [mm]	600	120 (+/- 20)	210 (+/- 10)
DIAMETRO ESTERNO [mm]	60	58 (+/- 2)	58 (+/- 2)

La prova pressiométrica MPM, eseguita secondo le specifiche di Ménard del 1965, consiste nella misurazione delle dilatazioni indotte in una cella facente parte di una sonda tricellulare, calata in foro di sondaggio appositamente realizzato con un carotiere da 62 mm attrezzato con corone al widia.

La sonda pressiométrica si compone di una sonda cilindrica ad espansione idraulica costituita da una cella centrale o cella di misurazione e da due celle di guardia laterali; le misurazioni vengono effettuate sulla cella centrale che, messa sotto pressione dalla massa d'acqua iniettata all'interno, si espande radialmente.

Le celle di guardia, dilatate dal gas, mantengono costante la geometria del sistema impedendo che la cella centrale abbia deformazioni diverse da quelle radiali.



Installazione della sonda pressiométrica

La prova viene eseguita imponendo incrementi di carico mantenuti costanti per 60” e con misure intermedie a 30” e misurando le dilatazioni della cella centrale e, quindi, le corrispondenti deformazioni volumetriche del terreno.

Le pressioni vengono lette in superficie da manometri di precisione dotati di scale differenziate, mentre le deformazioni vengono rilevate da un sistema volumetrico che offre possibilità di inserire un sistema di misurazione ad alta sensibilità qualora i materiali in esame lo richiedano.

Le pressioni lette al manometro vengono depurate della pressione d’inerzia della sonda.

La taratura di pressione della sonda è effettuata quotidianamente facendo espandere liberamente la cella pressiometrica e registrando i volumi di equilibrio a 60” per ogni incremento di pressione fino alla capacità massima tollerata della guaina.

E’ stata eseguita anche una taratura dell’insieme sonda - cavi - centralina sulle variazioni di volume (taratura di volume). Le dilatazioni misurate, anche se di entità trascurabile, sono dovute all’elasticità dei tubi ed alla compressibilità del fluido. La membrana viene dilatata all’interno di un tubo metallico indeformabile aumentando la pressione fino al valore massimo di prova.

Essendo le pressioni di circuito lette in superficie in corrispondenza del manometro, ad un’altezza di circa 1 metro dal p.c., le pressioni al livello della cella differiscono da quelle misurate di una quantità pari all’altezza della colonna d’acqua nei tubi, cioè di:

$$(H_p+1) \cdot 10 \text{ (kPa) dove } H_p = \text{profondità di prova in metri}$$

Alla pressione letta è stata così sommata la pressione dovuta alla colonna d'acqua (correzione idrostatica).

Per ogni singola prova viene compilata in cantiere una scheda con i dati fondamentali per individuare il sito, il sondaggio e la profondità di prova, oltre ad altri dati raccolti in maniera sistematica (data, tecnico operatore, misure ai manometri ed al volumometro, ecc.). Il litotipo di riferimento è stato rilevato sulla carota estratta dalla sonda impiegata per realizzare il foro da 62 mm.

I dati registrati durante la prova sono:

- pressione letta al manometro;
- volume iniettato a 30”;
- volume iniettato a 60”.

Da questi volumi si mettono in evidenza la variazione del volume fra la lettura a 30” e la lettura a 60” (V60 - V30) a pressione costante (volume di fluage) e la variazione di volume fra le letture a 60” di due gradini di pressione successivi. Queste due variazioni di volume permettono già in campagna di controllare lo sviluppo della prova e stimare la pressione di fine prove.

Oltre ai dati raccolti in campagna (dati sperimentali), è chiaramente indicata la correzione idrostatica da applicare ed i valori delle pressioni corrette.

Modalità di elaborazione

Negli elaborati forniti in allegato oltre ai dati raccolti nella scheda di cantiere vengono presentati le elaborazioni ed i grafici qui di seguito illustrati.

Il grafico pressione - volume è messo in parallelo con il grafico del volume di fluage. La forma della curva di fluage, infatti, è indicativa per l'individuazione sia della pressione di ricompressione P_0 (e quindi del volume V_0) di inizio del tratto pseudo-elastico della curva (lineare) sia della pressione finale del tratto rettilineo P_f (e quindi del volume V_f).

Individuato il tratto rettilineo della curva, si può stimare il modulo pressiometrico normalizzato di Ménard E_p attraverso la relazione:

$$E_p = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot V_m \cdot \Delta P / \Delta V$$

nella quale:

V_m = volume medio della cella nel tratto pseudo-elastico;

ΔP = variazione di pressione nel tratto pseudo-elastico;

ΔV = variazione di volume nel tratto pseudo-elastico.

Il volume medio della cella può essere stimato dalla relazione:

$$V_m = V_i + (V_f + V_0) / 2$$

dove V_i = volume iniziale teorico della cella.

Il valore del modulo di Poisson (ν) varia in funzione del tipo di terreno e del modo con cui viene portato a rottura in relazione alla sua caratteristica di smaltire le sovrappressioni indotte in fase di deformazione plastica.

La pressione limite che corrisponde convenzionalmente alla pressione a cui si raggiunge il volume $V_l = V_i + 2V_0$, non è praticamente raggiungibile in fase di prova poiché comporterebbe una rottura totale del terreno con conseguente espansione infinita della sonda. Essa può essere però stimata a partire dal grafico bilogarithmico pressione-variazione relativa di volume ($\Delta v/v$), sul quale in prossimità della pressione limite la

curva assume un andamento rettilineo e tende al valore $\Delta v/v = 1$ in corrispondenza della pressione limite P_l . Tale procedura per stimare P_l sembra essere la più conservativa.

Per interpretare con maggiore chiarezza il comportamento del terreno nei segmenti di ricompressione, pseudo-elastico e plastico finale, già individuati nelle curve pressiométrica e di fluage, si costruisce il grafico $\Delta V - P$, ossia un diagramma in cui la differenza di letture volumetriche registrate tra uno step di pressione ed il successivo è riferita all'aumento di pressione imposta e corretta.

Esso amplifica, rendendoli più evidenti con una linea spezzata, i passaggi da un comportamento fisico del terreno ad un altro, mostrando con immediatezza, per mezzo di una linea approssimabile ad una retta, l'omogeneità dei valori di differenza di volume nel tratto pseudo-elastico.

I moduli pressiometrici e di Young, calcolati per l'intero range di valori di volume e pressione utilizzati per tracciare la curva pressiométrica, si graficano in funzione della pressione imposta e corretta, mostrando, per ogni parametro osservato, una linea spezzata che segue, anch'essa, le variazioni di risposta fisica del terreno; sia il tratto di ricompressione, sia il tratto plastico finale si presentano come linee oblique in salita ed in discesa, raccordate da una linea a “denti di sega” ad andamento pseudo-orizzontale.

Quest'ultimo tratto raccorda i parametri pressiometrici caratteristici di tutta la fase pseudo-elastica ed evidenzia, con più dettaglio rispetto alle curve pressiometriche, l'uniformità, o meno, della risposta del terreno nel tratto pseudo-elastico e la conseguente affidabilità dei calcoli dei parametri.

Determinati i parametri pressiometrici E_p , P_l ed E si passa alla stima dei parametri di resistenza del terreno in condizioni drenate φ' e non

drenate Cu.

La resistenza del materiale a rottura può essere ricavata dal valore di $P'l$ inteso come pressione limite netta, cioè depurata dalla pressione iniziale P_o . A tale valore è infatti collegabile la resistenza del terreno intesa come contributo totale della coesione e dell'attrito del terreno.

Da come viene condotta la prova e da come viene installata la sonda, i dati più attendibili che possono essere ricavati sono legati alla resistenza non drenata del terreno, quindi la prova risulta sicuramente più attendibile in terreni coesivi saturi.

Per ricavare il valore della “Cu”, in accordo con gli studi più accreditati, si sono utilizzate le seguenti relazioni (Amar e Jezequel 1972):

$$Cu = P'l / 5,5 \text{ per } P'l < 0,3 \text{ Mpa}$$

$$Cu = P'l / 10 + 0,025 \text{ per } P'l > 0,3 \text{ MPa}$$

Per la stima della resistenza del materiale in termini di φ' , le interpretazioni della prova pressiométrica non hanno ancora fornito espressioni sicuramente affidabili

D'altronde la caratteristica della prova di essere essenzialmente “rapida” non assicura che terreni con un minimo di matrice fina smaltiscano completamente le sovrappressioni.

In questa ipotesi si è preferito adottare una interpretazione semplice della curva pressiométrica data del Centro Studi Ménard (1963) che a fronte di una relativa imprecisione teorica (sull'uso di pressioni totali anziché efficaci) permette di stimare φ' con una buona approssimazione.

Per cui i valori di φ' sono ricavati dalla relazione:

$$P'l = 0,25 \cdot 2^{(\varphi'/4 - 6)} \text{ con } P'l \text{ in Mpa.}$$



Esecuzione prove pressiometriche

Per una completa lettura dei parametri e dei grafici, si rimanda agli allegati in cui si riporta, per ciascuna prova eseguita:

- tabella riepilogativa con misure fatte.
- curva pressiometrica
- curva di fluage
- variazione volume pressione
- moduli pressiometriche e modulo di Young

Ruffano, settembre 2022



IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

ALLEGATI:

ANALISI DI LABORATORIO

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.

RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

SONDAGGIO: S10 bis

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19.5	%
Peso di volume	20.2	kN/m ³
Peso di volume secco	16.9	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.4	kN/m ³
Peso specifico	26.4	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.565	
Porosità	36.1	%
Grado di saturazione	93.3	%
Limite di liquidità	34.3	%
Limite di plasticità	30.3	%
Indice di plasticità	4.0	%
Indice di consistenza	3.69	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A1-a	I.G. = 0

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	58.2	%
Sabbia	28.8	%
Limo	6.9	%
Argilla	6.1	%
D 10	0.034328	mm
D 50	8.817233	mm
D 60	15.039310	mm
D 90	34.895770	mm
Passante set. 10	33.4	%
Passante set. 42	24.1	%
Passante set. 200	13.0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	22	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	11	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	4.0	kPa	ϕ' 33.6 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

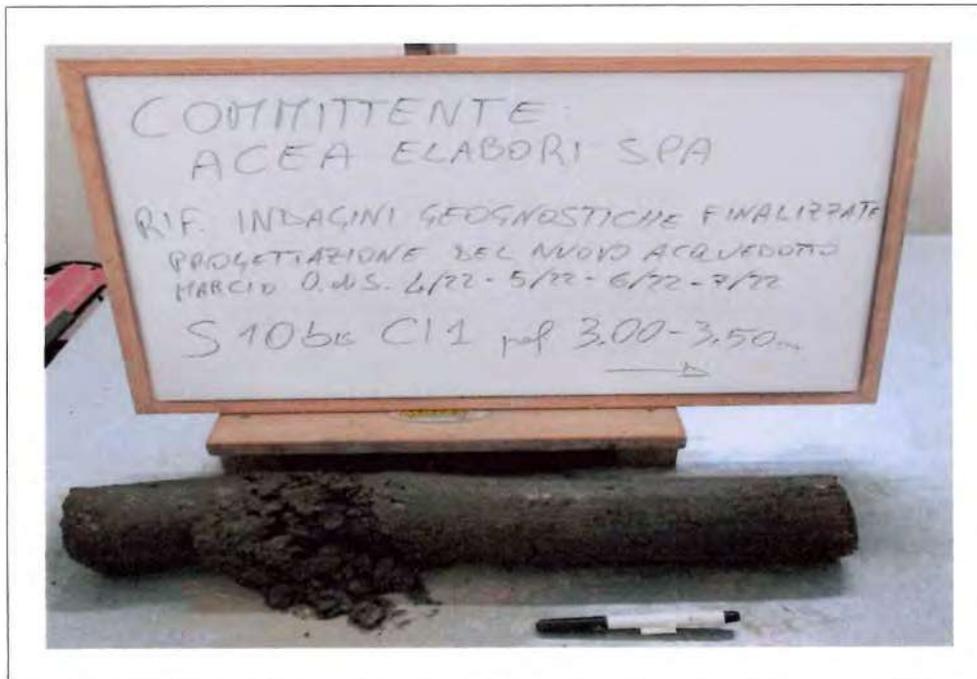
PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

Posizione delle prove CF GR CS TD	cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
	0				GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.
	10		10		
	20		15		CLASSIFICAZIONE BASATA SUI LIMITI DI CONSISTENZA: MI o OI - Limi inorganici o argille e limi organici a media compressibilità dell'abaco di plasticità di Casagrande.
	30				
	40		15		MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 4/2 Olive gray
	50			50	



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo
- Sciolto

QUALITA' DEL CAMPIONE

- Q5 (Ottima)
- Q4 (Buona)
- Q3 (Sufficiente)
- Q2 (Insufficiente)
- Q1 (Pessima)

DIMENSIONE DEL CAMPIONE

Diametro: 80 mm

CONTENITORE

Fustella metallica

GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1313/Gr/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

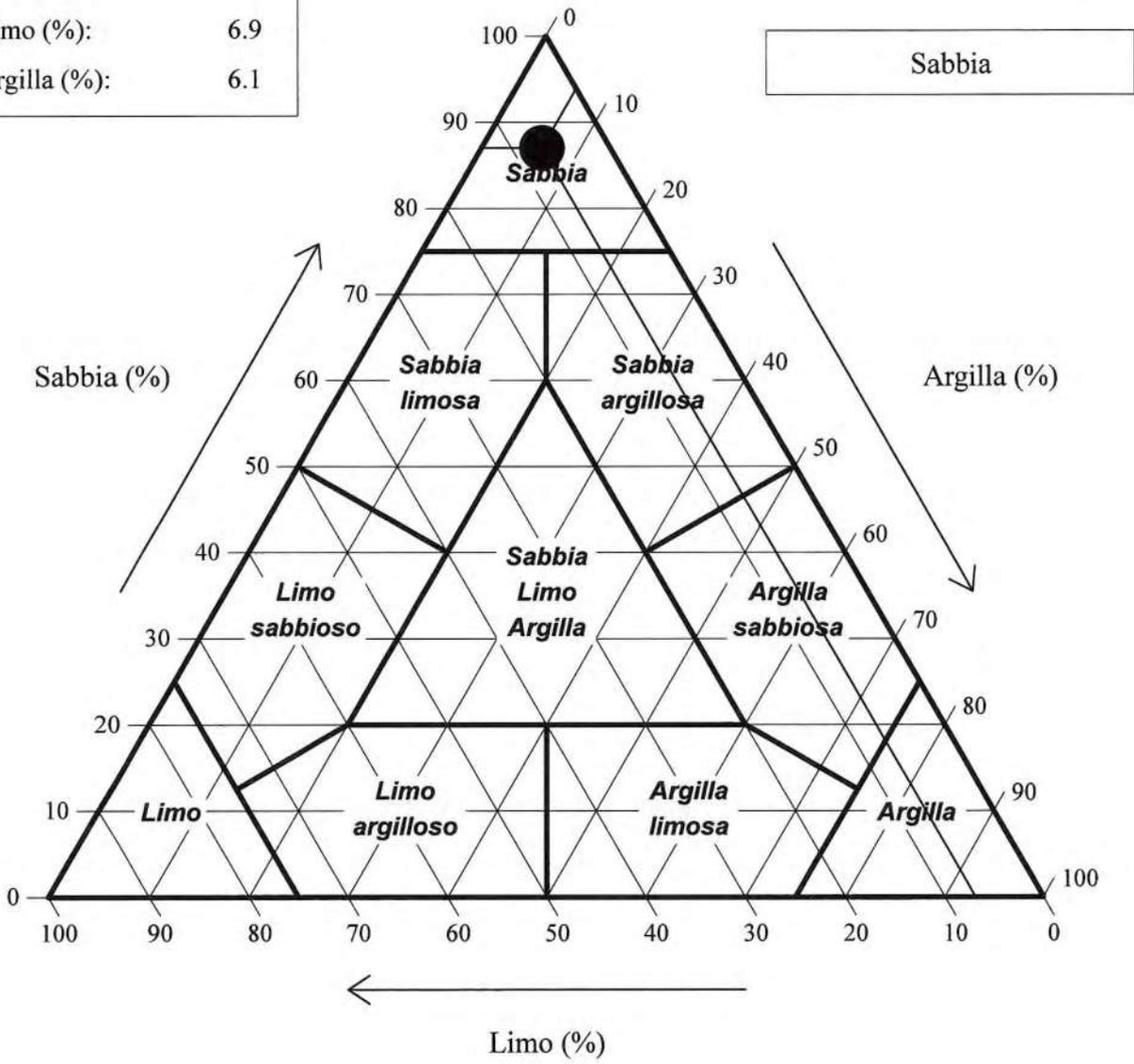
COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

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

Sabbia (%):	87.0
Limo (%):	6.9
Argilla (%):	6.1

Diagramma di Shepard



GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1313/U/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

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

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19.5 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 30.00 mm

GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1313/Pdv/22 pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

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 = 20.2 kN/m³

GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

Tecnico di laboratorio:
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio:
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1313/Ps/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

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

$\gamma_s = \text{Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m}^3) = 26.4 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_{sc} = \text{Peso specifico dei granuli corretto a } 20^\circ \text{ (kN/m}^3) = 26.4 \text{ kN/m}^3$

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27.6 °C

Dimensione massima delle particelle: 30.00 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1313/Lc/20 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

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

Limite di liquidità	34.3 %
Limite di plasticità	30.3 %
Indice di plasticità	4.0 %

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	14	21	36		Umidità (%)	30.2	30.3
Umidità (%)	39.4	35.9	31.1		Umidità media	30.3	



GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

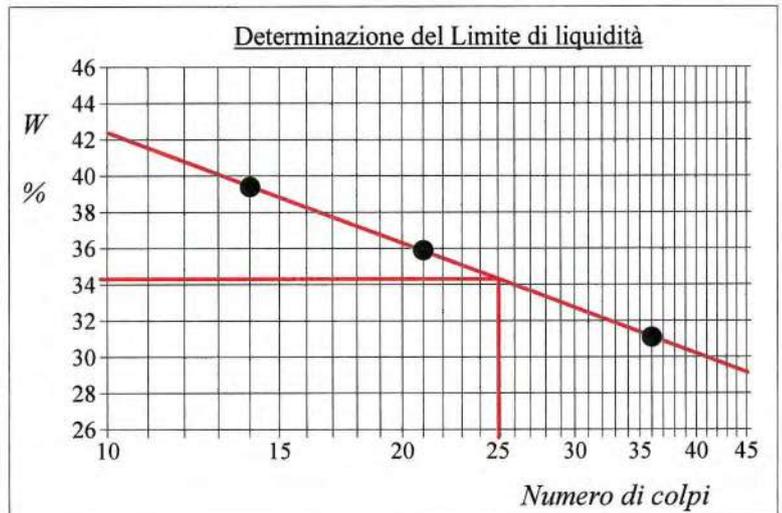
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1313/Lc/20 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

ABACO DI CASAGRANDE

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

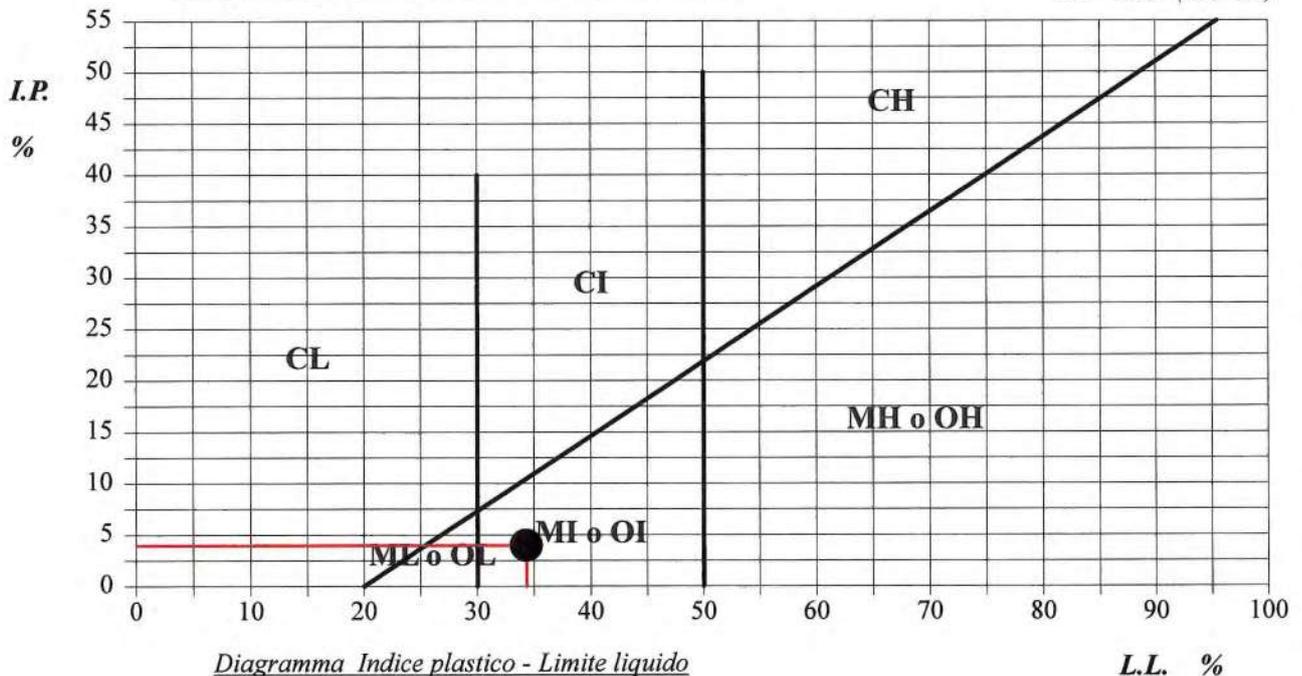
Limite di liquidità	34.3	%
Limite di plasticità	30.3	%
Indice di plasticità	4.0	%
Indice di consistenza	3.69	
Passante al set. n° 40	SI	



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

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1313/Gr/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	33.4 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	24.1 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	13.0 %

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	34.3 %
Limite di plasticità	30.3 %
Indice di plasticità	4.0 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A1-a INDICE DI GRUPPO: 0

Tipi usuali dei materiali principali:
 Ghiaia o breccia, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane

GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

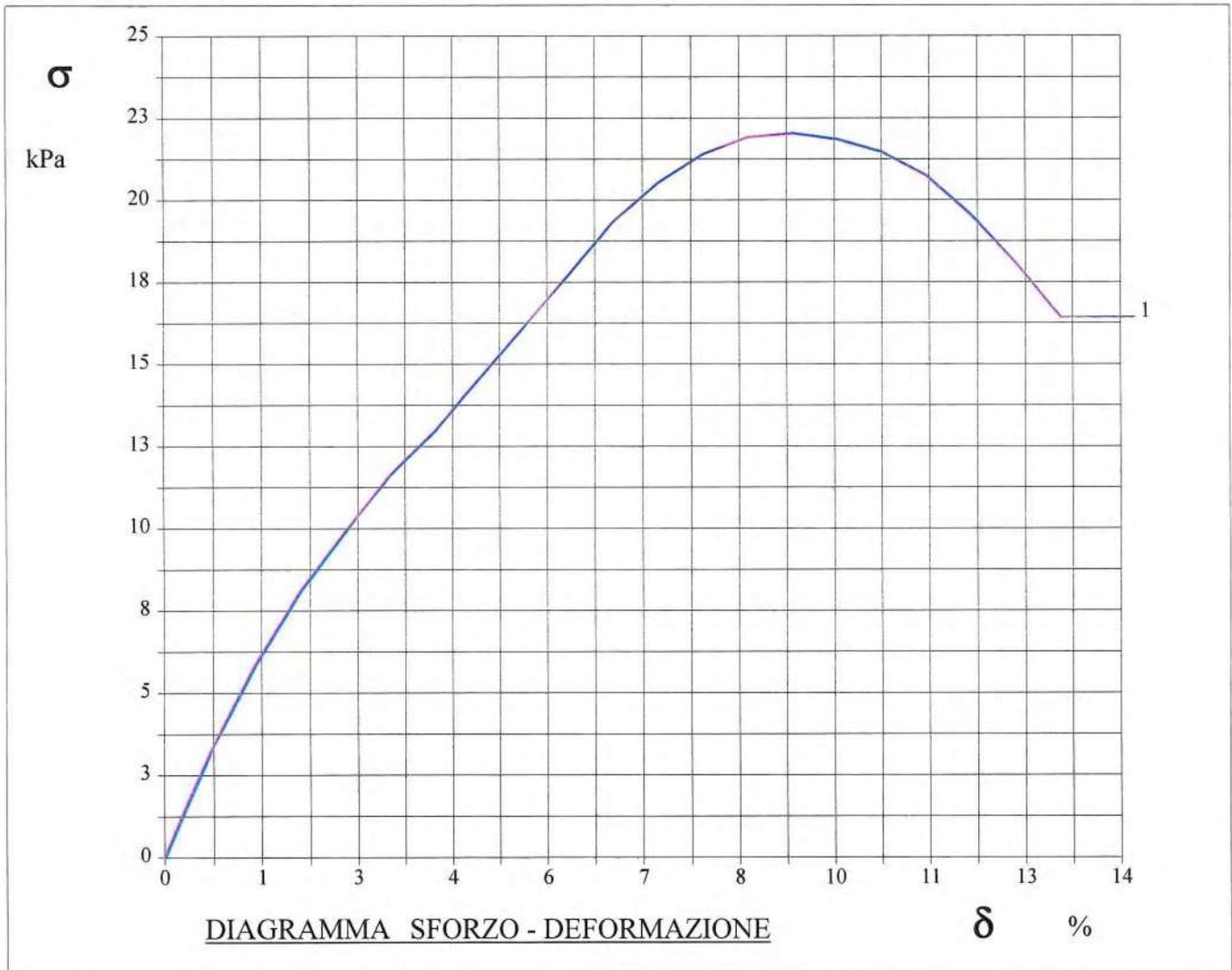
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1313/Cs/22 Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 02/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

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):	20.2	-----	-----
Deformazione a rottura (%):	9.19	-----	-----
Sforzo a rottura (kPa):	22.0	-----	-----



GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

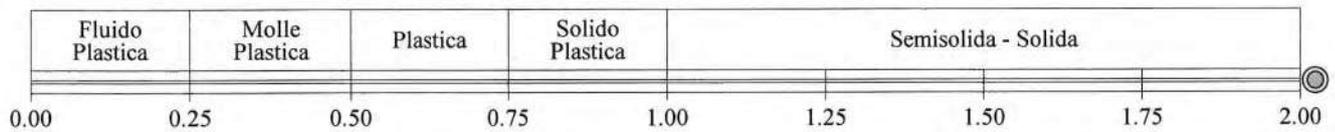
CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Ghiaia con sabbia debolmente limosa e argillosa
--------------------------	---

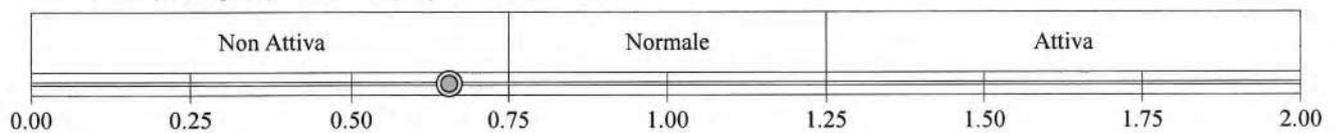
CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

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

I.C. = Indice di consistenza = (LL - Wn) / IP = 3.69



A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0.66



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova di Compressione ad E.L.L.] = 11 kPa	
	<p>1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto</p>

CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 0.0kPa	
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0.0kPa	
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.00	

GHIAIA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA E ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.

RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

SONDAGGIO: S10 bis

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.50-9.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	35.2	%
Peso di volume	17.9	kN/m ³
Peso di volume secco	13.3	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.0	kN/m ³
Peso specifico	25.5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.922	
Porosità	48.0	%
Grado di saturazione	99.3	%
Limite di liquidità	54.4	%
Limite di plasticità	29.7	%
Indice di plasticità	24.7	%
Indice di consistenza	0.78	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A7-6	I.G. = 13

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	38.2	%
Limo	42.7	%
Argilla	19.1	%
D 10	0.000919	mm
D 50	0.050476	mm
D 60	0.070775	mm
D 90	0.267419	mm
Passante set. 10	98.4	%
Passante set. 42	93.6	%
Passante set. 200	61.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	10	kPa	ϕ_d	24.9	°
C.U.	c'_{cu}		kPa	ϕ'_{cu}		°
	c_{cu}		kPa	ϕ_{cu}		°
U.U.	c_u		kPa	ϕ_u		°

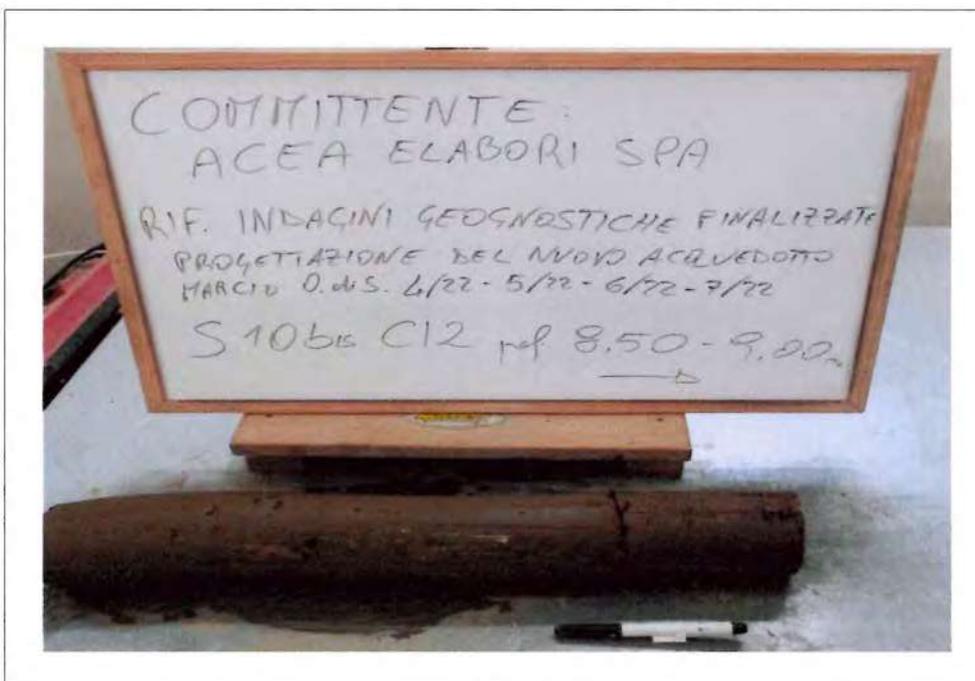
PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

Posizione delle prove		cm	Rp	VT	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	TX	CR	kPa	kPa	
						LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.
					20	CLASSIFICAZIONE BASATA SUI LIMITI DI CONSISTENZA:
					30	MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità dell'abaco di plasticità di Casagrande.
					30	MUNSELL SOIL COLOR: 5Y 4/2 Olive gray
					50	



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo
- Sciolto

QUALITA' DEL CAMPIONE

- Q5 (Ottima)
- Q4 (Buona)
- Q3 (Sufficiente)
- Q2 (Insufficiente)
- Q1 (Pessima)

DIMENSIONE DEL CAMPIONE

Diametro: 80 mm

CONTENITORE

Fustella metallica

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

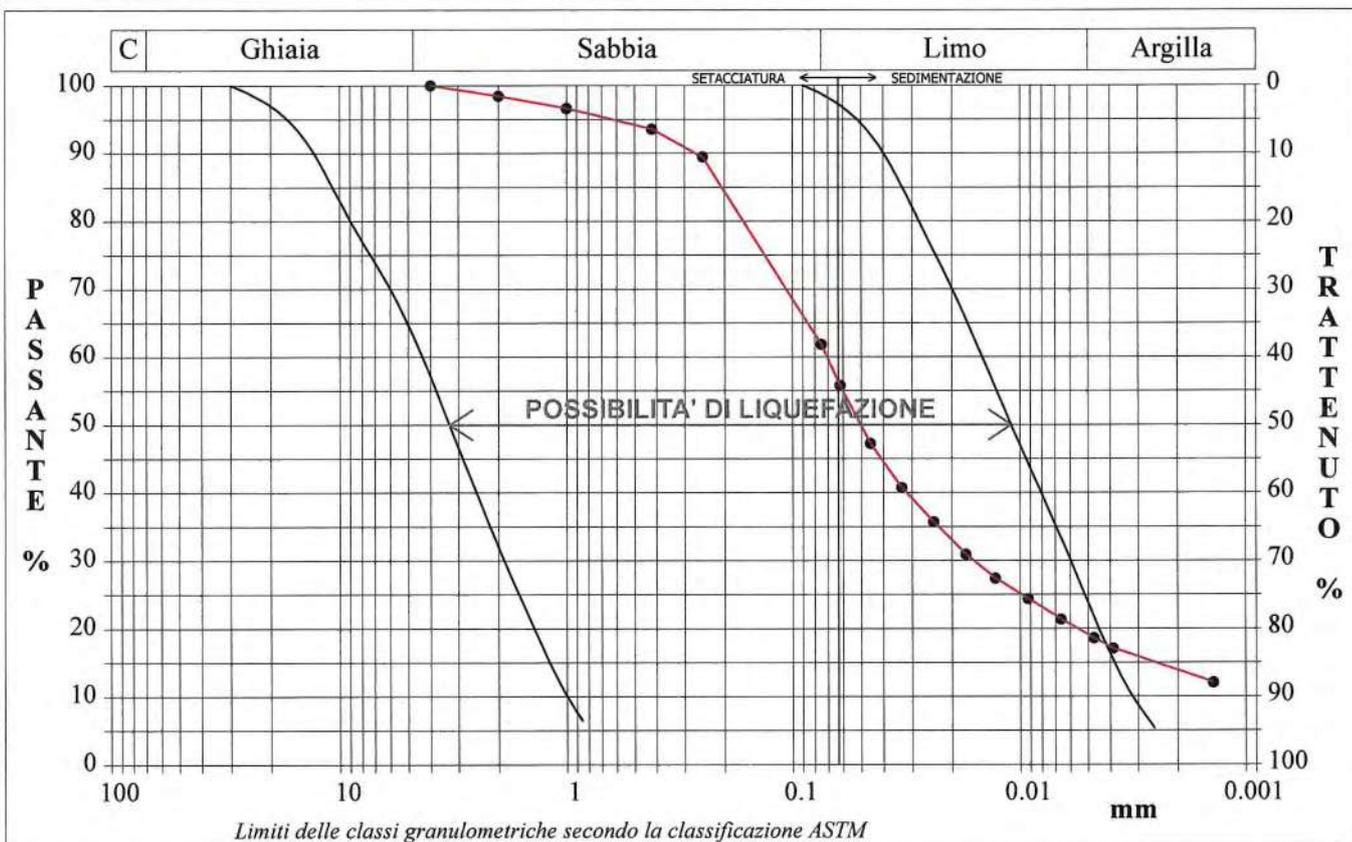
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Gr/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.4 %	D10	0.00092 mm
Sabbia	38.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93.6 %	D30	0.01613 mm
Limo	42.7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	61.8 %	D50	0.05048 mm
Argilla	19.1 %			D60	0.07078 mm
Coefficiente di uniformità		76.97	Coefficiente di curvatura		4.00
				D90	0.26742 mm



Diametro mm	Passante %								
4.0000	100.00	0.0750	61.84	0.0174	30.91	0.0039	17.09		
2.0000	98.43	0.0620	55.79	0.0129	27.39	0.0014	12.06		
1.0000	96.63	0.0458	47.24	0.0092	24.38				
0.4200	93.57	0.0334	40.71	0.0066	21.36				
0.2500	89.47	0.0241	35.68	0.0047	18.60				

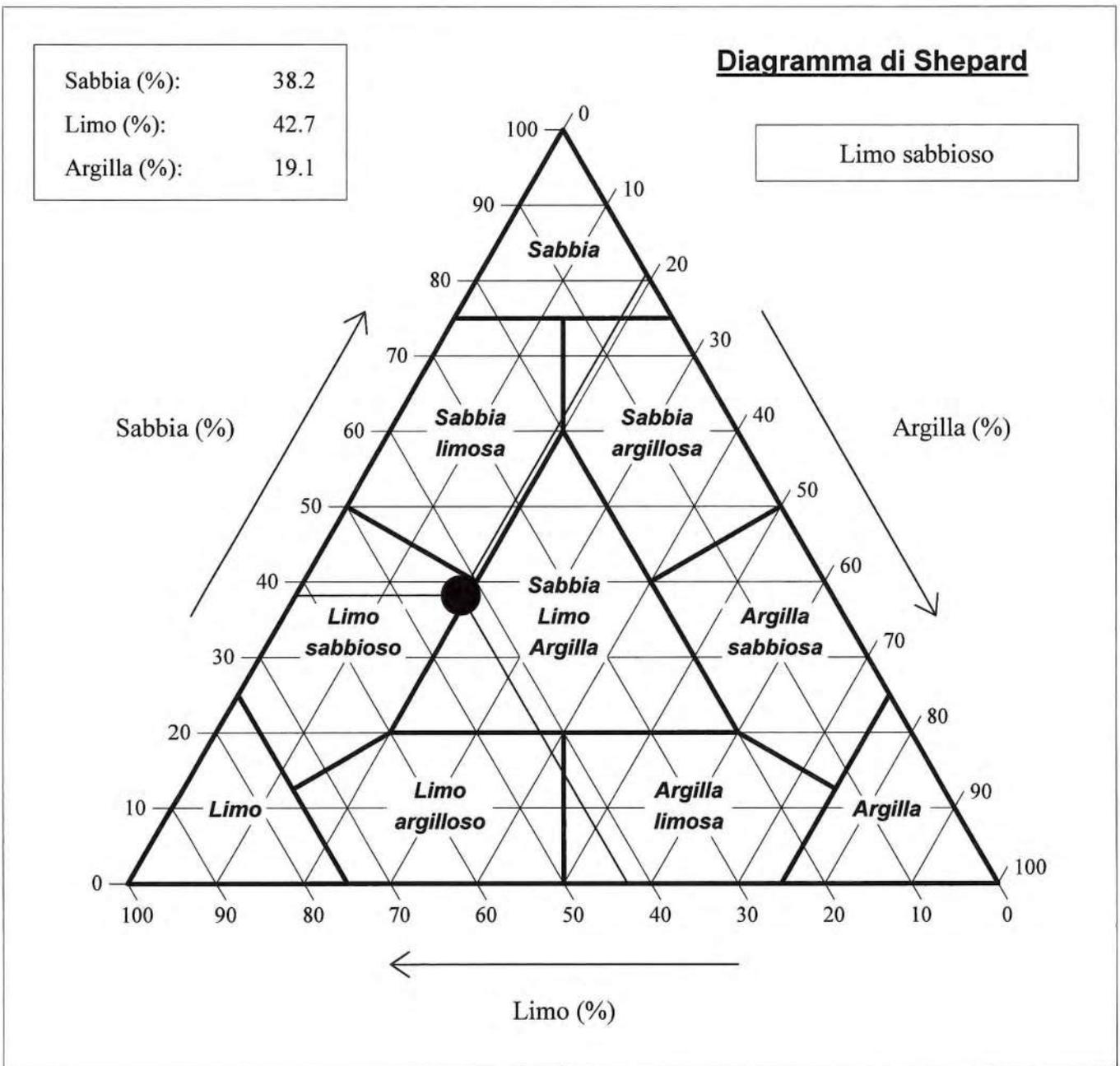
LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Gr/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

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



LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/U/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

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

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 35.2 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Pdv/22 pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

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 = 17.9 kN/m³

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Ps/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

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

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25.5 kN/m³**
 γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25.4 kN/m³**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27.4 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Lc/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

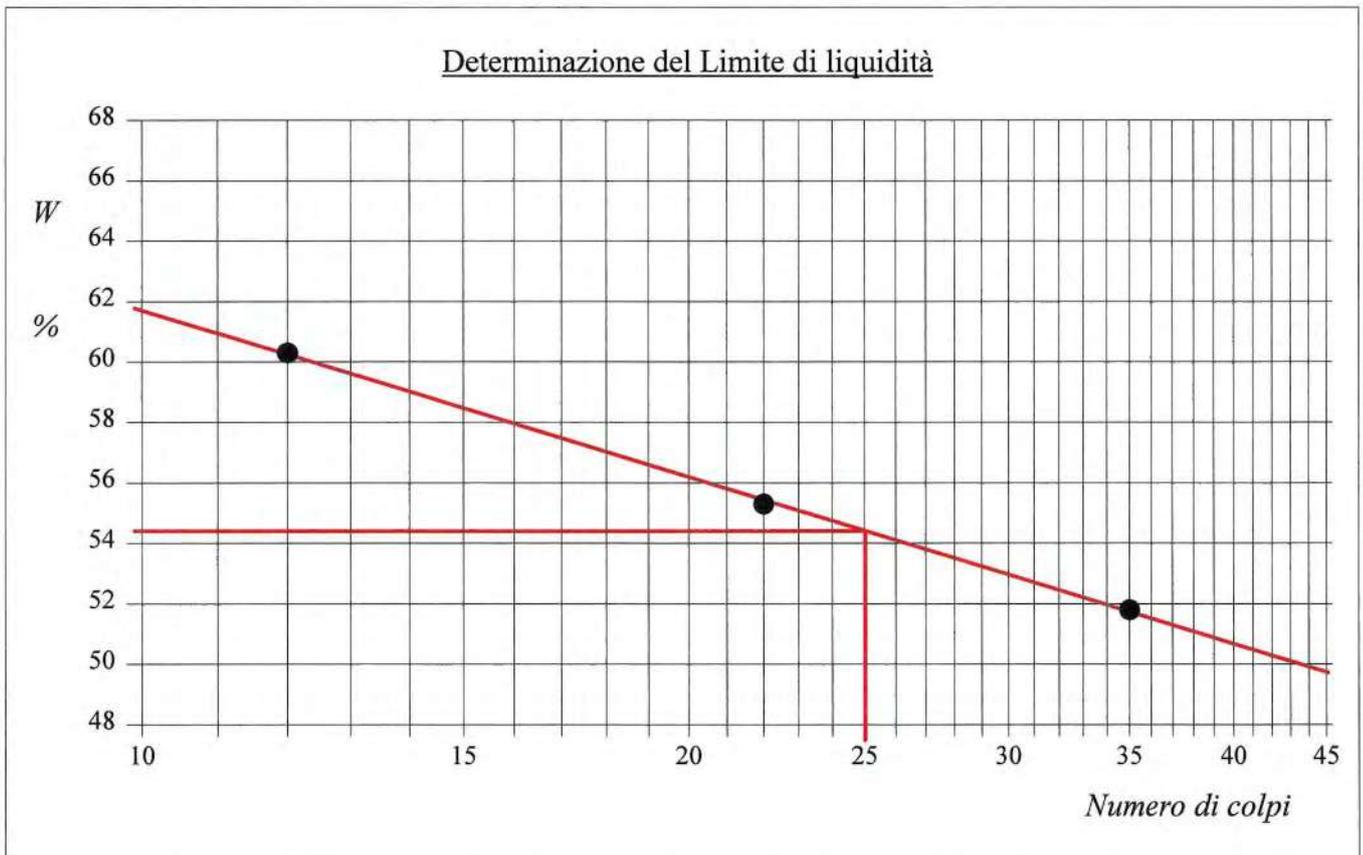
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

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

Limite di liquidità	54.4 %
Limite di plasticità	29.7 %
Indice di plasticità	24.7 %

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	12	22	35		Umidità (%)	29.6	29.8
Umidità (%)	60.3	55.3	51.8		Umidità media	29.7	



LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

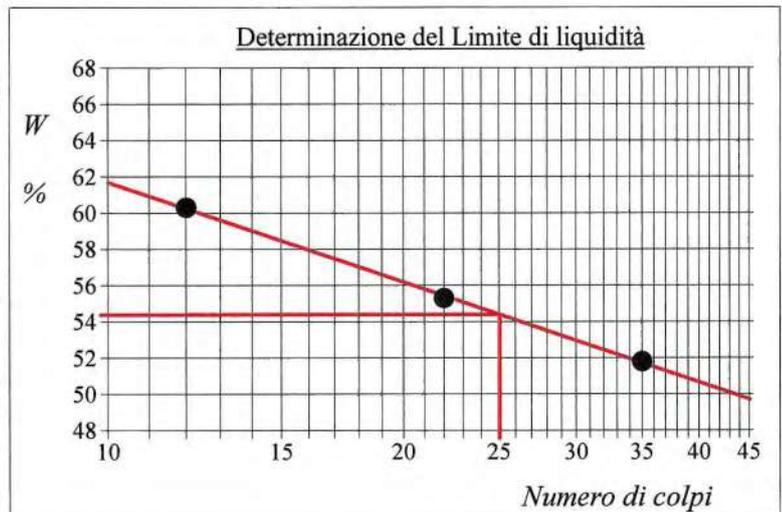
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Lc/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

ABACO DI CASAGRANDE

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

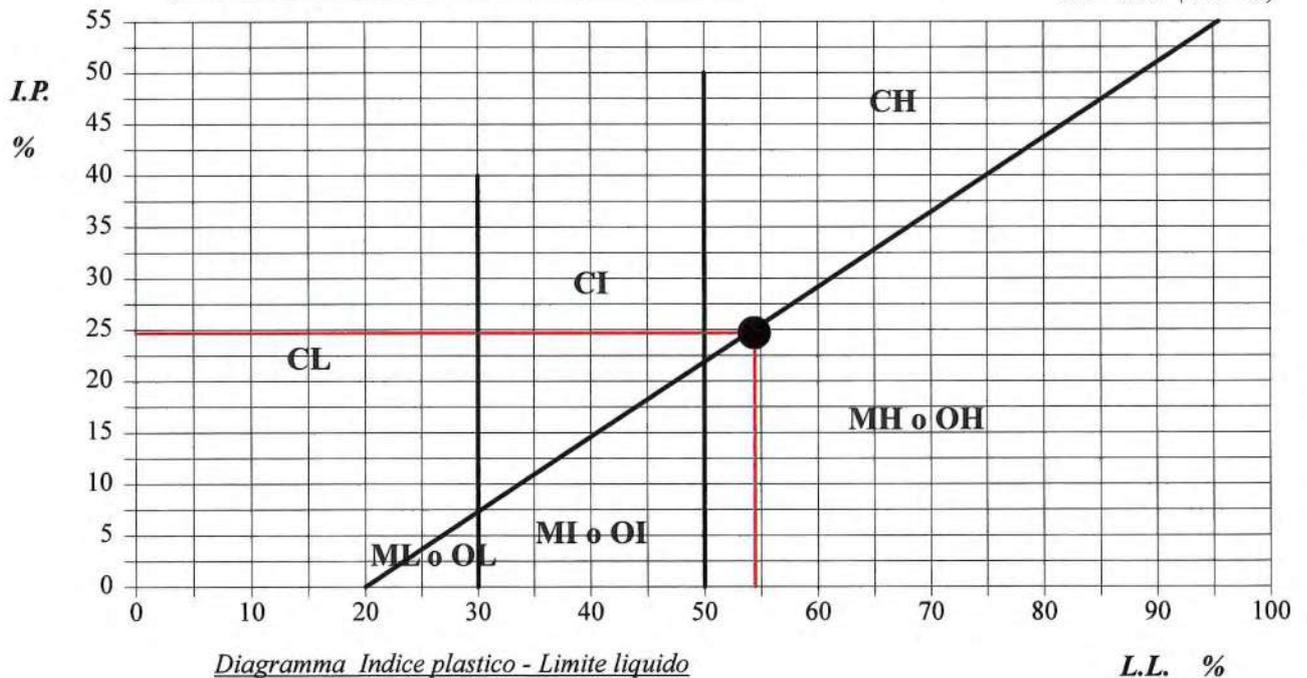
Limite di liquidità	54.4	%
Limite di plasticità	29.7	%
Indice di plasticità	24.7	%
Indice di consistenza	0.78	
Passante al set. n° 40	SI	



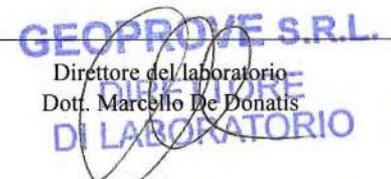
C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Gr/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	98.4 %	Limite di liquidità	54.4 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93.6 %	Limite di plasticità	29.7 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	61.8 %	Indice di plasticità	24.7 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-6 INDICE DI GRUPPO: 13

Tipi usuali dei materiali principali:
 Argille fortemente compressibili fortemente plastiche

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Txd/22 pagina 1/6	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	400	500	600
Massa (g)	158.88	159.38	159.28	Back pressure (kPa)	300	300	300
Altezza (cm)	7.62	7.62	7.62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3.81	3.81	3.81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm ²):	11.40	11.40	11.40	Deformazione verticale (%)	9.2	9.8	11.2
Volume (cm ³)	86.87	86.87	86.87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	204	315	458
Peso di volume (kN/m ³)	17.9	18.0	18.0	Pressione interstiziale (kPa)	300	300	300
Umidità (%)	35.4	35.5	35.7	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	202	357	529
Peso specifico	25.5	25.5	25.5	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	102	157	229
Peso di volume secco (kN/m ³)	13.2	13.3	13.3	Calcolo della velocità di prova			
Grado di saturazione (%)	99.5	100.0	100.0	T100 (minuti)	28.6	22.5	33.7
Parametri di saturazione				Deformazione stimata (%)	10	10	10
Coefficiente B	0.91	0.92	0.92	Velocità di prova (mm/min)	0.019	0.024	0.016
Caratteristiche dopo la consolidazione				Velocità di prova (mm/min)	0.002		
Altezza (cm)	7.60	7.60	7.59				
Variazione altezza (%)	-0.2	-0.3	-0.4				
Volume (cm ³)	82.57	81.02	78.65				
Variazione volume (%)	-4.9	-6.7	-9.5				
Peso di volume (kN/m ³)	19.8	20.4	21.3				
Umidità (%)	42.36	43.36	45.50				
Grado di saturazione (%)	100.0	100.0	100.0				
Caratteristiche dopo la rottura							
Altezza (cm)	6.60	6.55	6.54				
Volume (cm ³)	80.83	79.09	76.74				
Peso di volume (kN/m ³)	18.8	19.1	19.6				
Umidità (%)	38.70	38.38	38.50				
Grado di saturazione (%)	100.0	100.0	100.0				

LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Txd/22 pagina 3/6	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

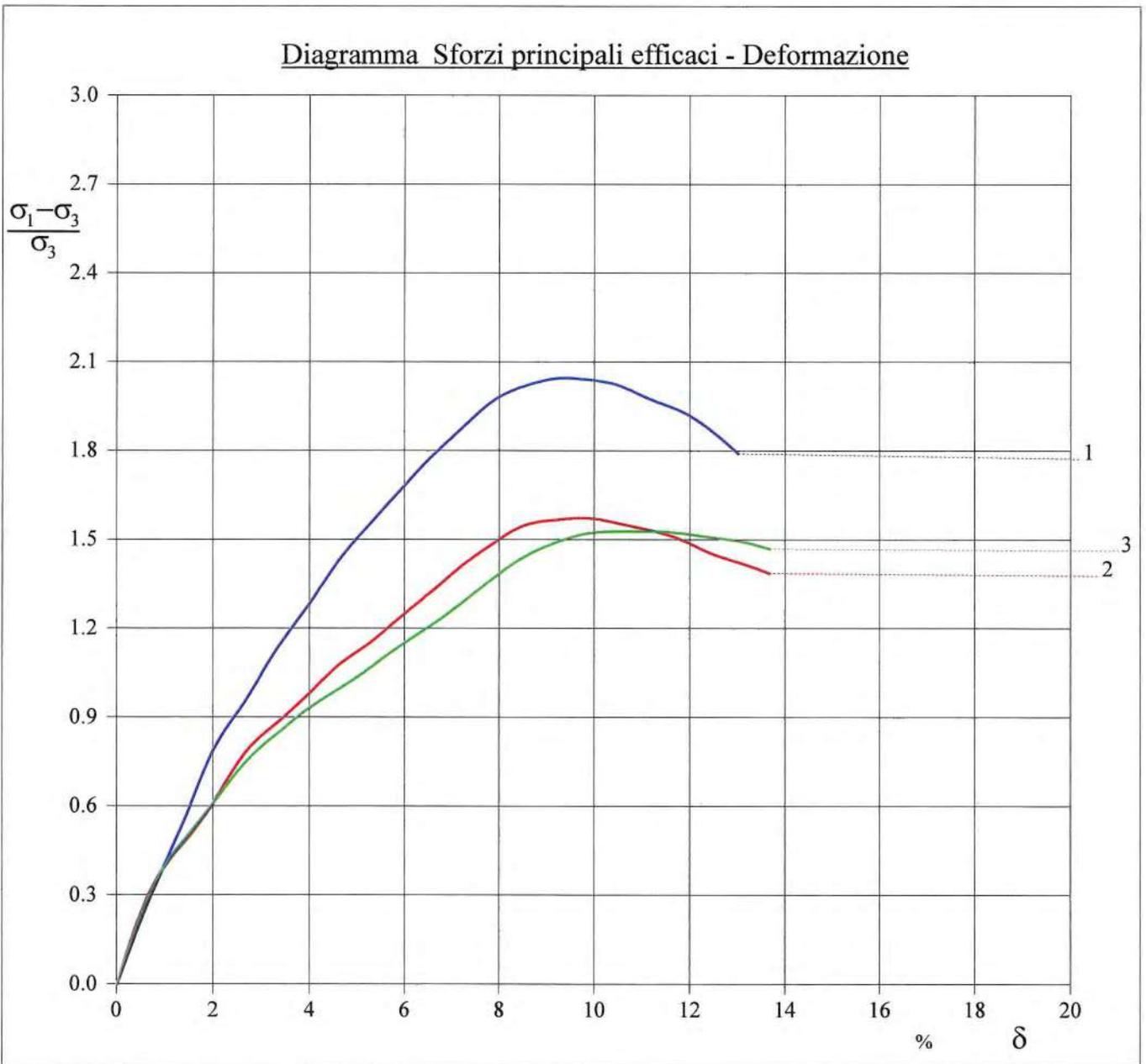
PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	ΔV %	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	ΔV %	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	ΔV %
0.50	0.66	27.6	-0.41	0.50	0.66	60.0	-0.27	0.50	0.66	87.7	-0.50
1.00	1.31	52.6	-0.57	1.00	1.31	92.9	-0.49	1.00	1.31	142.0	-0.82
1.50	1.97	78.2	-0.69	1.50	1.97	121.1	-0.73	1.50	1.97	181.8	-1.05
2.00	2.62	95.0	-0.74	2.00	2.62	155.2	-0.96	2.00	2.62	223.6	-1.26
2.50	3.28	112.4	-0.81	2.50	3.28	175.2	-1.15	2.50	3.28	252.2	-1.36
3.00	3.94	127.2	-0.91	2.75	3.61	184.7	-1.23	3.00	3.94	277.9	-1.44
3.50	4.59	142.7	-0.99	3.00	3.94	194.7	-1.29	3.50	4.59	298.3	-1.52
4.00	5.25	155.0	-1.11	3.50	4.59	215.0	-1.44	4.00	5.25	319.6	-1.60
4.50	5.91	166.7	-1.17	4.00	5.25	229.8	-1.60	4.50	5.91	342.5	-1.66
5.00	6.56	177.9	-1.24	4.50	5.91	247.4	-1.78	5.00	6.56	363.1	-1.73
5.50	7.22	187.7	-1.34	5.00	6.56	264.7	-1.90	5.50	7.22	386.4	-1.73
6.00	7.87	197.0	-1.44	5.50	7.22	282.3	-1.99	6.00	7.87	411.1	-1.74
6.50	8.53	201.8	-1.52	6.00	7.87	297.5	-2.06	6.50	8.53	432.8	-1.77
7.00	9.19	204.4	-1.63	6.50	8.53	309.5	-2.13	7.00	9.19	447.0	-1.85
7.50	9.84	204.1	-1.71	7.00	9.19	313.2	-2.20	7.50	9.84	456.2	-1.95
8.00	10.50	202.1	-1.79	7.50	9.84	314.5	-2.23	8.00	10.50	458.3	-2.05
8.50	11.15	197.4	-1.85	8.00	10.50	310.7	-2.27	8.50	11.15	458.3	-2.16
9.00	11.81	193.3	-1.97	8.50	11.15	306.3	-2.29	9.00	11.81	456.3	-2.27
9.50	12.47	186.4	-2.06	9.00	11.81	299.8	-2.32	9.50	12.47	451.7	-2.37
10.00	13.12	177.3	-2.12	9.50	12.47	290.1	-2.36	10.00	13.12	447.2	-2.44
				10.00	13.12	283.3	-2.38	10.50	13.78	438.4	-2.43
				10.50	13.78	275.5	-2.38				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/Txd/22 pagina 4/6	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9



LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

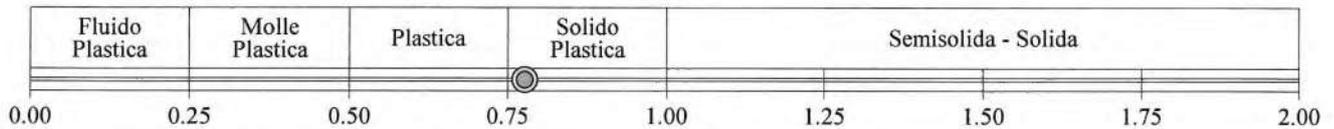
CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Limo con sabbia argilloso
--------------------------	---------------------------

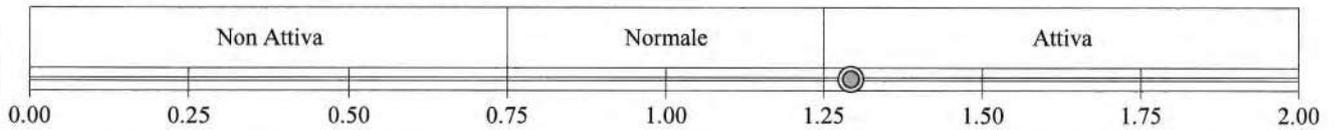
CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

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

I.C. = Indice di consistenza = (LL - Wn) / IP = 0.78



A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 1.29



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa												
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

Pressione del campione in sito = 0.0kPa								
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0.0kPa								
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.00								
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 SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/CR/22 pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 29/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI COLONNA RISONANTE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4015

DATI INIZIALI		DATI INIZIO PROVA	
Massa del provino (g):	358.30	Condizioni del campione:	Indisturbato
Altezza del provino (mm):	100.01	Pressione di cella (kPa):	450
Diametro del provino (mm):	49.98	Contropressione (kPa):	300
Umidità del provino (%):	35.21	Coefficiente B:	0.91
Peso di volume (kN/m³):	17.91	Altezza iniziale (mm):	97.300
Peso specifico (kN/m³):	25.5	Deformazione assiale (mm):	2.710
Grado di saturazione (%):	99.0	Deformazione assiale (%):	2.710
Fattore raggio equivalente:	0.666	Deformazione volumetrica (cm³):	4.100
Raggio equivalente (mm):	24.740	Deformazione volumetrica (%):	2.090

Test	Frequenza di risonanza Hz	Momento torcente Nm	Deformazione di taglio max %	Modulo di taglio G MPa	G/Go	Rapporto di smorzam. D %
1 *	70.70	0.00150	3.000E-03	59.700	1.00	2.700
2	70.50	0.00460	5.000E-03	59.500	1.00	2.900
3	70.30	0.00230	7.000E-03	59.300	0.99	3.100
4	69.40	0.01060	9.000E-03	59.000	0.99	3.300
5	68.90	0.01370	1.000E-02	58.500	0.98	3.700
6	68.10	0.01670	1.300E-02	57.900	0.97	4.200
7	67.30	0.02430	1.900E-02	56.300	0.94	5.000
8	66.70	0.02880	2.300E-02	55.400	0.93	5.500
9	65.20	0.03040	2.700E-02	53.500	0.90	6.000
10	64.10	0.03800	3.400E-02	50.700	0.85	6.600
11	63.70	0.04560	3.900E-02	49.300	0.83	7.300
12	62.10	0.05000	4.500E-02	47.300	0.79	7.600
13	61.10	0.06230	4.900E-02	44.300	0.74	8.100
14	60.40	0.08360	5.500E-02	41.000	0.69	8.500
15	69.70	0.10030	6.100E-02	37.200	0.62	9.500
16	58.30	0.10640	6.900E-02	35.400	0.59	10.500
17	57.10	0.12160	7.300E-02	33.600	0.56	11.300
18	56.00	0.12920	7.900E-02	30.200	0.51	12.000
19	55.40	0.13680	8.300E-02	27.400	0.46	12.600
20	54.30	0.14440	9.000E-02	22.400	0.38	13.400

* Test corrispondente al valore di Go

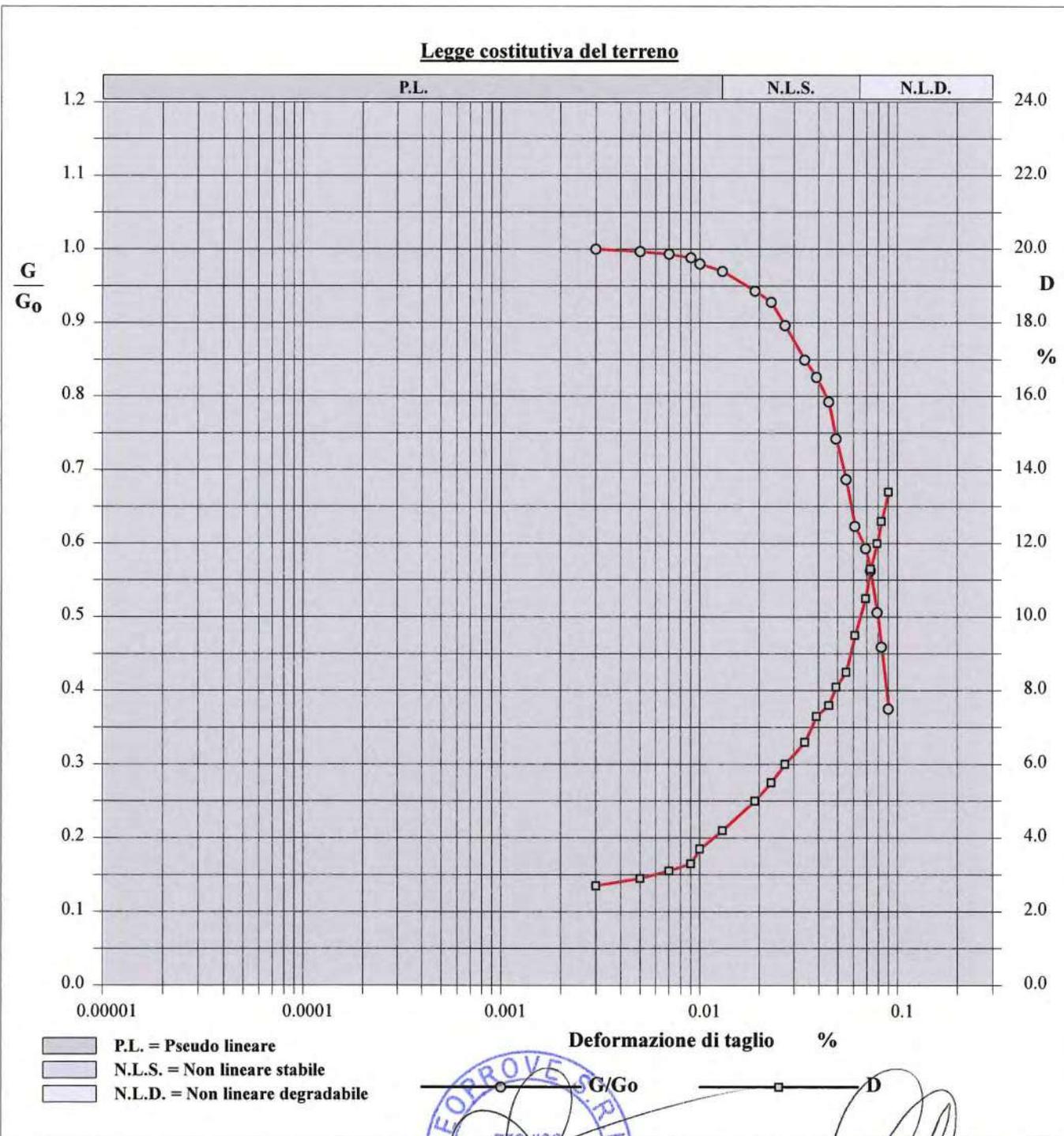
LIMO CON SABBIA ARGILLOSO DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1314/CR/22 pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 29/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI COLONNA RISONANTE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4015



Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis
 DIRETTORE DI LABORATORIO

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.

RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

SONDAGGIO: S10 bis

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.50-15.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	35.7	%
Peso di volume	17.3	kN/m ³
Peso di volume secco	12.8	kN/m ³
Peso di volume saturo	17.8	kN/m ³
Peso specifico	25.9	kN/m ³
Indice dei vuoti	1.030	
Porosità	50.8	%
Grado di saturazione	91.5	%
Limite di liquidità	51.6	%
Limite di plasticità	30.4	%
Indice di plasticità	21.2	%
Indice di consistenza	0.75	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A7-5	I.G. = 12

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	36.6	%
Limo	32.1	%
Argilla	31.3	%
D 10		mm
D 50	0.036082	mm
D 60	0.065182	mm
D 90	0.251104	mm
Passante set. 10	98.9	%
Passante set. 42	94.7	%
Passante set. 200	63.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	64	kPa	σ Rim	kPa
c_u	32	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	8.9	kPa	ϕ' 26.3 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec	C_α
12.5÷24.5	1201	0.000320	2.61E-08	0.00129
24.5÷49.0	1503	0.000370	2.41E-08	0.00182
49.0÷98.0	2379	0.000445	1.83E-08	0.00199
98.0÷196.0	3250	0.000380	1.15E-08	0.00297
196.0÷392.0	5444	0.000368	6.64E-09	0.00337
392.0÷784.0	9459	0.000354	3.67E-09	0.00341
784.0÷1568.0	17555	0.000301	1.68E-09	0.00445

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

Posizione delle prove		cm	Rp	VT	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	CS	ED	TD	kPa	kPa
		0				SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.
		5		40		CLASSIFICAZIONE BASATA SUI LIMITI DI CONSISTENZA:
		10				MH o OH - Limi inorganici o argille e limi organici ad alta compressibilità dell'abaco di plasticità di Casagrande.
		15		40		MUNSELL SOIL COLOR: 2.5Y 5/2 Grayish brown
		20			22	



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo
- Sciolto

QUALITA' DEL CAMPIONE

- Q5 (Ottima)
- Q4 (Buona)
- Q3 (Sufficiente)
- Q2 (Insufficiente)
- Q1 (Pessima)

DIMENSIONE DEL CAMPIONE

Diametro: 80 mm

CONTENITORE

Fustella metallica

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

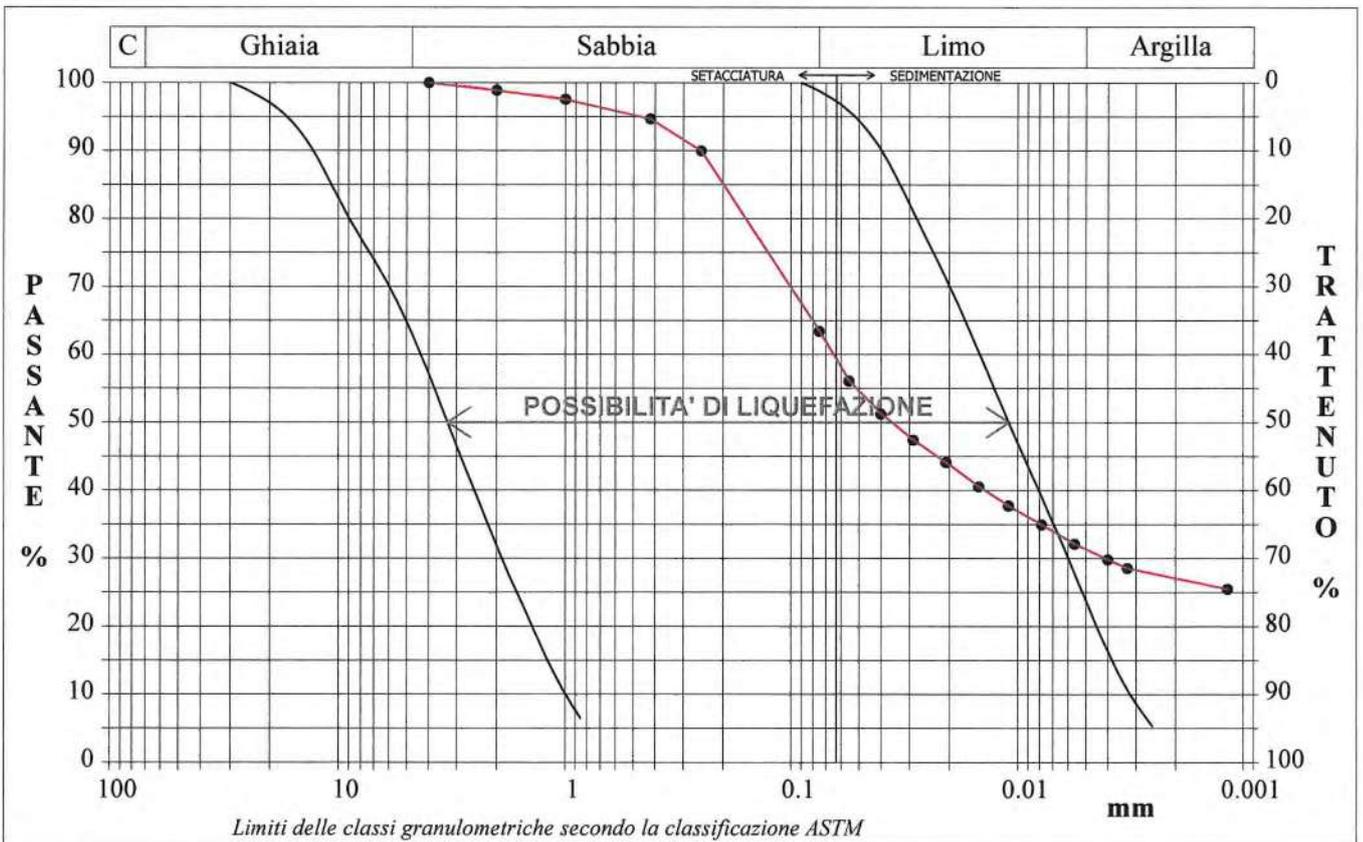
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Gr/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.9 %	D10	--- mm
Sabbia	36.6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94.7 %	D30	0.00412 mm
Limo	32.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	63.4 %	D50	0.03608 mm
Argilla	31.3 %			D60	0.06518 mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---
				D90	0.25110 mm



Diametro mm	Passante %								
4.0000	100.00	0.0750	63.41	0.0149	40.53	0.0033	28.55		
2.0000	98.88	0.0555	56.08	0.0110	37.73	0.0012	25.49		
1.0000	97.54	0.0401	51.24	0.0079	34.92				
0.4200	94.67	0.0289	47.41	0.0056	32.12				
0.2500	89.96	0.0207	44.10	0.0040	29.83				

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Gr/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

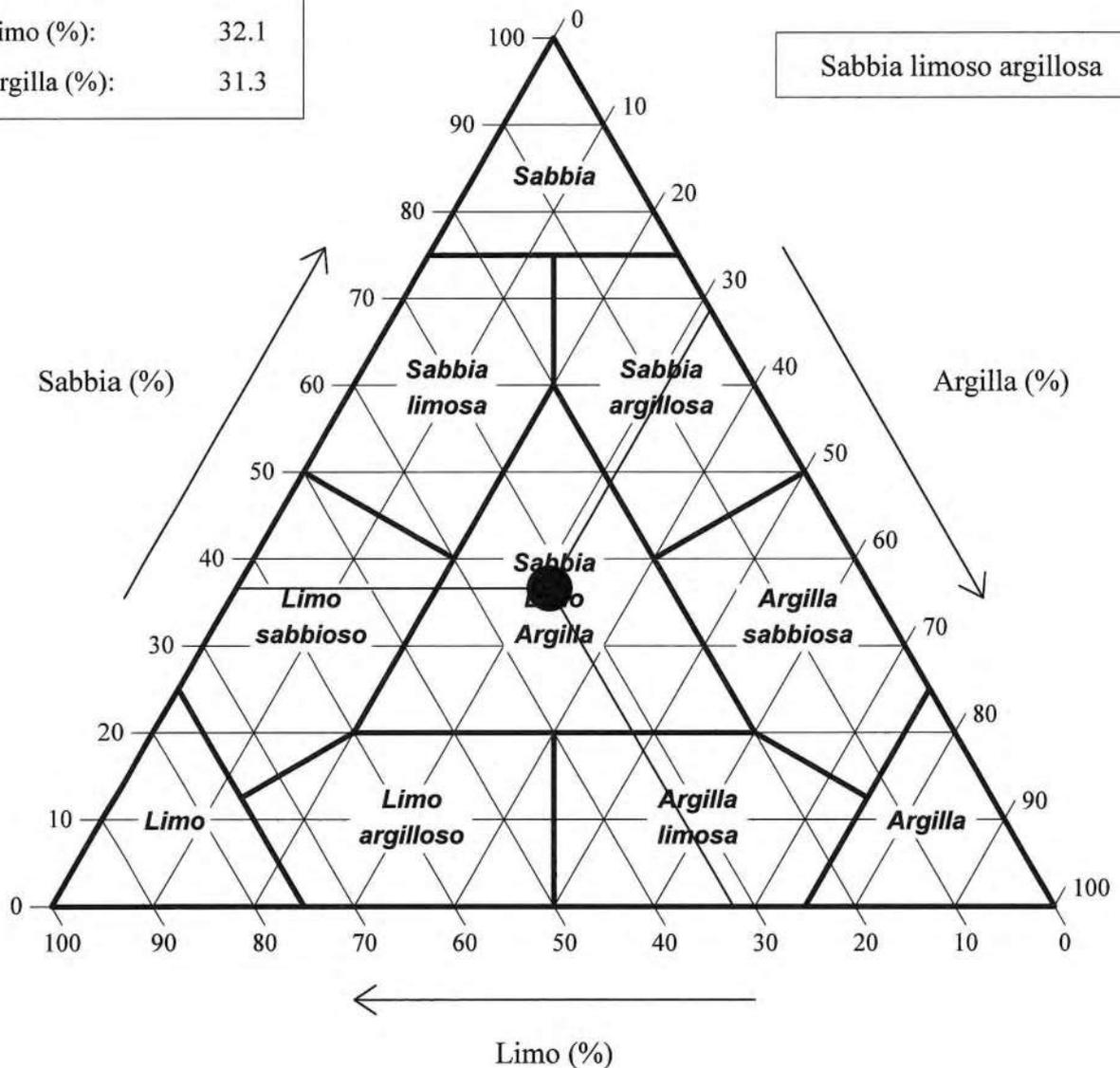
ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

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

Sabbia (%):	36.6
Limo (%):	32.1
Argilla (%):	31.3

Diagramma di Shepard

Sabbia limoso argillosa



SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis
 RESPONSABILE
 DI LABORATORIO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/U/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

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

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 35.7 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Pdv/22 pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

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 = 17.3 kN/m³

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Ps/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

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

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25.9 kN/m³**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25.9 kN/m³**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27.2 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

Disaerazione eseguita sotto vuoto

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Lc/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

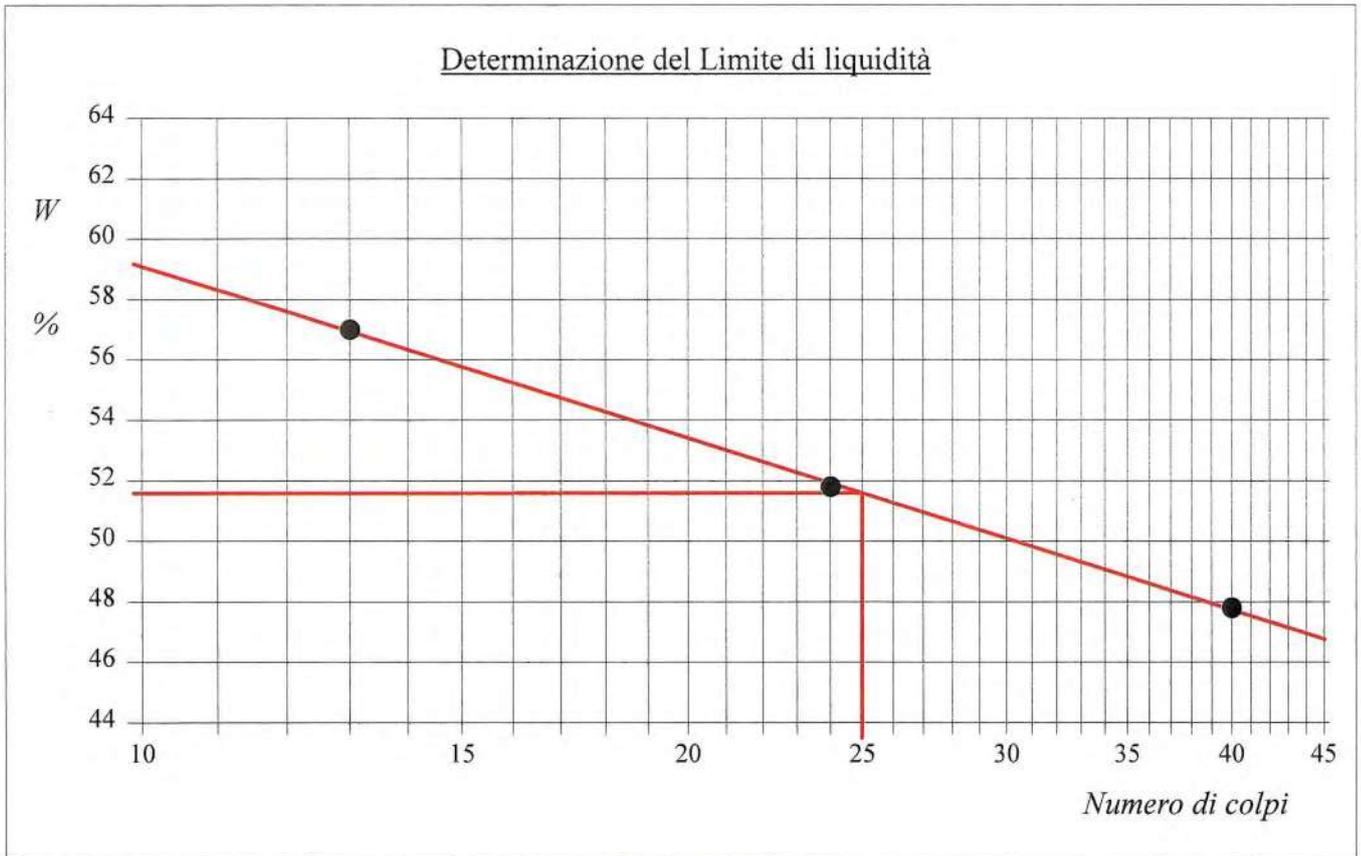
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

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

Limite di liquidità	51.6 %
Limite di plasticità	30.4 %
Indice di plasticità	21.2 %

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	24	40		Umidità (%)	30.2	30.6
Umidità (%)	57.0	51.8	47.8		Umidità media	30.4	



SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

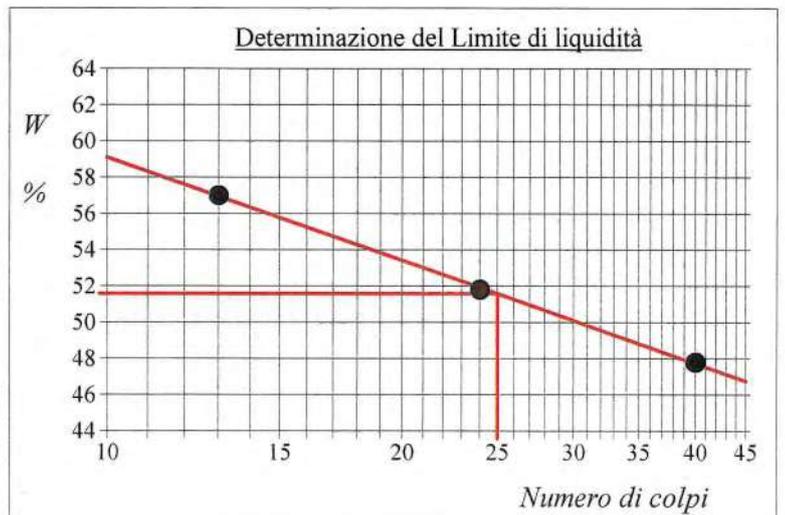
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Lc/22 Allegato I	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

ABACO DI CASAGRANDE

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

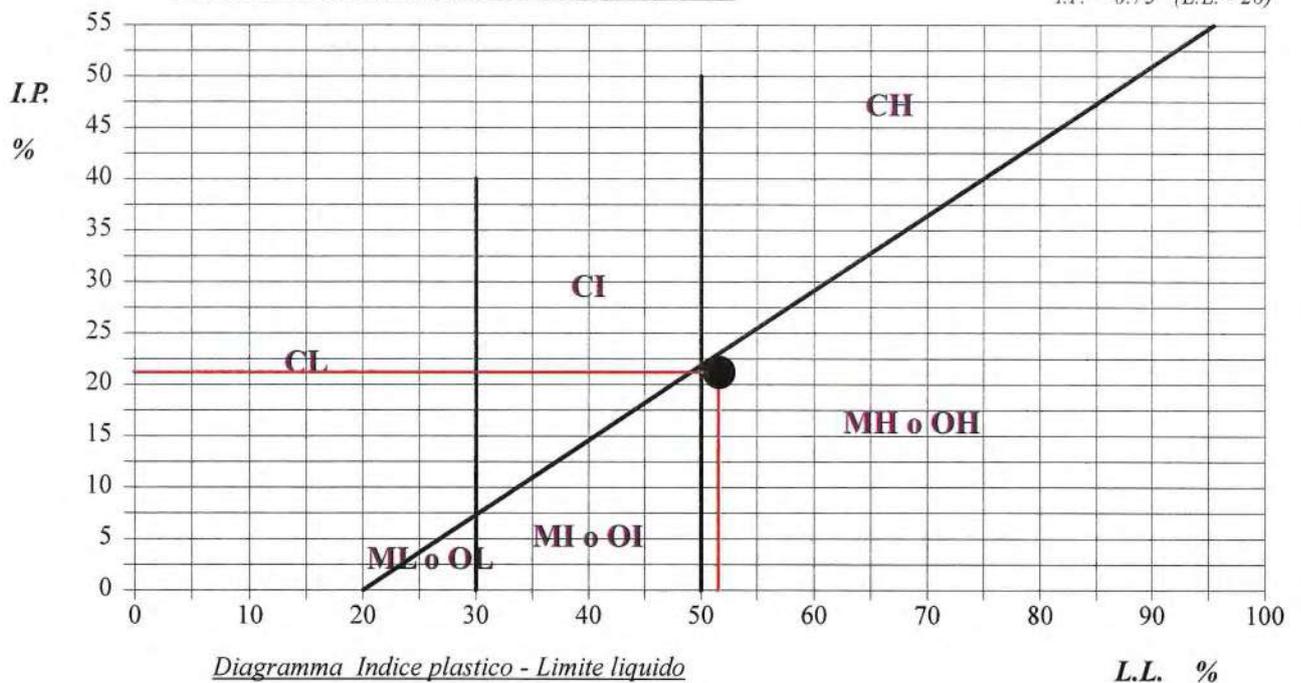
Limite di liquidità	51.6	%
Limite di plasticità	30.4	%
Indice di plasticità	21.2	%
Indice di consistenza	0.75	
Passante al set. n° 40	SI	



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

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Gr/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	98.9 %	Limite di liquidità	51.6 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94.7 %	Limite di plasticità	30.4 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	63.4 %	Indice di plasticità	21.2 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A7-5 INDICE DI GRUPPO: 12

Tipi usuali dei materiali principali:
 Argille fortemente compressibili mediamente plastiche

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.



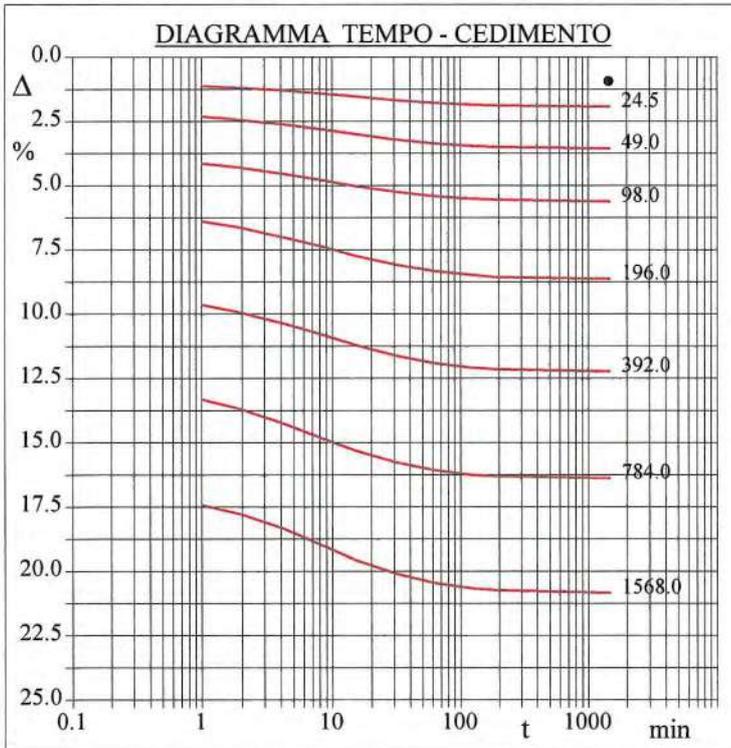
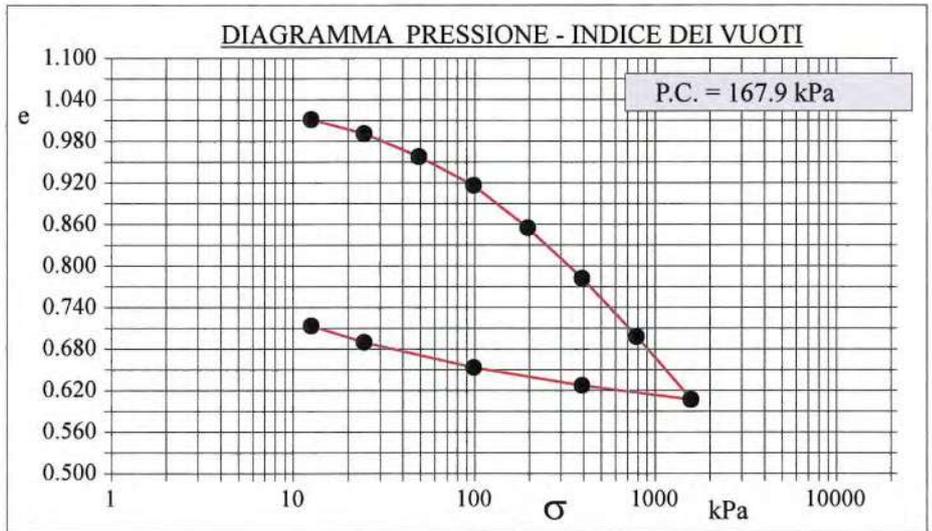
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Ed/22 Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

PROVA EDOMETRICA

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

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	17.33
Umidità (%)	35.7
Peso specifico (kN/m ³)	25.94
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.00
Sezione provino (cm ²)	19.63
Volume provino (cm ³)	39.27
Volume dei vuoti (cm ³)	19.93
Indice dei vuoti	1.03
Porosità (%)	50.75
Saturazione (%)	91.5



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	18.6	1.012	
24.5	38.6	0.991	0.069
49.0	71.2	0.958	0.110
98.0	112.4	0.916	0.139
196.0	172.7	0.855	0.203
392.0	244.7	0.782	0.243
784.0	327.6	0.698	0.280
1568.0	416.9	0.607	0.301
392.0	396.9	0.628	
98.0	371.4	0.653	
24.5	335.5	0.690	
12.5	312.1	0.714	

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.



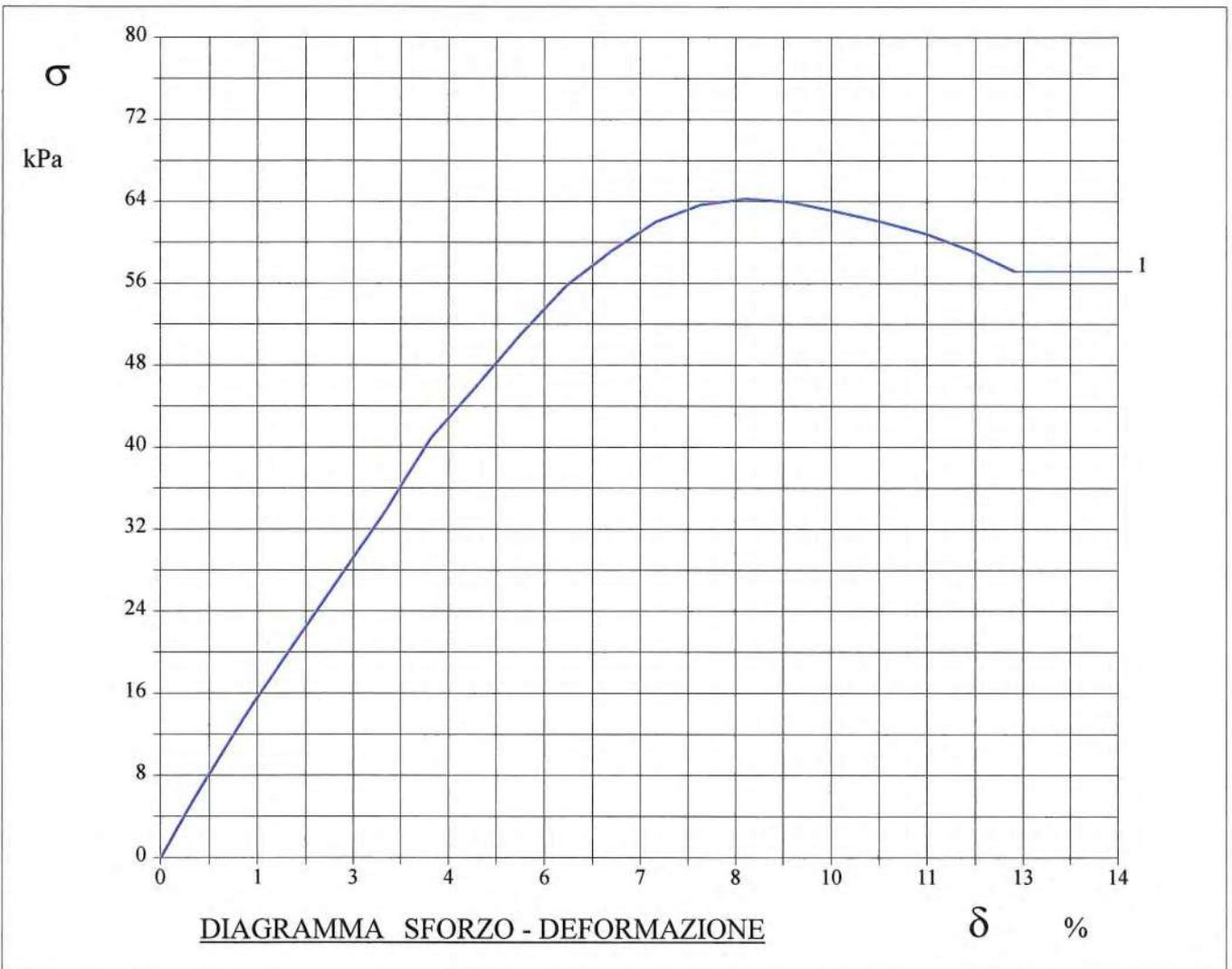
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Cs/22 Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 29/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

PROVA DI COMPRESIONE 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):	17.3	-----	-----
Deformazione a rottura (%):	8.53	-----	-----
Sforzo a rottura (kPa):	64.3	-----	-----



SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Td/22 Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 31/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

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):	64		103		163	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.25	-0.12	6.00	-0.20	5.00	-0.16
Umidità iniziale e umidità finale (%):	34.7	38.5	35.1	38.8	35.3	38.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17.4	18.6	17.3	18.8	17.3	19.1
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	91.2	100.0	90.5	100.0	91.1	100.0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

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

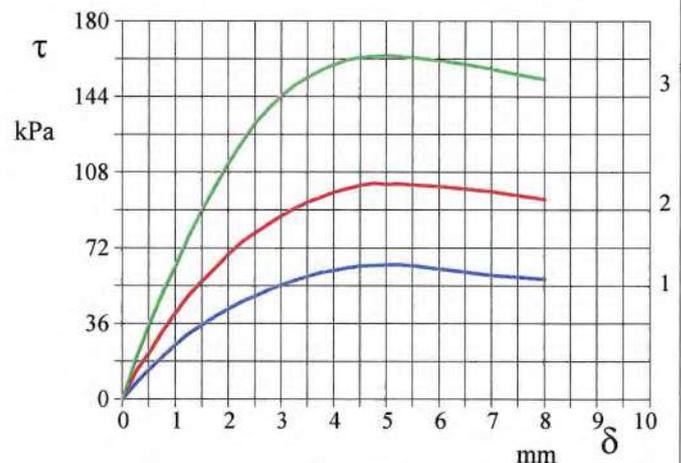
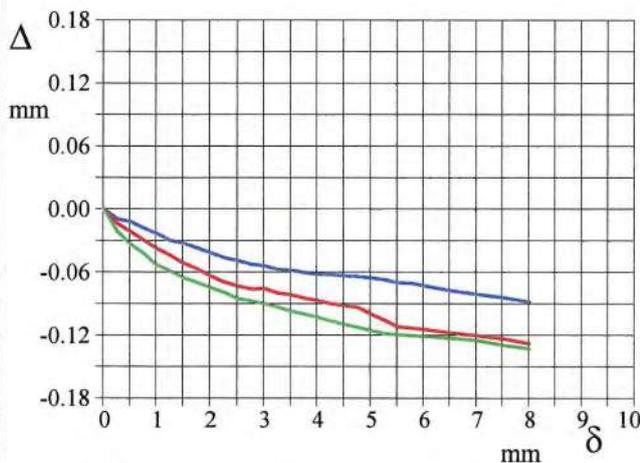
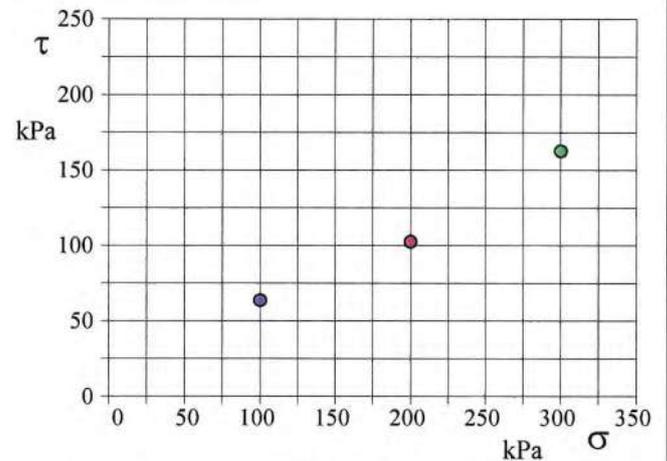


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

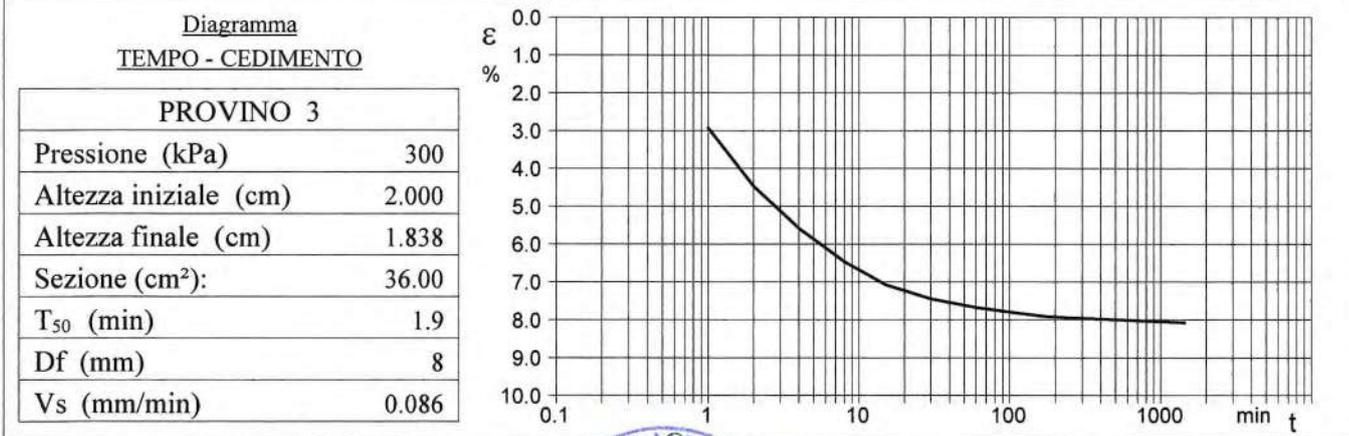
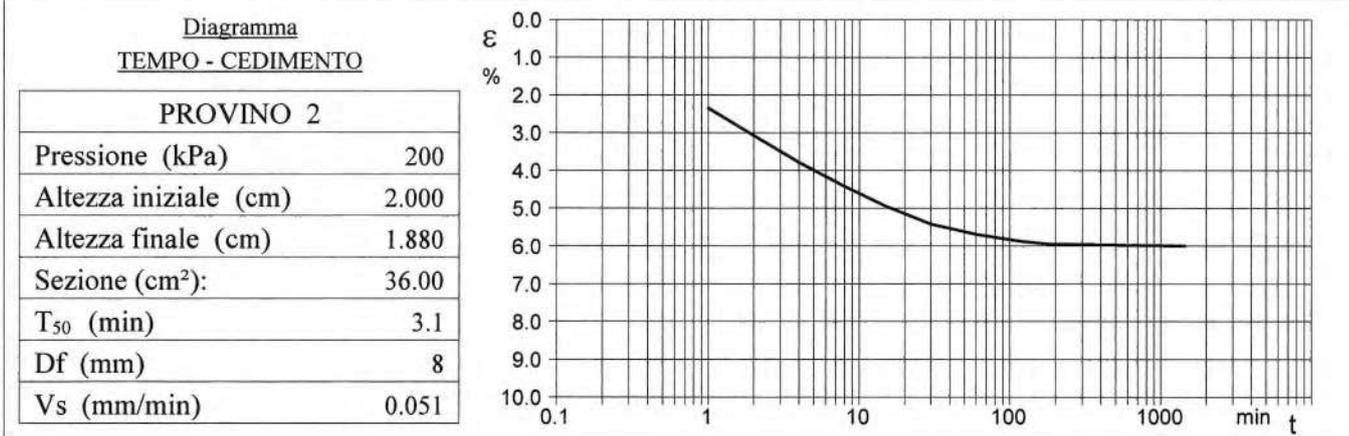
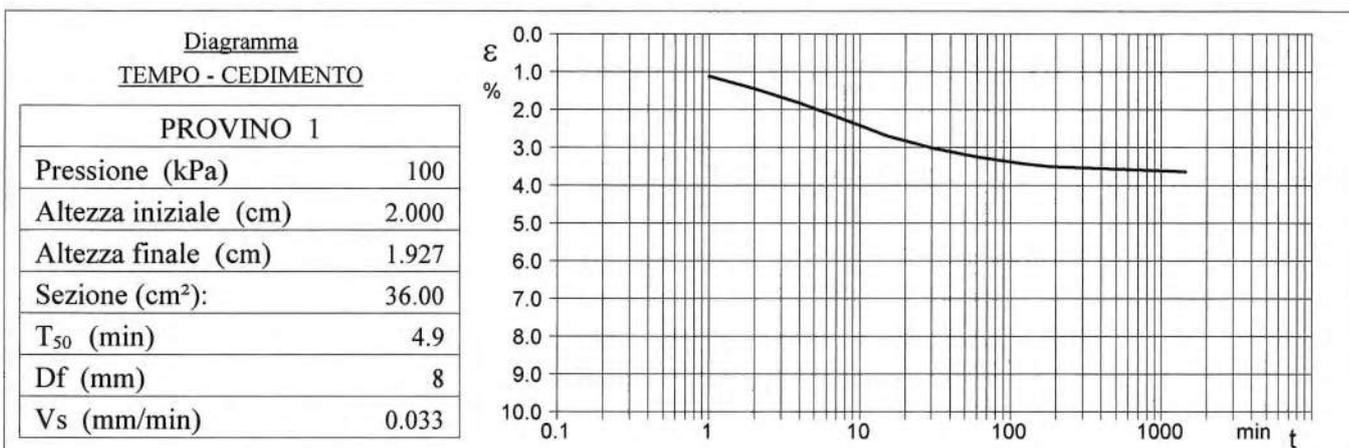


CERTIFICATO DI PROVA N°: 1315/Td/22 Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 31/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

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

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00

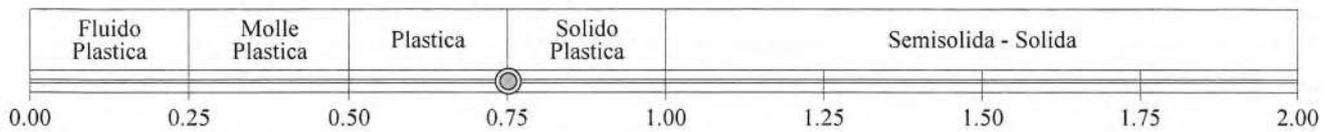
CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Sabbia con limo e argilla
-------------------	---------------------------

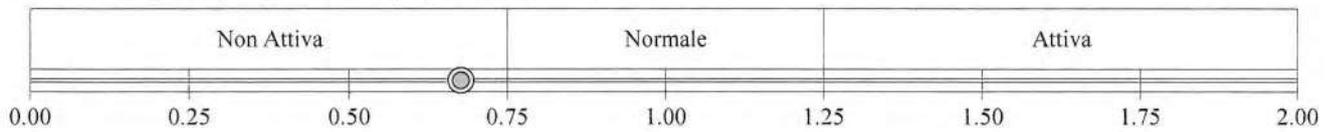
CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

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

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0.75$



A = Attività (Skempton) = $IP / CF \text{ (clay fraction)} = 0.68$



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata [da Prova di Compressione ad E.L.L.] = 32 kPa	
	<p>1 - Molto molle 2 - Molle 3 - Mediamente compatto</p>

CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito = 261.0kPa	
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 167.9kPa	
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.64	

SABBIA CON LIMO E ARGILLA DI COLORE MARRONE-GRIGIASTRO.

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.

RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

SONDAGGIO: S10 bis

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 21.00-21.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	16.4	%
Peso di volume	18.9	kN/m ³
Peso di volume secco	16.3	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.0	kN/m ³
Peso specifico	26.3	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.614	
Porosità	38.1	%
Grado di saturazione	71.3	%
Limite di liquidità	35.5	%
Limite di plasticità	25.3	%
Indice di plasticità	10.2	%
Indice di consistenza	1.88	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A6	I.G. = 1

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	4.1	%
Sabbia	62.7	%
Limo	23.9	%
Argilla	9.3	%
D 10	0.005637	mm
D 50	0.139710	mm
D 60	0.257079	mm
D 90	1.274560	mm
Passante set. 10	95.9	%
Passante set. 42	70.5	%
Passante set. 200	39.9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

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

COMPRESSIONE TRIASSIALE

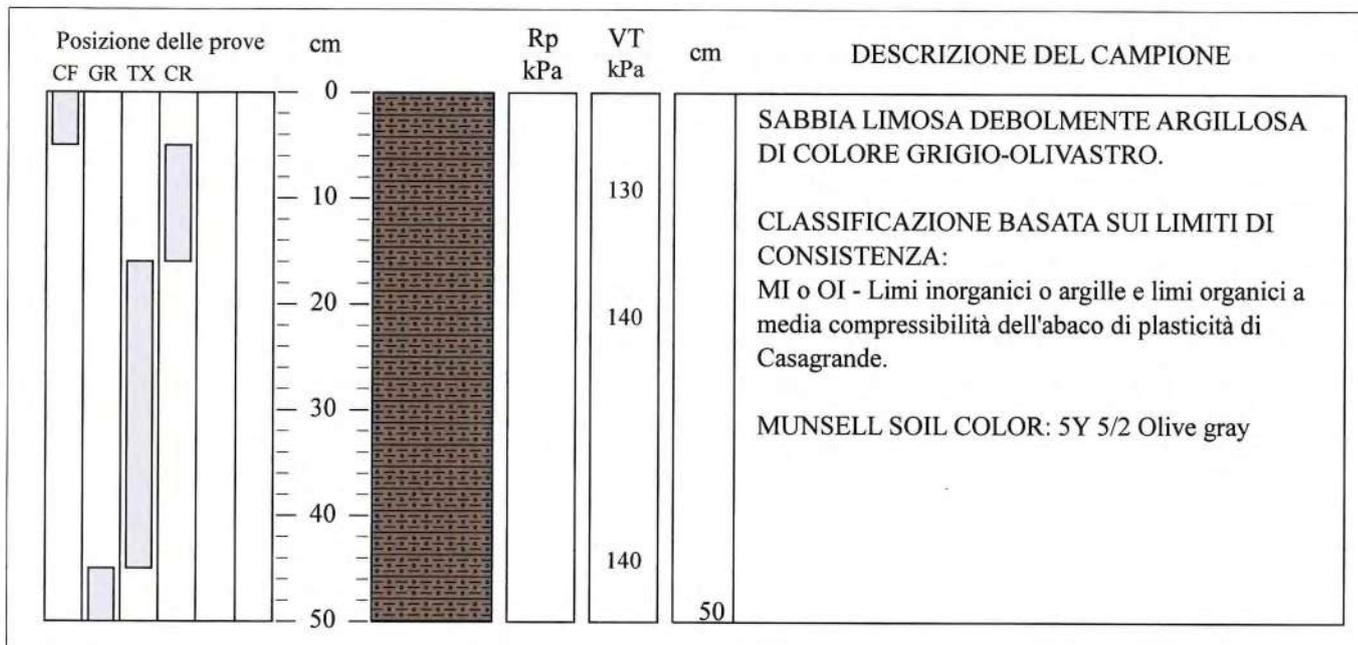
C.D.	c_d	11	kPa	ϕ_d	29.9	°
C.U.	c'_{cu}		kPa	ϕ'_{cu}		°
	c_{cu}		kPa	ϕ_{cu}		°
U.U.	c_u		kPa	ϕ_u		°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50



TIPO DI CAMPIONE

- Cilindrico
- Cubico
- Massivo
- Sciolto

QUALITA' DEL CAMPIONE

- Q5 (Ottima)
- Q4 (Buona)
- Q3 (Sufficiente)
- Q2 (Insufficiente)
- Q1 (Pessima)

DIMENSIONE DEL CAMPIONE

Diametro: 80 mm

CONTENITORE

Fustella metallica

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

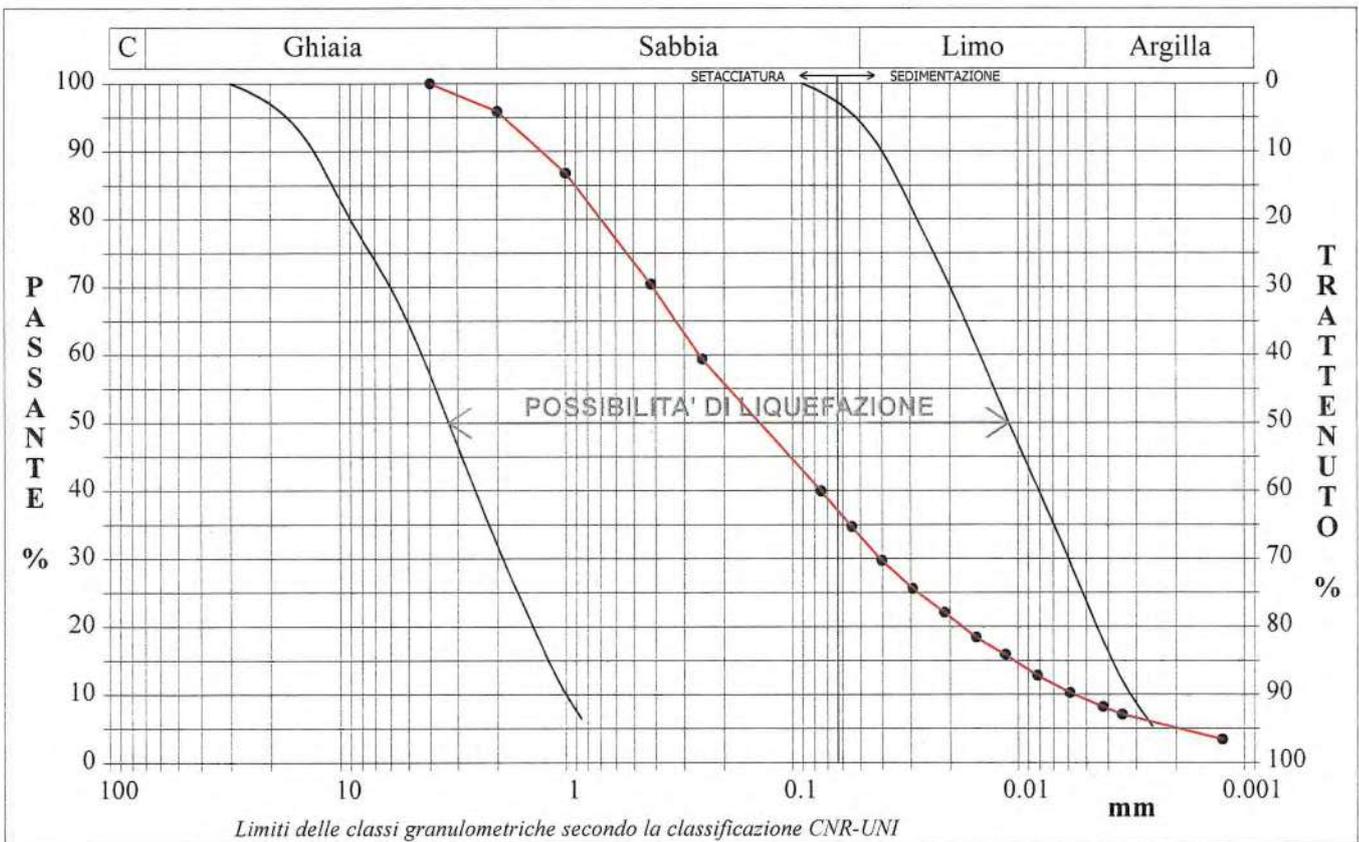
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/g/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

ANALISI GRANULOMETRICA

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

Ghiaia	4.1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	95.9 %	D10	0.00564 mm
Sabbia	62.7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	70.5 %	D30	0.04095 mm
Limo	23.9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	39.9 %	D50	0.13971 mm
Argilla	9.3 %			D60	0.25708 mm
Coefficiente di uniformità 45.60		Coefficiente di curvatura 1.16		D90	1.27456 mm



Diametro mm	Passante %								
4.0000	100.00	0.0750	39.95	0.0154	18.43	0.0035	7.11		
2.0000	95.89	0.0549	34.69	0.0114	15.88	0.0013	3.44		
1.0000	86.83	0.0403	29.75	0.0082	12.85				
0.4200	70.48	0.0294	25.60	0.0059	10.30				
0.2500	59.40	0.0213	22.09	0.0042	8.23				

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

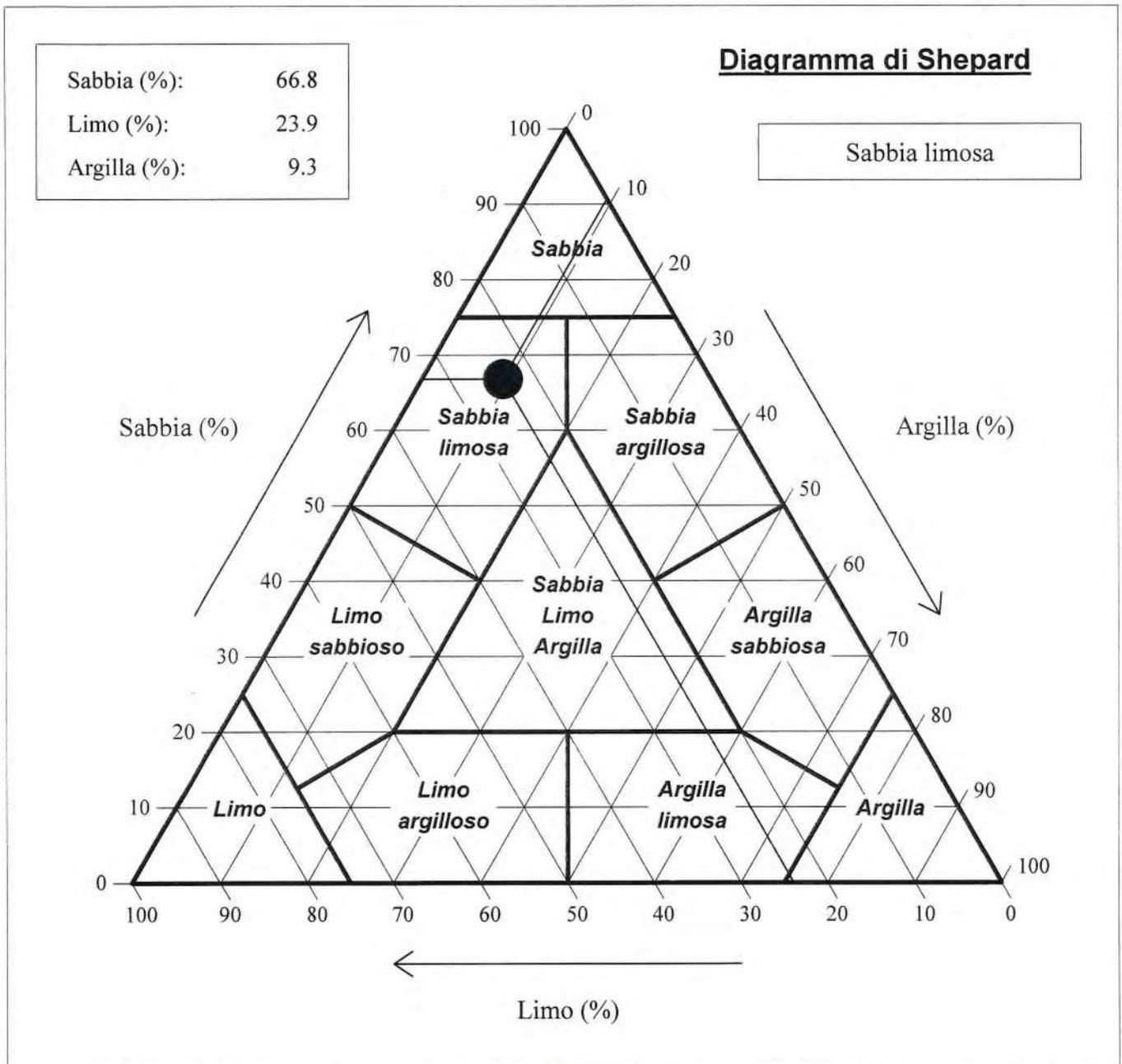


CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/g/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

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



SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/u/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

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

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 16.4 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.



GEOPROVE S.R.L.
 DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/pdv/22 pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 27/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

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 = 18.9 kN/m³

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/ps/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 28/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 28/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

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

$\gamma_s = \text{Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m}^3) = 26.3 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_{sc} = \text{Peso specifico dei granuli corretto a } 20^\circ \text{ (kN/m}^3) = 26.3 \text{ kN/m}^3$

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/lc/22 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

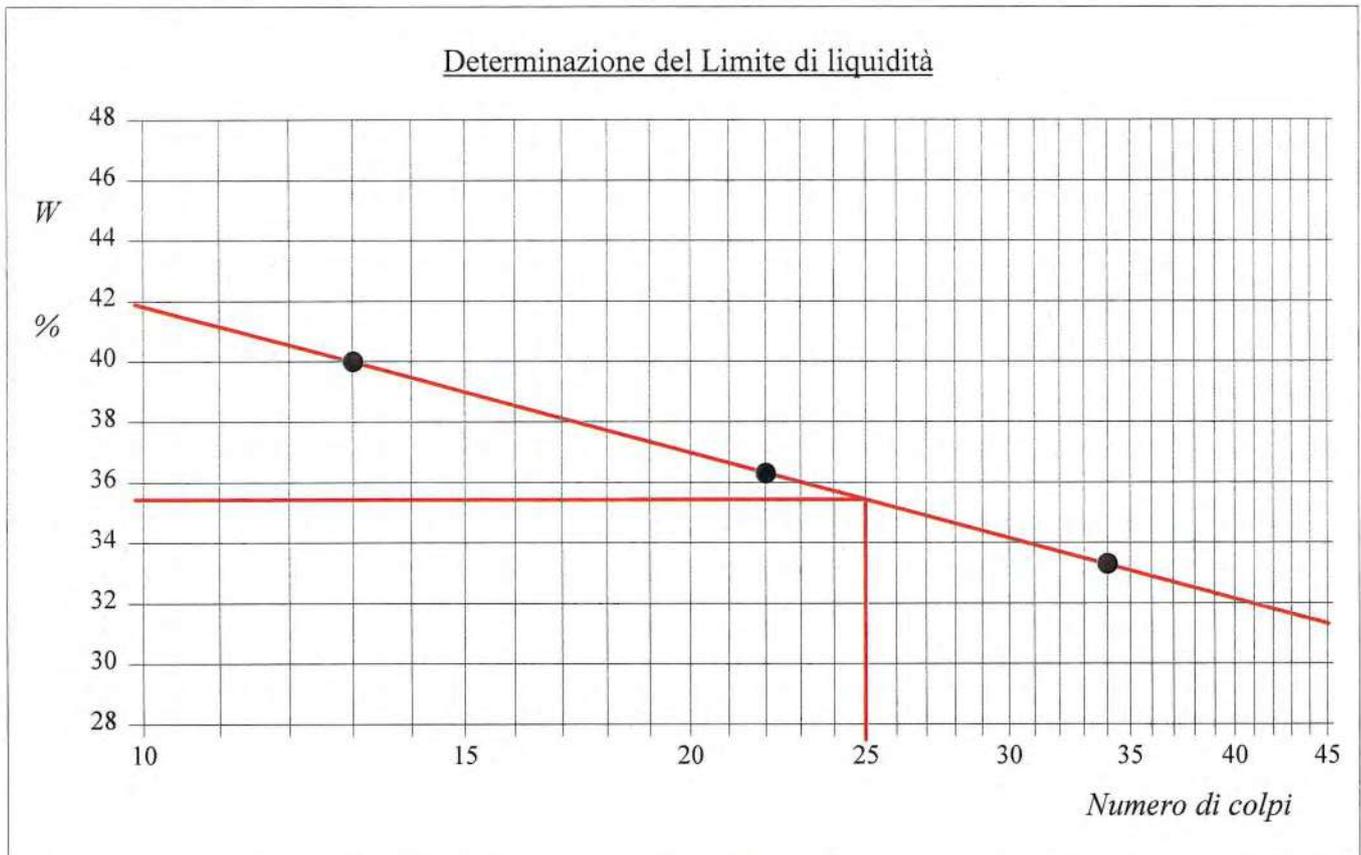
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

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

Limite di liquidità	35.5 %
Limite di plasticità	25.3 %
Indice di plasticità	10.2 %

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	34		Umidità (%)	25.0	25.6
Umidità (%)	40.0	36.3	33.3		Umidità media	25.3	



SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

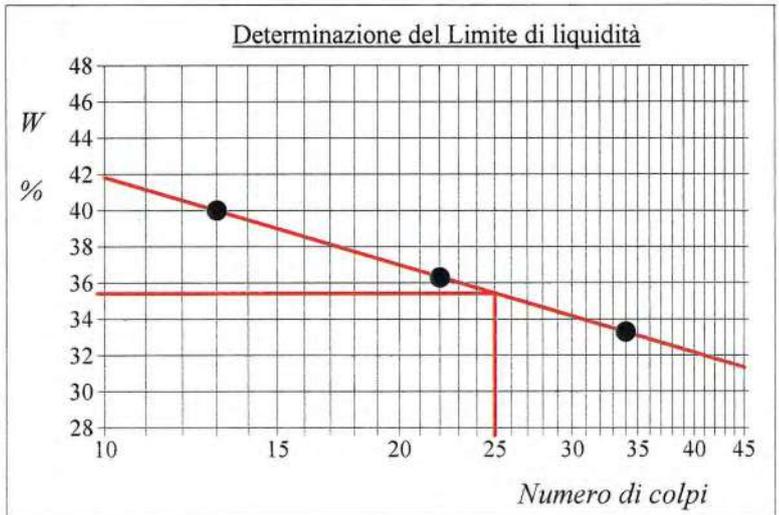
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/lc/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 29/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

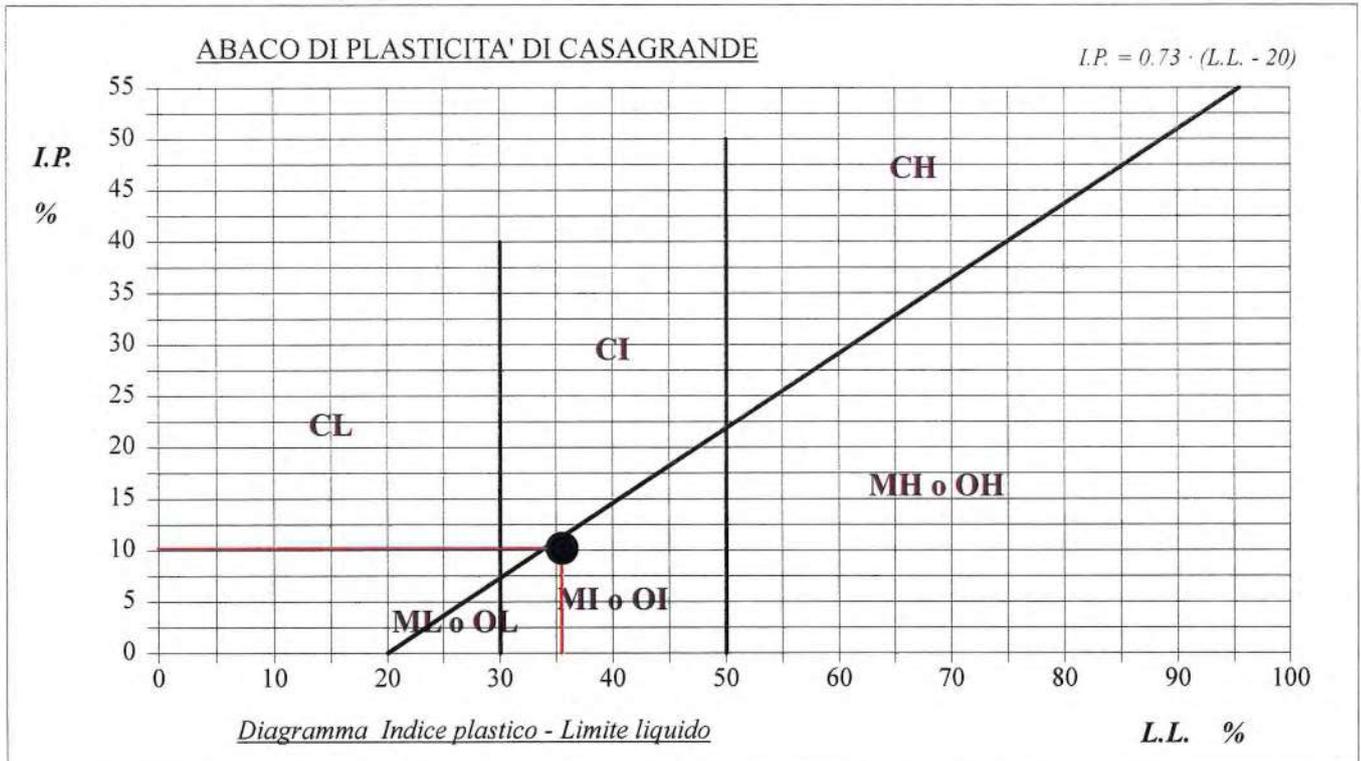
ABACO DI CASAGRANDE

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

Limite di liquidità	35.5	%
Limite di plasticità	25.3	%
Indice di plasticità	10.2	%
Indice di consistenza	1.88	
Passante al set. n° 40	SI	



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



SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/g/22 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 30/07/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR-UNI 10006/00

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	95.9 %	Limite di liquidità	35.5 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	70.5 %	Limite di plasticità	25.3 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	39.9 %	Indice di plasticità	10.2 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A6 INDICE DI GRUPPO: 1

Tipi usuali dei materiali principali:
 Argille poco compressibili

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/txd/22 Pagina 1/6	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.
SONDAGGIO: S10 bis CAMPIONE: C4 PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI DELLA PROVA

PROVINO	1	2	3	PROVINO	1	2	3
Condizioni	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Pressioni iniziali			
Caratteristiche iniziali dei provini				Pressione di cella (kPa)	600	700	800
Massa (g)	167.81	167.61	167.61	Back pressure (kPa)	500	500	500
Altezza (cm)	7.62	7.62	7.62	Pressione efficace (kPa)	100	200	300
Diametro (cm)	3.81	3.81	3.81	Valori finali o a rottura			
Sezione (cm²):	11.40	11.40	11.40	Deformazione verticale (%)	3.9	6.1	6.5
Volume (cm³)	86.87	86.87	86.87	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	264	428	641
Peso di volume (kN/m³)	18.9	18.9	18.9	Pressione interstiziale (kPa)	500	500	500
Umidità (%)	16.4	16.5	16.3	$(\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ (kPa)	232	414	620
Peso specifico	26.3	26.3	26.3	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)	132	214	320
Peso di volume secco (kN/m³)	16.3	16.2	16.3	Calcolo della velocità di prova			
Grado di saturazione (%)	71.6	71.7	71.0	T100 (minuti)	31.5	6.5	32.7
Parametri di saturazione				Deformazione stimata (%)	6	6	6
Coefficiente B	0.90	0.95	0.94	Velocità di prova (mm/min)	0.009	0.045	0.009
Caratteristiche dopo la consolidazione				Velocità di prova (mm/min)	0.004		
Altezza (cm)	7.61	7.61	7.61				
Variatione altezza (%)	-0.1	-0.2	-0.2				
Volume (cm³)	84.77	83.76	83.18				
Variatione volume (%)	-2.4	-3.6	-4.2				
Peso di volume (kN/m³)	21.1	21.4	21.6				
Umidità (%)	26.40	26.90	26.83				
Grado di saturazione (%)	100.0	100.0	100.0				
Caratteristiche dopo la rottura							
Altezza (cm)	6.89	6.89	6.90				
Volume (cm³)	85.07	85.12	82.06				
Peso di volume (kN/m³)	20.1	20.0	20.2				
Umidità (%)	24.94	24.74	24.27				
Grado di saturazione (%)	100.0	100.0	100.0				

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/txd/22 pagina 3/6	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

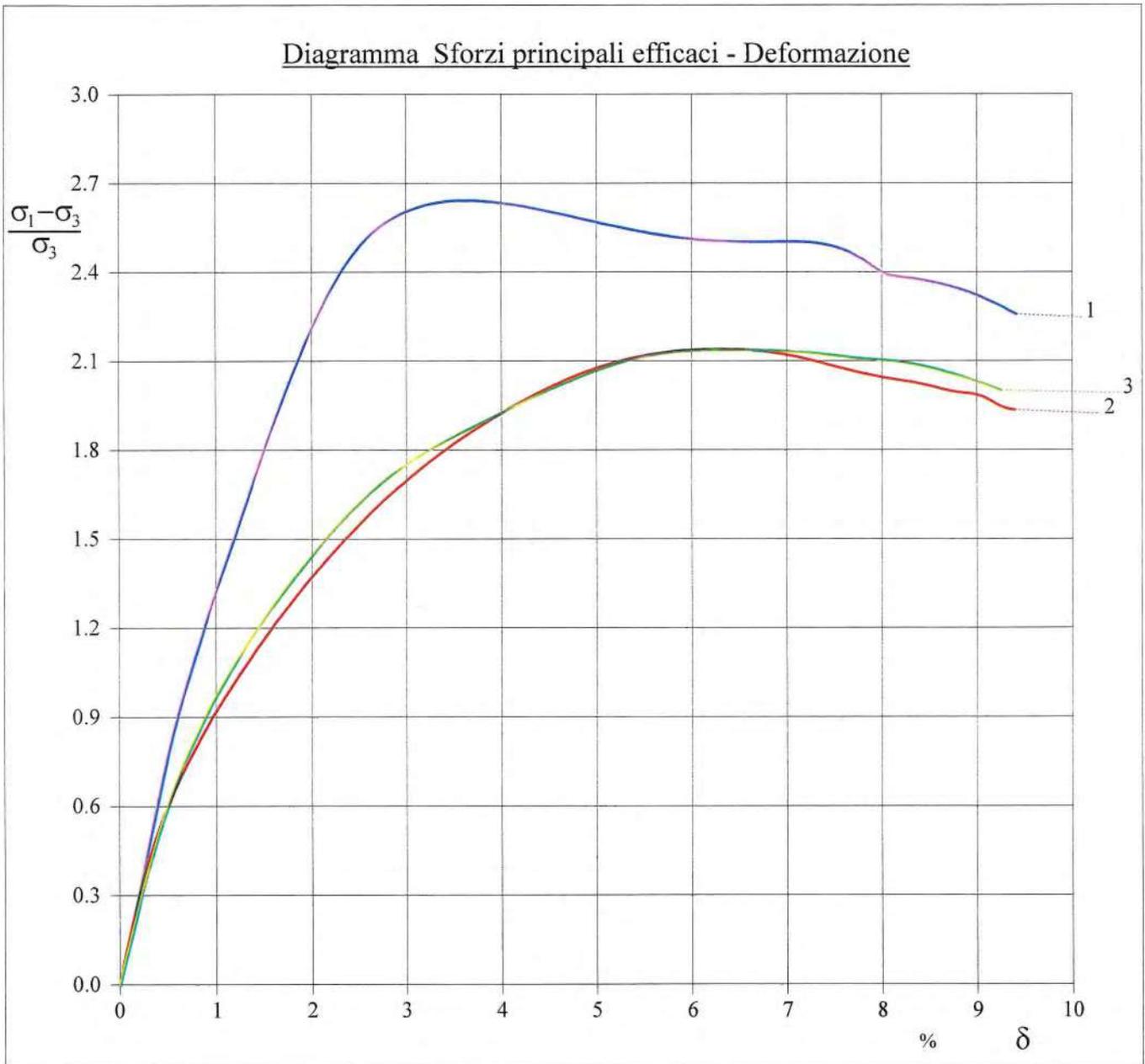
PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	ΔV %	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	ΔV %	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	ΔV %
0.19	0.25	37.7	-0.59	0.20	0.26	71.3	-1.10	0.36	0.47	171.8	-1.71
0.38	0.50	76.3	-0.87	0.39	0.51	120.7	-1.47	0.72	0.94	280.2	-2.07
0.76	0.99	131.6	-1.20	0.77	1.02	185.3	-1.77	1.43	1.87	417.3	-2.39
1.51	1.98	219.6	-1.57	1.55	2.04	277.0	-2.02	1.78	2.33	469.6	-2.55
1.86	2.45	246.4	-1.69	3.11	4.08	387.5	-1.71	2.13	2.79	510.5	-2.61
2.24	2.94	259.4	-1.60	3.88	5.09	417.1	-0.90	2.84	3.72	564.1	-2.51
2.99	3.92	263.5	-1.14	4.65	6.10	427.7	0.37	3.54	4.64	606.5	-2.31
3.73	4.90	257.5	-0.53	5.42	7.11	422.7	1.11	4.24	5.56	635.4	-1.84
4.47	5.87	251.5	-0.04	5.80	7.61	414.5	1.39	4.94	6.48	641.0	-1.54
5.22	6.85	250.2	0.33	6.18	8.12	407.7	1.54	5.64	7.40	636.5	-1.44
5.96	7.82	243.7	0.51	6.45	8.47	403.7	1.54	5.90	7.74	632.6	-1.33
6.15	8.07	238.9	0.50	6.71	8.80	398.8	1.58	6.20	8.14	629.5	-1.34
6.21	8.15	238.5	0.50	6.91	9.06	395.7	1.62	6.80	8.92	611.4	-1.37
6.91	9.07	231.1	0.49	7.11	9.33	387.6	1.63	7.00	9.19	602.5	-1.36
7.21	9.47	224.6	0.34	7.16	9.39	386.9	1.63	7.10	9.32	597.1	-1.35
				7.21	9.46	384.3	1.62				

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/txd/22 Pagina 4/6 VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9



SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis

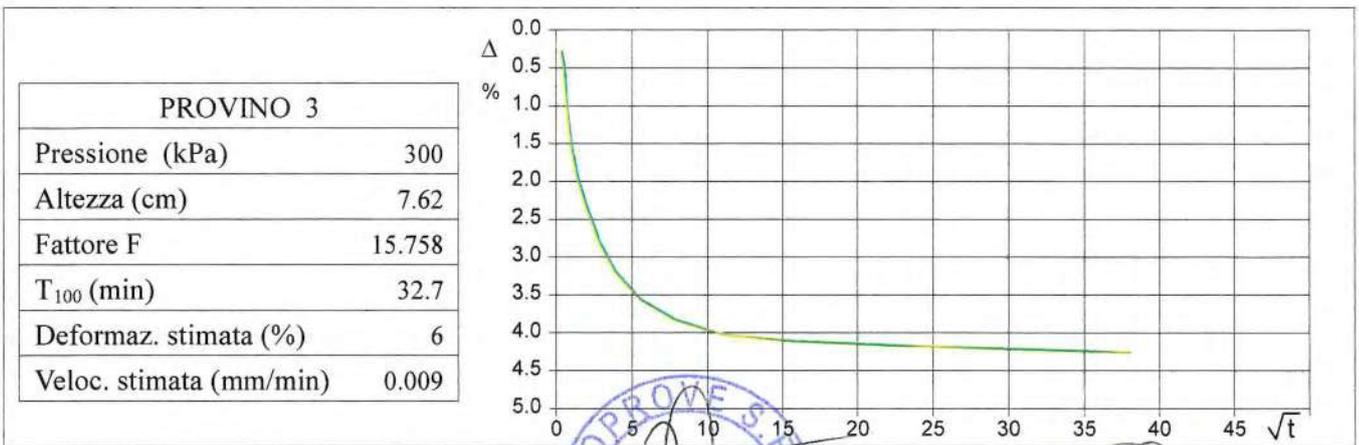
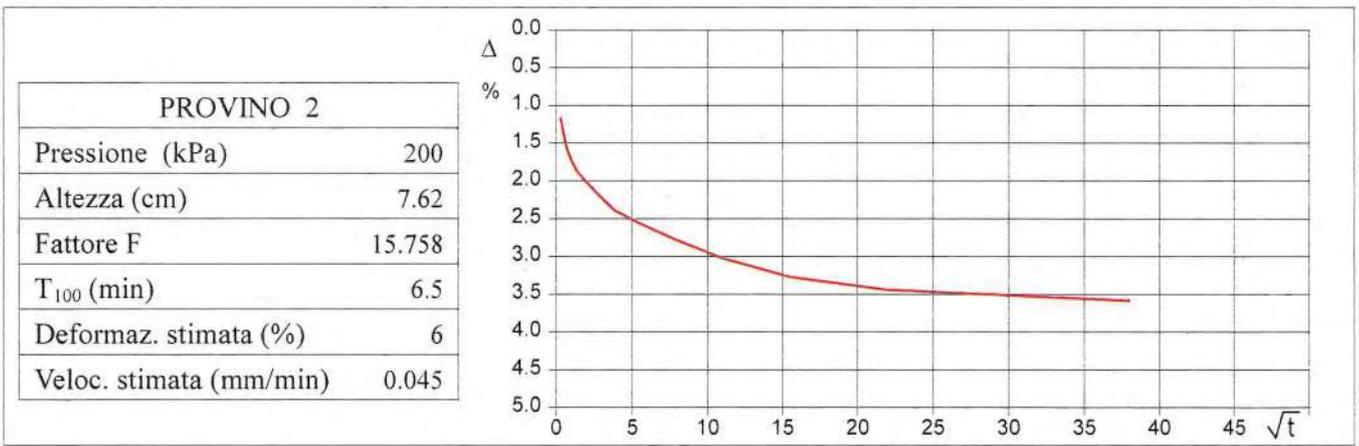
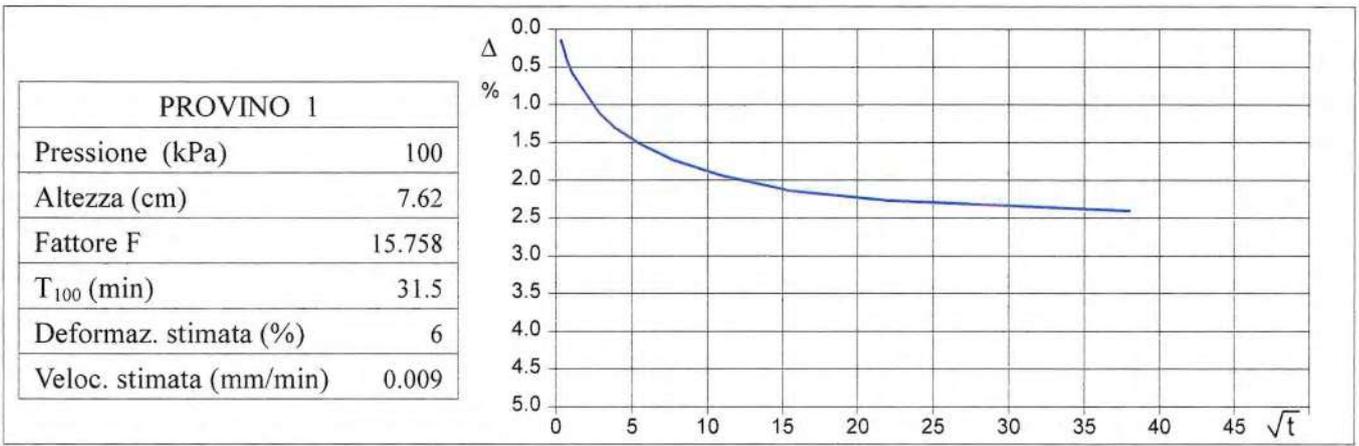
CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/txd/22 Pagina 5/6	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 27/07/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma UNI CEN ISO/TS 17892-9

DIAGRAMMI TEMPO - VARIAZIONE DI VOLUME



Velocità stimata di prova = $(H \cdot DefV) / (100 \cdot F \cdot T_{100})$ - Velocità stimata media di prova (mm/min): 0.004



COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.			
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.			
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	21.00-21.50

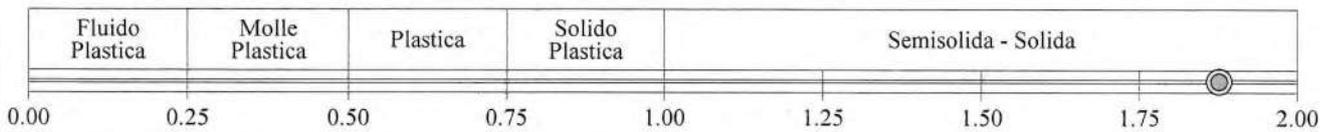
CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.	Sabbia limosa debolmente argillosa
--------------------------	------------------------------------

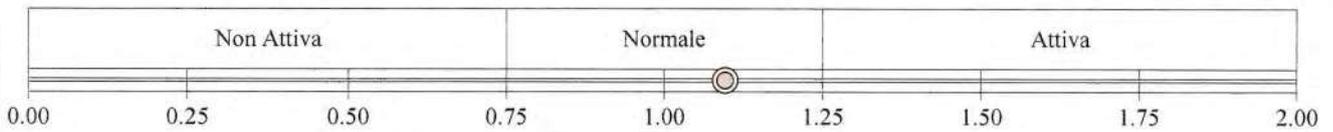
CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

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

I.C. = Indice di consistenza = (LL - Wn) / IP = 1.88



A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 1.10



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata = 0 kPa												
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

Pressione del campione in sito = 0.0kPa								
Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] = 0.0kPa								
O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.00								
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

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/Cr/22 Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI COLONNA RISONANTE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4015

DATI INIZIALI		DATI INIZIO PROVA	
Massa del provino (g):	374.60	Condizioni del campione:	Indisturbato
Altezza del provino (mm):	100.10	Pressione di cella (kPa):	700
Diametro del provino (mm):	49.80	Contropressione (kPa):	300
Umidità del provino (%):	16.36	Coefficiente B:	0.89
Peso di volume (kN/m³):	18.84	Altezza iniziale (mm):	97.400
Peso specifico (kN/m³):	26.3	Deformazione assiale (mm):	2.700
Grado di saturazione (%):	70.5	Deformazione assiale (%):	2.697
Fattore raggio equivalente:	0.667	Deformazione volumetrica (cm³):	4.800
Raggio equivalente (mm):	24.745	Deformazione volumetrica (%):	2.462

Test	Frequenza di risonanza Hz	Momento torcente Nm	Deformazione di taglio max %	Modulo di taglio G MPa	G/Go	Rapporto di smorzam. D %
1 *	68.5	0.00150	2.000E-03	55.500	1.00	1.900
2	68.2	0.00460	4.000E-03	55.200	0.99	2.200
3	68.0	0.00740	7.000E-03	54.800	0.99	2.310
4	67.2	0.01060	9.000E-03	54.200	0.98	2.550
5	66.5	0.01370	1.100E-02	52.300	0.94	3.000
6	66.2	0.01520	1.500E-02	49.800	0.90	3.900
7	63.9	0.00230	1.900E-02	46.700	0.84	4.600
8	62.3	0.03040	2.400E-02	43.900	0.79	5.100
9	60.9	0.03800	3.000E-02	41.200	0.74	5.900
10	59.5	0.04560	3.800E-02	37.600	0.68	6.900
11	57.3	0.05020	4.400E-02	34.600	0.62	7.500
12	56.1	0.05900	4.900E-02	32.400	0.58	7.900
13	55.0	0.06840	5.000E-02	31.500	0.57	8.150
14	54.2	0.07900	6.000E-02	26.700	0.48	8.900
15	53.9	0.57000	6.800E-02	23.300	0.42	9.400
16	51.7	0.08600	7.500E-02	20.500	0.37	10.100
17	49.6	0.10330	8.000E-02	17.500	0.32	10.900
18	47.3	0.11400	8.600E-02	15.900	0.29	11.400
19	45.9	0.13220	9.100E-02	14.300	0.26	12.200
20	44.6	0.14740	9.900E-02	12.400	0.22	13.600

* Test corrispondente al valore di Go

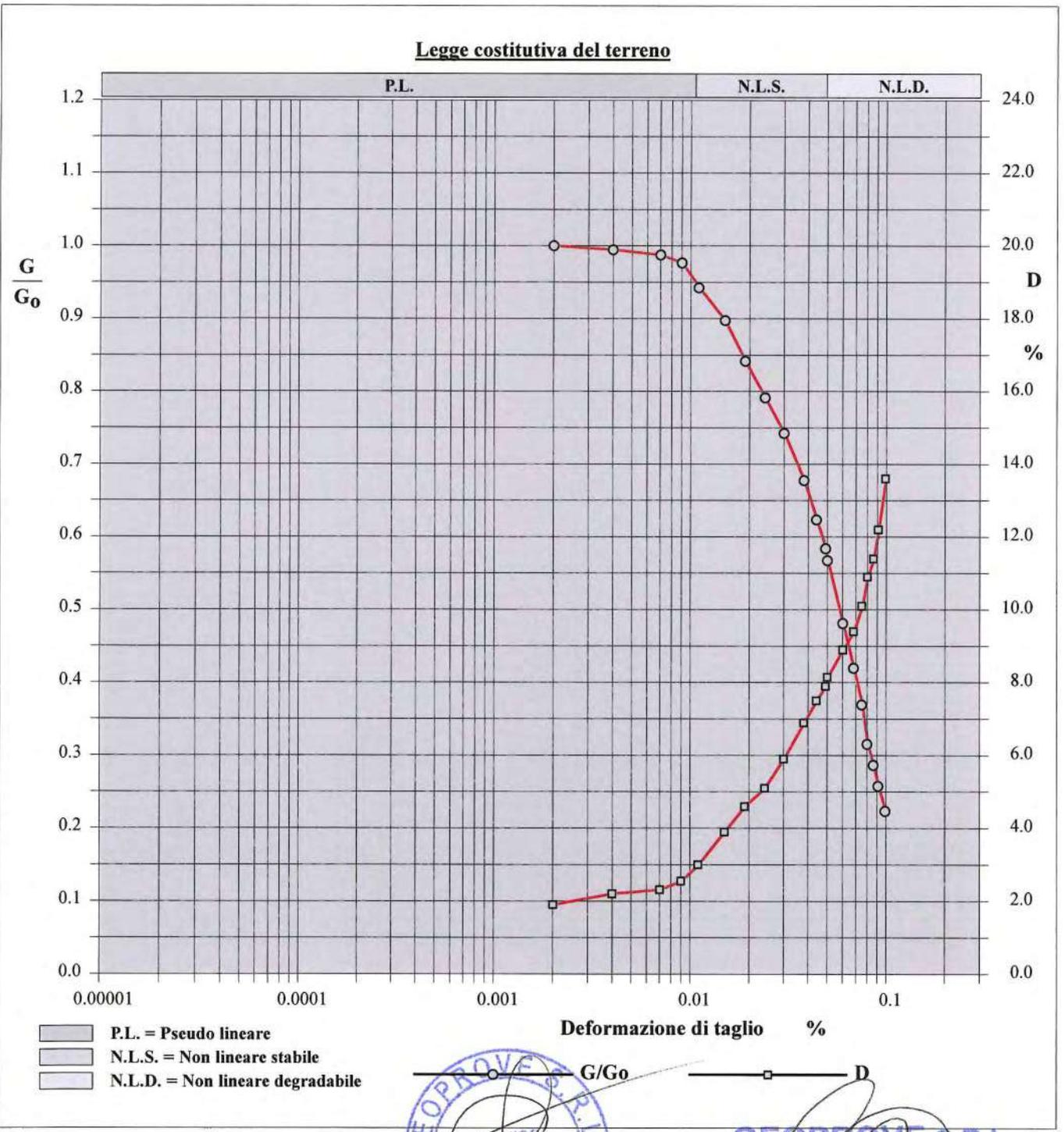
SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-OLIVASTRO.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 1316/Cr/22 Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/08/22	Inizio analisi: 02/08/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 134 del 02/07/22	Apertura campione: 27/07/22	Fine analisi: 04/08/22
COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA - Via Vitorchiano, 165 Roma.		
RIFERIMENTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del Nuovo Acquedotto Marcio.		
SONDAGGIO: S10 bis	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI COLONNA RISONANTE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4015



Tecnico di laboratorio
 Dott. Raffaele Corvaglia

Direttore del laboratorio
 Dott. Marcello De Donatis

PROVE PRESSIOMETRICHE

PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
---------------------------	---------------------------------------	------------------

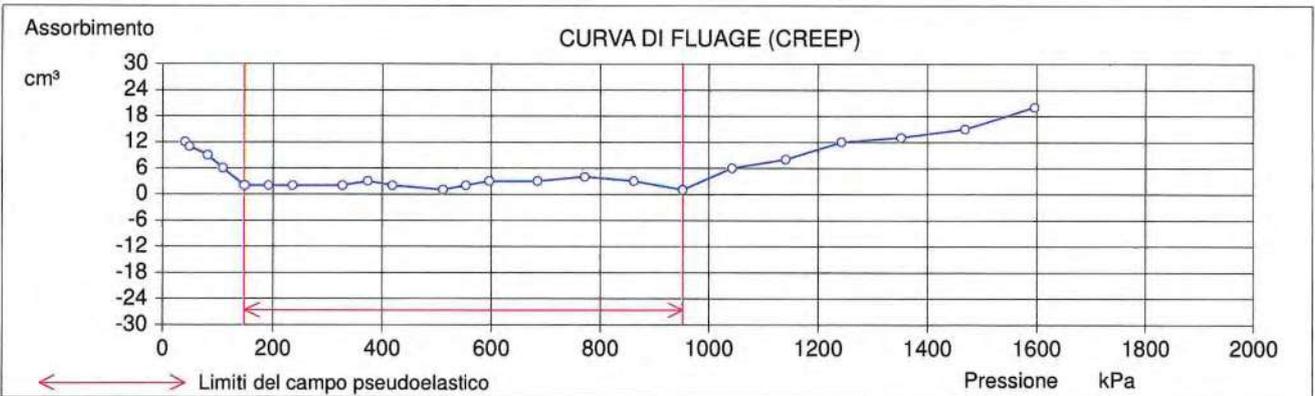
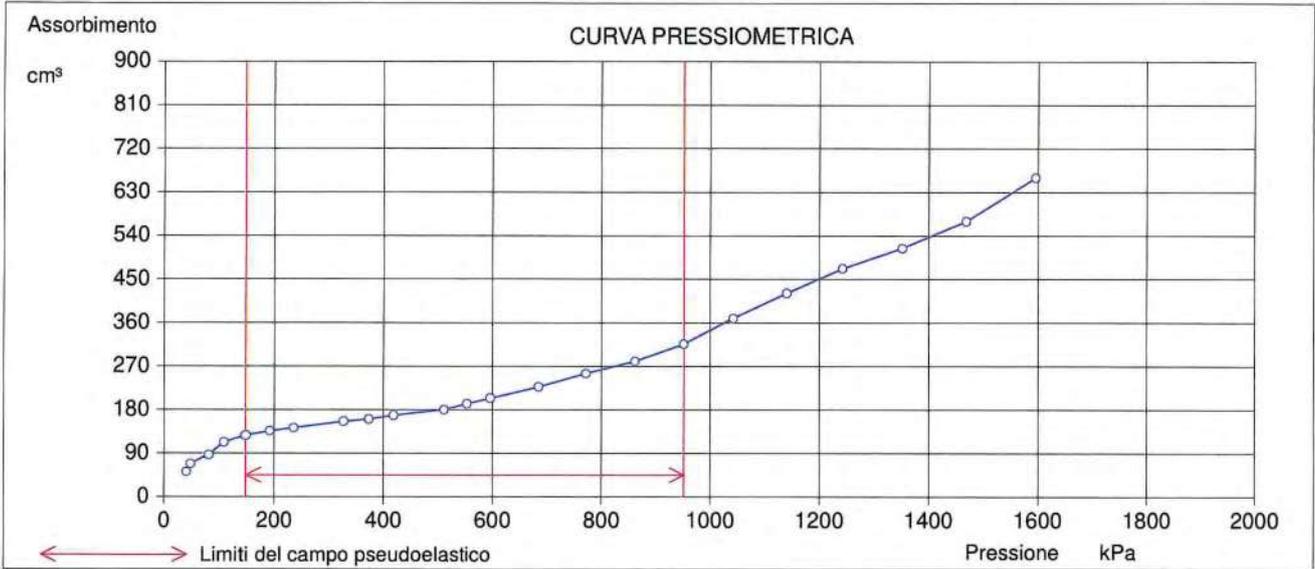
Committente: Acea Elabiori Spa	
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 1
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 04/07/2022
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:

Profondità di prova (centro della cella) (m)	6.00	Profondità della falda (m)	-
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	0.90	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	69
Litologia: Limi argillosi			

Tabella riepilogativa

Gradino di pressione	Pressione misurata	Taratura sonda (Pt)	Correzione idrostatica	Pressione corretta	Volume a 30"	Volume a 60"	Fluage V60-V30	dV a 60" V-(V-1)	Taratura sonda (Vt)	Volume corretto	Variazione di volume
	kPa	kPa	kPa	kPa	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	%
1	25	55	94	39	41	53	12	53	1.4	51	8.0
2	50	72	119	47	59	70	11	17	1.7	68	10.1
3	100	89	169	80	80	89	9	19	2.2	87	12.2
4	150	111	219	108	109	115	6	27	2.7	113	14.8
5	200	123	269	146	128	130	2	15	3.2	127	16.0
6	250	130	319	189	138	140	2	10	3.7	136	16.8
7	300	135	369	234	145	147	2	7	4.2	142	17.3
8	400	144	469	325	159	161	2	14	5.1	156	18.3
9	450	148	519	371	163	166	3	5	5.6	160	18.7
10	500	153	569	416	172	174	2	8	6.0	168	19.2
11	600	161	669	508	186	187	1	13	6.9	180	20.0
12	650	168	719	551	197	199	2	13	7.3	192	20.8
13	700	175	769	594	208	211	3	12	7.7	203	21.5
14	800	187	869	682	233	236	3	24	8.5	227	22.9
15	900	200	969	769	260	264	4	28	9.2	255	24.3
16	1000	210	1069	859	287	290	3	26	9.9	280	25.5
17	1100	220	1169	949	325	326	1	36	10.5	316	27.0
18	1200	229	1269	1040	374	380	6	54	11.2	369	28.9
19	1300	231	1369	1138	424	432	8	52	11.7	421	30.1
20	1400	229	1469	1240	472	484	12	52	12.3	472	31.0
21	1500	220	1569	1349	513	526	13	42	12.8	514	32.2
22	1600	203	1669	1466	568	583	15	56	13.3	569	33.4
23	1700	176	1769	1593	654	674	20	91	13.8	660	34.4

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabiori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 1	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 04/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	



--

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO	
Pressione di ricompressione [Po] (kPa):	146
Volume di ricompressione [Vo] (cm³):	127
Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa):	949
Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³):	316

PARAMETRI DI CALCOLO	
Volume limite [Vl] (cm³):	791
Volume medio della cella [Vm] (cm³):	759
Parametro di controllo [Ep/Pl]:	4

RISULTATI	
Pressione limite [Pl] (kPa):	2300
Pressione limite netta [Pl'] (kPa):	2154
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	9035
Modulo di Young [E] (kPa):	18070
Coesione non drenata [Cu] (kPa):	215

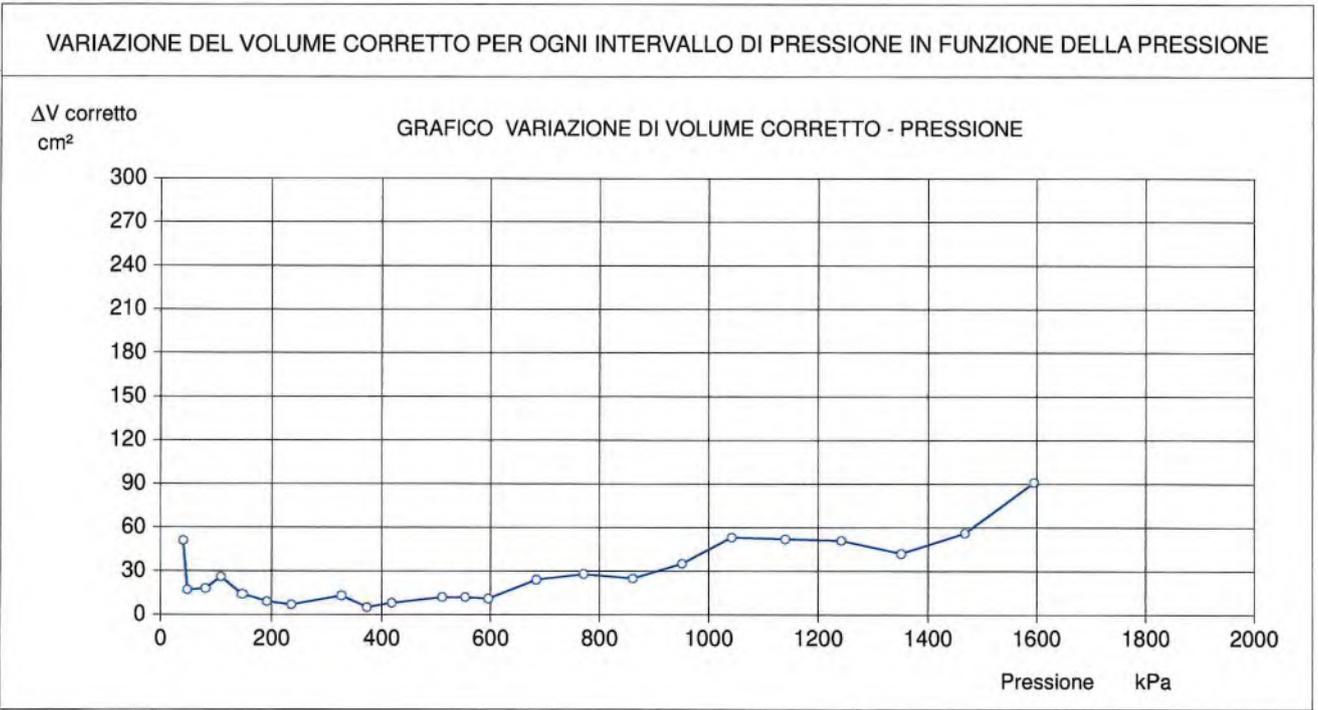
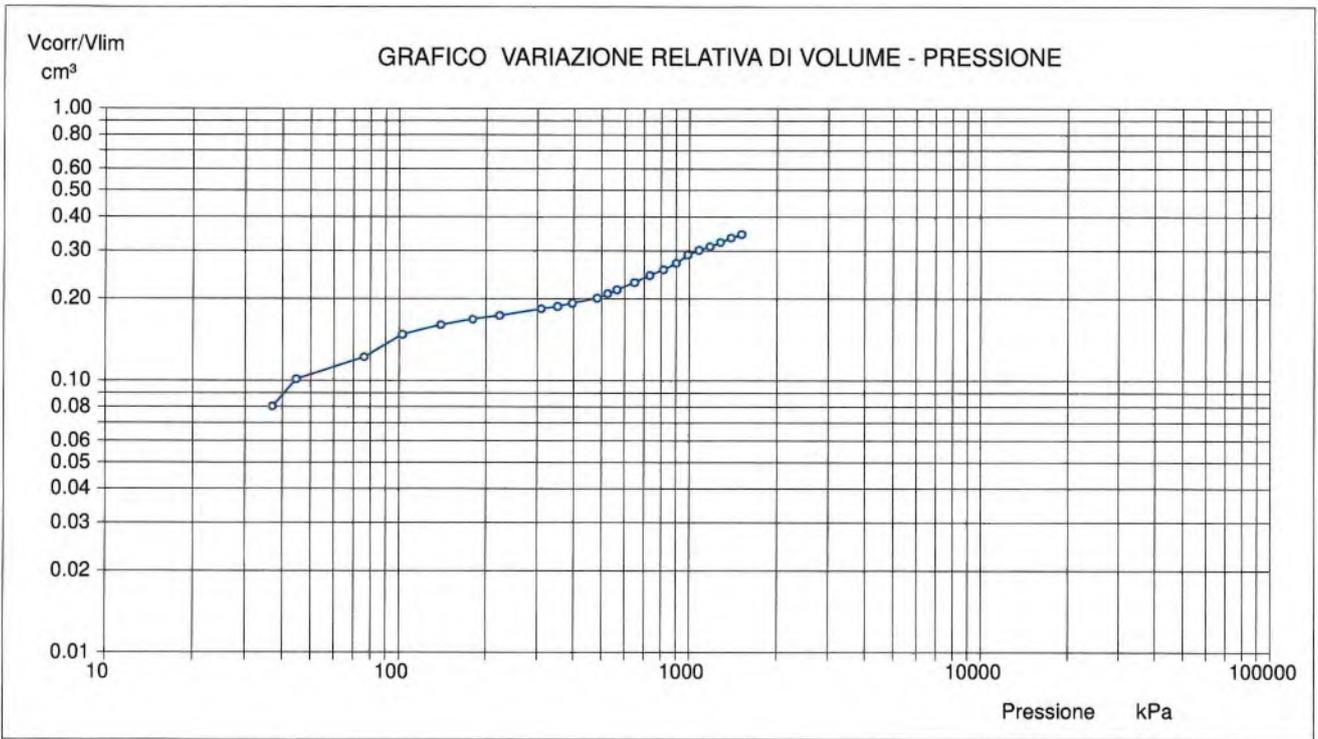
CONDIZIONI IDRAULICHE
La prova viene considerata in condizioni non drenate

1° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

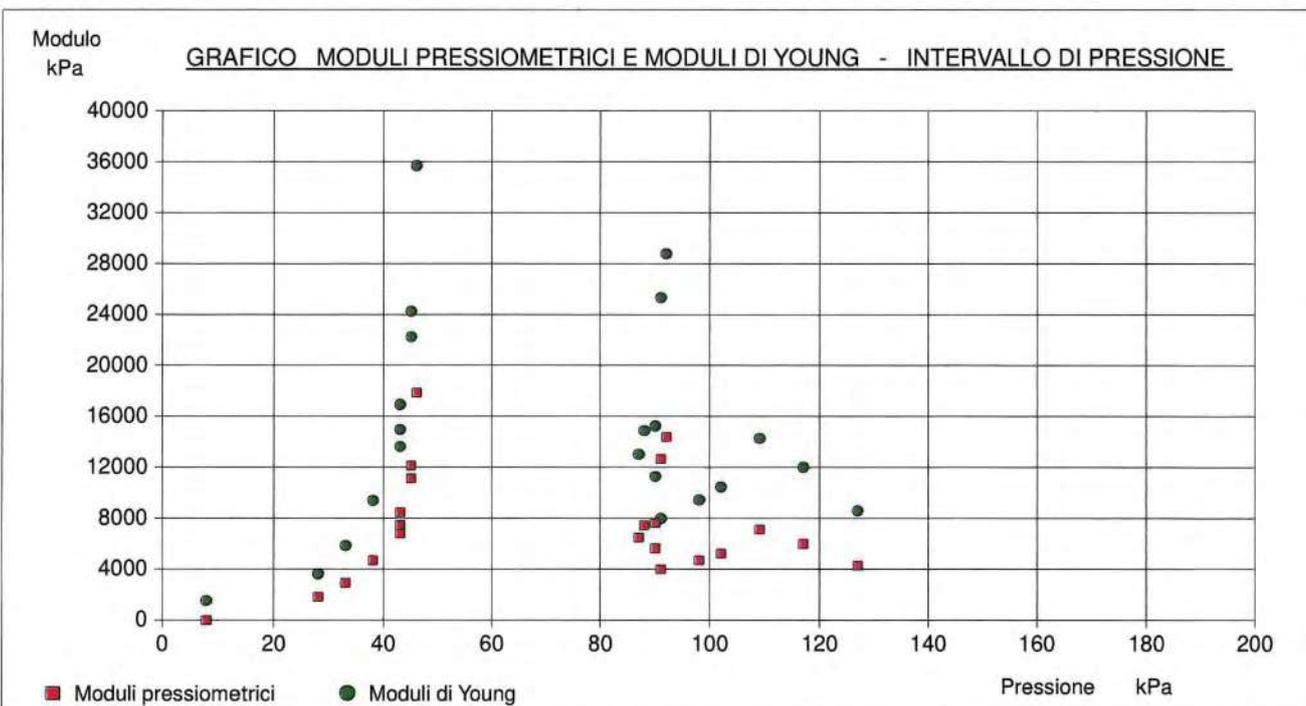
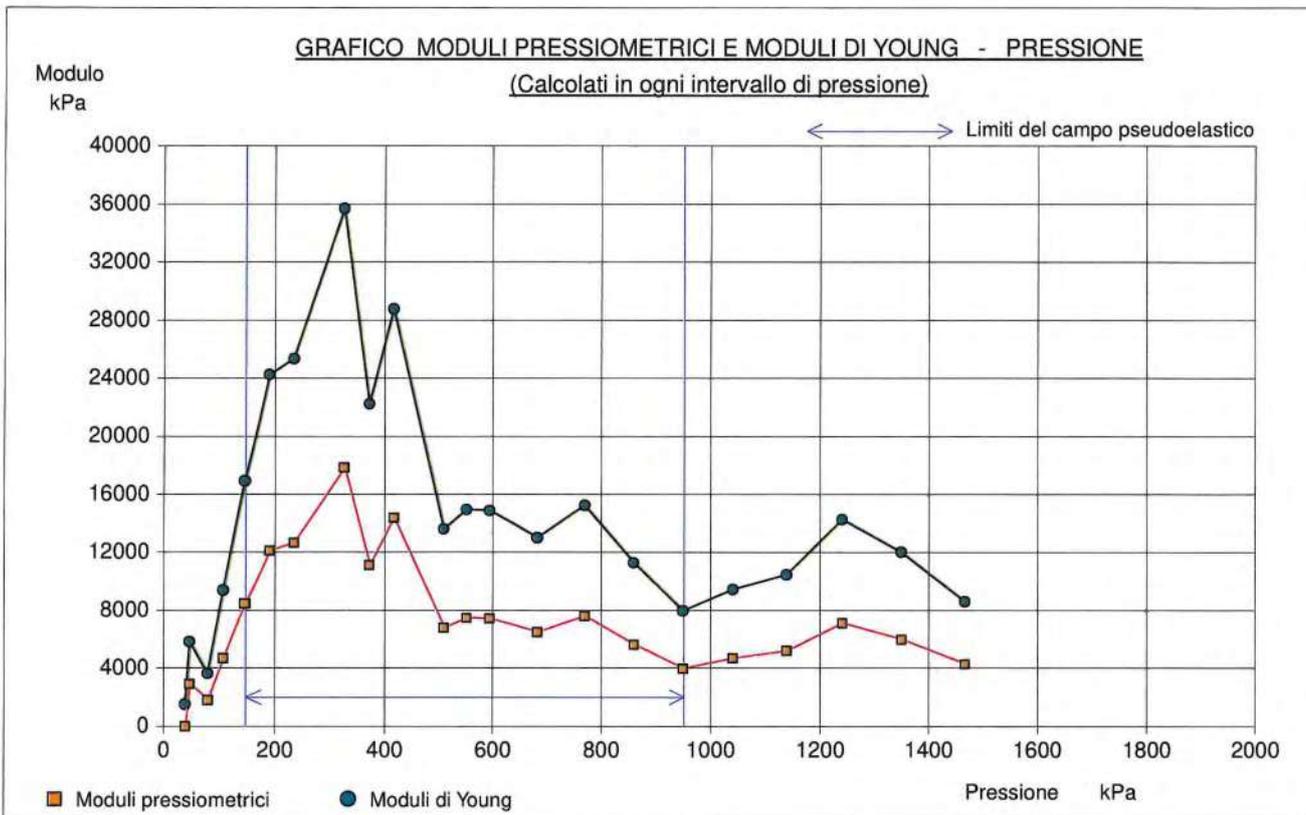
2° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 1	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 04/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	

Pressione limite stimata (kPa): 2300	Coefficiente di Poisson: 0.40	Coefficiente reologico: 0.50
--------------------------------------	-------------------------------	------------------------------



Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 1	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 04/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	



PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

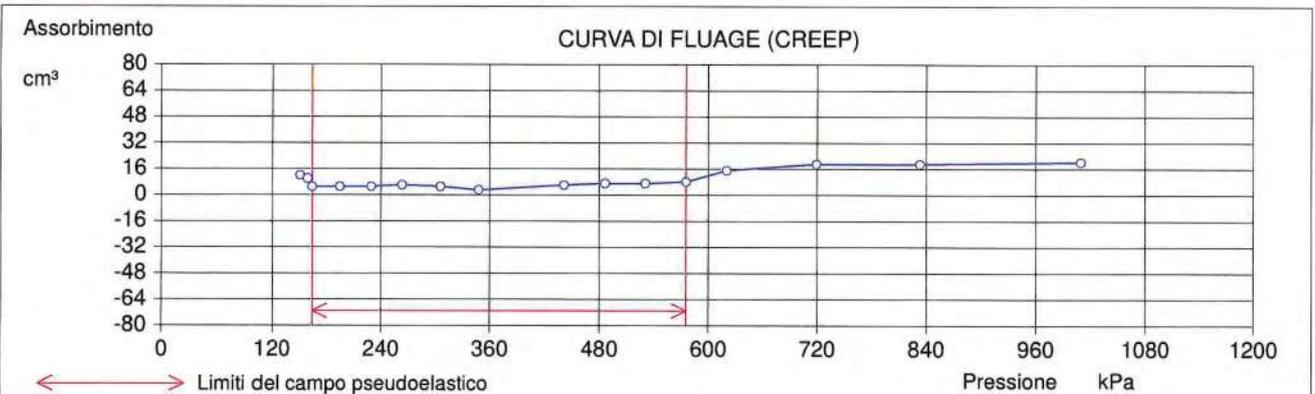
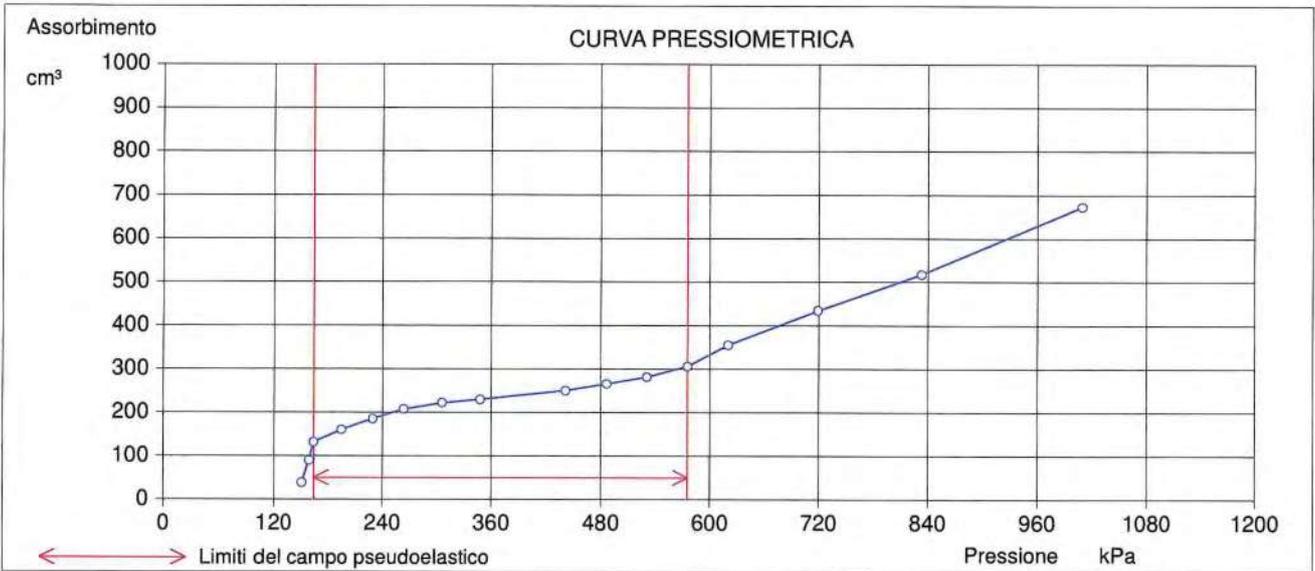
Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 2	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 05/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	

Profondità di prova (centro della cella) (m)	14.00	Profondità della falda (m)	-
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	0.90	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	149
Litologia: Limi argillosi			

Tabella riepilogativa

Gradino di pressione	Pressione misurata	Taratura sonda (Pt)	Correzione idrostatica	Pressione corretta	Volume a 30"	Volume a 60"	Fluage V60-V30	dV a 60" V-(V-1)	Taratura sonda (Vt)	Volume corretto	Variazione di volume
	kPa	kPa	kPa	kPa	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	%
1	50	49	199	150	29	41	12	41	2.5	38	6.3
2	100	91	249	158	83	93	10	52	3.0	90	11.6
3	150	136	299	163	130	135	5	42	3.5	132	16.6
4	200	156	349	193	158	163	5	28	4.0	159	18.7
5	250	171	399	228	184	189	5	26	4.5	184	20.4
6	300	187	449	262	206	212	6	23	5.0	207	22.1
7	350	195	499	304	222	227	5	15	5.4	222	23.0
8	400	202	549	347	232	235	3	8	5.9	229	23.8
9	500	209	649	440	251	257	6	22	6.7	250	24.7
10	550	214	699	485	265	272	7	16	7.1	265	25.4
11	600	220	749	529	282	289	7	16	7.5	281	26.3
12	650	225	799	574	305	313	8	25	7.9	305	27.2
13	700	230	849	619	349	364	15	50	8.3	355	28.5
14	800	231	949	718	424	443	19	80	9.0	434	29.9
15	900	217	1049	832	508	527	19	83	9.7	517	32.0
16	1000	141	1149	1008	663	683	20	156	10.4	672	34.9

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabiori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 2	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 05/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	



LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO		CONDIZIONI IDRAULICHE	
---------------------------------	--	-----------------------	--

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO	
Pressione di ricompressione [Po] (kPa):	163
Volume di ricompressione [Vo] (cm³):	132
Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa):	574
Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³):	305

CONDIZIONI IDRAULICHE	
La prova viene considerata in condizioni non drenate	

PARAMETRI DI CALCOLO	
Volume limite [Vl] (cm³):	799
Volume medio della cella [Vm] (cm³):	754
Parametro di controllo [Ep/Pi]:	3

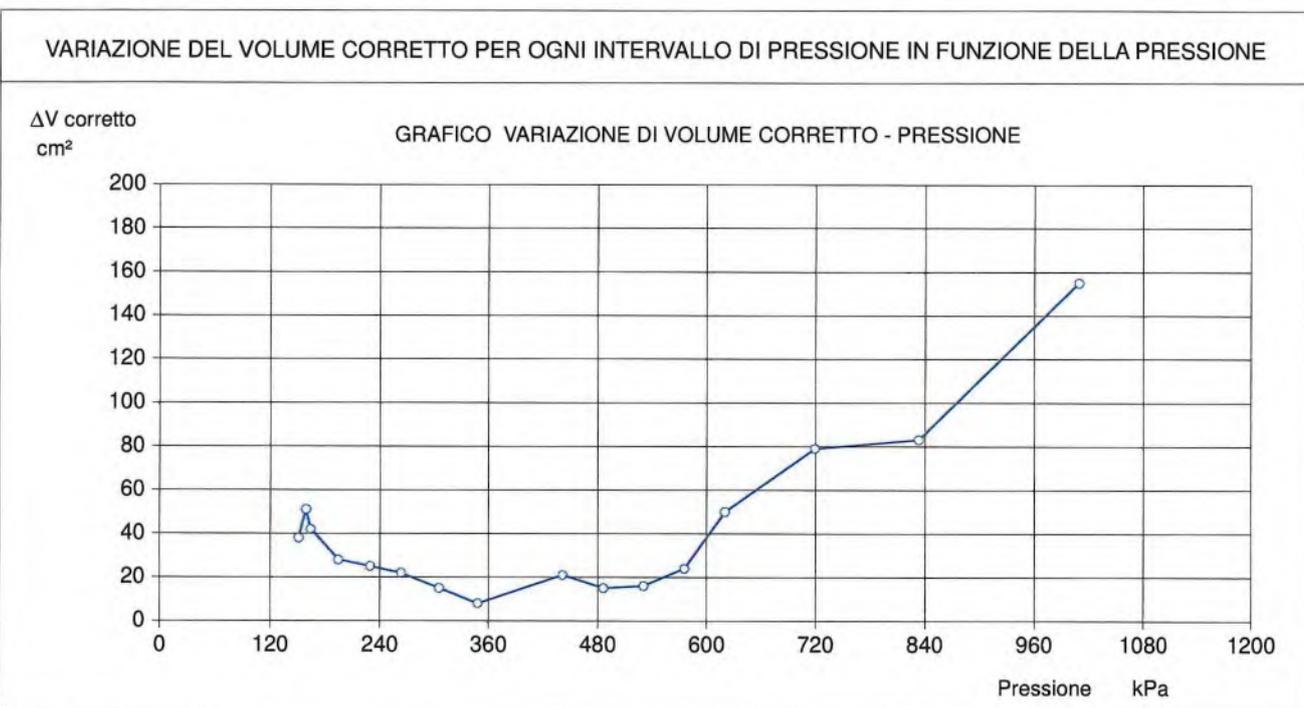
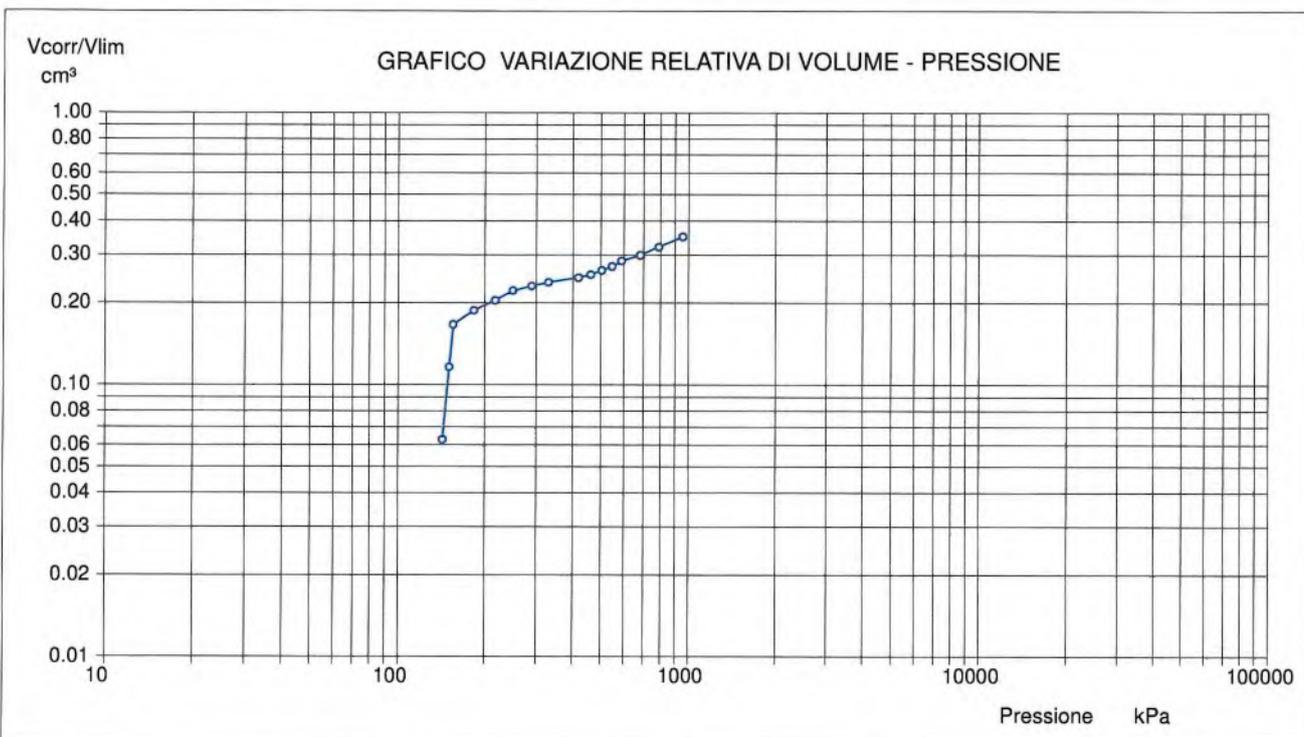
1° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

RISULTATI	
Pressione limite [Pl] (kPa):	1700
Pressione limite netta [P'li] (kPa):	1537
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	4993
Modulo di Young [E] (kPa):	9986
Coesione non drenata [Cu] (kPa):	154

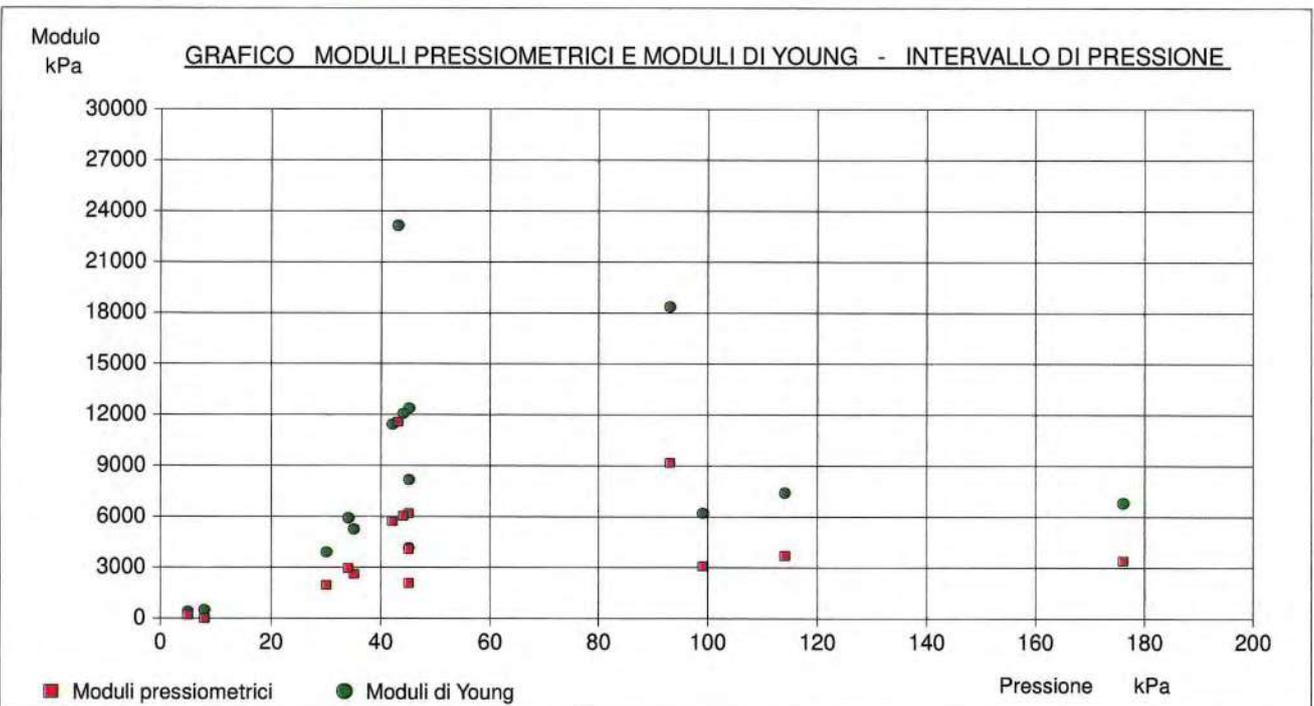
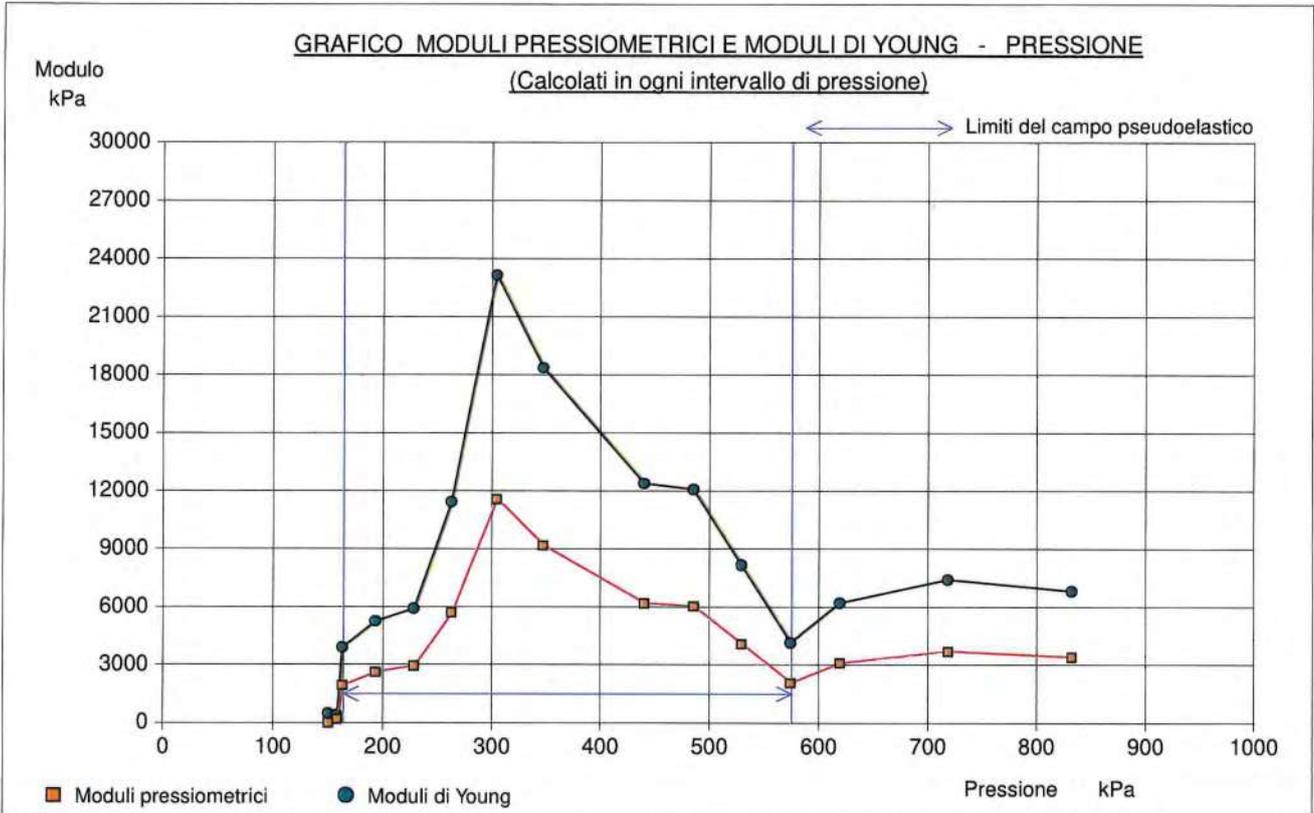
2° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 2	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 05/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	

Pressione limite stimata (kPa): 1700	Coefficiente di Poisson: 0.40	Coefficiente reologico: 0.50
--------------------------------------	-------------------------------	------------------------------



Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabiori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 2	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 05/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	



Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
---------------------------	---------------------------------------	------------------

Committente: Acea Elabiori Spa	
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 3
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 05/07/2022
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:

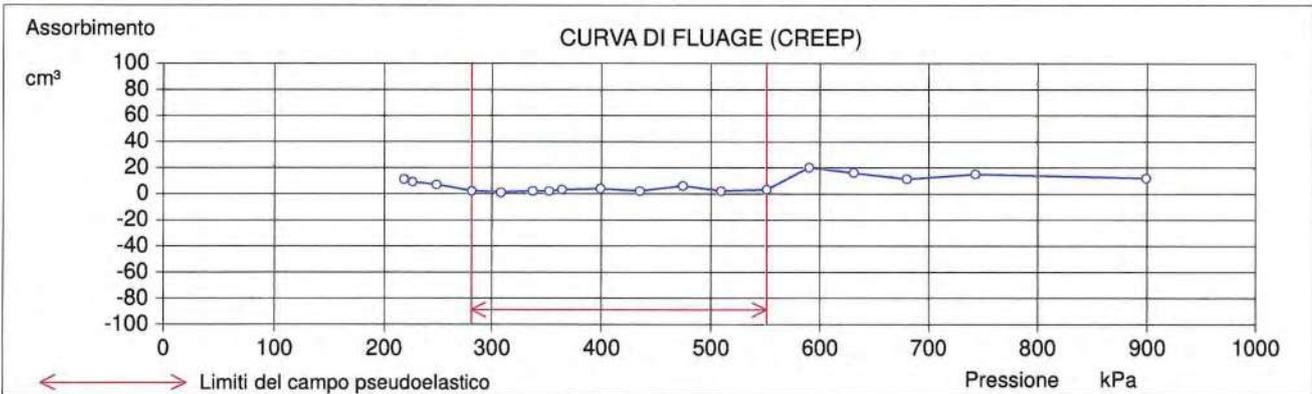
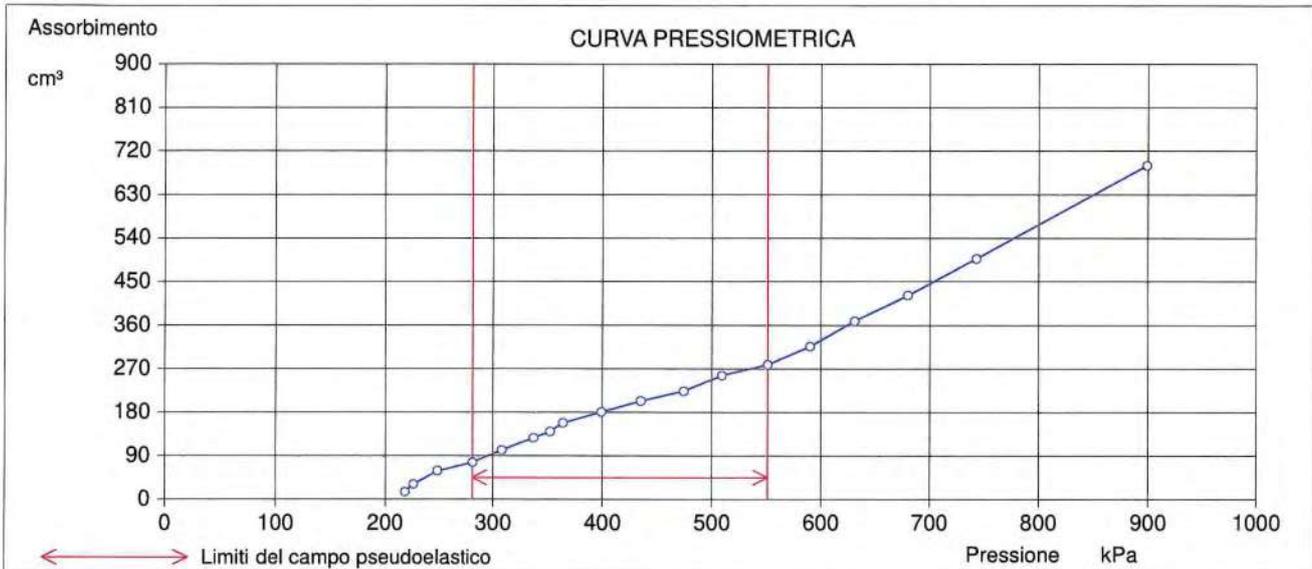
Profondità di prova (centro della cella) (m)	20.00	Profondità della falda (m)	-
Altezza del serbatoio dal p. c. (m)	0.90	Pressione idrostatica (prof. di prova) (kPa)	209
Litologia: Sabbie argillose			

Tabella riepilogativa

Gradino di pressione	Pressione misurata	Taratura sonda (Pt)	Correzione idrostatica	Pressione corretta	Volume a 30"	Volume a 60"	Fluage V60-V30	dV a 60" V-(V-1)	Taratura sonda (Vt)	Volume corretto	Variazione di volume
	kPa	kPa	kPa	kPa	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	%
1	25	17	234	217	7	18	11	18	2.9	15	2.7
2	50	34	259	225	25	34	9	16	3.1	31	5.2
3	100	62	309	247	55	62	7	28	3.6	59	8.9
4	150	79	359	280	78	80	2	18	4.1	76	11.0
5	200	102	409	307	105	106	1	26	4.6	102	13.7
6	250	123	459	336	130	132	2	26	5.1	127	16.0
7	275	133	484	351	143	145	2	13	5.3	140	17.1
8	300	146	509	363	160	163	3	18	5.5	157	18.5
9	350	161	559	398	182	186	4	23	5.9	180	20.1
10	400	175	609	434	207	209	2	23	6.4	203	21.5
11	450	186	659	473	224	230	6	21	6.8	223	22.7
12	500	201	709	508	261	263	2	33	7.2	256	24.4
13	550	209	759	550	283	286	3	23	7.6	278	25.4
14	600	220	809	589	304	324	20	38	8.0	316	27.0
15	650	229	859	630	361	377	16	53	8.4	368	28.9
16	700	230	909	679	419	431	11	54	8.8	422	30.5
17	750	217	959	742	492	507	15	76	9.1	497	32.5
18	800	111	1009	898	687	699	12	193	9.5	690	36.0

PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 3	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 05/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	



--	--

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO	
Pressione di ricompressione [Po] (kPa):	280
Volume di ricompressione [Vo] (cm³):	76
Pressione di scorrimento finale [Pf] (kPa):	550
Volume di scorrimento finale [Vf] (cm³):	278

PARAMETRI DI CALCOLO	
Volume limite [Vl] (cm³):	690
Volume medio della cella [Vm] (cm³):	715
Parametro di controllo [Ep/P'l]:	3

RISULTATI	
Pressione limite [Pl] (kPa):	1200
Pressione limite netta [P'l] (kPa):	924
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	2655
Modulo di Young [E] (kPa):	7375
Resistenza al taglio [Ø] (°):	30

CONDIZIONI IDRAULICHE
La prova viene considerata in condizioni drenate

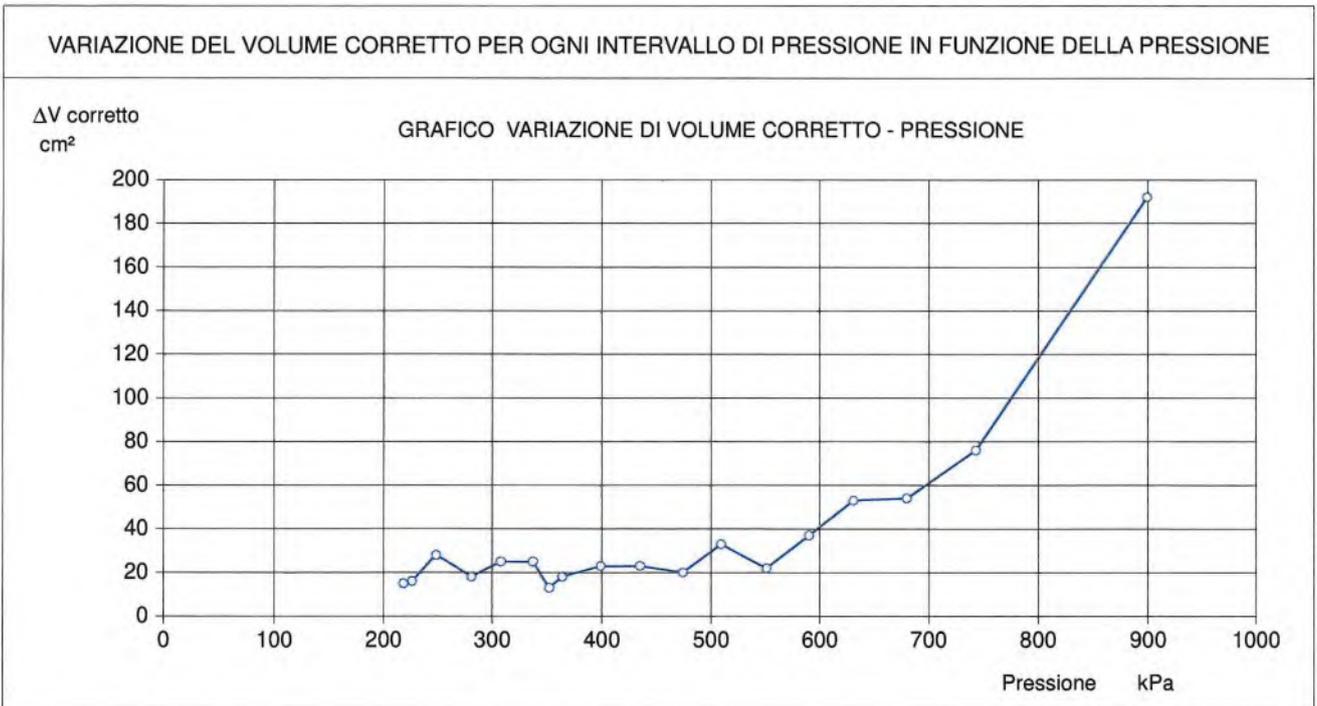
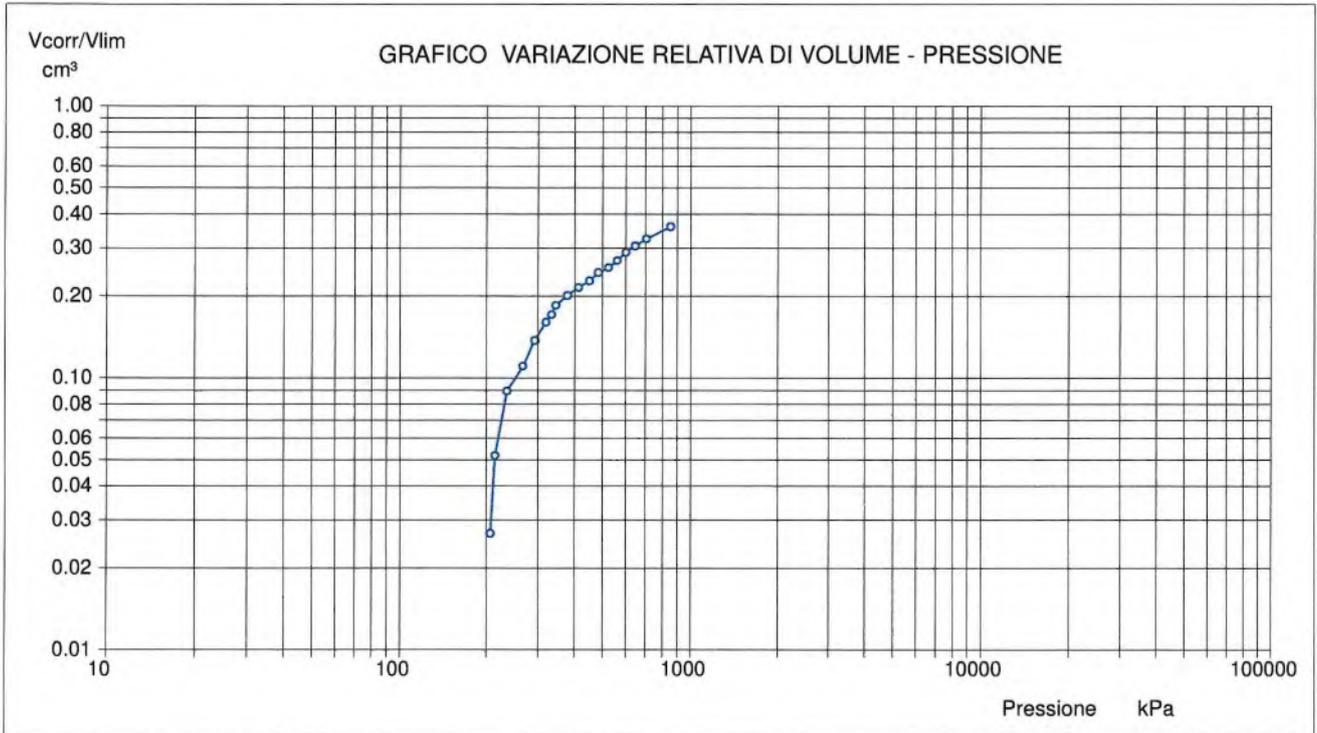
1° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

2° CICLO DI ISTERESI	
Volume iniziale [Vi] (cm³):	-
Volume finale [Vf] (cm³):	-
Pressione iniziale [Pi] (kPa):	-
Pressione finale [Pf] (kPa):	-
Modulo pressiometrico [Ep] (kPa):	-

PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 3	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 05/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	

Pressione limite stimata (kPa): 1200	Coefficiente di Poisson: 0.38	Coefficiente reologico: 0.36
--------------------------------------	-------------------------------	------------------------------



PROVA PRESSIOMETRICA (MPM)

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del	Commessa:
Committente: Acea Elabori Spa		
Riferimento: Indagini geognostiche	Prova: 3	
Località: Ods 06-22 Ponte Anticoli	Data: 05/07/2022	
Sondaggio: S10 tris	Orario prova:	

