

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

GEOPROVE
S.R.L.

COMUNE DI ROMA (PROV. DI RM)

COMMITTENTE: ACEA ELABORI SPA

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE
FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE DEL
RADDOPPIO MONTE CARNALE – OTTAVIA,
PROVINCIA DI ROMA
(C.Q. n. 3900005591 – O.D.S. N. 55/21)
SONDAGGIO S12

Ruffano, Novembre 2021

IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

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

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



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



SOA 05205 II Livello



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>Sondaggio geognostico a carotaggio continuo</i>	5
<i>Standard Penetration Test (Spt)</i>	11
<i>Piezometri</i>	13
<i>Prova Penetrometrica Statica (C.P.T.U.)</i>	16
<i>Prova penetrometrica dinamica continua (DPSH)</i>	21
<i>Indagine sismica con metodologia HVSR</i>	25
<i>Sismica con metodologia Masw</i>	32

Premessa

Nel mese di Agosto-Settembre 2021, su incarico di ACEA Elabori S.p.A., con ordine di servizio n. 55/21 (nell'ambito dell'A.Q. n. 3900005591) la Geoprove Srl di Ruffano ha eseguito delle indagini geognostiche e redatto la presente relazione di supporto al progetto esecutivo di *“Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione del raddoppio Monte Carnale – Ottavia”*. **Punto S12.**

Sono stati pertanto eseguiti, come richiesto dalla committenza:

- n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità di 20.0 metri;
- prelievo di n. 6 campioni indisturbati;
- n.4 SPT in foro di sondaggio;
- installazione di n.1 piezometro a tubo aperto;
- n.2 indagini sismiche di superficie con metodologia Masw per il calcolo delle Vs, eq;
- n.1 prova penetrometrica statica CPTU;
- n.1 prova penetrometrica dinamica continua DPSH;
- n. 1 prova sismica passiva HVSR.

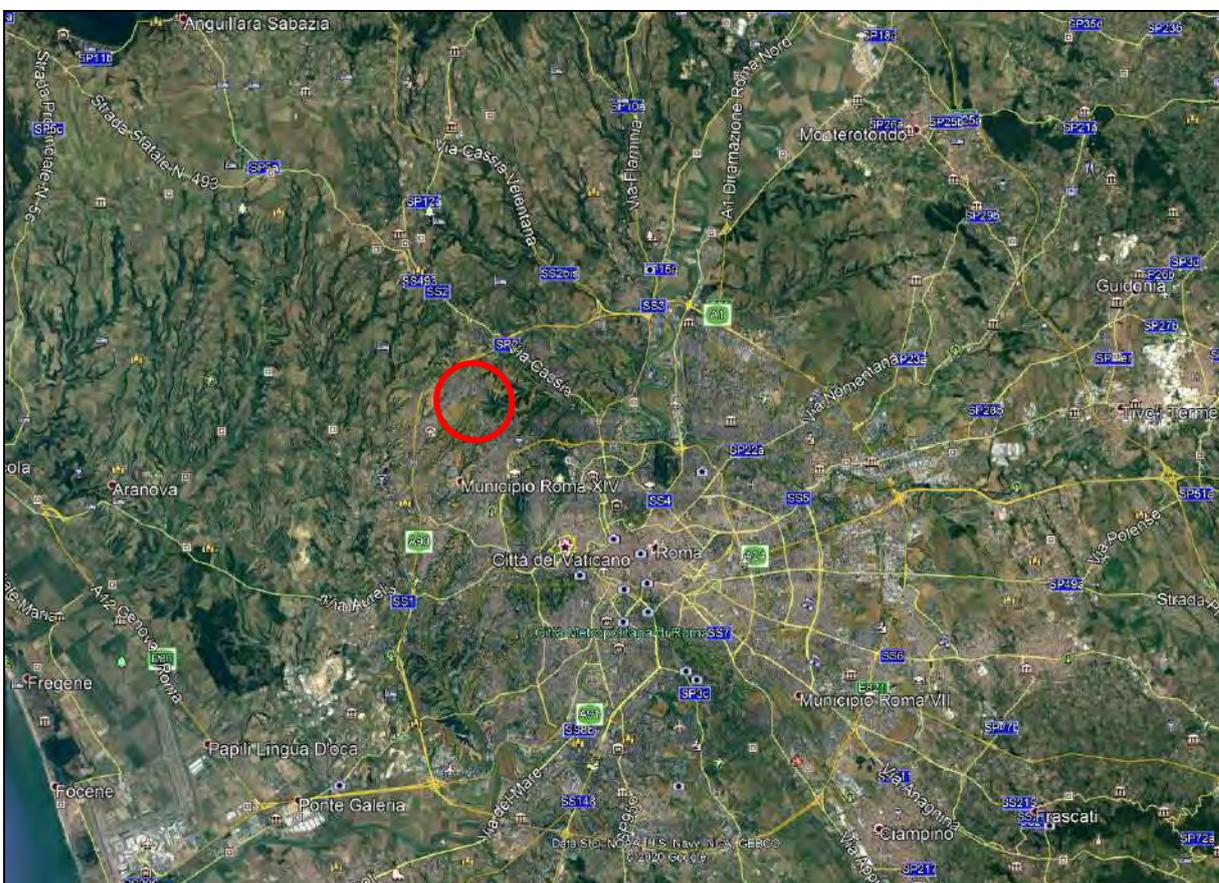
Al termine delle indagini è stata redatta la presente relazione geologico-
tecnica e sismica ai sensi del D.M. 17.01.2018.

Inquadramento geografico

L'area indagata è ubicata nel quartiere Ottavia di Roma (RM), in particolare a Nord Ovest della capitale.

L' area oggetto di indagine si trova in località Casal del Marmo ed è individuata dalle seguenti coordinate:

Latitudine: 41.955144° N, Longitudine: 12.410691° E



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

Indagine geognostica

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

Sono stati pertanto eseguiti, come richiesto dalla committenza:

- n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità di 20.0 metri;
- prelievo di n. 6 campioni indisturbati;
- n.4 SPT in foro di sondaggio;
- installazione di n.1 piezometro a tubo aperto;
- n.2 indagini sismiche di superficie con metodologia Masw per il calcolo delle Vs, eq;
- n.1 prova penetrometrica statica CPTU;
- n.1 prova penetrometrica dinamica continua DPSH;
- n. 1 prova sismica passiva HVSR.

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

Nel giorno 26 Agosto 2021 è stato eseguito n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo della profondità di 20.0 mt dal p.c. situato nella località Casal del Marmo, nel quartiere di Ottavia (RM).

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

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

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

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

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

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno

investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

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

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

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



Esecuzione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S12



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)

Standard Penetration Test (Spt)

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite quattro prove SPT (Standard penetration test).

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

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

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

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

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

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

S1	Profondità dal p.c. (m.)	Nspt
Prova 1	mt 3.00 a mt 3.15	(5)
	mt 3.15 a mt 3.30	6
	mt 3.30 a mt 3.45	<u>9</u>
		15
Prova 2	mt 6.00 a mt 6.15	(6)
	mt 6.15 a mt 6.30	7
	mt 6.30 a mt 6.45	<u>9</u>
		16
Prova 3	mt 11.00 a mt 11.15	(5)
	mt 11.15 a mt 11.30	8
	mt 11.30 a mt 11.45	<u>10</u>
		18
Prova 4	mt 13.00 a mt 13.15	(6)
	mt 13.15 a mt 13.30	8
	mt 13.30 a mt 13.45	<u>9</u>
		17

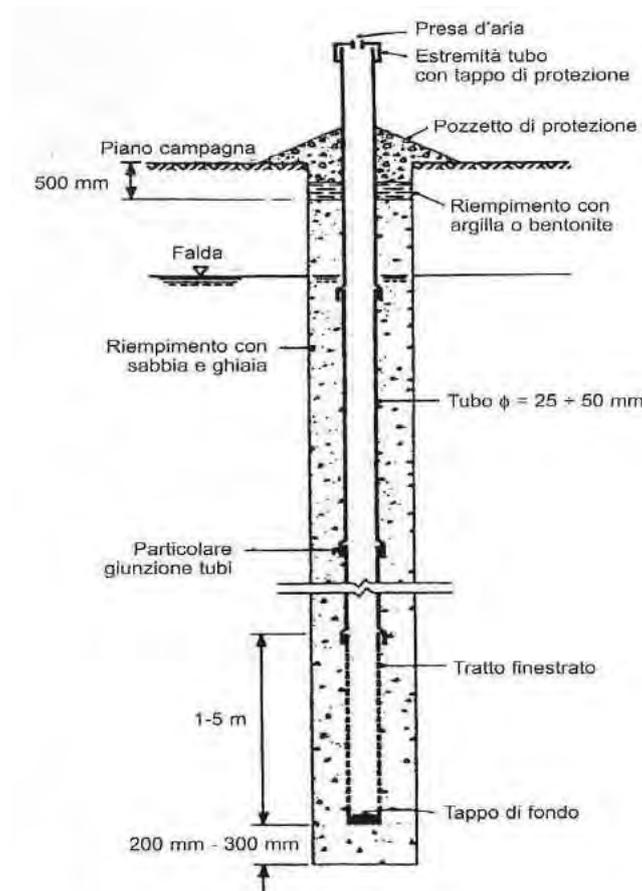
Piezometri

Dopo aver eseguito la perforazione, il sondaggio è stato attrezzato 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 stato poi misurato il livello della falda risultato a – **10.50 metri dal p.c.**



Ubicazione piezometro PZ12

Prova Penetrometrica Statica (C.P.T.U.)

Caratteristiche strumentali

Lo strumento utilizzato è un penetrometro statico prodotto dalla PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT, modello TG63/200 da 200 kN di spinta, (si allega a seguire la **Dichiarazione di conformità e l'Attestazione Marcatura CE**)

PAGANI Geotechnical Equipment
di PAGANI ERMANNINO

C.F. PGNSDD040H08025P P.IVA 06300180339
C.C.I.A.A. PC97486 Reg. Imp. BCI199601142

Sede legale - Loc. Santimento, 44
Sede dimostrativa e Stabilimento - Loc. Campogrande
Telefono -39 0523 775429
Fax -39 0523 775449
39010 CALENDASCO (PIACENZA) - ITALIA

Calealdasco, li 05.12.2009

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

Numero documento: CON000194

Oggetto: Penetrometro

TG63-100KN	statico-dinamico
TG63-200KN	statico
	dinamico

 con matricola P001053

IL COSTRUTTORE, PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT di PAGANI ERMANNINO
SEDE LOCALITA' SANTIMENTO, 44
STABILIMENTO LOC. CAMPOGRANDE
39010 - CALENDASCO - PIACENZA

declara sotto la sua esclusiva responsabilità che l'apparecchiatura in oggetto

- è uno strumento volto a sondare la struttura e la resistenza dei terreni;
- è conforme alle disposizioni delle direttive macchine 98/37/CE e 2006/42/CE;
- è conforme alle disposizioni della direttiva 2004/108/CE sulla compatibilità elettromagnetica;
- è conforme alle disposizioni della direttiva 2006/95/CE sulla bassa tensione;
- è conforme alle disposizioni delle direttive 97/68/CE e 2002/88/CE sulle emissioni in atmosfera dei motori a combustione;
- il fascicolo tecnico è redatto direttamente dal Costruttore e rimane a disposizione delle Autorità competenti degli stati Membri o/o le sedi rappresentative;
- ogni modifica, effettuata dall'utilizzatore, alla macchina qui certificata, fa decadere la validità della presente Dichiarazione. Eventuali responsabilità, conseguenti alla mancata ricezione, saranno a carico dell'utilizzatore.

In fede

PAGANI Geotechnical Equipment
di PAGANI ERMANNINO

Pagani Ermanno, Titolare
(numero e firma)

PAGANI Geotechnical Equipment
di PAGANI ERMANNINO

C.F. PGNSDD040H08025P P.IVA 06300180339
C.C.I.A.A. PC97486 Reg. Imp. BCI199601142

Sede legale - Loc. Santimento, 44
Sede dimostrativa e Stabilimento - Loc. Campogrande
Telefono -39 0523 775429
Fax -39 0523 775449
39010 CALENDASCO (PIACENZA) - ITALIA

Calealdasco, li 05.12.2009

ATTESTAZIONE MARCATURA CE

IL COSTRUTTORE, PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT di PAGANI ERMANNINO
SEDE LOCALITA' SANTIMENTO, 44
STABILIMENTO LOC. CAMPOGRANDE
39010 - CALENDASCO - PIACENZA

declara che sull'attrezzatura

PENETROMETRO

TG-63-100KN	statico-dinamico
TG-63-200KN	statico
	dinamico

CON MATRICOLA P001053

è presente la targhetta CE, come previsto dall'art. 10 della direttiva 98/37/CE e dall'art. 1 e 11 f e dell'art. 16 della direttiva 2006/42/CE.

In fede

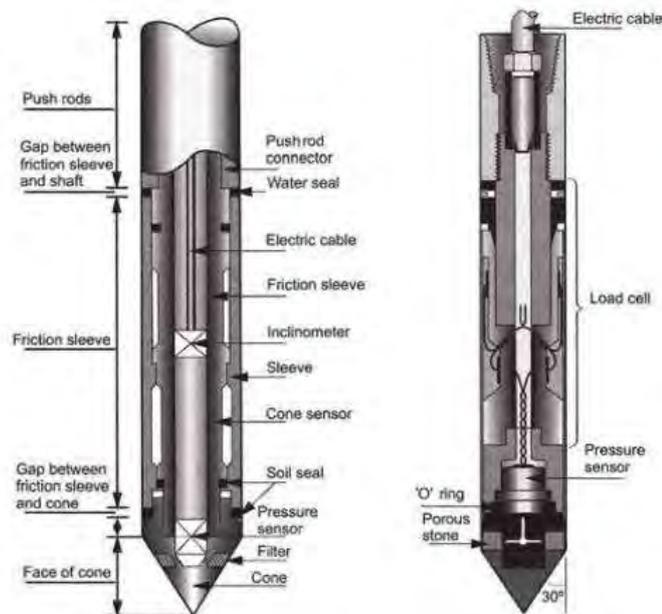
PAGANI Geotechnical Equipment
di PAGANI ERMANNINO

Pagani Ermanno, Titolare
(numero e firma)

E' stata eseguita una prova penetrometrica statica (CPTU) spinta fino a 2.44 metri di profondità dove si è avuto il rifiuto strumentale.

Prova penetrometrica statica (C.P.T.U.)

La prova statica CPTU consiste nell'infissione nel terreno, a velocità costante, di una punta conica, di dimensioni e caratteristiche standard, a mezzo di batterie di aste cave all'interno delle quali viene fatto passare il cavo di segnale. La punta digitale ha al suo interno una serie di sensori che permettono di misurare oltre alla resistenza di punta (Q_c), l'attrito laterale (F_s), la pressione neutra (pressione dinamica dell'acqua nei pori), la deviazione dalla verticale (Tilt) e la velocità di avanzamento del piezocono.



Tratto da F. Schnaid, 2009

Le tensioni meccaniche registrate in fase di avanzamento vengono trasformate in tensioni elettriche che poi tramite il cavo di segnale vengono trasferite al sistema di acquisizione TGAS06. Il trasduttore di profondità, collegato anch'esso al TGAS06 e il cui movimento è reso solidale al sistema di spinta, fornisce la profondità reale della punta e la velocità di avanzamento. Grazie al software di acquisizione TGSW03 i risultati della

prova vengono registrati e visualizzati in tempo reale sul monitor di un P.C., permettendo così di controllare la corretta esecuzione della prova stessa. Con tale prova si ha anche la possibilità, a differenza della CPT, di determinare la pressione interstiziale (U) del terreno, inoltre, la lettura dei vari parametri è possibile ottenerla per ogni centimetro di avanzamento della punta

Le caratteristiche del piezocono utilizzato per l'esecuzione della prova sono le seguenti:

Caratteristiche del piezocono			
<i>Canali di misura:</i>		<i>Dimensioni:</i>	
Resistenza di punta (qc):	50 MPa	Angolo di apertura cono:	60°
Attrito laterale (fs):	0,50 MPa (titanio)	Diametro:	36 mm
Pressione nei pori (U):	2,5 MPa	Sezione di spinta:	10 cm ²
Inclinazione:	0 - 20°	Superficie laterale:	150 cm ²
Tip area factor (a):	0,58	Peso:	2,1 kg
		Lunghezza:	413 mm

Sulle aste cave, di diametro esterno 36 mm, quando necessario, viene installato un anello allargatore, posto a distanza non inferiore di m 1,00 sopra la punta, per diminuire l'attrito del terreno lungo la batteria di aste.

La prova viene effettuata con velocità d'infissione della punta di 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) indipendentemente dalla natura e dalle caratteristiche del terreno.

La prova viene sospesa qualora la resistenza totale, o alla punta, è tale da non consentire il raggiungimento della profondità di progetto o qualora la punta subisca un deviazione superiore a 20°.



Ubicazione prova penetrometrica statica CPTU12



Esecuzione prova penetrometrica statica CPTU12

Le resistenze registrate sono stati elaborati con un programma di calcolo della Geostru – Static Probing, del quale si allega elaborazione in calce alla relazione.

Le indagini hanno tuttavia permesso di ricostruire la successione stratigrafica in corrispondenza della prova e per uno spessore di 2.44 metri.

La successione ricostruita con la CPTU 12 è data da:

- da 0.0 m a 0.40 m Preforo;
- da 0.40 m a 2.44 m Sabbie

PROVA ... Nr.12

Committente: Acea Elabiori SpA

Strumento utilizzato: PAGANI 200 kN (CPTU)

Località: Ottavia

Profondità

qc Resistenza punta (Mpa);
fs Resistenza laterale (Mpa);
Fr fs/qcx100 (Schmertmann)
qcn qc normalizzata (Mpa);
fsn fs normalizzato (Mpa);
U2 Pressione neutrale intorno al cono (KPa);
Uo Pressione neutrale rilevata (KPa);
Fc Contenuto in materiale fine(%)

Profondità	qc	fs	U2	qc/fs	Fr	Uo	qcn	fsn	FC%
0.01	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.093	0.0	0
0.02	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.093	0.204	0
0.03	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.093	0.205	0
0.04	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.093	0.209	0
0.05	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.093	0.0	0
0.06	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.093	0.0	0
0.07	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.089	0.0	0
0.08	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.089	0.0	0
0.09	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.075	0.0	0
0.10	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	-0.075	0.0	0
0.11	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.135	0.009	84.08
0.12	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.261	0.025	66.08
0.13	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.46	0.019	48.71
0.14	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.741	0.014	36.3
0.15	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.741	0.014	36.3
0.16	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.265	0.017	26.61
0.17	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.536	0.025	24.84
0.18	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.72	0.03	23.89
0.19	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.869	0.041	24.25
0.20	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.869	0.041	24.25
0.21	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.954	0.05	24.86
0.22	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.833	0.069	28.25
0.23	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.72	0.079	30.43
0.24	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.585	0.081	32.05
0.25	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.585	0.081	32.06
0.26	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.955	0.136	47.82
0.27	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.865	0.139	50.32
0.28	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.865	0.139	50.32
0.29	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.851	0.146	51.37
0.30	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.896	0.131	48.77
0.31	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.973	0.135	47.29
0.32	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.973	0.135	47.3
0.33	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.236	0.125	41.23
0.34	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.361	0.119	38.82
0.35	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.522	0.112	36.02
0.36	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.653	0.111	34.4
0.37	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.625	0.126	36.04
0.38	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.625	0.126	36.04

0.39	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.21	0.215	48.66
0.40	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	1.031	0.245	54.15
0.41	0.55	0.022	0.00	25.0	4.0	0.0	0.914	0.285	59.43
0.42	0.683	0.05	0.00	13.66	7.321	0.0	0.905	0.287	59.8
0.43	0.705	0.067	0.00	10.522	9.504	0.0	0.905	0.29	60.01
0.44	0.749	0.056	0.00	13.375	7.477	0.0	0.905	0.291	60.02
0.45	0.712	0.07	0.00	10.171	9.831	0.0	1.038	0.264	55.2
0.46	0.771	0.056	0.00	13.768	7.263	0.0	1.047	0.27	55.31
0.47	0.749	0.051	0.00	14.686	6.809	0.0	1.042	0.283	56.21
0.48	0.807	0.04	0.00	20.175	4.957	0.0	0.984	0.306	58.85
0.49	0.778	0.048	0.00	16.208	6.17	0.0	0.929	0.349	62.5
0.50	0.807	0.043	0.00	18.767	5.328	0.0	0.929	0.349	62.5
0.51	0.815	0.048	0.00	16.979	5.89	0.0	0.82	0.408	68.57
0.52	0.815	0.05	0.00	16.3	6.135	0.0	0.783	0.424	70.52
0.53	0.807	0.032	0.00	25.219	3.965	0.0	0.763	0.429	71.46
0.54	3.188	0.032	0.00	99.625	1.004	0.0	0.766	0.42	70.97
0.55	6.631	0.101	0.00	65.653	1.523	0.0	0.757	0.434	71.91
0.56	8.365	0.12	0.00	69.708	1.435	0.0	0.757	0.434	71.92
0.57	2.751	0.047	0.00	58.532	1.708	0.0	0.702	0.494	76.57
0.58	5.631	0.015	0.00	375.4	0.266	0.0	0.678	0.517	78.52
0.59	18.639	0.148	0.00	125.939	0.794	0.0	0.66	0.534	79.98
0.60	19.014	0.148	0.00	128.473	0.778	0.0	0.638	0.554	81.77
0.61	16.204	0.149	0.00	108.752	0.92	0.0	0.629	0.554	82.18
0.62	16.636	0.153	0.00	108.732	0.92	0.0	0.625	0.544	82.02
0.63	16.057	0.15	0.00	107.047	0.934	0.0	0.625	0.544	82.02
0.64	17.014	0.153	0.00	111.203	0.899	0.0	0.599	0.546	83.36
0.65	16.524	0.152	0.00	108.711	0.92	0.0	0.576	0.551	84.7
0.66	16.014	0.147	0.00	108.939	0.918	0.0	0.561	0.55	85.45
0.67	16.934	0.149	0.00	113.651	0.88	0.0	0.556	0.551	85.73
0.68	16.114	0.146	0.00	110.37	0.906	0.0	0.556	0.551	85.74
0.69	16.014	0.143	0.00	111.986	0.893	0.0	0.523	0.557	87.89
0.70	17.018	0.15	0.00	113.453	0.881	0.0	0.504	0.569	89.54
0.71	17.097	0.148	0.00	115.52	0.866	0.0	0.48	0.584	91.65
0.72	16.621	0.146	0.00	113.842	0.878	0.0	0.456	0.599	93.88
0.73	16.565	0.149	0.00	111.174	0.899	0.0	0.438	0.609	95.59
0.74	15.663	0.14	0.00	111.879	0.894	0.0	0.425	0.613	96.73
0.75	17.014	0.152	0.00	111.934	0.893	0.0	0.425	0.613	96.74
0.76	16.624	0.148	0.00	112.324	0.89	0.0	0.383	0.639	101.23
0.77	17.475	0.149	0.00	117.282	0.853	0.0	0.371	0.653	102.88
0.78	17.525	0.145	0.00	120.862	0.827	0.0	0.37	0.647	102.78
0.79	17.017	0.149	0.00	114.208	0.876	0.0	0.352	0.669	105.35
0.80	17.931	0.152	0.00	117.967	0.848	0.0	0.352	0.67	105.36
0.81	18.017	0.147	-0.34	122.565	0.816	0.0	0.311	0.717	111.56
0.82	17.631	0.149	-0.45	118.329	0.845	0.0	0.307	0.708	111.72
0.83	17.662	0.152	0.11	116.197	0.861	0.0	0.306	0.683	110.85
0.84	17.225	0.155	1.78	111.129	0.9	0.0	0.301	0.675	111.15
0.85	17.566	0.152	2.23	115.566	0.865	0.0	0.297	0.654	110.84
0.86	17.552	0.152	1.67	115.474	0.866	0.0	0.292	0.64	110.95
0.87	17.019	0.153	-0.34	111.235	0.899	0.0	0.292	0.64	110.96
0.88	18.058	0.147	-0.45	122.844	0.814	0.0	0.255	0.661	116.83
0.89	18.563	0.149	-1.23	124.584	0.803	0.0	0.238	0.679	120.3
0.90	19.363	0.142	1.34	136.359	0.733	0.0	0.225	0.695	123.19
0.91	18.524	0.14	1.67	132.314	0.756	0.0	0.22	0.685	123.71
0.92	18.582	0.149	2.01	124.711	0.802	0.0	0.206	0.696	126.64
0.93	18.562	0.143	1.78	129.804	0.77	0.0	0.179	0.761	135
0.94	17.632	0.148	2.57	119.135	0.839	0.0	0.179	0.762	135.02
0.95	17.822	0.15	0.00	118.813	0.842	0.0	0.125	0.911	156.57
0.96	17.522	0.153	0.00	114.523	0.873	0.0	0.111	0.963	164.01
0.97	17.505	0.152	-0.78	115.164	0.868	0.0	0.107	0.969	166

0.98	17.562	0.152	0.00	115.539	0.866	0.0	0.102	0.975	168.57
0.99	17.044	0.153	2.01	111.399	0.898	0.0	0.102	0.943	167.53
1.00	16.068	0.099	3.12	162.303	0.616	0.0	0.088	0.972	175.59
1.01	16.366	0.064	3.90	255.719	0.391	0.0	0.052	1.179	211.39
1.02	5.05	0.057	3.01	88.596	1.129	0.0	0.034	1.341	242.8
1.03	5.253	0.062	3.79	84.726	1.18	0.0	0.016	1.584	303.66
1.04	4.595	0.05	2.90	91.9	1.088	0.0	-0.002	1.953	0
1.05	4.762	0.04	2.68	119.05	0.84	0.0	-0.025	2.739	0
1.06	4.928	0.059	2.57	83.525	1.197	0.0	-0.034	3.257	0
1.07	5.011	0.048	0.34	104.396	0.958	0.0	-0.034	3.266	0
1.08	4.965	0.055	-0.56	90.273	1.108	0.0	-0.048	4.133	0
1.09	5.863	0.057	2.90	102.86	0.972	0.0	-0.048	3.996	0
1.10	4.817	0.058	2.68	83.052	1.204	0.0	0.096	0.73	162.33
1.11	5.78	0.059	3.46	97.966	1.021	0.0	0.127	0.616	144.25
1.12	5.928	0.064	3.35	92.625	1.08	0.0	0.127	0.617	144.27
1.13	3.048	0.059	2.01	51.661	1.936	0.0	0.051	1.067	208.76
1.14	3.654	0.055	0.34	66.436	1.505	0.0	0.001	1.664	582.85
1.15	3.178	0.055	5.02	57.782	1.731	0.0	-0.035	2.923	0
1.16	3.685	0.058	3.68	63.534	1.574	0.0	-0.053	4.823	0
1.17	3.762	0.048	2.01	78.375	1.276	0.0	-0.057	5.695	0
1.18	3.796	0.056	2.01	67.786	1.475	0.0	-0.048	3.85	0
1.19	3.385	0.06	1.56	56.417	1.773	0.0	-0.039	2.89	0
1.20	3.367	0.06	1.23	56.117	1.782	0.0	-0.039	2.9	0
1.21	5.679	0.058	1.00	97.914	1.021	0.0	-0.053	4.442	0
1.22	2.99	0.051	1.23	58.627	1.706	0.0	-0.062	6.973	0
1.23	2.699	0.057	2.23	47.351	2.112	0.0	-0.062	7.027	0
1.24	3.59	0.057	1.78	62.982	1.588	0.0	-0.062	7.082	0
1.25	3.2	0.06	1.78	53.333	1.875	0.0	-0.101	-3.993	0
1.26	3.018	0.063	2.12	47.905	2.087	0.0	-0.101	-4.195	0
1.27	2.971	0.062	1.67	47.919	2.087	0.0	-0.101	-4.158	0
1.28	3.121	0.064	2.12	48.766	2.051	0.0	-0.101	-4.137	0
1.29	3.346	0.064	2.45	52.281	1.913	0.0	-0.101	-3.958	0
1.30	3.308	0.072	2.23	45.944	2.177	0.0	-0.1	-3.825	0
1.31	3.411	0.034	2.23	100.324	0.997	0.0	-0.1	-3.733	0
1.32	3.636	0.044	2.57	82.636	1.21	0.0	-0.1	-3.839	0
1.33	3.477	0.069	2.01	50.391	1.984	0.0	-0.1	-3.819	0
1.34	3.458	0.066	2.57	52.394	1.909	0.0	-0.1	-3.907	0
1.35	3.458	0.077	2.45	44.909	2.227	0.0	-0.1	-3.983	0
1.36	3.421	0.079	2.90	43.304	2.309	0.0	-0.1	-3.934	0
1.37	3.393	0.072	2.57	47.125	2.122	0.0	-0.1	-3.938	0
1.38	3.383	0.085	2.68	39.8	2.513	0.0	-0.1	-3.89	0
1.39	3.505	0.091	2.68	38.516	2.596	0.0	-0.1	-3.87	0
1.40	3.861	0.093	2.45	41.516	2.409	0.0	-0.058	4.823	0
1.41	0.881	0.026	2.45	33.885	2.951	0.0	-0.076	358.711	0
1.42	0.959	0.017	2.12	56.412	1.773	0.0	-0.099	-3.384	0
1.43	1.018	0.032	2.90	31.813	3.143	0.0	0.044	0.689	202.95
1.44	1.262	0.036	3.12	35.056	2.853	0.0	0.044	0.69	202.99
1.45	1.694	0.031	3.46	54.645	1.83	0.0	4.561	0.027	10.85
1.46	1.945	0.04	4.68	48.625	2.057	0.0	5.031	0.024	9.45
1.47	2.595	0.029	5.13	89.483	1.118	0.0	5.604	0.081	14.47
1.48	3.212	0.037	5.13	86.811	1.152	0.0	6.121	0.077	13.31
1.49	3.282	0.064	5.58	51.281	1.95	0.0	6.121	0.077	13.31
1.50	3.497	0.068	6.47	51.426	1.945	0.0	8.72	0.033	6.02
1.51	3.426	0.062	6.25	55.258	1.81	0.0	8.019	0.029	6.14
1.52	8.354	0.106	2.37	78.811	1.269	0.0	7.612	0.086	11.96
1.53	7.254	0.101	1.00	71.822	1.392	0.0	8.164	0.086	11.3
1.54	6.177	0.094	0.59	65.713	1.522	0.0	7.872	0.085	11.59
1.55	9.158	0.089	-0.36	102.899	0.972	0.0	7.872	0.085	11.59
1.56	18.966	0.139	-1.05	136.446	0.733	0.0	6.711	0.054	10.29

1.57	18.214	0.134	-0.69	135.925	0.736	0.0	6.3	0.045	9.98
1.58	17.968	0.138	-0.94	130.203	0.768	0.0	5.997	0.046	10.5
1.59	18.214	0.136	0.57	133.926	0.747	0.0	5.84	0.05	11.18
1.60	18.014	0.138	0.23	130.536	0.766	0.0	5.615	0.045	11.06
1.61	17.024	0.157	1.00	108.433	0.922	0.0	5.615	0.045	11.06
1.62	17.014	0.155	0.40	109.768	0.911	0.0	4.8	0.047	12.76
1.63	17.335	0.158	-0.15	109.715	0.911	0.0	4.638	0.049	13.37
1.64	17.014	0.157	0.37	108.369	0.923	0.0	4.354	0.046	13.78
1.65	17.019	0.156	0.62	109.096	0.917	0.0	4.007	0.05	15.13
1.66	17.336	0.158	0.81	109.722	0.911	0.0	4.49	0.03	11.36
1.67	17.635	0.157	2.01	112.325	0.89	0.0	4.49	0.03	11.36
1.68	17.014	0.153	0.93	111.203	0.899	0.0	3.279	0.032	15.15
1.69	17.056	0.156	1.70	109.333	0.915	0.0	2.554	0.036	19
1.70	17.357	0.155	1.71	111.981	0.893	0.0	2.512	0.04	19.69
1.71	17.099	0.148	2.05	115.534	0.866	0.0	2.599	0.038	18.94
1.72	16.987	0.151	6.25	112.497	0.889	0.0	2.468	0.032	18.85
1.73	18.014	0.153	6.80	117.739	0.849	0.0	2.468	0.032	18.85
1.74	17.636	0.149	6.80	118.362	0.845	0.0	2.136	0.052	23.67
1.75	17.852	0.15	8.81	119.013	0.84	0.0	2.218	0.055	23.52
1.76	17.144	0.152	9.37	112.789	0.887	0.0	1.715	0.081	30.7
1.77	17.935	0.153	9.70	117.222	0.853	0.0	1.386	0.069	33.18
1.78	17.258	0.147	9.48	117.401	0.852	0.0	1.089	0.172	47.87
1.79	17.218	0.149	8.59	115.557	0.865	0.0	1.089	0.172	47.87
1.80	17.635	0.149	8.59	118.356	0.845	0.0	1.238	0.104	39.24
1.81	18.058	0.152	9.70	118.803	0.842	0.0	1.07	0.104	42.22
1.82	17.668	0.153	6.21	115.477	0.866	0.0	0.765	0.16	55.14
1.83	18.047	0.15	1.64	120.313	0.831	0.0	0.706	0.257	64.34
1.84	17.148	0.146	4.01	117.452	0.851	0.0	0.701	0.237	63.19
1.85	17.687	0.143	5.01	123.685	0.809	0.0	0.701	0.237	63.2
1.86	17.016	0.147	2.34	115.755	0.864	0.0	1.656	0.246	44.09
1.87	17.147	0.147	6.47	116.646	0.857	0.0	2.257	0.249	38.42
1.88	17.367	0.146	4.01	118.952	0.841	0.0	2.754	0.224	33.69
1.89	17.521	0.144	4.91	121.674	0.822	0.0	3.439	0.177	27.47
1.90	18.148	0.145	-0.56	125.159	0.799	0.0	3.439	0.177	27.47
1.91	17.224	0.139	-1.34	123.914	0.807	0.0	3.931	0.109	20.95
1.92	18.567	0.139	-0.67	133.576	0.749	0.0	3.142	0.1	23.18
1.93	18.447	0.138	2.68	133.674	0.748	0.0	3.434	0.053	17.31
1.94	17.214	0.14	-0.22	122.957	0.813	0.0	3.972	0.1	20.02
1.95	17.147	0.144	5.02	119.076	0.84	0.0	4.661	0.089	17.21
1.96	17.335	0.146	5.24	118.733	0.842	0.0	4.661	0.089	17.21
1.97	18.414	0.149	0.34	123.584	0.809	0.0	5.06	0.051	12.74
1.98	18.633	0.145	1.67	128.503	0.778	0.0	3.665	0.063	17.6
1.99	18.693	0.143	3.79	130.72	0.765	0.0	4.037	0.086	18.66
2.00	18.664	0.102	2.45	182.98	0.547	0.0	3.929	0.076	18.05
2.01	18.634	0.069	3.57	270.058	0.37	0.0	3.929	0.076	18.05
2.02	5.015	0.087	3.90	57.644	1.735	0.0	4.429	0.08	16.96
2.03	5.214	0.067	5.24	77.821	1.285	0.0	5.119	0.075	14.94
2.04	5.144	0.068	4.35	75.647	1.322	0.0	5.815	0.057	11.94
2.05	5.014	0.076	0.26	65.974	1.516	0.0	5.73	0.05	11.4
2.06	5.254	0.077	2.30	68.234	1.466	0.0	5.569	0.057	12.39
2.07	4.368	0.079	9.89	55.291	1.809	0.0	6.971	0.044	8.9
2.08	4.248	0.07	9.89	60.686	1.648	0.0	6.971	0.044	8.9
2.09	4.55	0.059	8.60	77.119	1.297	0.0	6.941	0.067	11.16
2.10	5.147	0.059	8.50	87.237	1.146	0.0	6.744	0.09	13.39
2.11	6.27	0.06	3.01	104.5	0.957	0.0	5.635	0.143	18.97
2.12	6.224	0.055	1.02	113.164	0.884	0.0	5.794	0.134	18.07
2.13	6.117	0.055	0.66	111.218	0.899	0.0	5.794	0.134	18.07
2.14	6.522	0.054	1.27	120.778	0.828	0.0	5.866	0.103	15.78
2.15	8.638	0.056	2.08	154.25	0.648	0.0	5.015	0.14	20.18

2.16	8.789	0.052	3.56	169.019	0.592	0.0	4.542	0.135	21.04
2.17	5.822	0.047	0.37	123.872	0.807	0.0	4.054	0.15	23.46
2.18	6.936	0.063	0.64	110.095	0.908	0.0	2.682	0.131	27.96
2.19	7.968	0.071	0.41	112.225	0.891	0.0	2.807	0.151	28.74
2.20	7.674	0.062	0.85	123.774	0.808	0.0	2.807	0.151	28.74
2.21	7.387	0.062	0.59	119.145	0.839	0.0	2.895	0.136	27.2
2.22	6.847	0.063	1.03	108.683	0.92	0.0	2.71	0.116	26.62
2.23	6.225	0.05	1.97	124.5	0.803	0.0	2.71	0.116	26.62
2.24	6.201	0.055	0.26	112.745	0.887	0.0	2.71	0.116	26.62
2.25	5.367	0.059	1.26	90.966	1.099	0.0	1.89	0.082	29.12
2.26	5.826	0.062	0.29	93.968	1.064	0.0	1.892	0.096	30.53
2.27	4.644	0.053	1.02	87.623	1.141	0.0	2.082	0.103	29.61
2.28	8.47	0.052	0.60	162.885	0.614	0.0	2.429	0.136	29.9
2.29	11.241	0.051	1.41	220.412	0.454	0.0	2.429	0.136	29.9
2.30	12.825	0.058	2.11	221.121	0.452	0.0	2.56	0.086	24.78
2.31	12.524	0.063	2.12	198.794	0.503	0.0	2.596	0.087	24.68
2.32	13.522	0.051	-0.31	265.137	0.377	0.0	1.959	0.154	34.92
2.33	14.622	0.057	-0.16	256.526	0.39	0.0	1.987	0.17	35.84
2.34	15.258	0.053	-0.05	287.887	0.347	0.0	2.378	0.132	29.96
2.35	14.015	0.069	0.88	203.116	0.492	0.0	2.342	0.135	30.4
2.36	13.789	0.072	3.45	191.514	0.522	0.0	2.342	0.135	30.4
2.37	13.931	0.075	0.35	185.747	0.538	0.0	1.385	0.156	41.55
2.38	13.847	0.068	0.85	203.632	0.491	0.0	1.529	0.14	38.38
2.39	14.802	0.047	4.38	314.936	0.318	0.0	1.781	0.121	33.95
2.40	16.879	0.059	5.93	286.085	0.35	0.0	1.889	0.107	31.64
2.41	1.255	0.029	1.02	43.276	2.311	0.0	1.803	0.115	33.14
2.42	1.476	0.032	3.02	46.125	2.168	0.0	1.445	0.071	32.57
2.43	11.254	0.072	1.02	156.306	0.64	0.0	1.445	0.071	32.57
2.44	68.141	0.214	1.80	318.416	0.314	0.0	1.566	0.093	33.62

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Acea Elabori SpA
Cantiere: Adduttrice
Località: Ottavia

Caratteristiche Strumentali PAGANI 200 kN (CPTU)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	1
Costante di trasformazione Ct	10

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Harman	100.0

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Koppejan	38.1

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Robertson & Campanella 1983	21.7

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Buisman - Sanglerat	16.3

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Imai & Tomauchi	48.7

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	0.09398	0.01222

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Meyerhof	18.6

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Meyerhof	21.6

Velocità onde di taglio.

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	331.26

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	*
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03

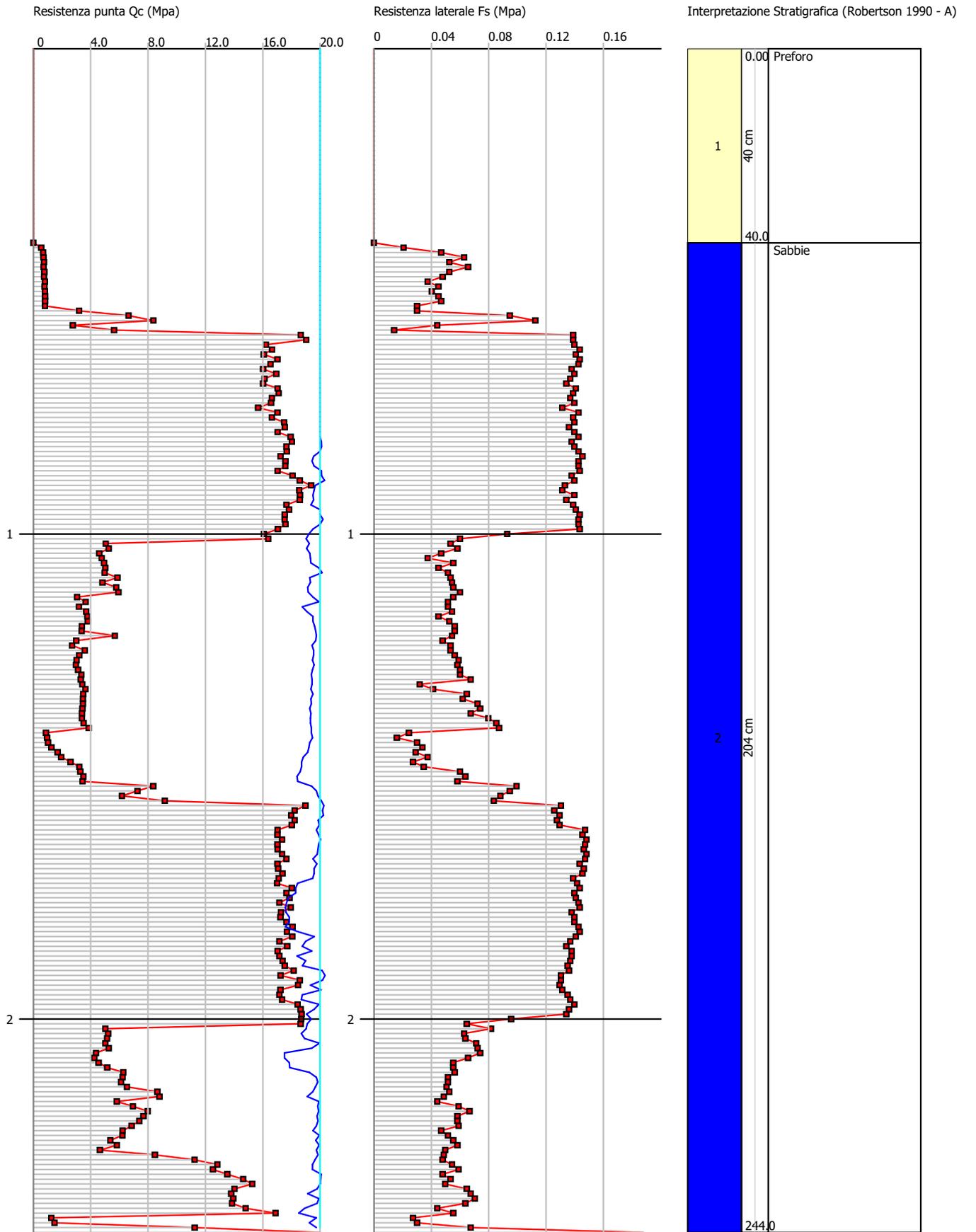
Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	2.44	10.864	0.0973	22.0	22.0	Piacentini-Righi 1988	0

Probe CPTU - Piezocone CPTU 12
Strumento utilizzato PAGANI 200 kN (CPTU)

Committente: Acea Elabori SpA
Cantiere: Adduttrice
Località: Ottavia

Data: 26/06/2021



Prova penetrometrica dinamica continua (DPSH)

Nell'area in esame è stata eseguita n.1 prova penetrometrica dinamica continua della profondità di 16.20 mt (come da planimetria allegata).

La prova penetrometrica dinamica DPSH consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura)
- avanzamento (penetrazione) d

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL)

- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente
Leggero	DPL (Light)	$M > 10$	8m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	25 m
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$	25 m

Nella presente indagine è stato utilizzato un penetrometro DPSH mod. TG 63-200 PAGANI

I dati penetrometrici sono stati successivamente elaborati secondo le più assodate metodologie in uso, arrivando ad associare a ciascuna prova una colonna geotecnica interpretativa (vedi grafico allegato).

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru software s.a.s.* Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.



Ubicazione prova penetrometrica dinamica DPSH12

La successione litostratigrafica ricostruita con la prova DPSH12 è la seguente:

- da 0.00 m a 0.40 m Terreno di riporto
- da 0.40 m a 16.20 m Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati



Esecuzione prova penetrometrica dinamica DPSH12

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Acea Elabiori SpA
 Descrizione: Adduttrice
 Località: Ottavia

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.12

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 01/09/2021

Profondità prova 16.20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	41	0.655	260.83	398.43	13.04	19.92
0.40	11	0.851	90.94	106.90	4.55	5.34
0.60	5	0.847	41.16	48.59	2.06	2.43
0.80	8	0.843	65.56	77.74	3.28	3.89
1.00	20	0.790	142.00	179.80	7.10	8.99
1.20	15	0.786	106.03	134.85	5.30	6.74
1.40	15	0.783	105.57	134.85	5.28	6.74
1.60	7	0.830	52.20	62.93	2.61	3.15
1.80	4	0.826	29.71	35.96	1.49	1.80
2.00	4	0.823	27.54	33.45	1.38	1.67
2.20	5	0.820	34.29	41.82	1.71	2.09
2.40	27	0.717	161.94	225.81	8.10	11.29
2.60	19	0.764	121.44	158.90	6.07	7.95
2.80	7	0.811	47.50	58.54	2.38	2.93
3.00	4	0.809	25.29	31.27	1.26	1.56
3.20	3	0.806	18.91	23.46	0.95	1.17
3.40	3	0.803	18.84	23.46	0.94	1.17
3.60	3	0.801	18.78	23.46	0.94	1.17
3.80	9	0.798	56.18	70.37	2.81	3.52
4.00	15	0.746	82.14	110.10	4.11	5.51
4.20	15	0.744	81.88	110.10	4.09	5.51
4.40	21	0.691	106.58	154.15	5.33	7.71
4.60	26	0.689	131.54	190.85	6.58	9.54
4.80	9	0.787	52.00	66.06	2.60	3.30
5.00	8	0.785	43.44	55.34	2.17	2.77
5.20	6	0.783	32.50	41.50	1.62	2.08
5.40	4	0.781	21.61	27.67	1.08	1.38
5.60	4	0.779	21.56	27.67	1.08	1.38
5.80	6	0.777	32.26	41.50	1.61	2.08
6.00	15	0.725	71.17	98.10	3.56	4.91
6.20	26	0.674	114.56	170.05	5.73	8.50
6.40	6	0.772	30.29	39.24	1.51	1.96
6.60	5	0.770	25.19	32.70	1.26	1.64
6.80	6	0.769	30.17	39.24	1.51	1.96
7.00	8	0.767	38.07	49.62	1.90	2.48
7.20	21	0.666	86.70	130.25	4.33	6.51
7.40	12	0.764	56.87	74.43	2.84	3.72
7.60	10	0.763	47.30	62.02	2.37	3.10
7.80	8	0.761	37.77	49.62	1.89	2.48
8.00	8	0.760	35.85	47.18	1.79	2.36

8.20	12	0.759	53.68	70.77	2.68	3.54
8.40	10	0.757	44.66	58.97	2.23	2.95
8.60	16	0.706	66.61	94.36	3.33	4.72
8.80	25	0.655	96.53	147.44	4.83	7.37
9.00	11	0.753	46.59	61.83	2.33	3.09
9.20	18	0.702	71.06	101.18	3.55	5.06
9.40	10	0.751	42.22	56.21	2.11	2.81
9.60	8	0.750	33.72	44.97	1.69	2.25
9.80	7	0.749	29.46	39.35	1.47	1.97
10.00	5	0.748	20.07	26.85	1.00	1.34
10.20	8	0.747	32.07	42.96	1.60	2.15
10.40	12	0.746	48.04	64.44	2.40	3.22
10.60	18	0.694	67.12	96.65	3.36	4.83
10.80	10	0.743	39.92	53.70	2.00	2.68
11.00	11	0.742	41.97	56.54	2.10	2.83
11.20	7	0.741	26.67	35.98	1.33	1.80
11.40	8	0.740	30.44	41.12	1.52	2.06
11.60	5	0.739	19.00	25.70	0.95	1.28
11.80	12	0.738	45.53	61.68	2.28	3.08
12.00	10	0.737	36.33	49.29	1.82	2.46
12.20	11	0.736	39.91	54.21	2.00	2.71
12.40	15	0.685	50.65	73.93	2.53	3.70
12.60	8	0.734	28.95	39.43	1.45	1.97
12.80	6	0.733	21.68	29.57	1.08	1.48
13.00	7	0.732	24.26	33.14	1.21	1.66
13.20	15	0.681	48.36	71.01	2.42	3.55
13.40	10	0.730	34.56	47.34	1.73	2.37
13.60	8	0.729	27.61	37.87	1.38	1.89
13.80	9	0.728	31.01	42.61	1.55	2.13
14.00	9	0.727	29.79	40.99	1.49	2.05
14.20	14	0.676	43.09	63.76	2.15	3.19
14.40	11	0.725	36.30	50.10	1.82	2.50
14.60	10	0.723	32.95	45.54	1.65	2.28
14.80	8	0.722	26.32	36.44	1.32	1.82
15.00	9	0.721	28.48	39.49	1.42	1.97
15.20	8	0.720	25.27	35.10	1.26	1.76
15.40	15	0.669	44.01	65.82	2.20	3.29
15.60	10	0.717	31.48	43.88	1.57	2.19
15.80	11	0.716	34.57	48.27	1.73	2.41
16.00	8	0.715	24.21	33.87	1.21	1.69
16.20	9	0.714	27.18	38.10	1.36	1.90

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	26	252.66		0	0.0	0.0	0.0	1.5	39.1	Terreno di riporto
16.2	9.77	59.17	Incoerente	0	1.87	1.95	1.48	1.5	14.69	Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Meyerhof 1957	54.55

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Sowers (1961)	32.11

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	174.04

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Menzenbach e Malcev	191.66

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Meyerhof et al.	1.87

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	(A.G.I.)	0.33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Ohsaki (Sabbie pulite)	812.67

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Ohta & Goto (1978) Limi	163.83

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K_0
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Navfac 1971-1982	3.06

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

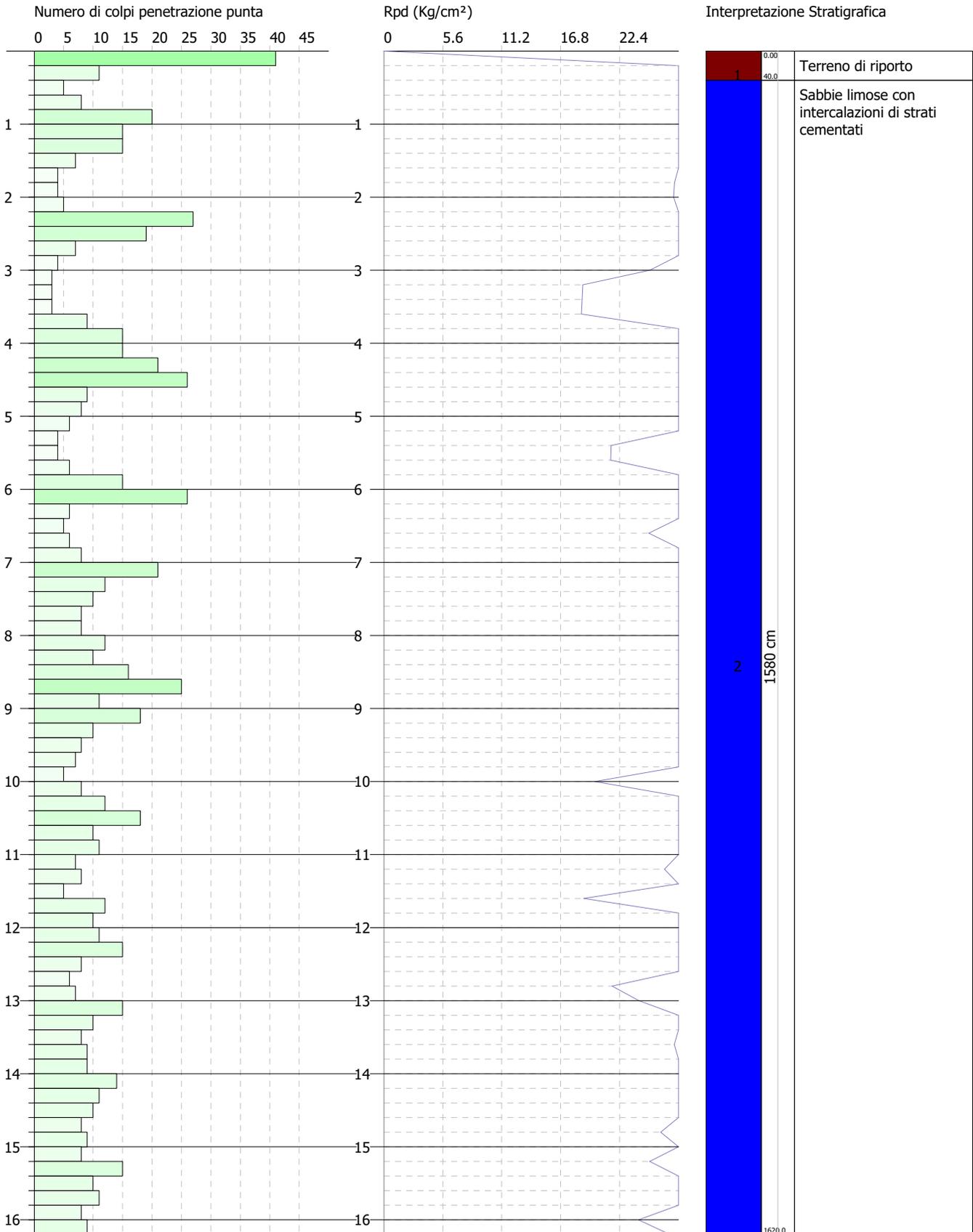
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q_c (Kg/cm²)
Strato (2) Sabbie limose con intercalazioni di strati cementati	14.69	0.40-16.20	14.69	Robertson 1983	29.38

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.12
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Acea Elabiori SpA
Descrizione: Adduttrice
Località: Ottavia

Data: 01/09/2021

Scala 1:75



Indagine sismica con metodologia HVSR

In corrispondenza del sondaggio S12 si è proceduto alla misura delle vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico) con singola stazione di misura in una postazione utilizzando il metodo dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione.

Il risultato dell'elaborazione è una curva, detta di ellitticità, che rappresenta appunto il rapporto spettrale tra il segnale delle componenti orizzontali e quello della componente verticale.

Questa curva permette di valutare in modo diretto le frequenze di risonanza del sito indagato.

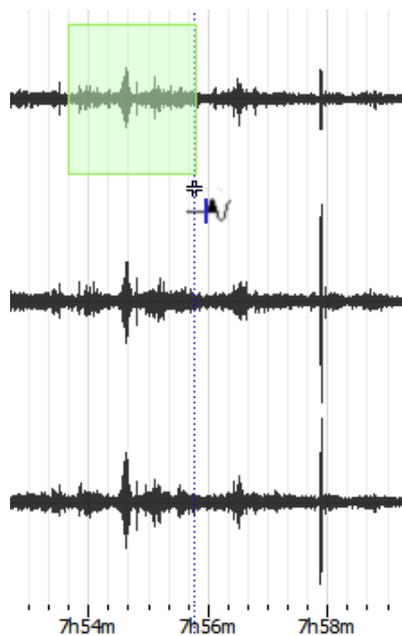
La tecnica, in origine proposta da Nogoshi e Igarashi (1971), in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali e quello della componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione.

Il calcolo del rapporto H/V segue queste fasi:

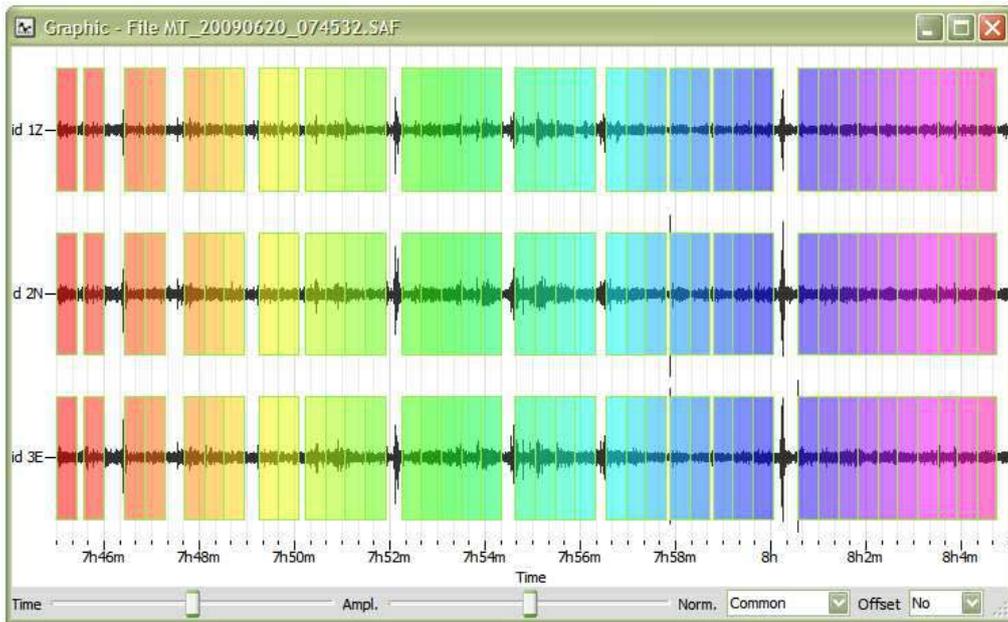
1. Registrazione del segnale ambientale nelle 3 componenti.
2. Scomposizione del segnale in finestre temporali, con l'obiettivo di isolare le parti della registrazione in cui il segnale risulta maggiormente stazionario ed eliminare i rumori transitori, o transienti.

3. Calcolo e smussamento dello spettro di ampiezza ricavato tramite la trasformata di Fourier per ognuna delle finestre selezionate su tutte e tre le componenti.
4. Combinazione, con un'operazione di media, delle due componenti orizzontali per ognuna delle finestre selezionate.
5. Calcolo del rapporto H/V per ogni finestra.
6. Calcolo della media dei rapporti H/V delle singole finestre, che rappresenterà la curva H/V definitiva.

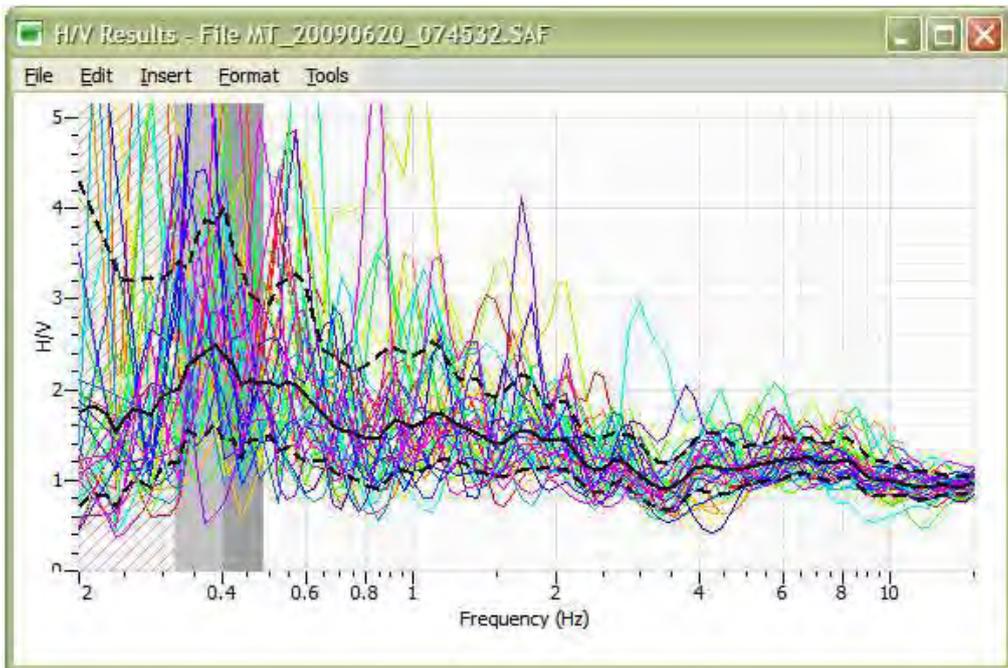
Il segnale misurato in campagna è del tipo:



Attraverso un'elaborazione dei dati di campagna si ottiene il grafico della curva H/V, del tipo



Il grafico della curva H/V si presenta invece come nell'immagine che segue.



La curva nera continua rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere tratteggiate, dette “curve di confidenza”, sono il risultato della moltiplicazione (curva superiore) e divisione (curva inferiore) dei valori del

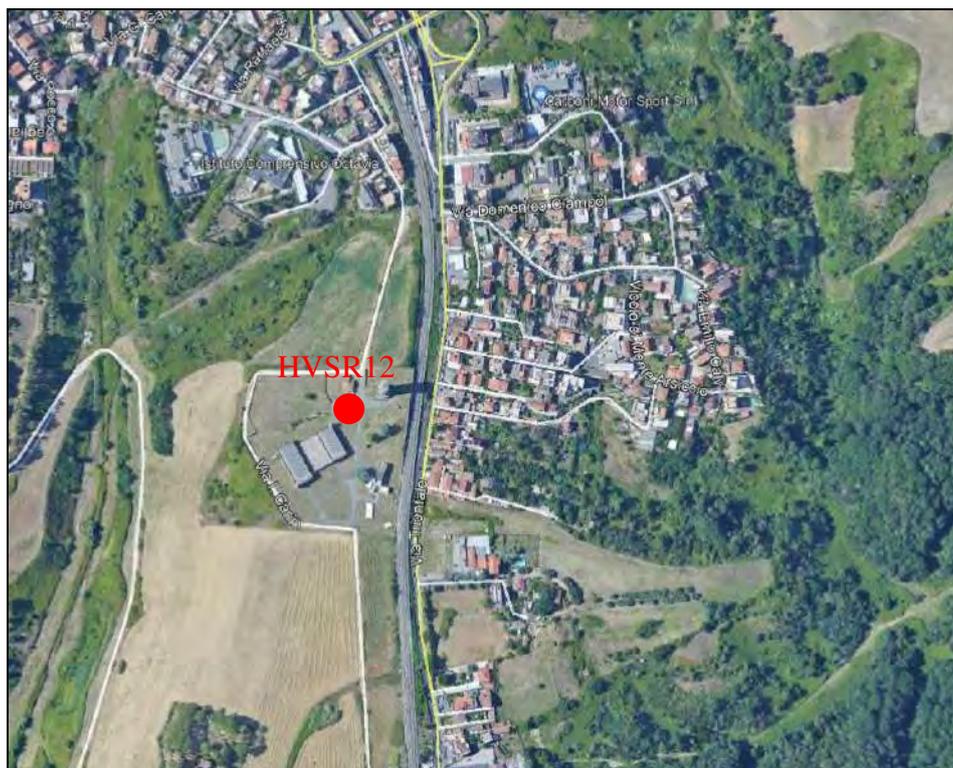
rapporto H/V medio per la deviazione standard dei valori delle singole curve H/V.

Le curve colorate sono i rapporti H/V delle singole finestre; grazie al colore è possibile associare ogni curva alla corrispondente finestra temporale.

Le due bande grigie identificano la frequenza principale, o f_0 , individuata automaticamente. La f_0 del rapporto medio è esattamente al centro delle due bande, mentre l'area coperta dalle bande è ottenuta aggiungendo e sottraendo alla f_0 del rapporto medio la deviazione standard delle f_0 delle singole curve.

L'area tratteggiata di rosso indica invece la zona di frequenze in cui il rapporto calcolato non è affidabile in quanto le finestre temporali scelte per l'elaborazione non sono lunghe a sufficienza per raggiungere quelle basse frequenze.

Per la misura delle velocità di vibrazione è stato utilizzato uno strumento mod. PCE-VT 1000.



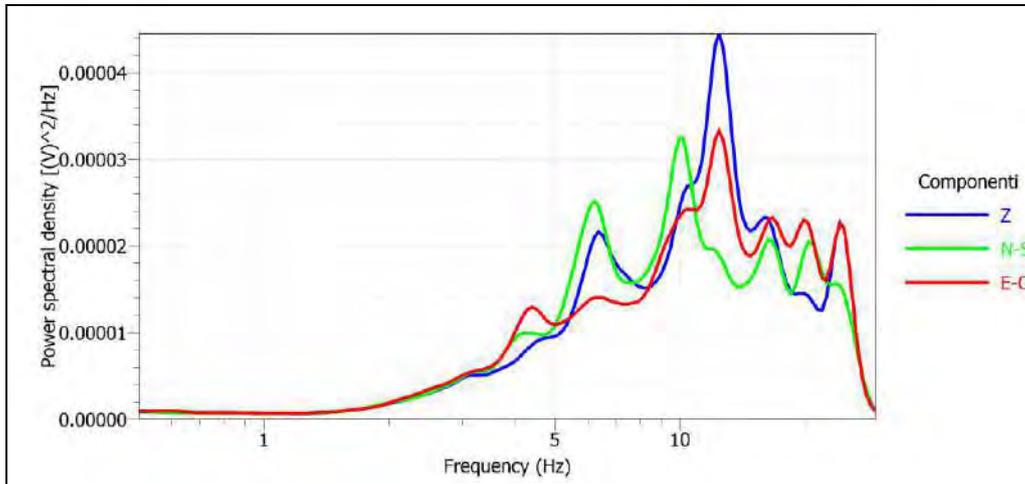
Ubicazione prova sismica passiva HVSR12



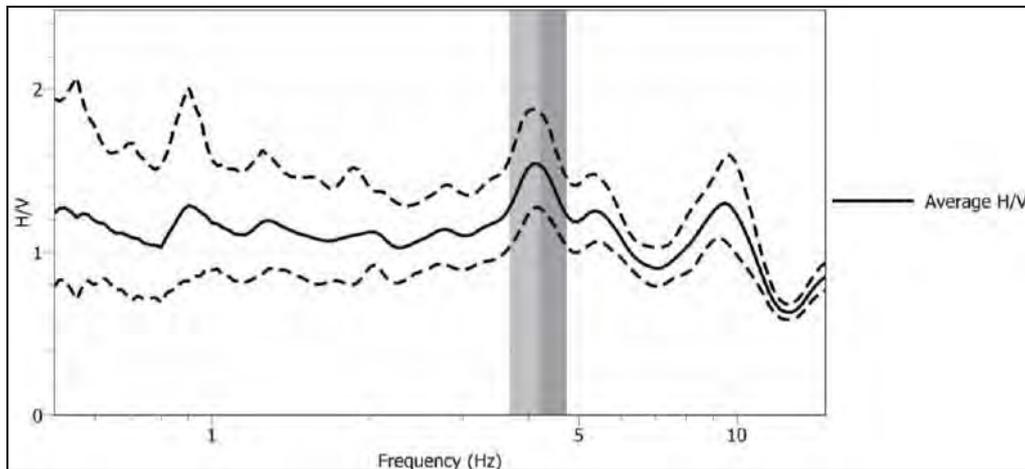
Esecuzione prova sismica passiva HVSR12

HVSR12

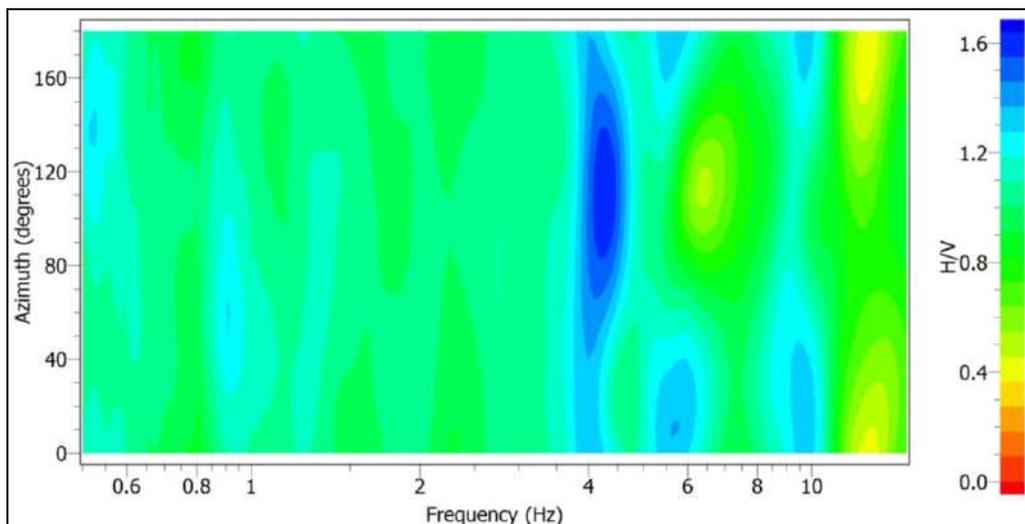
Località: Casal del marmo, Ottavia (RM)



Spettri medi delle tre componenti



Curva del risultato H/V



Direzionalità

$f_0 = 4.18$ $A_0 = 1.53$

CRITERI SESAME

- | | |
|--|----|
| 1) $f_0 > 10/L_w$ | Ok |
| 2) $n_c(f_0) > 200$ | Ok |
| 3) $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ o $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ | Ok |
| 4) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ | No |
| 5) $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ | No |
| 6) $A_0 > 2$ | No |
| 7) $f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | Ok |
| 8) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | Ok |
| 9) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | Ok |

L_w = lunghezza della finestra
n_w = numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w \cdot n_w$. f_0 = numero di cicli significativi
f = frequenza attuale
f_0 = frequenza del picco H/V
σ_f = deviazione standard della frequenza del picco H/V calcolata su tutte le finestre
$\varepsilon(f_0)$ = valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0 = ampiezza media della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$ ampiezza media della curva H/V alla frequenza f
f^- = frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+ = frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$ = deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$ = deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$ = valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

Valori soglia

Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.20 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

Sismica con metodologia Masw

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (DA 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS.

Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Con:

*h_i spessore dell'*i*-esimo strato; $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato; *N* numero di strati; *H* profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da *VS* non inferiore a 800 m/s.*

Per depositi con profondità *H* del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo *H*=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Dalle indagini Masw eseguite è stato ricavato l'andamento delle *V_s* e da qui calcolato il valore della $V_{S,eq}$.

Le indagini sono consistite in 2 indagini di superficie effettuate nella stessa area a distanza riavvicinate eseguite quasi perpendicolari tra loro, hanno restituito i seguenti valori di $V_{s,30}$ & $V_{s,eq}$.

Masw 1: **309 m/s**

Masw 2: **312 m/s**

I risultati delle indagini masw fanno rientrare in ogni caso il suolo di fondazione nella **categoria C**.

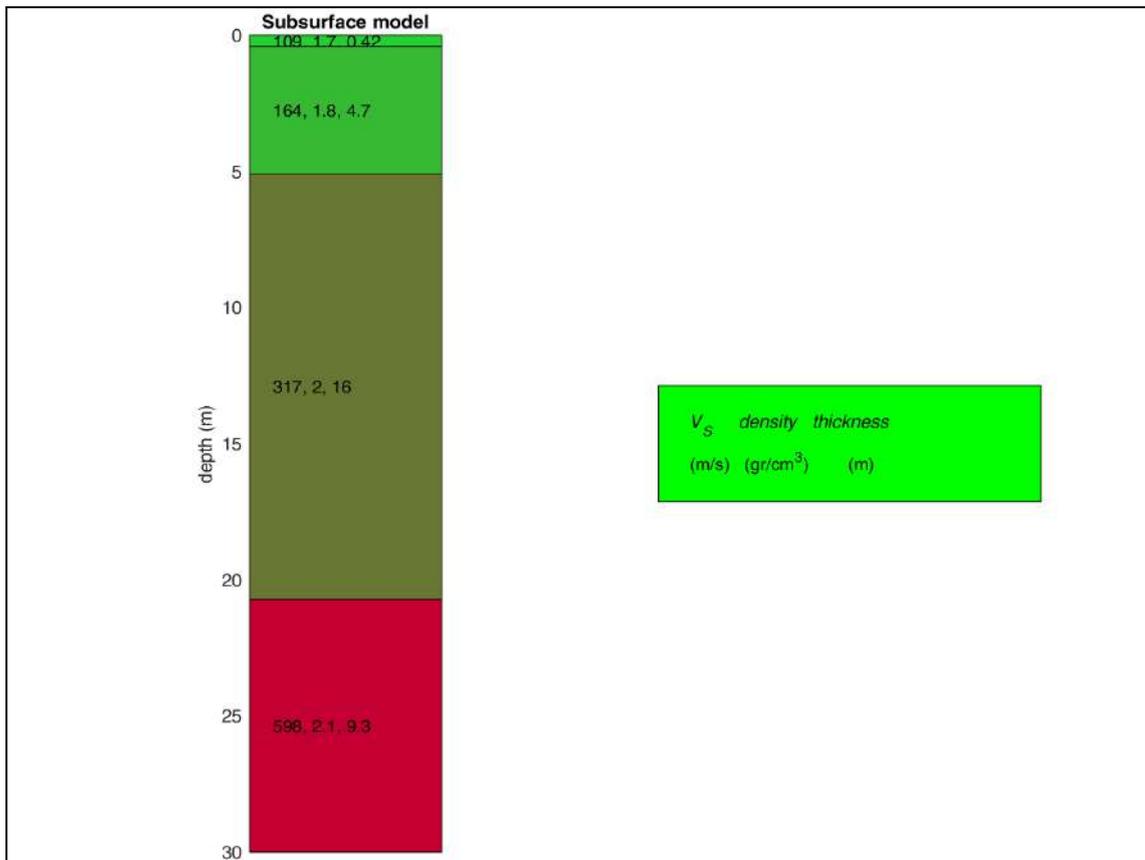
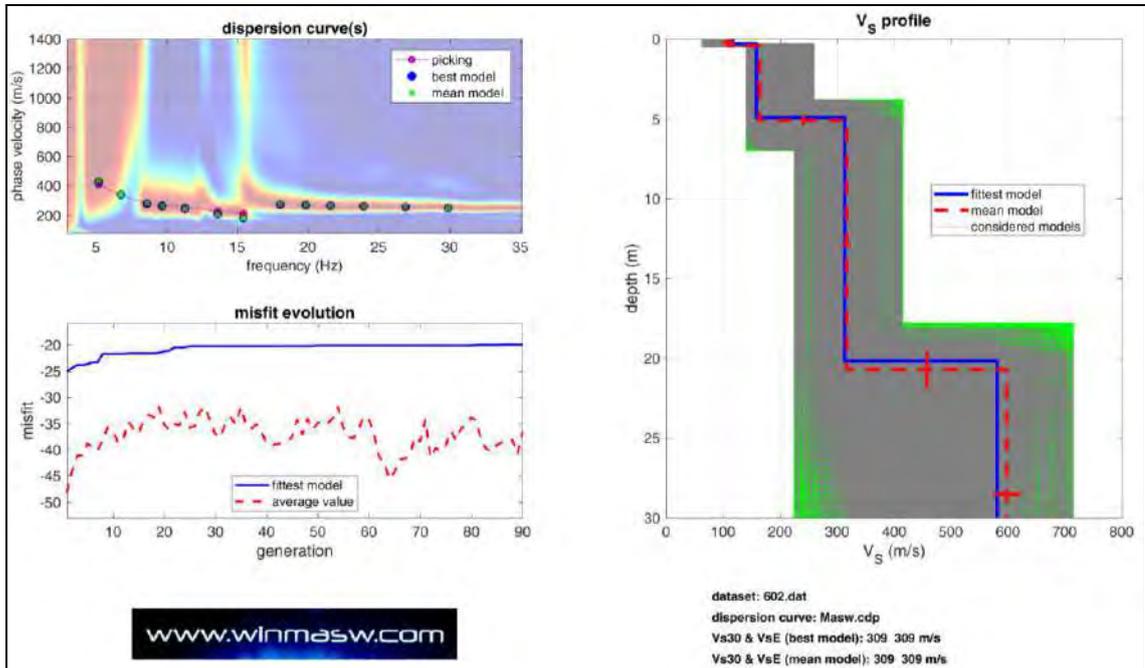


Ubicazione profili sismici Masw12a - 12b



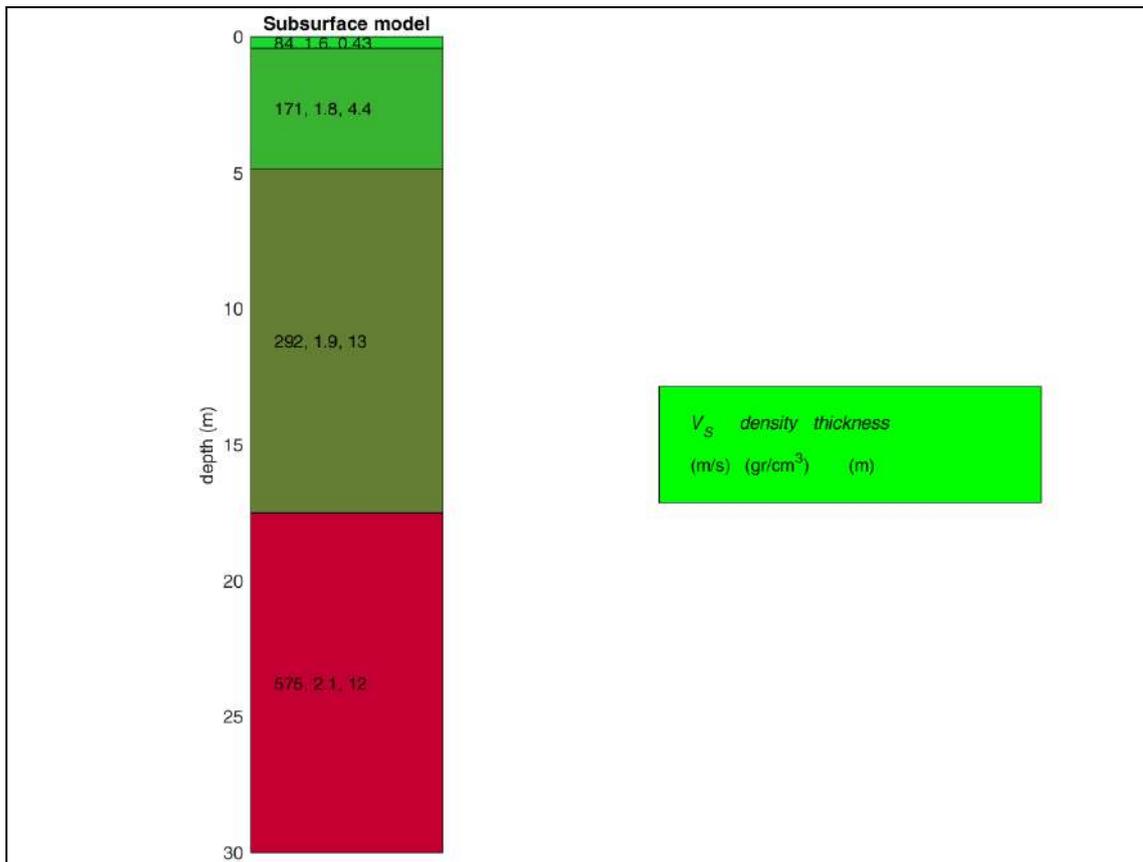
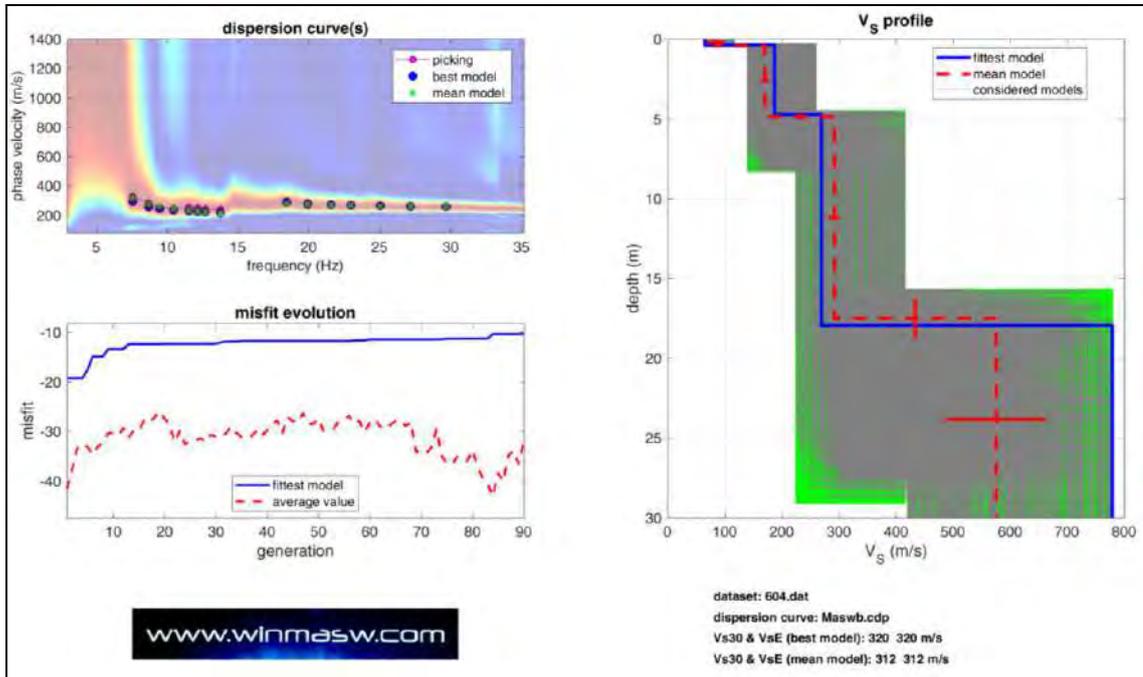
Esecuzione indagini sismiche Masw12a - 12b

Masw12a Località: Casal del marmo, Ottavia (RM)



Masw12b

Località: Casal del marmo, Ottavia (RM)



CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Le categorie di sottosuolo individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti***, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
- E) ***Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D***, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Alla luce dei risultati ottenuti si ha che il suolo di fondazione rientra pertanto nella **categoria C** con valori di $V_{s_{eq}}$ compresi tra 180 e 360 m/sec; la litologia risulta perciò costituita da ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti.***

Ruffano, novembre 2021

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



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

COMUNE DI ROMA

PROVINCIA DI ROMA

SONDAGGIO S0

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.P.A.

OGGETTO: Indagini geognostiche e geofisiche nell'area del Centro Idrico Ottavia nel
Comune di Roma

LOCALITA': CENTRO IDRICO OTTAVIA – ROMA (RM)

TECNOGEO GROUP SRL

Data: NOVEMBRE 2021

INDICE

PREMESSA.....	3
UBICAZIONE INDAGINI	4
CERTIFICATI STRATIGRAFICI	5
CERTIFICATI DI LABORATORIO.....	10
INDAGINE GEOFISICA DOWN-HOLE.....	63

PREMESSA

Nell'ambito del contratto quadro (n.3900006745 per le prestazioni finalizzate alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica per la progettazione di opere idriche, fognarie ed elettriche) e sulla base dell'Ordine di Servizio n.63/2021 emesso da Acea Elaborsi Spa sono state realizzate le seguenti indagini:

- N. 1 Sondaggio geognostico (S) a -30m con esecuzione di n. 7 SPT in foro, prelievo di n.4 campioni indisturbati ed installazione di tubazione in pvc per prova geofisica down-hole;
- N.4 prove di laboratorio geotecnico;
- N.1 Indagine geofisica DOWN-HOLE.

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

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

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

Si allegano i seguenti elaborati:

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

UBICAZIONE INDAGINI



ALLEGATO 1

Sondaggi Geognostici

Caratteristiche tecniche generali "Fraste MITO 8" con matricola 854073

Carro:

Lunghezza min/max: 1600-2200 mm

Larghezza pattino: 400 mm

Passo cingolo: 1925 mm

Pendenza max. superabile: 50%

Motore diesel:

Potenza: 106 – 110 Kw

Capacità serbatoio gasolio: 150 l

Antenna:

Corsa testa di rotazione: 1300 - 3800mm

Tiro: 7000 daN

Spinta: 7000 daN

Velocità salita – discesa: 40m/min

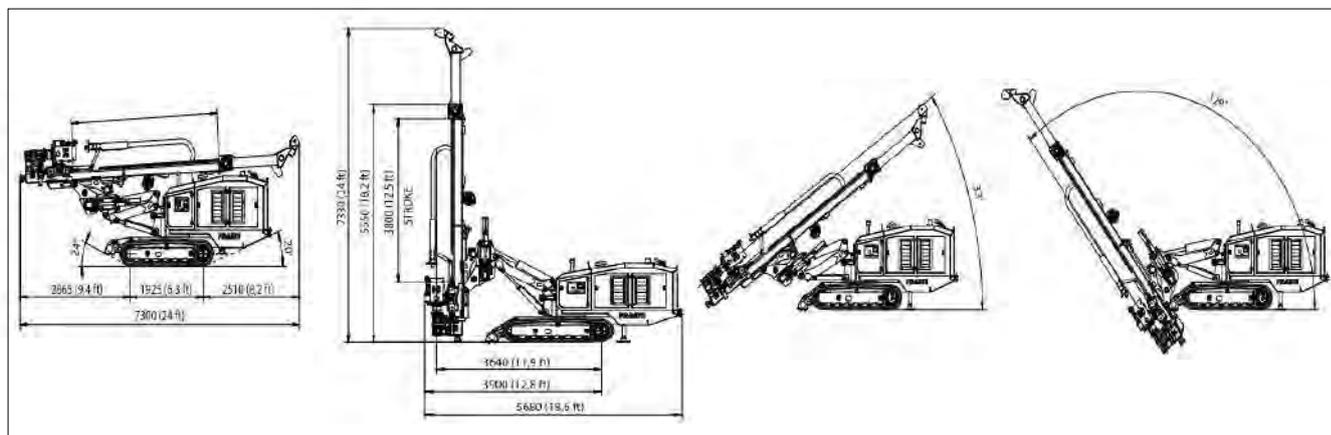
Testa rotante:

Coppia max: 2400 daNm

Velocità max: 1220 rpm

Morsa di bloccaggio: \varnothing 48-360 mm

Peso: 9900 kg



Certificato n° 503 del 2021	Verbale di accett n° 63 del 2021	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S0
Riferimento: Centro Idrico Ottavia - Roma (RM)		Data: 13/07/2021
Coordinate: Lat. 41.955217° Long.12.410697°		Quota: 131 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

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

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

Certificato n° 503 del 2021	Verbale di accett n° 63 del 2021	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S0
Riferimento: Centro Idrico Ottavia - Roma (RM)		Data: 13/07/2021
Coordinate: Lat. 41.955217° Long.12.410697°		Quota: 131 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:160 **STRATIGRAFIA - S0** Pagina 1/1

Ø mm	R v batt.	metri	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test		Test N	Prel. % 0 --- 100	Cass.	DH
							m	S.P.T.				
		1		1.3	Terreno di riporto costituito da breccie in matrice limosa							
		2			Piroclastite sabbiosa con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone, mediamente addensata alternata a livelli sabbiosi grossolani. Presenza di leucite e scorie nere	C1) Ind < 3,00 3,50	3,5	5-4-4	8	C	1	
		3		5,0			6-5-6	11	C			
		4		Da 5,00 a 5,60m: livello sabbioso grossolano debolmente limoso								
		5			Da 6,90 a 8,30m: livello sabbioso grossolano debolmente limoso	C2) Ind < 8,50 9,00	9,0	3-5-4	9	C	2	
		6		8,3								
		7		Piroclastite sabbiosa con limo ghiaioso-argillosa, mediamente addensata di colore marrone rossiccio, a tratti grigiastro. Presenza di minerali femici, scorie nere millimetriche e leucite.								
		8			Da 10,70 a 12,00m: livello sabbioso grossolano debolmente limoso	C3) Ind < 13,50 14,00	12,0	8-6-8	14	C	3	
		9		14,9								
		10		Sabbia debolmente limosa e argillosa mediamente addensata di colore avana/arancio								
		11			Argilla debolmente sabbiosa di colore avana verdastro, consistente. Abbondanti tracce di ossidazione arancio	C4) Ind < 18,00 18,50	17,0	2-2-3	5	C	4	
		12		20,0								
		13		Sabbia da argillosa a debolmente argillosa di colore avana, mediamente addensata, con tracce di ossidazione arancio								
		14					19,0	5-8-8	16	C	5	
		15		22,0								
		16										
		17									6	
		18										
		19										
		20										
		21										
		22										
		23										
		24										
		25										
		26										
		27										
		28										
		29										
101		30		30,0								

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

Il Direttore
 Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
 Geol. Norman Abballe



Certificato n° 503 del 2021

Verbale di accett n° 63 del 2021

Commessa: 00160

Committente: ACEA ELABORI spa

Sondaggio: S0

Riferimento: Centro Idrico Ottavia - Roma (RM)

Data: 13/07/2021

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 1



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



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



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



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



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



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



POSTAZIONE SONDAGGIO



POSTAZIONE SONDAGGIO



GEORADAR PER ANALISI GPR

ALLEGATO 2

Certificati di Laboratorio

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	47.3	%
Peso di volume	16.4	kN/m ³
Peso di volume secco	11.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	16.7	kN/m ³
Peso specifico	2.59	
Indice dei vuoti	1.273	
Porosità	56.0	%
Grado di saturazione	96.1	%
Limite di liquidità	56.8	%
Limite di plasticità	35.7	%
Indice di plasticità	21.1	%
Indice di consistenza	0.45	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	13.0	%
Sabbia	44.0	%
Limo	25.5	%
Argilla	17.5	%
D 10	0.000988	mm
D 50	0.109588	mm
D 60	0.267209	mm
D 90	2.644978	mm
Passante set. 10	87.0	%
Passante set. 42	64.4	%
Passante set. 200	44.7	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	39	kPa	σ Rim	kPa
C_U	20	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	2.2	kPa	ϕ' 28.7 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	5000	---	---
12.5 ÷ 25.0	4464	---	---
25.0 ÷ 50.0	4808	---	---
50.0 ÷ 100.0	5319	0.001103	2.03E-08
100.0 ÷ 200.0	6098	0.000414	6.65E-09
200.0 ÷ 400.0	9524	0.000809	8.33E-09
400.0 ÷ 800.0	14519	---	---
800.0 ÷ 1600.0	25197	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	51118	---	---

Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07964	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 12/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 47.3 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07965	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 13/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 13/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 16.4 kN/m³

Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07966	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 29/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 29/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21			
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.59**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.59**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07967	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 04/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 05/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

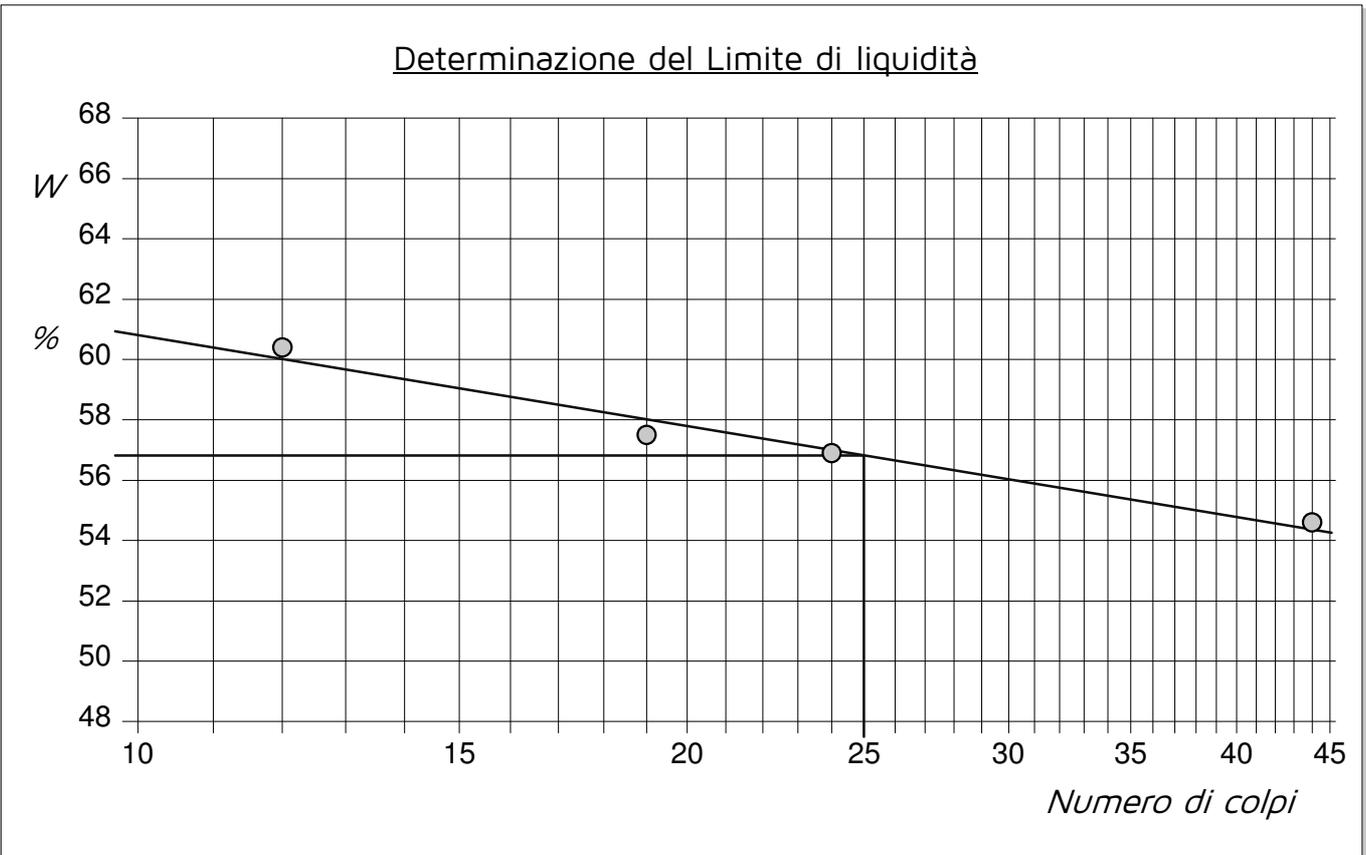
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	56.8 %
Limite di plasticità	35.7 %
Indice di plasticità	21.1 %

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	19	24	44	Umidità (%)	36.0	35.4
Umidità (%)	60.4	57.5	56.9	54.6	Umidità media	35.7	



Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici

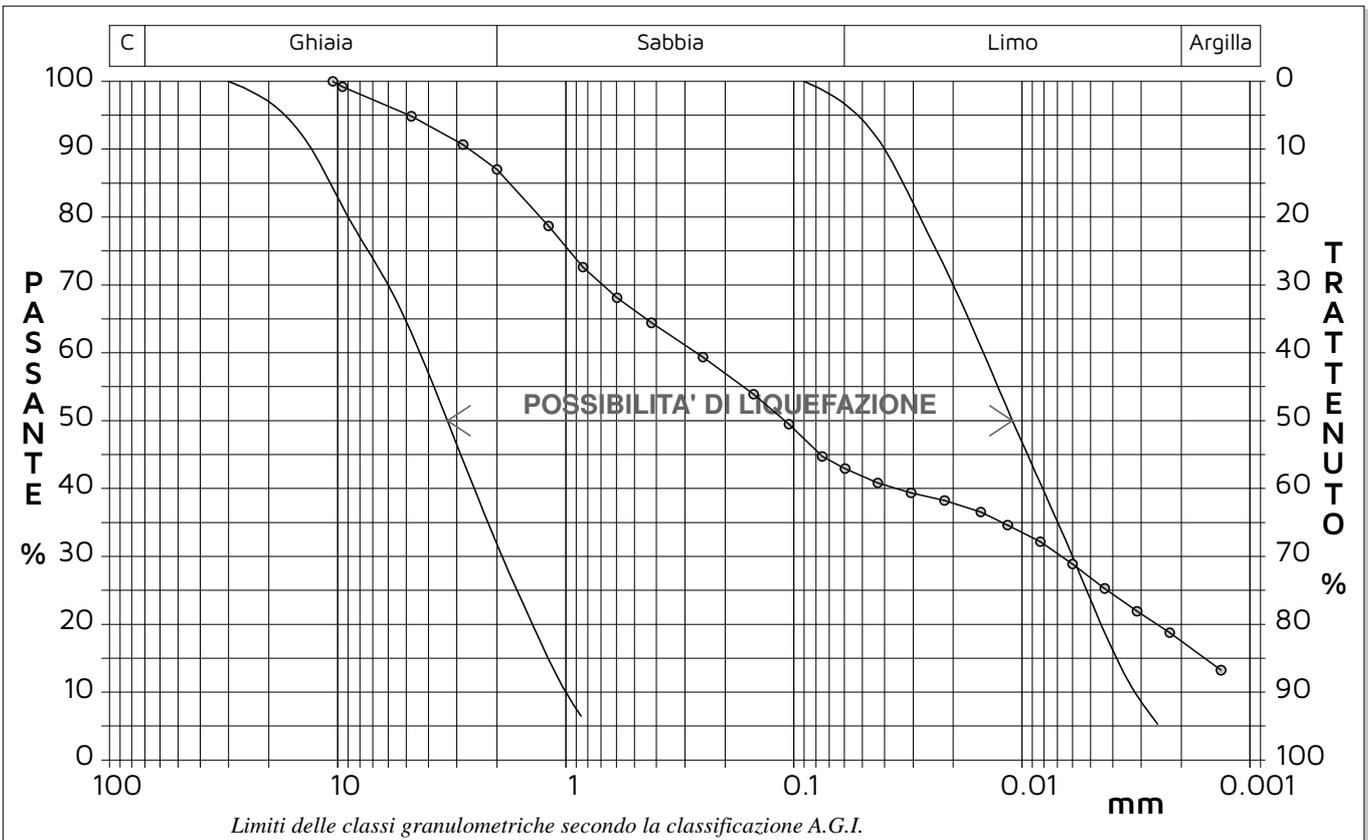
CERTIFICATO DI PROVA N°: 07968	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 04/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 09/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21
SONDAGGIO: S0 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	13.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	87.0 %	D10	0.00099 mm
Sabbia	44.0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	64.4 %	D30	0.00670 mm
Limo	25.5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	44.7 %	D50	0.10959 mm
Argilla	17.5 %			D60	0.26721 mm
				D90	2.64498 mm
Coefficiente di uniformità		270.46	Coefficiente di curvatura		0.17



Diametro mm	Passante %								
10.5000	100.00	1.1900	78.69	0.1500	53.89	0.0306	39.35	0.0060	28.88
9.5200	99.20	0.8410	72.63	0.1050	49.47	0.0218	38.23	0.0043	25.28
4.7500	94.84	0.5950	68.09	0.0750	44.71	0.0151	36.54	0.0031	21.90
2.8200	90.69	0.4200	64.41	0.0596	42.96	0.0115	34.62	0.0023	18.75
2.0000	87.00	0.2500	59.35	0.0428	40.82	0.0083	32.15	0.0013	13.23

Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07969 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 13/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 29/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C1

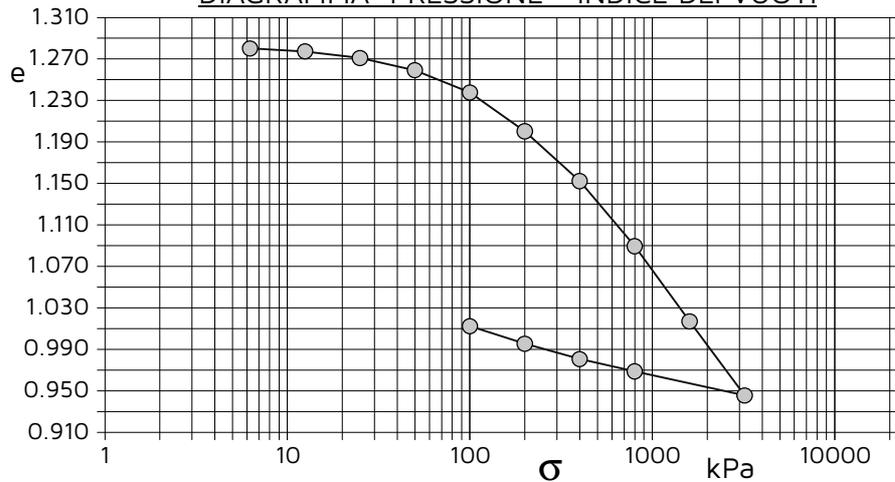
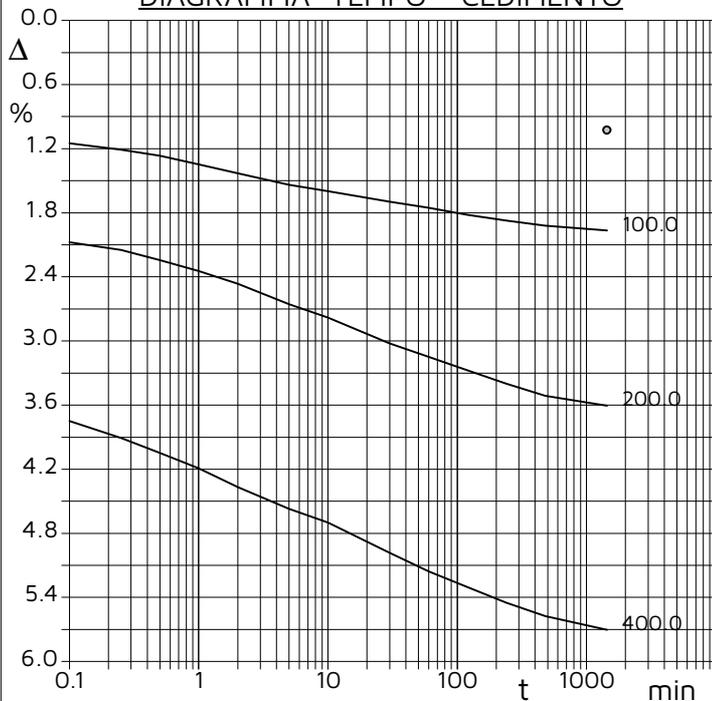
PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	16.31
Umidità (%)	46.8
Peso specifico	2.59
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	22.48
Indice dei vuoti	1.28
Porosità (%)	56.19
Saturazione (%)	94.4

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	2.0	1.280	
12.5	4.5	1.277	0.009
25.0	10.1	1.271	0.021
50.0	20.5	1.259	0.039
100.0	39.3	1.238	0.071
200.0	72.1	1.200	0.124
400.0	114.1	1.152	0.159
800.0	169.2	1.089	0.209
1600.0	232.7	1.017	0.241
3200.0	295.3	0.946	0.237
800.0	275.0	0.969	
400.0	264.5	0.981	
200.0	251.6	0.995	
100.0	236.8	1.012	

Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici



CERTIFICATO DI PROVA N°: 07969 Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 13/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 29/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	20.5	0.00	39.3	0.00	72.1		
0.10	23.0	0.10	41.5	0.10	75.0		
0.25	24.2	0.25	43.0	0.25	78.2		
0.50	25.3	0.50	44.9	0.50	81.0		
1.00	26.9	1.00	46.9	1.00	83.8		
2.00	28.6	2.00	49.3	2.00	87.3		
5.00	30.8	5.00	53.1	5.00	91.4		
10.00	31.9	10.00	55.6	10.00	94.0		
30.00	33.9	30.00	60.5	30.00	99.7		
60.00	35.0	60.00	63.0	60.00	103.1		
120.00	36.4	120.00	65.5	120.00	106.1		
240.00	37.5	240.00	68.0	240.00	109.0		
480.00	38.4	480.00	70.3	480.00	111.5		
1440.00	39.3	1440.00	72.1	1440.00	114.1		

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

Marco Ferrante

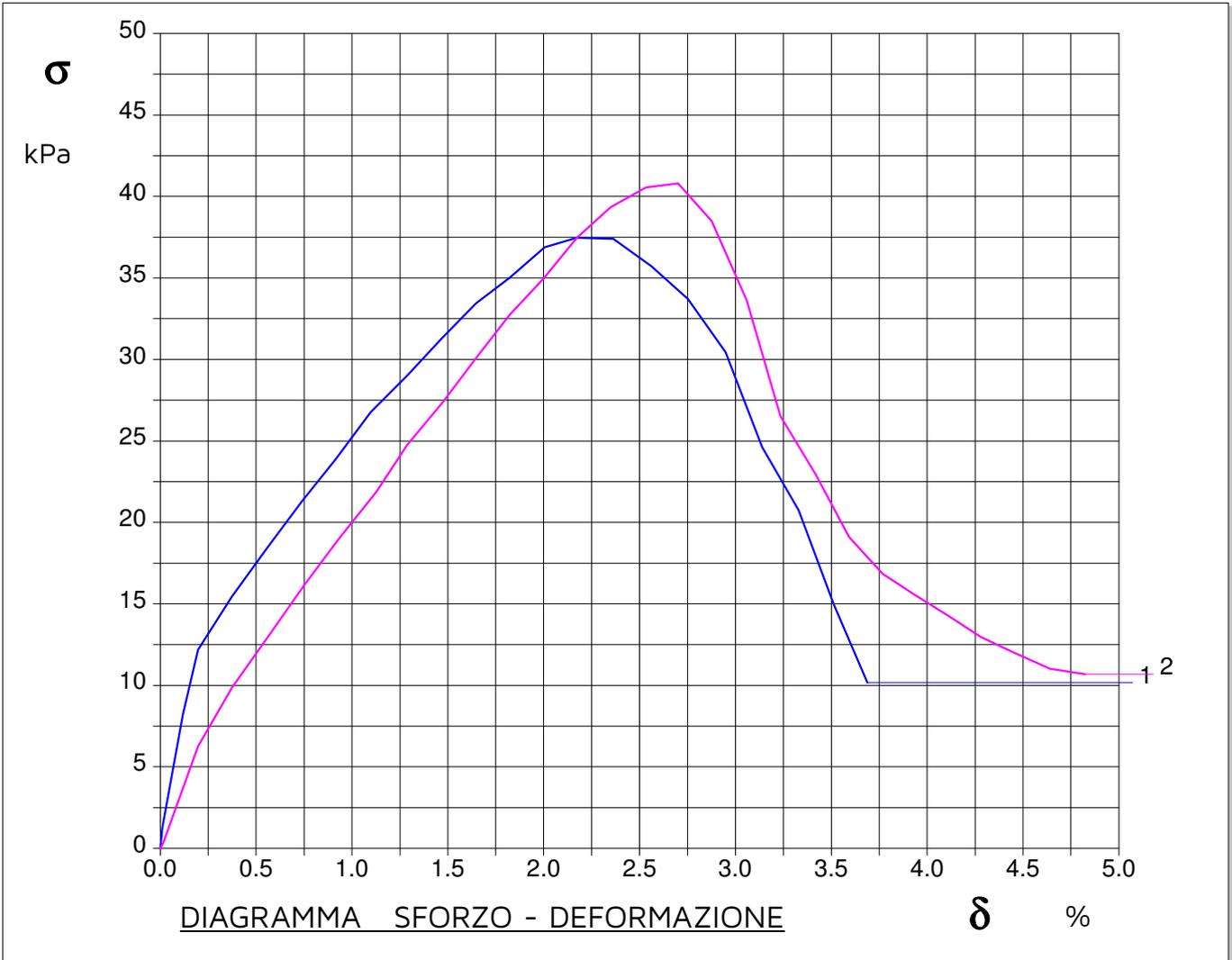
CERTIFICATO DI PROVA N°: 07970	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE:	10/11/21	Inizio analisi:	26/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione:	11/10/21	Fine analisi:	26/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m³):	16.2	16.3	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici



GEORES srl

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07970 Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21 Inizio analisi: 26/10/21

Apertura campione: 11/10/21 Fine analisi: 26/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.01	1.3			0.01	0.3						
0.12	8.2			0.20	6.3						
0.20	12.2			0.37	9.9						
0.37	15.5			0.57	13.1						
0.56	18.4			0.75	16.1						
0.74	21.3			0.93	19.0						
0.91	23.9			1.13	21.9						
1.10	26.8			1.29	24.8						
1.29	29.0			1.47	27.3						
1.46	31.2			1.65	30.2						
1.65	33.5			1.82	32.7						
1.82	35.0			2.00	34.9						
2.01	36.9			2.17	37.5						
2.17	37.5			2.35	39.3						
2.36	37.4			2.53	40.6						
2.56	35.7			2.70	40.8						
2.75	33.7			2.88	38.5						
2.95	30.4			3.06	33.6						
3.14	24.6			3.23	26.5						
3.33	20.7			3.42	23.0						
3.51	15.0			3.59	19.1						
3.69	10.2			3.77	16.8						
				3.94	15.5						
				4.11	14.2						
				4.28	13.0						
				4.46	12.0						
				4.64	11.0						
				4.82	10.7						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07971	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 19/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 21/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	47.5 45.4	48.2 46.2	46.9 41.3
Peso di volume (kN/m ³):	16.8	16.7	16.8
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.020 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

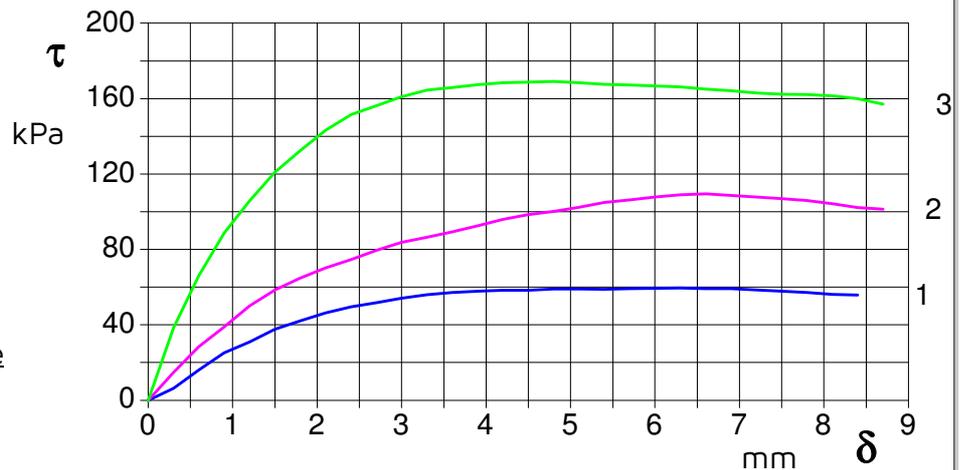
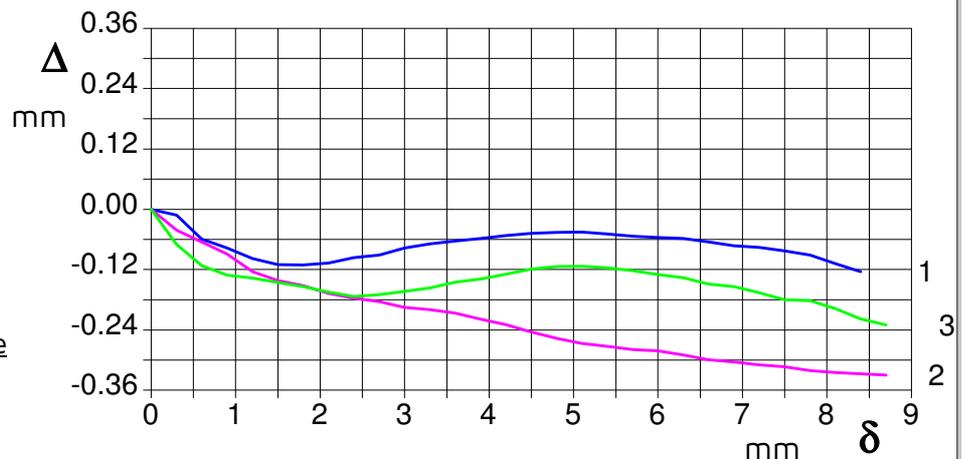


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici
Il confezionamento dei provini è stato eseguito asportando gli inclusi piu grossolani



GEORES srl

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07971 Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 19/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21	Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 21/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21
SONDAGGIO: S0 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.300	6.4	-0.01	0.300	14.7	-0.04	0.300	38.5	-0.07
0.600	16.1	-0.06	0.600	28.4	-0.07	0.600	65.9	-0.11
0.900	25.1	-0.08	0.900	39.0	-0.09	0.900	88.7	-0.13
1.200	30.8	-0.10	1.200	50.1	-0.12	1.200	105.7	-0.14
1.500	37.6	-0.11	1.500	58.5	-0.14	1.500	120.9	-0.15
1.800	42.0	-0.11	1.800	64.8	-0.15	1.800	132.3	-0.15
2.100	46.3	-0.11	2.100	70.2	-0.17	2.100	143.3	-0.17
2.400	49.6	-0.10	2.400	74.6	-0.18	2.400	151.4	-0.17
2.700	51.8	-0.09	2.700	79.4	-0.18	2.700	156.2	-0.17
3.000	54.2	-0.08	3.000	83.7	-0.20	3.000	161.0	-0.16
3.300	56.0	-0.07	3.300	86.5	-0.20	3.300	164.4	-0.16
3.600	57.2	-0.06	3.600	89.4	-0.21	3.600	165.9	-0.15
3.900	57.9	-0.06	3.900	92.5	-0.22	3.900	167.4	-0.14
4.200	58.3	-0.05	4.200	95.9	-0.23	4.200	168.4	-0.13
4.500	58.4	-0.05	4.500	98.5	-0.24	4.500	168.8	-0.12
4.800	59.0	-0.05	4.800	100.1	-0.26	4.800	169.1	-0.11
5.100	59.1	-0.05	5.100	102.3	-0.27	5.100	168.5	-0.11
5.400	58.9	-0.05	5.400	104.8	-0.27	5.400	167.7	-0.12
5.700	59.2	-0.05	5.700	106.3	-0.28	5.700	167.3	-0.12
6.000	59.3	-0.06	6.000	107.8	-0.28	6.000	166.8	-0.13
6.300	59.5	-0.06	6.300	109.0	-0.29	6.300	166.1	-0.14
6.600	59.3	-0.07	6.600	109.4	-0.30	6.600	164.9	-0.15
6.900	59.2	-0.07	6.900	108.7	-0.30	6.900	164.1	-0.15
7.200	58.5	-0.08	7.200	107.8	-0.31	7.200	163.1	-0.17
7.500	57.8	-0.08	7.500	106.9	-0.31	7.500	162.3	-0.18
7.800	57.1	-0.09	7.800	105.9	-0.32	7.800	162.2	-0.18
8.100	56.2	-0.11	8.100	104.2	-0.32	8.100	161.5	-0.20
8.400	55.8	-0.12	8.400	102.2	-0.33	8.400	159.9	-0.22
			8.700	101.3	-0.33	8.700	157.0	-0.23

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 19/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 21/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	60		109		169	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	6.30	-0.06	6.60	-0.30	4.80	-0.11
Umidità iniziale e umidità finale (%):	47.5	45.4	48.2	46.2	46.9	41.3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	16.8	16.9	16.7	16.9	16.8	17.3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	99.7	99.5	99.2	99.9	99.7	99.1

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 2.2 kPa
Angolo di attrito interno: 28.7 °

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

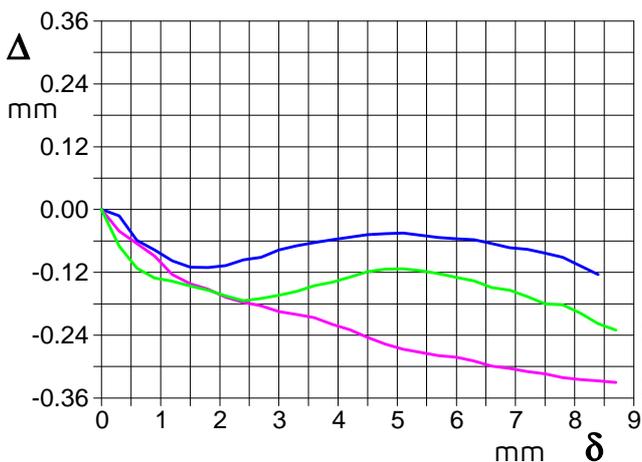
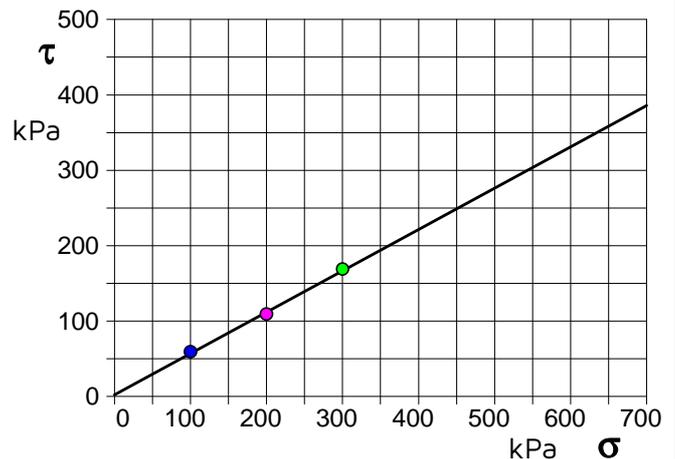


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

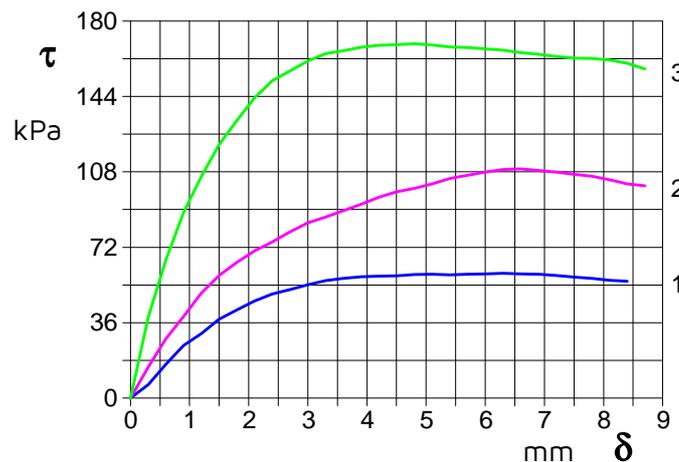


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Piroclastite costituita da sabbia con limo argillosa e ghiaiosa di colore marrone con frequenti minerali vulcanici
Il confezionamento dei provini è stato eseguito asportando gli inclusi più grossolani

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.50-9.00

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	40.4	%
Peso di volume	16.2	kN/m ³
Peso di volume secco	11.5	kN/m ³
Peso di volume saturo	16.9	kN/m ³
Peso specifico	2.59	
Indice dei vuoti	1.197	
Porosità	54.5	%
Grado di saturazione	87.3	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	16.6	%
Sabbia	46.0	%
Limo	30.7	%
Argilla	6.7	%
D 10	0.004153	mm
D 50	0.285927	mm
D 60	0.702563	mm
D 90	2.787229	mm
Passante set. 10	83.4	%
Passante set. 42	53.9	%
Passante set. 200	38.6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_U	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	2.5	kPa	ϕ' 29.3 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	2083	---	---
12.5 ÷ 25.0	3521	---	---
25.0 ÷ 50.0	3521	---	---
50.0 ÷ 100.0	5714	0.000287	4.92E-09
100.0 ÷ 200.0	8032	0.001180	1.44E-08
200.0 ÷ 400.0	10840	0.000371	3.36E-09
400.0 ÷ 800.0	12841	---	---
800.0 ÷ 1600.0	20487	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	34820	---	---

Piroclastite costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone con minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07972	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 12/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21			
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	8.50-9.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 40.4 %

Struttura del materiale: Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Piroclastite costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone con minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07973	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 11/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 16.2 kN/m³

Piroclastite costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone con minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07974	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 29/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 29/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.59**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.59**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Piroclastite costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone con minerali vulcanici

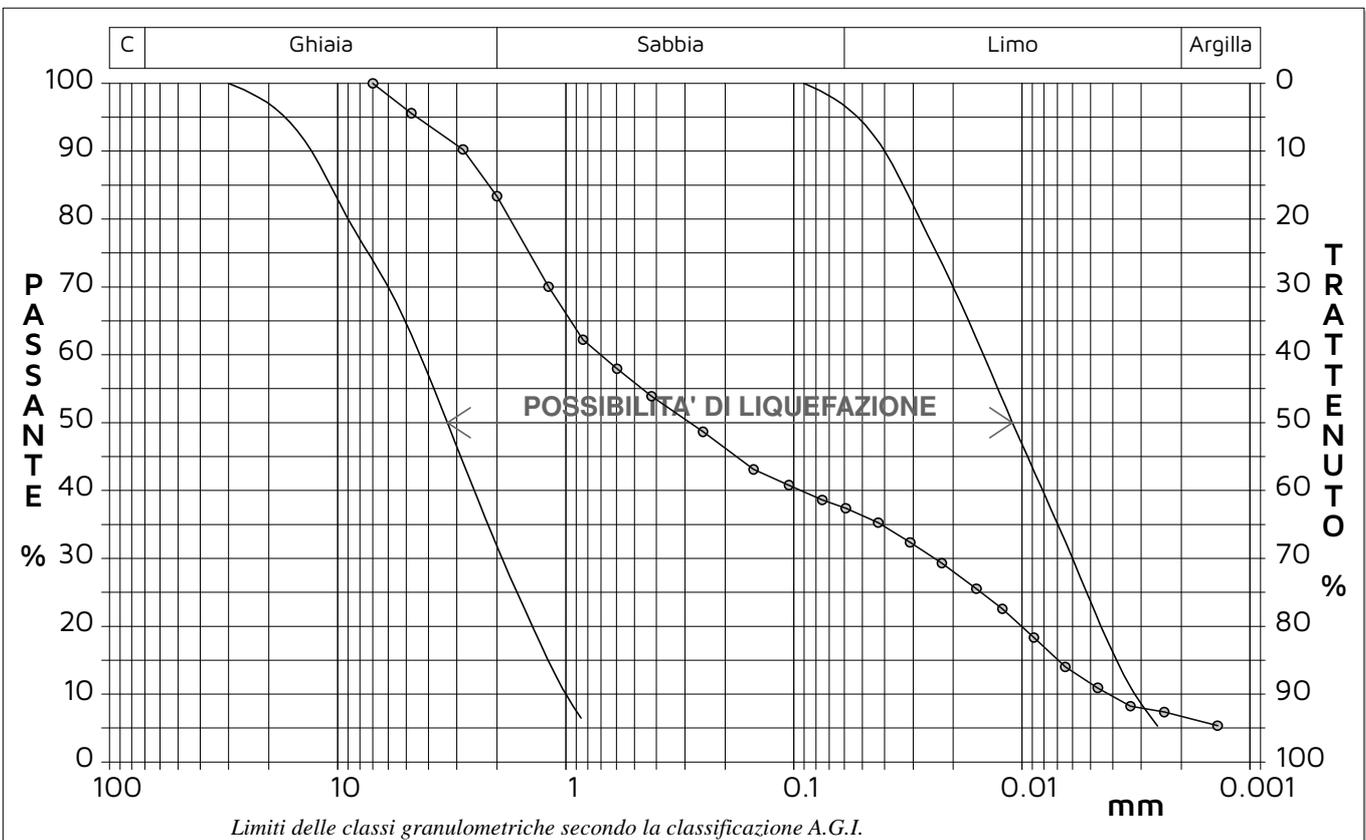
CERTIFICATO DI PROVA N°: 07975	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 04/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 09/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	16.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	83.4 %	D10	0.00415 mm
Sabbia	46.0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	53.9 %	D30	0.02412 mm
Limo	30.7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	38.6 %	D50	0.28593 mm
Argilla	6.7 %			D60	0.70256 mm
Coefficiente di uniformità		169.15	Coefficiente di curvatura		0.20
				D90	2.78723 mm



Diametro mm	Passante %								
7.0000	100.00	0.8410	62.22	0.1050	40.78	0.0224	29.30	0.0046	10.92
4.7500	95.60	0.5950	57.94	0.0750	38.59	0.0158	25.54	0.0033	8.22
2.8200	90.23	0.4200	53.88	0.0592	37.38	0.0122	22.56	0.0024	7.36
2.0000	83.36	0.2500	48.65	0.0427	35.26	0.0089	18.33	0.0014	5.34
1.1900	70.02	0.1500	43.11	0.0309	32.37	0.0064	14.00		

Piroclastite costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone con minerali vulcanici

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07976 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 13/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 29/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C2

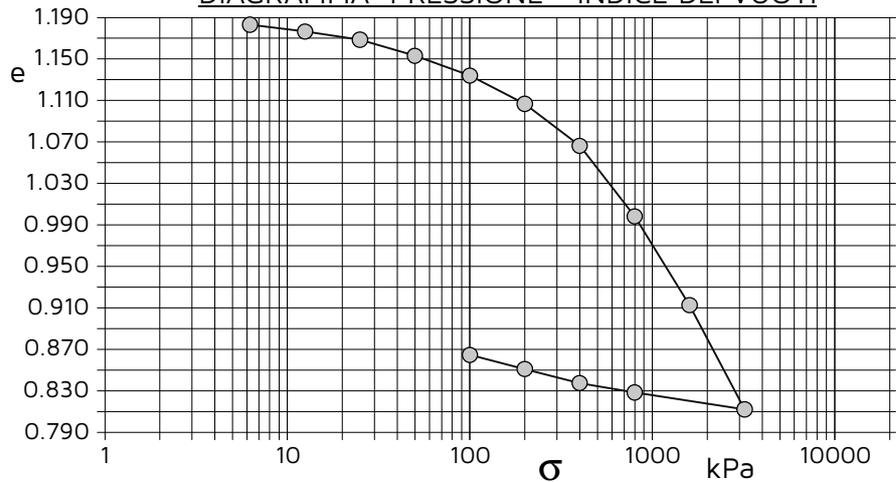
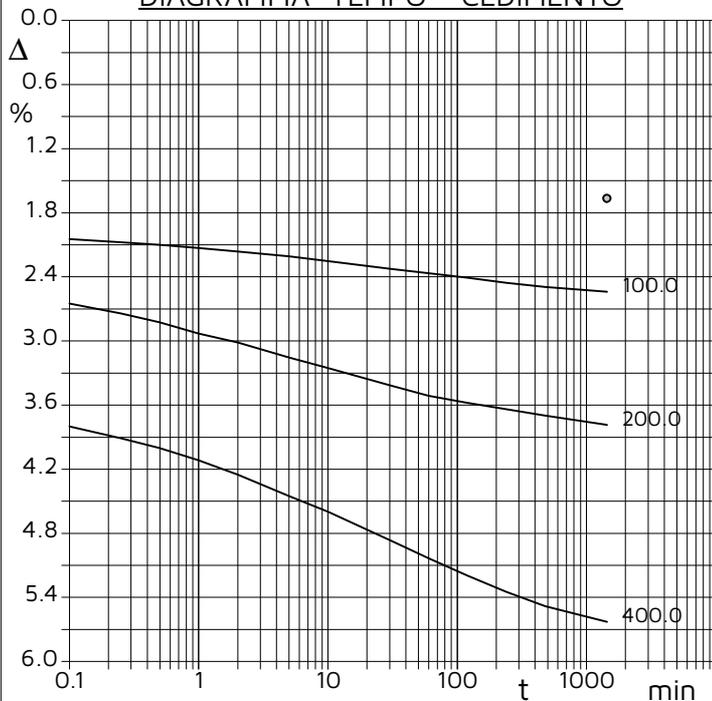
PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	16.25
Umidità (%)	40.2
Peso specifico	2.59
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	21.73
Indice dei vuoti	1.19
Porosità (%)	54.33
Saturazione (%)	87.5

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	6.0	1.183	
12.5	12.0	1.176	0.022
25.0	19.1	1.169	0.026
50.0	33.3	1.153	0.052
100.0	50.8	1.134	0.064
200.0	75.7	1.107	0.091
400.0	112.6	1.066	0.134
800.0	174.9	0.998	0.227
1600.0	253.0	0.913	0.284
3200.0	344.9	0.812	0.334
800.0	329.9	0.828	
400.0	321.7	0.837	
200.0	309.3	0.851	
100.0	296.8	0.865	

Piroclastite costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone con minerali vulcanici

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07976	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 13/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 29/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	33.3	0.00	50.8	0.00	75.7		
0.10	40.9	0.10	53.0	0.10	76.0		
0.25	41.5	0.25	54.9	0.25	78.2		
0.50	42.0	0.50	56.5	0.50	80.0		
1.00	42.6	1.00	58.6	1.00	82.3		
2.00	43.3	2.00	60.3	2.00	85.0		
5.00	44.2	5.00	63.1	5.00	89.0		
10.00	45.1	10.00	65.1	10.00	92.0		
30.00	46.4	30.00	68.3	30.00	97.3		
60.00	47.3	60.00	70.3	60.00	100.7		
120.00	48.2	120.00	71.6	120.00	103.9		
240.00	49.1	240.00	72.8	240.00	107.0		
480.00	49.9	480.00	73.9	480.00	109.7		
1440.00	50.8	1440.00	75.7	1440.00	112.6		

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07977 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 21/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 23/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

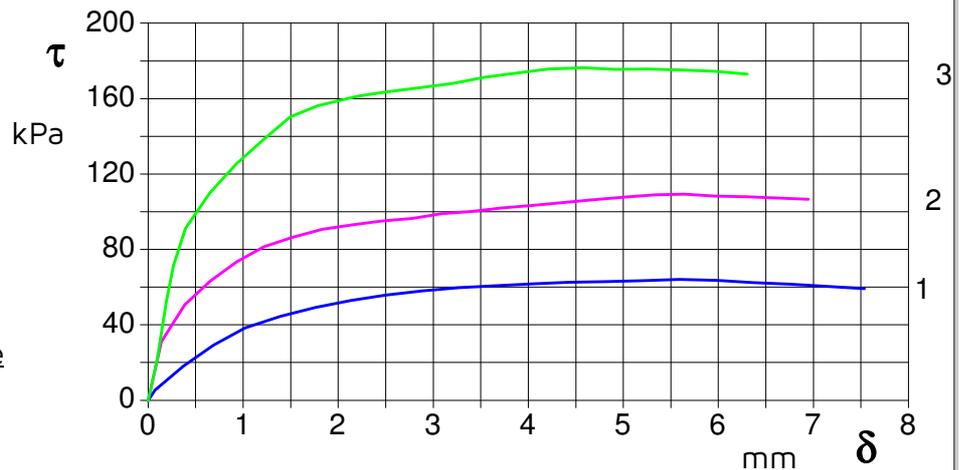
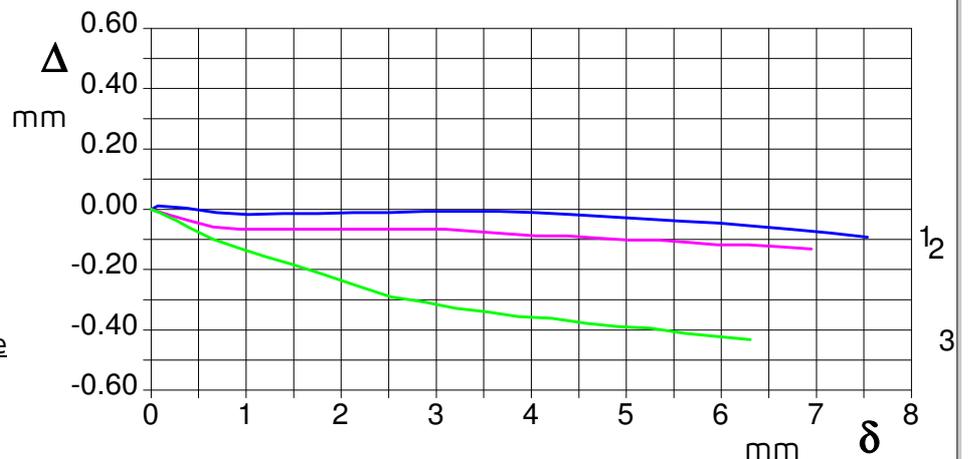
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	40.3 35.8	39.3 35.2	40.7 33.0
Peso di volume (kN/m ³):	16.0	16.1	16.4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


Piroclastite costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone con minerali vulcanici
 Il confezionamento dei provini è stato eseguito asportando gli inclusi piu grossolani

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 07977** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21 Inizio analisi: 21/10/21

Apertura campione: 11/10/21 Fine analisi: 23/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.073	5.3	0.01	0.140	31.0	-0.01	0.094	21.8	-0.01
0.368	18.1	0.00	0.388	50.6	-0.04	0.194	52.8	-0.03
0.687	29.3	-0.01	0.652	63.0	-0.06	0.268	71.7	-0.04
1.022	38.3	-0.02	0.933	73.4	-0.07	0.393	91.2	-0.06
1.390	44.5	-0.01	1.218	81.3	-0.07	0.647	109.8	-0.10
1.759	49.2	-0.01	1.520	86.4	-0.07	0.922	125.1	-0.13
2.135	52.9	-0.01	1.833	90.7	-0.07	1.203	137.8	-0.16
2.503	55.7	-0.01	2.151	93.0	-0.07	1.495	150.2	-0.18
2.888	57.9	-0.01	2.458	95.1	-0.07	1.786	156.2	-0.21
3.264	59.8	-0.01	2.782	96.5	-0.07	2.205	161.4	-0.26
3.649	60.7	-0.01	3.089	99.0	-0.07	2.524	163.6	-0.29
4.041	61.6	-0.01	3.407	100.2	-0.07	2.871	165.9	-0.31
4.426	62.6	-0.02	3.725	102.0	-0.08	3.207	168.0	-0.33
4.810	62.9	-0.02	4.054	103.4	-0.09	3.537	171.3	-0.34
5.203	63.5	-0.03	4.377	105.0	-0.09	3.868	173.6	-0.36
5.588	64.1	-0.04	4.701	106.4	-0.10	4.215	175.6	-0.36
5.980	63.5	-0.05	5.024	107.8	-0.10	4.584	176.4	-0.38
6.365	62.4	-0.06	5.337	109.0	-0.10	4.908	175.5	-0.39
6.758	61.5	-0.07	5.644	109.3	-0.11	5.255	175.6	-0.39
7.150	60.4	-0.08	5.957	108.3	-0.12	5.608	175.2	-0.41
7.535	59.2	-0.09	6.285	108.0	-0.12	5.955	174.5	-0.42
			6.614	107.3	-0.12	6.302	173.0	-0.43
			6.949	106.5	-0.13			

Sperimentatore
Enrico Tallini
Direttore
Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 21/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 23/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	64		109		176	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.59	-0.04	5.64	-0.11	4.58	-0.38
Umidità iniziale e umidità finale (%):	40.3	35.8	39.3	35.2	40.7	33.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	16.0	16.1	16.1	16.4	16.4	16.5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	84.8	81.1	85.2	83.2	89.9	81.8

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

 Coesione: **2.5 kPa**
 Angolo di attrito interno: **29.3 °**

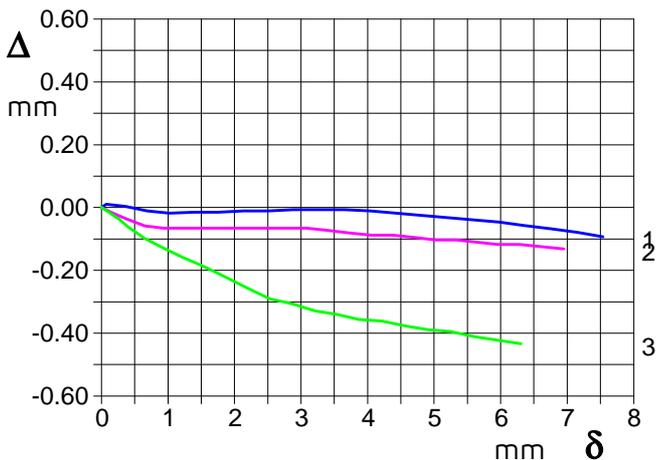
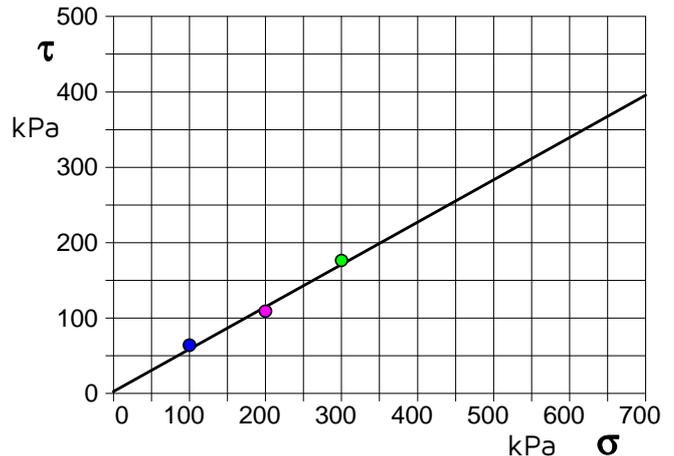
 Tipo di prova: Consolidata - lenta
 Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
 Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

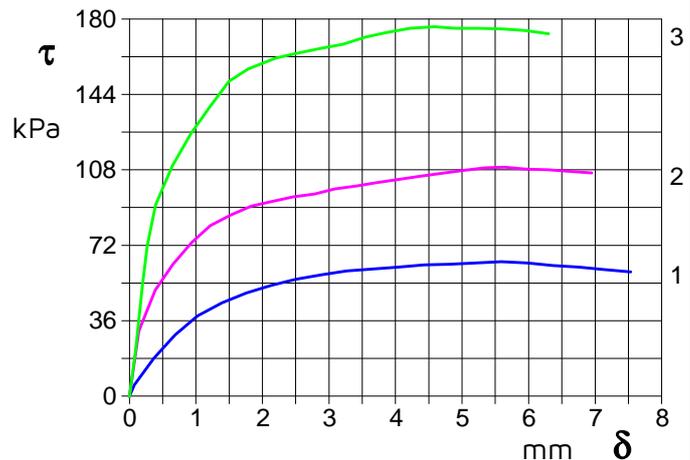


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

 Piroclastite costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone con minerali vulcanici
 Il confezionamento dei provini è stato eseguito asportando gli inclusi più grossolani

PROVA DI COLONNA RISONANTE

Pag. 1 di 3

ASTM D4015-15

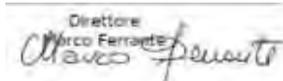
N.VERB.ACCELT./CAMP	408-2021	Data ricevimento	01/09/21	Rapp di prova n.	214-2021	del 29/11/2021
		Data prelievo		Data inizio prova	25/10/21	
		Data apertura	11/10/21	Data fine prova	27/07/21	
COMMITTENTE:	ACEA Elabori S.p.A.	Sondaggio	S0	Tipologia campione	Indisturbato	
CANTIERE:	Centro Idrico Ottavia - ODS 63/21	Campione	C2	Profondità (m)	8.50-9.00	

Modalità di prova	Modello dinamico di riferimento	Fixed free
	Campo di deformazione esplorato (%)	10^{-4} e 10^{-1}
	Tipo di onda utilizzata	Sinusoidale
	Eccitazione	Torsionale

	Dati generali di prova	Unità	Valori	
Condizioni inizio prova	Altezza del provino	Hi	mm	100.00
	Diametro del provino	Di	mm	50.00
	Volume del provino	Vi	cm ³	196.35
	Peso umido del provino	P	g	325.53
	Contenuto naturale d'acqua	W_i	%	38.5
	Peso specifico dei grani	γ_s	g/cm ³	2.590
	Peso di volume umido	γ_{wi}	kN/m ³	16.26
	Peso di volume secco	γ_{wd}	kN/m ³	11.74
	Indice dei vuoti iniziale	e_i	-	1.164
Condizioni di prova	Pressione di cella	σ_c	kPa	500
	Back pressure	BP	kPa	350
	Pressione efficace	σ'_c	kPa	150
	Coefficiente di Skempton	B	-	0.95
	Altezza a fine consolidazione	Hf	mm	99.88
	Diametro a fine consolidazione	Df	mm	50.00
	Peso di volume a fine consolidazione	γ_{wf}	kN/m ³	16.72
	Contenuto d'acqua a fine consolidazione	W_f	%	40.0
Indice dei vuoti a fine consolidazione	e_f	-	1.127	

NOTE : V_s in corrispondenza di $G_{max} = 231.50$ m/s

 Sperimentatore
 Roberto Braccaglia


 Direttore
 Marco Ferrante


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

Pag. 2 di 3

ASTM D4015-15

N.VERB.ACCELT./CAMP	408-2021	Data ricevimento	01/09/21	Rapp di prova n.	214-2021	del	29/11/2021
		Data prelievo		Data inizio prova	25/10/21		
		Data apertura	11/10/21	Data fine prova	27/07/21		
COMMITTENTE:	ACEA Elabori S.p.A.	Sondaggio	S0	Tipologia campione	Indisturbato		
CANTIERE:	Centro Idrico Ottavia - ODS 63/21	Campione	C2	Profondità (m)	8.50-9.00		

Valori misurati			Valori normalizzati		
γ_{sa}	G	D	U	G/Gmax	$\Delta U/\sigma_c$
%	MPa	%	kPa	-	-
0.00023	91.36	0.33	350.0	1.000	0.000
0.00034	90.92	0.96	350.0	0.995	0.000
0.00044	91.26	0.95	350.0	0.999	0.000
0.00071	90.91	0.98	350.0	0.995	0.000
0.00111	90.53	1.04	350.0	0.991	0.000
0.00152	90.15	1.03	350.0	0.987	0.000
0.00271	88.75	1.12	350.0	0.971	0.000
0.00472	86.57	1.25	350.0	0.948	0.000
0.00739	84.00	1.34	350.0	0.919	0.000
0.00982	81.49	1.45	350.0	0.892	0.000
0.01592	76.74	1.65	350.3	0.840	0.002
0.02708	70.04	1.93	351.1	0.767	0.007
0.04177	61.93	2.14	353.2	0.678	0.021
0.05800	54.04	2.25	357.3	0.592	0.049
0.08067	49.42	3.12	362.0	0.541	0.080
0.11275	38.51	3.56	375.7	0.422	0.171
0.15523	30.07	4.08	399.6	0.329	0.331

LEGENDA

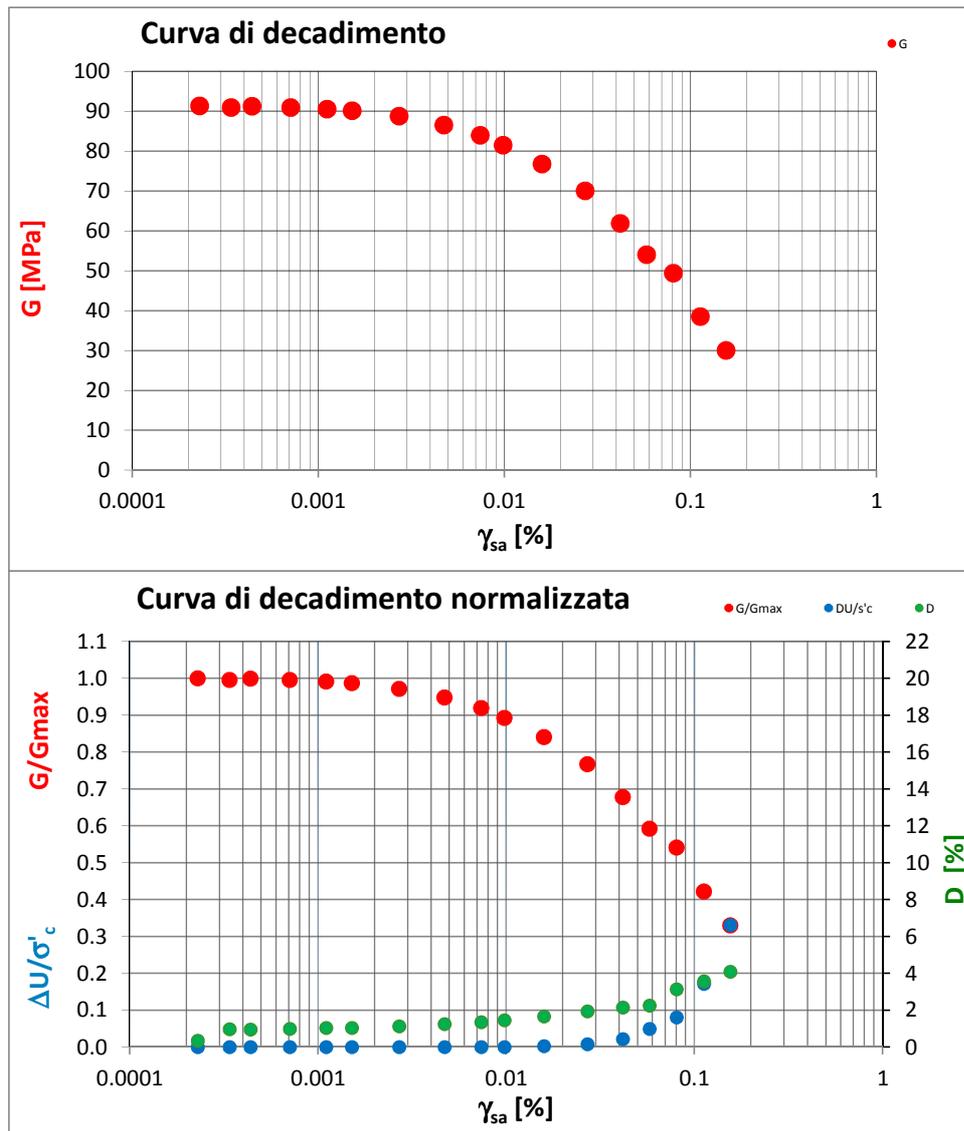
γ_{sa}	Def di taglio in singola ampiezza	U	Pore pressure
G	Modulo di taglio	G/Gmax	Modulo di taglio normalizzato
D	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma_c$	Rapporto pressione interstiziale

Sperimentatore
Roberto Braccaglia
*Roberto Braccaglia*Direttore
Marco Ferrante
Marco Ferrante

PROVA DI COLONNA RISONANTE

ASTM D4015-15

N.VERB.ACCELT./CAMP	408-2021	Data ricevimento	01/09/21	Rapp di prova n.	214-2021	del 29/11/2021
		Data prelievo		Data inizio prova	25/10/21	
		Data apertura	11/10/21	Data fine prova	27/07/21	
COMMITTENTE:	ACEA Elabori S.p.A.	Sondaggio	S0	Tipologia campione	Indisturbato	
CANTIERE:	Centro Idrico Ottavia - ODS 63/21	Campione	C2	Profondità (m)	8.50-9.00	



LEGENDA

γ_{sa}	Def di taglio in singola ampiezza	U	Pore pressure
G	Modulo di taglio	G/Gmax	Modulo di taglio normalizzato
D	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma'_c$	Rapporto pressione interstiziale

 Sperimentatore
 Roberto Braccaglia

 Direttore
 Marco Ferrante

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 13.00-13.50

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	60.1	%
Peso di volume	15.4	kN/m ³
Peso di volume secco	9.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	15.7	kN/m ³
Peso specifico	2.58	
Indice dei vuoti	1.632	
Porosità	62.0	%
Grado di saturazione	95.1	%
Limite di liquidità	61.1	%
Limite di plasticità	49.0	%
Indice di plasticità	12.1	%
Indice di consistenza	0.09	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	5.6	%
Sabbia	44.4	%
Limo	39.6	%
Argilla	10.4	%
D 10	0.001775	mm
D 50	0.059669	mm
D 60	0.196264	mm
D 90	1.440312	mm
Passante set. 10	94.4	%
Passante set. 42	70.9	%
Passante set. 200	51.5	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	90	kPa	σ Rim	kPa
C_U	45	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	6.1	kPa	ϕ' 30.4 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 25.0	5001	---	---
25.0 ÷ 50.0	5786	---	---
50.0 ÷ 100.0	7159	0.002361	3.23E-08
100.0 ÷ 200.0	8728	0.001059	1.19E-08
200.0 ÷ 400.0	12160	0.000744	6.00E-09
400.0 ÷ 800.0	15396	---	---
800.0 ÷ 1600.0	19711	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	34519	---	---

Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07978	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 12/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 13.00-13.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 60.1 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07979	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 11/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 13.00-13.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 15.4 kN/m³

Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07980	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 04/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 05/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21			
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	13.00-13.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.58**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.58**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07981 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 28/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 29/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 13.00-13.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

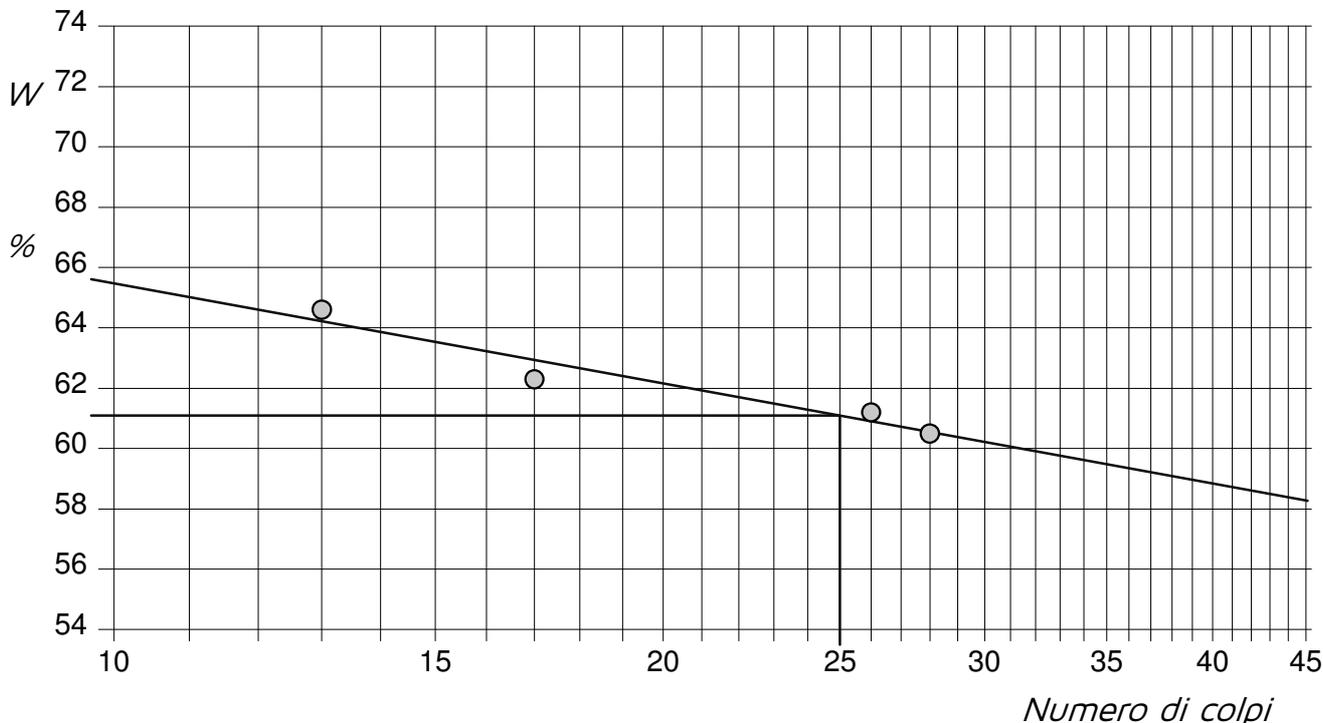
Limite di liquidità 61.1 %

Limite di plasticità 49.0 %

Indice di plasticità 12.1 %

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	17	26	28	Umidità (%)	48.5	49.5
Umidità (%)	64.6	62.3	61.2	60.5	Umidità media	49.0	

Determinazione del Limite di liquidità

Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

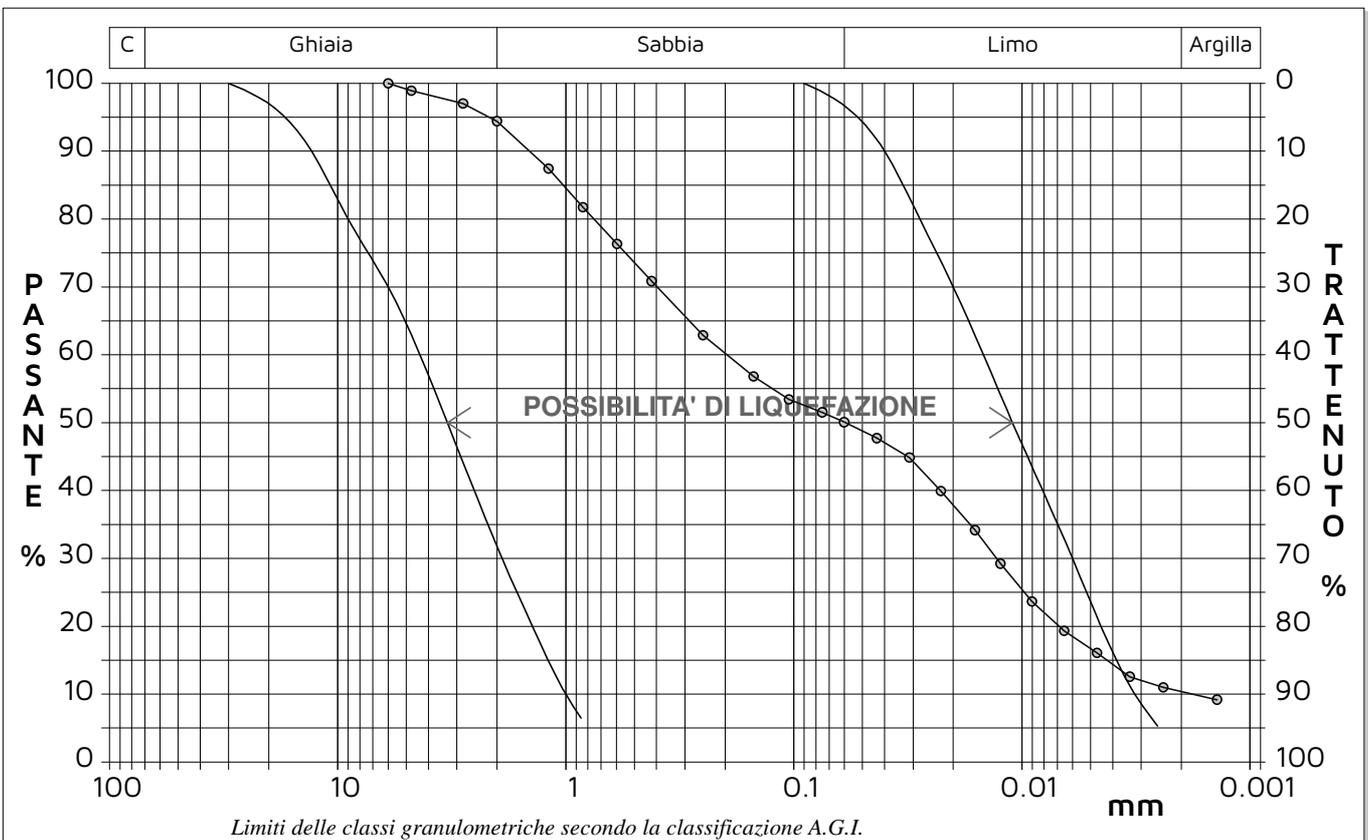
CERTIFICATO DI PROVA N°: 07982	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 04/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 09/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 13.00-13.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	5.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	94.4 %	D10	0.00177 mm	
Sabbia	44.4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	70.9 %	D30	0.01293 mm	
Limo	39.6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	51.5 %	D50	0.05967 mm	
Argilla	10.4 %			D60	0.19626 mm	
Coefficiente di uniformità		110.60	Coefficiente di curvatura		0.48	
					D90	1.44031 mm



Diametro mm	Passante %								
6.0000	100.00	0.8410	81.75	0.1050	53.44	0.0227	39.90	0.0047	16.09
4.7500	98.90	0.5950	76.33	0.0750	51.51	0.0161	34.18	0.0034	12.57
2.8200	97.05	0.4200	70.86	0.0601	50.06	0.0124	29.23	0.0024	11.01
2.0000	94.41	0.2500	62.88	0.0432	47.71	0.0090	23.64	0.0014	9.19
1.1900	87.43	0.1500	56.80	0.0311	44.85	0.0065	19.34		

Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07983 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 11/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 26/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C3

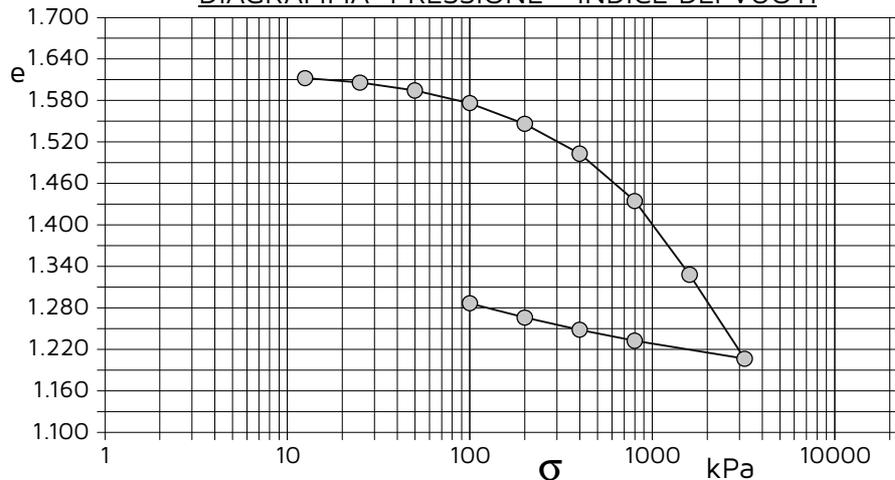
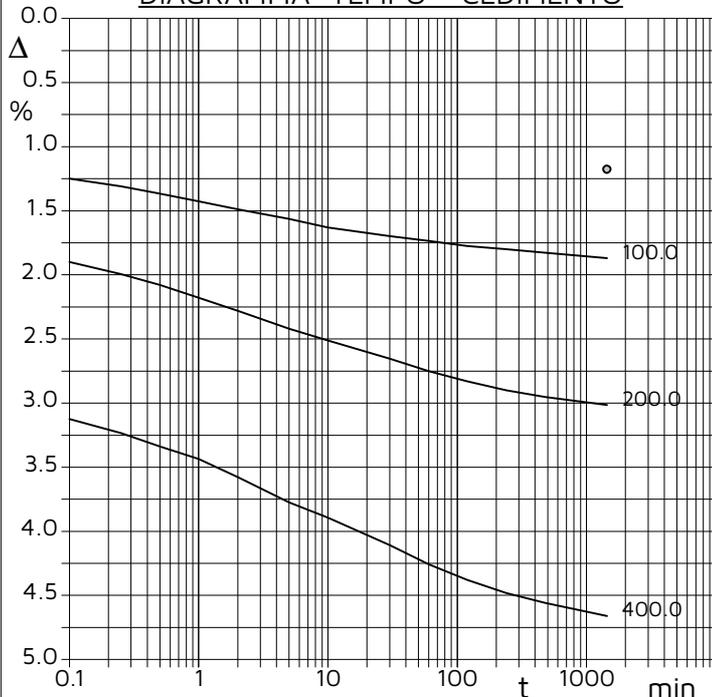
PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	15.48
Umidità (%)	60.4
Peso specifico	2.58
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	7.14
Sezione provino (cm ²)	40.00
Volume provino (cm ³)	80.00
Volume dei vuoti (cm ³)	49.53
Indice dei vuoti	1.63
Porosità (%)	61.91
Saturazione (%)	96.0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	9.9	1.612	
25.0	14.9	1.606	0.022
50.0	23.5	1.594	0.038
100.0	37.4	1.576	0.061
200.0	60.3	1.546	0.100
400.0	93.2	1.503	0.143
800.0	145.3	1.435	0.227
1600.0	226.6	1.328	0.355
3200.0	319.2	1.206	0.404
800.0	299.2	1.233	
400.0	287.3	1.248	
200.0	273.7	1.266	
100.0	258.0	1.287	

Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 07983** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 11/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 26/10/21

COMMITTENTE: Acea Elaboli S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	23.5	0.00	37.4	0.00	60.3		
0.10	25.0	0.10	38.0	0.10	62.5		
0.25	26.2	0.25	39.9	0.25	64.7		
0.50	27.3	0.50	41.6	0.50	66.8		
1.00	28.5	1.00	43.6	1.00	68.7		
2.00	29.8	2.00	45.6	2.00	71.6		
5.00	31.3	5.00	48.4	5.00	75.5		
10.00	32.6	10.00	50.3	10.00	77.9		
30.00	33.9	30.00	53.1	30.00	82.2		
60.00	34.7	60.00	55.0	60.00	85.1		
120.00	35.5	120.00	56.6	120.00	87.6		
240.00	36.0	240.00	58.0	240.00	89.6		
480.00	36.6	480.00	59.1	480.00	91.2		
1440.00	37.4	1440.00	60.3	1440.00	93.2		

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

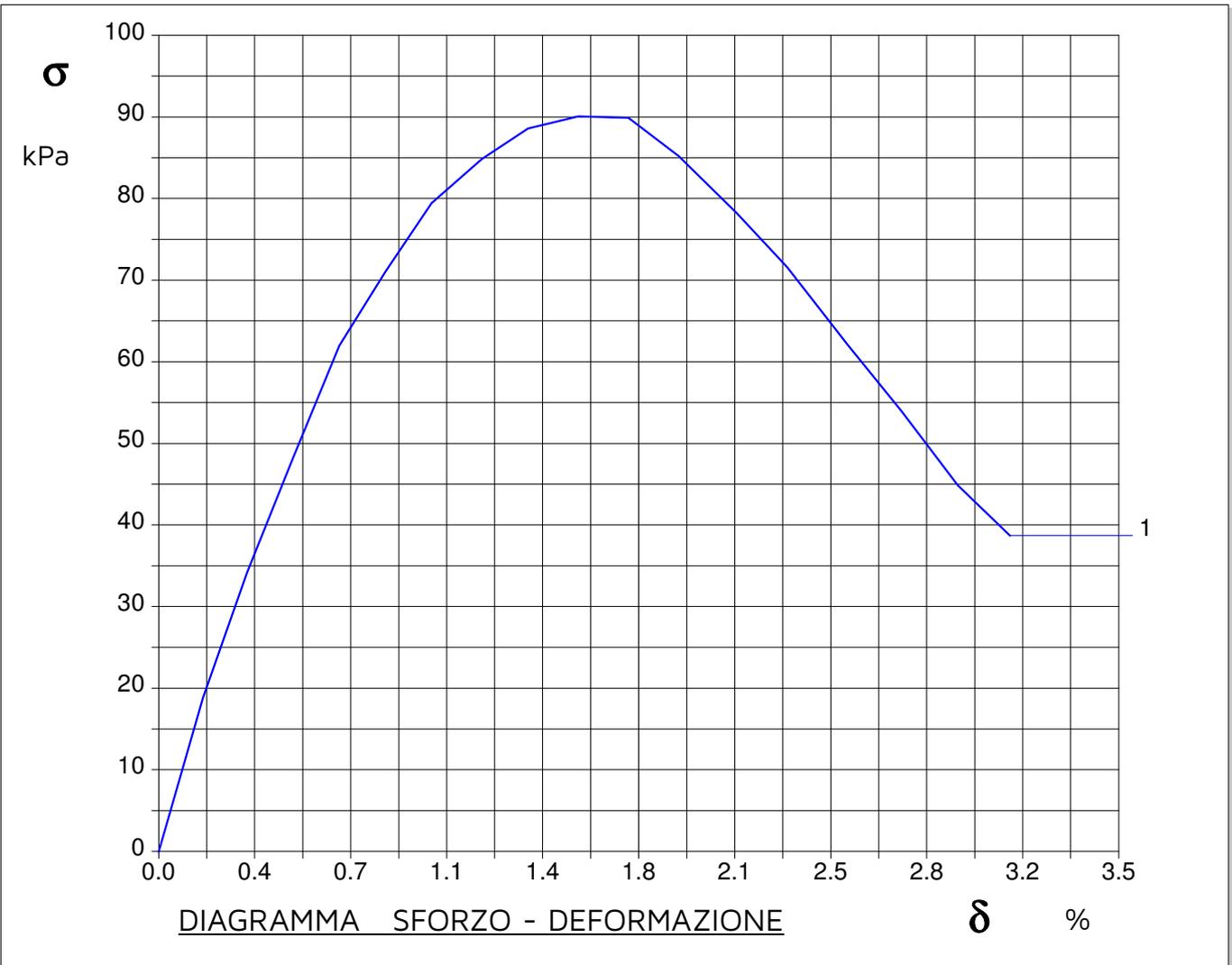
CERTIFICATO DI PROVA N°: 07984	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 09/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 10/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	-----	-----
Peso di volume (kN/m³):	15.4	-----	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07984	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 10/11/21	Inizio analisi: 09/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 10/11/21

COMMITTENTE: Acea Elaborsi S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.16	18.8										
0.32	34.1										
0.49	48.3										
0.66	62.0										
0.83	71.1										
1.00	79.4										
1.18	84.8										
1.35	88.6										
1.53	90.1										
1.71	89.9										
1.90	85.2										
2.11	78.2										
2.29	71.6										
2.51	62.1										
2.71	54.0										
2.91	44.9										
3.10	38.7										

Sperimentatore
 Roberto Bracaglia
 Direttore
 Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07985 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21

Inizio analisi: 14/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 16/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	60.9 62.0	61.3 59.7	60.2 57.4
Peso di volume (kN/m ³):	15.1	15.5	15.5
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

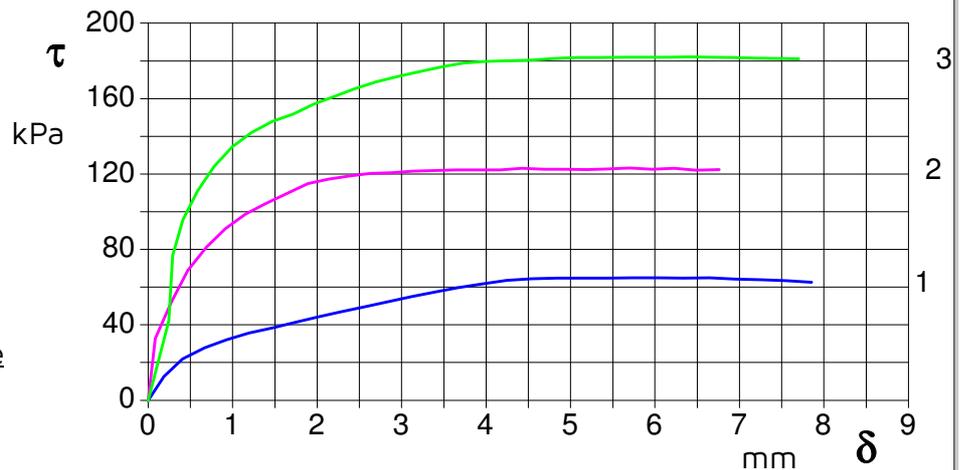
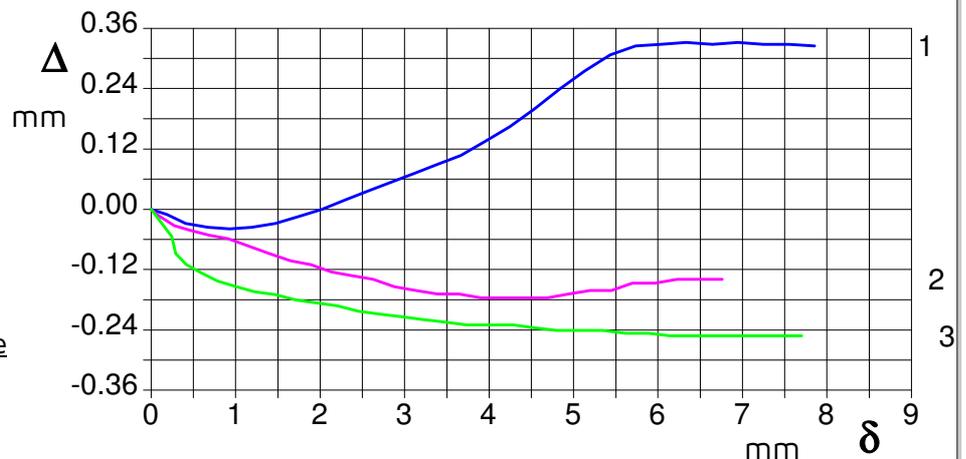


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07985 Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/11/21 Inizio analisi: 14/10/21
Apertura campione: 11/10/21 Fine analisi: 16/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.188	12.6	-0.01	0.086	32.8	-0.01	0.242	42.1	-0.05
0.409	21.9	-0.03	0.275	52.0	-0.03	0.292	76.8	-0.09
0.671	27.8	-0.04	0.469	68.8	-0.04	0.413	95.8	-0.11
0.933	32.0	-0.04	0.690	81.2	-0.05	0.589	111.2	-0.13
1.195	35.6	-0.04	0.916	91.0	-0.06	0.782	124.1	-0.14
1.473	38.3	-0.03	1.154	98.8	-0.07	0.997	134.3	-0.15
1.751	41.5	-0.01	1.396	104.4	-0.09	1.222	141.9	-0.16
2.021	44.2	0.00	1.650	109.8	-0.10	1.470	147.9	-0.17
2.291	47.0	0.02	1.892	115.0	-0.11	1.718	151.8	-0.18
2.561	49.5	0.04	2.135	117.4	-0.12	1.960	157.0	-0.19
2.839	52.2	0.05	2.388	119.0	-0.13	2.202	161.1	-0.19
3.117	55.0	0.07	2.631	120.4	-0.14	2.456	165.3	-0.20
3.387	57.3	0.09	2.879	120.6	-0.15	2.704	168.8	-0.21
3.665	59.6	0.11	3.132	121.6	-0.16	2.962	171.9	-0.21
3.960	61.7	0.14	3.391	121.8	-0.17	3.216	174.3	-0.22
4.246	63.6	0.16	3.644	122.2	-0.17	3.480	176.9	-0.22
4.541	64.5	0.20	3.903	122.2	-0.18	3.739	178.9	-0.23
4.835	64.7	0.24	4.167	122.2	-0.18	4.008	179.8	-0.23
5.130	64.7	0.27	4.426	123.0	-0.18	4.289	180.1	-0.23
5.433	64.7	0.31	4.690	122.6	-0.18	4.543	180.4	-0.24
5.735	64.9	0.32	4.943	122.6	-0.17	4.801	181.3	-0.24
6.030	64.9	0.33	5.197	122.4	-0.16	5.071	181.8	-0.24
6.332	64.7	0.33	5.450	122.8	-0.16	5.341	181.8	-0.24
6.643	64.9	0.33	5.698	123.2	-0.15	5.616	181.9	-0.25
6.946	64.3	0.33	5.962	122.6	-0.15	5.886	181.9	-0.25
7.249	63.9	0.33	6.226	123.0	-0.14	6.145	181.9	-0.25
7.552	63.5	0.33	6.490	122.0	-0.14	6.409	182.1	-0.25
7.854	62.5	0.32	6.760	122.4	-0.14	6.668	181.9	-0.25
						6.932	181.8	-0.25
						7.202	181.5	-0.25
						7.483	181.3	-0.25
						7.703	181.2	-0.25

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21	

DATA DI EMISSIONE:	10/11/21	Inizio analisi:	14/10/21
Apertura campione:	11/10/21	Fine analisi:	16/10/21

COMMITTENTE:	Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO:	Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO:	S0	CAMPIONE:	C3
		PROFONDITA':	m 13.00-13.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	65		123		182	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	6.64	0.33	5.70	-0.15	6.41	-0.25
Umidità iniziale e umidità finale (%):	60.9	62.0	61.3	59.7	60.2	57.4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	15.1	15.5	15.5	15.7	15.5	15.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	92.7	97.1	96.3	98.1	96.4	97.4

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	6.1 kPa
Angolo di attrito interno:	30.4 °

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

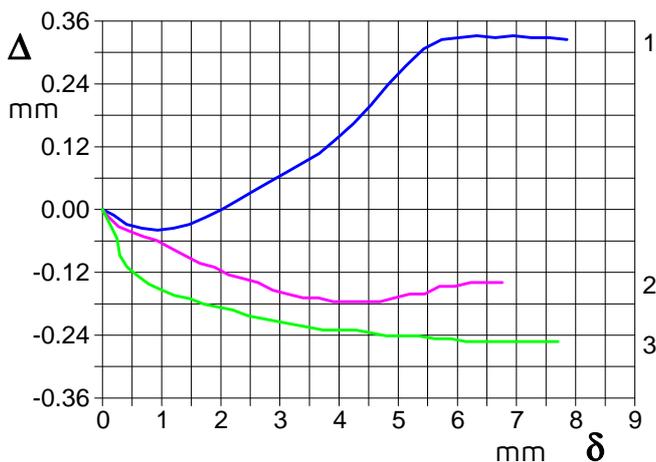
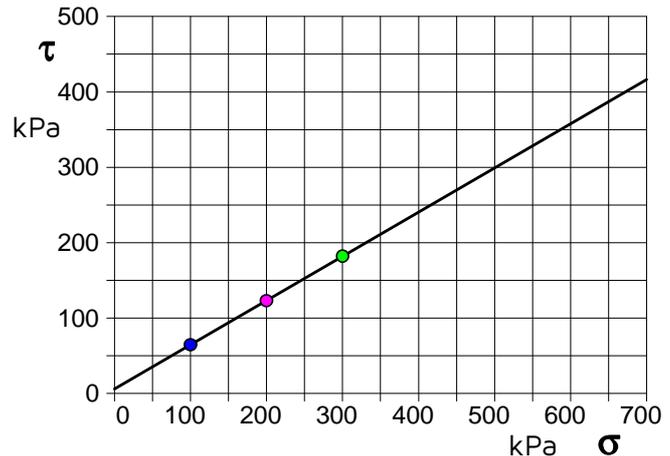


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

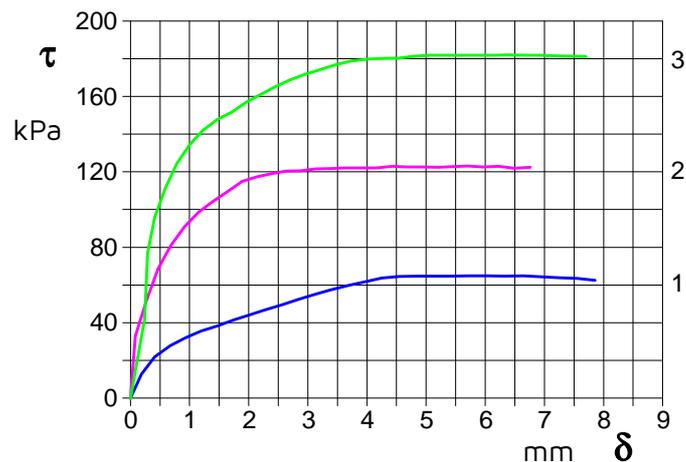


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia con limo argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro. Presenza di porzioni molto addensate

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 18.00-18.50

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	25.5	%
Peso di volume	18.6	kN/m ³
Peso di volume secco	14.9	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.1	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	0.770	
Porosità	43.5	%
Grado di saturazione	88.8	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	3.9	%
Sabbia	80.7	%
Limo	9.1	%
Argilla	6.3	%
D 10	0.009060	mm
D 50	0.331439	mm
D 60	0.411789	mm
D 90	1.244492	mm
Passante set. 10	96.1	%
Passante set. 42	60.9	%
Passante set. 200	17.3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_U	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta					
c'	3.5	kPa	ϕ'	29.3	°
c' Res		kPa	ϕ' Res		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	1689	---	---
12.5 ÷ 25.0	1701	---	---
25.0 ÷ 50.0	2119	---	---
50.0 ÷ 100.0	3401	0.001120	3.23E-08
100.0 ÷ 200.0	5479	0.001134	2.03E-08
200.0 ÷ 400.0	8909	0.001686	1.86E-08
400.0 ÷ 800.0	14414	---	---
800.0 ÷ 1600.0	24691	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	45780	---	---

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07986	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/11/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 12/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 18.00-18.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25.5 %

Struttura del materiale: Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07987	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/11/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 11/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 18.00-18.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.6 kN/m³

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07988	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/11/21	Inizio analisi: 25/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 26/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21			
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	18.00-18.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

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

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

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

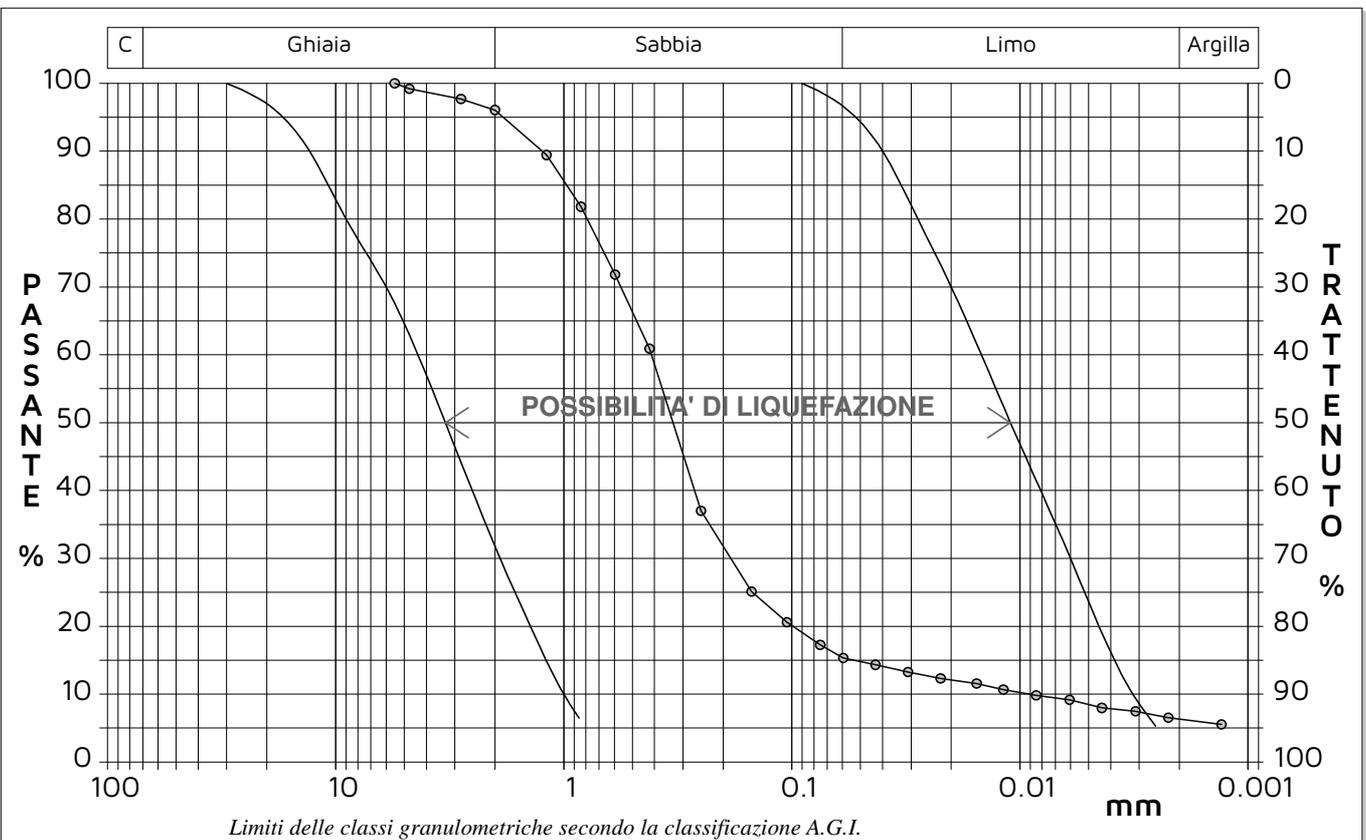
CERTIFICATO DI PROVA N°: 07989	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 29/11/21	Inizio analisi: 05/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 09/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 18.00-18.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	3.9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	96.1 %	D10	0.00906 mm
Sabbia	80.7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	60.9 %	D30	0.18499 mm
Limo	9.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	17.3 %	D50	0.33144 mm
Argilla	6.3 %			D60	0.41179 mm
Coefficiente di uniformità	45.45	Coefficiente di curvatura	9.17	D90	1.24449 mm



Diametro mm	Passante %								
5.5000	100.00	0.8410	81.81	0.1050	20.60	0.0223	12.32	0.0044	7.97
4.7500	99.18	0.5950	71.81	0.0750	17.26	0.0155	11.56	0.0031	7.46
2.8200	97.69	0.4200	60.91	0.0595	15.33	0.0118	10.68	0.0022	6.53
2.0000	96.05	0.2500	37.01	0.0429	14.31	0.0085	9.83	0.0013	5.56
1.1900	89.43	0.1500	25.12	0.0309	13.25	0.0061	9.15		

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07990	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 29/11/21	Inizio analisi:
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione:	Fine analisi:

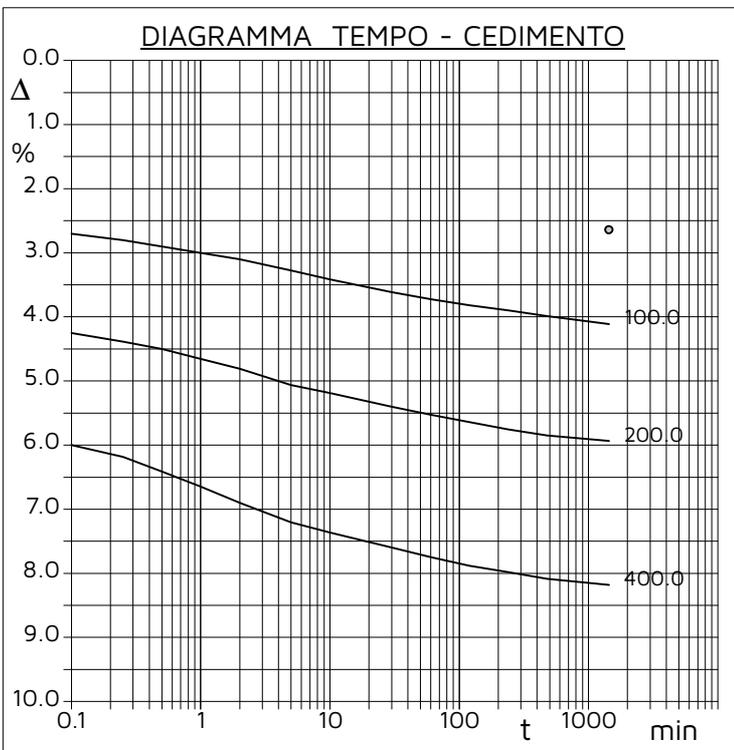
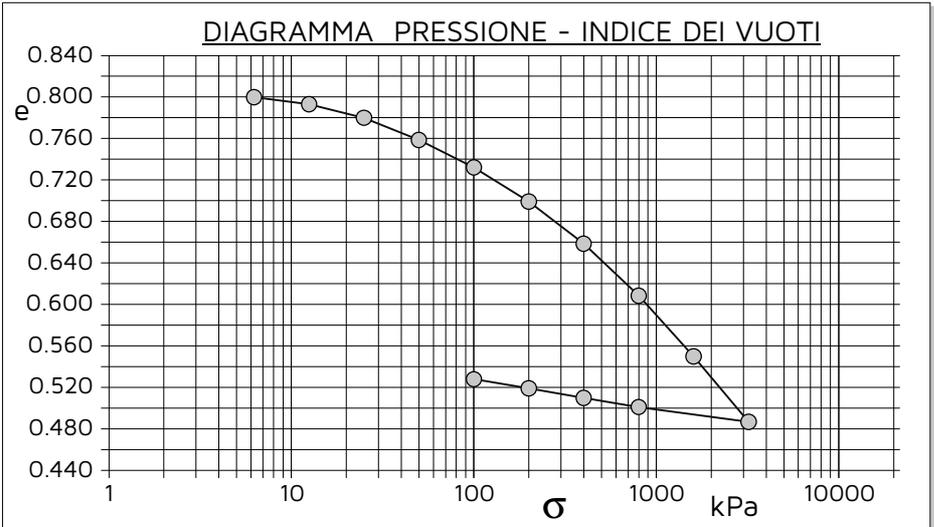
COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21
SONDAGGIO: S0 **CAMPIONE:** C4 **PROFONDITA':** m 18.00-18.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	18.32
Umidità (%)	25.9
Peso specifico	2.68
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	17.86
Indice dei vuoti	0.81
Porosità (%)	44.64
Saturazione (%)	86.0



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	7.1	0.800	
12.5	14.5	0.793	0.022
25.0	29.2	0.780	0.044
50.0	52.8	0.759	0.071
100.0	82.2	0.732	0.088
200.0	118.7	0.699	0.110
400.0	163.6	0.658	0.135
800.0	219.1	0.608	0.167
1600.0	283.9	0.550	0.194
3200.0	353.8	0.487	0.210
800.0	338.0	0.501	
400.0	328.3	0.510	
200.0	317.9	0.519	
100.0	308.3	0.528	

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 07990	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 29/11/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 02/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21			
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 18.00-18.50	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	52.8	0.00	82.2	0.00	118.7		
0.10	54.0	0.10	85.0	0.10	120.0		
0.25	56.0	0.25	87.7	0.25	123.6		
0.50	58.0	0.50	90.1	0.50	128.2		
1.00	60.0	1.00	93.1	1.00	132.9		
2.00	62.0	2.00	96.2	2.00	138.0		
5.00	65.5	5.00	101.3	5.00	144.1		
10.00	68.3	10.00	103.8	10.00	147.3		
30.00	72.3	30.00	108.0	30.00	151.9		
60.00	74.5	60.00	110.6	60.00	155.0		
120.00	76.4	120.00	112.9	120.00	157.6		
240.00	78.0	240.00	115.2	240.00	159.7		
480.00	79.7	480.00	117.0	480.00	161.7		
1440.00	82.2	1440.00	118.7	1440.00	163.6		

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

Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07991	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 29/11/21	Inizio analisi: 14/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 15/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21		
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 18.00-18.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	25.6 22.1	26.6 20.5	25.7 20.5
Peso di volume (kN/m ³):	19.0	18.9	18.9
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.020 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

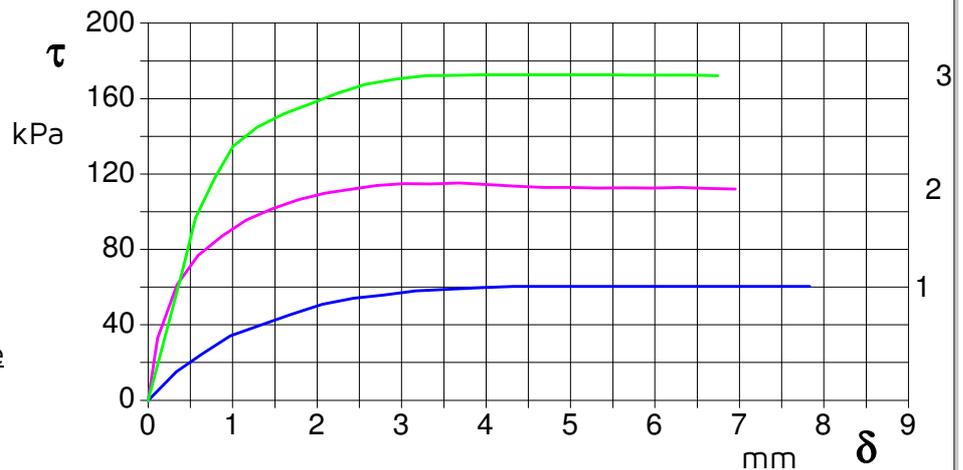
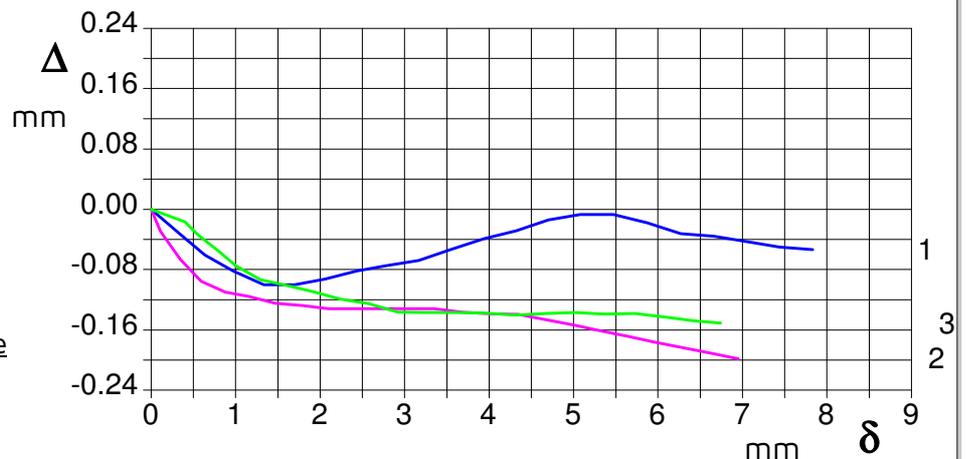


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 07991	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 29/11/21	Inizio analisi: 14/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 15/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabari S.p.A.			
RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21			
SONDAGGIO: S0	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 18.00-18.50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.335	15.1	-0.03	0.113	32.8	-0.03	0.402	67.6	-0.02
0.638	24.4	-0.06	0.345	61.3	-0.07	0.562	96.6	-0.03
0.974	34.1	-0.08	0.593	76.8	-0.10	0.787	117.5	-0.05
1.334	39.9	-0.10	0.879	87.1	-0.11	1.008	134.7	-0.08
1.702	45.7	-0.10	1.164	95.6	-0.12	1.294	144.9	-0.09
2.062	50.9	-0.09	1.466	101.6	-0.12	1.602	151.8	-0.10
2.430	54.0	-0.08	1.784	106.4	-0.13	1.922	157.3	-0.11
2.790	55.8	-0.07	2.092	109.8	-0.13	2.241	162.8	-0.12
3.166	57.9	-0.07	2.393	111.9	-0.13	2.571	167.5	-0.13
3.543	58.8	-0.05	2.701	113.8	-0.13	2.924	170.3	-0.14
3.935	59.7	-0.04	3.024	114.9	-0.13	3.276	172.0	-0.14
4.320	60.3	-0.03	3.348	114.8	-0.13	3.607	172.3	-0.14
4.704	60.3	-0.01	3.682	115.2	-0.14	3.959	172.7	-0.14
5.081	60.3	-0.01	4.021	114.5	-0.14	4.317	172.7	-0.14
5.473	60.3	-0.01	4.350	113.6	-0.14	4.675	172.7	-0.14
5.874	60.3	-0.02	4.684	112.8	-0.15	5.022	172.6	-0.14
6.267	60.3	-0.03	5.019	112.8	-0.15	5.374	172.6	-0.14
6.660	60.3	-0.04	5.331	112.5	-0.16	5.721	172.4	-0.14
7.052	60.3	-0.04	5.649	112.7	-0.17	6.079	172.4	-0.14
7.437	60.3	-0.05	5.962	112.5	-0.18	6.426	172.4	-0.15
7.830	60.3	-0.05	6.291	112.8	-0.18	6.740	172.1	-0.15
			6.620	112.3	-0.19			
			6.949	111.9	-0.20			

Sperimentatore
Enrico Tallini

Direttore
Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 408 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 29/11/21

Inizio analisi: 14/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 15/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Centro Idrico Ottavia - O.d.s. 63/21

SONDAGGIO: S0

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 18.00-18.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	60		115		173	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.32	-0.03	3.68	-0.14	3.96	-0.14
Umidità iniziale e umidità finale (%):	25.6	22.1	26.6	20.5	25.7	20.5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	19.0	19.1	18.9	19.0	18.9	19.2
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	93.0	86.6	93.9	81.9	92.4	84.0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	3.5 kPa
Angolo di attrito interno:	29.3 °

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

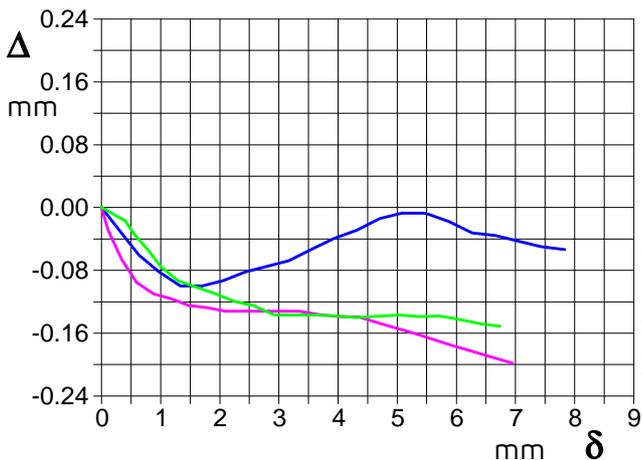
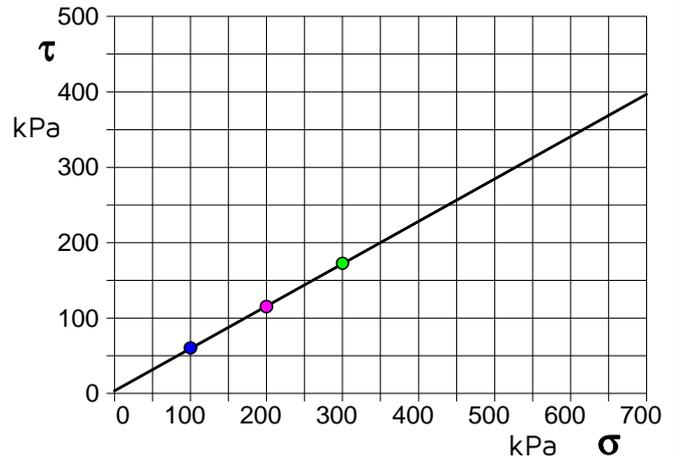


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

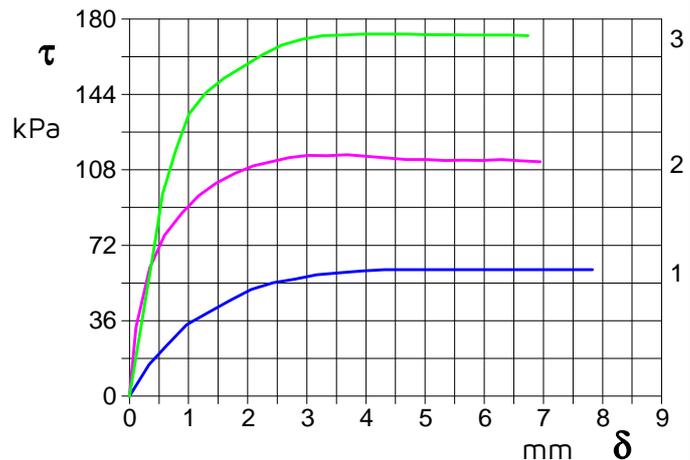


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

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

Pag. 1 di 3

ASTM D4015-15

N.VERB.ACCELT./CAMP	408-2021	Data ricevimento	01/09/21	Rapp di prova n.	215-2021	del	29/11/2021
		Data prelievo		Data inizio prova	27/10/21		
		Data apertura	11/10/21	Data fine prova	29/07/21		
COMMITTENTE:	ACEA Elabori S.p.A.	Sondaggio	S0	Tipologia campione	Indisturbato		
CANTIERE:	Centro Idrico Ottavia - ODS 63/21	Campione	C4	Profondità (m)	18.00-18.50		

Modalità di prova	Modello dinamico di riferimento	Fixed free
	Campo di deformazione esplorato (%)	10^{-4} e 10^{-1}
	Tipo di onda utilizzata	Sinusoidale
	Eccitazione	Torsionale

Dati generali di prova		Unità	Valori	
Condizioni inizio prova	Altezza del provino	Hi	mm	100.00
	Diametro del provino	Di	mm	50.00
	Volume del provino	Vi	cm ³	196.35
	Peso umido del provino	P	g	365.55
	Contenuto naturale d'acqua	W _i	%	25.9
	Peso specifico dei grani	γ _s	g/cm ³	2.680
	Peso di volume umido	γ _{wi}	kN/m ³	18.26
	Peso di volume secco	γ _{wd}	kN/m ³	14.50
	Indice dei vuoti iniziale	e _i	-	0.812
Condizioni di prova	Pressione di cella	σ _c	kPa	580
	Back pressure	BP	kPa	250
	Pressione efficace	σ' _c	kPa	330
	Coefficiente di Skempton	B	-	0.95
	Altezza a fine consolidazione	H _f	mm	98.18
	Diametro a fine consolidazione	D _f	mm	48.56
	Peso di volume a fine consolidazione	γ _{wf}	kN/m ³	18.91
	Contenuto d'acqua a fine consolidazione	W _f	%	25.5
Indice dei vuoti a fine consolidazione	e _f	-	0.744	

NOTE : Vs in corrispondenza di $G_{max} = 238.32$ m/sSperimentatore
Roberto Braccaglia
*Roberto Braccaglia*Direttore
Marco Ferrante
Marco Ferrante

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

Pag. 2 di 3

ASTM D4015-15

N.VERB.ACCELT./CAMP	408-2021	Data ricevimento	01/09/21	Rapp di prova n.	215-2021	del	29/11/2021
		Data prelievo		Data inizio prova	27/10/21		
		Data apertura	11/10/21	Data fine prova	29/07/21		
COMMITTENTE:	ACEA Elabori S.p.A.	Sondaggio	S0	Tipologia campione	Indisturbato		
CANTIERE:	Centro Idrico Ottavia - ODS 63/21	Campione	C4	Profondità (m)	18.00-18.50		

Valori misurati			Valori normalizzati		
γ_{sa}	G	D	U	G/Gmax	$\Delta U/\sigma'_c$
%	MPa	%	kPa	-	-
0.00017	109.53	1.06	250.0	1.000	0.000
0.00025	108.65	1.82	250.0	0.992	0.000
0.00041	108.24	1.77	250.0	0.988	0.000
0.00058	108.00	1.86	250.0	0.986	0.000
0.00080	108.06	1.99	250.0	0.987	0.000
0.00144	107.30	2.01	250.0	0.980	0.000
0.00269	105.59	2.10	250.0	0.964	0.000
0.00445	103.53	2.21	250.0	0.945	0.000
0.00604	101.93	2.31	250.0	0.931	0.000
0.01083	98.15	2.52	250.1	0.896	0.000
0.01909	92.17	2.92	250.4	0.842	0.001
0.02991	85.54	3.44	252.1	0.781	0.006
0.03992	79.22	4.03	256.2	0.723	0.019
0.05439	71.84	4.64	266.5	0.656	0.050
0.06918	65.01	5.38	283.2	0.594	0.101
0.09423	56.87	6.05	310.6	0.519	0.184
0.12454	46.64	7.15	359.1	0.426	0.331
0.16048	38.25	8.83	390.5	0.349	0.426

LEGENDA

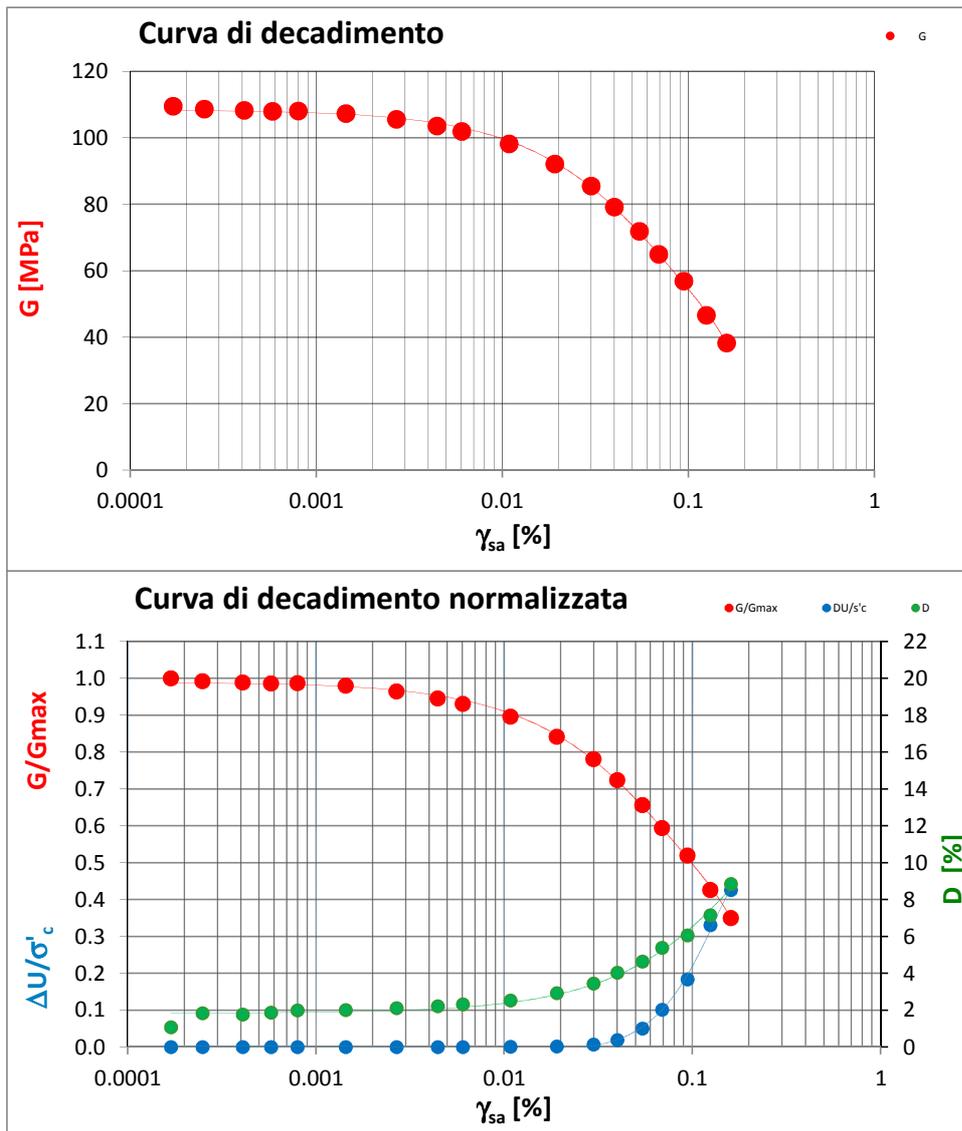
γ_{sa}	Def di taglio in singola ampiezza	U	Pore pressure
G	Modulo di taglio	G/Gmax	Modulo di taglio normalizzato
D	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma'_c$	Rapporto pressione interstiziale

Sperimentatore
Roberto Braccaglia
*Roberto Braccaglia*Direttore
Marco Ferrante
Marco Ferrante

PROVA DI COLONNA RISONANTE

ASTM D4015-15

N.VERB.ACCELT./CAMP	408-2021	Data ricevimento	01/09/21	Rapp di prova n.	215-2021	del	29/11/2021
		Data prelievo		Data inizio prova	27/10/21		
		Data apertura	11/10/21	Data fine prova	29/07/21		
COMMITTENTE:	ACEA Elabori S.p.A.	Sondaggio	S0	Tipologia campione	Indisturbato		
CANTIERE:	Centro Idrico Ottavia - ODS 63/21	Campione	C4	Profondità (m)	18.00-18.50		



LEGENDA

γ_{sa}	Def di taglio in singola ampiezza	U	Pore pressure
G	Modulo di taglio	G/G_{max}	Modulo di taglio normalizzato
D	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma_c$	Rapporto pressione interstiziale

 Sperimentatore
 Roberto Braccaglia

 Direttore
 Marco Ferrante

ALLEGATO 3

Indagine Geofisica

Down hole

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo DoReMi":

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



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

**Prospezione Geofisica
Down Hole**

LOCALITA': Centro Idrico Ottavia– Comune di Roma (RM)

Novembre 2021

RELAZIONE GEOFISICA

Metodologia d'indagine

Per una definizione sismo-stratigrafica di dettaglio, è stata eseguita un'indagine sismica di tipo Down Hole nel foro di sondaggio, presso il Centro Idrico Ottavia nel Comune di Roma (RM).

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

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono in:

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

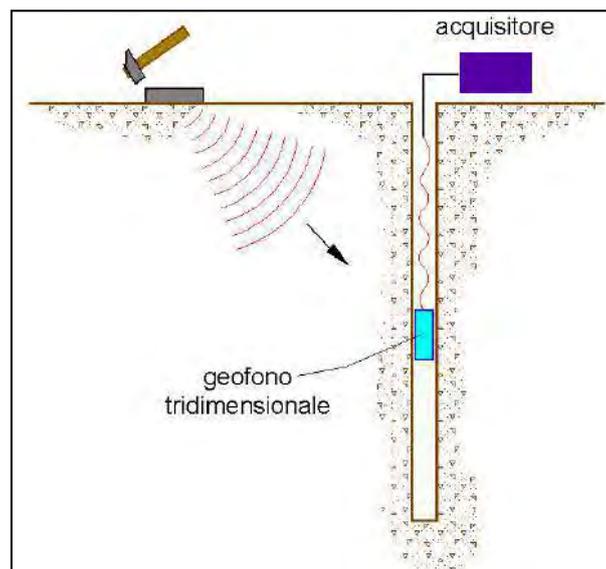


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

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

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

Procedura sperimentale

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

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

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

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

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

Interpretazione in down hole con il metodo diretto

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

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

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

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

- coefficiente di Poisson medio:

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

- modulo di deformazione a taglio medio:

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

- modulo di compressibilità edometrica medio:

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

- modulo di Young medio:

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

- modulo di compressibilità volumetrica medio:

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

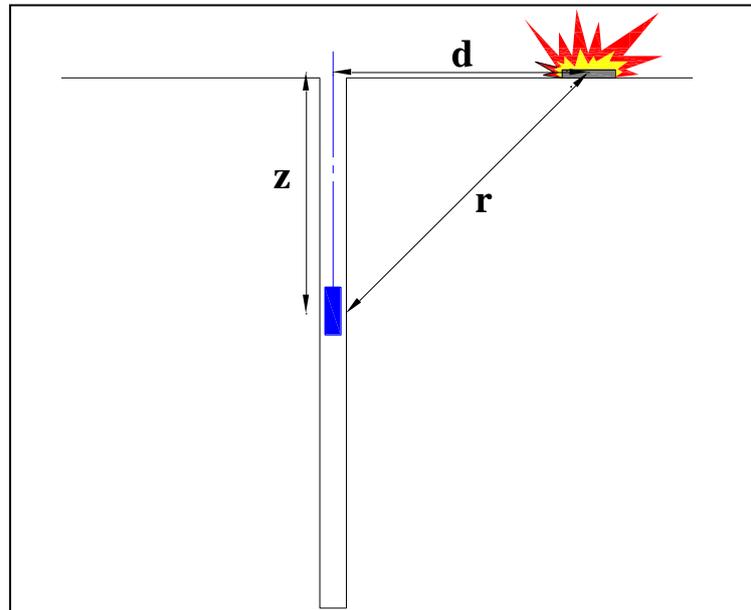


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

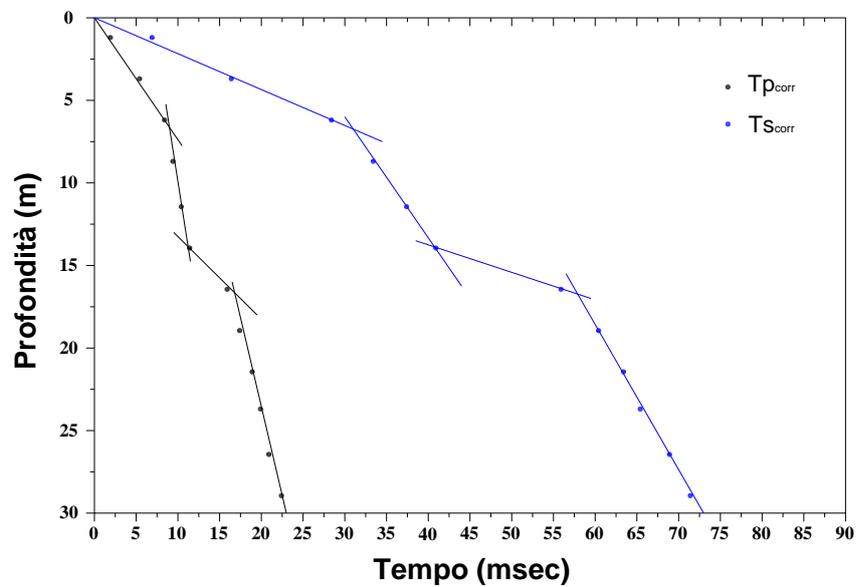


Figura 3 – Dromocrone

MISURE DOWN HOLE

Committente: Acea Elabiori s.p.a.
Cantiere: Sondaggio S – Centro Idrico Ottavia

Interpretazione delle misure

Dati iniziali

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

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	4.9	12.8
2	2.00	5.8	15.2
3	3.00	7.6	18
4	4.00	8.5	20.9
5	5.00	9.8	25.3
6	6.00	10.5	27.9
7	7.00	12	31.6
8	8.00	13.6	36
9	9.00	15	38.6
10	10.00	16.1	42.2
11	11.00	17.5	45.2
12	12.00	18.2	46.6
13	13.00	19	47.4
14	14.00	19.8	49.6
15	15.00	21.1	51.5
16	16.00	22.6	53.5
17	17.00	23.4	55.3
18	18.00	24.4	56.6
19	19.00	25.2	59.9
20	20.00	26.1	61.9
21	21.00	26.9	63.3
22	22.00	27.3	65.4
23	23.00	28.4	66.3
24	24.00	29.7	68.2
25	25.00	30.6	70.4
26	26.00	31.8	73.5
27	27.00	32.8	75.7
28	28.00	33.2	77.5
29	29.00	34.4	80.2
30	30.00	35.1	81.8

Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.8028	2.7180	7.1002
2.5000	4.6400	12.1600
3.3541	6.7976	16.0997
4.2720	7.9588	19.5693
5.2202	9.3867	24.2330
6.1847	10.1865	27.0670
7.1589	11.7336	30.8986
8.1394	13.3671	35.3834
9.1241	14.7959	38.0748
10.1119	15.9219	41.7331
11.1018	17.3395	44.7855
12.0934	18.0595	46.2402
13.0863	18.8748	47.0876
14.0801	19.6873	49.3177
15.0748	20.9953	51.2444
16.0702	22.5013	53.2664
17.0661	23.3094	55.0860
18.0624	24.3157	56.4045
19.0591	25.1218	59.7142
20.0562	26.0269	61.7266
21.0535	26.8316	63.1391
22.0511	27.2368	65.2485
23.0489	28.3398	66.1595
24.0468	29.6422	68.0672
25.0450	30.5451	70.2736
26.0432	31.7472	73.3780
27.0416	32.7495	75.5834
28.0402	33.1525	77.3890
29.0388	34.3541	80.0929
30.0375	35.0562	81.6979

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 30 m

VSh: 367.20 m/s

Categoria di sottosuolo: B

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

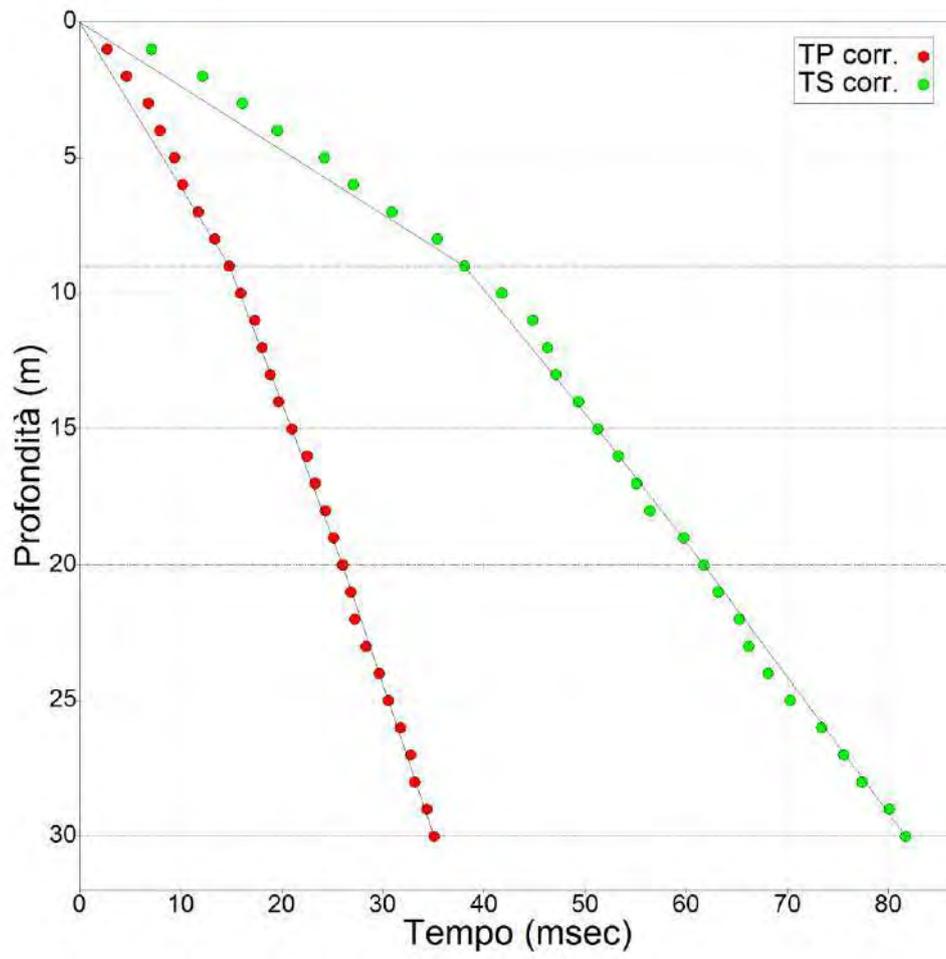
Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
Sismostrato 1	9.00
Sismostrato 2	15.00
Sismostrato 3	20.00
Sismostrato 4	30.00

Valori medi

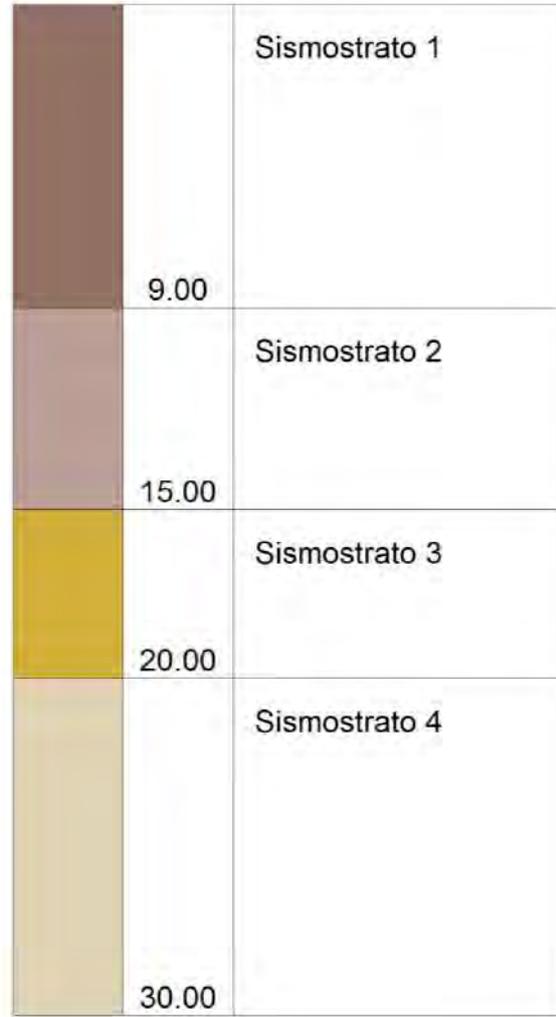
Profondità [m]	Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
9.00	608.11	236.41	18.54	0.41	105.66	699.14	298.18	558.25
15.00	967.74	455.58	21.27	0.36	450.21	2031.43	1222.44	1431.15
20.00	994.04	476.64	21.55	0.35	499.3	2171.57	1348.81	1505.84
30.00	1107.42	500.75	21.22	0.37	542.46	2653.09	1487.97	1929.8

Dromocrone e sismostratigrafia



236.41	608.11
455.58	967.74
476.64	994.04
500.75	1107.42

Vp – Vs – m/s



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





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

COMUNE DI ROMA
PROVINCIA DI ROMA
SONDAGGIO S6.1, S6.2

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.P.A.

OGGETTO: Indagini geognostiche e geofisiche presso "Manufatto ACQ. PINETA
SACCHETTI" Roma

LOCALITA': COMUNE DI ROMA (RM)

TECNOGEO GROUP SRL

Data: GENNAIO 2022

INDICE

PREMESSA.....	3
CERTIFICATI STRATIGRAFICI	11
CERTIFICATI DI LABORATORIO.....	19
PROVE PENETROMETRICHE.....	130
PROVA GEOFISICA DOWN-HOLE.....	150
INDAGINE GEOFISICA MASW.....	161
PROVA GEOFISICA HVSR.....	175

PREMESSA

Nell'ambito del contratto quadro (n.3900006745 per le prestazioni finalizzate alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica per la progettazione di opere idriche, fognarie ed elettriche) e sulla base dell'Ordine di Servizio n.80/2021 emesso da Acea Elabori Spa sono state realizzate le seguenti indagini:

- N. 1 Sondaggio geognostico (S6.1) a -30,00m con esecuzione di n.5 SPT in foro, prelievo di n.6 campioni indisturbati ed installazione di tubazione in pvc per prova geofisica in foro down-hole
- N. 1 Sondaggio geognostico (S6.2) a -20,00m con esecuzione di n.4 SPT in foro, prelievo di n.4 campioni ed installazione di piezometro a tubo aperto da 2";;
- N.10 prove di laboratorio geotecnico;
- N.2 prove penetrometriche DPSH;
- N.1 prova geofisica in foro down-hole;
- N.2 prospezioni sismiche masw;
- N.1 misura di frequenza naturale del terreno HVSR;

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

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

Per le prove penetrometriche è stato utilizzato il penetrometro dinamico DPSH Deep Drill SP200-SM.

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

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

Si allegano i seguenti elaborati:

1. Certificato Stratigrafico
2. Certificati di laboratorio
3. Prove penetrometriche
4. Prova geofisica down-hole
5. Prova geofisica MASW
6. Prova geofisica HVSR

SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI

SONDAGGIO - CAMPIONE

S6.1C1

S6.1C2

S6.1C3

PROFONDITÀ (m)	4.00 – 4.50	7.00 – 7.50	13.00 – 13.50
-----------------------	-------------	-------------	---------------

Descrizione	Sabbia con limo argillosa	Sabbia con limo	Sabbia ghiaiosa e limosa
--------------------	---------------------------	-----------------	--------------------------

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%)	25.1	30.5	45
Peso di volume (KN/m ³)	19.6	17.7	16.2
Peso di volume secco (KN/m ³)	15.6	13.6	11.2
Peso di volume saturo (KN/m ³)	19.6	18.1	16.7
Peso specifico	2.67	2.59	2.61
Indice dei vuoti	0.676	0.871	1.296
Porosità (%)	40.3	46.5	56.4
Grado di saturazione (%)	99.3	90.7	90.7

Limite di liquidità	32.5	N.D.	N.D.
Limite di plasticità	19	N.P.	N.P.
Indice di plasticità	13.5	N.D.	N.D.
Indice di consistenza	0.55	-	-

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia (%)	2	1.8	21.5
Sabbia (%)	48	65.9	58.7
Limo (%)	27.5	28.3	17
Argilla (%)	22.5	4.1	2.8

TAGLIO DIRETTO

c' (kPa)	2.1	0.9	4.3
φ'	27.2	29.9	31.1

COMPRESSIONE

σ (kPa)	75	-	-
Cu (kPa)	37	-	-

PROVA EDOMETRICA

σ (kPa)	E (kPa)		
6,3÷12,5	4771	-	-
12,5÷25,0	3125	-	-
25÷50,0	3788	-	-
50,0÷100,0	4583	-	-
100,0÷200,0	5456	-	-
200,0÷400	8927	-	-
400÷800,0	13784	-	-
800,0÷1600,0	24349	-	-
1600,0÷3200,0	44260	-	-

SONDAGGIO - CAMPIONE

S6.1C4

S6.1C5

S6.1C6

PROFONDITÀ (m)	17.40 – 17.90	21.00 – 21.50	24.00 – 24.50
-----------------------	---------------	---------------	---------------

Descrizione	Limo con argilla sabbioso	Argilla con limo e sabbia	Sabbia con argilla limosa
--------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%)	33.5	33.4	17.2
Peso di volume (KN/m³)	18	18.2	20.8
Peso di volume secco (KN/m³)	13.5	13.7	17.8
Peso di volume saturo (KN/m³)	18.1	18.2	20.9
Peso specifico	2.57	2.61	2.64
Indice dei vuoti	0.868	0.874	0.454
Porosità (%)	46.5	46.6	31.2
Grado di saturazione (%)	99.3	99.8	99.7

Limite di liquidità	53.4	52.8	30.1
Limite di plasticità	33.2	31.2	17.1
Indice di plasticità	20.2	21.6	13.0
Indice di consistenza	0.98	0.90	0.99

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia (%)	0.3	0.2	0.7
Sabbia (%)	14.2	28.1	58.3
Limo (%)	57.9	33	15.4
Argilla (%)	27.6	38.7	25.6

TAGLIO DIRETTO

c' (kPa)	13.6	17.3	17.9
φ'	27.3	26.8	30.3

COMPRESSIONE

σ (kPa)	306	325	348
Cu (kPa)	153	163	174

PROVA EDOMETRICA

σ (kPa)	E (kPa)		
6,3÷12,5	-	4921	-
12,5÷25,0	8462	3981	7396
25,0÷50	7616	4789	8547
50,0÷100,0	6072	5924	10929
100,0÷200,0	5765	8482	14545
200,0÷400	9300	11108	20747
400÷800,0	13860	18034	32323
800,0÷1600,0	22228	60564	48529
1600,0÷3200,0	33949	42283	75454

	SONDAGGIO - CAMPIONE			
	S6.2C1	S6.2C2	S6.2C3	S6.2C4
PROFONDITÀ (m)	3.00 – 3.50	8.50 – 9.00	14,50 – 15.	19.00 – 19.50

<u>Descrizione</u>	Limo con sabbia e argilla	Sabbia limosa e argillosa	Sabbia limosa debolmente argillosa	Sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa
CARATTERISTICHE FISICHE				
Umidità naturale (%)	28.6	30	28	46.2
Peso di volume (KN/m ³)	18.6	17.2	18.4	16.4
Peso di volume secco (KN/m ³)	14.4	13.2	14.4	11.2
Peso di volume saturo (KN/m ³)	18.6	17.9	18.6	16.7
Peso specifico	2.57	2.58	2.58	2.58
Indice dei vuoti	0.744	0.911	0.760	1.265
Porosità (%)	42.7	47.7	43.2	55.9
Grado di saturazione (%)	98.6	85	94.9	94.4
Limite di liquidità (%)	67.7	N.D.	44.9	N.D.
Limite di plasticità (%)	29.6	N.P.	35.4	N.P.
Indice di plasticità (%)	38.1	N.D.	9.5	N.D.
Indice di consistenza	1.03	-	1.78	-

ANALISI GRANULOMETRICA				
Ghiaia (%)	3.4	4.7	0.6	19.9
Sabbia (%)	31.6	64.5	71.4	44.6
Limo (%)	35.8	22.8	23	29.4
Argilla (%)	29.2	8	5	6.1

TAGLIO DIRETTO				
c' (kPa)	10.3	2.9	5.5	4.0
φ'	28.2	28.6	31.3	31.7

COMPRESSIONE				
σ (kPa)	285	-	173	-
Cu (kPa)	142	-	87	-

PROVA EDOMETRICA

σ (kPa)	E (kPa)			
6,3÷12,5	-	-	4801	-
12,5÷25,0	-	-	5001	-
25÷50,0	-	-	5378	-
50,0÷100,0	14286	-	6369	-
100,0÷200,0	14075	-	8032	-
200,0÷400	14937	-	11331	-
400÷800,0	18917	-	18265	-
800,0÷1600,0	27239	-	23881	-
1600,0÷3200,0	39153	-	38929	-

UBICAZIONE INDAGINI



● Sondaggio geognostico, down-hole/piezometro

● Prova penetrometrica

— Prospezione sismica MASW

▲ Indagine HVSR

ALLEGATO 1

Sondaggi Geognostici

Caratteristiche tecniche generali "Fraste MITO 8" con matricola 854073

Carro:

Lunghezza min/max: 1600-2200 mm

Larghezza pattino: 400 mm

Passo cingolo: 1925 mm

Pendenza max. superabile: 50%

Motore diesel:

Potenza: 106 – 110 Kw

Capacità serbatoio gasolio: 150 l

Antenna:

Corsa testa di rotazione: 1300 - 3800mm

Tiro: 7000 daN

Spinta: 7000 daN

Velocità salita – discesa: 40m/min

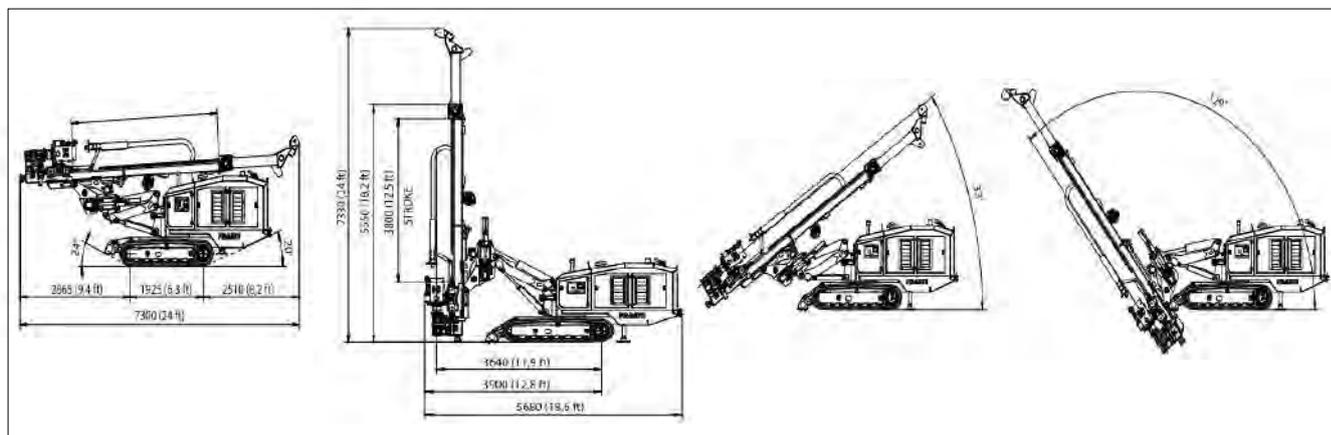
Testa rotante:

Coppia max: 2400 daNm

Velocità max: 1220 rpm

Morsa di bloccaggio: Ø 48-360 mm

Peso: 9900 kg



Certificato n° del	Verbale di accett n° del
Committente: ACEA ELABORI SPA	Sondaggio: S6.1
Riferimento: Nuovo C.I. Trionfale	Data: 06/12/2021
Coordinate: 12.426549° 41.936266°	Quota: 116m slm
Perforazione: carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 4) Simbolo litologico
- 5) Profondità della base dello strato (m)
- 6) Descrizione della litologia dello strato
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Simbolo del campione
- 9) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 10) Prova S.P.T.
- 11) Valore di N_{spt}
- 12) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 13) Cassette catalogatrici
- 14) Prova geofisica down-hole

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

Certificato n° del

Committente: ACEA ELABORI SPA

Sondaggio: S6.1

Riferimento: Nuovo C.I. Trionfale

Data: 06/12/2021

Coordinate: 12.426549° 41.936266°

Quota: 116m slm

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1:150

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Cass.	DH
							m	S.P.T.			
		1			Materiale di riporto costituito da sabbia poco limosa grigiastro mediamente addensata con inclusi elementi laterizi						
		2					2,2	10-9-12	21		
		3		3,0							1
		4		4,5	Piroclastite sabbiosa con limo argillosa mediamente addensata di colore marrone	C1) She < 4,00 4,50					
		5			Piroclastite sabbiosa con limo, mediamente addensata di colore da grigiastro a marroncino con livelli di pomici grigiastre di dimensioni mm		6,0	8-8-7	15		
		6									2
		7				C2) She < 7,00 7,50					
		8		8,1	Tufo da litoide a terroso						
		9		8,9							
		10		10,0	Piroclastite sabbioso limosa da mediamente addensata ad addensata di colore marroncino		9,8	5-RIF	Rif		
		11		10,6	Tufo da litoide a terroso						
		12			Piroclastite da sabbioso-ghiaioso-limosa a limoso-argillosa con sabbia da mediamente addensata/consistente ad addensata/consistente; colore da marroncino a grigiastro						3
		13				C3) She < 13,00 13,50					
		14									
		15									
		16					15,9	6-9-8	17		
		17									
		18				C4) She < 17,40 17,90					4
		19									
		20									
		21									
		22		21,4	Tufo da litoide a terroso	C5) She < 21,00 21,50					
		23		22,5	Tufite sabbiosa con argilla limosa, addensata, di colore giallastro		23,1	9-9-10	19		5
		24				C6) She < 24,00 24,50					
		25									
		26									
		27									
		28									6
		29									
101		30		30,0							



Certificato n° del

Committente: ACEA ELABORI SPA

Sondaggio: S6.1

Riferimento: Nuovo C.I. Trionfale

Data: 06/12/2021

Fotografie - Pagina 1/1

Pagina 1



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



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



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



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



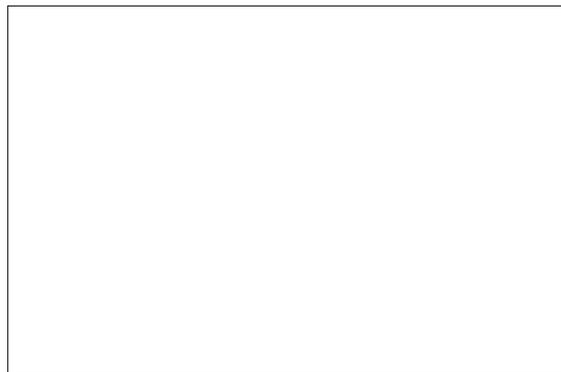
Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00



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



Postazione sonda

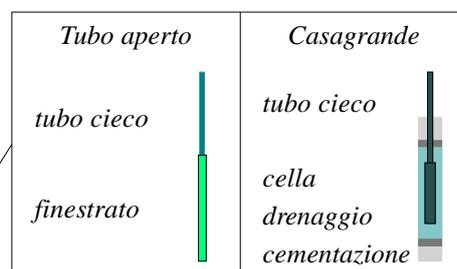


Certificato n° del	Verbale di accett n° del
Committente: ACEA ELABORI SPA	Sondaggio: S6.2
Riferimento: Nuovo C.I. Trionfale	Data: 07/12/2021
Coordinate: 12.427332° 41.936570°	Quota: 116m slm
Perforazione: carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Pz	Campioni	Standard Penetration Test			Preli. % 0 --- 100	Cass.	
								m	S.P.T.	N			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 4) Simbolo litologico
- 5) Profondità della base dello strato (m)
- 6) Descrizione della litologia dello strato
- 7) Piezometri
- 8) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 9) Simbolo del campione
- 10) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N_{spt}
- 13) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 14) Cassette catalogatrici



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

Certificato n° del	
Committente: ACEA ELABORI SPA	Sondaggio: S6.2
Riferimento: Nuovo C.I. Trionfale	Data: 07/12/2021
Coordinate: 12.427332° 41.936570°	Quota: 116m slm
Perforazione: carotaggio continuo	

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Pz	Campioni	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Cass.
								m	S.P.T.		
		1			Materiale di riporto costituito da sabbia da fine a grossolana mediamente addensata di colore marrone con inclusi elementi laterizi			1,5	7-8-10	18	
		2		2.1	Piroclastite limosa con sabbia ed argillosa mediamente consistente di colore marrone						1
		3					1) She < 3,00 3,50				
		4		3.7	Piroclastite sabbiosa limosa e argillosa, mediamente addensata di colore marroncino, con livelli di pomici grigiastre di dimensioni millimetriche						
		5						5,5	9-7-7	14	
		6									2
		7									
		8									
		9		9.0	Tufo da litoide a terroso		2) She < 8,50 9,00				
		10		9.8	Piroclastite sabbioso debolmente limosa da mediamente addenata ad addensata di colore marroncino			10,6	6-11-12	23	
		11									
		12		12.0	Tufo da litoide a terroso						3
		13		12.7	Piroclastite da sabbioso-limosa debolmente argillosa a limoso-sabbiosa da mediamente addensata/consistente ad addensata/consistente; colore da marroncino a grigiastro						
		14					3) She < 14,50 15,00				
		15									
		16						16,4	10-8-7	15	
		17									4
		18		18.0	Piroclastite tufacea costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa, da addensata a mediamente addensata di colore beige		4) She < 19,00 19,50				
101		20		20.0							

Certificato n° del

Committente: ACEA ELABORI SPA

Sondaggio: S6.2

Riferimento: Nuovo C.I. Trionfale

Data: 07/12/2021

Fotografie - Pagina 1/1

Pagina 1



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



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



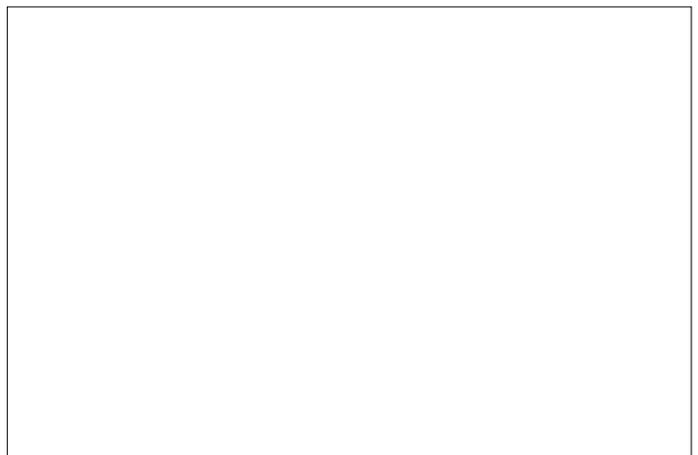
Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



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



Postazione sonda



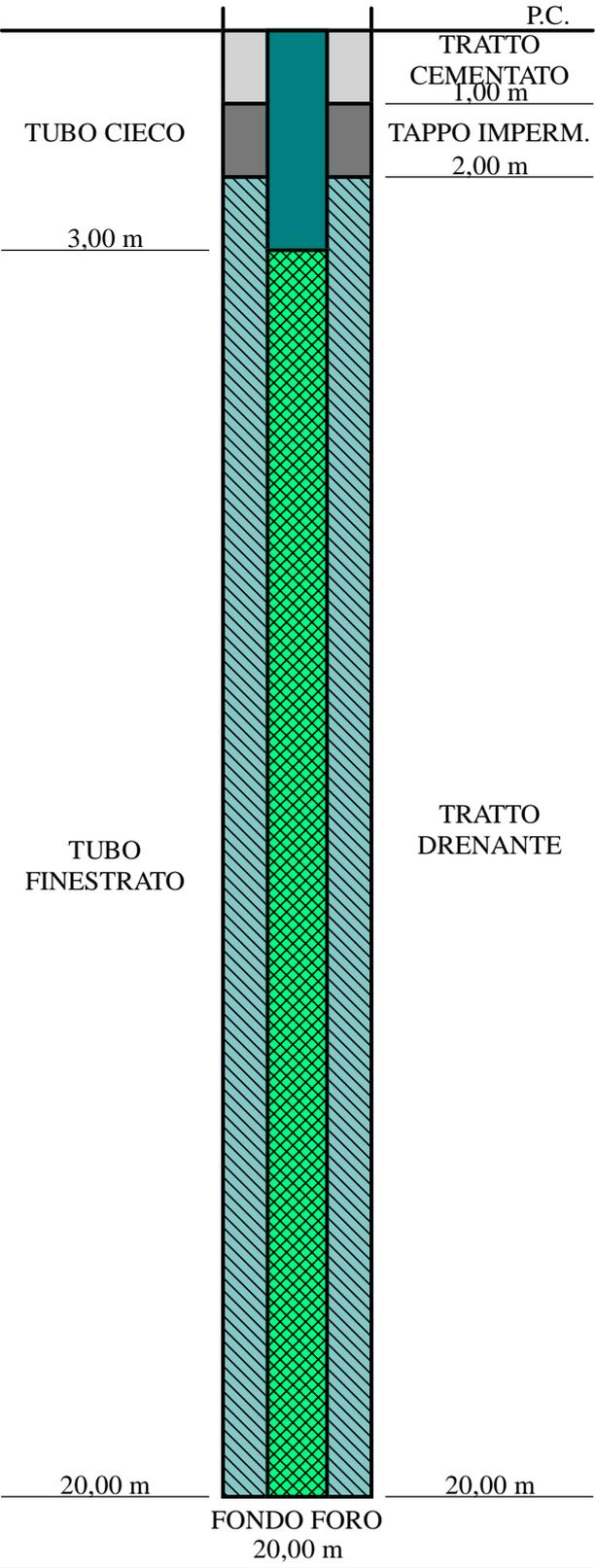
Certificato n° del		Verbale di accett n° del	
Committente: ACEA ELABORI SPA		Sondaggio: S6.2	
Riferimento: Nuovo C.I. Trionfale		Data: 07/12/2021	
Coordinate: 12.427332° 41.936570°		Quota: 116m slm	
Perforazione: carotaggio continuo			

SCHEMA PIEZOMETRO

Tipo di piezometro	Tubo Aperto
Denominazione	Pz
Data di installazione	07/12/2021
Lunghezza del tubo (m)	20,00
Diametro del tubo (mm)	2 pollici
Tubo finestrato (m)	Da 3,00 a 20,00
Tratto cementato (m)	Da 0,00 a 1,00
Tappo impermeabile (m)	Da 1,00 a 2,00
Tratto filtrante (m)	17
Tipo di filtro	ghiaietto
Tipo di chiusino	pvc
Spurgo eseguito	

RILIEVO DEL LIVELLO DELL'ACQUA			
Data	Prof. (m)	Data	Prof. (m)

SCHEMA PIEZOMETRO



ALLEGATO 2

Certificati di Laboratorio

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	25.1	%
Peso di volume	19.6	kN/m ³
Peso di volume secco	15.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.6	kN/m ³
Peso specifico	2.67	
Indice dei vuoti	0.676	
Porosità	40.3	%
Grado di saturazione	99.3	%
Limite di liquidità	32.5	%
Limite di plasticità	19.0	%
Indice di plasticità	13.5	%
Indice di consistenza	0.55	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2.0	%
Sabbia	48.0	%
Limo	27.5	%
Argilla	22.5	%
D 10	0.000254	mm
D 50	0.059827	mm
D 60	0.167042	mm
D 90	0.710378	mm
Passante set. 10	98.0	%
Passante set. 42	78.7	%
Passante set. 200	52.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	75	kPa	σ Rim	kPa
C_u	37	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	2.1	kPa	ϕ' 27.2 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	4771	---	---
12.5 ÷ 25.0	3125	---	---
25.0 ÷ 50.0	3788	---	---
50.0 ÷ 100.0	4583	0.000100	2.14E-09
100.0 ÷ 200.0	5456	0.000194	3.49E-09
200.0 ÷ 400.0	8927	0.000285	3.13E-09
400.0 ÷ 800.0	13784	---	---
800.0 ÷ 1600.0	24349	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	44260	---	---

Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00473	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 03/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 04/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25.1 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro



GEORES srl

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00474	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 11/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19.6 kN/m³

Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00475	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 14/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.67**

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

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00476	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 14/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 15/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

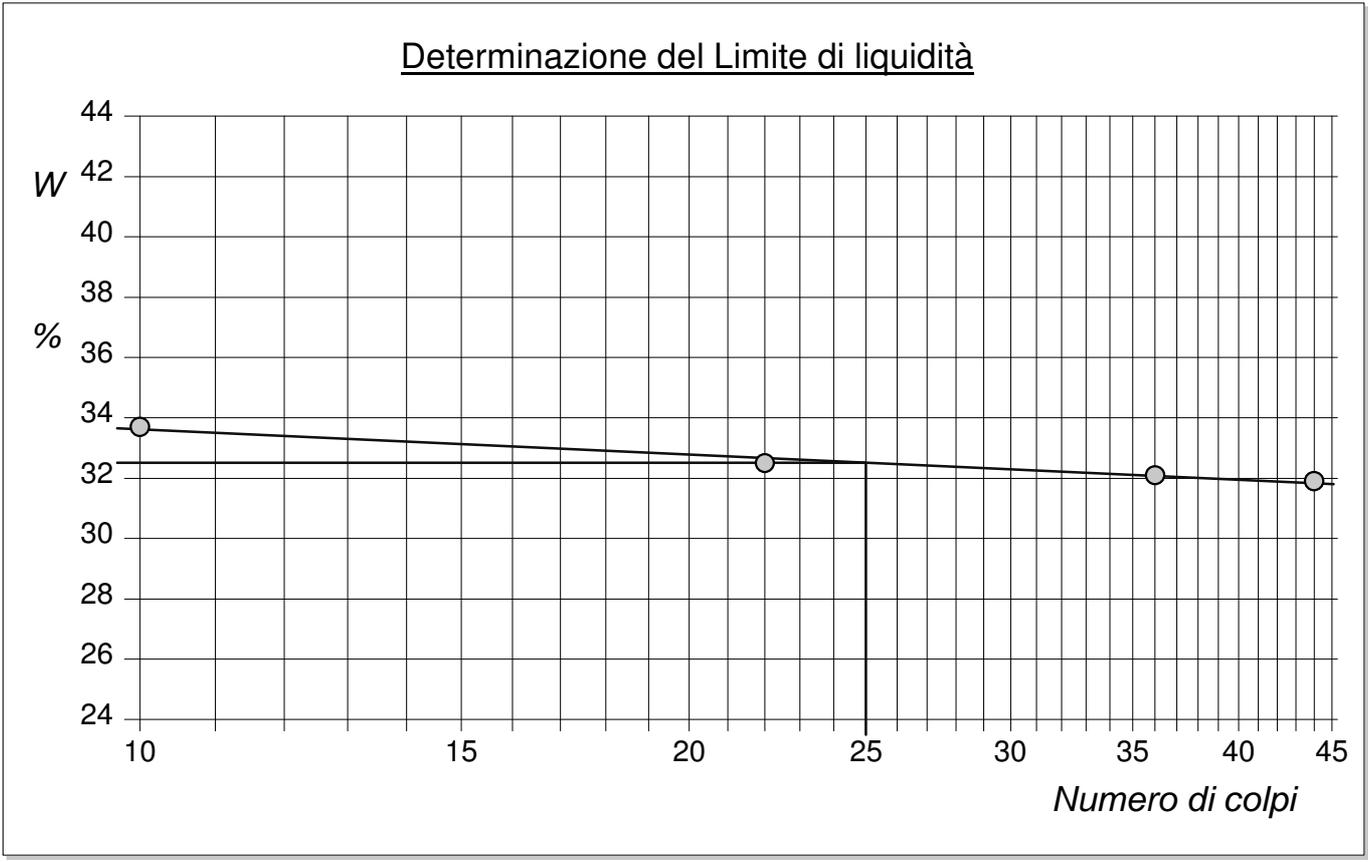
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	32.5 %
Limite di plasticità	19.0 %
Indice di plasticità	13.5 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	22	36	44	Umidità (%)	18.9	19.0
Umidità (%)	33.7	32.5	32.1	31.9	Umidità media	19.0	



Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro

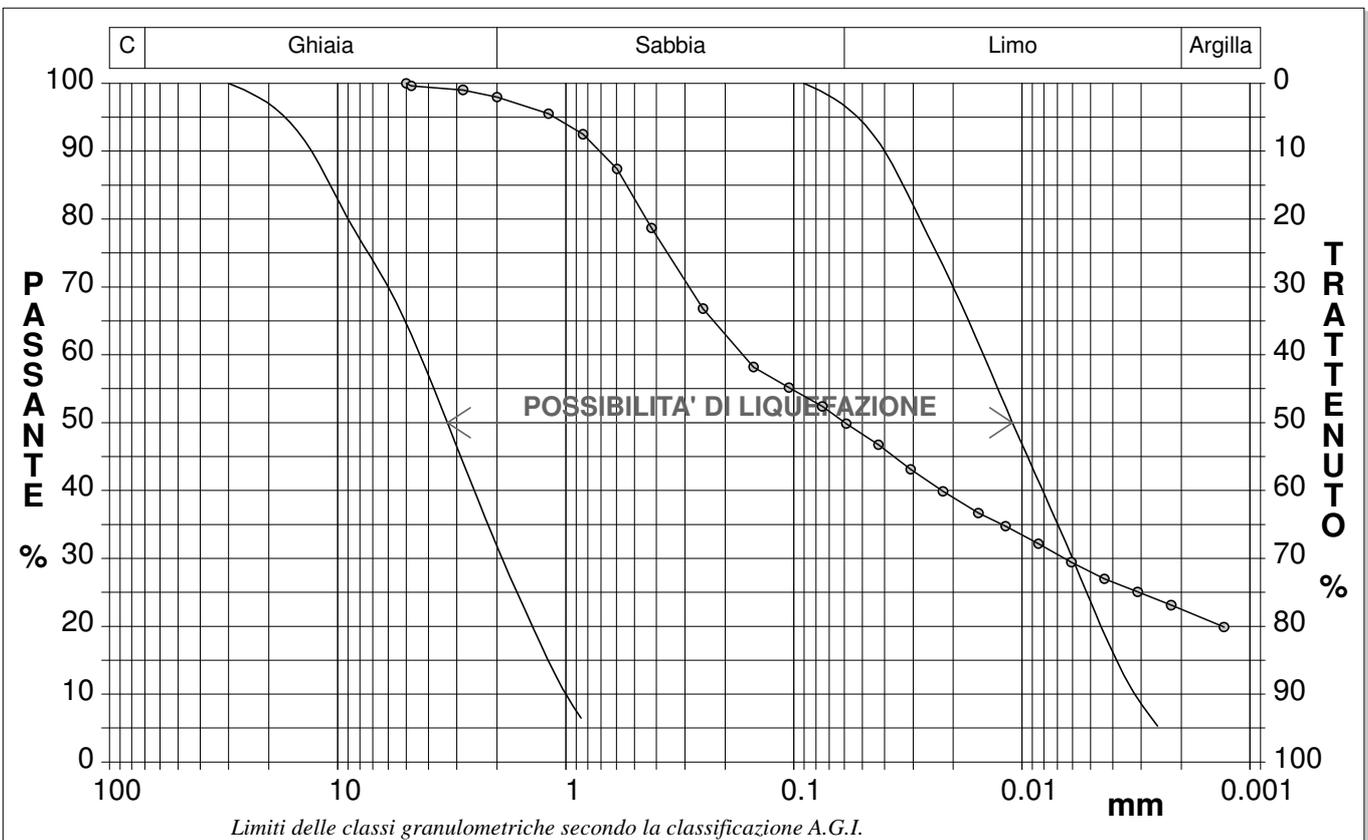
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00477	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.00-4.50	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	2.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.0 %	D10	mm
Sabbia	48.0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	78.7 %	D30	0.00650 mm
Limo	27.5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	52.4 %	D50	0.05983 mm
Argilla	22.5 %			D60	0.16704 mm
Coefficiente di uniformità		Coefficiente di curvatura		D90	0.71038 mm



Diametro mm	Passante %								
5.0000	100.00	0.8410	92.50	0.1050	55.17	0.0222	39.90	0.0043	26.99
4.7500	99.63	0.5950	87.38	0.0750	52.38	0.0155	36.67	0.0031	25.05
2.8200	99.02	0.4200	78.69	0.0589	49.84	0.0118	34.74	0.0022	23.11
2.0000	97.96	0.2500	66.79	0.0425	46.74	0.0085	32.15	0.0013	19.89
1.1900	95.54	0.1500	58.19	0.0308	43.13	0.0061	29.44		

Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro

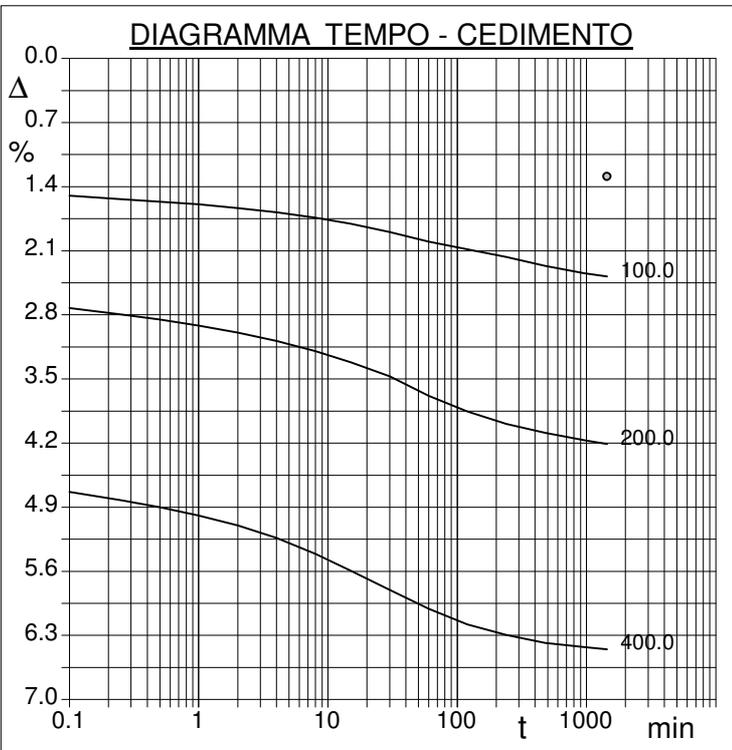
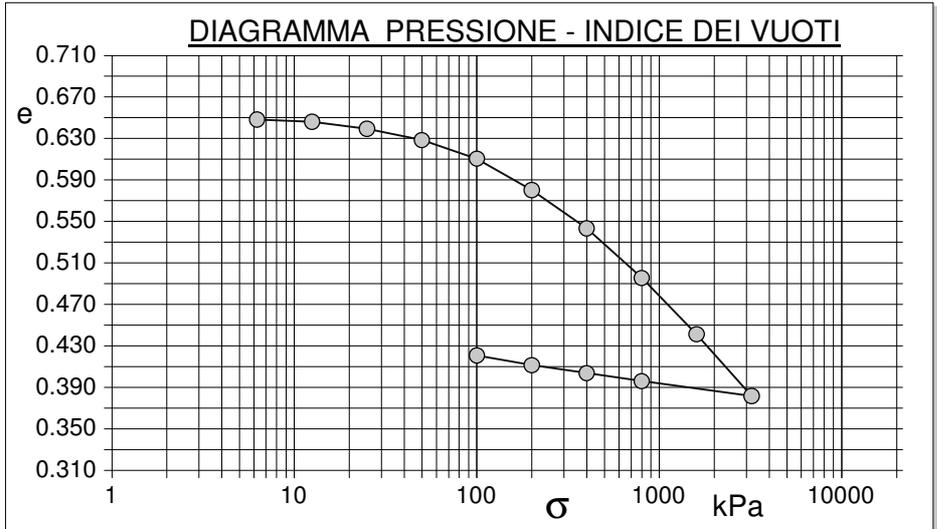
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00478	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.00-4.50	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	19.70
Umidità (%)	23.9
Peso specifico	2.67
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	15.76
Indice dei vuoti	0.65
Porosità (%)	39.39
Saturazione (%)	98.4



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	1.9	0.648	
12.5	4.5	0.646	0.007
25.0	12.5	0.639	0.022
50.0	25.7	0.629	0.036
100.0	47.6	0.611	0.060
200.0	84.2	0.580	0.100
400.0	129.0	0.543	0.123
800.0	187.1	0.495	0.159
1600.0	252.8	0.441	0.180
3200.0	325.1	0.382	0.198
800.0	307.5	0.396	
400.0	298.3	0.404	
200.0	288.9	0.411	
100.0	277.5	0.421	

Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00478	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

PROVA EDOMETRICA
Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	25.7	0.00	47.6	0.00	84.2		
0.10	30.0	0.10	54.5	0.10	94.7		
0.25	30.7	0.25	55.9	0.25	96.5		
0.50	31.3	0.50	57.0	0.50	98.0		
1.00	31.8	1.00	58.3	1.00	99.8		
2.00	32.7	2.00	59.9	2.00	102.0		
4.00	33.6	4.00	61.7	4.00	104.7		
8.00	34.8	8.00	63.9	8.00	108.2		
15.00	36.1	15.00	66.3	15.00	111.9		
30.00	37.9	30.00	69.5	30.00	116.1		
60.00	40.0	60.00	73.7	60.00	120.2		
120.00	41.7	120.00	77.1	120.00	123.6		
240.00	43.4	240.00	79.8	240.00	125.9		
480.00	45.3	480.00	81.8	480.00	127.7		
960.00	46.9	960.00	83.4	960.00	128.5		
1440.00	47.6	1440.00	84.2	1440.00	129.0		

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

Sperimentatore
Enrico Tallini

Direttore

Marco Ferrante

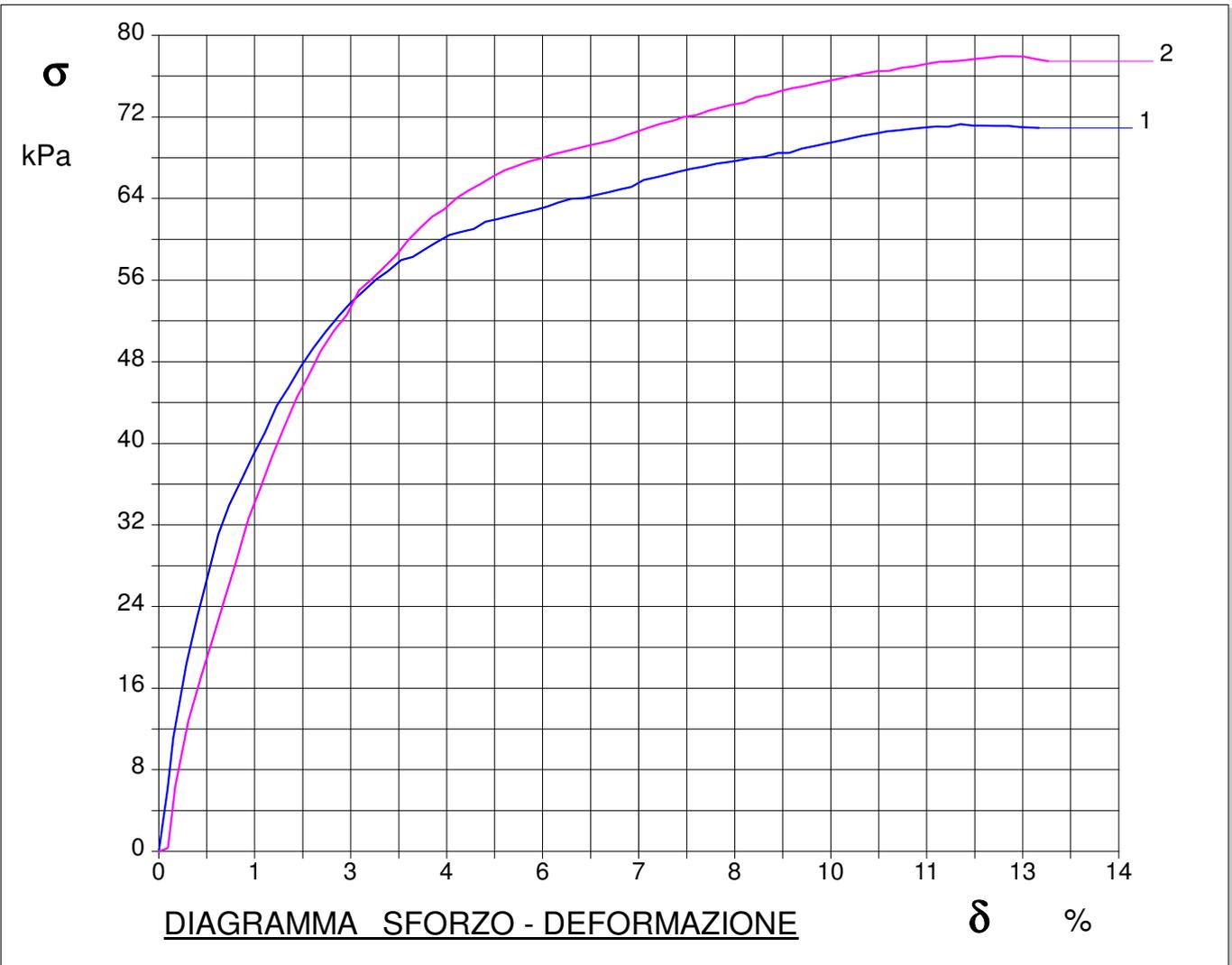
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00479	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 11/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m³):	19.5	19.7	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00479** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 11/01/22

Apertura campione: 03/01/22

Fine analisi: 11/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.13	6.0	6.72	64.9	0.11	0.2	6.62	69.7				
0.21	11.1	6.89	65.1	0.13	0.4	6.80	70.2				
0.40	18.4	7.07	65.8	0.24	6.4	6.97	70.5				
0.56	23.0	7.25	66.1	0.43	12.8	7.14	71.0				
0.72	27.3	7.42	66.4	0.61	17.1	7.31	71.3				
0.87	31.1	7.58	66.6	0.79	20.9	7.50	71.6				
1.03	34.0	7.76	66.9	0.96	24.7	7.66	72.0				
1.21	36.5	7.96	67.1	1.13	28.4	7.83	72.2				
1.37	38.7	8.14	67.4	1.31	32.6	8.02	72.6				
1.54	41.0	8.30	67.6	1.48	35.5	8.18	72.9				
1.72	43.7	8.50	67.8	1.66	38.8	8.35	73.2				
1.89	45.4	8.65	68.0	1.84	41.7	8.54	73.4				
2.07	47.5	8.84	68.1	2.02	44.6	8.70	73.9				
2.25	49.3	9.03	68.5	2.18	46.6	8.89	74.2				
2.43	50.9	9.19	68.5	2.36	49.0	9.08	74.6				
2.63	52.5	9.37	68.9	2.55	51.0	9.24	74.8				
2.80	53.8	9.54	69.1	2.74	52.6	9.43	75.1				
2.99	54.9	9.72	69.4	2.92	55.0	9.59	75.3				
3.17	56.1	9.90	69.6	3.11	56.1	9.76	75.5				
3.34	56.9	10.08	69.9	3.29	57.3	9.95	75.8				
3.53	58.0	10.25	70.1	3.46	58.4	10.11	76.0				
3.70	58.3	10.45	70.3	3.64	60.0	10.29	76.2				
3.88	59.0	10.62	70.6	3.81	61.1	10.48	76.5				
4.05	59.7	10.80	70.7	3.99	62.2	10.65	76.5				
4.24	60.4	10.98	70.8	4.16	62.9	10.84	76.8				
4.41	60.7	11.15	70.9	4.35	64.1	11.01	77.0				
4.60	61.0	11.34	71.1	4.52	64.8	11.19	77.2				
4.76	61.7	11.51	71.0	4.69	65.4	11.39	77.4				
4.95	62.0	11.69	71.3	4.87	66.1	11.56	77.4				
5.13	62.3	11.87	71.1	5.05	66.8	11.75	77.6				
5.31	62.6	12.04	71.1	5.23	67.2	11.91	77.7				
5.49	62.9	12.21	71.1	5.39	67.6	12.10	77.8				
5.66	63.2	12.39	71.1	5.58	67.9	12.27	77.9				
5.83	63.6	12.55	71.0	5.74	68.3	12.45	77.9				
6.02	64.0	12.84	70.9	5.94	68.6	12.61	77.9				
6.20	64.0			6.10	68.9	12.79	77.7				
6.36	64.3			6.27	69.2	12.97	77.5				
6.55	64.6			6.45	69.5						

Sperimentatore
Roberto BraccagliaDirettore
Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00480 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 11/01/22

Apertura campione: 03/01/22

Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C1

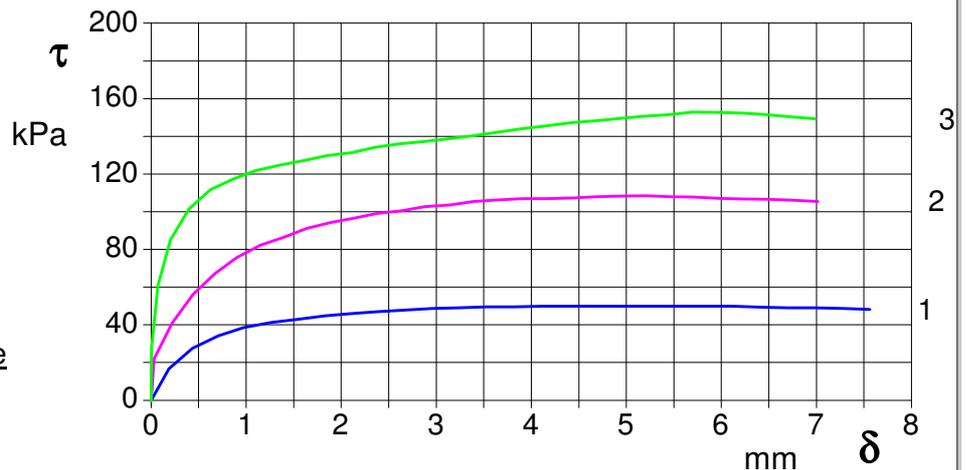
PROFONDITA': m 4.00-4.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

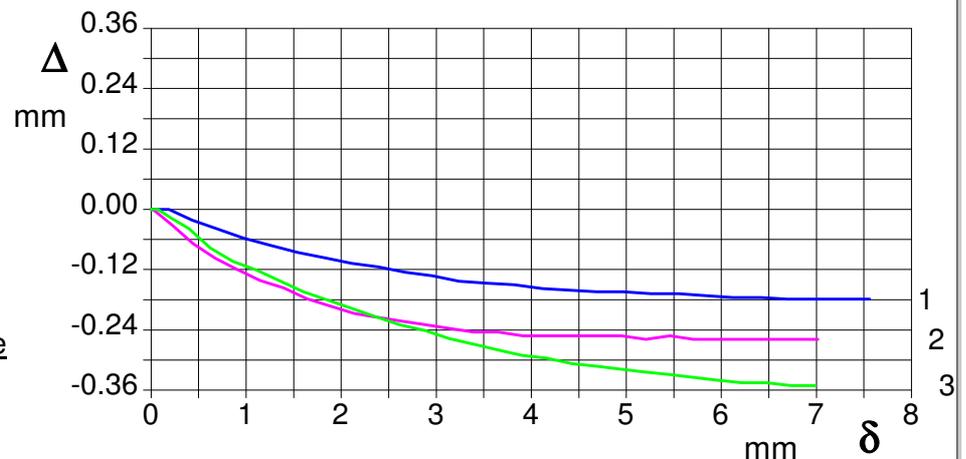
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	25.3 24.0	26.3 24.1	26.0 23.1
Peso di volume (kN/m³):	19.6	19.4	19.3
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.020 mm / min		

DIAGRAMMA

Tensione
Deformazione orizzontale


DIAGRAMMA

Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00480	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.00-4.50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.188	16.7	0.00	0.032	21.9	0.00	0.006	27.6	0.00
0.434	27.6	-0.02	0.220	40.8	-0.03	0.072	60.8	0.00
0.704	34.2	-0.04	0.441	56.2	-0.07	0.205	85.0	-0.02
0.974	38.6	-0.06	0.673	67.3	-0.10	0.397	101.4	-0.04
1.260	41.2	-0.07	0.905	75.7	-0.12	0.623	111.7	-0.08
1.546	42.9	-0.09	1.148	82.2	-0.14	0.860	117.2	-0.10
1.833	44.7	-0.10	1.396	86.5	-0.16	1.102	121.8	-0.12
2.111	46.0	-0.11	1.638	91.2	-0.18	1.355	124.7	-0.14
2.389	46.9	-0.11	1.886	94.2	-0.19	1.603	127.1	-0.16
2.675	47.8	-0.13	2.140	96.6	-0.21	1.856	129.8	-0.18
2.962	48.6	-0.13	2.382	99.2	-0.21	2.110	131.4	-0.20
3.240	49.1	-0.14	2.635	100.6	-0.22	2.363	134.1	-0.21
3.526	49.5	-0.15	2.883	102.8	-0.23	2.622	136.1	-0.23
3.821	49.5	-0.15	3.142	103.5	-0.24	2.881	137.3	-0.24
4.115	50.0	-0.16	3.390	105.3	-0.24	3.139	138.9	-0.26
4.402	50.0	-0.16	3.649	106.3	-0.24	3.393	140.2	-0.27
4.688	50.0	-0.16	3.913	106.9	-0.25	3.646	142.2	-0.28
4.966	50.0	-0.16	4.166	106.9	-0.25	3.899	144.0	-0.29
5.261	50.0	-0.17	4.431	107.3	-0.25	4.163	145.5	-0.30
5.547	50.0	-0.17	4.689	107.9	-0.25	4.422	147.2	-0.31
5.825	50.0	-0.17	4.948	108.3	-0.25	4.681	148.2	-0.31
6.120	50.0	-0.18	5.207	108.5	-0.26	4.929	149.5	-0.32
6.414	49.3	-0.18	5.460	107.9	-0.25	5.182	150.7	-0.32
6.692	49.0	-0.18	5.708	107.7	-0.26	5.452	151.5	-0.33
6.987	49.0	-0.18	5.961	107.1	-0.26	5.700	152.7	-0.33
7.282	48.7	-0.18	6.220	106.7	-0.26	5.958	152.6	-0.34
7.560	48.1	-0.18	6.495	106.5	-0.26	6.217	152.3	-0.35
			6.754	106.1	-0.26	6.476	151.4	-0.35
			7.013	105.3	-0.26	6.735	150.3	-0.35
						6.988	149.3	-0.35

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 11/01/22

Apertura campione: 03/01/22

Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	50		109		153	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.12	-0.16	5.21	-0.26	5.70	-0.33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	25.3	24.0	26.3	24.1	26.0	23.1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.6	19.7	19.4	19.7	19.3	19.7
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	99.7	99.0	99.2	98.6	97.4	96.9

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 2.1 kPa
Angolo di attrito interno: 27.2 °

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

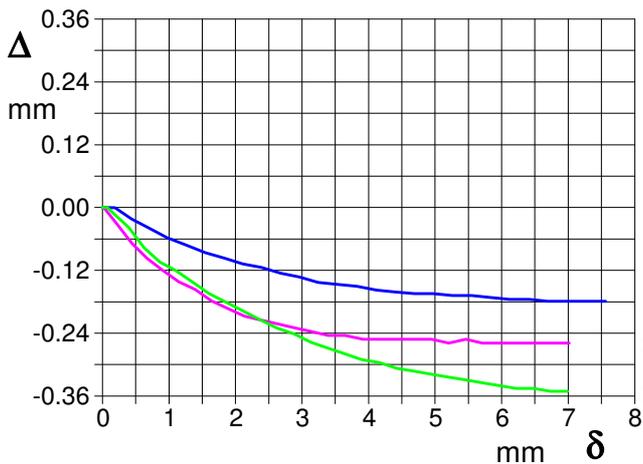
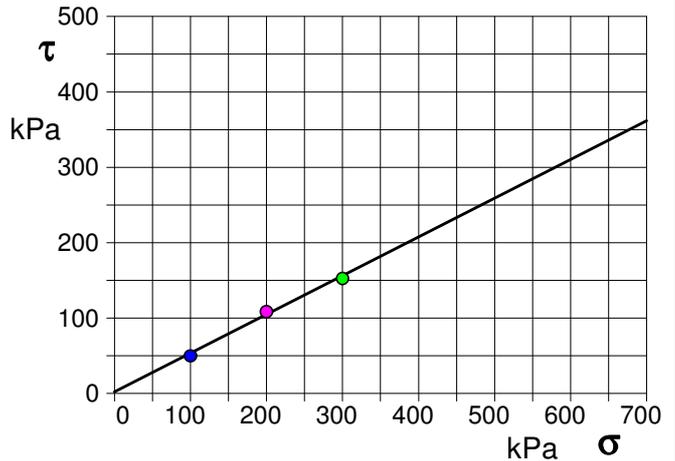


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

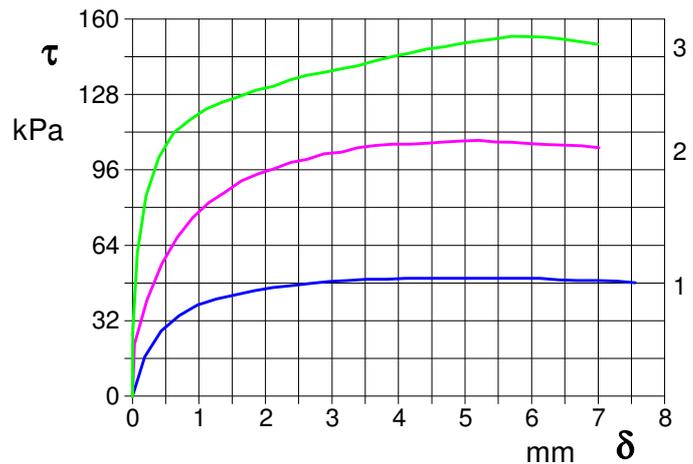


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia con limo argillosa di colore marrone scuro

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.00-7.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30.5	%
Peso di volume	17.7	kN/m ³
Peso di volume secco	13.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.1	kN/m ³
Peso specifico	2.59	
Indice dei vuoti	0.871	
Porosità	46.5	%
Grado di saturazione	90.7	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1.7	%
Sabbia	65.9	%
Limo	28.3	%
Argilla	4.1	%
D 10	0.005579	mm
D 50	0.105984	mm
D 60	0.138830	mm
D 90	0.681449	mm
Passante set. 10	98.3	%
Passante set. 42	84.5	%
Passante set. 200	37.2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_u	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	0.9	kPa	ϕ' 29.9 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia con limo di colore marrone

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00481	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 03/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 04/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	7.00-7.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30.5 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con limo di colore marrone



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00482	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 12/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	7.00-7.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 17.7 kN/m³

Sabbia con limo di colore marrone

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00483	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 17/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 17/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	7.00-7.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.59**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.59**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia con limo di colore marrone

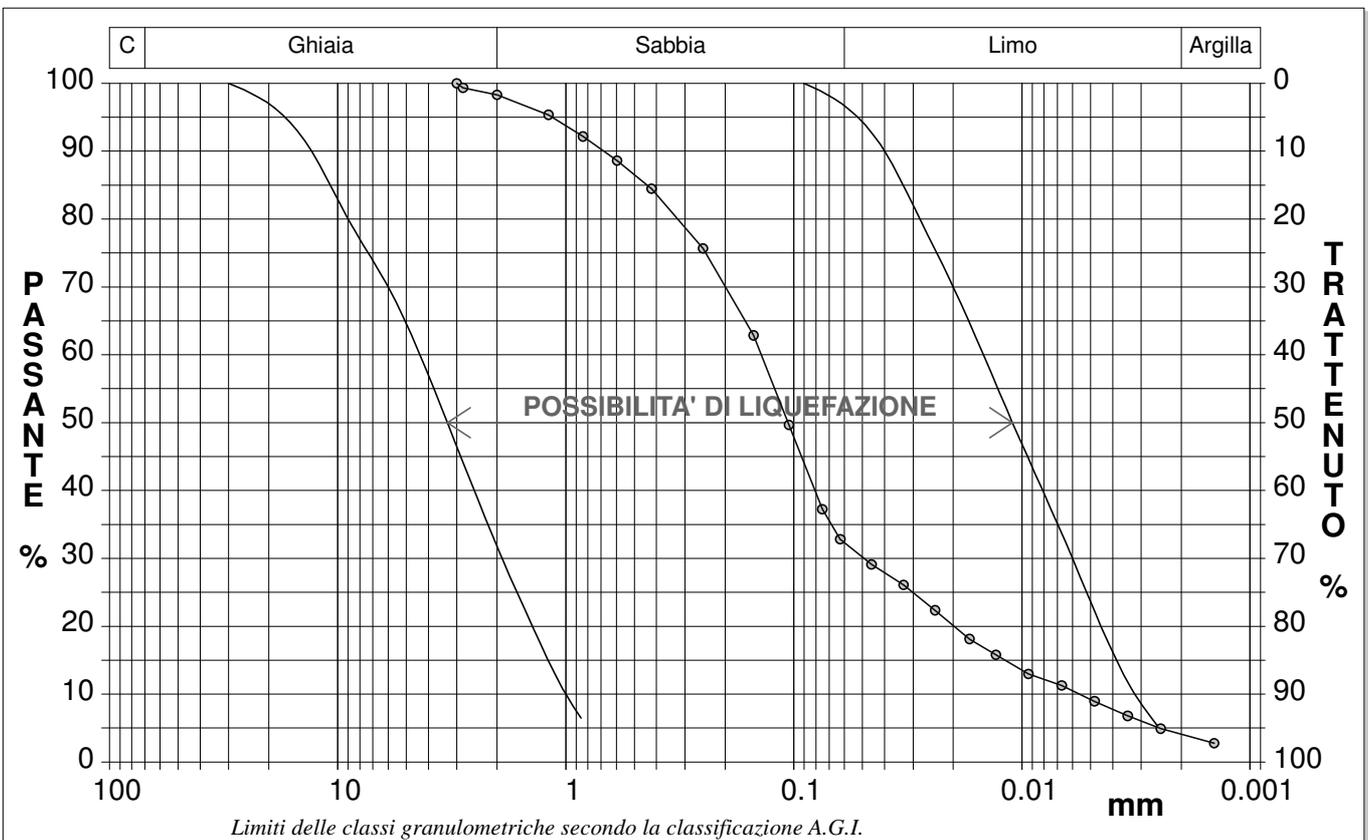
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00484	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 12/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 03/01/22	Fine analisi: 15/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 7.00-7.50	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	1.7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.3 %	D10	0.00558 mm
Sabbia	65.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	84.5 %	D30	0.04923 mm
Limo	28.3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	37.2 %	D50	0.10598 mm
Argilla	4.1 %			D60	0.13883 mm
Coefficiente di uniformità		24.89	Coefficiente di curvatura		3.13
				D90	0.68145 mm



Diametro mm	Passante %								
3.0000	100.00	0.5950	88.61	0.0750	37.24	0.0170	18.13	0.0034	6.78
2.8200	99.33	0.4200	84.46	0.0625	32.84	0.0130	15.78	0.0025	4.91
2.0000	98.30	0.2500	75.68	0.0456	29.09	0.0094	12.97	0.0014	2.75
1.1900	95.35	0.1500	62.87	0.0330	26.09	0.0067	11.28		
0.8410	92.16	0.1050	49.65	0.0240	22.34	0.0048	8.94		

Sabbia con limo di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00485 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 12/01/22

Apertura campione: 03/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.00-7.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	31.6 31.1	29.8 28.3	31.3 29.2
Peso di volume (kN/m³):	17.7	17.8	17.6
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.020 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

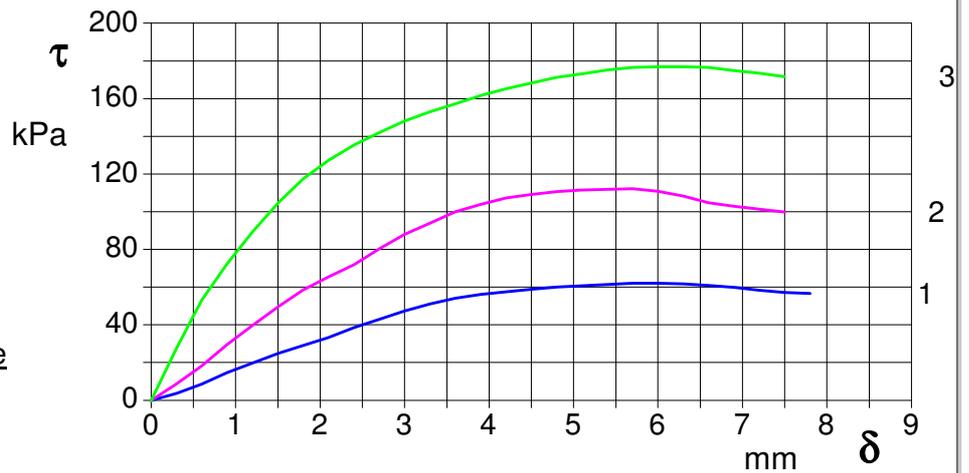
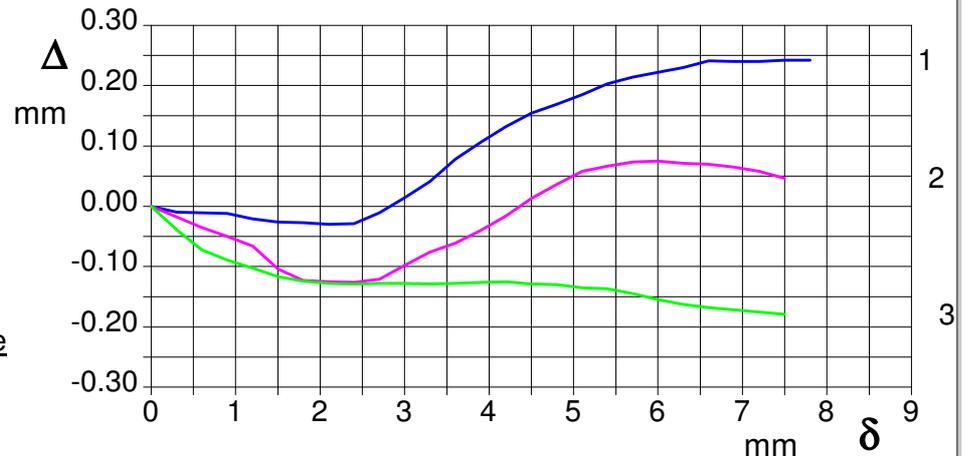


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia con limo di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00485 Pagina 2/2

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 12/01/22

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

Apertura campione: 03/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.00-7.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.300	3.7	-0.01	0.300	8.7	-0.02	0.300	27.6	-0.04
0.600	8.6	-0.01	0.600	18.3	-0.04	0.600	53.0	-0.07
0.900	14.7	-0.01	0.900	29.6	-0.05	0.900	72.3	-0.09
1.200	19.7	-0.02	1.200	39.6	-0.07	1.200	89.2	-0.10
1.500	24.8	-0.03	1.500	49.5	-0.10	1.500	104.5	-0.12
1.800	29.1	-0.03	1.800	58.5	-0.12	1.800	117.4	-0.12
2.100	33.3	-0.03	2.100	65.4	-0.13	2.100	127.2	-0.13
2.400	38.5	-0.03	2.400	72.0	-0.13	2.400	135.3	-0.13
2.700	42.9	-0.01	2.700	80.3	-0.12	2.700	141.9	-0.13
3.000	47.3	0.01	3.000	87.9	-0.10	3.000	148.2	-0.13
3.300	51.0	0.04	3.300	93.9	-0.08	3.300	152.9	-0.13
3.600	54.1	0.08	3.600	100.0	-0.06	3.600	157.3	-0.13
3.900	56.1	0.11	3.900	103.9	-0.04	3.900	161.6	-0.13
4.200	57.5	0.13	4.200	107.2	-0.02	4.200	165.2	-0.13
4.500	58.8	0.15	4.500	109.1	0.01	4.500	168.2	-0.13
4.800	60.0	0.17	4.800	110.7	0.04	4.800	171.3	-0.13
5.100	60.7	0.19	5.100	111.5	0.06	5.100	173.2	-0.14
5.400	61.3	0.20	5.400	111.9	0.07	5.400	175.2	-0.14
5.700	62.0	0.21	5.700	112.1	0.07	5.700	176.5	-0.15
6.000	62.0	0.22	6.000	110.8	0.08	6.000	176.9	-0.15
6.300	61.8	0.23	6.300	108.2	0.07	6.300	176.9	-0.16
6.600	60.8	0.24	6.600	104.8	0.07	6.600	176.6	-0.17
6.900	59.9	0.24	6.900	102.8	0.07	6.900	174.8	-0.17
7.200	58.3	0.24	7.200	101.3	0.06	7.200	173.5	-0.18
7.500	57.2	0.24	7.500	99.7	0.05	7.500	171.7	-0.18
7.800	56.7	0.24						

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 12/01/22

Apertura campione: 03/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.00-7.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

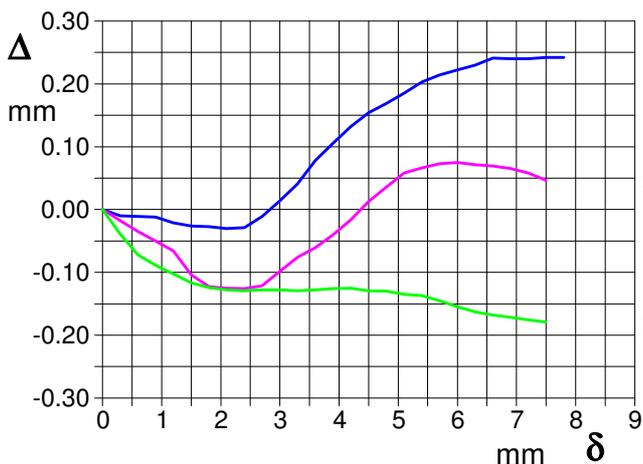
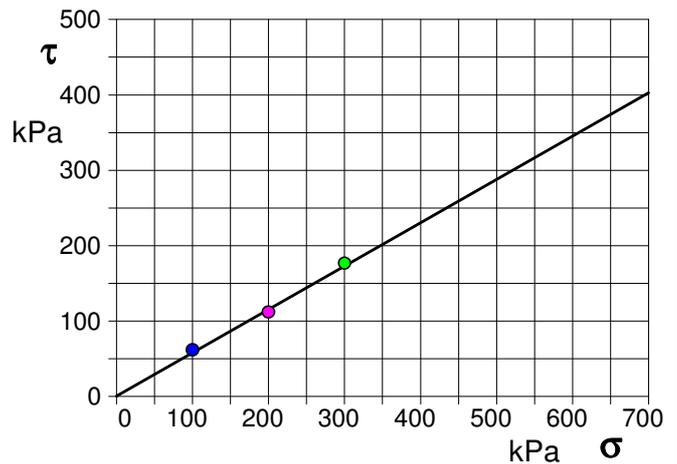
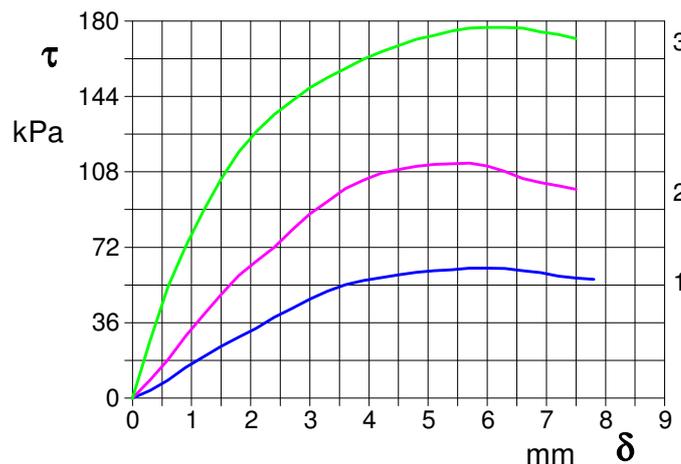
Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	62		112		177	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.70	0.21	5.70	0.07	6.30	-0.16
Umidità iniziale e umidità finale (%):	31.6	31.1	29.8	28.3	31.3	29.2
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17.7	18.2	17.8	18.5	17.6	18.4
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	92.6	97.6	90.2	96.4	91.0	97.1

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	0.9 kPa
Angolo di attrito interno:	29.9 °

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


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia con limo di colore marrone

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 13.00-13.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	45.0	%
Peso di volume	16.2	kN/m ³
Peso di volume secco	11.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	16.7	kN/m ³
Peso specifico	2.61	
Indice dei vuoti	1.296	
Porosità	56.4	%
Grado di saturazione	90.7	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	21.5	%
Sabbia	58.7	%
Limo	17.0	%
Argilla	2.8	%
D 10	0.010916	mm
D 50	0.665666	mm
D 60	0.879105	mm
D 90	6.165565	mm
Passante set. 10	78.5	%
Passante set. 42	36.0	%
Passante set. 200	21.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_u	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	4.3	kPa	ϕ' 31.1 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia ghiaiosa e limosa di colore marrone con presenza di minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00486	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 04/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 05/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	13.00-13.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 45.0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia ghiaiosa e limosa di colore marrone con presenza di minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00487	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 04/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 04/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	13.00-13.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 16.2 kN/m³

Sabbia ghiaiosa e limosa di colore marrone con presenza di minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00488	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 19/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 19/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	13.00-13.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.61**

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

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia ghiaiosa e limosa di colore marrone con presenza di minerali vulcanici

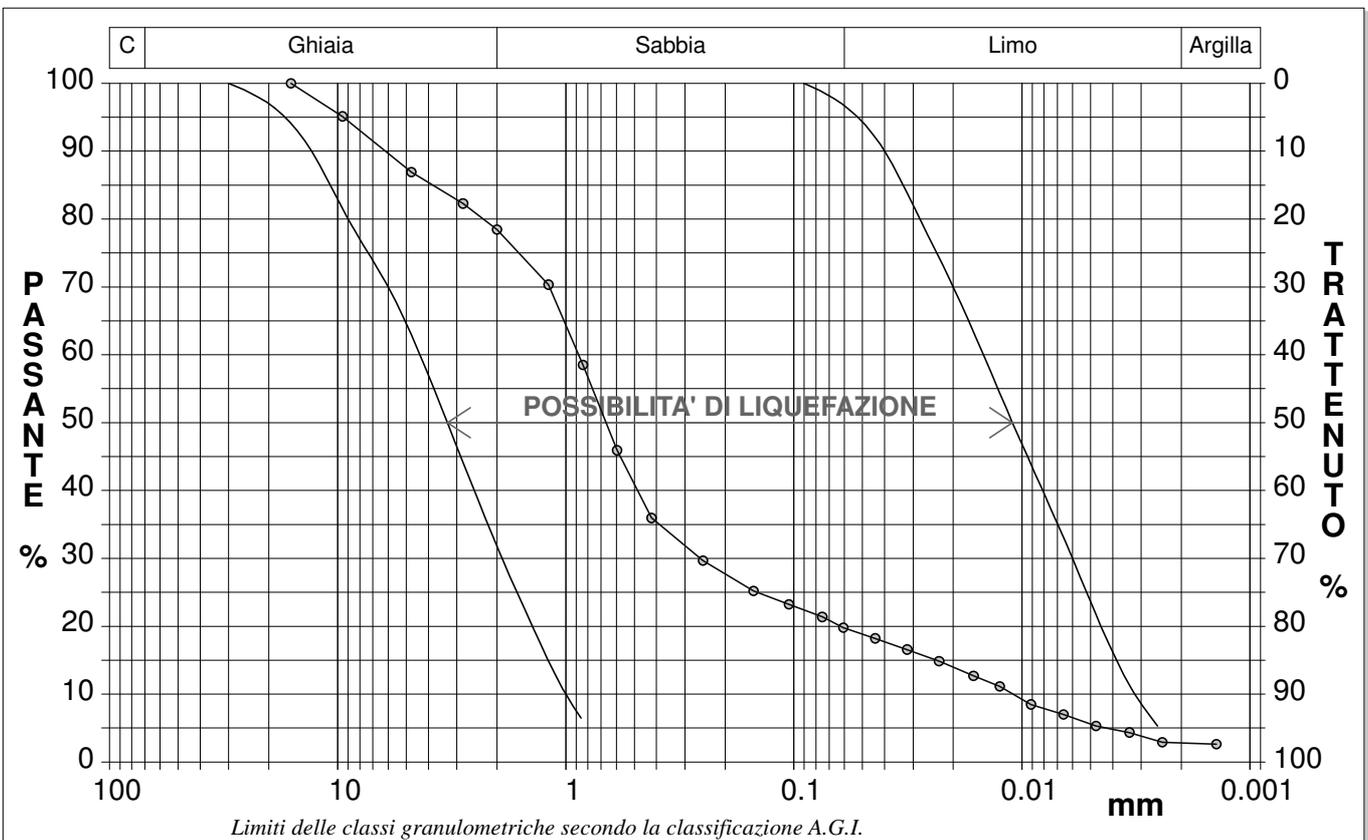
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00489	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 18/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 21/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 13.00-13.50	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	21.5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	78.5 %	D10	0.01092 mm	
Sabbia	58.7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	36.0 %	D30	0.25665 mm	
Limo	17.0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	21.4 %	D50	0.66567 mm	
Argilla	2.8 %			D60	0.87911 mm	
Coefficiente di uniformità		80.53	Coefficiente di curvatura	6.86	D90	6.16557 mm



Diametro mm	Passante %								
16.0000	100.00	1.1900	70.33	0.1500	25.19	0.0318	16.56	0.0066	7.00
9.5200	95.13	0.8410	58.49	0.1050	23.23	0.0230	14.86	0.0047	5.30
4.7500	86.92	0.5950	45.93	0.0750	21.38	0.0163	12.68	0.0034	4.34
2.8200	82.28	0.4200	35.96	0.0606	19.80	0.0125	11.14	0.0024	2.90
2.0000	78.47	0.2500	29.68	0.0439	18.21	0.0091	8.48	0.0014	2.64

Sabbia ghiaiosa e limosa di colore marrone con presenza di minerali vulcanici

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00490 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 12/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C3

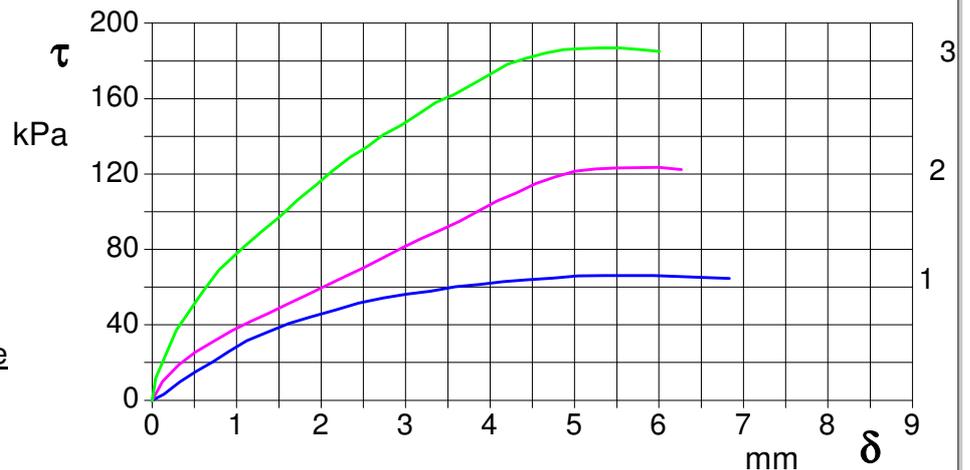
PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

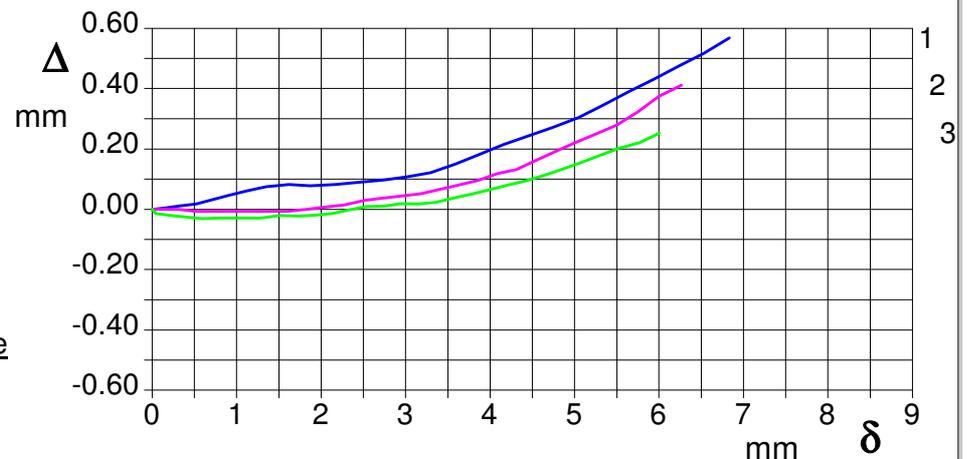
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	46.7 50.6	42.3 46.1	44.9 48.8
Peso di volume (kN/m³):	16.0	16.4	16.2
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.020 mm / min		

DIAGRAMMA

Tensione
Deformazione orizzontale


DIAGRAMMA

Deformazione verticale
Deformazione orizzontale

 Sabbia ghiaiosa e limosa di colore marrone con presenza di minerali vulcanici
 Il confezionamento dei provini è stato eseguito asportando gli inclusi più grossolani

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00490 Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22 Inizio analisi: 12/01/22
Apertura campione: 04/01/22 Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21
SONDAGGIO: S6.1 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.139	3.2	0.00	0.124	10.0	0.00	0.044	11.9	-0.01
0.327	9.6	0.01	0.313	18.7	0.00	0.286	37.2	-0.02
0.524	15.3	0.02	0.512	25.5	-0.01	0.595	57.3	-0.03
0.720	20.4	0.03	0.728	31.3	-0.01	0.793	69.2	-0.03
0.908	25.9	0.05	0.943	36.9	-0.01	1.079	81.0	-0.03
1.121	31.5	0.06	1.154	41.7	-0.01	1.294	89.4	-0.03
1.350	35.8	0.07	1.380	46.2	-0.01	1.509	97.4	-0.02
1.620	40.7	0.08	1.606	51.0	-0.01	1.729	106.7	-0.02
1.874	44.1	0.08	1.822	55.6	0.00	1.933	113.9	-0.02
2.168	47.9	0.08	2.038	60.3	0.01	2.131	121.4	-0.01
2.446	51.6	0.09	2.275	65.5	0.01	2.340	128.8	0.00
2.741	54.3	0.10	2.507	70.4	0.03	2.538	134.2	0.01
3.019	56.3	0.11	2.722	75.3	0.04	2.737	140.8	0.01
3.297	57.8	0.12	2.954	80.7	0.04	2.951	145.9	0.02
3.592	60.2	0.15	3.180	85.6	0.05	3.150	151.7	0.02
3.870	61.3	0.18	3.412	90.2	0.07	3.359	157.8	0.02
4.156	62.8	0.21	3.639	95.0	0.08	3.573	162.2	0.04
4.451	63.8	0.24	3.860	100.4	0.10	3.783	167.4	0.05
4.745	64.8	0.27	4.086	105.8	0.12	3.997	172.9	0.07
5.040	65.9	0.30	4.313	110.0	0.13	4.207	178.3	0.08
5.343	66.1	0.35	4.539	114.8	0.16	4.432	181.4	0.09
5.637	66.1	0.39	4.771	118.5	0.19	4.658	184.2	0.11
5.940	66.1	0.43	5.008	121.4	0.22	4.878	186.0	0.13
6.234	65.6	0.47	5.250	122.6	0.25	5.093	186.6	0.16
6.529	65.0	0.52	5.498	123.2	0.28	5.308	186.9	0.18
6.832	64.6	0.57	5.746	123.4	0.32	5.534	186.9	0.20
			6.000	123.5	0.37	5.770	186.1	0.22
			6.264	122.3	0.41	6.007	185.1	0.25

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 12/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 13.00-13.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	66		124		187	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.34	0.35	6.00	0.37	5.31	0.18
Umidità iniziale e umidità finale (%):	46.7	50.6	42.3	46.1	44.9	48.8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	16.0	16.4	16.4	16.8	16.2	16.6
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	90.5	98.1	90.2	98.2	90.3	98.2

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 4.3 kPa
Angolo di attrito interno: 31.1 °

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

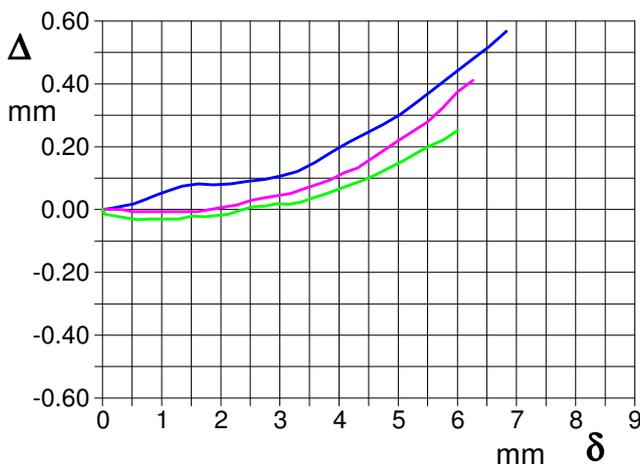
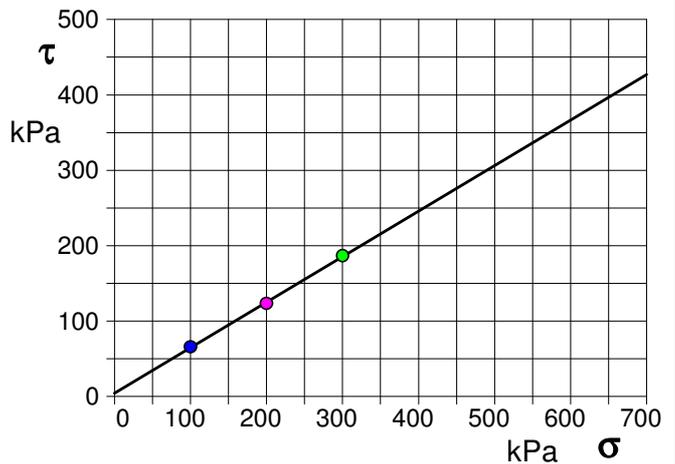


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

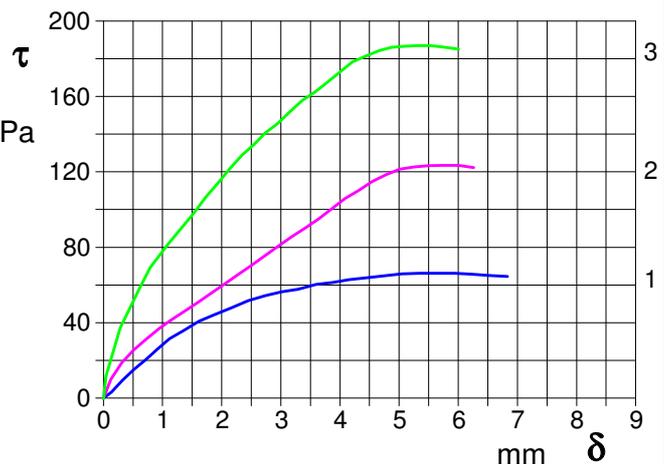


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia ghiaiosa e limosa di colore marrone con presenza di minerali vulcanici
Il confezionamento dei provini è stato eseguito asportando gli inclusi più grossolani

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 17.40-17.90

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	33.5	%
Peso di volume	18.0	kN/m ³
Peso di volume secco	13.5	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.1	kN/m ³
Peso specifico	2.57	
Indice dei vuoti	0.868	
Porosità	46.5	%
Grado di saturazione	99.3	%
Limite di liquidità	53.4	%
Limite di plasticità	33.2	%
Indice di plasticità	20.2	%
Indice di consistenza	0.98	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.3	%
Sabbia	14.2	%
Limo	57.9	%
Argilla	27.6	%
D 10	0.000284	mm
D 50	0.008831	mm
D 60	0.014917	mm
D 90	0.126635	mm
Passante set. 10	99.7	%
Passante set. 42	95.9	%
Passante set. 200	87.2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	306	kPa	σ Rim	kPa
C_u	153	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	13.6	kPa	ϕ' 27.3 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 25.0	8462	---	---
25.0 ÷ 50.0	7616	---	---
50.0 ÷ 100.0	6072	0.000182	2.93E-09
100.0 ÷ 200.0	5765	0.001675	2.85E-08
200.0 ÷ 400.0	9300	0.000543	5.73E-09
400.0 ÷ 800.0	13860	---	---
800.0 ÷ 1600.0	22228	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	33949	---	---

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00491	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 04/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 05/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	17.40-17.90

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 33.5 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00492	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 05/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 05/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	17.40-17.90

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.0 kN/m³

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00493	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 14/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	17.40-17.90

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.57**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.57**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00494	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 21/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 22/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 17.40-17.90	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

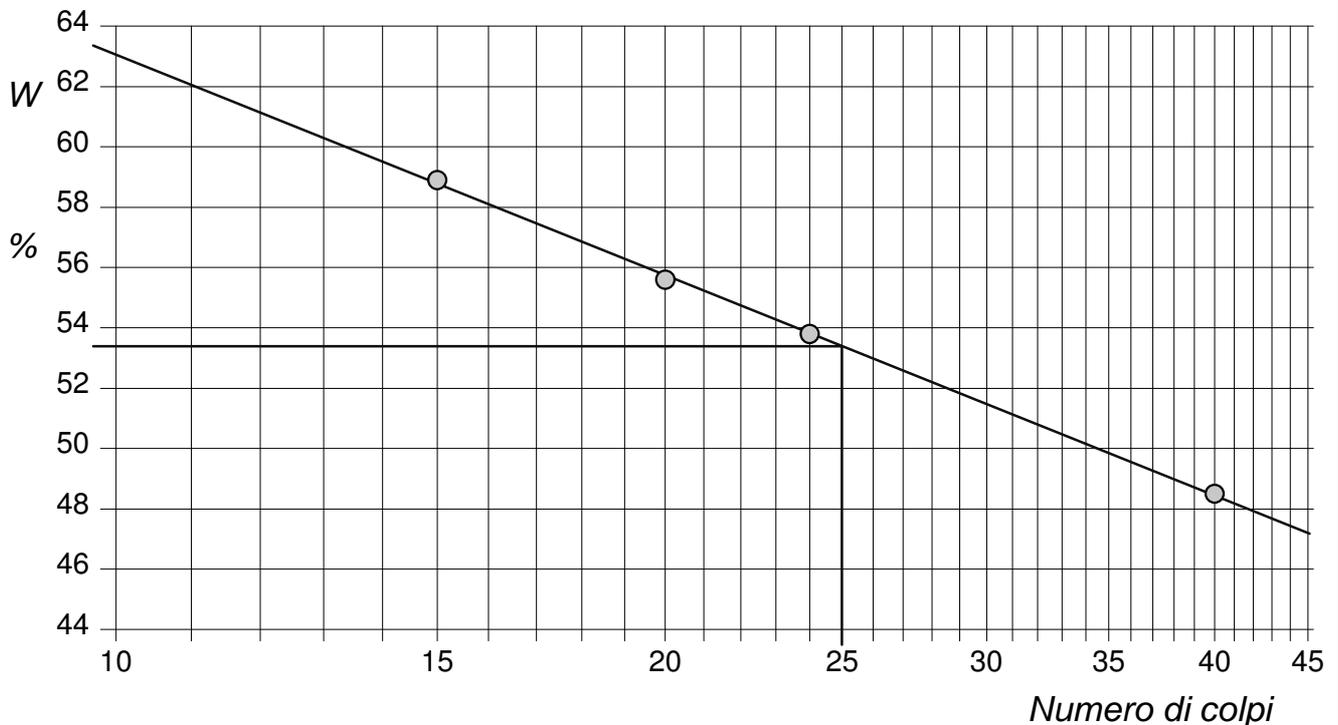
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	53.4 %
Limite di plasticità	33.2 %
Indice di plasticità	20.2 %

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	15	20	24	40	Umidità (%)	33.3	33.1
Umidità (%)	58.9	55.6	53.8	48.5	Umidità media	33.2	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

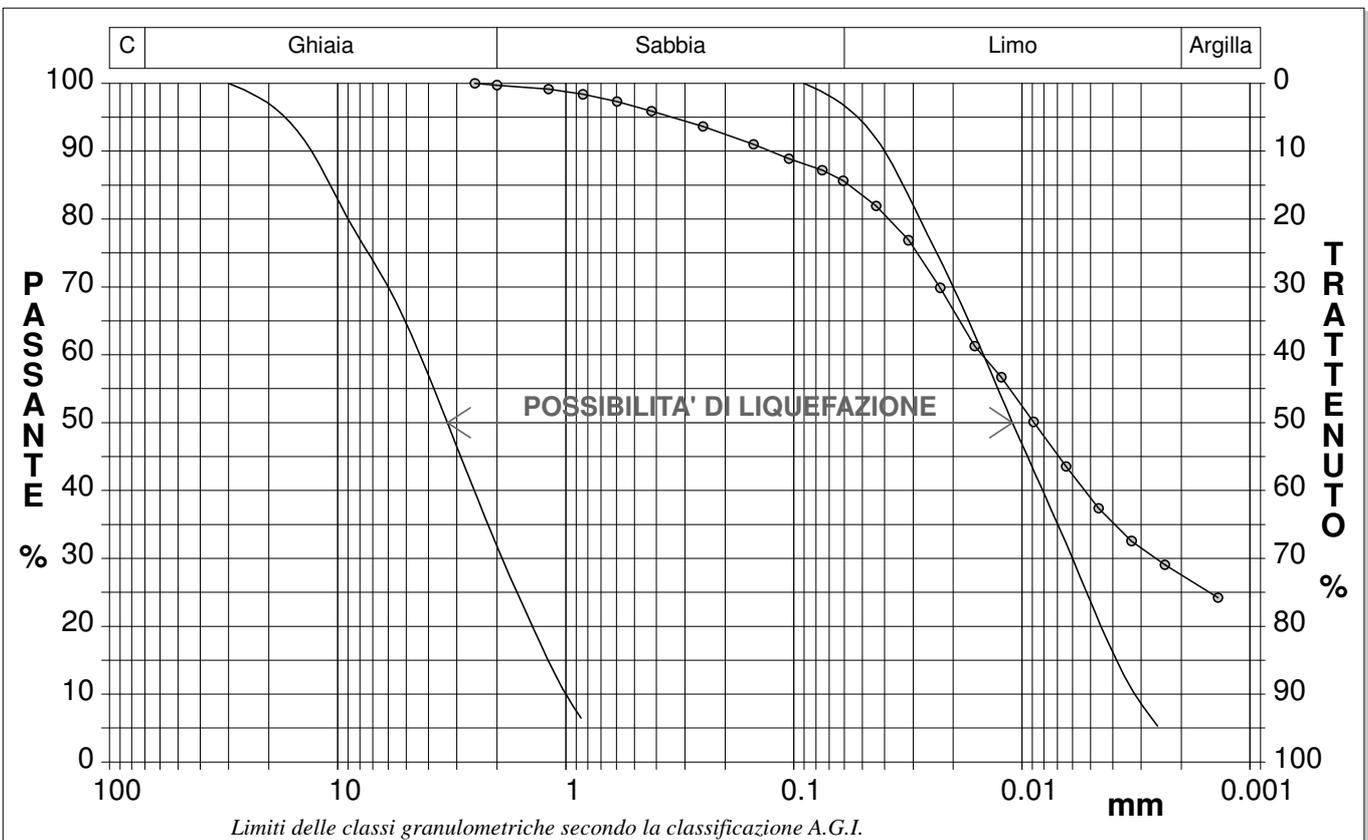
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00495	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 13/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 18/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 17.40-17.90	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0.3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.7 %	D10	mm
Sabbia	14.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95.9 %	D30	0.00259 mm
Limo	57.9 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	87.2 %	D50	0.00883 mm
Argilla	27.6 %			D60	0.01492 mm
Coefficiente di uniformità		Coefficiente di curvatura		D90	0.12663 mm



Diametro mm	Passante %								
2.5000	100.00	0.4200	95.91	0.0607	85.66	0.0123	56.69	0.0024	29.05
2.0000	99.72	0.2500	93.62	0.0436	81.93	0.0089	50.11	0.0014	24.22
1.1900	99.15	0.1500	91.00	0.0314	76.88	0.0064	43.53		
0.8410	98.38	0.1050	88.89	0.0228	69.86	0.0046	37.38		
0.5950	97.31	0.0750	87.19	0.0161	61.30	0.0033	32.56		

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

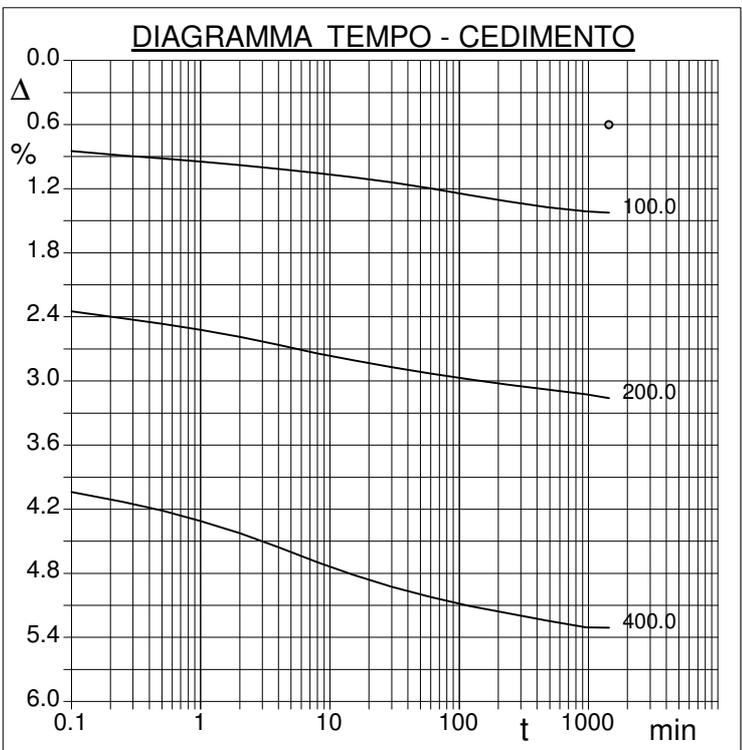
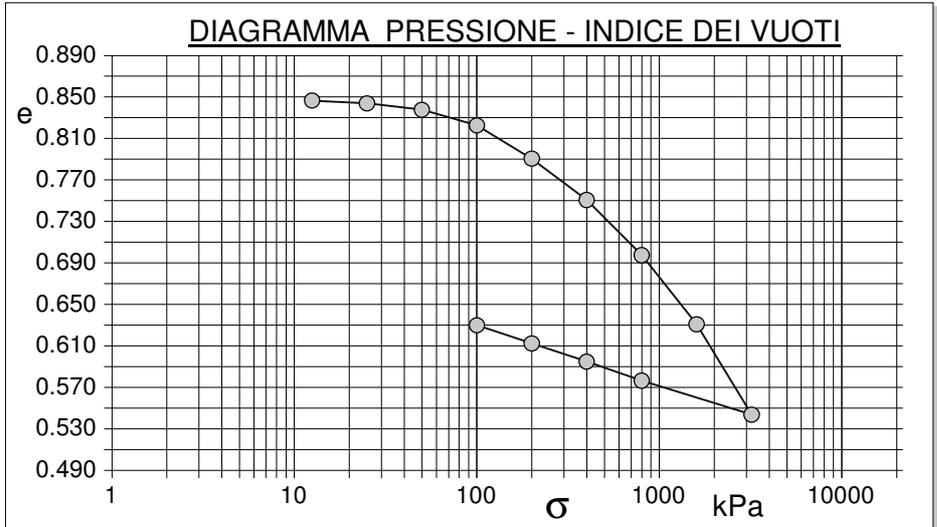
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00496	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 17.40-17.90	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	18.13
Umidità (%)	33.0
Peso specifico	2.57
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.01
Volume provino (cm ³)	40.01
Volume dei vuoti (cm ³)	18.37
Indice dei vuoti	0.85
Porosità (%)	45.91
Saturazione (%)	99.8



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	2.5	0.847	
25.0	5.5	0.844	0.009
50.0	12.0	0.838	0.020
100.0	28.5	0.823	0.051
200.0	63.2	0.790	0.107
400.0	106.2	0.751	0.132
800.0	163.9	0.697	0.177
1600.0	235.9	0.631	0.221
3200.0	330.2	0.544	0.289
800.0	294.7	0.576	
400.0	274.9	0.595	
200.0	255.9	0.612	
100.0	236.9	0.630	

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

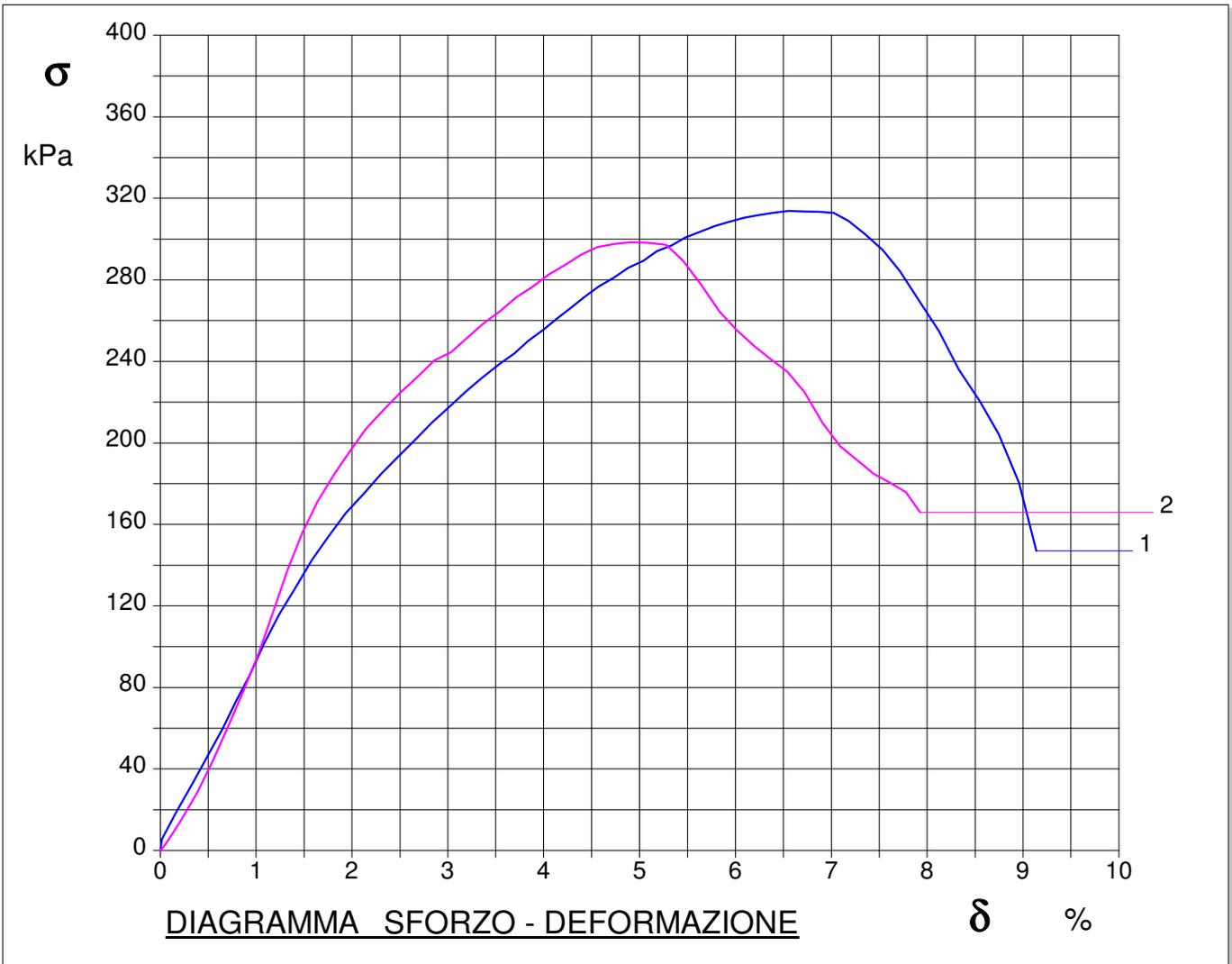
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00497	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 20/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 21/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	17.40-17.90

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m³):	18.2	18.1	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00497** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 20/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 21/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 17.40-17.90

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.02	5.5	6.09	310.4	0.06	3.5	6.54	234.9				
0.17	18.9	6.24	311.8	0.21	14.5	6.72	225.0				
0.34	33.5	6.39	312.8	0.39	28.6	6.91	209.6				
0.49	46.2	6.56	313.8	0.55	44.1	7.09	198.4				
0.65	59.9	6.70	313.6	0.71	61.3	7.27	191.7				
0.80	73.8	6.86	313.4	0.86	77.1	7.44	184.9				
0.93	85.7	7.03	312.8	1.02	96.7	7.61	180.5				
1.08	101.7	7.18	308.9	1.18	117.4	7.78	175.9				
1.24	116.1	7.35	302.6	1.32	137.3	7.93	165.9				
1.40	128.0	7.54	294.6	1.48	155.7						
1.58	142.3	7.71	284.3	1.64	171.1						
1.76	154.1	7.92	269.7	1.81	184.7						
1.94	165.8	8.12	254.8	1.98	196.2						
2.12	175.2	8.33	236.1	2.14	206.9						
2.30	184.5	8.55	220.4	2.32	215.7						
2.48	193.2	8.75	204.3	2.51	224.9						
2.66	201.8	8.96	180.5	2.69	232.6						
2.83	209.8	9.14	147.0	2.86	240.6						
3.01	217.5			3.03	244.4						
3.19	225.4			3.21	251.7						
3.36	232.0			3.37	258.7						
3.53	238.6			3.55	264.8						
3.70	243.9			3.71	271.4						
3.84	250.2			3.88	276.5						
3.99	255.2			4.05	282.6						
4.14	261.1			4.22	287.3						
4.28	266.1			4.39	292.4						
4.42	271.4			4.56	296.0						
4.57	276.7			4.74	297.6						
4.73	280.9			4.90	298.4						
4.88	285.8			5.09	298.2						
5.04	289.4			5.28	297.3						
5.18	294.0			5.45	289.5						
5.34	297.0			5.64	277.6						
5.48	300.9			5.83	264.4						
5.63	303.5			6.02	255.3						
5.78	306.4			6.20	247.3						
5.94	308.4			6.37	241.1						

Sperimentatore
Roberto Bracaglia

Direttore

Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00498 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 11/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C4

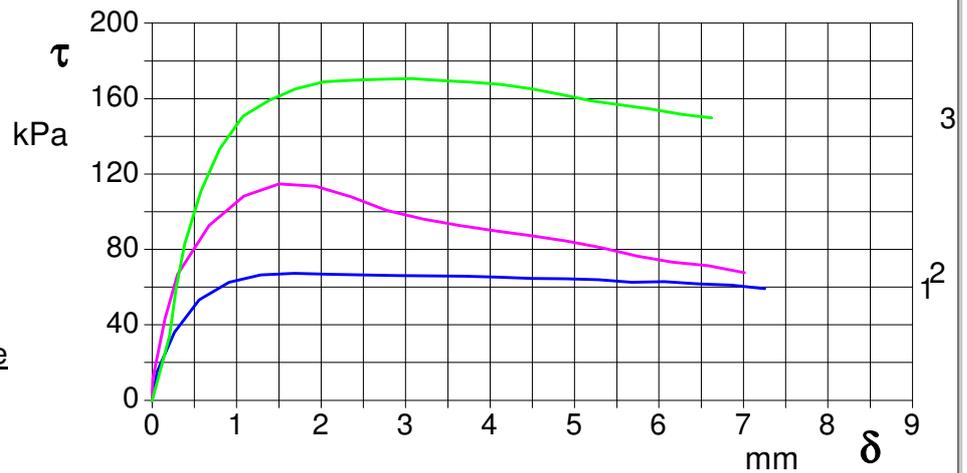
PROFONDITA': m 17.40-17.90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

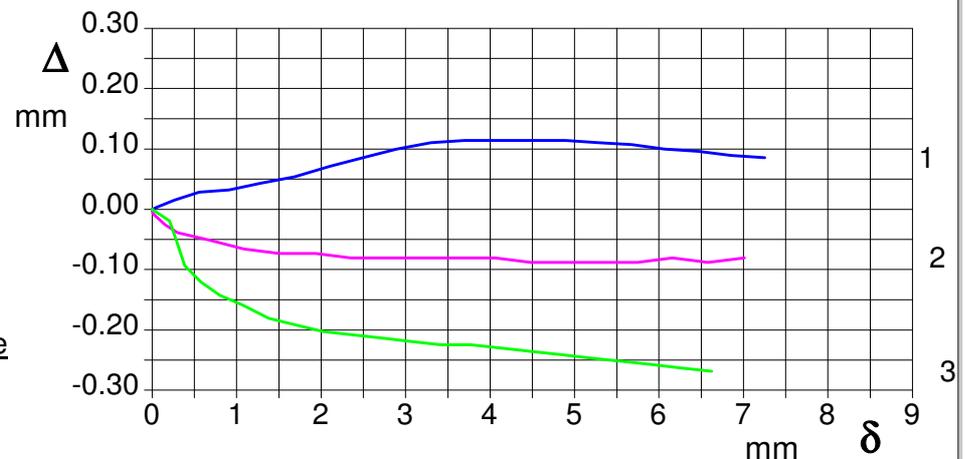
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	35.1 33.6	34.8 32.8	33.7 31.9
Peso di volume (kN/m³):	17.7	17.8	18.0
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA

Tensione
Deformazione orizzontale


DIAGRAMMA

Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 11/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 17.40-17.90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

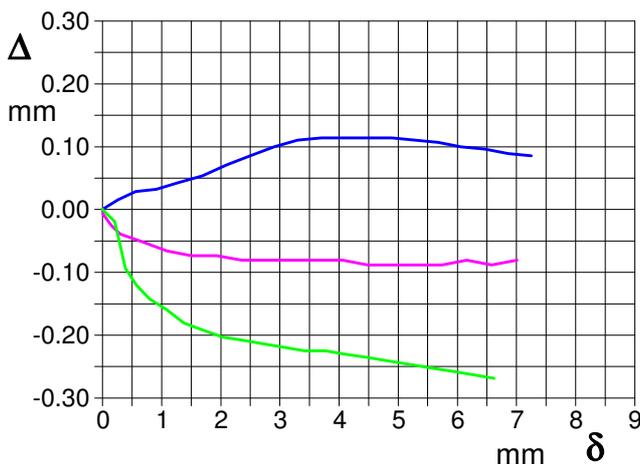
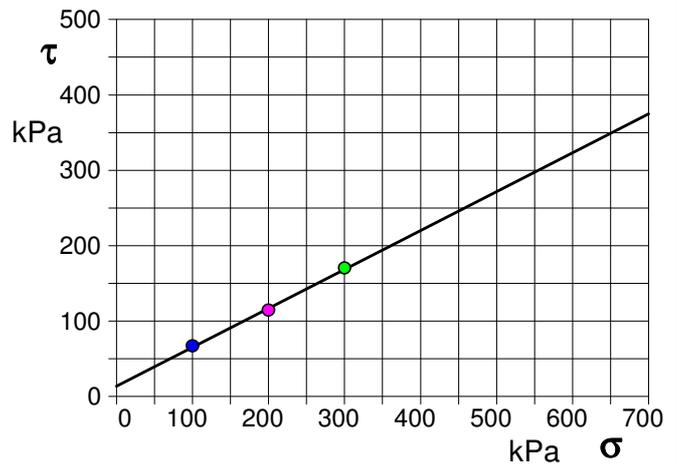
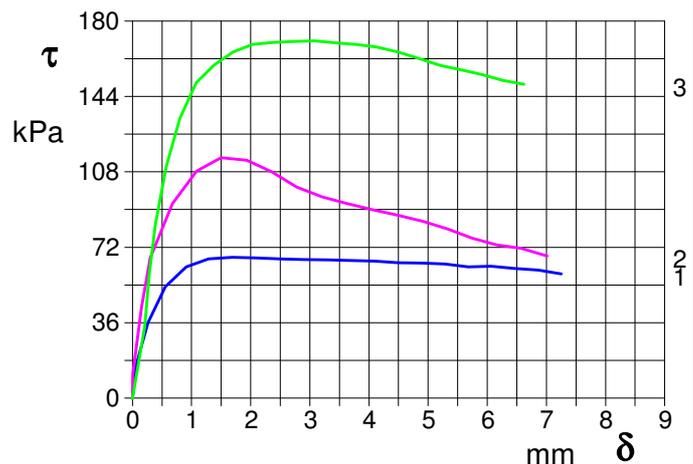
Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	67		115		171	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.69	0.05	1.50	-0.07	3.08	-0.22
Umidità iniziale e umidità finale (%):	35.1	33.6	34.8	32.8	33.7	31.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17.7	17.7	17.8	17.9	18.0	18.2
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	97.3	95.9	98.1	97.1	99.2	99.7

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	13.6 kPa
Angolo di attrito interno:	27.3 °

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


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con tracce puntiformi nerastre

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C5

PROFONDITA': m 21.00-21.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	33.4	%
Peso di volume	18.2	kN/m ³
Peso di volume secco	13.7	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.2	kN/m ³
Peso specifico	2.61	
Indice dei vuoti	0.874	
Porosità	46.6	%
Grado di saturazione	99.8	%
Limite di liquidità	52.8	%
Limite di plasticità	31.2	%
Indice di plasticità	21.6	%
Indice di consistenza	0.90	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.2	%
Sabbia	28.1	%
Limo	33.0	%
Argilla	38.7	%
D 10		mm
D 50	0.006432	mm
D 60	0.014683	mm
D 90	0.285451	mm
Passante set. 10	99.8	%
Passante set. 42	98.1	%
Passante set. 200	72.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	325	kPa	σ Rim	kPa
C_u	163	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	17.3	kPa	ϕ' 26.8 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	4921	---	---
12.5 ÷ 25.0	3981	---	---
25.0 ÷ 50.0	4789	---	---
50.0 ÷ 100.0	5924	0.000563	9.32E-09
100.0 ÷ 200.0	8482	0.000623	7.20E-09
200.0 ÷ 400.0	11108	0.000581	5.13E-09
400.0 ÷ 800.0	18034	---	---
800.0 ÷ 1600.0	30564	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	42283	---	---

Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00499	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 04/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 05/01/22

COMMITTENTE: Acea Elaberi S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C5	PROFONDITA': m	21.00-21.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 33.4 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00500	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 05/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 05/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C5	PROFONDITA': m	21.00-21.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.2 kN/m³

Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00501	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 18/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 18/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C5	PROFONDITA': m	21.00-21.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.61**

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

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00502	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 20/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 21/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C5	PROFONDITA': m 21.00-21.50	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

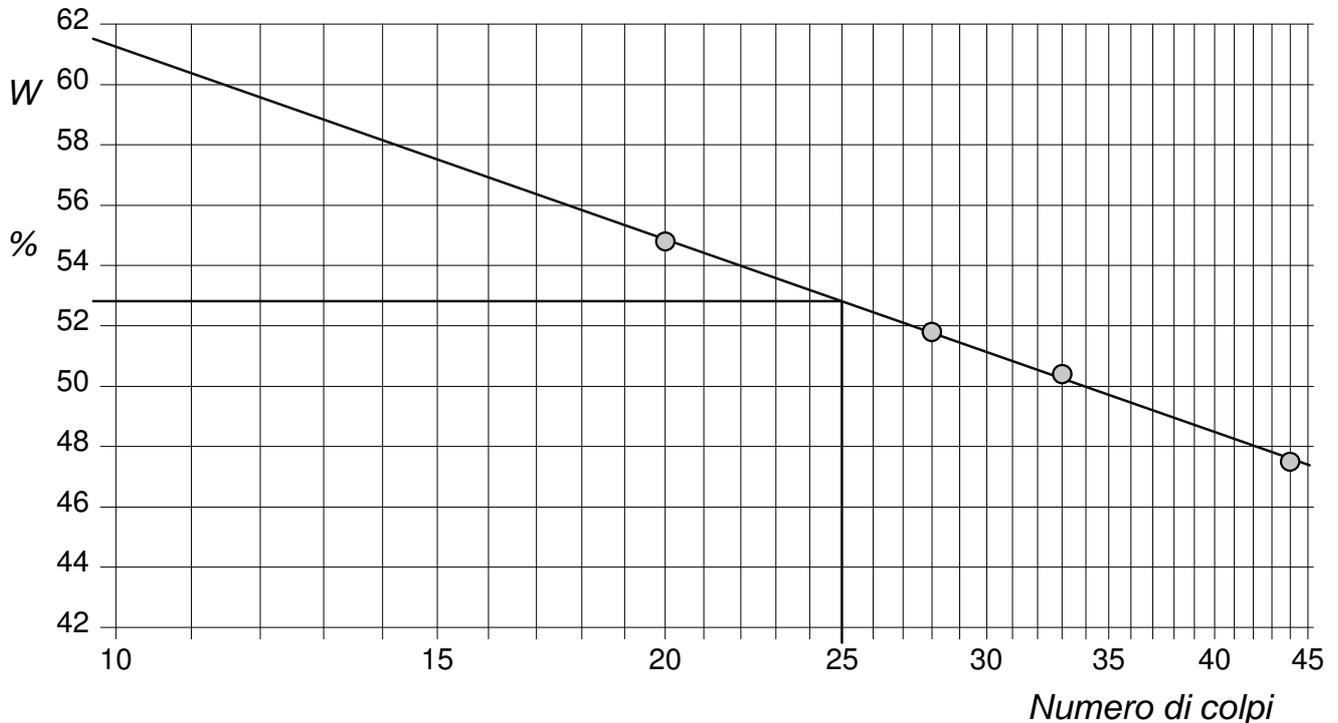
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	52.8 %
Limite di plasticità	31.2 %
Indice di plasticità	21.6 %

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	20	28	33	44	Umidità (%)	31.2	31.2
Umidità (%)	54.8	51.8	50.4	47.5	Umidità media	31.2	

Determinazione del Limite di liquidità



Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

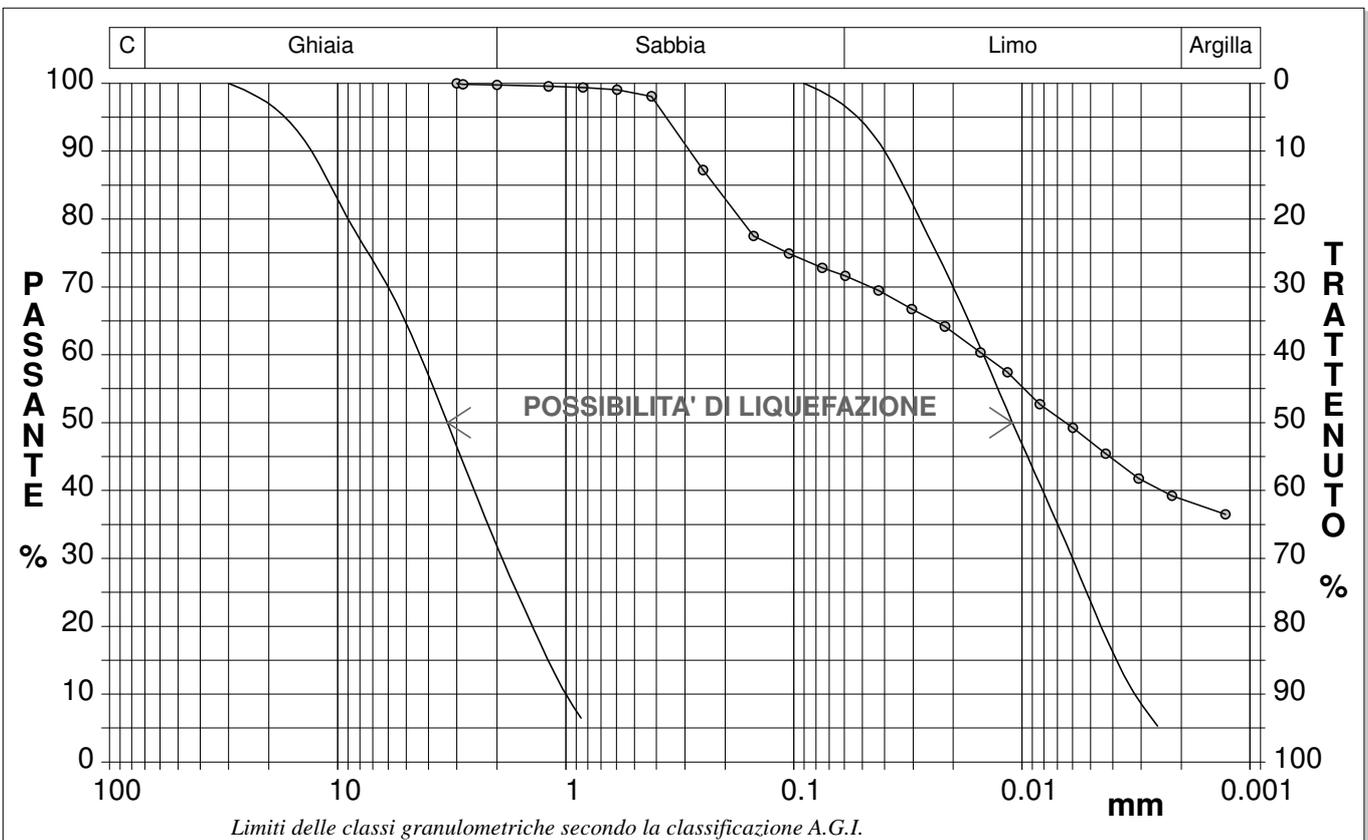
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00503	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 17/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 20/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C5	PROFONDITA': m	21.00-21.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0.2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.8 %	D10	---	mm		
Sabbia	28.1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98.1 %	D30	---	mm		
Limo	33.0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	72.8 %	D50	0.00643	mm		
Argilla	38.7 %			D60	0.01468	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0.28545	mm



Diametro mm	Passante %								
3.0000	100.00	0.5950	99.05	0.0750	72.80	0.0152	60.35	0.0031	41.77
2.8200	99.84	0.4200	98.09	0.0594	71.65	0.0116	57.44	0.0022	39.22
2.0000	99.77	0.2500	87.22	0.0425	69.46	0.0083	52.70	0.0013	36.49
1.1900	99.55	0.1500	77.50	0.0304	66.73	0.0060	49.24		
0.8410	99.37	0.1050	74.93	0.0218	64.18	0.0043	45.42		

Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00504 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 10/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C5

PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	18.20
Umidità (%)	33.4
Peso specifico	2.61
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	18.70
Indice dei vuoti	0.88
Porosità (%)	46.75
Saturazione (%)	99.3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

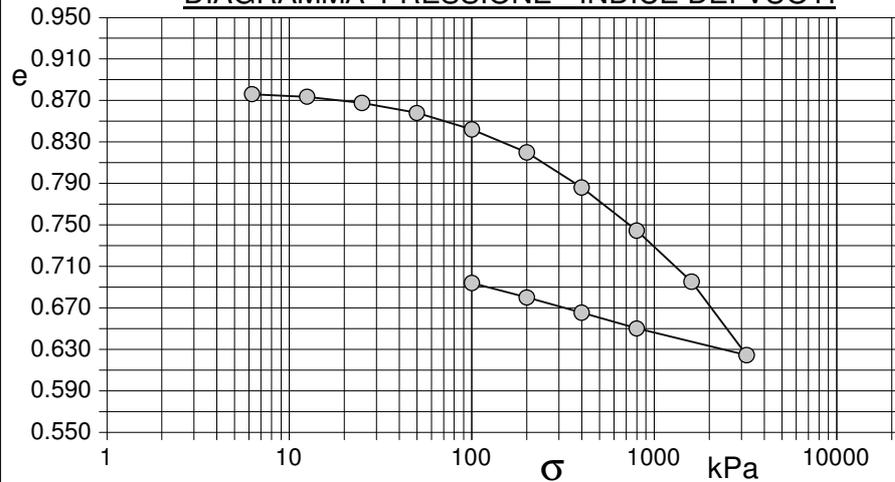
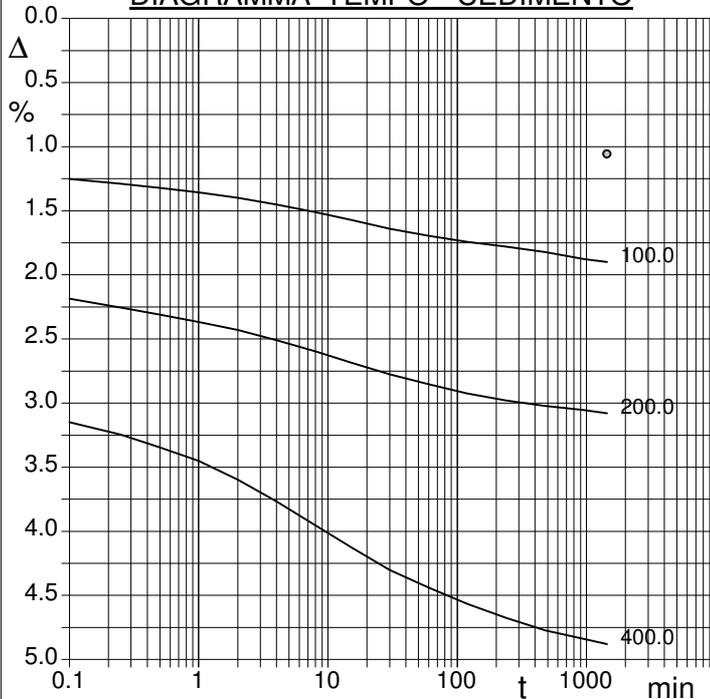


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	1.9	0.876	
12.5	4.4	0.874	0.008
25.0	10.7	0.868	0.020
50.0	21.1	0.858	0.033
100.0	38.0	0.842	0.053
200.0	61.6	0.820	0.074
400.0	97.6	0.786	0.112
800.0	142.0	0.745	0.138
1600.0	194.3	0.695	0.163
3200.0	270.0	0.624	0.236
800.0	242.5	0.650	
400.0	226.2	0.665	
200.0	210.7	0.680	
100.0	195.7	0.694	

Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00504	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 10/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
 RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21
 SONDAGGIO: S6.1 CAMPIONE: C5 PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	21.1	0.00	38.0	0.00	61.6		
0.10	25.0	0.10	43.7	0.10	63.0		
0.25	25.8	0.25	45.1	0.25	64.9		
0.50	26.4	0.50	46.2	0.50	66.9		
1.00	27.1	1.00	47.3	1.00	69.0		
2.00	28.0	2.00	48.6	2.00	72.0		
4.00	29.0	4.00	50.2	4.00	75.4		
8.00	30.2	8.00	51.9	8.00	79.0		
15.00	31.4	15.00	53.7	15.00	82.5		
30.00	32.8	30.00	55.5	30.00	86.0		
60.00	33.9	60.00	57.1	60.00	88.8		
120.00	34.8	120.00	58.5	120.00	91.3		
240.00	35.6	240.00	59.6	240.00	93.5		
480.00	36.4	480.00	60.5	480.00	95.5		
960.00	37.6	960.00	61.1	960.00	96.8		
1440.00	38.0	1440.00	61.6	1440.00	97.6		

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

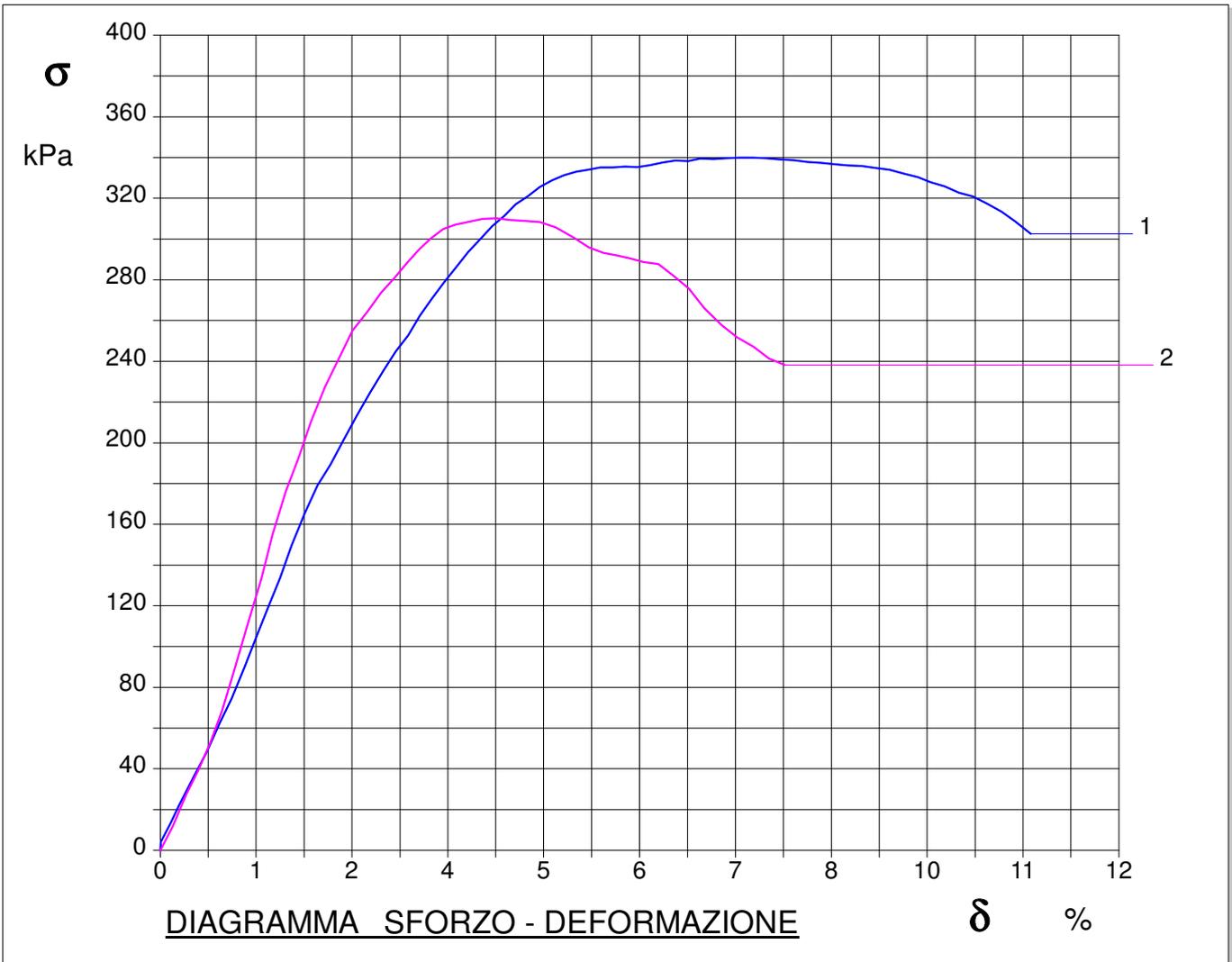
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00505	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 05/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 05/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C5	PROFONDITA': m	21.00-21.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m³):	18.5	18.6	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00505** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 05/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 05/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C5

PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.01	4.2	5.82	335.6	0.15	11.6	6.62	275.8				
0.13	13.5	5.97	335.3	0.33	27.7	6.81	266.0				
0.23	22.0	6.13	336.3	0.48	39.3	7.03	257.8				
0.42	36.7	6.29	337.6	0.63	53.0	7.22	251.7				
0.59	48.5	6.45	338.6	0.78	68.6	7.43	247.2				
0.75	62.5	6.61	338.3	0.93	88.9	7.62	241.5				
0.89	74.5	6.76	339.6	1.09	110.4	7.82	238.2				
1.06	90.4	6.92	339.3	1.27	133.5						
1.21	106.1	7.08	339.6	1.41	154.9						
1.35	119.7	7.25	339.9	1.57	176.2						
1.50	133.7	7.42	339.9	1.73	192.4						
1.65	149.7	7.58	339.6	1.89	210.6						
1.81	165.4	7.75	339.0	2.06	227.4						
1.97	179.0	7.93	338.7	2.24	241.7						
2.13	189.4	8.10	337.7	2.41	255.1						
2.30	201.6	8.27	337.4	2.59	264.3						
2.47	213.8	8.45	336.8	2.77	273.8						
2.63	224.7	8.61	336.2	2.93	280.8						
2.80	235.6	8.78	335.8	3.09	288.3						
2.95	244.8	8.96	334.9	3.24	294.9						
3.10	252.8	9.13	334.0	3.39	300.3						
3.25	262.3	9.30	332.1	3.54	304.9						
3.40	270.8	9.48	330.3	3.70	307.1						
3.56	279.0	9.64	327.9	3.85	308.4						
3.71	286.5	9.82	325.8	4.03	309.9						
3.86	293.7	10.00	322.7	4.21	310.1						
4.00	299.9	10.17	320.9	4.38	309.4						
4.16	306.3	10.35	317.3	4.57	308.9						
4.30	311.2	10.53	313.4	4.75	308.3						
4.45	317.1	10.70	308.7	4.95	305.8						
4.60	321.0	10.90	302.5	5.17	300.6						
4.75	325.5			5.36	296.0						
4.90	328.8			5.55	293.2						
5.06	331.4			5.72	291.9						
5.20	333.0			5.88	290.6						
5.36	334.1			6.05	288.6						
5.51	335.1			6.24	287.8						
5.66	335.2			6.42	282.2						

Sperimentatore
Roberto BracagliaDirettore
Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00506 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 17/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 19/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C5

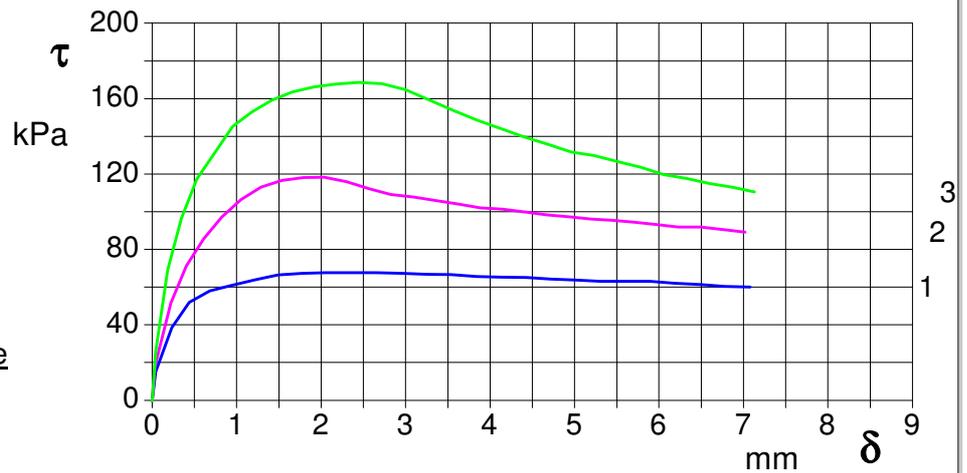
PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

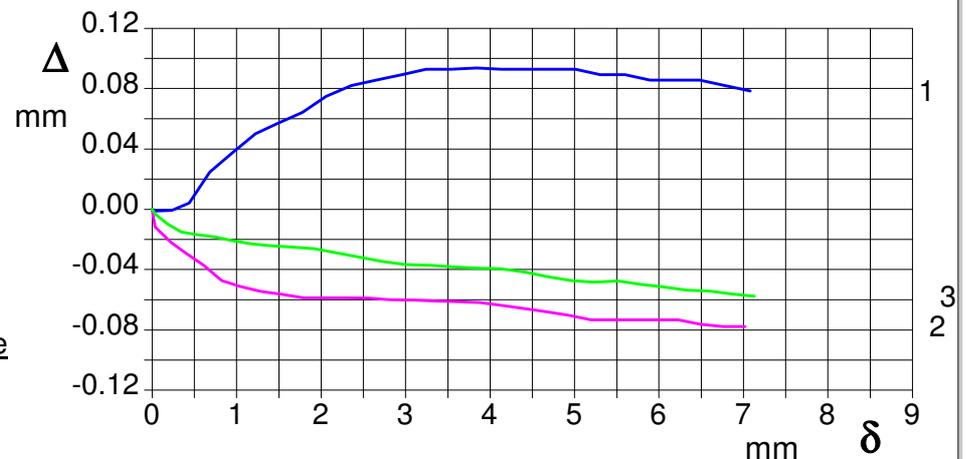
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	35.5 33.2	35.3 31.8	34.8 30.4
Peso di volume (kN/m³):	17.9	18.0	18.0
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA

Tensione
Deformazione orizzontale


DIAGRAMMA

Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00506 Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 17/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21	Apertura campione: 04/01/22	Fine analisi: 19/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21		
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C5	PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.045	15.2	0.00	0.033	18.4	-0.01	0.045	25.9	0.00
0.233	38.5	0.00	0.222	51.6	-0.02	0.182	69.0	-0.01
0.437	51.8	0.00	0.405	71.2	-0.03	0.347	96.6	-0.02
0.683	58.0	0.02	0.610	85.6	-0.04	0.529	117.4	-0.02
0.953	61.1	0.04	0.826	97.1	-0.05	0.738	131.1	-0.02
1.223	63.9	0.05	1.052	106.4	-0.05	0.953	145.1	-0.02
1.493	66.4	0.06	1.289	113.1	-0.05	1.179	152.9	-0.02
1.779	67.3	0.06	1.537	116.7	-0.06	1.416	159.1	-0.02
2.057	67.6	0.07	1.791	118.1	-0.06	1.658	163.5	-0.03
2.360	67.6	0.08	2.039	118.3	-0.06	1.917	166.2	-0.03
2.655	67.6	0.09	2.303	115.9	-0.06	2.181	167.8	-0.03
2.957	67.3	0.09	2.567	112.1	-0.06	2.445	168.6	-0.03
3.244	66.8	0.09	2.826	109.2	-0.06	2.721	167.9	-0.03
3.538	66.7	0.09	3.095	107.8	-0.06	3.001	164.6	-0.04
3.841	65.7	0.09	3.359	105.9	-0.06	3.288	159.0	-0.04
4.135	65.4	0.09	3.624	104.0	-0.06	3.569	153.6	-0.04
4.430	65.0	0.09	3.888	102.1	-0.06	3.844	148.5	-0.04
4.716	64.4	0.09	4.146	101.4	-0.06	4.130	144.0	-0.04
5.011	63.7	0.09	4.416	99.9	-0.07	4.405	139.6	-0.04
5.305	63.1	0.09	4.675	98.2	-0.07	4.686	135.8	-0.04
5.600	63.0	0.09	4.939	97.3	-0.07	4.962	131.7	-0.05
5.894	63.1	0.09	5.198	96.1	-0.07	5.231	129.7	-0.05
6.181	62.1	0.09	5.451	95.4	-0.07	5.512	126.6	-0.05
6.484	61.4	0.09	5.710	94.4	-0.07	5.788	123.5	-0.05
6.778	60.4	0.08	5.963	93.2	-0.07	6.057	119.7	-0.05
7.081	60.1	0.08	6.227	91.8	-0.07	6.327	117.6	-0.05
			6.491	91.8	-0.08	6.602	115.0	-0.05
			6.761	90.6	-0.08	6.861	112.9	-0.06
			7.020	89.2	-0.08	7.131	110.5	-0.06

Sperimentatore
Enrico Tallini

Direttore

Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 17/01/22

Apertura campione: 04/01/22

Fine analisi: 19/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C5

PROFONDITA': m 21.00-21.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

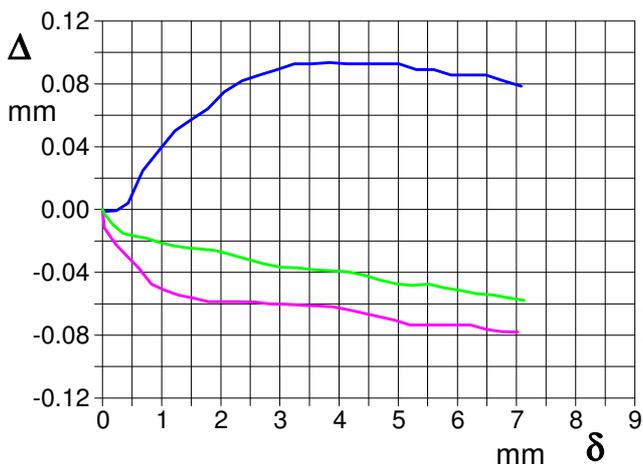
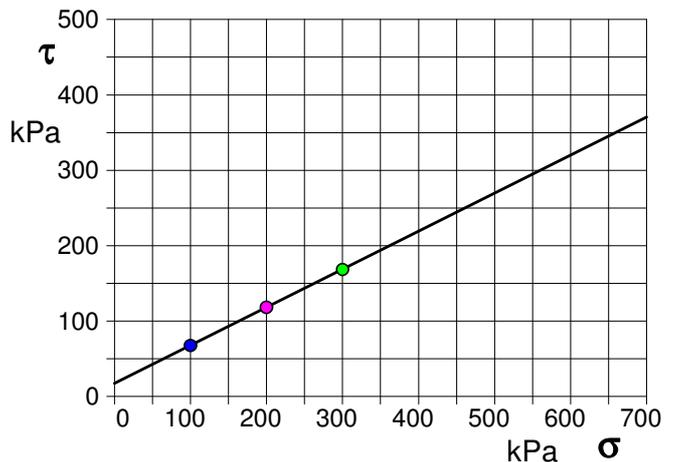
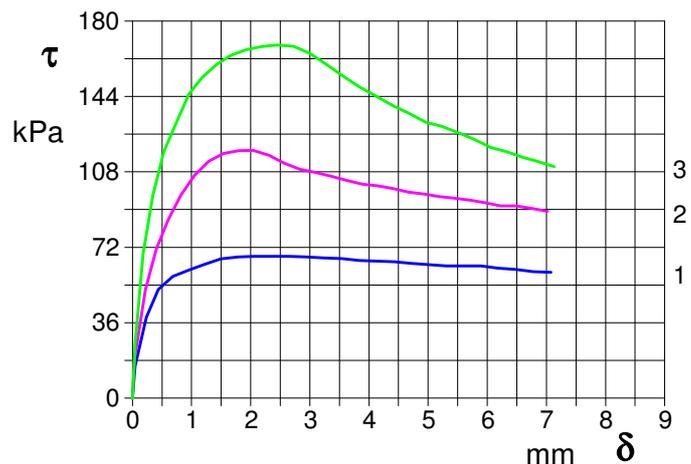
Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	68		118		169	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2.06	0.07	2.04	-0.06	2.45	-0.03
Umidità iniziale e umidità finale (%):	35.5	33.2	35.3	31.8	34.8	30.4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17.9	18.1	18.0	18.2	18.0	18.3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	99.2	98.0	99.7	97.0	98.7	95.8

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	17.3 kPa
Angolo di attrito interno:	26.8 °

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


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Argilla con limo e sabbia di colore marrone con presenza di tracce puntiformi nerastre

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C6

PROFONDITA': m 24.00-24.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	17.2	%
Peso di volume	20.8	kN/m ³
Peso di volume secco	17.8	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.9	kN/m ³
Peso specifico	2.64	
Indice dei vuoti	0.454	
Porosità	31.2	%
Grado di saturazione	99.7	%
Limite di liquidità	30.1	%
Limite di plasticità	17.1	%
Indice di plasticità	13.0	%
Indice di consistenza	0.99	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.7	%
Sabbia	58.3	%
Limo	15.4	%
Argilla	25.6	%
D 10		mm
D 50	0.287476	mm
D 60	0.416580	mm
D 90	0.557042	mm
Passante set. 10	99.3	%
Passante set. 42	60.2	%
Passante set. 200	41.6	%

PERMEABILITA'

 Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	348	kPa	σ Rim	kPa
C_u	174	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	17.9	kPa	ϕ' 30.3 °
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
12.5 ÷ 25.0	7396	---	---
25.0 ÷ 50.0	8547	---	---
50.0 ÷ 100.0	10929	0.000629	5.64E-09
100.0 ÷ 200.0	14545	0.002990	2.02E-08
200.0 ÷ 400.0	20747	0.002481	1.17E-08
400.0 ÷ 800.0	32323	---	---
800.0 ÷ 1600.0	48529	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	75454	---	---

Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00507	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elaberi S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C6	PROFONDITA': m	24.00-24.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 17.2 %

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00508	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 11/01/22

COMMITTENTE: Acea Elaberi S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C6	PROFONDITA': m	24.00-24.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20.8 kN/m³

Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00509	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 14/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C6	PROFONDITA': m	24.00-24.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.64**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.64**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00510	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 21/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 22/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C6	PROFONDITA': m 24.00-24.50	

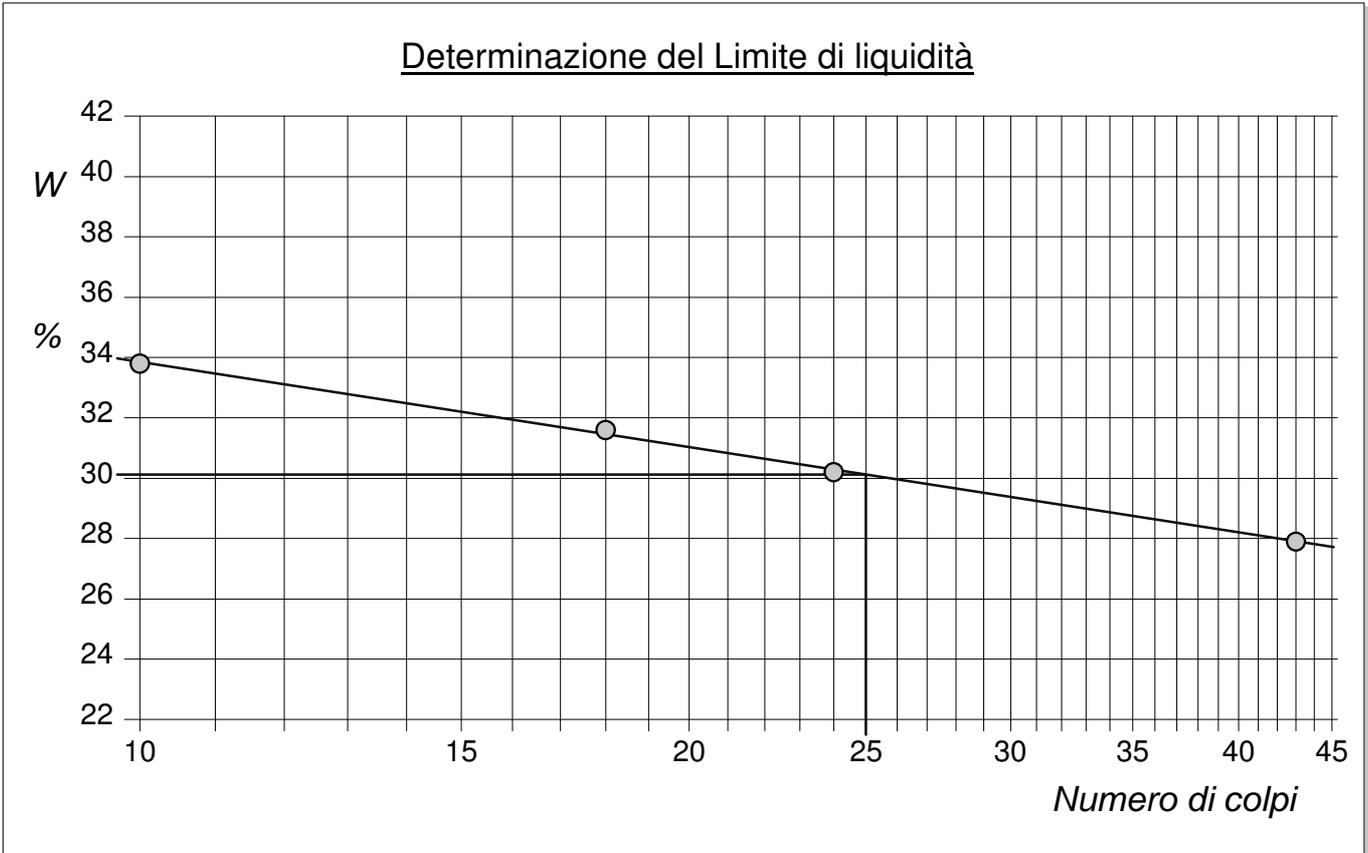
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	30.1 %
Limite di plasticità	17.1 %
Indice di plasticità	13.0 %

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	10	18	24	43	Umidità (%)	17.2	17.0
Umidità (%)	33.8	31.6	30.2	27.9	Umidità media	17.1	



Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00511 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 12/01/22

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 15/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

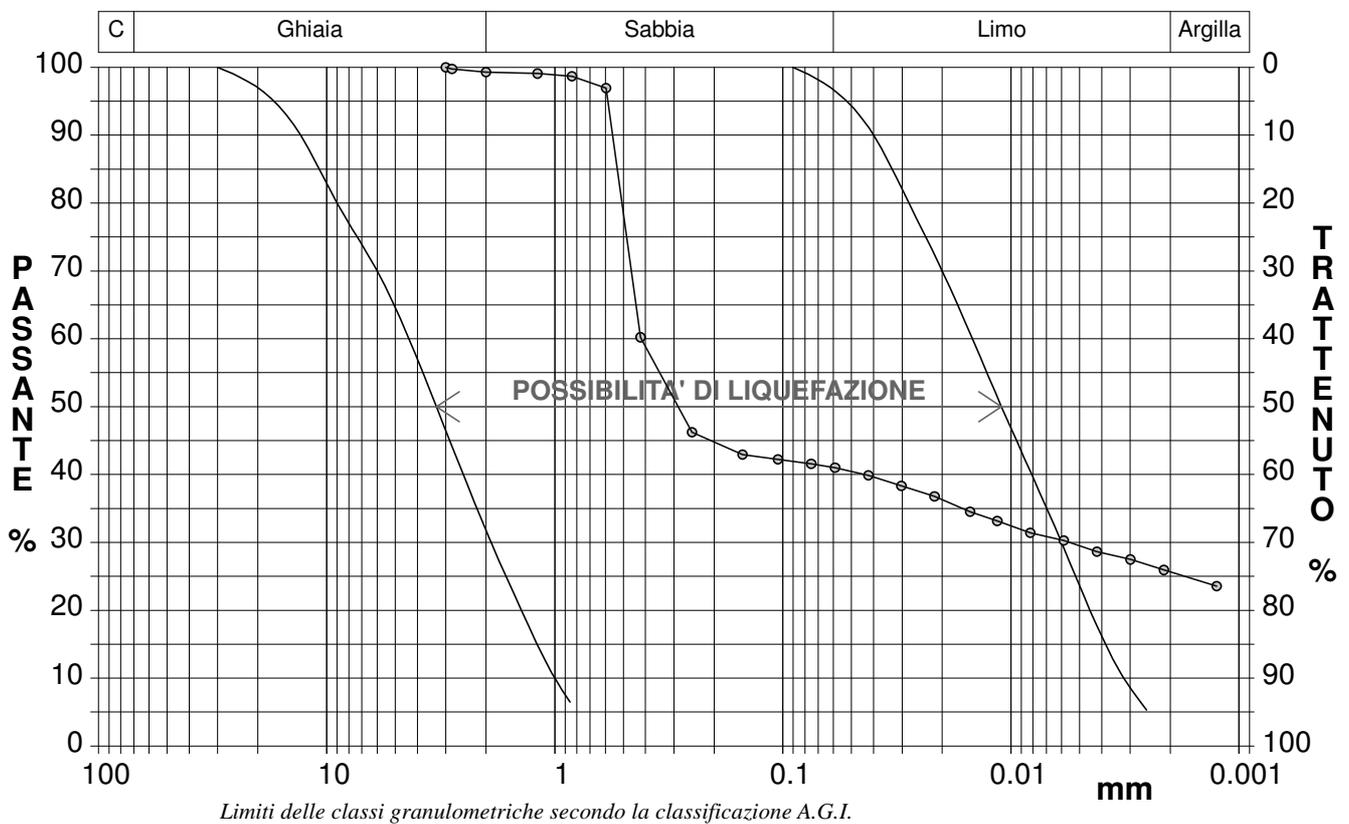
CAMPIONE: C6

PROFONDITA': m 24.00-24.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0.7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.3 %	D10	---	mm
Sabbia	58.3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	60.2 %	D30	0.00555	mm
Limo	15.4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	41.6 %	D50	0.28748	mm
Argilla	25.6 %			D60	0.41658	mm
				D90	0.55704	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %								
3.0000	100.00	0.5950	96.95	0.0750	41.58	0.0151	34.50	0.0030	27.48
2.8200	99.76	0.4200	60.22	0.0590	41.01	0.0115	33.16	0.0021	25.93
2.0000	99.28	0.2500	46.23	0.0421	39.87	0.0082	31.40	0.0013	23.55
1.1900	99.08	0.1500	42.94	0.0302	38.32	0.0059	30.27		
0.8410	98.70	0.1050	42.24	0.0216	36.77	0.0042	28.61		

Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00512 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 11/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 23/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C6

PROFONDITA': m 24.00-24.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	20.85
Umidità (%)	17.1
Peso specifico	2.64
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	12.49
Indice dei vuoti	0.45
Porosità (%)	31.21
Saturazione (%)	99.6

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

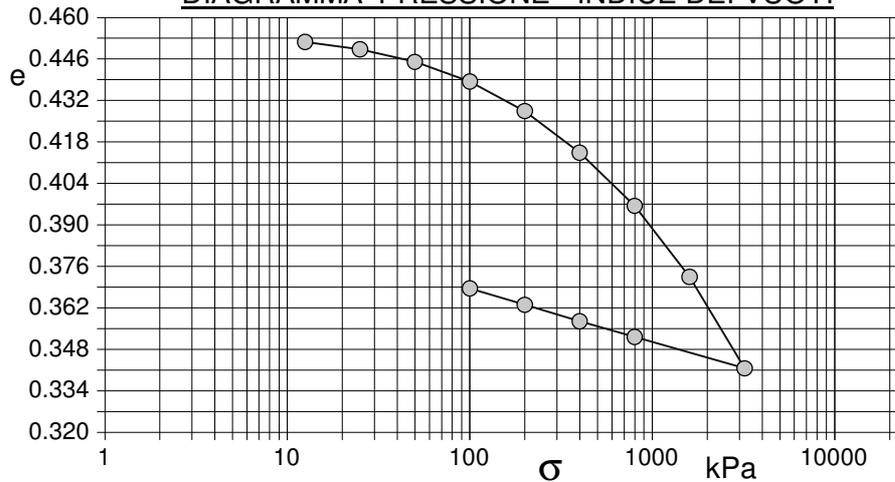
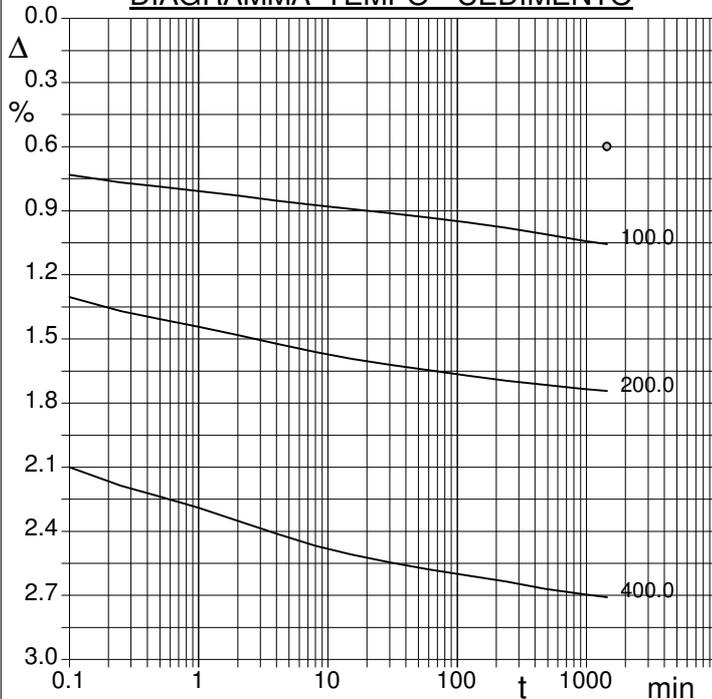


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	2.7	0.452	
25.0	6.1	0.449	0.008
50.0	12.0	0.445	0.014
100.0	21.1	0.438	0.022
200.0	34.9	0.428	0.033
400.0	54.2	0.414	0.047
800.0	78.9	0.396	0.060
1600.0	111.9	0.372	0.080
3200.0	154.3	0.342	0.102
800.0	139.7	0.352	
400.0	132.4	0.357	
200.0	124.8	0.363	
100.0	117.2	0.369	

Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00512** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 11/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 23/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C6

PROFONDITA': m 24.00-24.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	12.0	0.00	21.1	0.00	34.9		
0.10	14.6	0.10	26.1	0.10	42.0		
0.25	15.3	0.25	27.4	0.25	43.7		
0.50	15.8	0.50	28.1	0.50	44.7		
1.00	16.2	1.00	28.9	1.00	45.8		
2.00	16.6	2.00	29.6	2.00	47.0		
4.00	17.1	4.00	30.4	4.00	48.2		
8.00	17.5	8.00	31.2	8.00	49.4		
15.00	17.8	15.00	31.8	15.00	50.2		
30.00	18.2	30.00	32.4	30.00	50.9		
60.00	18.7	60.00	32.9	60.00	51.6		
120.00	19.1	120.00	33.4	120.00	52.1		
240.00	19.6	240.00	33.9	240.00	52.7		
480.00	20.2	480.00	34.3	480.00	53.4		
960.00	20.8	960.00	34.7	960.00	53.9		
1440.00	21.1	1440.00	34.9	1440.00	54.2		

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00513 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 17/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 18/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

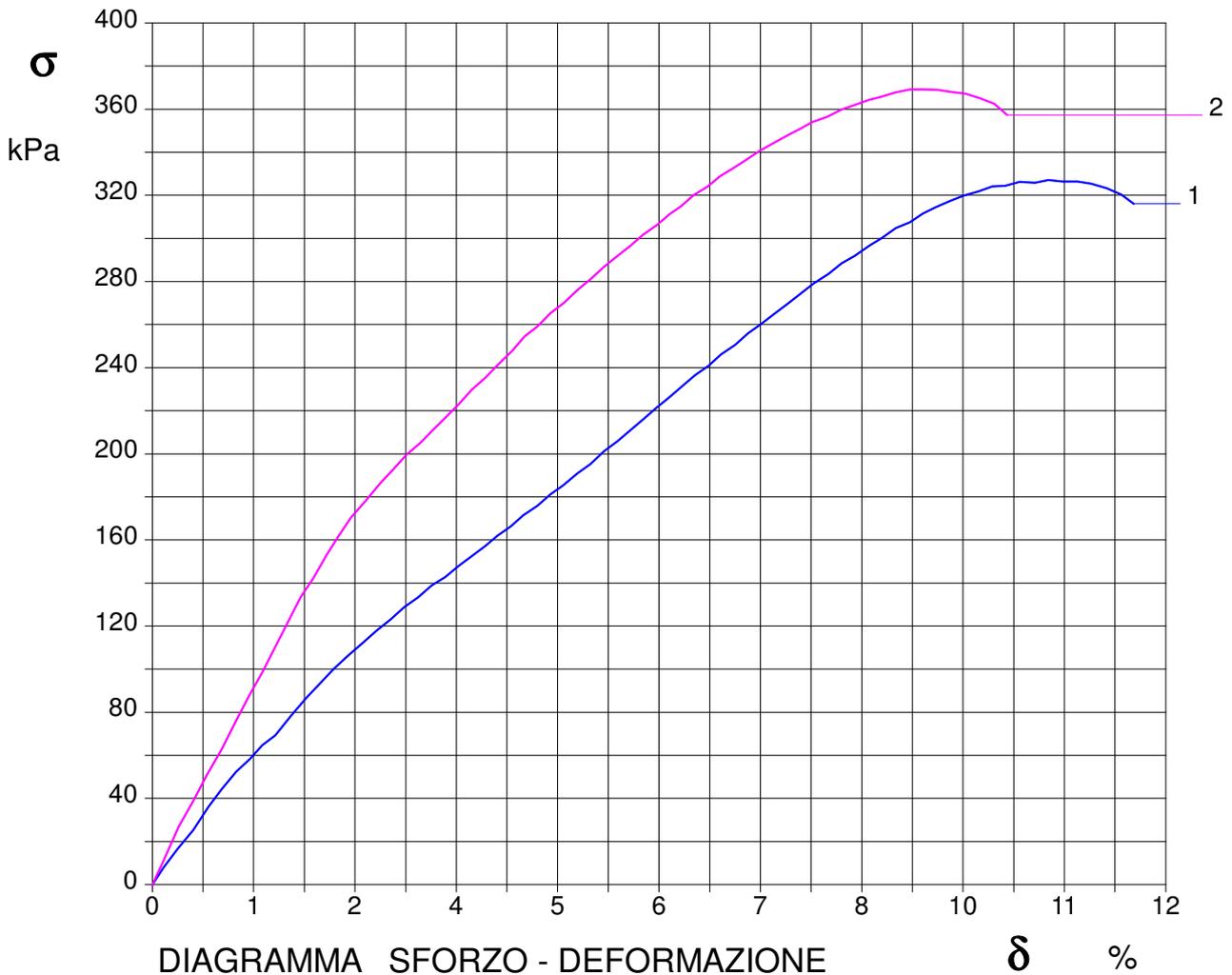
CAMPIONE: C6

PROFONDITA': m 24.00-24.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m³):	20.9	20.9	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00513	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 17/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 18/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C6	PROFONDITA': m 24.00-24.50	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.13	8.1	6.28	231.5	0.12	9.7	6.13	311.2				
0.31	17.0	6.43	236.7	0.31	27.0	6.26	314.8				
0.48	25.3	6.59	240.9	0.48	38.2	6.41	320.2				
0.67	36.1	6.73	246.1	0.65	51.2	6.57	323.9				
0.83	44.4	6.90	250.5	0.82	62.4	6.73	328.9				
1.00	52.5	7.05	256.0	0.98	75.2	6.89	332.7				
1.16	58.3	7.21	260.1	1.15	87.7	7.04	336.7				
1.30	64.8	7.37	265.2	1.30	98.7	7.19	340.5				
1.46	69.3	7.52	269.6	1.46	111.0	7.34	343.9				
1.64	78.3	7.68	274.4	1.61	122.0	7.51	347.5				
1.82	86.6	7.83	279.1	1.76	133.5	7.66	350.6				
1.99	93.5	8.01	283.4	1.90	141.9	7.82	354.0				
2.15	100.2	8.16	288.4	2.06	152.6	7.99	356.4				
2.31	106.1	8.31	291.8	2.20	161.8	8.15	359.7				
2.49	112.0	8.50	296.7	2.36	170.6	8.31	361.8				
2.66	118.0	8.64	300.2	2.53	178.3	8.49	364.4				
2.82	123.2	8.80	304.7	2.70	186.3	8.62	365.7				
2.99	128.8	8.97	307.5	2.85	192.8	8.80	367.7				
3.15	133.4	9.12	311.5	3.01	199.5	8.97	369.1				
3.31	138.9	9.28	314.5	3.17	204.9	9.13	369.1				
3.47	142.8	9.46	317.5	3.34	211.6	9.29	369.1				
3.63	148.0	9.61	320.0	3.48	217.3	9.48	367.9				
3.78	152.2	9.78	321.7	3.64	223.4	9.63	367.1				
3.94	157.0	9.95	324.1	3.78	229.7	9.79	365.2				
4.08	161.8	10.10	324.5	3.95	235.6	9.97	362.6				
4.24	166.3	10.27	326.2	4.11	241.9	10.12	357.2				
4.39	171.4	10.45	325.8	4.26	247.8						
4.56	175.8	10.61	327.0	4.41	254.4						
4.71	181.2	10.78	326.4	4.56	259.0						
4.87	185.3	10.96	326.4	4.71	265.2						
5.04	191.0	11.12	325.5	4.87	270.1						
5.19	195.4	11.30	323.3	5.04	276.2						
5.35	201.3	11.48	320.4	5.19	281.1						
5.51	205.9	11.62	316.0	5.34	286.6						
5.66	211.2			5.50	291.7						
5.82	216.1			5.66	296.6						
5.97	221.4			5.81	301.7						
6.13	226.6			5.97	306.1						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00514	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 13/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.1	CAMPIONE: C6	PROFONDITA': m 24.00-24.50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	150.0	300.0	450.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	17.8 17.1	16.7 15.8	17.1 15.9
Peso di volume (kN/m³):	20.7	20.8	20.8
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

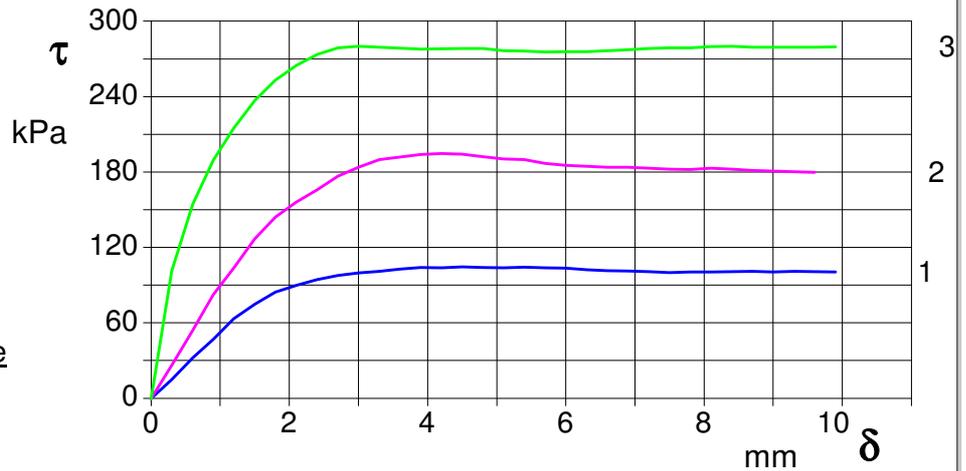
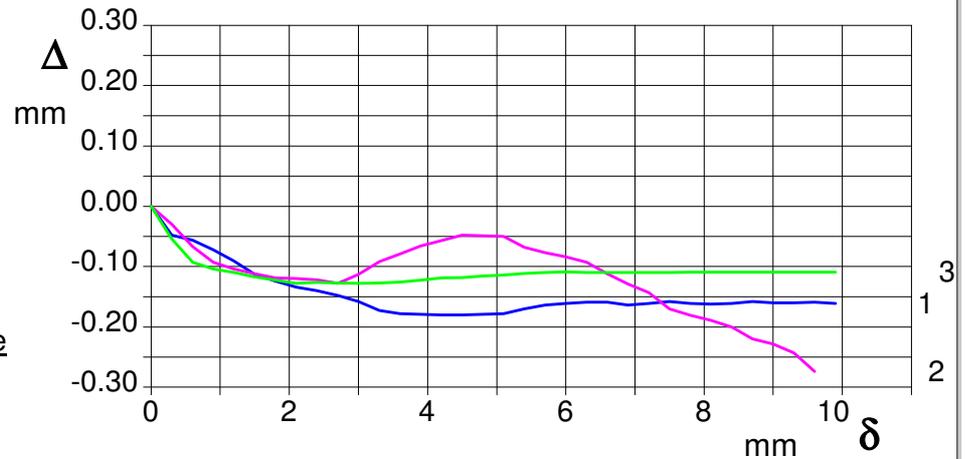


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00514 Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22 Inizio analisi: 13/01/22
Apertura campione: 11/01/22 Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1 CAMPIONE: C6 PROFONDITA': m 24.00-24.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.300	14.8	-0.05	0.300	26.3	-0.03	0.300	101.5	-0.05
0.600	32.1	-0.06	0.600	53.8	-0.07	0.600	154.4	-0.09
0.900	46.9	-0.07	0.900	82.5	-0.09	0.900	189.4	-0.10
1.200	63.3	-0.09	1.200	103.7	-0.10	1.200	215.1	-0.11
1.500	74.7	-0.11	1.500	126.9	-0.11	1.500	236.7	-0.12
1.800	84.4	-0.12	1.800	144.1	-0.12	1.800	253.1	-0.12
2.100	89.7	-0.13	2.100	156.1	-0.12	2.100	264.9	-0.13
2.400	94.4	-0.14	2.400	165.8	-0.12	2.400	273.3	-0.13
2.700	97.7	-0.15	2.700	176.7	-0.13	2.700	278.8	-0.13
3.000	99.8	-0.16	3.000	183.7	-0.11	3.000	280.0	-0.13
3.300	101.1	-0.17	3.300	189.8	-0.09	3.300	279.2	-0.13
3.600	102.9	-0.18	3.600	192.0	-0.08	3.600	278.6	-0.13
3.900	103.9	-0.18	3.900	193.8	-0.07	3.900	277.8	-0.12
4.200	103.9	-0.18	4.200	194.6	-0.06	4.200	278.0	-0.12
4.500	104.5	-0.18	4.500	194.4	-0.05	4.500	278.2	-0.12
4.800	104.1	-0.18	4.800	192.2	-0.05	4.800	278.2	-0.12
5.100	103.8	-0.18	5.100	190.5	-0.05	5.100	276.4	-0.11
5.400	104.2	-0.17	5.400	189.8	-0.07	5.400	276.3	-0.11
5.700	103.8	-0.16	5.700	186.9	-0.08	5.700	275.4	-0.11
6.000	103.6	-0.16	6.000	185.4	-0.08	6.000	275.7	-0.11
6.300	102.1	-0.16	6.300	184.5	-0.09	6.300	275.6	-0.11
6.600	101.5	-0.16	6.600	183.9	-0.11	6.600	276.4	-0.11
6.900	101.3	-0.16	6.900	183.8	-0.13	6.900	277.3	-0.11
7.200	100.7	-0.16	7.200	183.1	-0.14	7.200	278.4	-0.11
7.500	100.0	-0.16	7.500	182.2	-0.17	7.500	278.6	-0.11
7.800	100.6	-0.16	7.800	182.1	-0.18	7.800	278.7	-0.11
8.100	100.5	-0.16	8.100	183.1	-0.19	8.100	279.7	-0.11
8.400	100.7	-0.16	8.400	182.3	-0.20	8.400	279.9	-0.11
8.700	100.8	-0.16	8.700	181.2	-0.22	8.700	279.2	-0.11
9.000	100.5	-0.16	9.000	180.7	-0.23	9.000	279.4	-0.11
9.300	100.9	-0.16	9.300	180.2	-0.24	9.300	279.3	-0.11
9.600	100.6	-0.16	9.600	179.7	-0.27	9.600	279.3	-0.11
9.900	100.6	-0.16				9.900	279.5	-0.11

Sperimentatore
Enrico Tallini

Direttore
Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 13/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.1

CAMPIONE: C6

PROFONDITA': m 24.00-24.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	150		300		450	
Tensione a rottura (kPa):	104		195		280	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.50	-0.18	4.20	-0.06	3.00	-0.13
Umidità iniziale e umidità finale (%):	17.8	17.1	16.7	15.8	17.1	15.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20.7	20.9	20.8	21.1	20.8	21.1
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	99.8	99.9	98.2	98.7	98.9	99.1

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 17.9 kPa
Angolo di attrito interno: 30.3 °

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

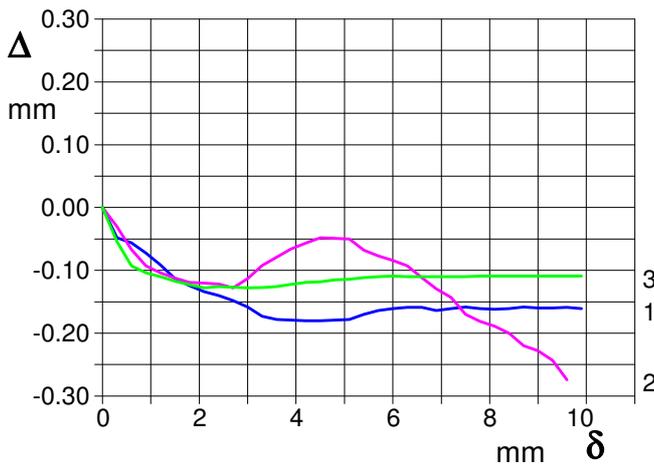
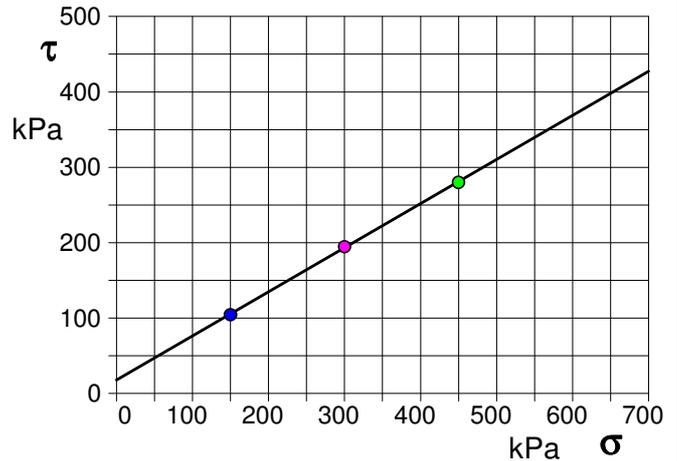


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

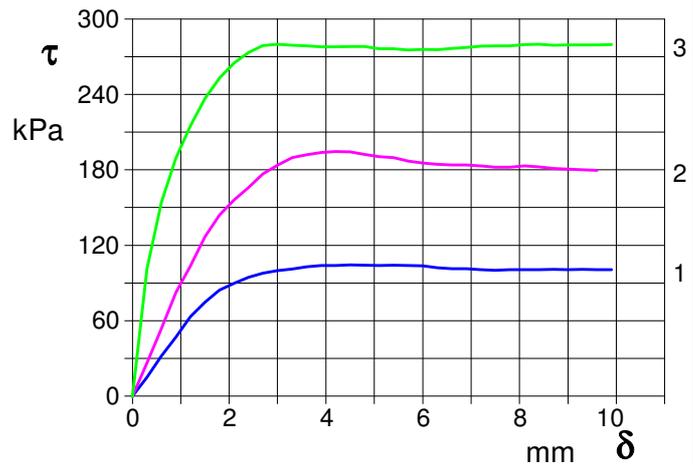


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia con argilla limosa di colore marrone-ocraceo con presenza di scorie e di striature nerastre

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	28.6	%
Peso di volume	18.6	kN/m ³
Peso di volume secco	14.4	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.6	kN/m ³
Peso specifico	2.57	
Indice dei vuoti	0.744	
Porosità	42.7	%
Grado di saturazione	98.6	%
Limite di liquidità	67.7	%
Limite di plasticità	29.6	%
Indice di plasticità	38.1	%
Indice di consistenza	1.03	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	3.4	%
Sabbia	31.6	%
Limo	35.8	%
Argilla	29.2	%
D 10	0.000117	mm
D 50	0.012401	mm
D 60	0.026712	mm
D 90	0.732660	mm
Passante set. 10	96.6	%
Passante set. 42	83.1	%
Passante set. 200	65.9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	285	kPa	σ Rim	kPa
C_u	142	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	10.3	kPa	ϕ' 28.2 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
50.0 ÷ 100.0	14286	0.000352	2.42E-09
100.0 ÷ 200.0	14075	0.000298	2.08E-09
200.0 ÷ 400.0	14937	0.000972	6.38E-09
400.0 ÷ 800.0	18917	---	---
800.0 ÷ 1600.0	27239	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	39153	---	---

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00515	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 28.6 %

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00516	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 11/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.6 kN/m³

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00517 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 14/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21	Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.57**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.57**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00518	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 14/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 15/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

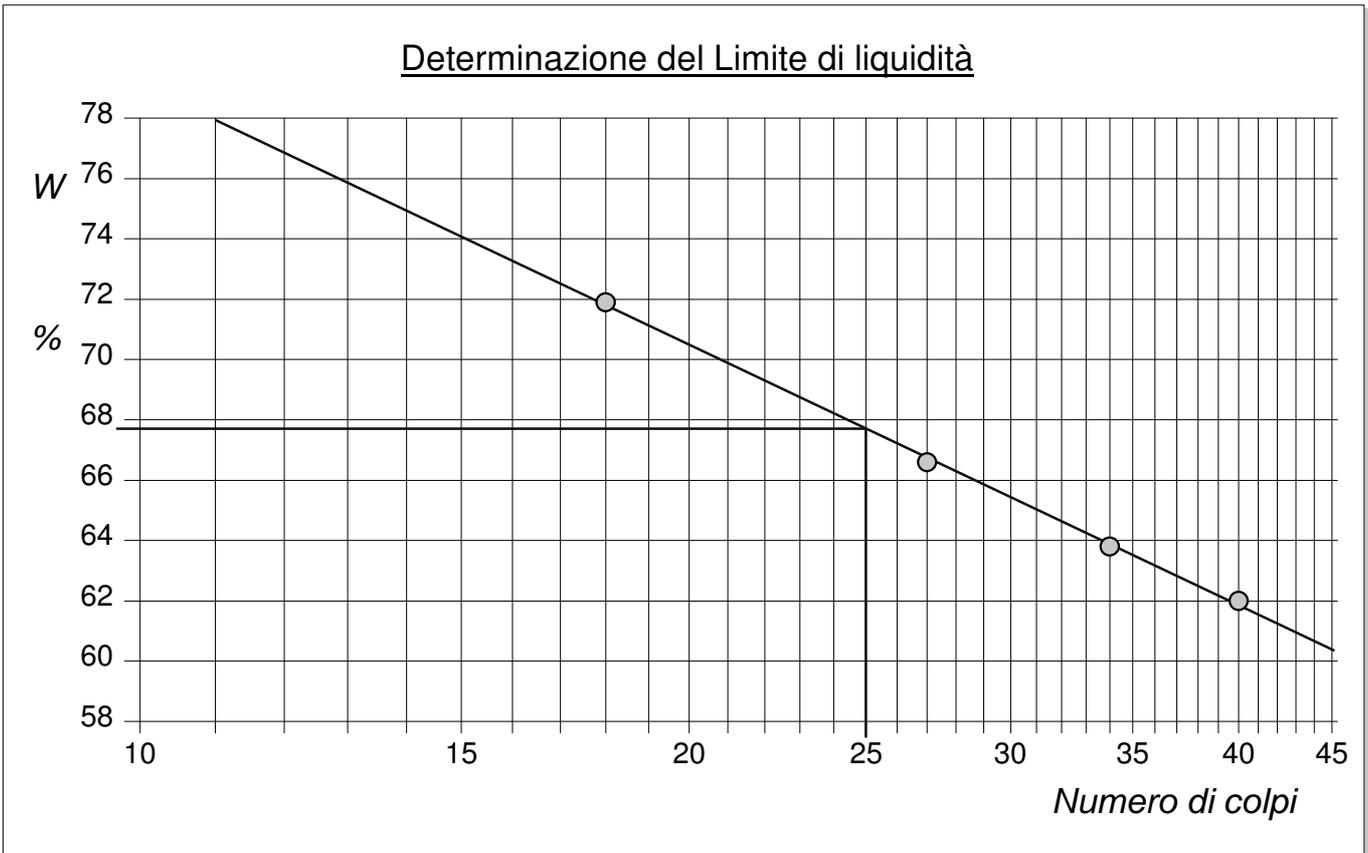
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	67.7 %
Limite di plasticità	29.6 %
Indice di plasticità	38.1 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	18	27	34	40	Umidità (%)	29.5	29.6
Umidità (%)	71.9	66.6	63.8	62.0	Umidità media	29.6	



Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche

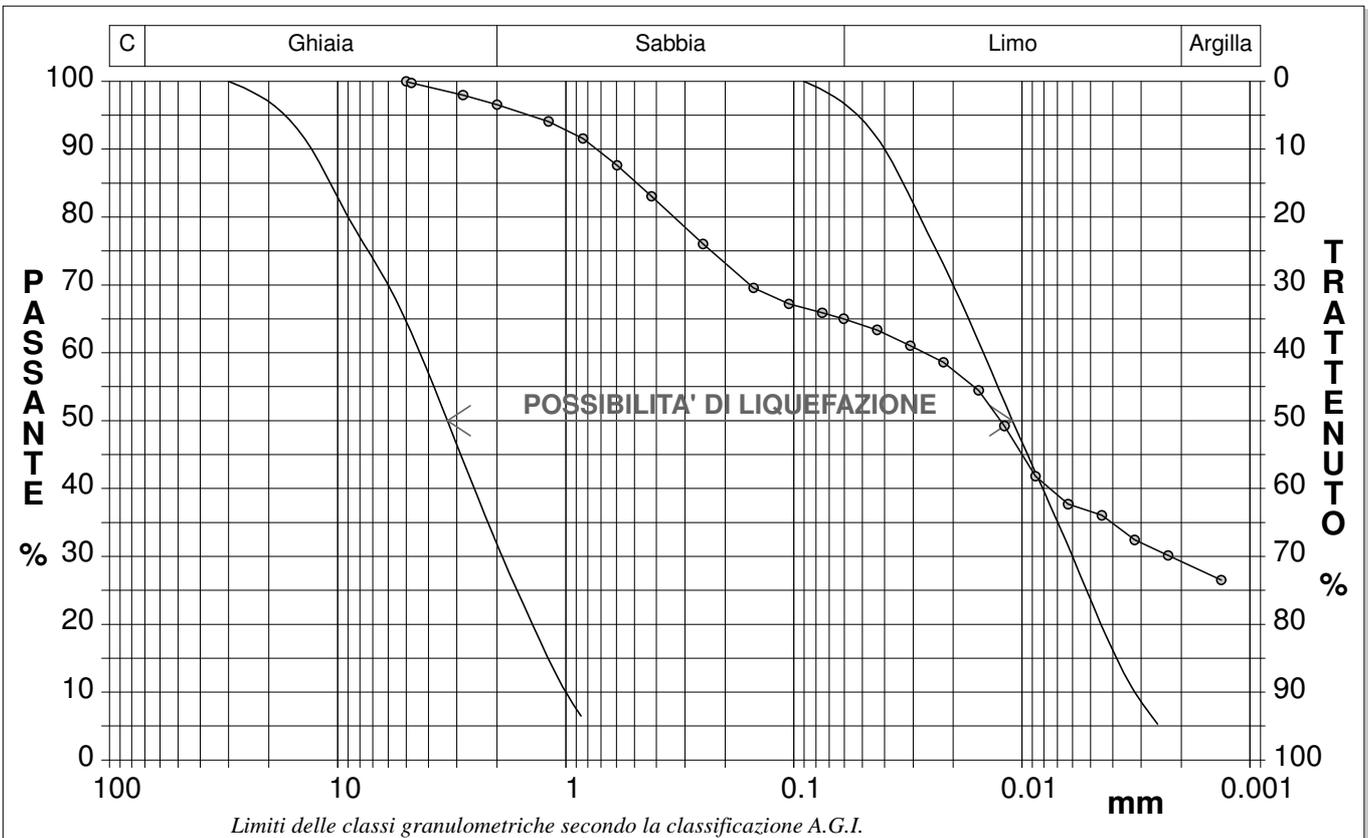
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00519	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	3.4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	96.6 %	D10	mm
Sabbia	31.6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	83.1 %	D30	0.00224 mm
Limo	35.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	65.9 %	D50	0.01240 mm
Argilla	29.2 %			D60	0.02671 mm
Coefficiente di uniformità		Coefficiente di curvatura		D90	0.73266 mm



Diametro mm	Passante %								
5.0000	100.00	0.8410	91.57	0.1050	67.21	0.0221	58.60	0.0045	36.05
4.7500	99.77	0.5950	87.64	0.0750	65.90	0.0155	54.48	0.0032	32.43
2.8200	97.98	0.4200	83.08	0.0605	65.02	0.0119	49.22	0.0023	30.12
2.0000	96.55	0.2500	76.04	0.0431	63.37	0.0087	41.81	0.0013	26.50
1.1900	94.07	0.1500	69.54	0.0309	61.07	0.0063	37.69		

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00520 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 13/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	18.57
Umidità (%)	28.7
Peso specifico	2.57
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.01
Volume provino (cm ³)	40.01
Volume dei vuoti (cm ³)	17.08
Indice dei vuoti	0.75
Porosità (%)	42.70
Saturazione (%)	98.9

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

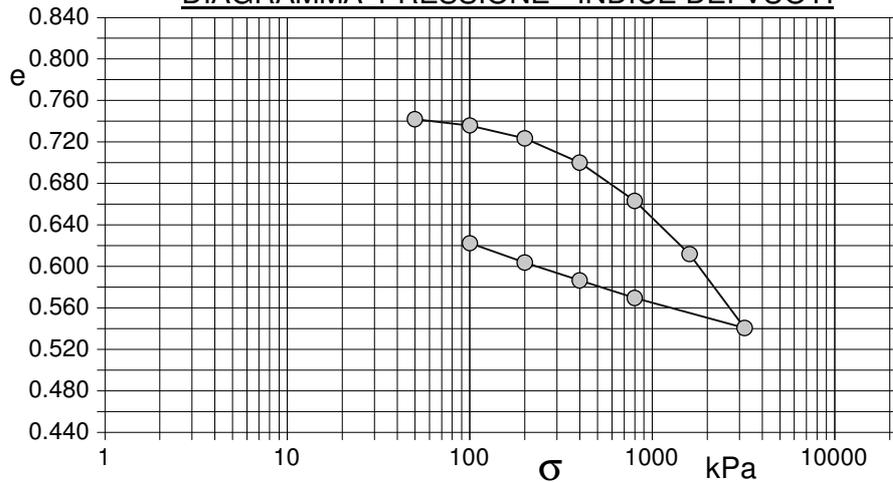
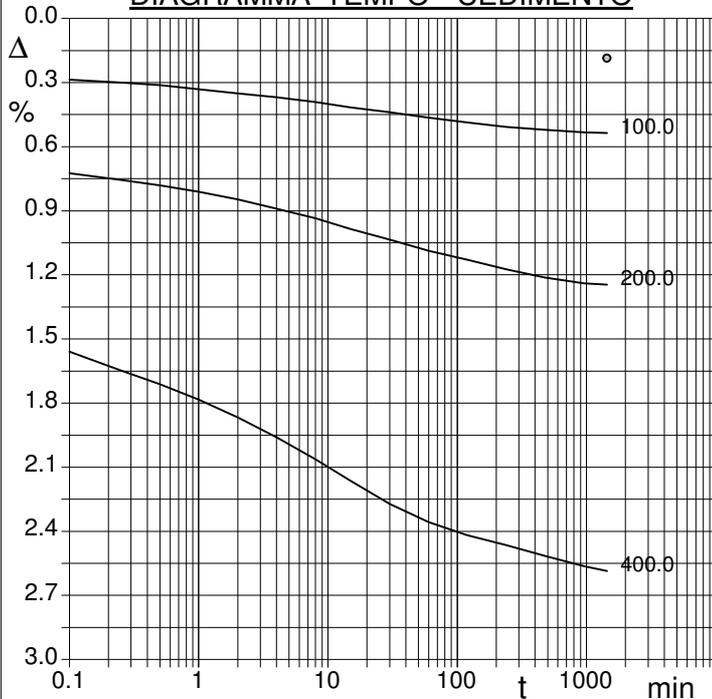


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
50.0	3.7	0.742	
100.0	10.7	0.736	0.020
200.0	24.9	0.723	0.041
400.0	51.7	0.700	0.078
800.0	94.0	0.663	0.123
1600.0	152.7	0.612	0.170
3200.0	234.5	0.541	0.237
800.0	201.3	0.570	
400.0	181.9	0.586	
200.0	162.1	0.604	
100.0	140.7	0.622	

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00520	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 13/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	3.7	0.00	10.7	0.00	24.9		
0.10	5.7	0.10	14.5	0.10	31.2		
0.25	6.0	0.25	15.1	0.25	32.9		
0.50	6.2	0.50	15.6	0.50	34.2		
1.00	6.6	1.00	16.2	1.00	35.7		
2.00	7.0	2.00	16.9	2.00	37.3		
4.00	7.4	4.00	17.8	4.00	39.2		
8.00	7.8	8.00	18.7	8.00	41.3		
15.00	8.3	15.00	19.7	15.00	43.3		
30.00	8.8	30.00	20.7	30.00	45.5		
60.00	9.3	60.00	21.8	60.00	47.1		
120.00	9.7	120.00	22.6	120.00	48.4		
240.00	10.1	240.00	23.5	240.00	49.3		
480.00	10.4	480.00	24.3	480.00	50.3		
960.00	10.7	960.00	24.8	960.00	51.3		
1440.00	10.7	1440.00	24.9	1440.00	51.7		

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

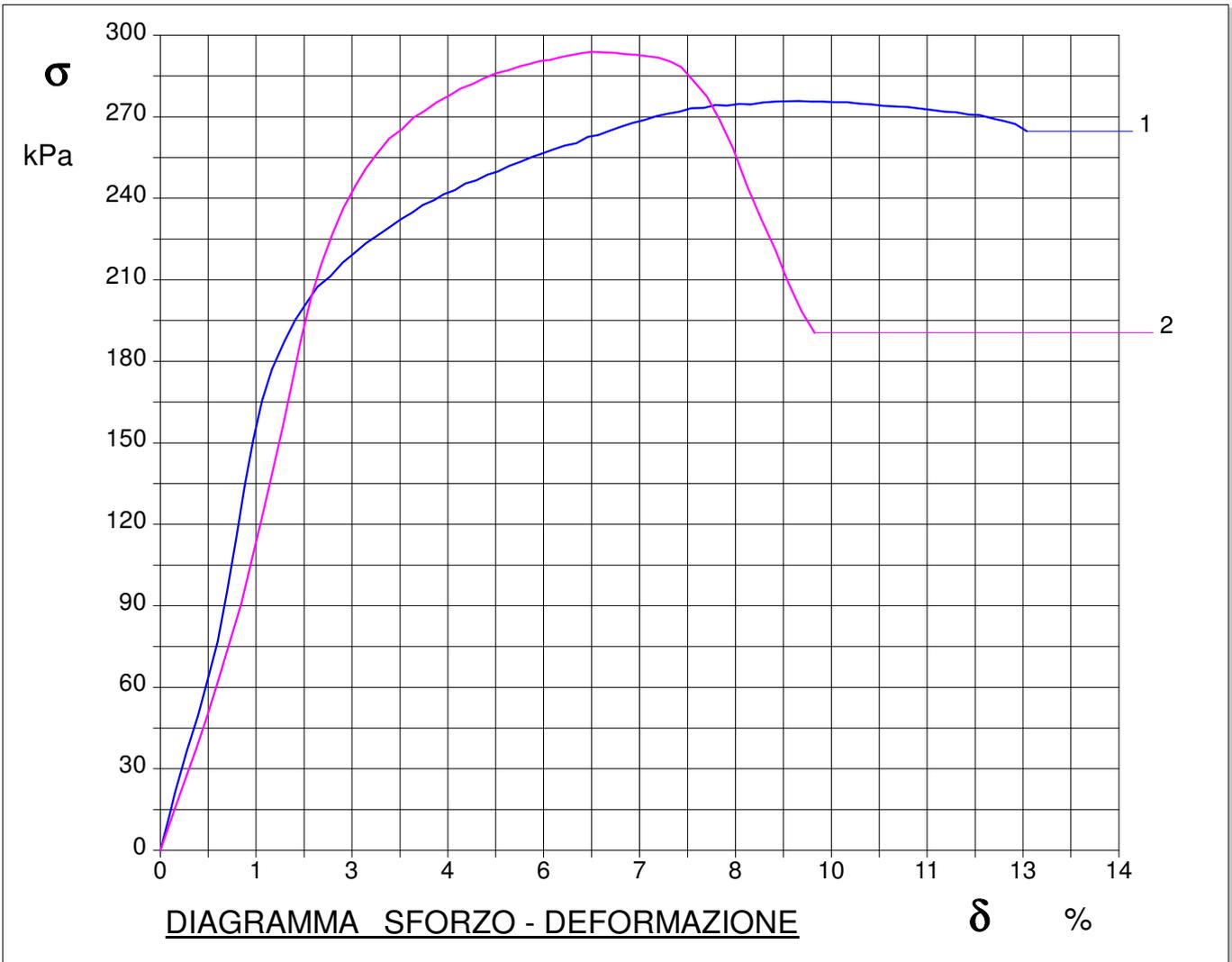
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00521	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 11/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m³):	18.4	18.2	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00521	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 11/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.13	13.1	6.07	260.2	0.18	12.5	6.31	293.9				
0.21	21.1	6.24	262.5	0.35	25.0	6.47	293.7				
0.39	36.5	6.40	263.3	0.53	37.4	6.62	293.5				
0.55	49.6	6.58	265.0	0.68	48.9	6.78	293.0				
0.70	64.0	6.73	266.4	0.84	61.9	6.95	292.8				
0.84	77.0	6.90	267.8	1.00	75.8	7.11	292.3				
0.97	95.2	7.07	268.8	1.19	91.0	7.27	291.8				
1.11	114.3	7.24	270.2	1.33	106.2	7.45	290.3				
1.24	134.7	7.41	271.2	1.49	122.6	7.61	288.3				
1.35	150.8	7.58	271.9	1.64	139.3	7.79	283.2				
1.49	165.6	7.76	273.2	1.79	155.7	7.98	277.4				
1.63	177.0	7.94	273.3	1.92	172.3	8.17	269.0				
1.81	187.1	8.11	274.3	2.06	187.9	8.36	258.4				
1.97	195.2	8.28	274.1	2.20	203.4	8.56	245.2				
2.13	201.3	8.46	274.8	2.35	215.7	8.77	232.9				
2.30	207.4	8.62	274.6	2.52	227.2	8.98	221.2				
2.48	211.2	8.80	275.2	2.68	236.5	9.17	209.0				
2.66	216.3	8.99	275.6	2.85	244.7	9.37	198.4				
2.83	219.8	9.15	275.7	3.01	251.1	9.56	190.5				
3.01	223.5	9.32	275.8	3.18	256.7						
3.18	226.4	9.50	275.5	3.34	262.0						
3.35	229.5	9.67	275.6	3.53	265.4						
3.51	232.3	9.85	275.3	3.70	269.7						
3.68	234.7	10.03	275.4	3.86	272.1						
3.83	237.5	10.20	274.9	4.04	275.3						
4.00	239.3	10.39	274.6	4.22	277.7						
4.14	241.5	10.57	274.0	4.38	280.4						
4.30	243.0	10.74	273.8	4.56	282.1						
4.46	245.4	10.92	273.6	4.74	284.4						
4.62	246.6	11.09	273.0	4.91	286.1						
4.78	248.7	11.26	272.5	5.09	287.2						
4.93	249.9	11.45	271.9	5.25	288.6						
5.10	251.9	11.62	271.7	5.39	289.4						
5.25	253.4	11.80	270.9	5.55	290.5						
5.42	255.1	11.97	270.6	5.69	291.0						
5.58	256.6	12.14	269.5	5.85	292.0						
5.74	258.0	12.33	268.3	6.01	292.8						
5.91	259.4	12.65	264.6	6.17	293.4						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00522	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 12/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.6 23.6	28.6 25.0	26.3 22.9
Peso di volume (kN/m³):	18.9	18.6	18.9
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

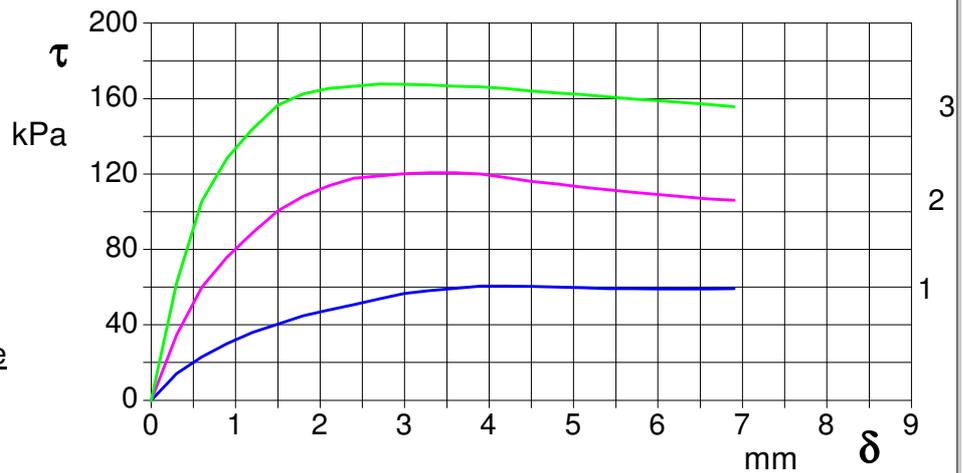
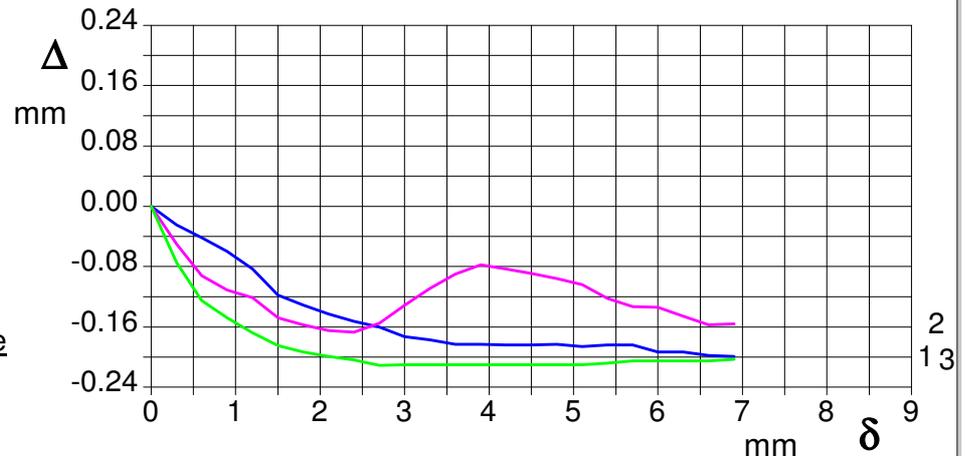


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 12/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	61		121		168	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.20	-0.18	3.30	-0.11	2.70	-0.21
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.6	23.6	28.6	25.0	26.3	22.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.9	19.4	18.6	18.9	18.9	19.3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	99.9	99.9	98.7	96.9	98.9	97.6

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 10.3 kPa
Angolo di attrito interno: 28.2 °

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

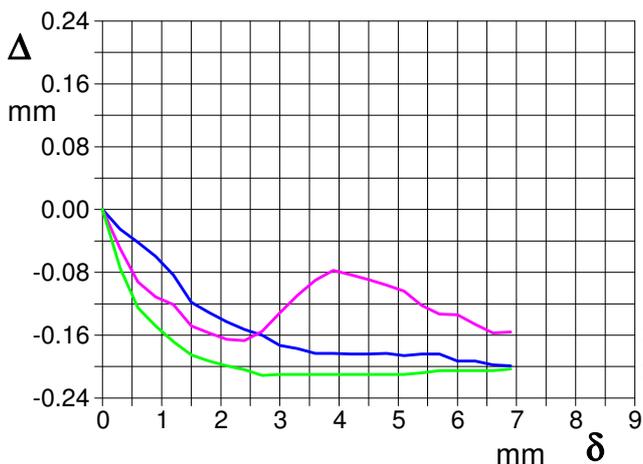
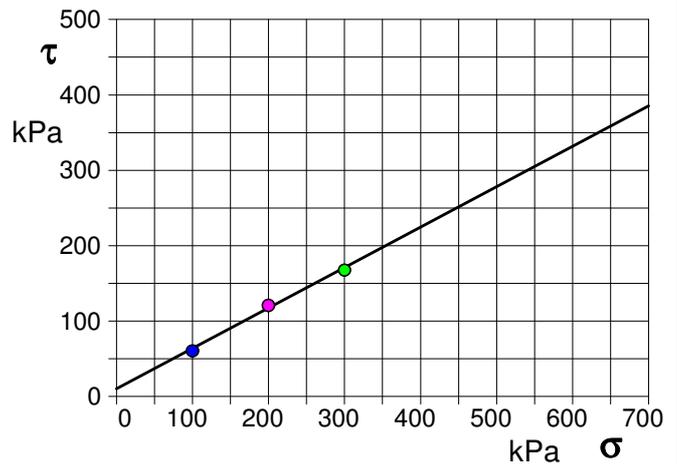


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

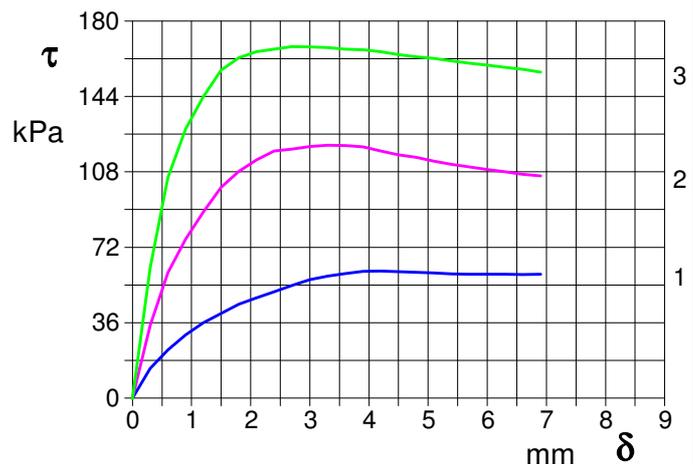


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con striature nerastre. Presenza di scorie millimetriche

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.50-9.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	30.0	%
Peso di volume	17.2	kN/m ³
Peso di volume secco	13.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	17.9	kN/m ³
Peso specifico	2.58	
Indice dei vuoti	0.911	
Porosità	47.7	%
Grado di saturazione	85.0	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	4.7	%
Sabbia	64.5	%
Limo	22.8	%
Argilla	8.0	%
D 10	0.003068	mm
D 50	0.192486	mm
D 60	0.262006	mm
D 90	0.944161	mm
Passante set. 10	95.3	%
Passante set. 42	79.1	%
Passante set. 200	32.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_u	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	2.9	kPa	ϕ' 28.6 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone scuro con presenza di minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00523	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	8.50-9.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 30.0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone scuro con presenza di minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00524	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 13/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	8.50-9.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 17.2 kN/m³

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone scuro con presenza di minerali vulcanici

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00525	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 14/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	8.50-9.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.58**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.58**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone scuro con presenza di minerali vulcanici

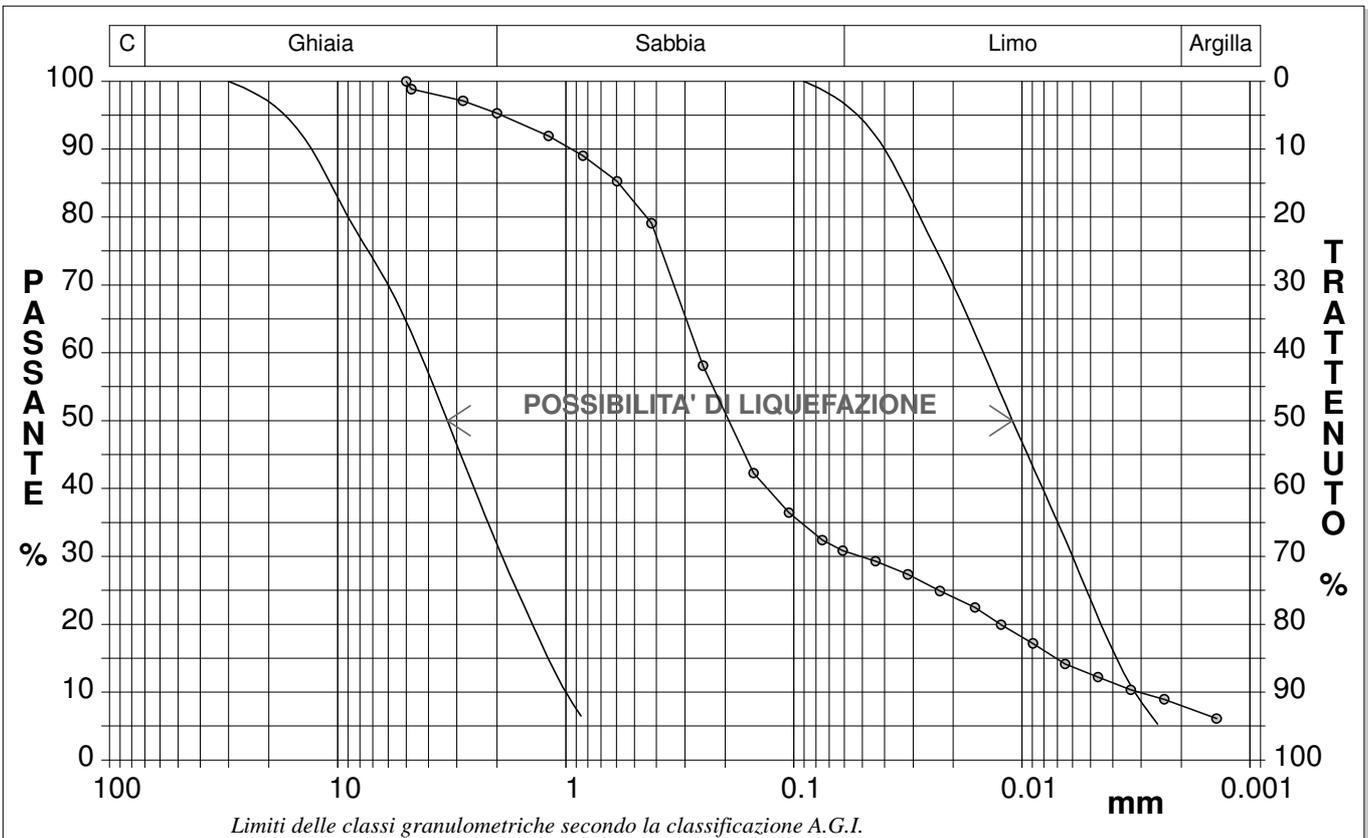
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00526	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	4.7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	95.3 %	D10	0.00307 mm	
Sabbia	64.5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	79.1 %	D30	0.05093 mm	
Limo	22.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	32.4 %	D50	0.19249 mm	
Argilla	8.0 %			D60	0.26201 mm	
Coefficiente di uniformità		85.40	Coefficiente di curvatura		3.23	
					D90	0.94416 mm



Diametro mm	Passante %								
5.0000	100.00	0.8410	89.02	0.1050	36.44	0.0229	24.90	0.0046	12.21
4.7500	98.85	0.5950	85.29	0.0750	32.41	0.0160	22.46	0.0033	10.34
2.8200	97.13	0.4200	79.08	0.0610	30.84	0.0123	19.94	0.0024	8.95
2.0000	95.29	0.2500	58.10	0.0438	29.30	0.0089	17.17	0.0014	6.11
1.1900	91.95	0.1500	42.27	0.0316	27.35	0.0065	14.16		

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone scuro con presenza di minerali vulcanici

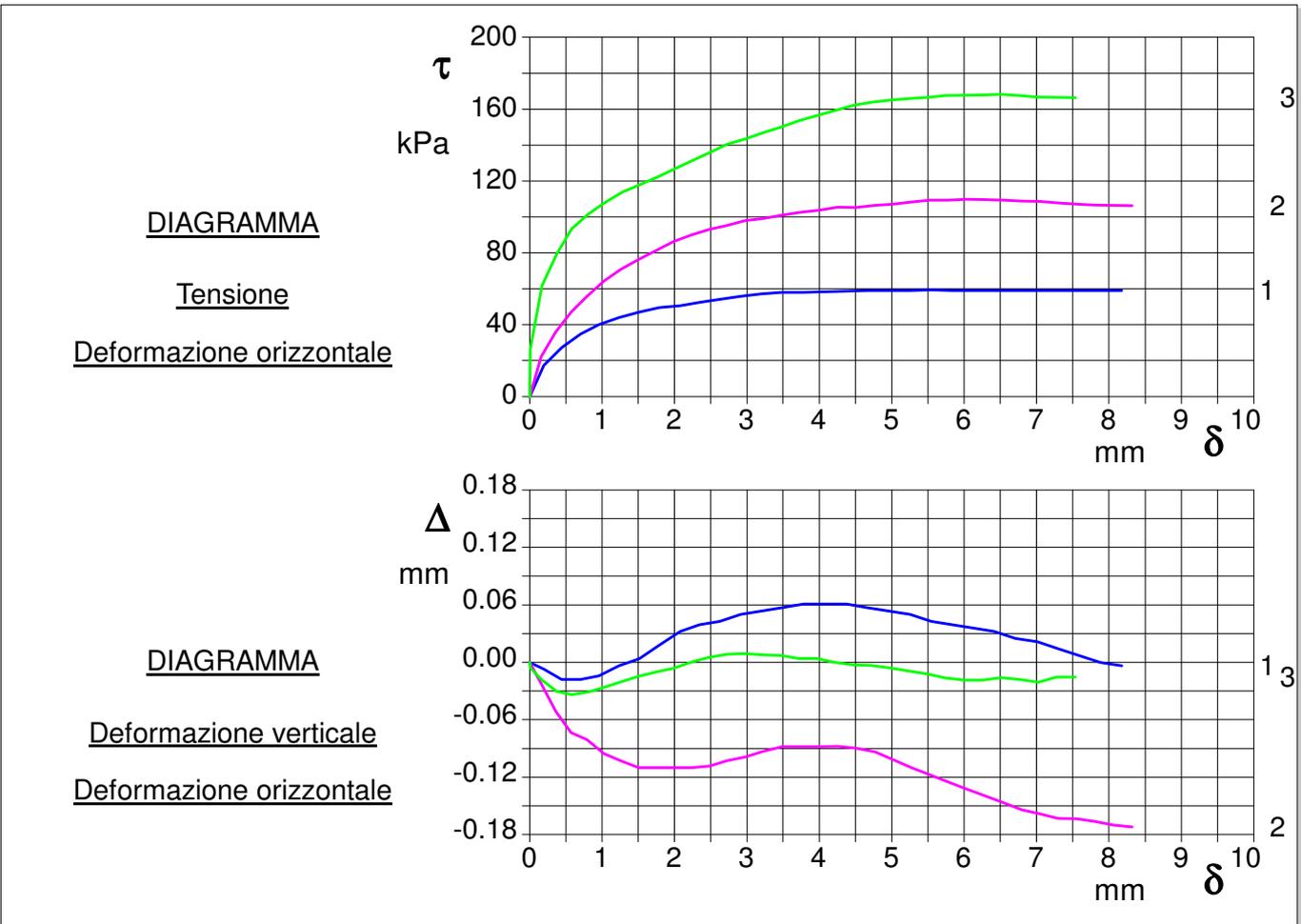
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00527	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 13/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21		
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	28.9 29.8	30.2 31.6	28.5 31.8
Peso di volume (kN/m³):	17.6	17.1	17.0
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.020 mm / min	



Sabbia limosa e argillosa di colore marrone scuro con presenza di minerali vulcanici



GEORES srl

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00527 Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22 Inizio analisi: 13/01/22

Apertura campione: 11/01/22 Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.196	17.4	-0.01	0.156	22.2	-0.02	0.009	26.6	-0.01
0.442	27.2	-0.02	0.361	36.1	-0.05	0.170	61.7	-0.02
0.704	34.8	-0.02	0.571	46.9	-0.07	0.373	79.3	-0.03
0.957	40.0	-0.01	0.792	55.9	-0.08	0.583	93.4	-0.03
1.235	43.9	0.00	1.024	64.3	-0.10	0.814	101.7	-0.03
1.514	46.9	0.00	1.256	70.6	-0.10	1.040	108.0	-0.03
1.792	49.5	0.02	1.504	76.3	-0.11	1.282	113.8	-0.02
2.078	50.5	0.03	1.741	81.3	-0.11	1.513	117.7	-0.01
2.348	52.5	0.04	1.984	86.3	-0.11	1.755	122.0	-0.01
2.626	54.1	0.04	2.237	90.0	-0.11	2.003	126.8	-0.01
2.913	55.7	0.05	2.480	93.0	-0.11	2.246	131.3	0.00
3.199	57.1	0.05	2.728	95.2	-0.10	2.482	135.7	0.01
3.485	58.0	0.06	2.976	98.0	-0.10	2.725	140.4	0.01
3.780	58.0	0.06	3.229	99.1	-0.09	2.972	143.3	0.01
4.074	58.4	0.06	3.488	101.1	-0.09	3.226	147.0	0.01
4.377	58.7	0.06	3.730	102.6	-0.09	3.468	150.0	0.01
4.663	59.0	0.06	3.994	103.7	-0.09	3.716	153.4	0.00
4.958	59.0	0.05	4.253	105.4	-0.09	3.963	156.4	0.00
5.253	59.0	0.05	4.507	105.2	-0.09	4.222	159.2	0.00
5.547	59.4	0.04	4.765	106.5	-0.09	4.470	162.0	0.00
5.833	59.0	0.04	5.024	107.1	-0.10	4.718	163.9	0.00
6.128	59.0	0.04	5.272	108.2	-0.11	4.977	164.9	-0.01
6.414	59.0	0.03	5.520	109.3	-0.12	5.230	165.8	-0.01
6.709	59.0	0.02	5.768	109.3	-0.12	5.494	166.5	-0.01
7.012	59.0	0.02	6.027	109.8	-0.13	5.742	167.7	-0.02
7.298	59.0	0.01	6.280	109.5	-0.14	6.006	167.8	-0.02
7.584	59.0	0.01	6.550	109.3	-0.15	6.259	167.9	-0.02
7.879	59.0	0.00	6.798	108.9	-0.15	6.507	168.2	-0.02
8.173	59.0	0.00	7.046	108.7	-0.16	6.766	167.6	-0.02
			7.294	107.8	-0.16	7.025	166.8	-0.02
			7.547	107.1	-0.16	7.278	166.6	-0.02
			7.806	106.7	-0.17	7.537	166.4	-0.02
			8.064	106.5	-0.17			
			8.318	106.3	-0.17			

Sperimentatore
Enrico Tallini

Direttore

Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 13/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 14/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 8.50-9.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	59		110		168	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.55	0.04	6.03	-0.13	6.51	-0.02
Umidità iniziale e umidità finale (%):	28.9	29.8	30.2	31.6	28.5	31.8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17.6	17.7	17.1	17.3	17.0	17.4
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	87.0	89.8	84.3	88.3	80.3	89.3

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 2.9 kPa
Angolo di attrito interno: 28.6 °

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

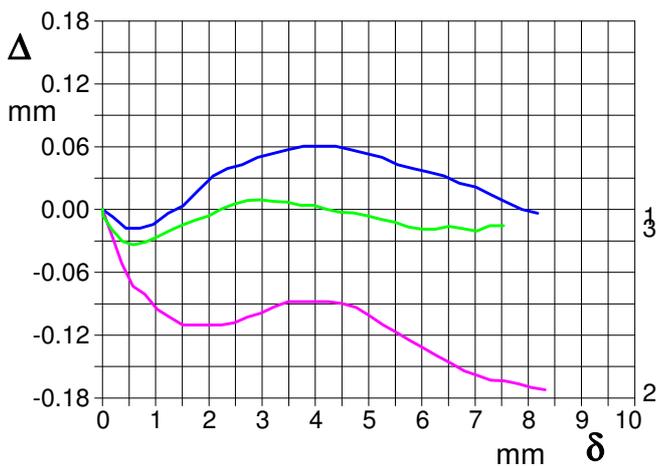
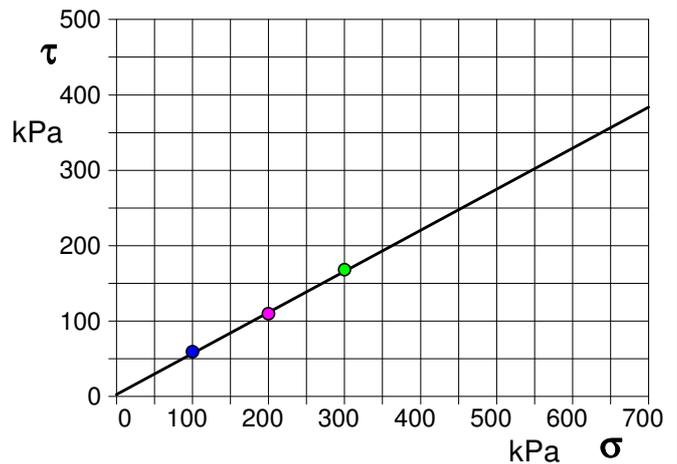


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

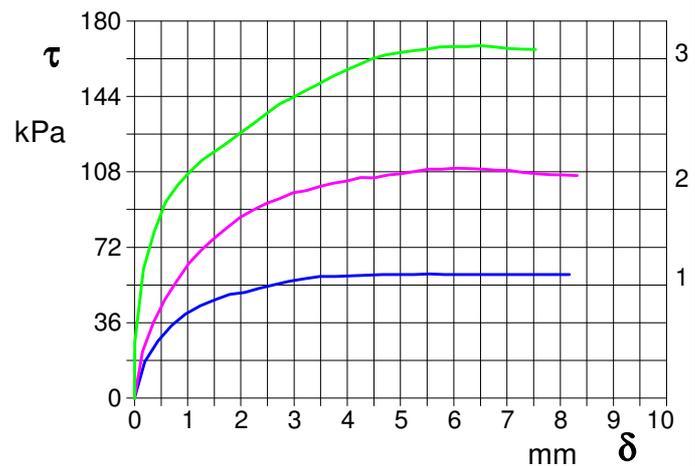


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone scuro con presenza di minerali vulcanici

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.50-15.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	28.0	%
Peso di volume	18.4	kN/m ³
Peso di volume secco	14.4	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.6	kN/m ³
Peso specifico	2.58	
Indice dei vuoti	0.760	
Porosità	43.2	%
Grado di saturazione	94.9	%
Limite di liquidità	44.9	%
Limite di plasticità	35.4	%
Indice di plasticità	9.5	%
Indice di consistenza	1.78	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.6	%
Sabbia	71.4	%
Limo	23.0	%
Argilla	5.0	%
D 10	0.006027	mm
D 50	0.313628	mm
D 60	0.404694	mm
D 90	0.791112	mm
Passante set. 10	99.4	%
Passante set. 42	61.5	%
Passante set. 200	29.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	173	kPa	σ Rim	kPa
C_u	87	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	5.5	kPa	ϕ' 31.3 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	4801	---	---
12.5 ÷ 25.0	5001	---	---
25.0 ÷ 50.0	5378	---	---
50.0 ÷ 100.0	6369	0.000356	5.48E-09
100.0 ÷ 200.0	8032	0.000159	1.95E-09
200.0 ÷ 400.0	11331	0.000165	1.43E-09
400.0 ÷ 800.0	18265	---	---
800.0 ÷ 1600.0	23881	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	38929	---	---

Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00528	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	14.50-15.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 28.0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00529	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 18/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 18/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	14.50-15.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.4 kN/m³

Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00530	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 20/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 21/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	14.50-15.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.58**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.58**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00531	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 20/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 21/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00	

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

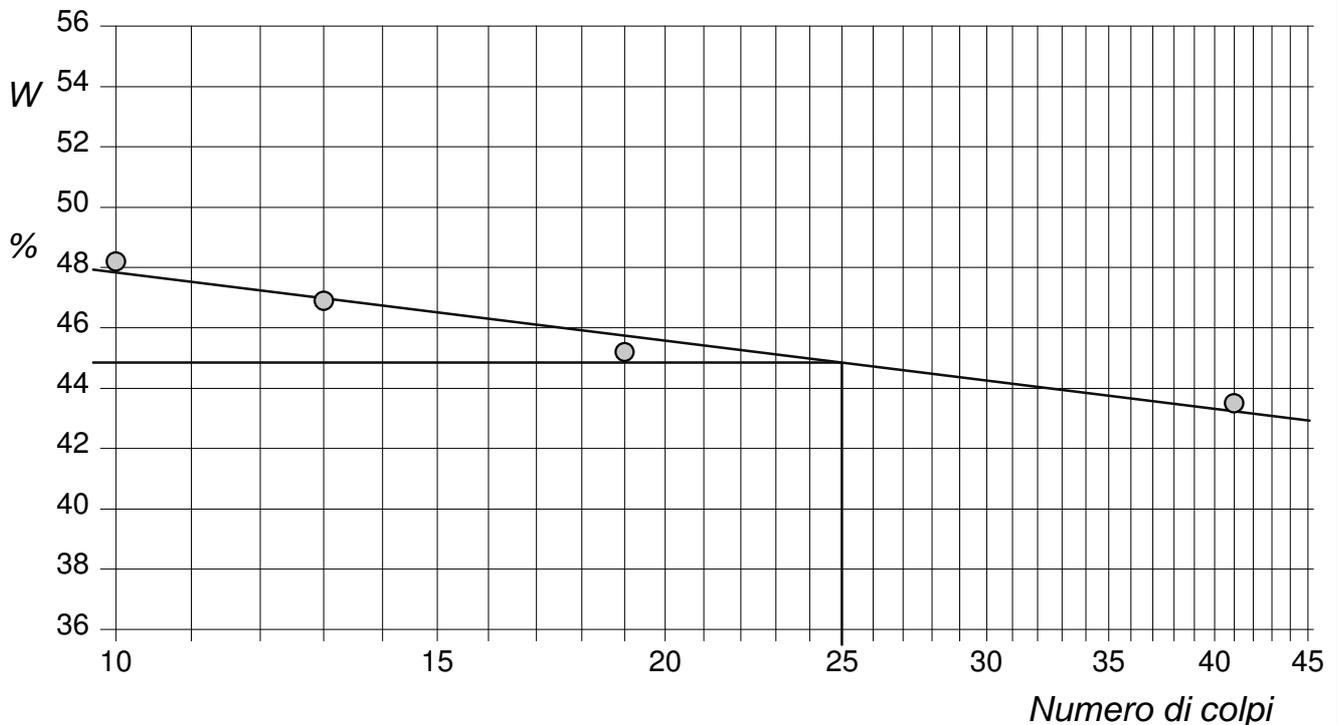
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	44.9 %
Limite di plasticità	35.4 %
Indice di plasticità	9.5 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	10	13	19	41	Umidità (%)	35.4	35.3
Umidità (%)	48.2	46.9	45.2	43.5	Umidità media	35.4	

Determinazione del Limite di liquidità



Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

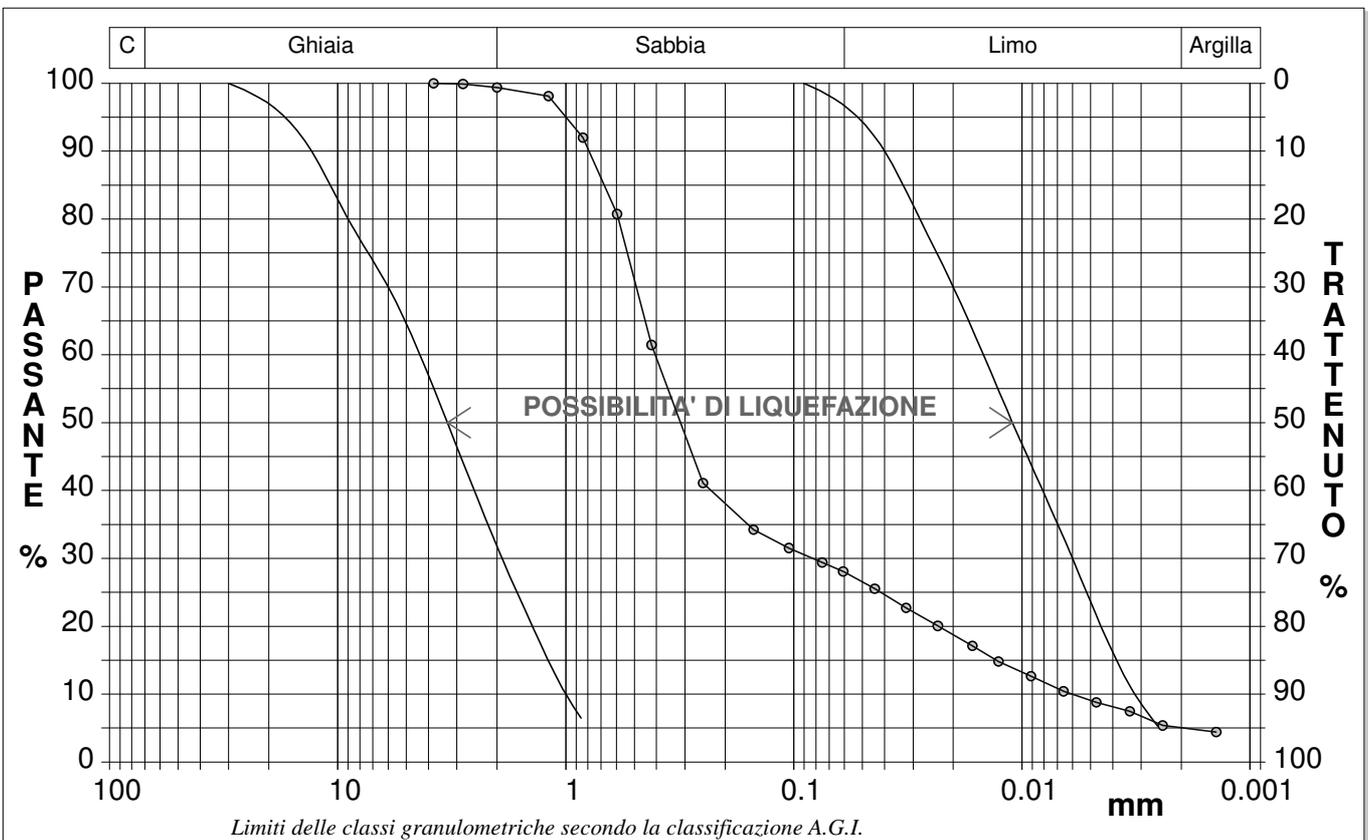
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00532	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 24/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 27/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 14.50-15.00	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.4 %	D10	0.00603 mm	
Sabbia	71.4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	61.5 %	D30	0.08262 mm	
Limo	23.0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	29.4 %	D50	0.31363 mm	
Argilla	5.0 %			D60	0.40469 mm	
Coefficiente di uniformità		67.15	Coefficiente di curvatura	2.80	D90	0.79111 mm



Diametro mm	Passante %								
3.8000	100.00	0.5950	80.73	0.0750	29.39	0.0165	17.10	0.0034	7.46
2.8200	99.90	0.4200	61.46	0.0608	28.07	0.0127	14.80	0.0024	5.38
2.0000	99.40	0.2500	41.11	0.0442	25.55	0.0091	12.65	0.0014	4.42
1.1900	98.11	0.1500	34.23	0.0322	22.73	0.0066	10.42		
0.8410	91.99	0.1050	31.52	0.0234	20.06	0.0047	8.79		

Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00533 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 11/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.50-15.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	18.36
Umidità (%)	27.7
Peso specifico	2.58
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.01
Volume provino (cm ³)	40.01
Volume dei vuoti (cm ³)	17.28
Indice dei vuoti	0.76
Porosità (%)	43.19
Saturazione (%)	94.0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

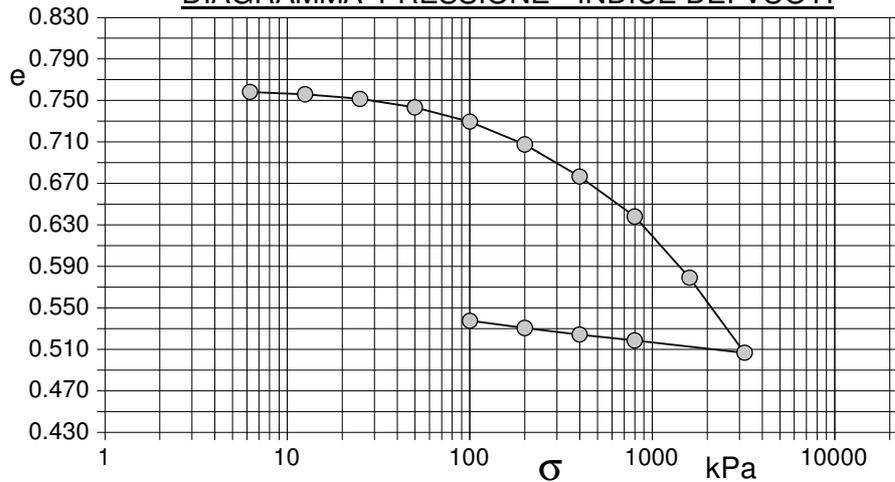
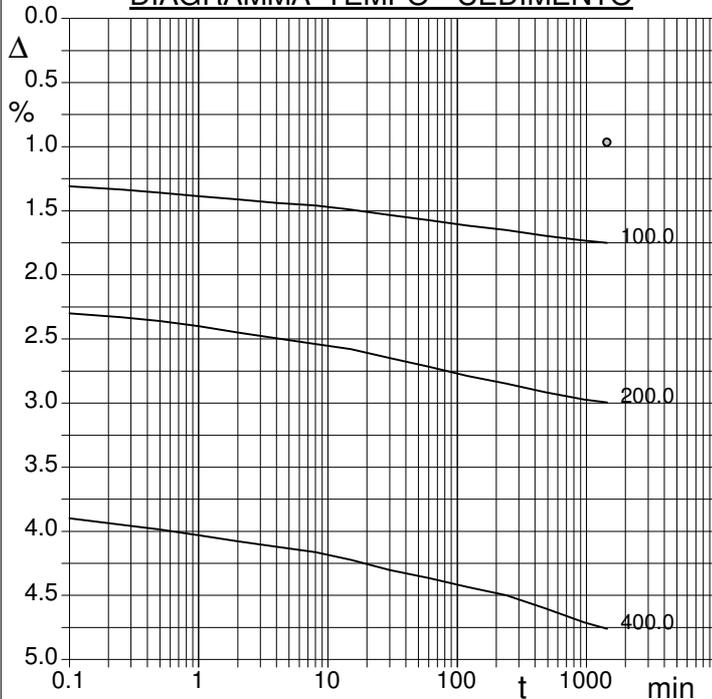


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	2.4	0.758	
12.5	5.0	0.756	0.008
25.0	10.0	0.752	0.015
50.0	19.3	0.743	0.027
100.0	35.0	0.730	0.046
200.0	59.9	0.708	0.073
400.0	95.2	0.677	0.103
800.0	139.0	0.638	0.128
1600.0	206.0	0.579	0.196
3200.0	288.2	0.507	0.240
800.0	274.7	0.519	
400.0	268.3	0.524	
200.0	261.1	0.531	
100.0	253.1	0.538	

Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

CERTIFICATO DI PROVA N°: **00533** Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **605** del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22 Inizio analisi: 11/01/22
Apertura campione: 11/01/22 Fine analisi: 28/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21
SONDAGGIO: S6.2 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14.50-15.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	19.3	0.00	35.0	0.00	59.9		
0.10	26.2	0.10	46.0	0.10	78.0		
0.25	26.7	0.25	46.6	0.25	79.0		
0.50	27.1	0.50	47.2	0.50	79.7		
1.00	27.7	1.00	48.0	1.00	80.6		
2.00	28.2	2.00	49.0	2.00	81.6		
4.00	28.8	4.00	49.9	4.00	82.4		
8.00	29.2	8.00	50.8	8.00	83.3		
15.00	29.8	15.00	51.6	15.00	84.4		
30.00	30.7	30.00	53.0	30.00	86.0		
60.00	31.5	60.00	54.3	60.00	87.3		
120.00	32.3	120.00	55.8	120.00	88.7		
240.00	33.0	240.00	56.9	240.00	90.0		
480.00	33.9	480.00	58.3	480.00	92.0		
960.00	34.7	960.00	59.5	960.00	94.2		
1440.00	35.0	1440.00	59.9	1440.00	95.2		

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

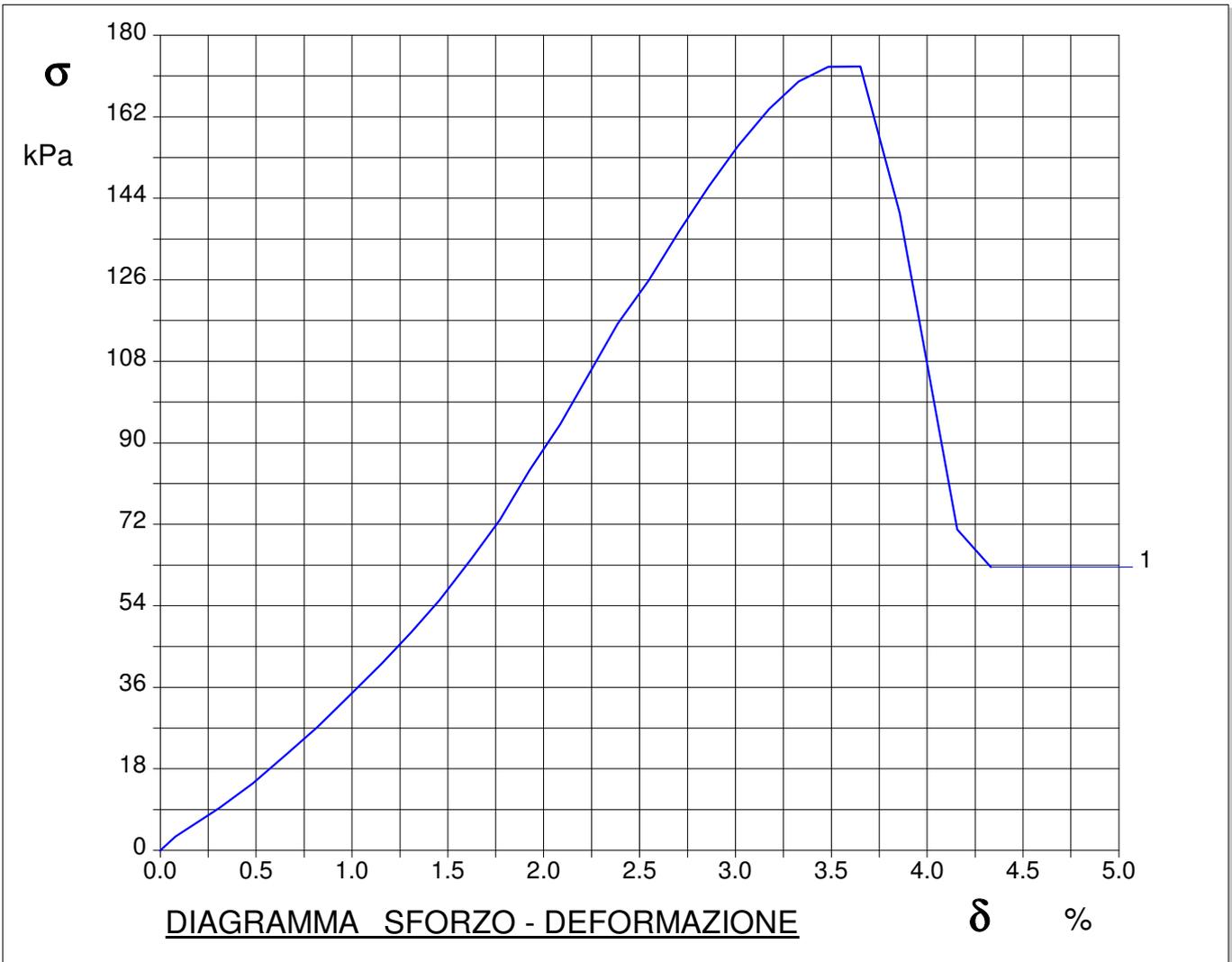
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00534	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 12/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	14.50-15.00

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

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



Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 00534** Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 12/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 13/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.50-15.00

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.08	3.0										
0.31	9.4										
0.48	14.8										
0.66	21.2										
0.82	27.3										
0.99	34.2										
1.16	41.3										
1.31	48.2										
1.46	55.2										
1.62	64.2										
1.77	73.0										
1.92	83.9										
2.09	94.1										
2.23	104.9										
2.39	116.4										
2.55	125.8										
2.71	136.9										
2.86	146.6										
3.02	155.6										
3.18	163.7										
3.33	169.8										
3.48	173.1										
3.65	173.1										
3.86	140.6										
4.16	70.9										
4.33	62.5										

*Roberto Bracaglia**Marco Ferrante*

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00535 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 18/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 19/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C3

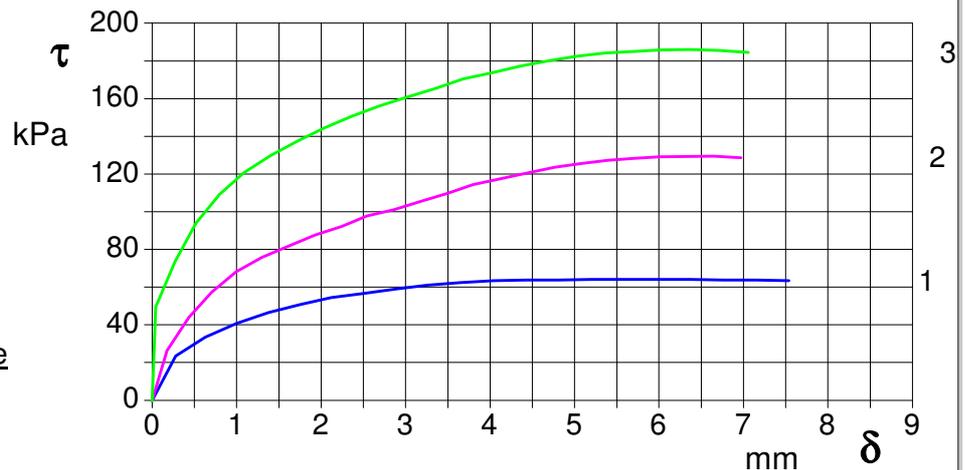
PROFONDITA': m 14.50-15.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

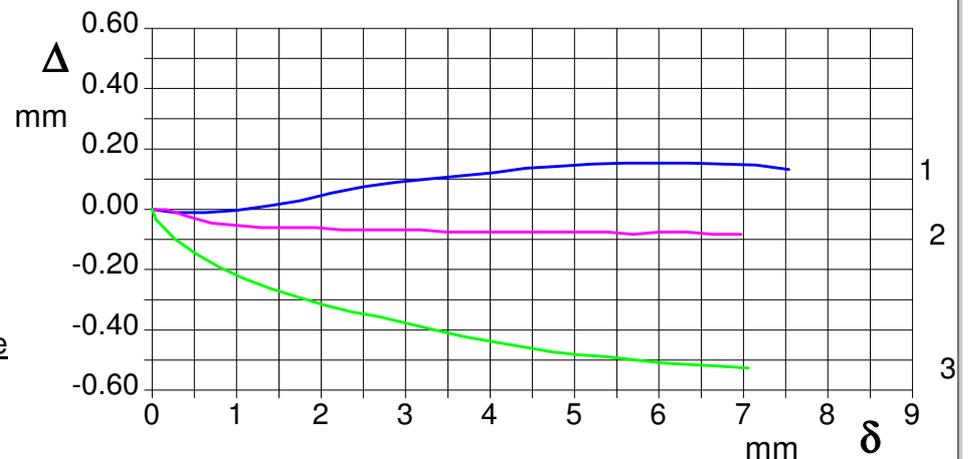
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	29.7 28.5	27.8 26.9	27.3 26.9
Peso di volume (kN/m³):	18.4	18.3	18.4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.020 mm / min		

DIAGRAMMA

Tensione
Deformazione orizzontale


DIAGRAMMA

Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00535	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 18/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 19/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.50-15.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.278	23.5	-0.01	0.178	26.3	0.00	0.044	49.5	-0.03
0.630	33.5	-0.01	0.437	43.9	-0.02	0.270	73.6	-0.10
0.998	40.7	0.00	0.706	57.3	-0.05	0.518	93.9	-0.15
1.374	46.6	0.01	0.997	68.0	-0.05	0.798	109.1	-0.19
1.751	50.7	0.03	1.299	75.7	-0.06	1.090	120.9	-0.23
2.119	54.5	0.05	1.612	81.7	-0.06	1.404	129.8	-0.26
2.504	56.6	0.07	1.930	87.6	-0.06	1.718	137.4	-0.29
2.888	59.0	0.09	2.243	92.2	-0.07	2.043	144.6	-0.32
3.264	61.1	0.10	2.544	97.7	-0.07	2.362	150.7	-0.34
3.649	62.4	0.11	2.857	101.0	-0.07	2.687	156.0	-0.36
4.042	63.5	0.12	3.175	105.4	-0.07	3.017	160.7	-0.38
4.426	63.8	0.14	3.493	109.5	-0.08	3.353	165.3	-0.40
4.811	63.8	0.14	3.800	114.4	-0.08	3.684	170.4	-0.42
5.203	64.2	0.15	4.118	117.4	-0.08	4.019	173.6	-0.44
5.588	64.2	0.15	4.436	120.5	-0.08	4.355	177.2	-0.45
5.973	64.2	0.15	4.760	123.6	-0.08	4.697	180.1	-0.47
6.365	64.2	0.15	5.078	125.6	-0.08	5.027	182.4	-0.48
6.758	63.8	0.15	5.391	127.2	-0.08	5.357	184.2	-0.49
7.151	63.8	0.15	5.698	128.2	-0.08	5.699	185.0	-0.50
7.535	63.5	0.13	6.005	129.1	-0.08	6.040	185.8	-0.51
			6.329	129.3	-0.08	6.376	186.0	-0.52
			6.647	129.5	-0.08	6.717	185.6	-0.52
			6.970	128.7	-0.08	7.059	184.4	-0.53

Sperimentatore
Enrico Tallini

Direttore

Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 18/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 19/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.50-15.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	64		129		186	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.20	0.15	6.65	-0.08	6.38	-0.52
Umidità iniziale e umidità finale (%):	29.7	28.5	27.8	26.9	27.3	26.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.4	18.5	18.3	18.6	18.4	18.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	98.1	97.3	93.8	95.1	93.4	97.7

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 5.5 kPa
Angolo di attrito interno: 31.3 °

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

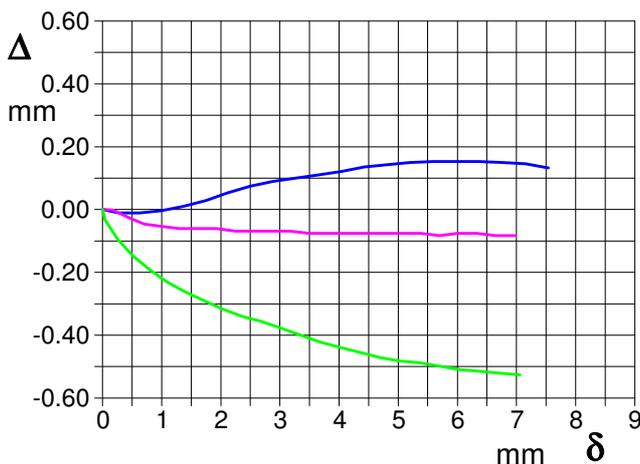
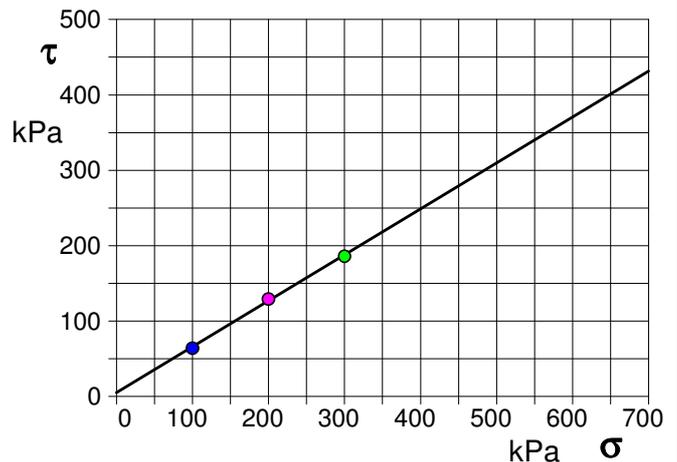


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

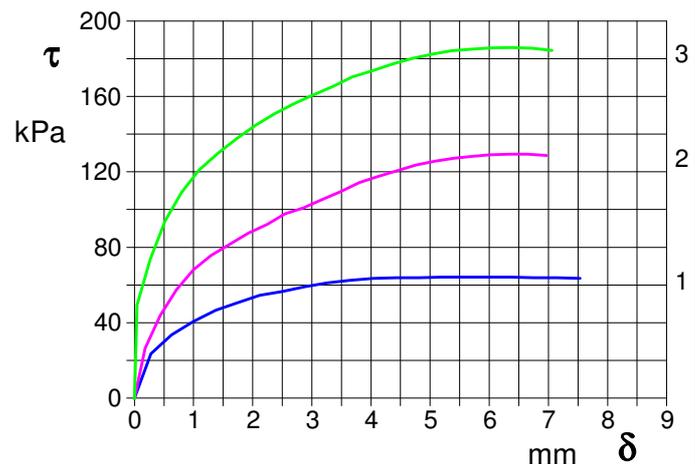


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Piroclastite costituita da sabbia limosa debolmente argillosa di colore marrone-ocraceo. Presenza di minerali vulcanici.

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 19.00-19.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	46.2	%
Peso di volume	16.4	kN/m ³
Peso di volume secco	11.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	16.7	kN/m ³
Peso specifico	2.58	
Indice dei vuoti	1.265	
Porosità	55.9	%
Grado di saturazione	94.4	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	19.9	%
Sabbia	44.6	%
Limo	29.4	%
Argilla	6.1	%
D 10	0.003472	mm
D 50	0.315605	mm
D 60	0.522606	mm
D 90	5.175830	mm
Passante set. 10	80.1	%
Passante set. 42	55.6	%
Passante set. 200	36.9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_u	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	4.0	kPa	ϕ' 31.7 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Piroclastite tufacea costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00536	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 11/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 12/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	19.00-19.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 46.2 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Piroclastite tufacea costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00537	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 17/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 17/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	19.00-19.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 16.4 kN/m³

Piroclastite tufacea costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00538	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 20/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 21/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m	19.00-19.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.58**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.58**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Piroclastite tufacea costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone

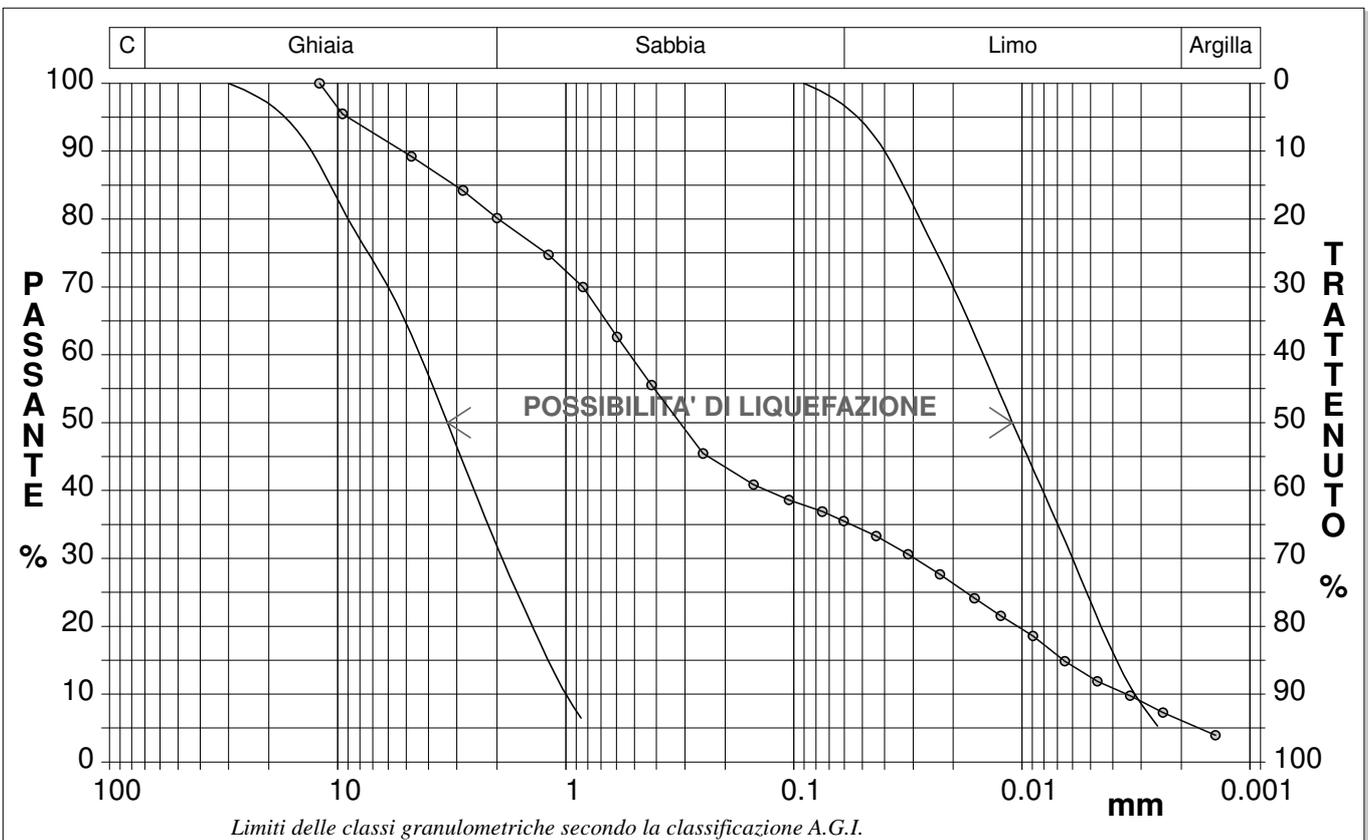
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00539	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 31/01/22	Inizio analisi: 24/01/22
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21		Apertura campione: 11/01/22	Fine analisi: 27/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21			
SONDAGGIO: S6.2	CAMPIONE: C4	PROFONDITA': m 19.00-19.50	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	19.9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	80.1 %	D10	0.00347 mm
Sabbia	44.6 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	55.6 %	D30	0.02958 mm
Limo	29.4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	36.9 %	D50	0.31560 mm
Argilla	6.1 %			D60	0.52261 mm
Coefficiente di uniformità		150.53	Coefficiente di curvatura		0.48
				D90	5.17583 mm



Diametro mm	Passante %								
12.0000	100.00	1.1900	74.72	0.1500	40.86	0.0316	30.59	0.0065	14.86
9.5200	95.50	0.8410	70.00	0.1050	38.62	0.0229	27.63	0.0047	11.90
4.7500	89.22	0.5950	62.64	0.0750	36.89	0.0161	24.12	0.0034	9.77
2.8200	84.20	0.4200	55.56	0.0604	35.50	0.0124	21.53	0.0024	7.28
2.0000	80.12	0.2500	45.47	0.0436	33.28	0.0089	18.57	0.0014	3.95

Piroclastite tufacea costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00540 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 17/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 18/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C4

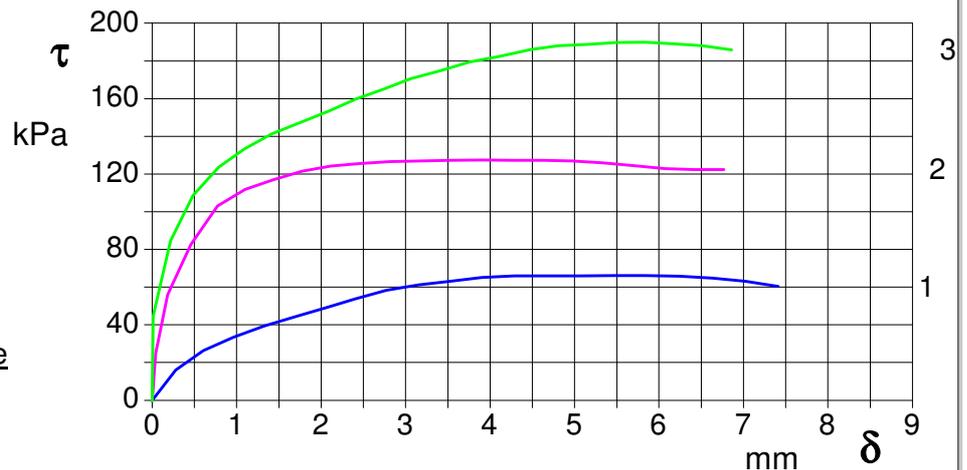
PROFONDITA': m 19.00-19.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

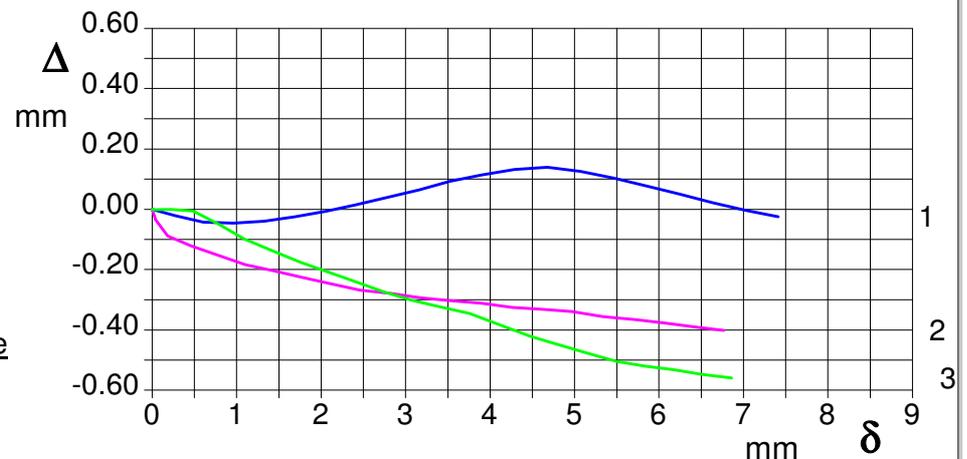
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	46.1 48.8	46.1 46.9	46.0 47.0
Peso di volume (kN/m³):	16.2	16.4	16.5
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.020 mm / min	

DIAGRAMMA

Tensione
Deformazione orizzontale


DIAGRAMMA

Deformazione verticale
Deformazione orizzontale

 Piroclastite tufacea costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone
 Il confezionamento dei provini è stato eseguito asportando gli inclusi più grossolani

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 605 del 27/12/21

DATA DI EMISSIONE: 31/01/22

Inizio analisi: 17/01/22

Apertura campione: 11/01/22

Fine analisi: 18/01/22

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Manufatto Acq. Pineta Sacchetti - Roma - O.d.s. 80/21

SONDAGGIO: S6.2

CAMPIONE: C4

PROFONDITA': m 19.00-19.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

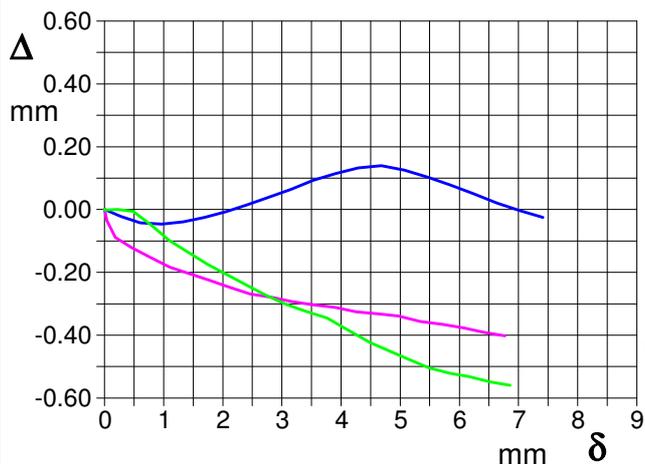
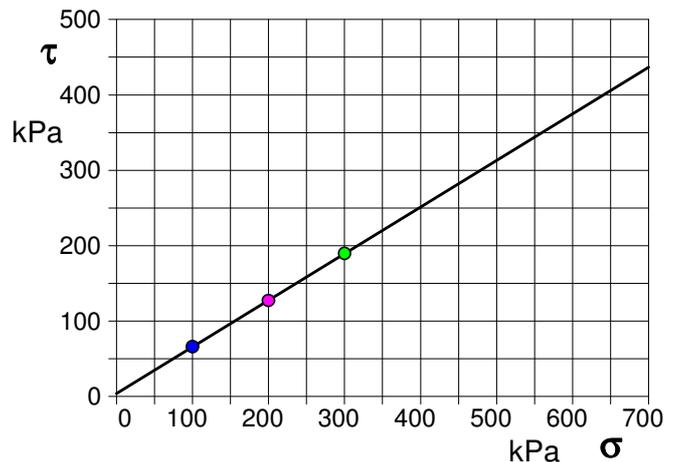
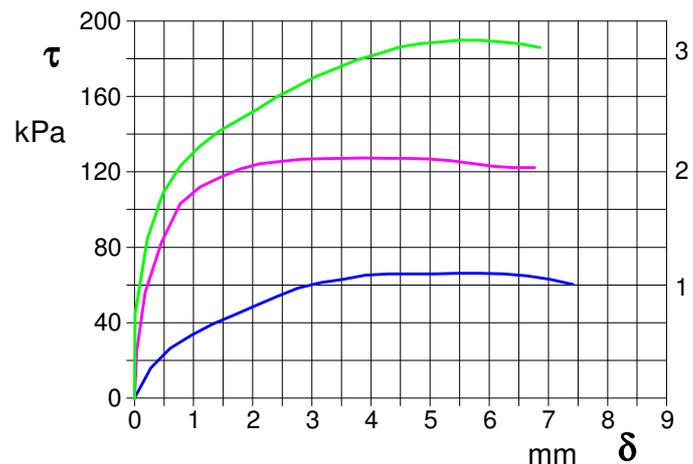
Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	66		127		190	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.47	0.10	3.90	-0.31	5.84	-0.52
Umidità iniziale e umidità finale (%):	46.1	48.8	46.1	46.9	46.0	47.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	16.2	16.5	16.4	16.5	16.5	16.6
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	92.5	97.9	95.0	96.7	95.4	97.3

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	4.0 kPa
Angolo di attrito interno:	31.7 °

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


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Piroclastite tufacea costituita da sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa di colore marrone
 Il confezionamento dei provini è stato eseguito asportando gli inclusi più grossolani

ALLEGATO 3

Prova Penetrometrica – DPSH

Caratteristiche tecniche generali “Penetrometro SP200SM”:

Gruppo motore: Centralina oleodinamica dotata di motore a scoppio bicilindrico, 4 tempi, 16Hp di potenza ed avviamento elettrico.

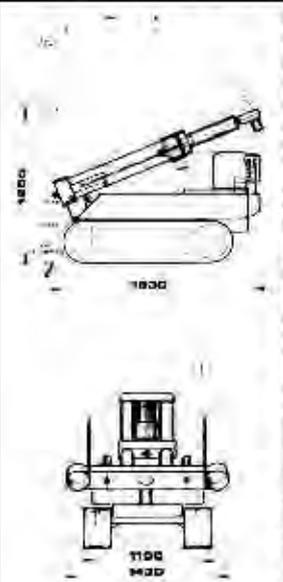
Sistema di infissione: In acciaio, è costituito da due cilindri oleodinamici a doppio effetto e da un trave in acciaio di collegamento e contrasto

Chiavi idrauliche

ed automatiche: Potenziate, scorrenti su guida in acciaio, permettono l'infissione e l'estrazione delle coclee senza nessuno sforzo da parte dell'operatore, in quanto sono dotate di un sistema idraulico automatico, spingente in fase di ancoraggio e di recupero a fine prova

Sistema di misura: Idraulico con lettura diretta dei valori di Rp-RI-Rt su due manometri ad alta precisione ed a scala differenziata

Forniture opzionali: Campione in fustella in PVC

● DIMENSIONI E PESI		
	Centralina oleodinamica	Kg 065
	Apparato d'infissione	Kg 190
	Sistema di misura	Kg 005
	Asta completa Ø 36x1000 mm	Kg 007,5
	Chiave idraulica automatica completa	Kg 032
	Coclea d'ancoraggio Ø 200x1300 mm	Kg 022
	Gruppo DPSH asta Ø 32x900 mm	Kg 130 Kg 005,5
	Gruppo penetrometro dinamico asta Ø 22x700 mm	Kg 30+13 Kg 002,1
	Gruppo sonda coclea Ø 70x800 mm	Kg 026
	prolunga Ø 34x800 mm	Kg 004,5 Kg 003,0
	Peso complessivo SP200 SM	Kg 1010
	Peso complessivo SP200 SM con gruppo DPSH	Kg 1140

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Acea Elaborsi spa Descrizione: Manufatto ACQ. PINETA Localita': Comune di Roma	Operatore prova: Tecnogeo Group srl Numero certificati allegati: 2
---	---

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: Deep Drill SP200-SM

	Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente		73 Kg
Altezza di caduta libera		0.75 m
Peso sistema di battuta		5 Kg
Diametro punta conica		50.46 mm
Area di base punta		20 cm ²
Lunghezza delle aste		0.9 m
Peso aste a metro		5 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta		0.80 m
Avanzamento punta		0.30 m
Numero colpi per punta		N(30)
Coeff. Correlazione		1.199
Rivestimento/fanghi		No
Angolo di apertura punta		60 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'ingfiere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi \square) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura \square);
- avanzamento (penetrazione) \square ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \square 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \square M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \square 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\delta = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A = 20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente $M = 63.5$ kg, altezza caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\delta = 20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M peso massa battente.

M' peso aste.

H altezza di caduta.

A area base punta conica.

δ passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (e/ N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa' \sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C _s	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C _d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C _r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
 - la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
 - i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.
-

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che

corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
 - Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
 - Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\phi > 5$ t/mq.
 - De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
 - Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
 - Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
 - Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\phi > 15$ t/mq.
 - Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
-

-
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
 - Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (% di limo > 5% a profondità < 3 m.
 - Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)
-

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio $\bar{\sigma}$ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio Vs (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
 - Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
 - Terzaghi-Peck (1948). Cu (min-max).
 - Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensibilità > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
 - Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
 - (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu- N_{spt} -grado di plasticità).
 - Schmertmann (1975), Cu (Kg/cm²) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
-

-
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
 - Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
 - Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
 - Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
 - Begemann.
 - De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP < 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP < 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt < 30) medie e molli (Nspt < 4) e argille sabbiose (Nspt = 6-12).

Modulo Di Young (E_γ)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.
-

PROVA ...DPSH 6.1

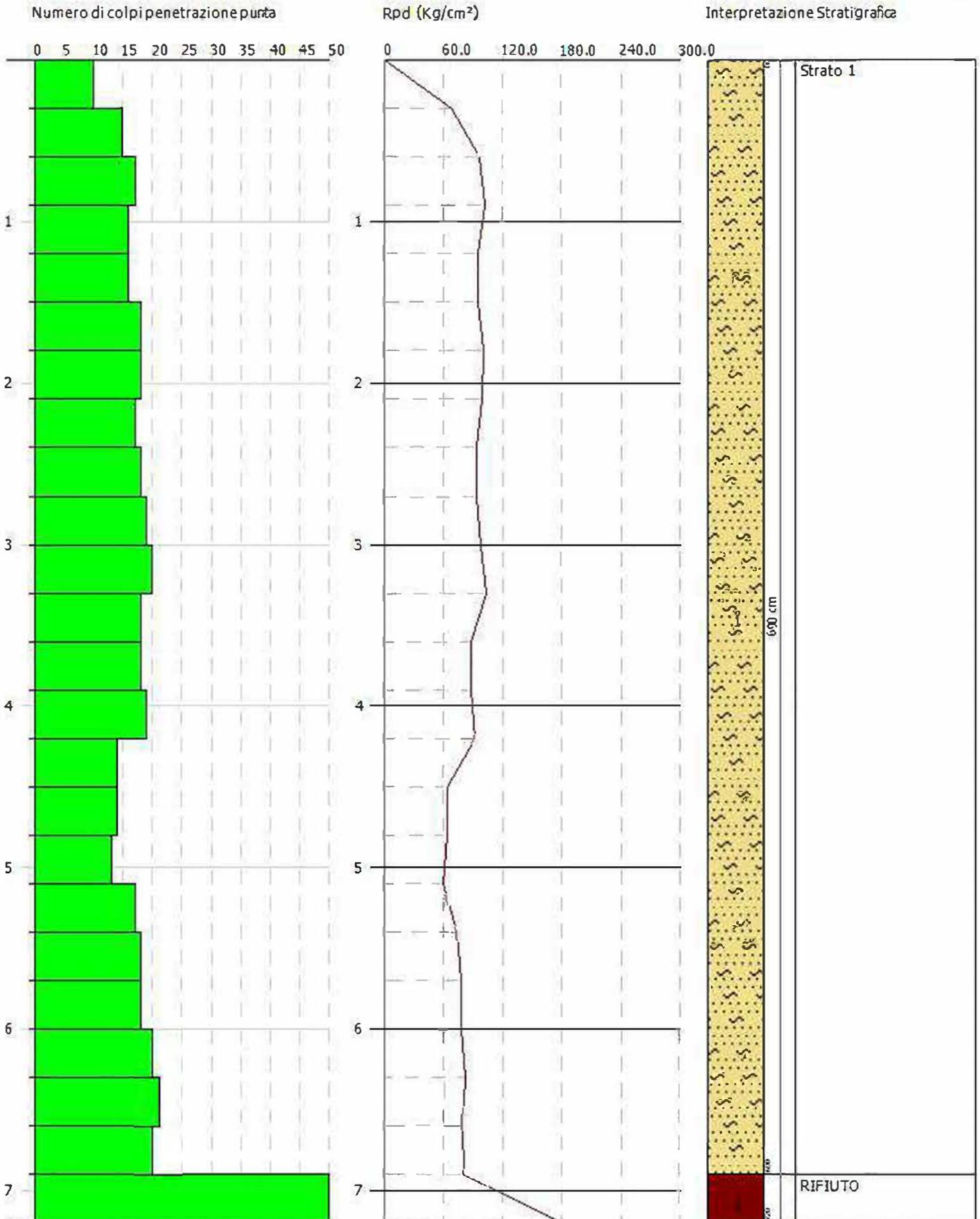
Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM
 Prova eseguita in data 09-12-2021
 Profondita' prova 7.20 mt
 Falda non rilevata

Verbale di accettazione nr. 80/21

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	10	0.853	68.43	80.26	3.42	4.01
0.60	15	0.797	95.95	120.38	4.80	6.02
0.90	17	0.792	101.86	128.68	5.09	6.43
1.20	16	0.786	95.23	121.11	4.76	6.06
1.50	16	0.781	94.61	121.11	4.73	6.06
1.80	18	0.776	100.09	128.93	5.00	6.45
2.10	18	0.772	99.49	128.93	4.97	6.45
2.40	17	0.767	93.41	121.76	4.67	6.09
2.70	18	0.763	93.33	122.35	4.67	6.12
3.00	19	0.759	97.98	129.15	4.90	6.46
3.30	20	0.755	102.60	135.94	5.13	6.80
3.60	18	0.751	87.41	116.41	4.37	5.82
3.90	18	0.747	86.98	116.41	4.35	5.82
4.20	19	0.744	91.38	122.88	4.57	6.14
4.50	14	0.740	63.93	86.35	3.20	4.32
4.80	14	0.737	63.65	86.35	3.18	4.32
5.10	13	0.734	58.85	80.18	2.94	4.01
5.40	17	0.731	73.26	100.21	3.66	5.01
5.70	18	0.728	77.27	106.11	3.86	5.31
6.00	18	0.725	76.98	106.11	3.85	5.31
6.30	20	0.723	81.61	112.90	4.08	5.65
6.60	21	0.670	79.47	118.55	3.97	5.93
6.90	20	0.718	81.06	112.90	4.05	5.65
7.20	RIFIUTO	-	-	-	-	-

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
6.9	17.13	113.22	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.31	0.72	1.2	19	Strato 1



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	Terzaghi-Peck	1.28

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	Robertson (1983)	28.50

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	Stroud e Butler (1975)	116.24

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	Apollonia	190.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	Meyerhof	2.10

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	Meyerhof	2.31

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Meyerhof 1957	76.69

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Shioi-Fukuni (1982)	31.88

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Bowles (1982)	170.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Begemann (1974)	66.49

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità' di Volume (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Terzaghi-Peck 1948	1.58

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità' Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Terzaghi-Peck 1948	1.99

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Ohsaki & Iwasaki	1035.00

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Navfac 1971-1982	3.87

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	19.00	0.00-6.90	19.00	Robertson 1983	38.00



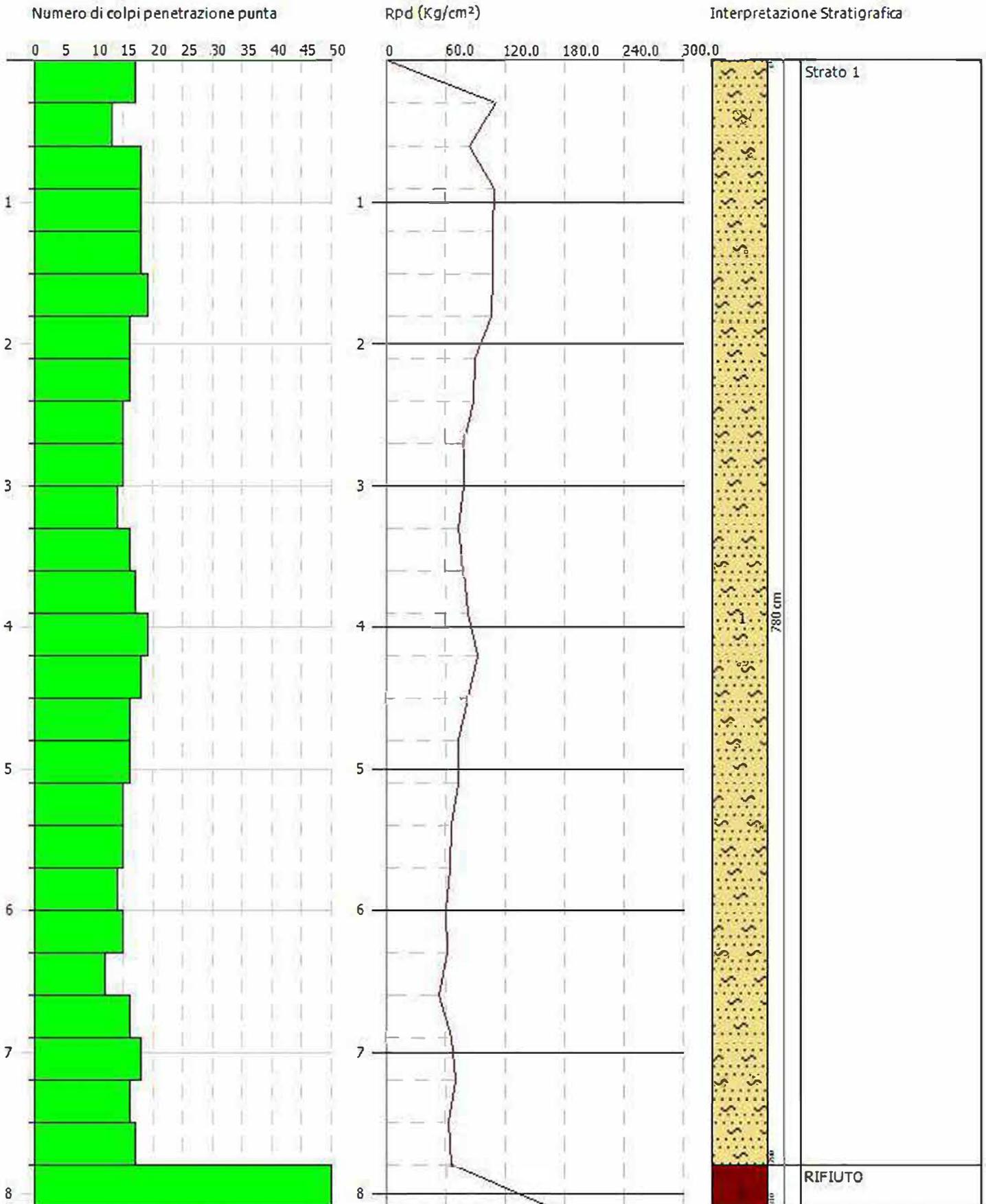
PROVA ...DPSH 6.2

Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM
 Prova eseguita in data 09-12-2021
 Profondita' prova 8.10 mt
 Falda non rilevata

Verbale di accettazione nr. 80/21
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	17	0.803	109.52	136.44	5.48	6.82
0.60	13	0.797	83.15	104.33	4.16	5.22
0.90	18	0.792	107.85	136.25	5.39	6.81
1.20	18	0.786	107.13	136.25	5.36	6.81
1.50	18	0.781	106.44	136.25	5.32	6.81
1.80	19	0.776	105.65	136.09	5.28	6.80
2.10	16	0.772	88.43	114.60	4.42	5.73
2.40	16	0.767	87.92	114.60	4.40	5.73
2.70	15	0.763	77.78	101.96	3.89	5.10
3.00	15	0.759	77.35	101.96	3.87	5.10
3.30	14	0.755	71.82	95.16	3.59	4.76
3.60	16	0.751	77.70	103.48	3.88	5.17
3.90	17	0.747	82.15	109.94	4.11	5.50
4.20	19	0.744	91.38	122.88	4.57	6.14
4.50	18	0.740	82.19	111.02	4.11	5.55
4.80	16	0.737	72.74	98.69	3.64	4.93
5.10	16	0.734	72.44	98.69	3.62	4.93
5.40	15	0.731	64.64	88.42	3.23	4.42
5.70	15	0.728	64.39	88.42	3.22	4.42
6.00	14	0.725	59.87	82.53	2.99	4.13
6.30	15	0.723	61.21	84.68	3.06	4.23
6.60	12	0.770	52.19	67.74	2.61	3.39
6.90	16	0.718	64.85	90.32	3.24	4.52
7.20	18	0.716	69.76	97.48	3.49	4.87
7.50	16	0.713	61.82	86.65	3.09	4.33
7.80	17	0.711	65.49	92.07	3.27	4.60
8.10	RIFIUTO	-	-	-	-	-

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
7.8	16.12	105.27	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.31	0.82	1.2	18	Strato 1



TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	Terzaghi-Peck	1.22

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	Robertson (1983)	27.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	Stroud e Butler (1975)	110.12

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	Apollonia	180.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	Meyerhof	2.09

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	Meyerhof	2.30

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Meyerhof 1957	72.29

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Shioi-Fukuni (1982)	31.43

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Bowles (1982)	165.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Begemann (1974)	64.44

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Terzaghi-Peck 1948	1.57

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Terzaghi-Peck 1948	1.98

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Ohsaki & Iwasaki	983.72

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Navfac 1971-1982	3.69

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	18.00	0.00-7.80	18.00	Robertson 1983	36.00



ALLEGATO 4

Indagine Geofisica

Down hole

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo DoReMi":

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



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

**Prospezione Geofisica
Down Hole**

RIFERIMENTO: Manufatto ACQ. PINETA SACCHETTI - Comune di Roma (RM)

Gennaio 2022

RELAZIONE GEOFISICA

Metodologia d'indagine

Per una definizione sismo-stratigrafica di dettaglio, è stata eseguita un'indagine sismica di tipo Down Hole nel foro di sondaggio, presso il foro del sondaggio S6.1 nel comune di Roma (RM).

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

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono in:

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

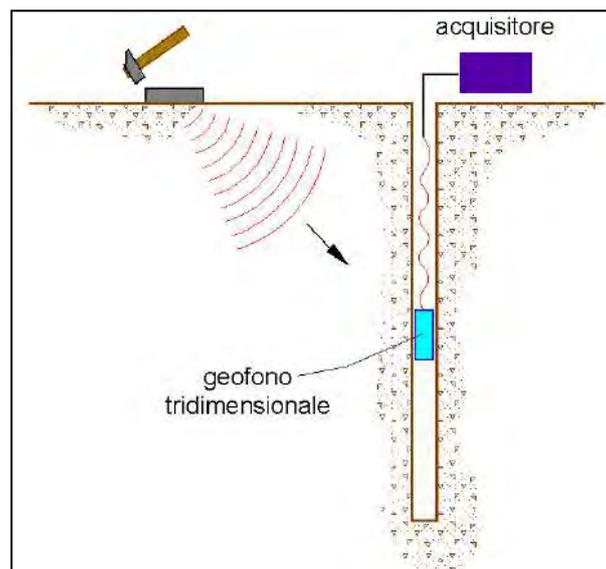


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

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

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

Procedura sperimentale

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

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

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

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

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

Interpretazione in down hole con il metodo diretto

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

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

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

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

- coefficiente di Poisson medio:

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

- modulo di deformazione a taglio medio:

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

- modulo di compressibilità edometrica medio:

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

- modulo di Young medio:

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

- modulo di compressibilità volumetrica medio:

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

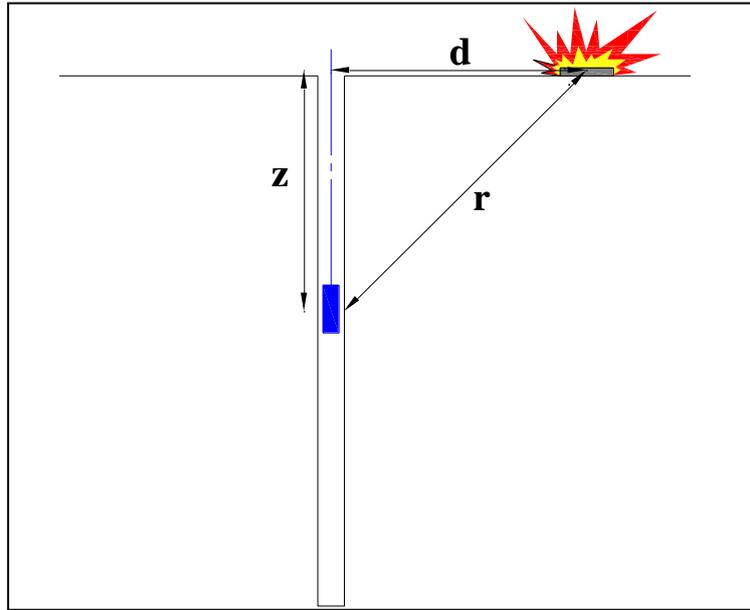


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

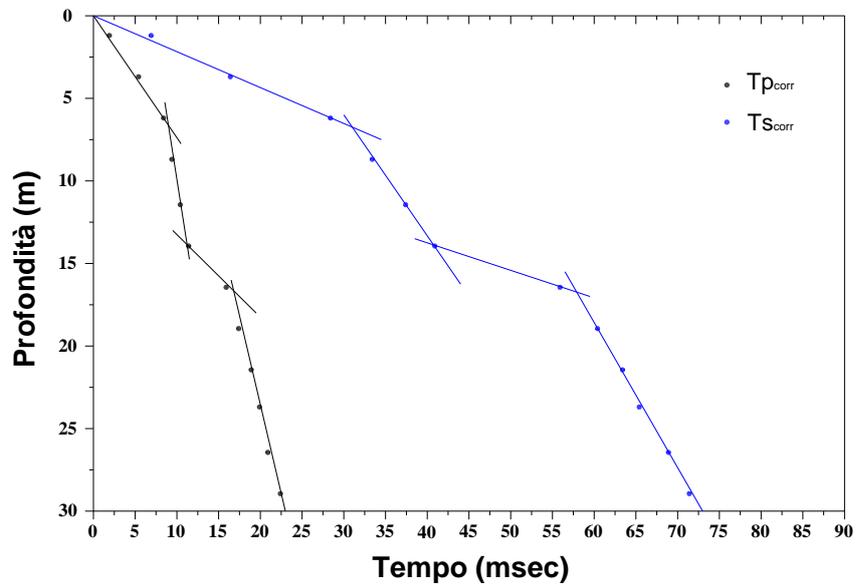


Figura 3 – Dromocrone

MISURE DOWN HOLE

Committente: Acea Elabori s.p.a.
Cantiere: Sondaggio S6.1 - Manufatto ACQ. PINETA SACCHETTI

Interpretazione delle misure

Dati iniziali

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

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1,00	2,6	7,7
2	2,00	4	11,6
3	3,00	5	16,7
4	4,00	7,3	17,7
5	5,00	7,9	21,1
6	6,00	9,3	25
7	7,00	10	28,4
8	8,00	12,5	32
9	9,00	13	33,4
10	10,00	15,1	35,6
11	11,00	15,9	40
12	12,00	16,6	43,6
13	13,00	18,8	46,1
14	14,00	19,8	49,2
15	15,00	20,7	50,3
16	16,00	21,2	51,5
17	17,00	22,3	55,4
18	18,00	23,1	57,5
19	19,00	23,4	58,5
20	20,00	25,3	61,4
21	21,00	25,9	64,5
22	22,00	26,5	66,2
23	23,00	27,1	67,7
24	24,00	28,2	69,9
25	25,00	29,9	72,8
26	26,00	30,4	75,3
27	27,00	31,4	75,3
28	28,00	32,2	78,4
29	29,00	32,7	80,3
30	30,00	33,3	82,1

Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1,8028	1,4422	4,2712
2,5000	3,2000	9,2800
3,3541	4,4721	14,9369
4,2720	6,8352	16,5730
5,2202	7,5668	20,2101
6,1847	9,0223	24,2536
7,1589	9,7780	27,7696
8,1394	12,2859	31,4519
9,1241	12,8231	32,9456
10,1119	14,9329	35,2061
11,1018	15,7542	39,6332
12,0934	16,4718	43,2633
13,0863	18,6761	45,7962
14,0801	19,6873	48,9200
15,0748	20,5973	50,0504
16,0702	21,1075	51,2752
17,0661	22,2137	55,1856
18,0624	23,0202	57,3014
19,0591	23,3274	58,3185
20,0562	25,2291	61,2280
21,0535	25,8342	64,3361
22,0511	26,4386	66,0467
23,0489	27,0426	67,5565
24,0468	28,1451	69,7639
25,0450	29,8463	72,6693
26,0432	30,3495	75,1750
27,0416	31,3517	75,1841
28,0402	32,1539	78,2877
29,0388	32,6564	80,1928
30,0375	33,2585	81,9976

Metodo diretto

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	365,85
Categoria del suolo	B

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

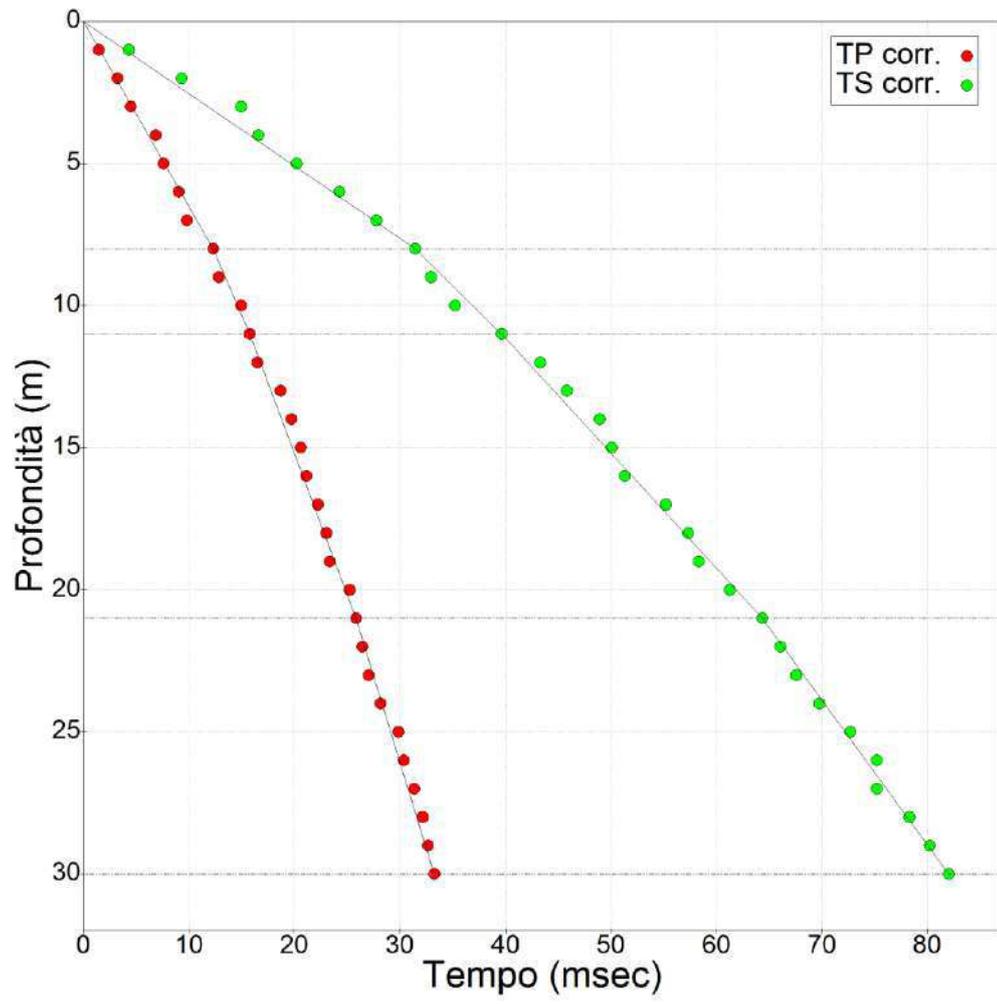
Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
Sismostrato 1	8.00
Sismostrato 2	11.00
Sismostrato 3	21.00
Sismostrato 4	30.00

Valori medi

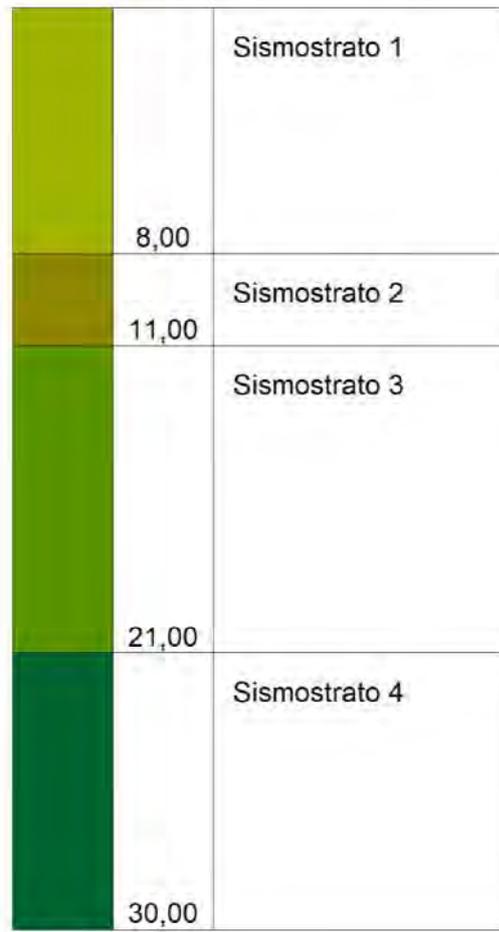
Profondità [m]	Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
8.00	650,94	254,37	18,93	0,41	124,89	817,84	352,16	651,32
11.00	867,05	366,75	21,14	0,39	289,89	1620,26	806,5	1233,74
21.00	992,06	404,69	20,49	0,4	342,21	2056,44	958,31	1600,16
30.00	1211,31	509,63	21,34	0,39	565,26	3193,38	1574,2	2439,7

Dromocrone e sismostratigrafia



	254,37	650,94
	366,75	867,05
	404,69	992,06
	509,63	1211,31

Vp Vs m/s



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ALLEGATO 5

Indagine Geofisica - MASW

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo DoReMi":

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



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

DETERMINAZIONE V_{sh} CON METODOLOGIA MASW

LOCALITA': Manufatto ACQ. PINETA SACCHETTI– Roma

Gennaio 2022

RELAZIONE GEOFISICA

Premessa

Nell'ambito del contratto quadro (n. 3900006745 per le prestazioni finalizzate alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica per la progettazione di opere idriche, fognarie ed elettriche) e sulla base dell'Ordine di Servizio n. 80/2021 emesso da Acea Elabiori Spa, è stata eseguita un'indagine geofisica al fine di determinare la velocità delle onde sismiche.

L'indagine è consistita nella realizzazione di n.2 sezioni sismiche a 12 canali con acquisizione dei dati ottimizzata per elaborazione mediante analisi "MASW", ovvero Multichannel Analysis of Surface Waves, consentendo la determinazione delle V_{SH} dell'area in esame.

Metodologia d'indagine

Al fine di effettuare la caratterizzazione microsismica del sito, come previsto dalla normativa vigente, sono state eseguite n.2 sezioni sismiche con acquisizione dei dati finalizzata all'analisi "Masw", ovvero Multichannel Analysis of Surface Waves.

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

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

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

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

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

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

MASW 1 – V_{SH} del modello medio: 380.27m/s

MASW 2 – V_{SH} del modello medio: 367.65 m/s

Dai dati ottenuti si può affermare che la categoria di suolo di fondazione del sito esaminato è:

Tipo di suolo : B

(sulla base del modello medio)

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

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

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

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

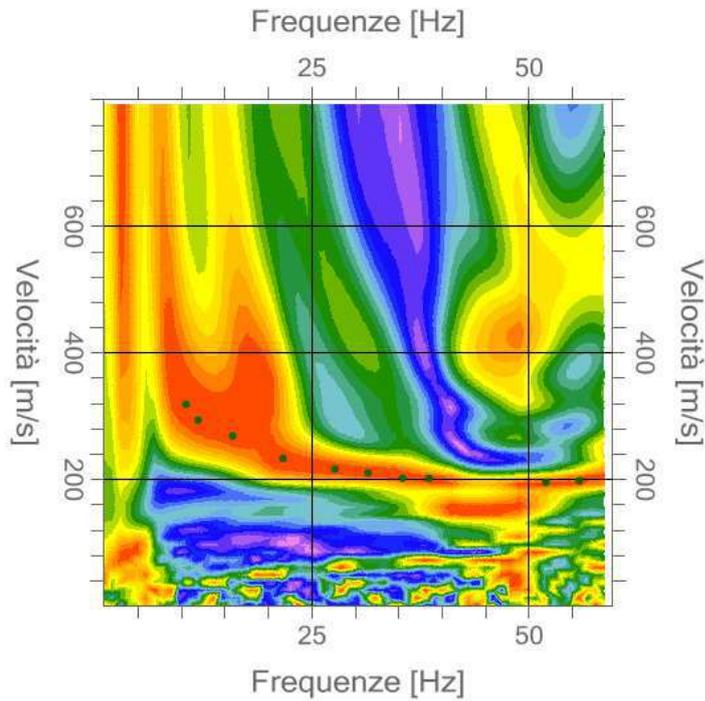
D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s

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

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.5	318.0	0
2	12.0	293.7	0
3	15.9	267.3	0
4	21.7	232.1	0
5	27.7	216.7	0
6	31.6	210.1	0
7	35.5	201.3	0
8	38.6	201.3	0
9	52.0	194.7	0
10	55.9	196.9	0

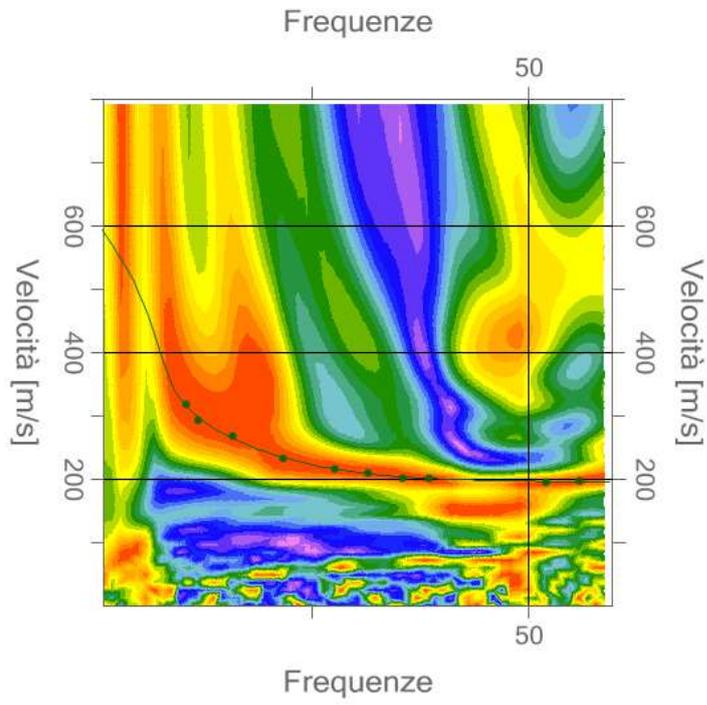
Spettro Velocità di fase - Frequenze



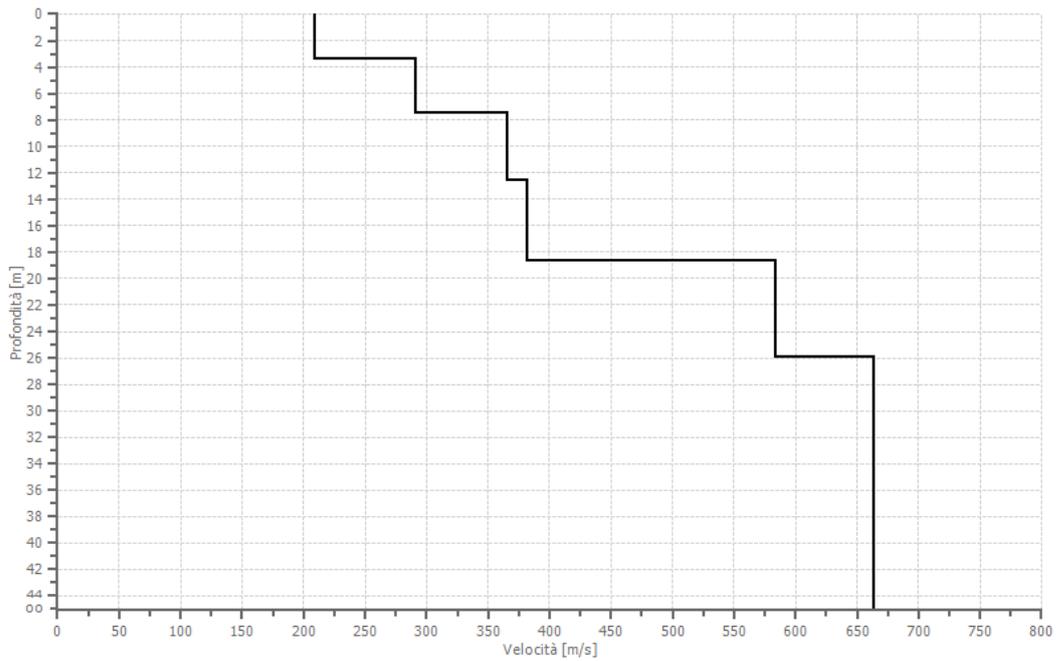
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.44	3.44	1800.0	0.3	No	391.4	209.2
2		7.53	4.09	1800.0	0.3	No	543.4	290.4
3		12.61	5.08	1800.0	0.3	No	683.9	365.6
4		18.66	6.04	1800.0	0.3	No	713.6	381.4
5		25.97	7.31	1800.0	0.3	No	1091.2	583.3
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1240.5	663.1

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

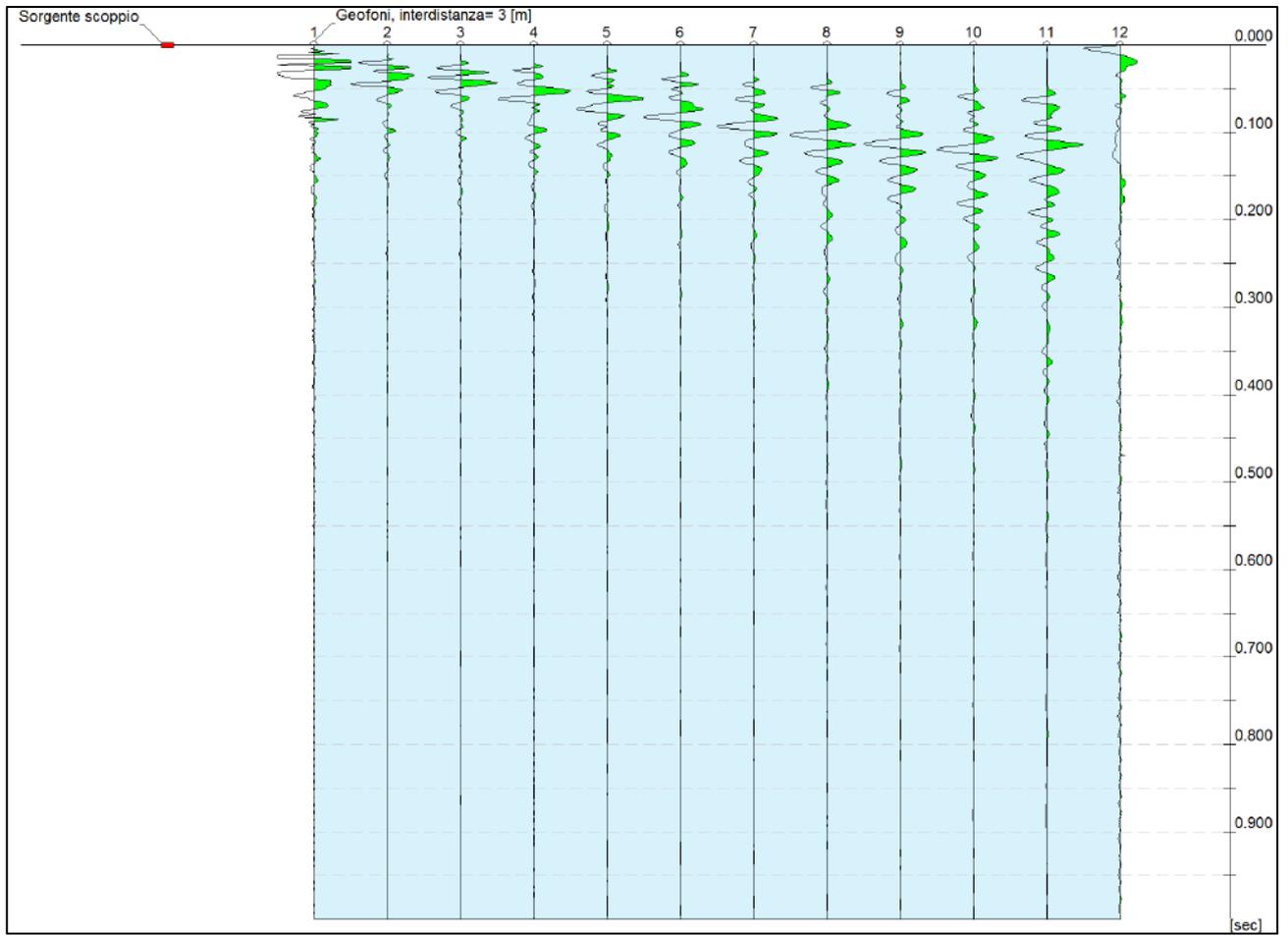
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	380.27
Categoria del suolo	B

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



ELABORAZIONE ANALISI MASW - 2

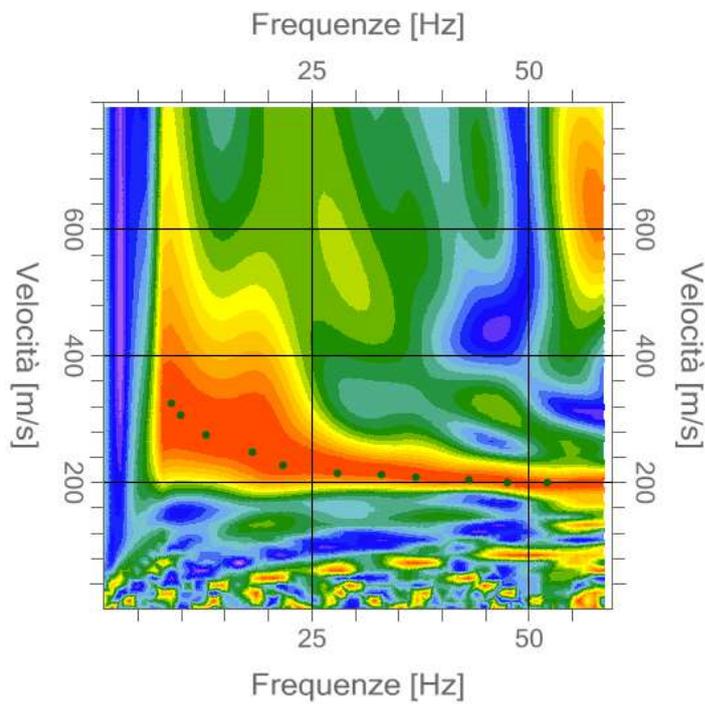
Tracce



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.9	324.6	0
2	9.9	304.8	0
3	12.8	273.9	0
4	18.2	247.5	0
5	21.7	225.5	0
6	28.0	214.5	0
7	33.0	212.3	0
8	37.1	207.9	0
9	43.1	203.5	0
10	47.6	199.1	0
11	52.1	199.1	0

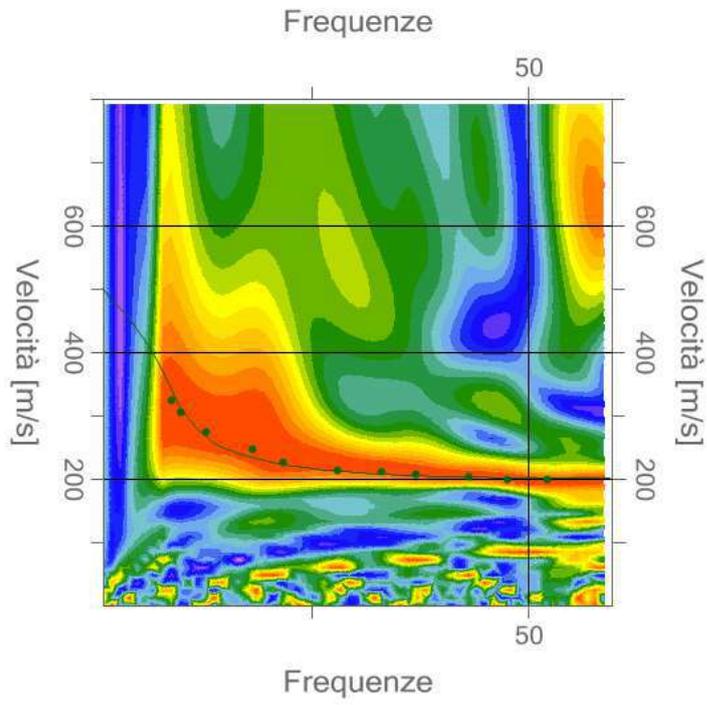
Spettro Velocità di fase - Frequenze



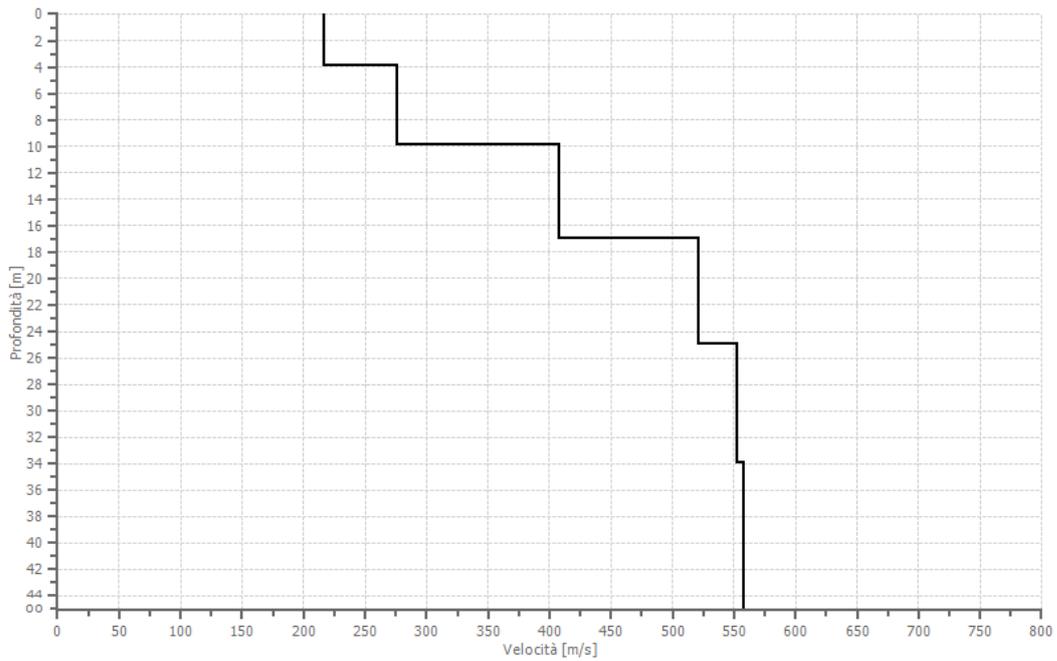
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.92	3.92	1800.0	0.3	No	404.3	216.1
2		9.92	6.00	1800.0	0.3	No	516.3	276.0
3		16.92	7.00	1800.0	0.3	No	763.2	408.0
4		24.92	8.00	1800.0	0.3	No	973.8	520.5
5		33.92	9.00	1800.0	0.3	No	1032.7	552.0
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1043.4	557.7

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	367.65
Categoria del suolo	B

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



ALLEGATO 6

Misura di frequenza fondamentale del terreno

HVSR

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo GEOBOX":

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



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

**MISURA DI FREQUENZA FONDAMENTALE DEL TERRENO
HVSr**

LOCALITA': Manufatto ACQ. PINETA SACCHETTI– Comune di Roma

Gennaio 2022

RELAZIONE GEOFISICA

Premessa

È stata eseguita un'indagine geofisica nel Comune di Roma al fine di determinare le frequenze caratteristiche di risonanza di sito mediante lo spettro H/V.

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

L'indagine ha previsto la realizzazione di:

- n. 1 analisi HVSR

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

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

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

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

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

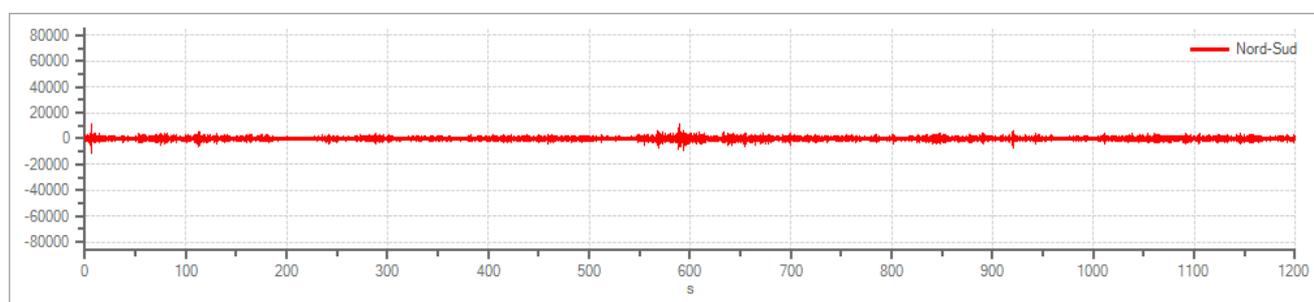
ELABORAZIONE ANALISI HVSR

Tracce in input

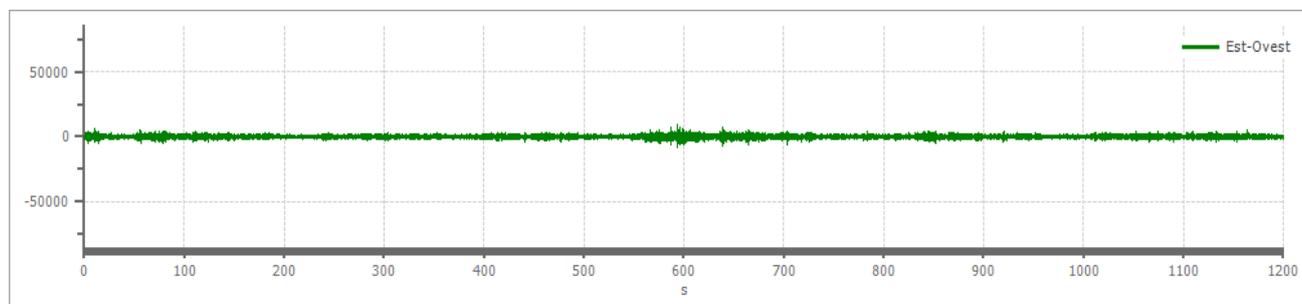
Dati riepilogativi:

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

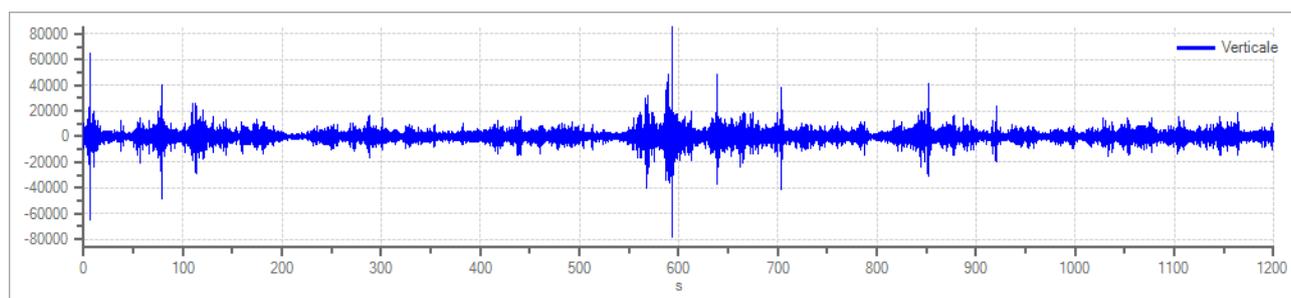
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 49

Numero finestre incluse nel calcolo: 49

Dimensione temporale finestre: 20.000 s

Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale

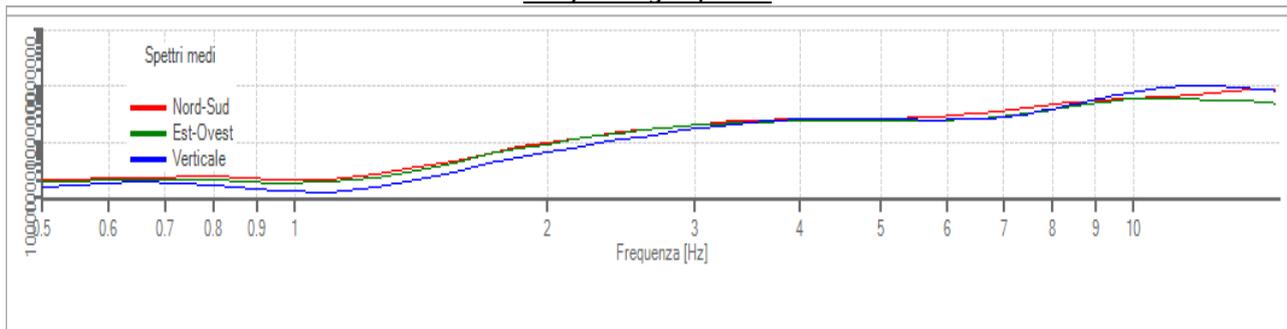
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	20	40	Inclusa
2	80	100	Inclusa
3	120	140	Inclusa
4	140	160	Inclusa
5	160	180	Inclusa
6	180	200	Inclusa
7	200	220	Inclusa
8	220	240	Inclusa
9	240	260	Inclusa
10	260	280	Inclusa
11	280	300	Inclusa
12	300	320	Inclusa
13	320	340	Inclusa
14	340	360	Inclusa
15	360	380	Inclusa
16	380	400	Inclusa
17	400	420	Inclusa
18	420	440	Inclusa
19	440	460	Inclusa
20	460	480	Inclusa
21	480	500	Inclusa
22	500	520	Inclusa
23	520	540	Inclusa
24	540	560	Inclusa
25	600	620	Inclusa
26	640	660	Inclusa
27	660	680	Inclusa
28	680	700	Inclusa
29	700	720	Inclusa
30	720	740	Inclusa
31	740	760	Inclusa
32	760	780	Inclusa
33	780	800	Inclusa
34	820	840	Inclusa

35	860	880	Inclusa
36	880	900	Inclusa
37	900	920	Inclusa
38	940	960	Inclusa
39	960	980	Inclusa
40	980	1000	Inclusa
41	1000	1020	Inclusa
42	1020	1040	Inclusa
43	1040	1060	Inclusa
44	1060	1080	Inclusa
45	1080	1100	Inclusa
46	1100	1120	Inclusa
47	1120	1140	Inclusa
48	1140	1160	Inclusa
49	1160	1180	Inclusa

Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni

Rapporto spettrale H/V

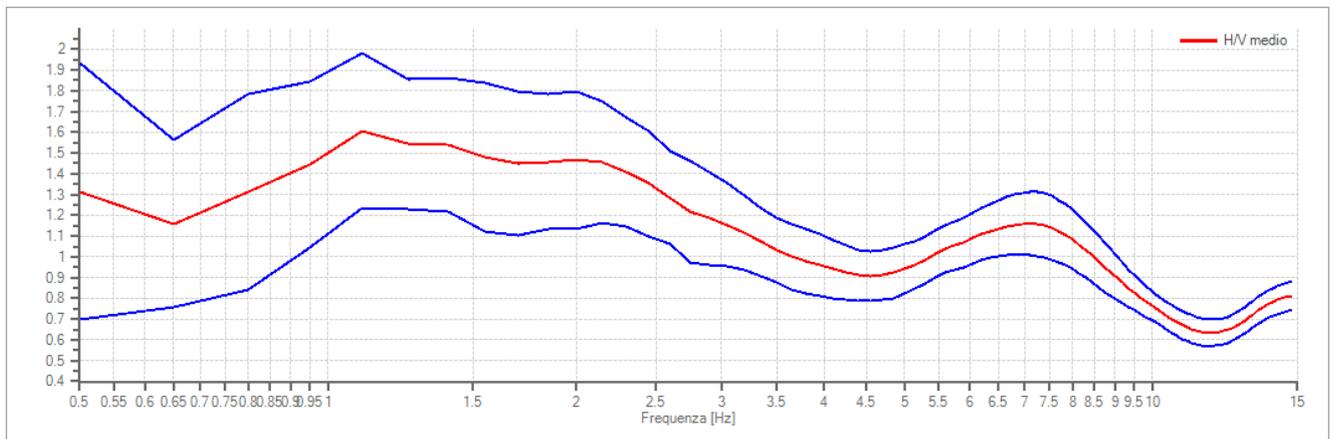
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento:: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 20.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **1.10 Hz ±0.23 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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





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

COMUNE DI ROMA
PROVINCIA DI ROMA
SONDAGGIO S5.1 S5.2

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.P.A.

OGGETTO: Indagini geognostiche finalizzate alla progettazione dell'Adduttrice Ottavia –
Trionfale – Aurelio nel Comune di Roma

LOCALITA': Comune di Roma

TECNOGEO GROUP SRL

Data: DICEMBRE 2021

INDICE

PREMESSA.....	3
CERTIFICATI STRATIGRAFICI	13
CERTIFICATI DI LABORATORIO.....	22
PROVA GEOFISICA DOWN-HOLE.....	89
PROVA PENETROMETRICA DPSH.....	100
PROVA GEOFISICA MASW.....	115

PREMESSA

Nell'ambito del contratto quadro (n.3900006745 per le prestazioni finalizzate alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica per la progettazione di opere idriche, fognarie ed elettriche) e sulla base dell'Ordine di Servizio n.59/2021 emesso da Acea Elaborsi Spa sono state realizzate le seguenti indagini:

- N. 1 Sondaggio geognostico (S5.2) a -30,00m con
 - esecuzione di n.9 SPT in foro,
 - prelievo di n. 3 campioni indisturbati
 - installazione di tubazione in pvc per prova geofisica in foro down-hole;

- N. 1 Sondaggio geognostico (S5.3) a -20,00m con
 - esecuzione di n.4 SPT in foro,
 - prelievo di n.2 campioni indisturbati;
 - installazione di piezometro a tubo aperto da 3”;

- Prospezione georadar con lo scopo di rilevare tutte le anomalie riconducibili alla presenza di sottoservizi;
- N.1 prova geofisica in foro down-hole;
- N. 1 prova penetrometrica DPSH
- N. 2 indagini geofisiche MASW

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

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

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

La prospezione geofisica GPR è stata effettuata utilizzando il georadar VIY5-37.

Si allegano i seguenti elaborati:

1. Certificati Stratigrafici
2. Certificati di laboratorio
3. Prova geofisica down-hole
4. Prova penetrometrica DPSH
5. Indagine Geofisica MASW

SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI

	SONDAGGIO - CAMPIONE		
	S5.2C1	S5.2C2	S5.2C3
PROFONDITÀ (m)	4.20 - 4.70	6.50 – 7.00	9.50 – 10.00
Descrizione	Limo sabbioso e argilloso	Sabbia con argilla debolmente limosa	Sabbia argillosa e limosa

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%)	56.1	15.7	20.0
Peso di volume (KN/m³)	15.6	21.1	19.8
Peso di volume secco (KN/m³)	10.0	18.2	16.5
Peso di volume saturo (KN/m³)	16.0	21.3	20.1
Peso specifico	2.66	2.69	2.66
Indice dei vuoti	1.602	0.446	0.584
Porosità (%)	61.6	30.9	36.9
Grado di saturazione (%)	93.0	94.5	91.2
Limite di liquidità (%)	57.9	35.9	42.9
Limite di plasticità (%)	37.0	16.6	29.1
Indice di plasticità (%)	20.9	19.3	13.8
Indice di consistenza	0.09	1.05	1.66

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia (%)	1.6	0.5	0.8
Sabbia (%)	18.7	46.5	63.8
Limo (%)	92.0	9.5	13.2
Argilla (%)	17.7	43.5	17.2

TAGLIO DIRETTO

c' (kPa)	4.5	18.7	8.9
φ'	26.6	29.2	28.4

COMPRESSIONE

σ (kPa)	-	560	83
Cu	-	280	41

PROVA EDOMETRICA

σ (kPa)	E (kPa)		
6,3÷12,5	3049	-	2976
12,5÷25,0	2941	-	3049
25÷50,0	3472	-	3937
50÷100,0	4348	-	5291
100,0÷200,0	5618	14388	8811
200,0÷400	7477	19799	13841
400÷800,0	8180	27030	20725
800,0÷1600,0	11628	38838	35165
1600,0÷3200,0	14330	60260	54237

	SONDAGGIO - CAMPIONE		
	S5.3C1	S5.3C2 parte A	S5.3C2 parte B
PROFONDITÀ (m)	5,00 – 5,50	12.00- 12.50	12.00- 12.50
Descrizione	Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	Sabbia limosa e argillosa	Argilla con limo debolmente sabbiosa

CARATTERISTICHE FISICHE			
Umidità naturale (%)	21.6	32	31.6
Peso di volume (KN/m³)	19.5	18.3	18.2
Peso di volume secco (KN/m³)	16	13.9	13.8
Peso di volume saturo (KN/m³)	19.8	18.4	18.4
Peso specifico	2.65	2.64	2.67
Indice dei vuoti	0.621	0.866	0.894
Porosità (%)	38.3	46.4	47.2
Grado di saturazione (%)	92.1	97.5	94.2
Limite di liquidità (%)	39.7	-	60.6
Limite di plasticità (%)	25.2	-	23.2
Indice di plasticità (%)	14.5	-	37.4
Indice di consistenza	1.25	-	0.78

ANALISI GRANULOMETRICA			
Ghiaia (%)	7.5	2	-
Sabbia (%)	34	71.8	5.2
Limo (%)	41.1	15.3	41.5
Argilla (%)	17.4	10.9	53.3

TAGLIO DIRETTO			
c' (kPa)	16	1.7	-
φ'	27.5	28.4	-

COMPRESSIONE

σ (kPa)	121	-	-
Cu	60	-	-

PROVA EDOMETRICA

σ (kPa)	E (kPa)		
6,3÷12,5	-	-	-
12,5÷25,0	-	-	-
25÷50,0	-	-	3906
50÷100,0	8772	-	3937
100,0÷200,0	10753	-	4032
200,0÷400	12862	-	5076
400÷800,0	20356	-	7260
800,0÷1600,0	35714	-	14210
1600,0÷3200,0	64516	-	23287

UBICAZIONE INDAGINI



PROSPEZIONE GEOFISICA METODOLOGIA GEORADAR

È stata eseguita una prospezione geofisica tramite l'applicazione della metodologia georadar presso l'area di esecuzione dei sondaggi S5.2 e S5.3 con lo scopo di rilevare tutte le anomalie riconducibili alla possibile presenza di sottoservizi.

Strumentazione

La prospezione è stata effettuata utilizzando il georadar VIY5-37, avente un'antenna a doppia frequenza con frequenze centrali di 300 MHz e 700 MHz. Questo GPR combina le migliori caratteristiche di entrambe le antenne: grande profondità di penetrazione e alta risoluzione.

VIY5-37 GPR consente a un utente di raggiungere profondità fino a 8 metri in determinate condizioni.

L'utente può ricevere due profili GPR contemporaneamente da entrambe le antenne. È possibile elaborare uno o entrambi i profili allo stesso modo o in modo diverso.

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Frequenze antenna: 300 MHz, 700 MHz
- Gamma convertitore analogico-digitale: 18 bit
- Gamma dinamica: non inferiore a 135 dB
- Velocità di acquisizione dati: fino a 120 tracce al secondo
- Finestra rilevamento: 16 ... 40 nsec / 66 ... 166 nsec
- Numero massimo di campioni per traccia: 1000
- Numero di tracce di impilamento: fino a 300
- Profondità del suono: fino a 8,0 m (determinata dalle proprietà del suolo)
- Risoluzione spaziale: <0,12 m (700 MHz) / <0,3 m (300 MHz)
- Modalità trigger: singolo, interno, esterno
- Dimensione file di un singolo profilo: fino a 1.000.000 di tracce
- Interfaccia: USB2
- Inclino metro incorporato
- Dimensioni (L x P x A): 940x520x350 mm
- Peso: 20,5 kg (con carrello)

- Intervallo di temperatura di funzionamento: da -20 ° C a 40 ° C
- Classificazione ambientale: IP65
- Tempo di funzionamento continuo: non meno di 8 ore

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Doppia frequenza 300-700 MHz. Alta profondità e buona risoluzione
- Inclinometro integrato per la correzione topografica del radargramma
- Pre-elaborazione del segnale in tempo reale (filtraggio in tempo reale)
- Filtri online calibrati automaticamente
- Ampia gamma di strumenti di post-elaborazione
- Aumento della gamma dinamica grazie all'accumulo di tracce digitali
- Tecnologia innovativa di Telbin per ottenere un elevato rapporto segnale/rumore



GPR VIY5-37 utilizzato nel rilievo georadar.

Risultati

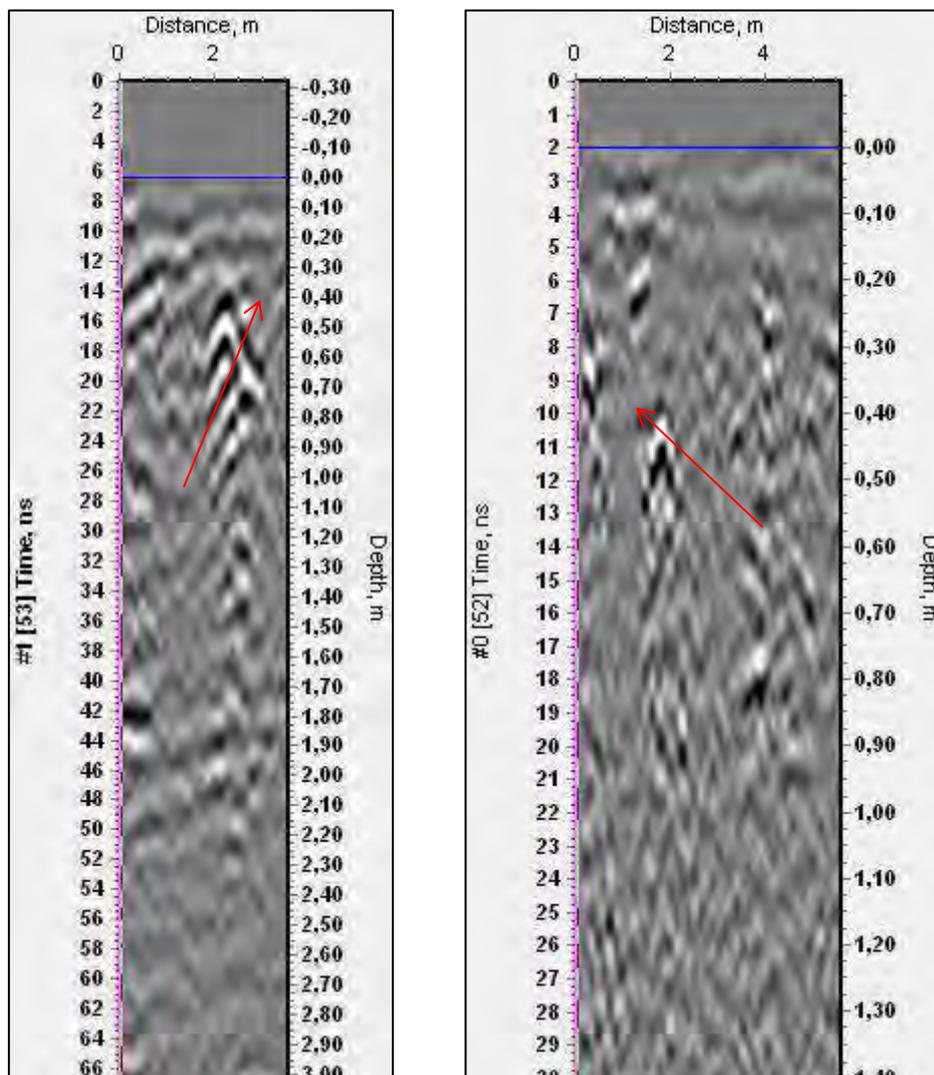
La porzione di asfalto sottoposta ad indagine G.P.R. è stata analizzata, mediante stese perpendicolari e parallele tra di loro.

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

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

Di seguito sono riportati alcuni dei radargrammi registrati.

RADARGRAMMI



Radargrammi rappresentativi con indicazione delle anomalie registrate (freccia rossa)



 Area indagata

 Anomalia lineare individuata con relativa profondità

ALLEGATO 1

Sondaggi Geognostici

Caratteristiche tecniche generali "Fraste MITO 8" con matricola 854073

Carro:

Lunghezza min/max: 1600-2200 mm

Larghezza pattino: 400 mm

Passo cingolo: 1925 mm

Pendenza max. superabile: 50%

Motore diesel:

Potenza: 106 – 110 Kw

Capacità serbatoio gasolio: 150 l

Antenna:

Corsa testa di rotazione: 1300 - 3800mm

Tiro: 7000 daN

Spinta: 7000 daN

Velocità salita – discesa: 40m/min

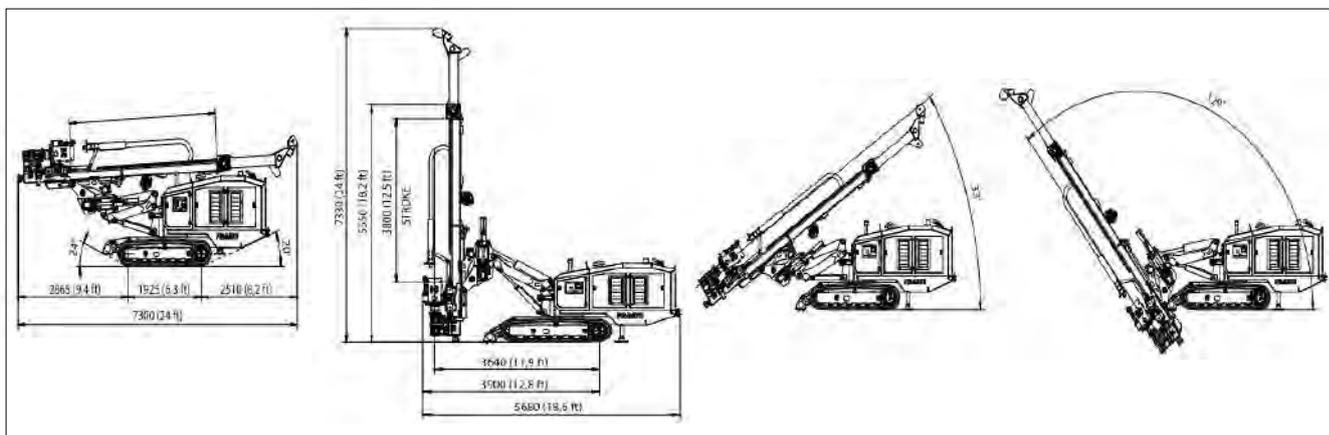
Testa rotante:

Coppia max: 2400 daNm

Velocità max: 1220 rpm

Morsa di bloccaggio: \varnothing 48-360 mm

Peso: 9900 kg



Certificato n° 504 del 2021	Verbale di accett n° 59 del 2021	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S5.1
Riferimento: Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio, Roma (RM)		Data: 19/07/2021
Coordinate:		Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

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

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

Certificato n° 504 del 2021	Verbale di accett n° 59 del 2021	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S5.1
Riferimento: Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio, Roma (RM)		Data: 19/07/2021
Coordinate:		Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:160	<u>STRATIGRAFIA - S5.1</u>	Pagina 1/1
-------------	-----------------------------------	------------

Ø mm	R v	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Campioni	Standard Penetration Test		Test N	Prel. % 0 --- 100	Cass.	DH
							m	S.P.T.				
		1			Terreno di riporto		1,5	2-3-3	6	C		
		2		1,5	Piroclastite argillosa debolmente limosa di colore marrone scuro, mediamente consistente		3,0	2-3-5	8	C	1	
		3		3,4								
		4			Piroclastite limosa sabbioso-argillosa di colore beige da mediamente consistente a consistente	C1) Ind < 4,20 4,70	5,5	3-4-7	11	C		
		5		5,1								
		6			Alternanze di argille limose e sabbie argillose e limose di colore marrone arancio		7,0	2-3-6	9	C	2	
		7				C2) Ind < 6,50 7,00	8,5	4-5-6	11	C		
		8			Da 7,10 a 8,20m: argilla debolmente limosa		11,3	2-4-4	8	C		
		9										
		10			Limo sabbioso e sabbie limose di colore giallastro/beige	C3) Ind < 9,50 10,00	12,6	4-5-9	14	C	3	
		11		11,1								
		12			Sabbia di colore giallastro/beige, da mediamente addensata ad addensata		16,0	18-18-20	38	C		
		13		13,0								
		14			Da 17,80 a 19,00m: livello di sabbia molto addensata		18,0	21-RIF	Rif	C	4	
		15										
		16			Da 27,00 a 30,00m: livello di sabbia molto addensata						5	
		17										
		18			Da 27,00 a 30,00m: livello di sabbia molto addensata						6	
		19										
		20										
		21										
		22										
		23										
		24										
		25										
		26										
		27										
		28										
		29										
101		30		30,0								

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

Il Direttore
Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
Geol. Norman Abballe



Certificato n° 504 del 2021

Verbale di accett n° 59 del 2021

Commessa: 00160

Committente: ACEA ELABORI spa

Sondaggio: S5.1

Riferimento: Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio, Roma (RM)

Data: 19/07/2021

Fotografie - Pagina 1/2

Pagina 1



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



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



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



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



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



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



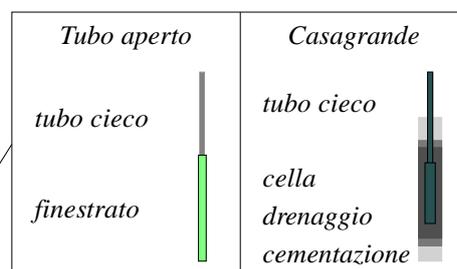
Postazione del sondaggio S5.2

Certificato n° 504 del 2021	Verbale di accett n° 59 del 2021	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S5.2
Riferimento: Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio, Roma (RM)		Data: Luglio 2021
Coordinate:		Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

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



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

Certificato n° 504 del 2021	Verbale di accett n° 59 del 2021	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S5.2
Riferimento: Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio, Roma (RM)		Data: Luglio 2021
Coordinate:		Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:110 **STRATIGRAFIA - S5.2** Pagina 1/1

Ø mm	R v batt.	metri	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Piez.	Campioni	Standard Penetration Test		Prel. % 0 --- 100	Cass.
								m	S.P.T.		
		1		1.4	Terreno di riporto						
		2		3.7	Piroclastite argillosa debolmente limosa di colore marrone scuro, mediamente consistente			3.0	2-2-4	6 C	1
		3		4.9	Piroclastite limosa di colore beige da mediamente consistente a consistente						
		4		6.0	Piroclastite limosa con sabbia argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone scuro, mediamente consistente		C1) Ind < 5,00 5,50				
		5		9.0	Argille limose di colore marrone arancio da mediamente consistenti a consistenti			8.0	2-4-5	9 C	2
		6		11.6	Limo sabbioso e sabbie limose di colore giallastro/beige			9.5	3-5-6	11 C	
		7		12,50	Sabbia limosa e argillosa mista ad argilla con limo debolmente sabbiosa di colore giallastro/beige, da mediamente addensata ad addensata		C2) Ind < 12,00 12,50	12,5	15-17-17	34 C	3
		8									
		9									
		10									
		11									
		12									
		13									
		14									
		15									
		16									
		17									
		18									
		19									
101		20		20.0							

Il foro è stato allestito con piezometro in pvc a tubo aperto

Il Direttore
 Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
 Geol. Norman Abballe



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



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



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



Postazione del sondaggio S 5.3.

Certificato n° 504 del 2021 **Verbale di accett n° 59 del 2021** **Commessa: 00160**

Committente: ACEA ELABORI spa	Sondaggio: S5.2
Riferimento: Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio, Roma (RM)	Data: Luglio 2021
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

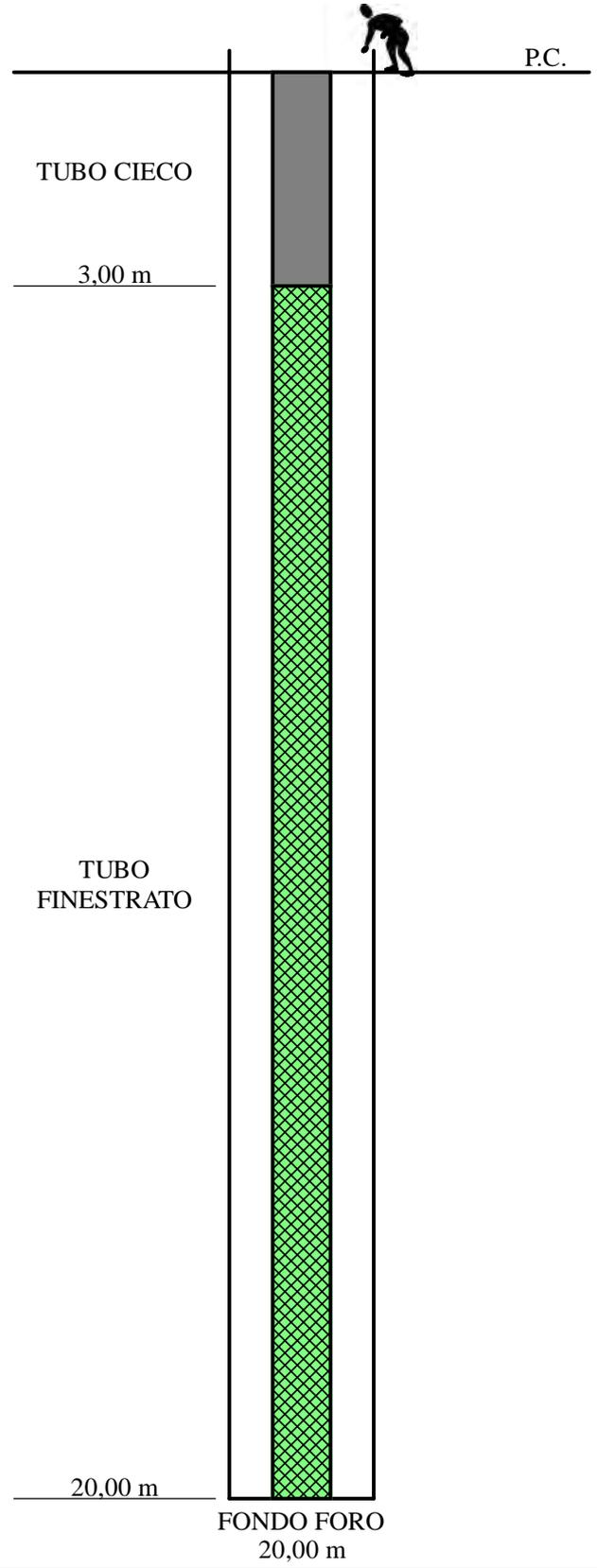
SCHEDA PIEZOMETRO

Tipo di piezometro	Tubo Aperto
Denominazione	PZ.5.3
Data di installazione	2021
Lunghezza del tubo (m)	20
Diametro del tubo (mm)	
Tubo finestrato (m)	Da 3,00 a 20,00
Tratto cementato (m)	
Tappo impermeabile (m)	
Tratto filtrante (m)	Da 3,00 a 20,00
Tipo di filtro	
Tipo di chiusino	
Spurgo eseguito	

RILIEVO DEL LIVELLO DELL'ACQUA

Data	Prof. (m)	Data	Prof. (m)
10/09/2021	0,00		

SCHEMA PIEZOMETRO



Il Direttore
 Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
 Geol. Norman Abballe

ALLEGATO 2

Certificati di Laboratorio

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.20-4.70

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	56.1	%
Peso di volume	15.6	kN/m ³
Peso di volume secco	10.0	kN/m ³
Peso di volume saturo	16.0	kN/m ³
Peso specifico	2.66	
Indice dei vuoti	1.602	
Porosità	61.6	%
Grado di saturazione	93.0	%
Limite di liquidità	57.9	%
Limite di plasticità	37.0	%
Indice di plasticità	20.9	%
Indice di consistenza	0.09	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1.6	%
Sabbia	18.7	%
Limo	62.0	%
Argilla	17.7	%
D 10	0.000942	mm
D 50	0.015347	mm
D 60	0.022935	mm
D 90	0.165259	mm
Passante set. 10	98.4	%
Passante set. 42	94.3	%
Passante set. 200	85.0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_U	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	4.5	kPa	ϕ' 26.6 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	3049	---	---
12.5 ÷ 25.0	2941	---	---
25.0 ÷ 50.0	3472	---	---
50.0 ÷ 100.0	4348	0.000758	1.71E-08
100.0 ÷ 200.0	5618	0.000718	1.25E-08
200.0 ÷ 400.0	7477	0.002083	2.73E-08
400.0 ÷ 800.0	8180	---	---
800.0 ÷ 1600.0	11628	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	14330	---	---

Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08680	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 12/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.20-4.70

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 56.1 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08681	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 11/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.20-4.70

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 15.6 kN/m³

Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08682	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 08/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 08/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.20-4.70

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

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

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

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 08683	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 07/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 08/12/21

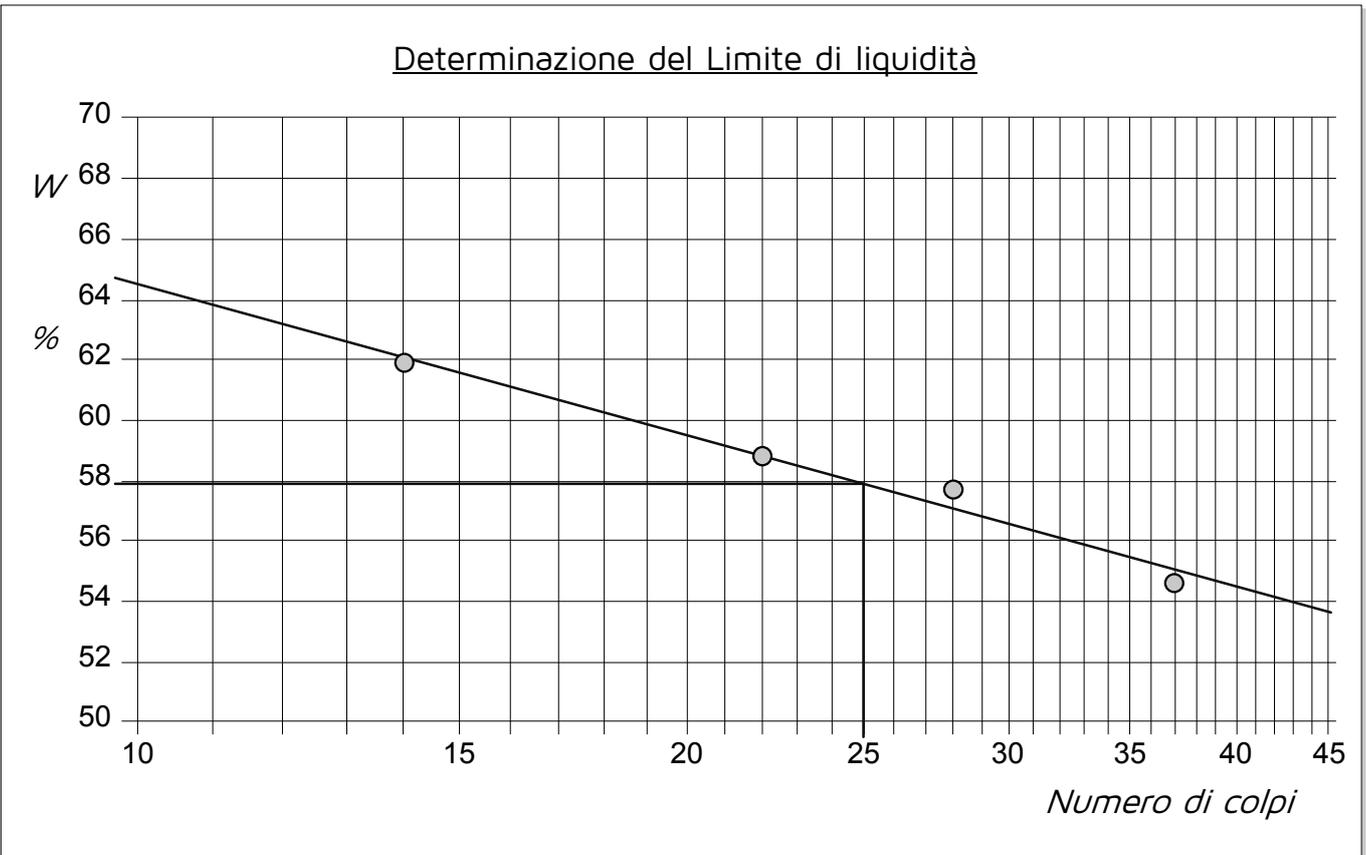
COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.20-4.70

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	57.9 %
Limite di plasticità	37.0 %
Indice di plasticità	20.9 %

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	14	22	28	37	Umidità (%)	36.7	37.2
Umidità (%)	61.9	58.8	57.7	54.6	Umidità media	37.0	



Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro

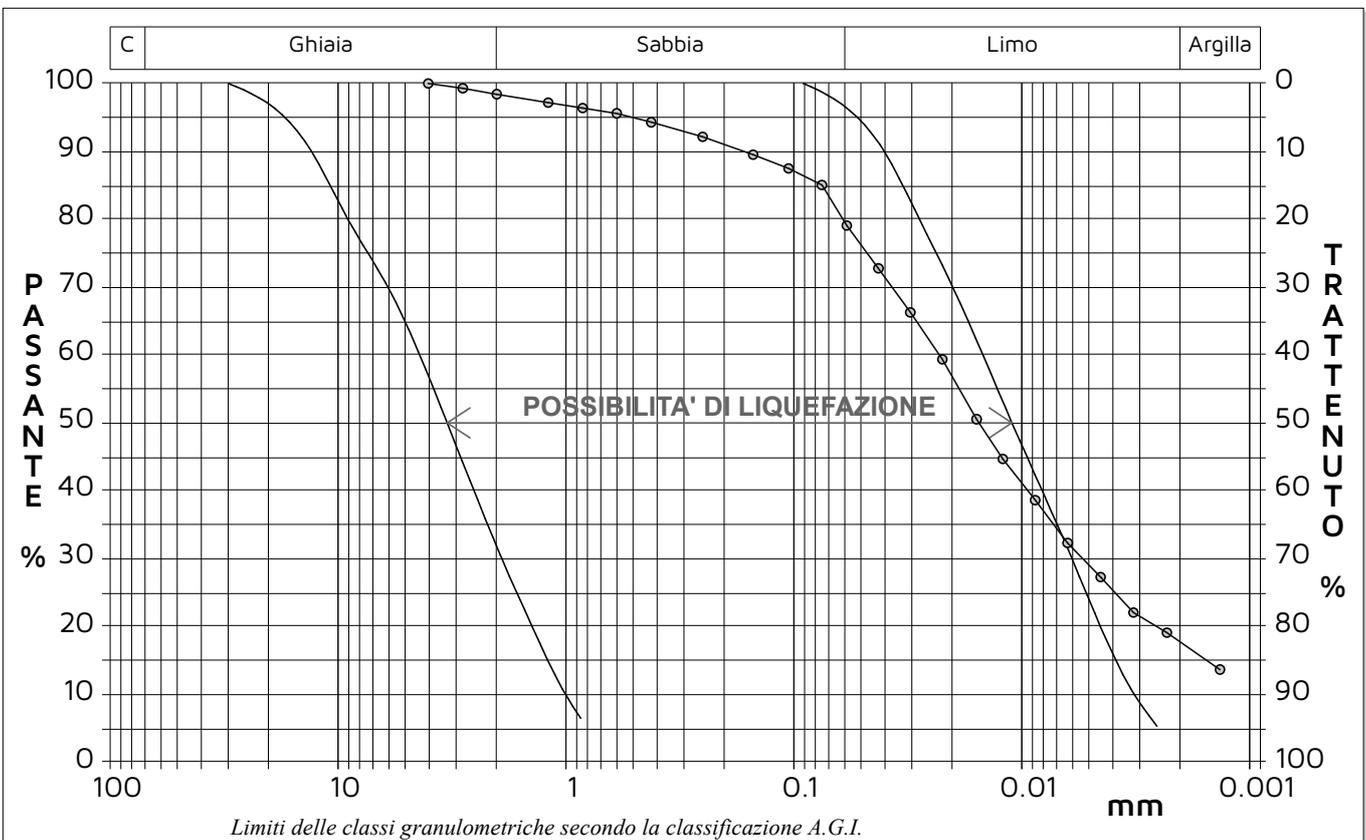
CERTIFICATO DI PROVA N°: 08684	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 08/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 11/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.20-4.70

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	1.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.4 %	D10	0.00094 mm
Sabbia	18.7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94.3 %	D30	0.00538 mm
Limo	62.0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	85.0 %	D50	0.01535 mm
Argilla	17.7 %			D60	0.02294 mm
Coefficiente di uniformità		24.34	Coefficiente di curvatura		1.34
				D90	0.16526 mm



Diametro mm	Passante %								
4.0000	100.00	0.5950	95.58	0.0750	85.03	0.0157	50.54	0.0032	22.03
2.8200	99.27	0.4200	94.28	0.0584	79.05	0.0121	44.67	0.0023	19.10
2.0000	98.42	0.2500	92.15	0.0423	72.76	0.0087	38.59	0.0013	13.65
1.1900	97.16	0.1500	89.50	0.0307	66.26	0.0063	32.30		
0.8410	96.38	0.1050	87.48	0.0222	59.34	0.0045	27.27		

Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08685 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21

Inizio analisi: 11/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 29/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C1

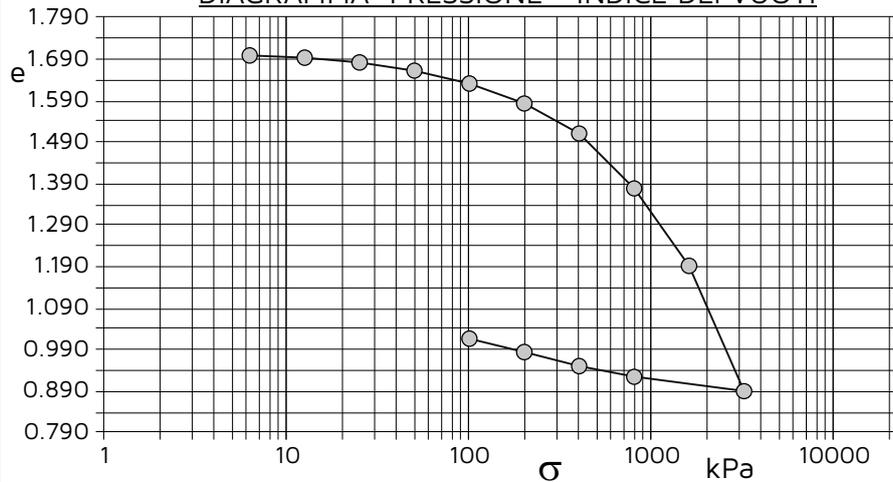
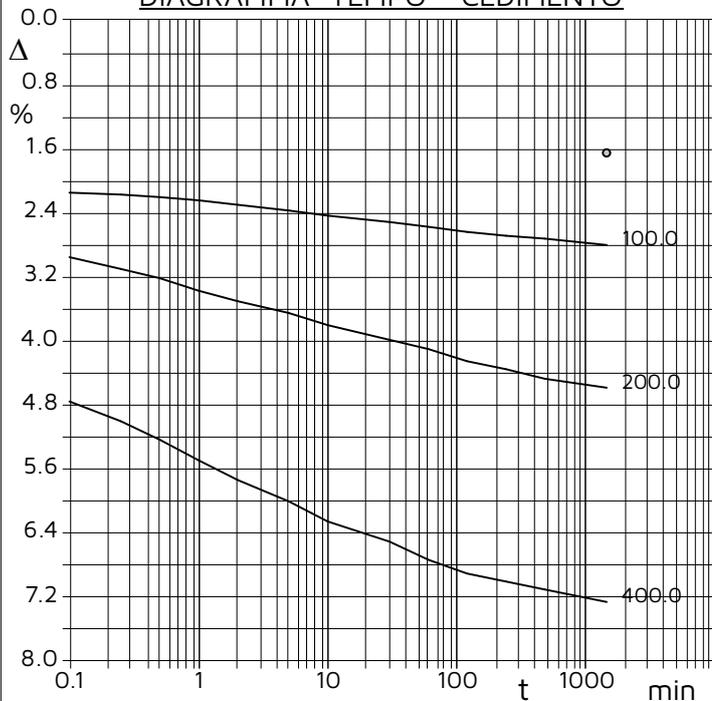
PROFONDITA': m 4.20-4.70

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	15.68
Umidità (%)	55.3
Peso specifico	2.66
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	24.50
Indice dei vuoti	1.58
Porosità (%)	61.24
Saturazione (%)	93.0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	6.0	1.699	
12.5	10.1	1.693	0.018
25.0	18.6	1.682	0.038
50.0	33.0	1.662	0.065
100.0	56.0	1.631	0.103
200.0	91.6	1.583	0.160
400.0	145.1	1.510	0.241
800.0	242.9	1.378	0.440
1600.0	380.5	1.192	0.619
3200.0	603.8	0.890	1.004
800.0	578.3	0.924	
400.0	559.3	0.950	
200.0	534.2	0.984	
100.0	510.4	1.016	

Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08686 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21

Inizio analisi: 08/12/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 10/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.20-4.70

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	57.3 52.5	56.0 51.3	56.1 51.1
Peso di volume (kN/m ³):	15.7	15.4	15.6
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

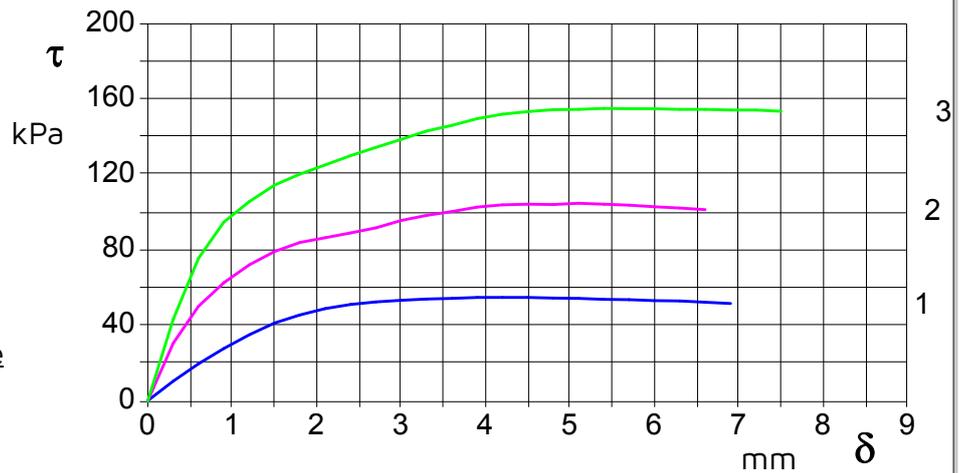
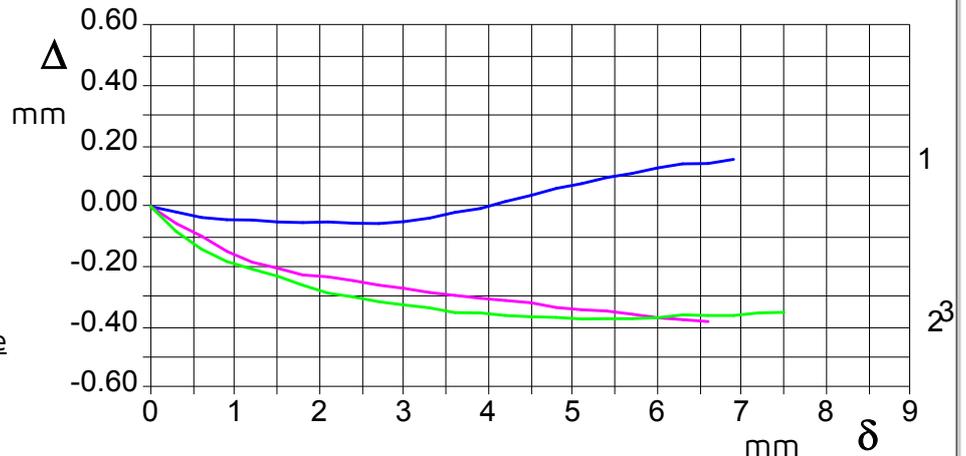


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21 Inizio analisi: 08/12/21
Apertura campione: 11/10/21 Fine analisi: 10/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.20-4.70

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	55		105		155	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.20	0.02	5.10	-0.34	5.40	-0.37
Umidità iniziale e umidità finale (%):	57.3	52.5	56.0	51.3	56.1	51.1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	15.7	15.7	15.4	15.5	15.6	15.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	94.3	91.4	90.9	88.6	93.0	91.2

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 4.5 kPa
Angolo di attrito interno: 26.6 °

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

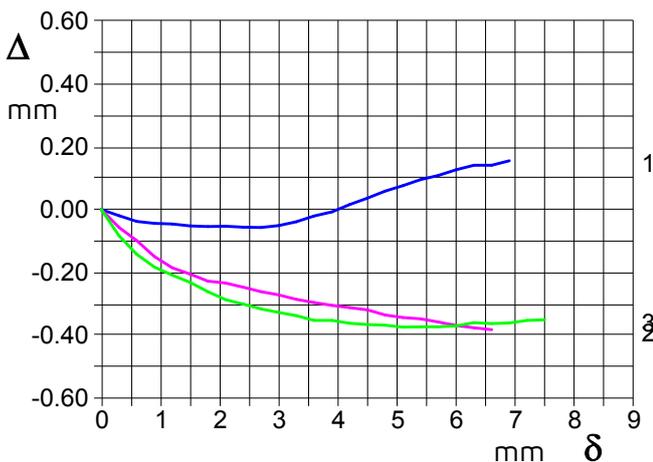
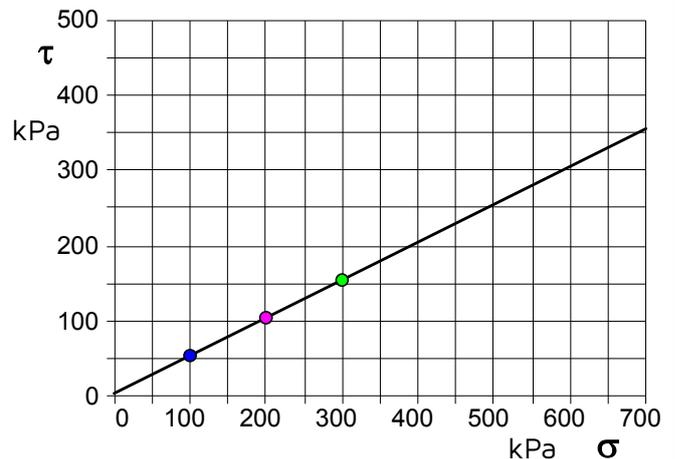


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

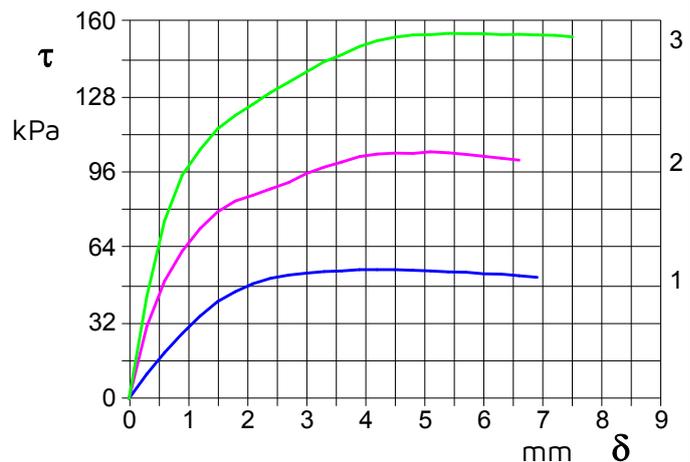


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo sabbioso e argilloso di colore marrone chiaro

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 6.50-7.00

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	15.7	%
Peso di volume	21.1	kN/m ³
Peso di volume secco	18.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	21.3	kN/m ³
Peso specifico	2.69	
Indice dei vuoti	0.446	
Porosità	30.9	%
Grado di saturazione	94.5	%
Limite di liquidità	35.9	%
Limite di plasticità	16.6	%
Indice di plasticità	19.3	%
Indice di consistenza	1.05	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.5	%
Sabbia	46.5	%
Limo	9.5	%
Argilla	43.5	%
D 10		mm
D 50	0.036904	mm
D 60	0.154987	mm
D 90	0.388824	mm
Passante set. 10	99.5	%
Passante set. 42	92.9	%
Passante set. 200	54.2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	560	kPa	σ Rim	kPa
C_U	280	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	18.7	kPa	ϕ' 29.2 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
100.0 ÷ 200.0	14388	0.000695	4.74E-09
200.0 ÷ 400.0	19799	0.000307	1.52E-09
400.0 ÷ 800.0	27030	0.001825	6.62E-09
800.0 ÷ 1600.0	38838	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	60260	---	---

Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08687	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 12/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 15.7 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08688	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 11/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 21.1 kN/m³

Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08689	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 09/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 09/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.69**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.69**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 08690** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21

Inizio analisi: 05/11/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 06/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 6.50-7.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità 35.9 %

Limite di plasticità 16.6 %

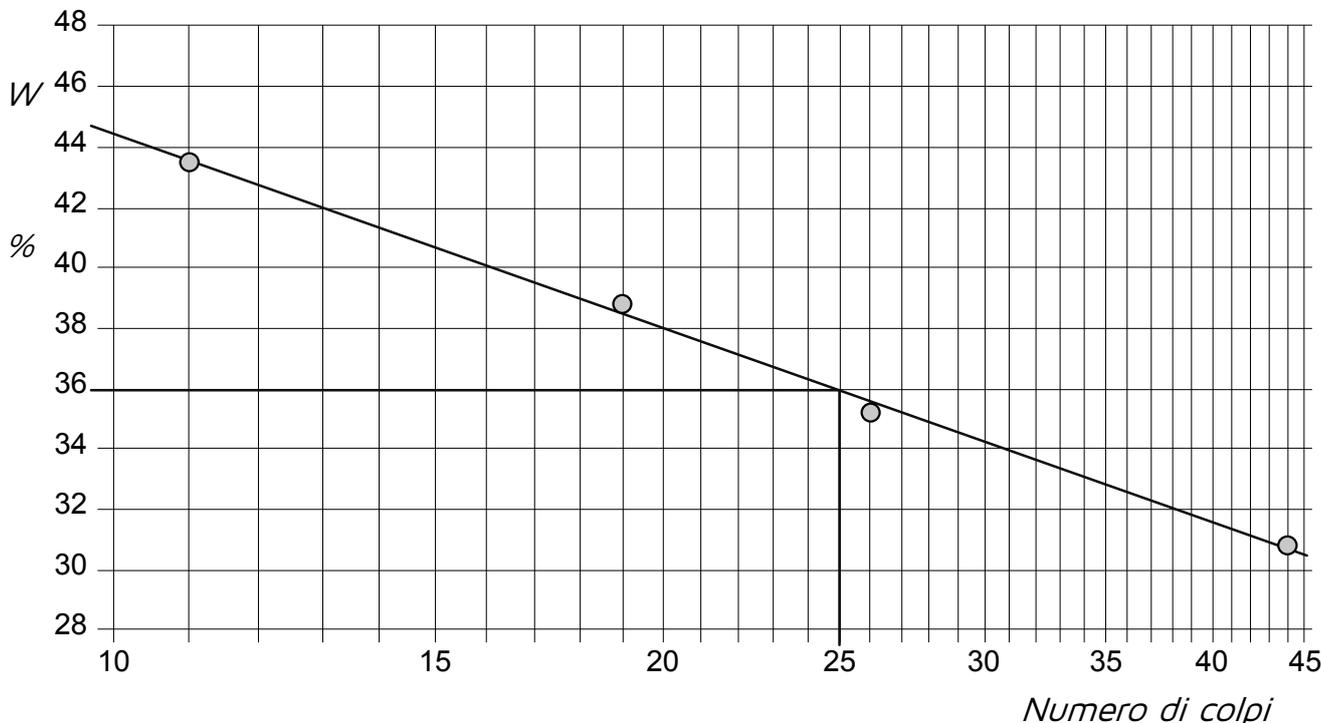
Indice di plasticità 19.3 %

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

Numero di colpi	11	19	26	44
Umidità (%)	43.5	38.8	35.2	30.8

LIMITE DI PLASTICITA'

Umidità (%)	16.7	16.5
Umidità media	16.6	

Determinazione del Limite di liquidità

Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro

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

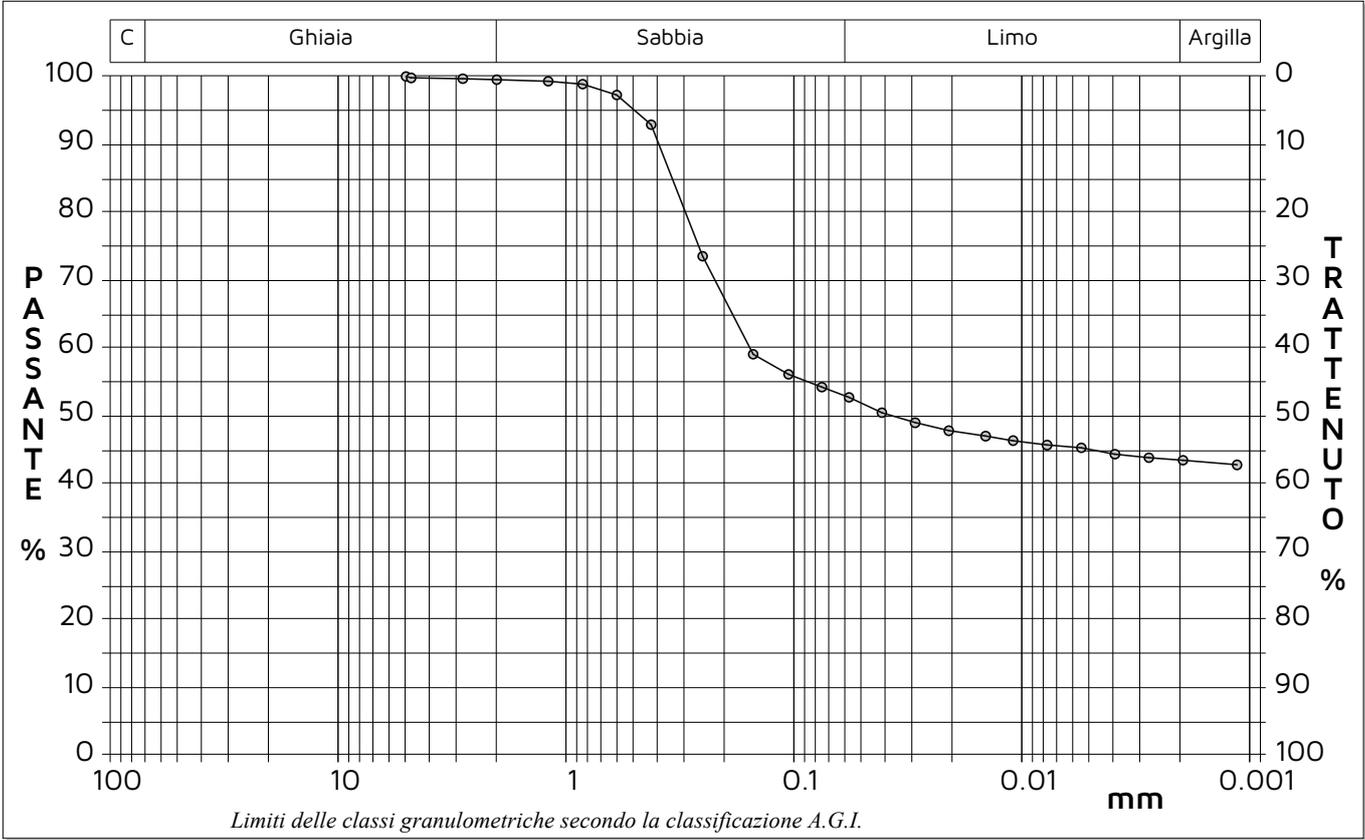
CERTIFICATO DI PROVA N°: 08691	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 25/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 6.50-7.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	0.5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.5 %	D10	---	mm
Sabbia	46.5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	92.9 %	D30	---	mm
Limo	9.5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	54.2 %	D50	0.03690	mm
Argilla	43.5 %			D60	0.15499	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.38882



Diametro mm	Passante %								
5.0000	100.00	0.8410	98.86	0.1050	56.11	0.0208	47.80	0.0039	44.36
4.7500	99.78	0.5950	97.28	0.0750	54.21	0.0144	47.01	0.0028	43.83
2.8200	99.67	0.4200	92.88	0.0571	52.70	0.0109	46.35	0.0020	43.44
2.0000	99.51	0.2500	73.51	0.0410	50.45	0.0077	45.69	0.0011	42.77
1.1900	99.29	0.1500	59.08	0.0292	49.00	0.0055	45.29		

Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro

Sperimentatore
Roberto Bracaglia

Direttore
Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08692 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21

Inizio analisi: 11/10/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 25/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C2

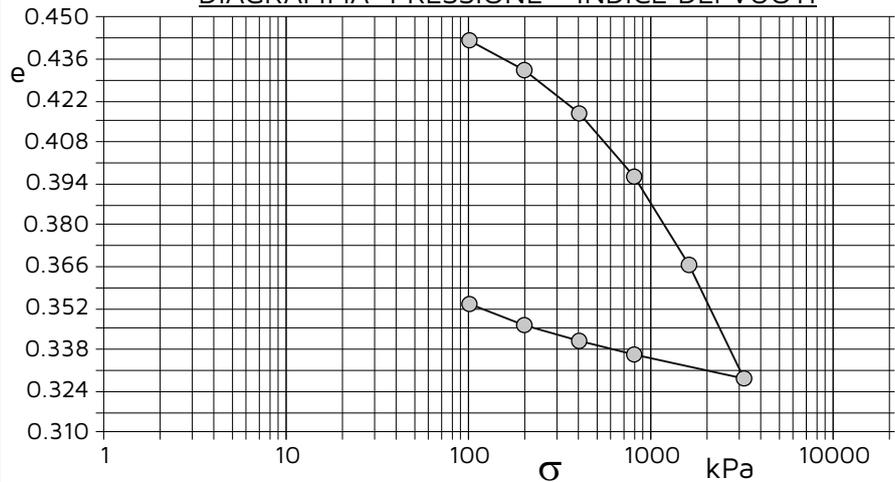
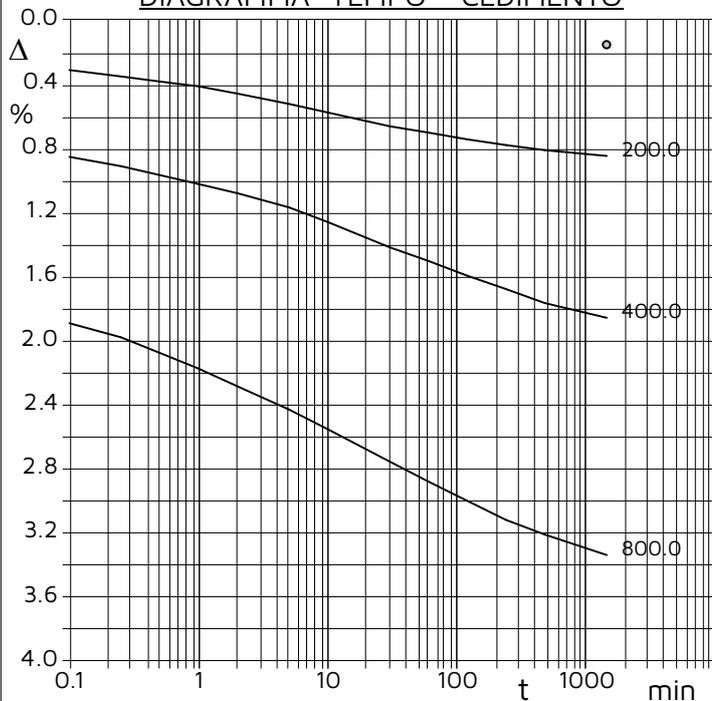
PROFONDITA': m 6.50-7.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	21.08
Umidità (%)	15.4
Peso specifico	2.69
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.01
Volume provino (cm ³)	40.01
Volume dei vuoti (cm ³)	12.31
Indice dei vuoti	0.44
Porosità (%)	30.77
Saturazione (%)	93.1

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
100.0	3.0	0.442	
200.0	16.9	0.432	0.033
400.0	37.1	0.418	0.048
800.0	66.7	0.396	0.071
1600.0	107.9	0.367	0.099
3200.0	161.0	0.328	0.127
800.0	149.8	0.336	
400.0	143.4	0.341	
200.0	136.1	0.346	
100.0	126.2	0.353	

Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro



GEORES srl

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08692 Pagina 2/2
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21 Inizio analisi: 11/10/21
Apertura campione: 11/10/21 Fine analisi: 25/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 6.50-7.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione 800.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	3.0	0.00	16.9	0.00	37.1		
0.10	6.1	0.10	17.0	0.10	37.7		
0.25	6.9	0.25	18.2	0.25	39.5		
0.50	7.6	0.50	19.3	0.50	41.5		
1.00	8.2	1.00	20.4	1.00	43.4		
2.00	9.1	2.00	21.6	2.00	45.7		
5.00	10.4	5.00	23.3	5.00	48.5		
10.00	11.4	10.00	25.1	10.00	51.0		
30.00	13.2	30.00	28.3	30.00	55.0		
60.00	14.0	60.00	30.0	60.00	57.5		
120.00	14.8	120.00	31.8	120.00	59.9		
240.00	15.5	240.00	33.5	240.00	62.3		
480.00	16.2	480.00	35.2	480.00	64.1		
1440.00	16.9	1440.00	37.1	1440.00	66.7		

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

Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08693 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21

Inizio analisi: 09/12/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 10/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

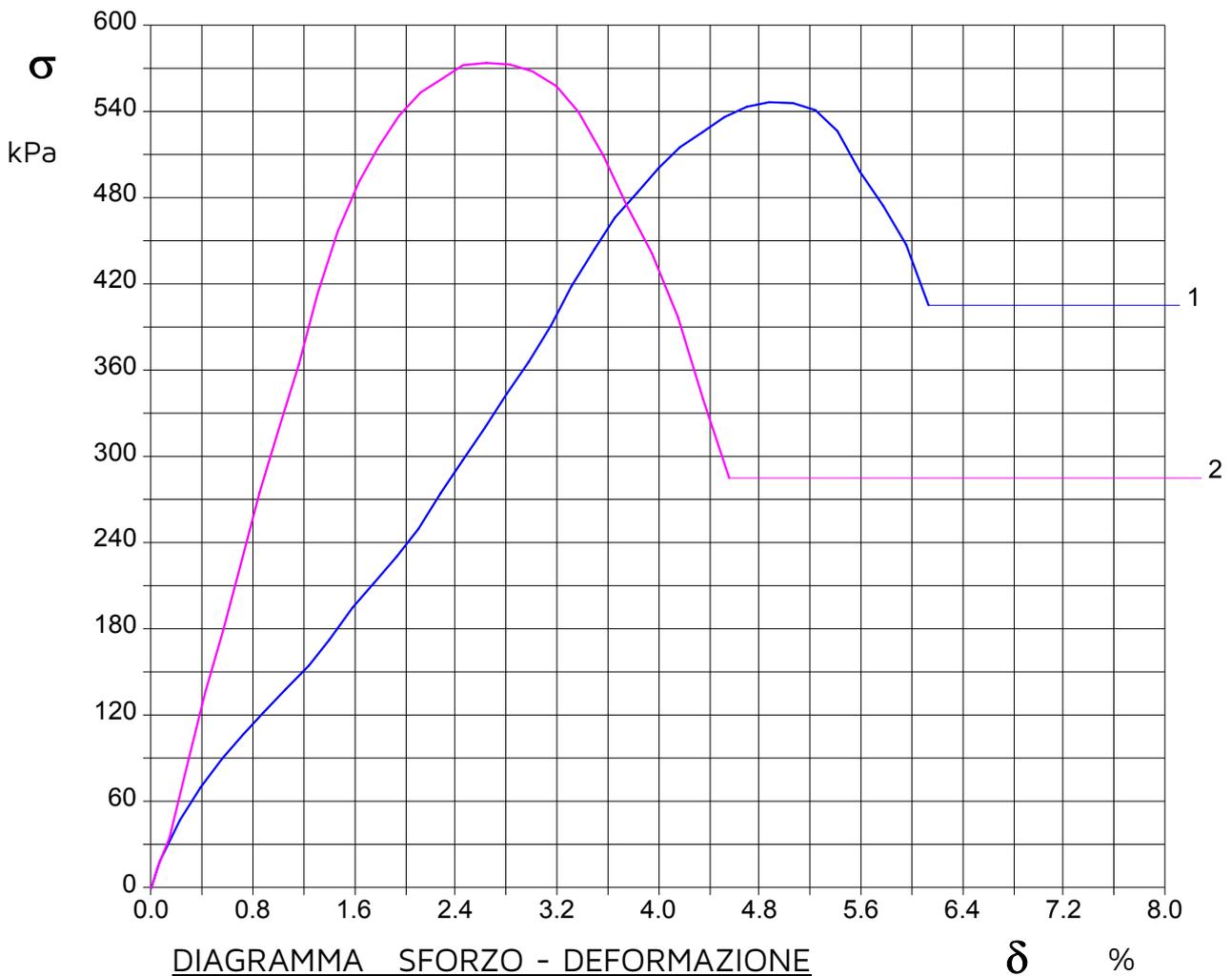
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 6.50-7.00

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m ³):	21.1	21.2	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08693	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 09/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 10/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.07	18.2			0.05	13.9						
0.23	47.1			0.14	34.8						
0.39	69.5			0.28	85.5						
0.56	89.5			0.42	134.7						
0.72	106.5			0.57	179.7						
0.89	121.9			0.72	228.7						
1.06	138.0			0.86	274.8						
1.24	154.6			1.02	322.1						
1.41	172.3			1.16	364.0						
1.59	194.7			1.31	412.3						
1.76	212.0			1.47	456.5						
1.94	230.4			1.64	491.3						
2.11	249.6			1.79	515.5						
2.28	274.5			1.96	537.0						
2.46	297.4			2.12	553.1						
2.63	320.3			2.29	562.6						
2.80	343.1			2.46	572.1						
2.98	365.8			2.65	573.6						
3.15	391.1			2.83	572.5						
3.32	418.4			3.00	567.9						
3.50	444.2			3.20	557.4						
3.66	466.1			3.37	539.6						
3.83	483.3			3.57	508.8						
4.00	500.5			3.75	474.3						
4.17	515.0			3.95	441.2						
4.35	525.5			4.16	396.6						
4.52	536.0			4.35	339.4						
4.70	543.2			4.56	285.0						
4.87	546.4										
5.06	545.6										
5.24	540.8										
5.42	526.3										
5.59	498.0										
5.77	474.3										
5.96	447.2										
6.13	405.2										

Sperimentatore
Roberto BraccagliaDirettore
Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08694	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 02/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 03/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	16.5 35.4	15.7 20.4	15.8 23.6
Peso di volume (kN/m ³):	21.0	21.3	21.1
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.020 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

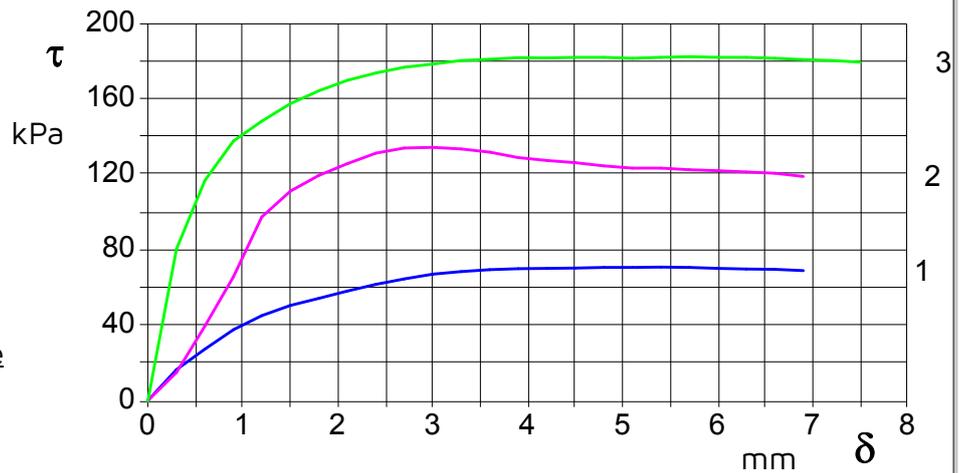
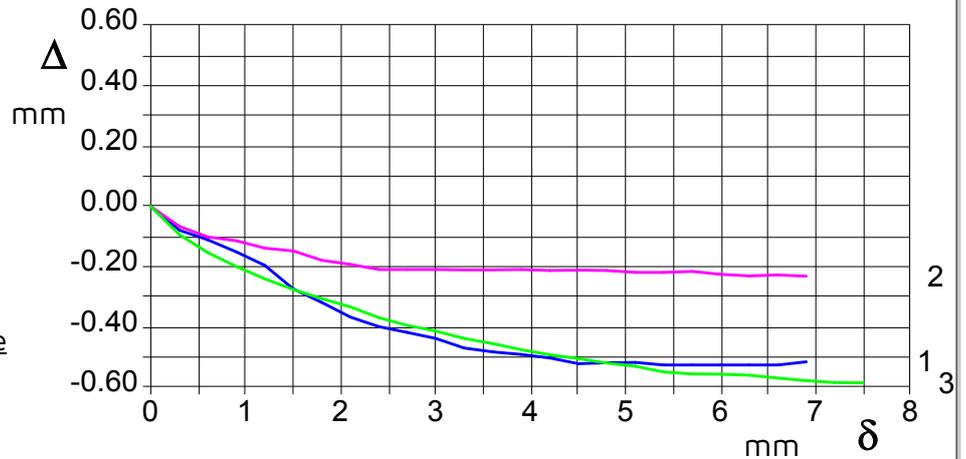


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 08694	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 02/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 03/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.50-7.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0.300	16.3	-0.08	0.300	14.8	-0.07	0.300	80.3	-0.09
0.600	27.2	-0.11	0.600	39.3	-0.10	0.600	116.5	-0.15
0.900	37.5	-0.15	0.900	65.6	-0.11	0.900	137.6	-0.20
1.200	45.0	-0.20	1.200	97.4	-0.14	1.200	148.0	-0.24
1.500	50.3	-0.27	1.500	110.9	-0.15	1.500	157.3	-0.28
1.800	54.1	-0.32	1.800	119.4	-0.18	1.800	164.1	-0.31
2.100	58.0	-0.37	2.100	125.6	-0.19	2.100	169.6	-0.33
2.400	61.6	-0.40	2.400	131.1	-0.21	2.400	173.7	-0.37
2.700	64.5	-0.42	2.700	133.9	-0.21	2.700	176.7	-0.39
3.000	67.0	-0.44	3.000	134.3	-0.21	3.000	178.3	-0.41
3.300	68.3	-0.47	3.300	133.3	-0.21	3.300	180.3	-0.44
3.600	69.4	-0.48	3.600	131.7	-0.21	3.600	180.9	-0.46
3.900	69.9	-0.49	3.900	128.8	-0.21	3.900	181.8	-0.48
4.200	70.1	-0.50	4.200	127.2	-0.21	4.200	181.6	-0.49
4.500	70.3	-0.52	4.500	126.0	-0.21	4.500	181.9	-0.50
4.800	70.5	-0.52	4.800	124.4	-0.21	4.800	181.9	-0.52
5.100	70.5	-0.52	5.100	123.3	-0.22	5.100	181.4	-0.53
5.400	70.6	-0.53	5.400	123.1	-0.22	5.400	182.0	-0.55
5.700	70.5	-0.53	5.700	122.4	-0.22	5.700	182.3	-0.56
6.000	70.0	-0.53	6.000	121.8	-0.23	6.000	182.0	-0.56
6.300	69.7	-0.53	6.300	121.2	-0.23	6.300	182.0	-0.56
6.600	69.5	-0.53	6.600	120.4	-0.23	6.600	181.4	-0.57
6.900	68.8	-0.52	6.900	118.7	-0.23	6.900	180.8	-0.58
						7.200	180.2	-0.58
						7.500	179.4	-0.58

Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE:	13/12/21	Inizio analisi:	02/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:	407 del 01/09/21	Apertura campione:	11/10/21	Fine analisi:	03/11/21

COMMITTENTE:	Acea Elabori S.p.A.				
RIFERIMENTO:	Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21				
SONDAGGIO:	S5.2	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA':	m 6.50-7.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	71		134		182	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.40	-0.53	3.00	-0.21	5.70	-0.56
Umidità iniziale e umidità finale (%):	16.5	35.4	15.7	20.4	15.8	23.6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	21.0	24.5	21.3	23.3	21.1	23.2
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	95.0	100.0	98.0	100.0	94.3	100.0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	18.7 kPa
Angolo di attrito interno:	29.2 °

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

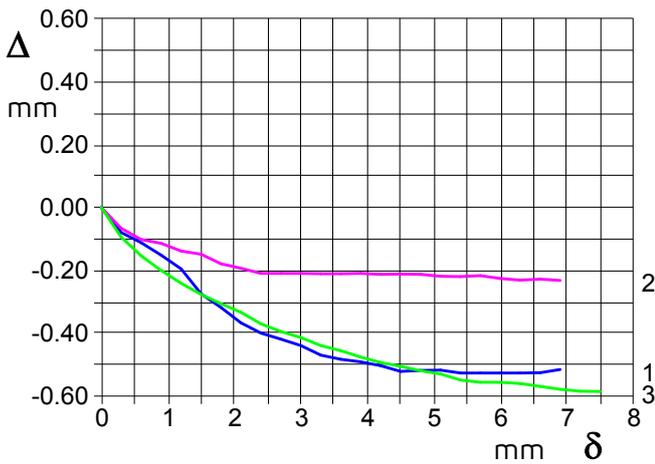
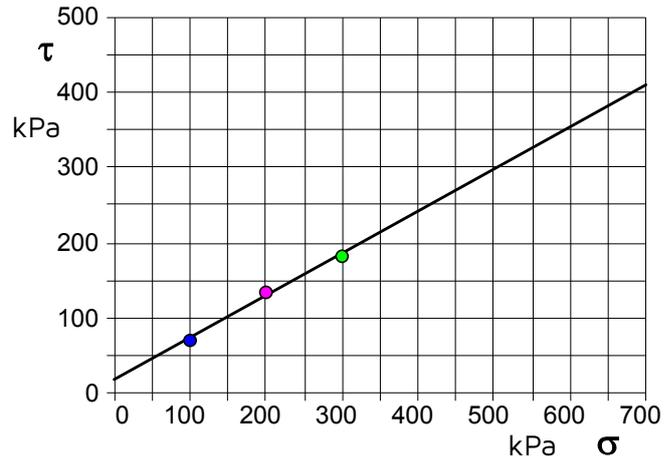


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

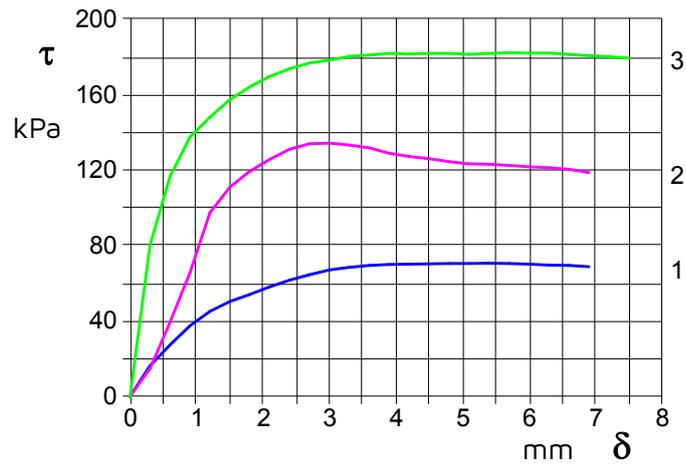


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia con argilla debolmente limosa di colore marrone-rossastro

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 9.50-10.00

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20.0	%
Peso di volume	19.8	kN/m ³
Peso di volume secco	16.5	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.1	kN/m ³
Peso specifico	2.66	
Indice dei vuoti	0.584	
Porosità	36.9	%
Grado di saturazione	91.2	%
Limite di liquidità	42.9	%
Limite di plasticità	29.1	%
Indice di plasticità	13.8	%
Indice di consistenza	1.66	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.8	%
Sabbia	68.8	%
Limo	13.2	%
Argilla	17.2	%
D 10		mm
D 50	0.268316	mm
D 60	0.326670	mm
D 90	0.726236	mm
Passante set. 10	99.2	%
Passante set. 42	72.8	%
Passante set. 200	31.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	83	kPa	σ Rim	kPa
C_U	41	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	8.9	kPa	ϕ' 28.4 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	2976	---	---
12.5 ÷ 25.0	3049	---	---
25.0 ÷ 50.0	3937	---	---
50.0 ÷ 100.0	5291	0.001774	3.29E-08
100.0 ÷ 200.0	8811	0.001513	1.68E-08
200.0 ÷ 400.0	13841	0.000805	5.71E-09
400.0 ÷ 800.0	20725	---	---
800.0 ÷ 1600.0	35165	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	54237	---	---

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08695	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 11/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 12/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	9.50-10.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20.0 %

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08696	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 15/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 15/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	9.50-10.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19.8 kN/m³

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08697	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 08/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 08/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	9.50-10.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

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

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

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08698	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 24/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 25/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 9.50-10.00

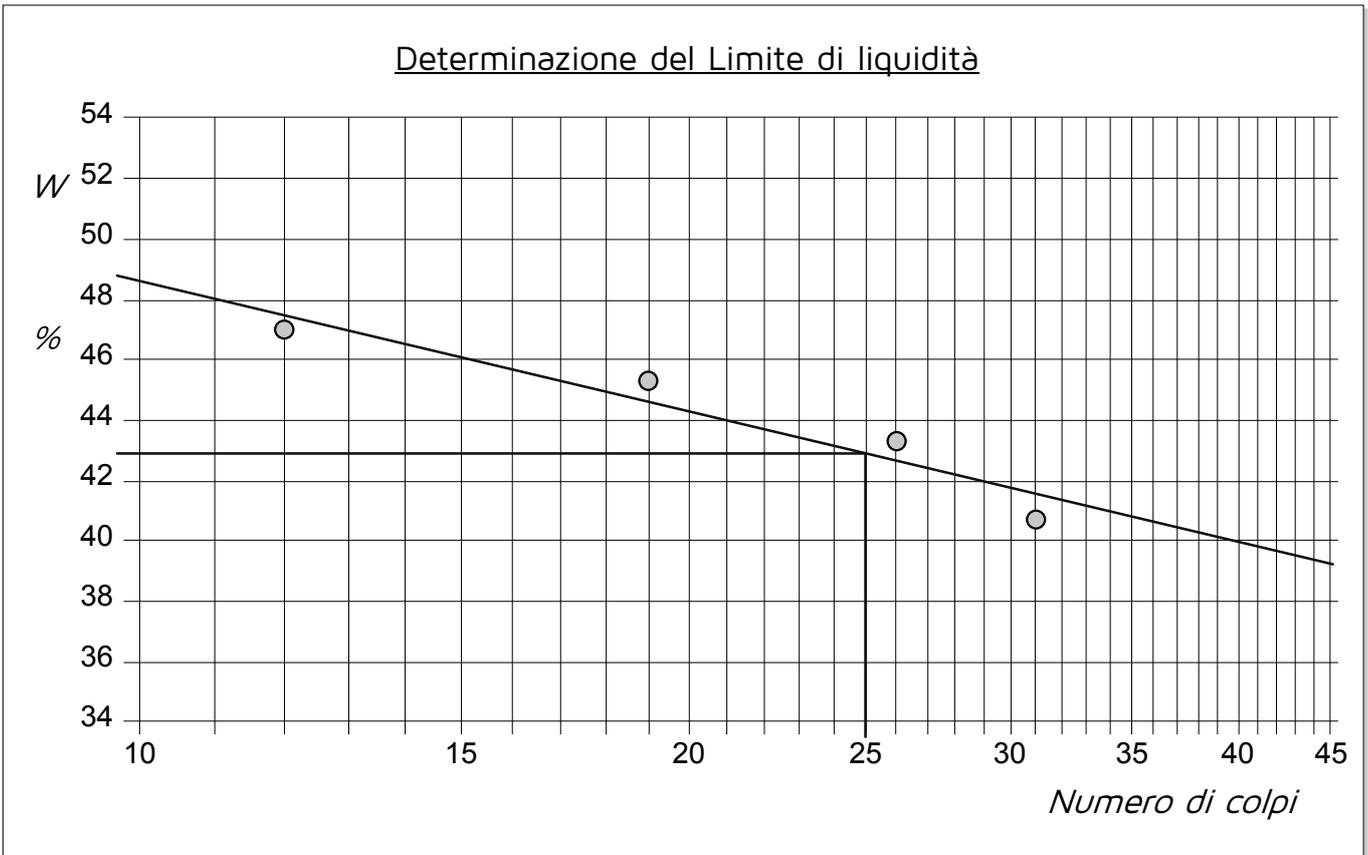
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	42.9 %
Limite di plasticità	29.1 %
Indice di plasticità	13.8 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	12	19	26	31	Umidità (%)	28.8	29.4
Umidità (%)	47.0	45.3	43.3	40.7	Umidità media	29.1	



Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

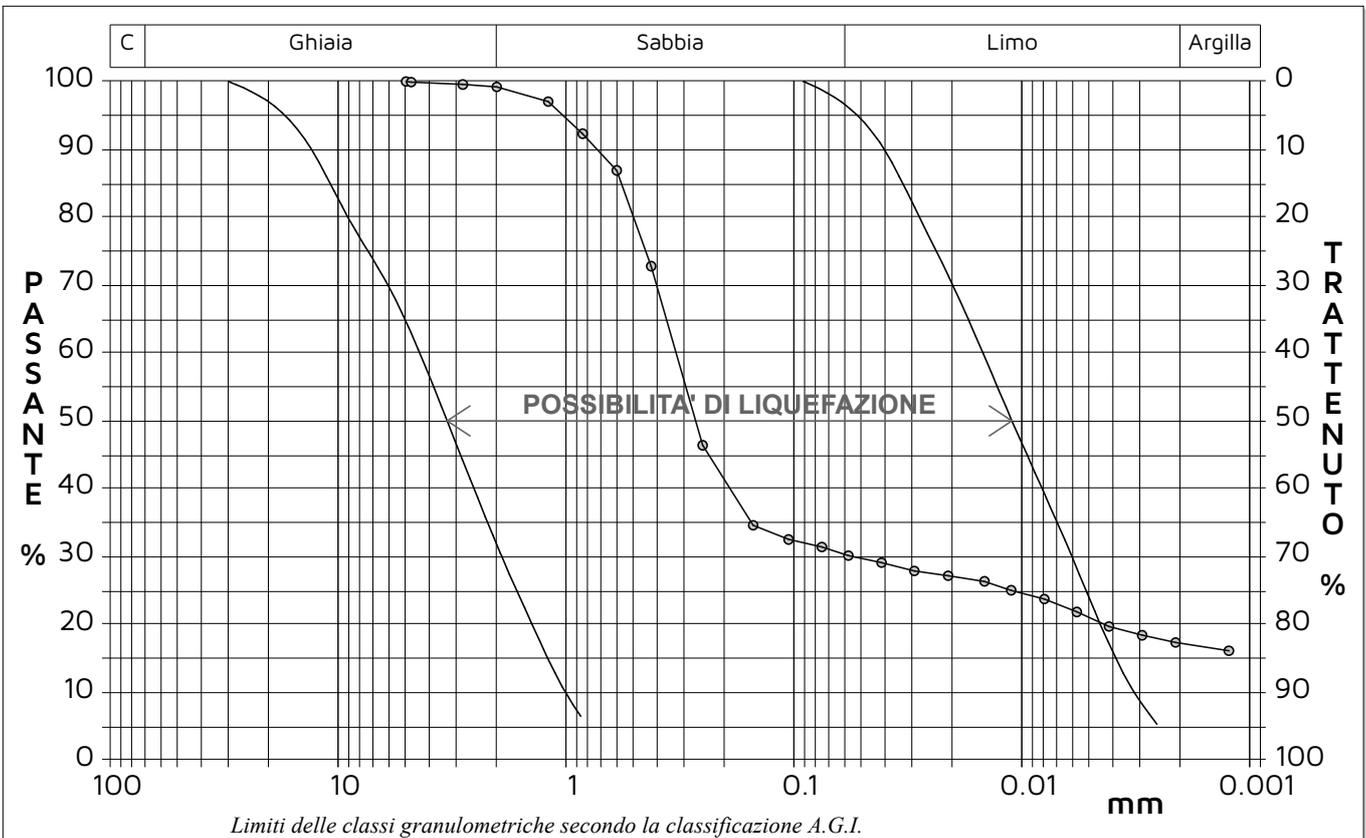
CERTIFICATO DI PROVA N°: 08699	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 06/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 09/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.2 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 9.50-10.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	0.8 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.2 %	D10	---	mm		
Sabbia	68.8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	72.8 %	D30	0.05461	mm		
Limo	13.2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	31.4 %	D50	0.26832	mm		
Argilla	17.2 %			D60	0.32667	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0.72624	mm



Diametro mm	Passante %								
5.0000	100.00	0.8410	92.29	0.1050	32.52	0.0210	27.18	0.0041	19.70
4.7500	99.90	0.5950	86.88	0.0750	31.41	0.0145	26.34	0.0030	18.40
2.8200	99.55	0.4200	72.77	0.0574	30.16	0.0111	25.05	0.0021	17.34
2.0000	99.21	0.2500	46.41	0.0411	29.09	0.0079	23.75	0.0012	16.11
1.1900	97.01	0.1500	34.59	0.0294	27.87	0.0057	21.84		

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08700 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/12/21

Inizio analisi: 15/11/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 30/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C3

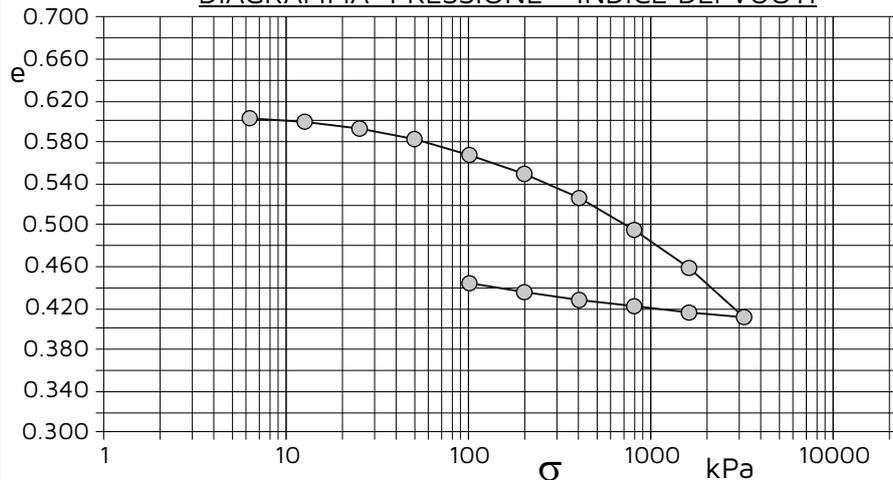
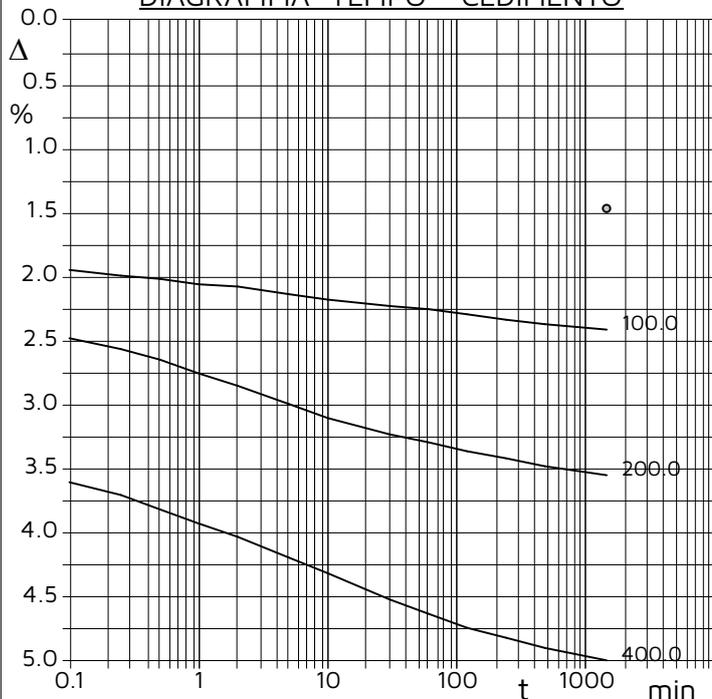
PROFONDITA': m 9.50-10.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	19.63
Umidità (%)	20.8
Peso specifico	2.66
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	15.10
Indice dei vuoti	0.61
Porosità (%)	37.75
Saturazione (%)	91.3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	4.2	0.603	
12.5	8.4	0.600	0.011
25.0	16.6	0.593	0.022
50.0	29.3	0.583	0.034
100.0	48.2	0.568	0.050
200.0	70.9	0.549	0.061
400.0	99.8	0.526	0.077
800.0	138.4	0.495	0.103
1600.0	183.9	0.459	0.121
3200.0	242.9	0.411	0.157
1600.0	237.5	0.416	
800.0	229.9	0.422	
400.0	222.3	0.428	
200.0	213.0	0.435	
100.0	202.2	0.444	

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra



GEORES srl

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

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

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08700	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 15/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 30/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	9.50-10.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	29.3	0.00	48.2	0.00	70.9		
0.10	38.9	0.10	49.5	0.10	72.0		
0.25	39.8	0.25	51.2	0.25	74.0		
0.50	40.3	0.50	52.9	0.50	76.2		
1.00	41.1	1.00	55.0	1.00	78.4		
2.00	41.5	2.00	57.0	2.00	80.5		
5.00	42.7	5.00	59.8	5.00	83.8		
10.00	43.5	10.00	62.0	10.00	86.2		
30.00	44.5	30.00	64.5	30.00	90.3		
60.00	45.0	60.00	65.8	60.00	92.5		
120.00	45.8	120.00	67.2	120.00	94.7		
240.00	46.7	240.00	68.2	240.00	96.3		
480.00	47.3	480.00	69.5	480.00	97.9		
1440.00	48.2	1440.00	70.9	1440.00	99.8		

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

Sperimentatore
Enrico Tallini

Direttore

Marco Ferrante

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08701 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/12/21

Inizio analisi: 06/12/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 07/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

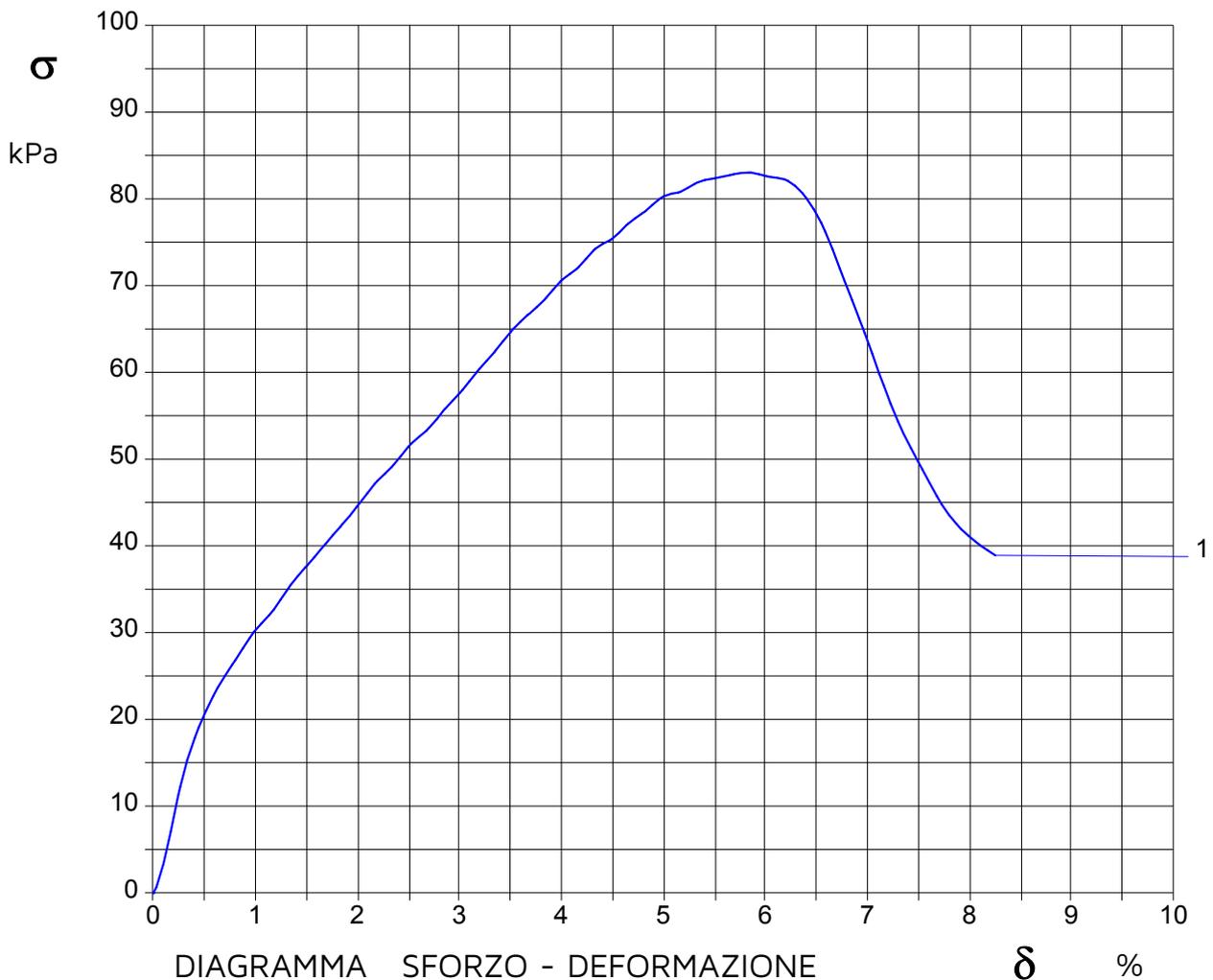
CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 9.50-10.00

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	----	----
Peso di volume (kN/m³):	19.7	----	----
Umidità naturale (%):	----	----	----



Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08701 Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/12/21

Inizio analisi: 06/12/21

Apertura campione: 11/10/21

Fine analisi: 07/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 9.50-10.00

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.03	0.7	6.59	76.2								
0.26	12.2	6.78	70.5								
0.45	19.1	6.97	64.5								
0.63	23.6	7.16	58.6								
0.81	26.9	7.36	52.9								
0.99	30.1	7.54	48.8								
1.18	32.6	7.73	44.8								
1.35	35.5	7.92	42.0								
1.51	37.7	8.11	40.1								
1.69	40.3	8.27	38.8								
1.85	42.5										
2.03	45.0										
2.20	47.5										
2.36	49.3										
2.53	51.8										
2.71	53.6										
2.86	55.8										
3.03	58.0										
3.20	60.4										
3.36	62.5										
3.53	65.0										
3.69	66.8										
3.85	68.6										
4.01	70.7										
4.17	72.1										
4.33	74.2										
4.49	75.4										
4.65	77.1										
4.82	78.6										
5.01	80.3										
5.17	80.8										
5.34	81.9										
5.51	82.4										
5.69	82.8										
5.86	83.0										
6.05	82.5										
6.22	82.1										
6.40	80.0										

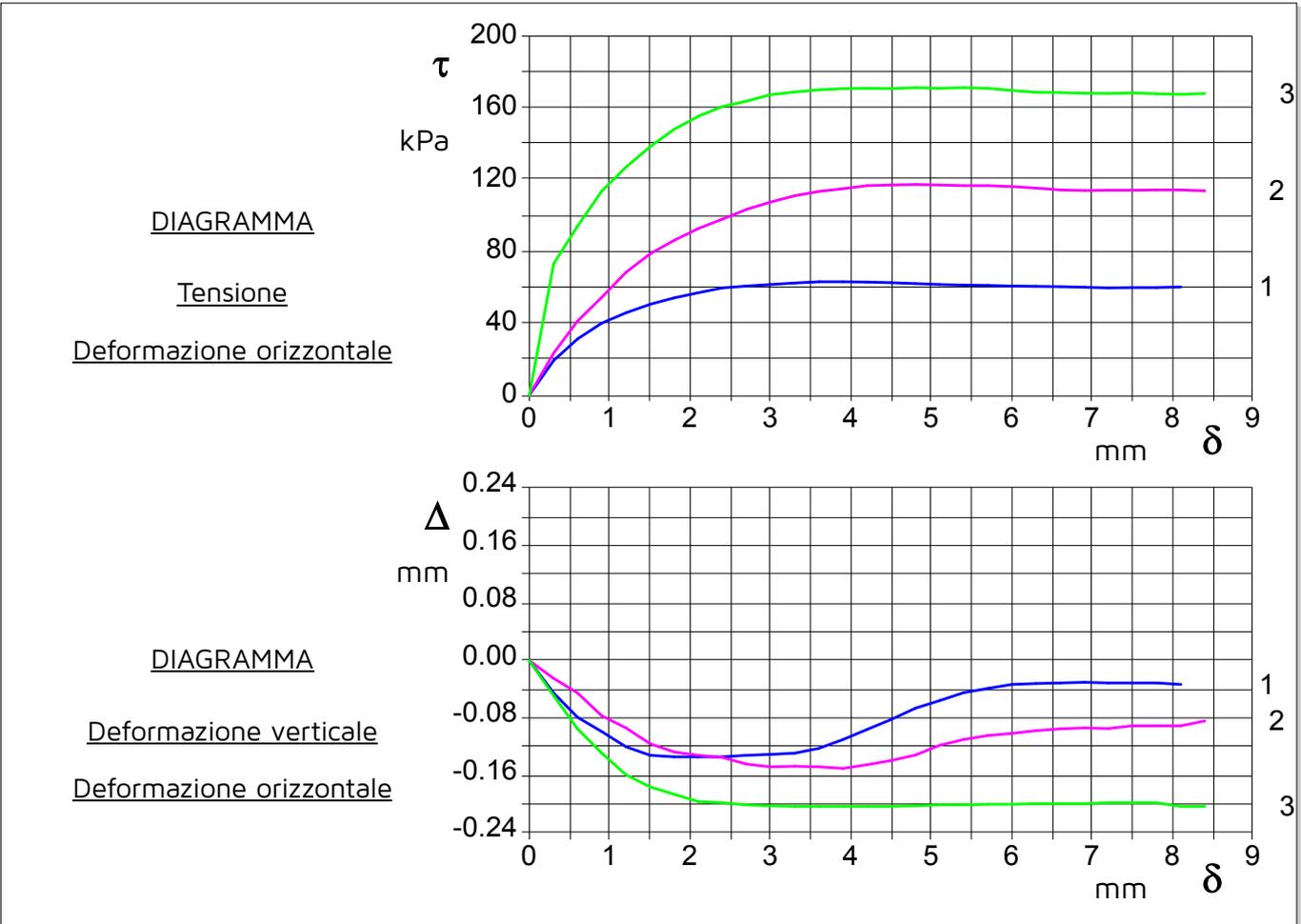
CERTIFICATO DI PROVA N°: 08702	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 15/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 11/10/21	Fine analisi: 17/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21		
SONDAGGIO: S5.2	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m 9.50-10.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	19.5 19.7	19.2 19.6	19.6 20.3
Peso di volume (kN/m ³):	19.9	20.0	20.1
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	



Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/12/21 Inizio analisi: 15/11/21
Apertura campione: 11/10/21 Fine analisi: 17/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.2 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 9.50-10.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	63		117		171	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.60	-0.12	4.80	-0.13	4.80	-0.20
Umidità iniziale e umidità finale (%):	19.5	19.7	19.2	19.6	19.6	20.3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	19.9	19.9	20.0	20.1	20.1	20.3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	91.0	91.8	91.9	93.7	94.9	98.1

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: **8.9 kPa**
Angolo di attrito interno: **28.4 °**

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

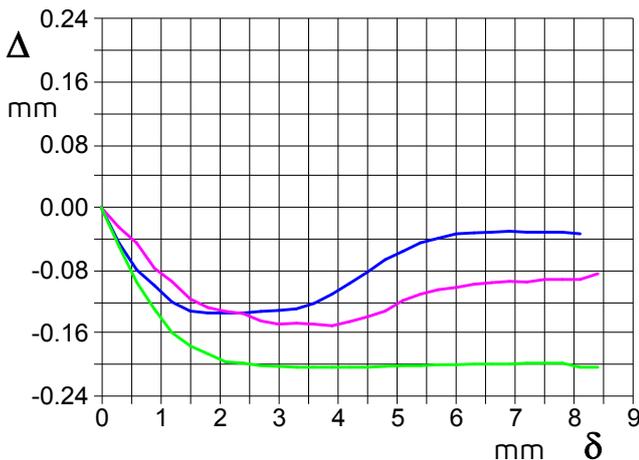
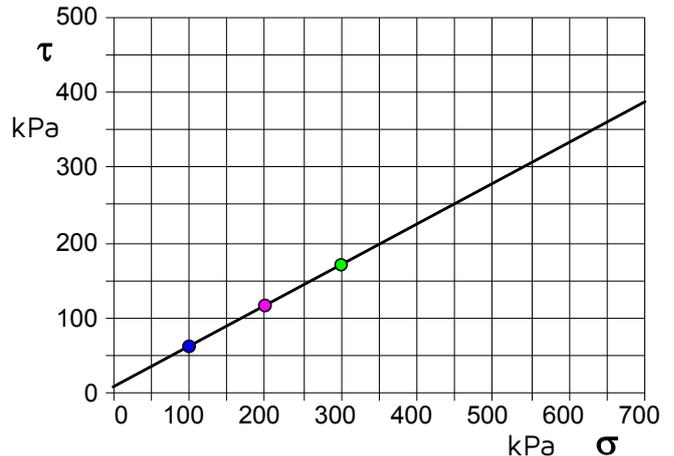


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

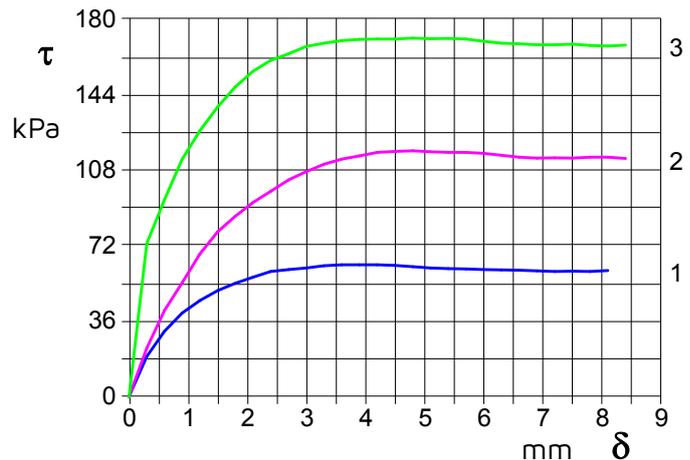


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone-ocra

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5.00-5.50

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21.6	%
Peso di volume	19.5	kN/m ³
Peso di volume secco	16.0	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.8	kN/m ³
Peso specifico	2.65	
Indice dei vuoti	0.621	
Porosità	38.3	%
Grado di saturazione	92.1	%
Limite di liquidità	39.7	%
Limite di plasticità	25.2	%
Indice di plasticità	14.5	%
Indice di consistenza	1.25	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	7.5	%
Sabbia	34.0	%
Limo	41.1	%
Argilla	17.4	%
D 10	0.000134	mm
D 50	0.032733	mm
D 60	0.072410	mm
D 90	0.759048	mm
Passante set. 10	92.5	%
Passante set. 42	86.9	%
Passante set. 200	60.3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	121	kPa	σ Rim	kPa
C_U	60	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	16.0	kPa	ϕ' 27.5 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
50.0 ÷ 100.0	8772	0.000261	2.92E-09
100.0 ÷ 200.0	10753	0.001149	1.05E-08
200.0 ÷ 400.0	12862	0.001035	7.89E-09
400.0 ÷ 800.0	20356	---	---
800.0 ÷ 1600.0	35714	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	64516	---	---

Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08703	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 06/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 07/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	5.00-5.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21.6 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08704	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 22/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 22/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	5.00-5.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19.5 kN/m³

Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08705	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 07/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 08/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	5.00-5.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

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

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

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 22.4 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08706	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 06/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 07/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	5.00-5.50

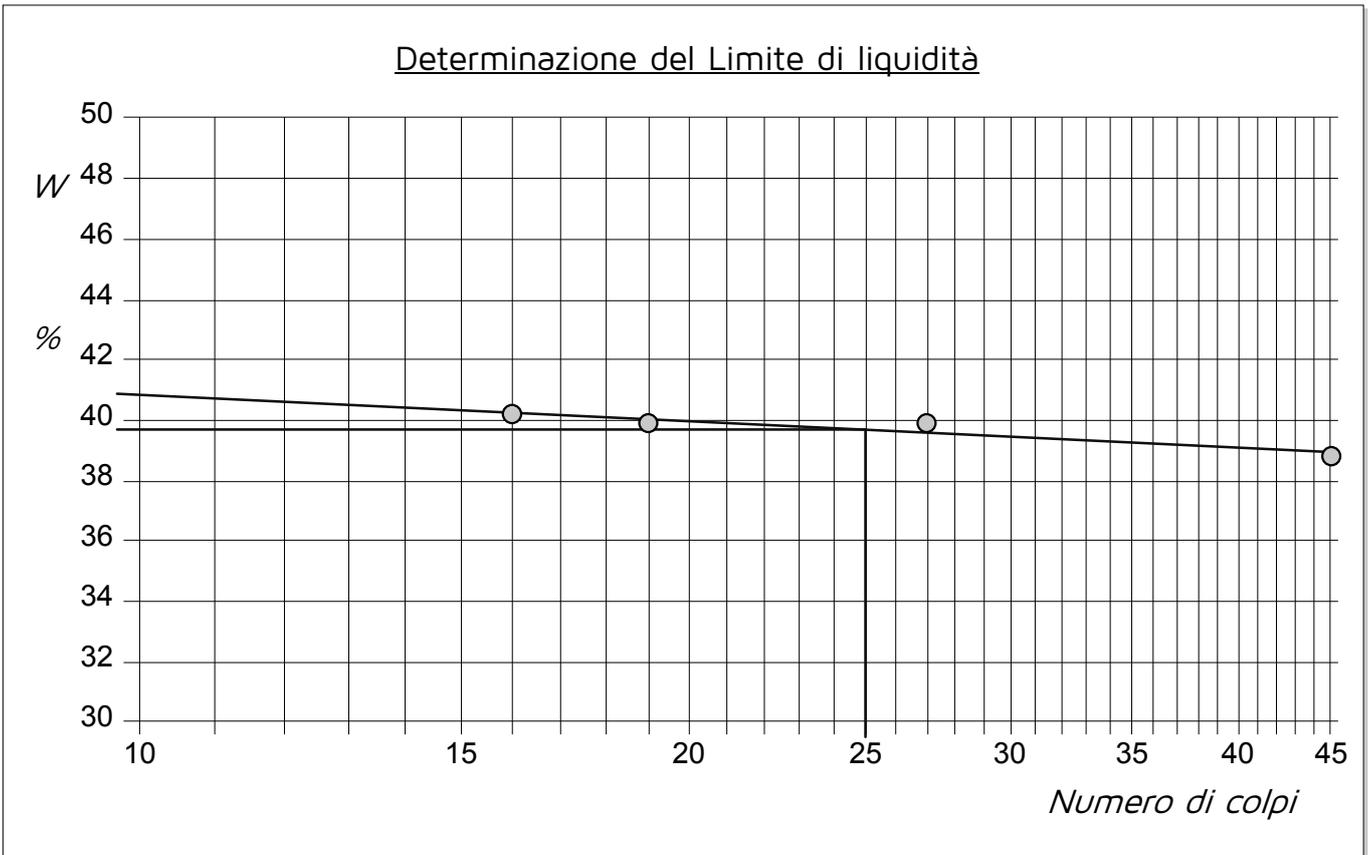
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	39.7 %
Limite di plasticità	25.2 %
Indice di plasticità	14.5 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	16	19	27	45	Umidità (%)	25.8	24.5
Umidità (%)	40.2	39.9	39.9	38.8	Umidità media	25.2	



Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro

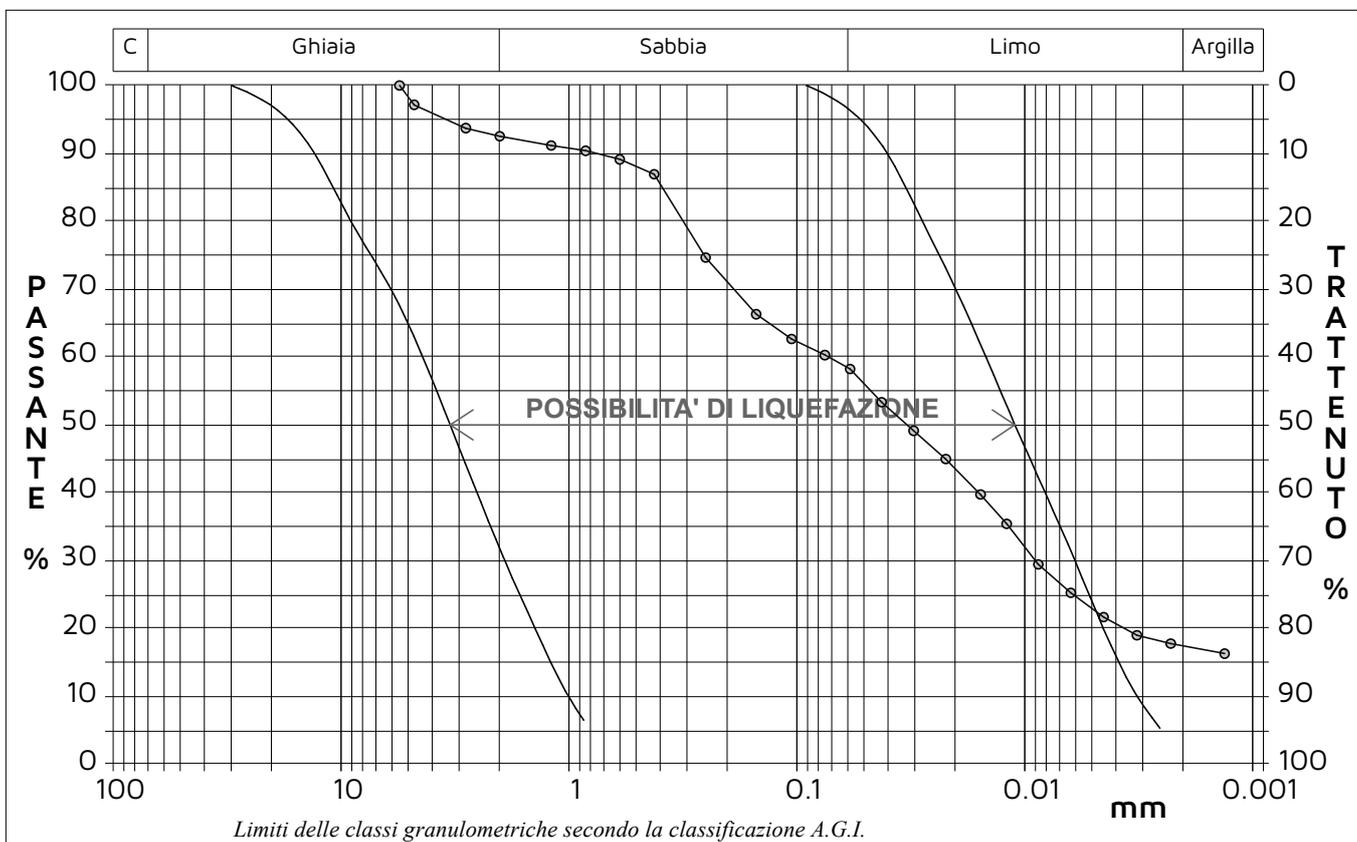
CERTIFICATO DI PROVA N°: 08707	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 30/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 03/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 5.00-5.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	7.5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	92.5 %	D10	0.00013 mm
Sabbia	34.0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	86.9 %	D30	0.00896 mm
Limo	41.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	60.3 %	D50	0.03273 mm
Argilla	17.4 %			D60	0.07241 mm
Coefficiente di uniformità		541.03	Coefficiente di curvatura		8.28
				D90	0.75905 mm



Diametro mm	Passante %								
5.5000	100.00	0.8410	90.38	0.1050	62.64	0.0221	44.95	0.0045	21.67
4.7500	97.14	0.5950	89.10	0.0750	60.28	0.0156	39.73	0.0032	18.98
2.8200	93.70	0.4200	86.90	0.0582	58.23	0.0120	35.40	0.0023	17.79
2.0000	92.52	0.2500	74.64	0.0423	53.31	0.0087	29.43	0.0013	16.30
1.1900	91.14	0.1500	66.29	0.0306	49.13	0.0063	25.25		

Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08708 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/12/21

Inizio analisi: 22/11/21

Apertura campione: 06/10/21

Fine analisi: 06/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3

CAMPIONE: C1

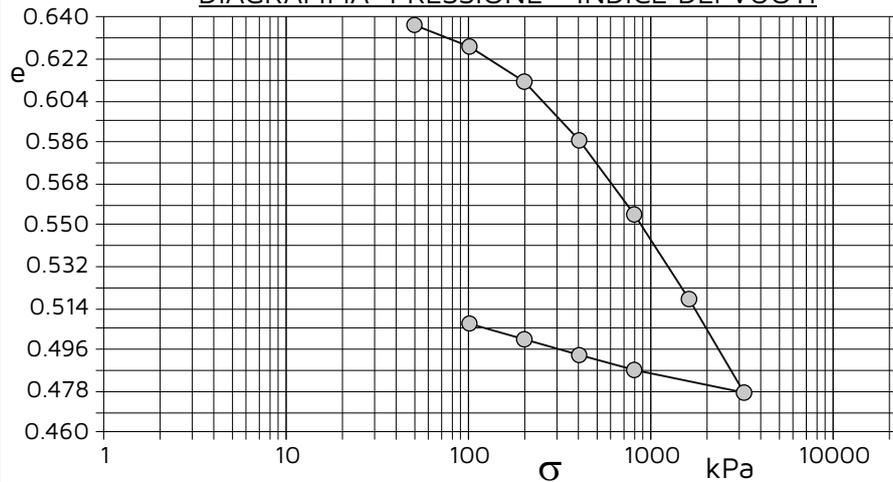
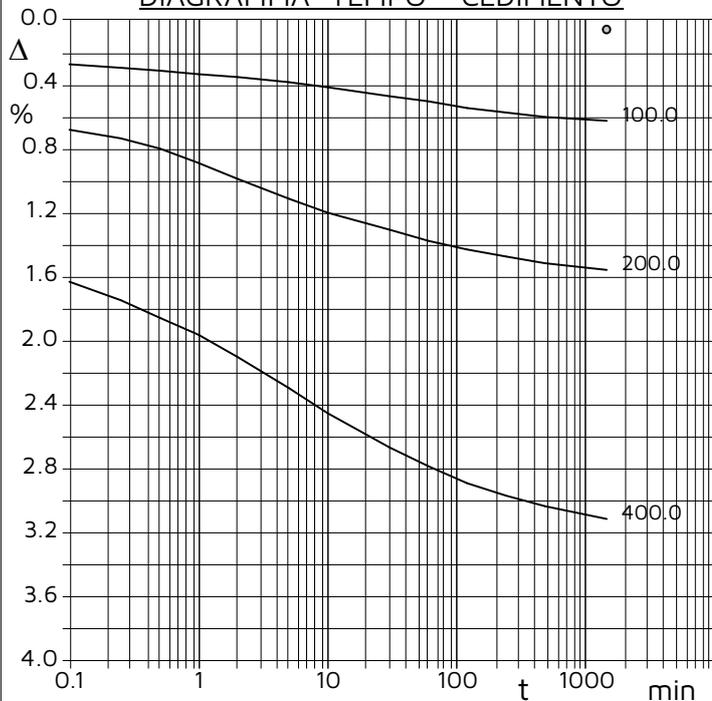
PROFONDITA': m 5.00-5.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	19.43
Umidità (%)	22.4
Peso specifico	2.65
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	15.58
Indice dei vuoti	0.64
Porosità (%)	38.94
Saturazione (%)	93.2

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
50.0	1.1	0.637	
100.0	12.5	0.627	0.031
200.0	31.1	0.612	0.051
400.0	62.2	0.587	0.085
800.0	101.5	0.555	0.107
1600.0	146.3	0.518	0.122
3200.0	195.9	0.477	0.135
800.0	183.9	0.487	
400.0	176.0	0.494	
200.0	167.6	0.500	
100.0	159.3	0.507	

Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro

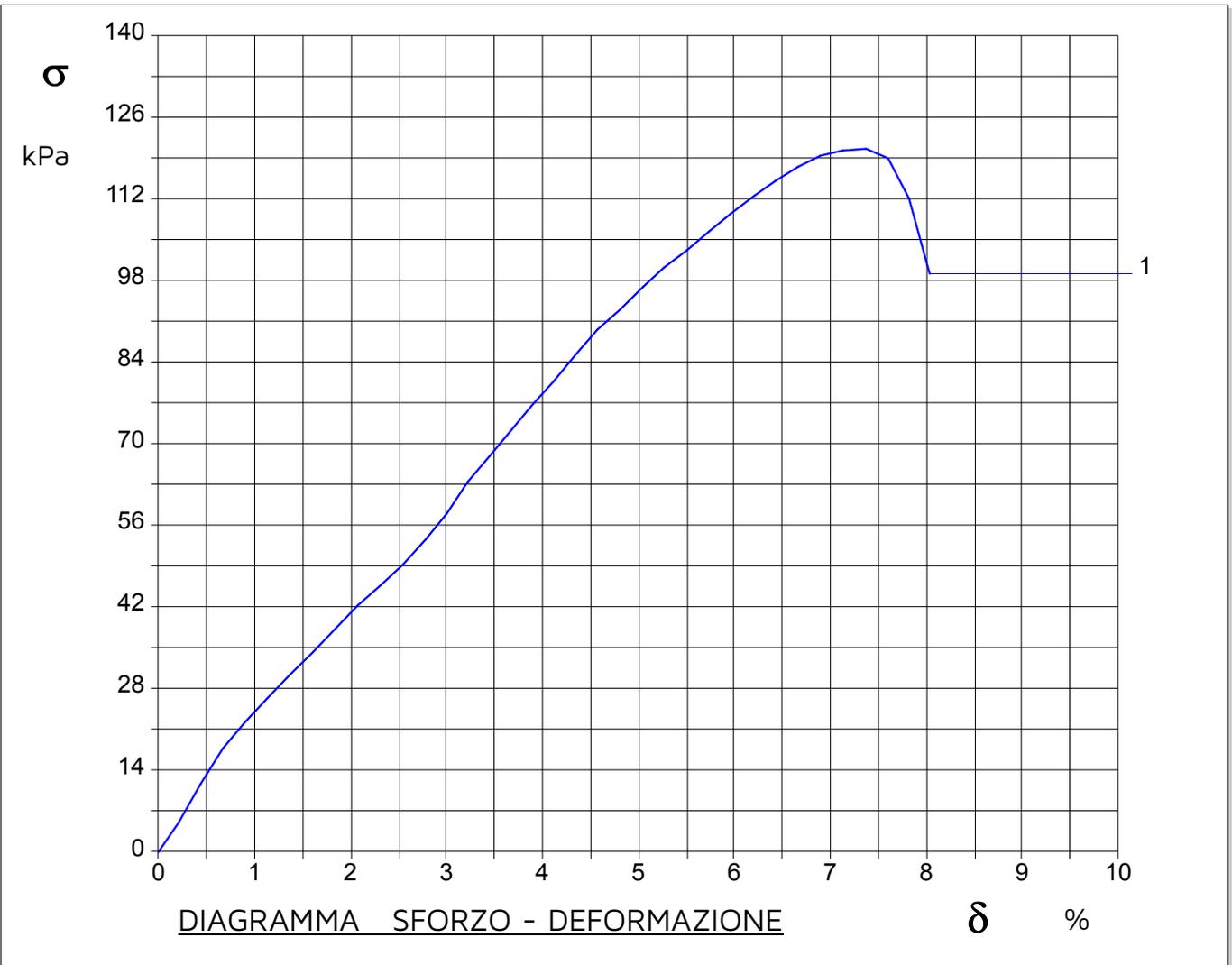
CERTIFICATO DI PROVA N°: 08709	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 07/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 08/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.00-5.50	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	-----	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	-----	-----
Peso di volume (kN/m ³):	19.3	-----	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 08709	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 10/12/21	Inizio analisi: 07/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 08/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	5.00-5.50

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.21	5.0										
0.44	11.6										
0.67	17.7										
0.90	22.2										
1.13	26.3										
1.37	30.3										
1.60	34.1										
1.84	38.1										
2.08	42.3										
2.31	45.7										
2.54	49.1										
2.78	53.6										
3.00	58.0										
3.22	63.4										
3.45	67.8										
3.67	72.2										
3.90	76.7										
4.12	80.6										
4.34	85.3										
4.57	89.5										
4.81	93.0										
5.05	96.9										
5.27	100.2										
5.50	103.1										
5.74	106.4										
5.97	109.5										
6.21	112.5										
6.43	115.0										
6.66	117.5										
6.90	119.4										
7.13	120.2										
7.37	120.5										
7.60	118.9										
7.82	112.0										
8.03	99.1										

Sperimentatore
Roberto Bracaglia
Roberto Bracaglia

Direttore
Marco Ferrante
Marco Ferrante

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 10/12/21 Inizio analisi: 08/11/21
Apertura campione: 06/10/21 Fine analisi: 10/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 5.00-5.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	70		118		174	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.48	0.00	1.50	-0.10	2.64	0.00
Umidità iniziale e umidità finale (%):	21.4	21.6	22.0	22.8	20.1	20.3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	19.9	19.9	19.6	19.8	19.7	19.7
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	96.6	97.5	94.7	98.2	90.8	91.5

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: **16.0 kPa**
Angolo di attrito interno: **27.5 °**

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

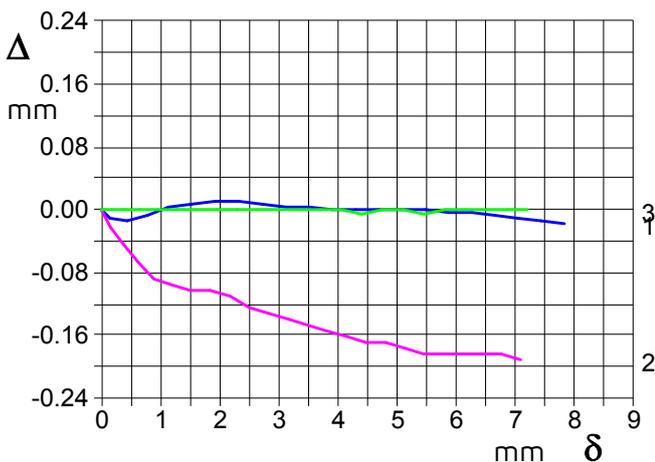
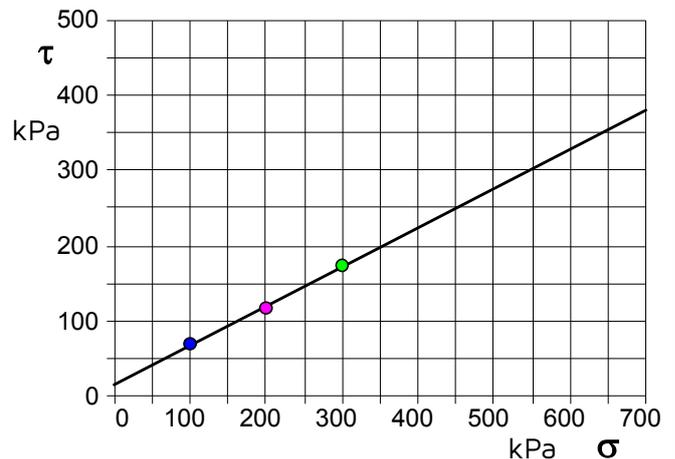


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

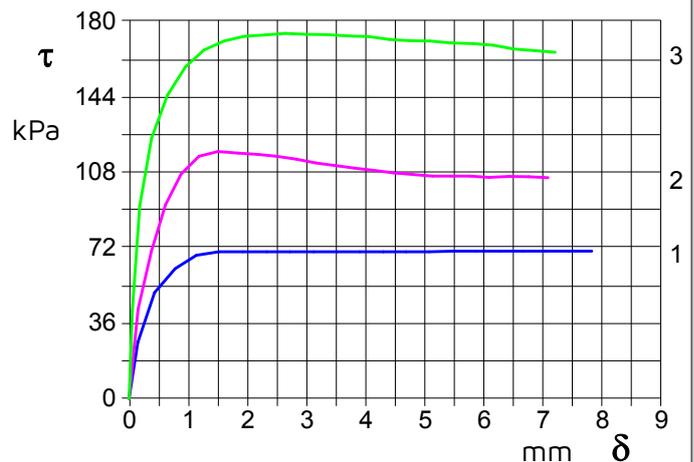


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone-rossastro

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3

CAMPIONE: C2 - Parte A

PROFONDITA': m 12.00-12.50

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	32.0	%
Peso di volume	18.3	kN/m ³
Peso di volume secco	13.9	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.4	kN/m ³
Peso specifico	2.64	
Indice dei vuoti	0.866	
Porosità	46.4	%
Grado di saturazione	97.5	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2.0	%
Sabbia	71.8	%
Limo	15.3	%
Argilla	10.9	%
D 10	0.001428	mm
D 50	0.203968	mm
D 60	0.252815	mm
D 90	0.686191	mm
Passante set. 10	98.0	%
Passante set. 42	82.0	%
Passante set. 200	29.0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_u	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	1.7	kPa	ϕ' 28.4 °
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

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
 Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
 Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08711	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 06/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 07/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.3	CAMPIONE: C2 - Parte A	PROFONDITA': m	12.00-12.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 32.0 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08712	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 23/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 23/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C2 - Parte A PROFONDITA': m 12.00-12.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.3 kN/m³

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08713	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 29/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 30/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21			
SONDAGGIO: S5.3	CAMPIONE: C2 - Parte A	PROFONDITA': m	12.00-12.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.64**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.64**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

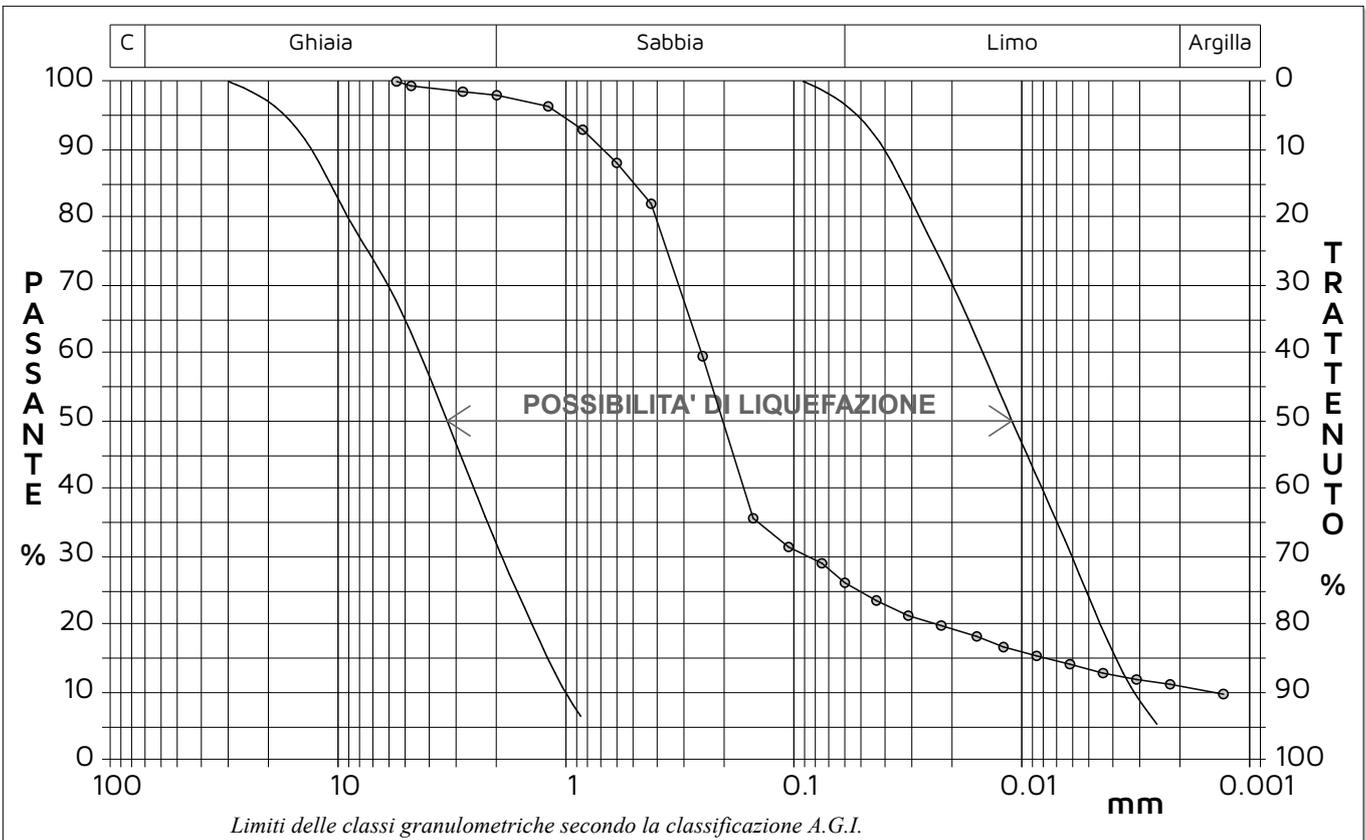
CERTIFICATO DI PROVA N°: 08714	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 29/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 02/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C2 - Parte A PROFONDITA': m 12.00-12.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	2.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.0 %	D10	0.00143 mm
Sabbia	71.8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	82.0 %	D30	0.08623 mm
Limo	15.3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	29.0 %	D50	0.20397 mm
Argilla	10.9 %			D60	0.25282 mm
Coefficiente di uniformità		177.00	Coefficiente di curvatura		20.59
				D90	0.68619 mm



Diametro mm	Passante %								
5.5000	100.00	0.8410	92.88	0.1050	31.40	0.0225	19.85	0.0044	12.85
4.7500	99.33	0.5950	87.98	0.0750	29.01	0.0157	18.26	0.0031	11.91
2.8200	98.49	0.4200	81.99	0.0594	26.13	0.0120	16.67	0.0022	11.19
2.0000	97.98	0.2500	59.51	0.0433	23.53	0.0086	15.38	0.0013	9.75
1.1900	96.33	0.1500	35.63	0.0313	21.29	0.0061	14.15		

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
 Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
 Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08715 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21

Inizio analisi: 23/11/21

Apertura campione: 06/10/21

Fine analisi: 24/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3

CAMPIONE: C2 - Parte A

PROFONDITA': m 12.00-12.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	32.1 31.6	30.3 28.1	31.6 30.1
Peso di volume (kN/m ³):	18.1	18.6	18.2
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.020 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

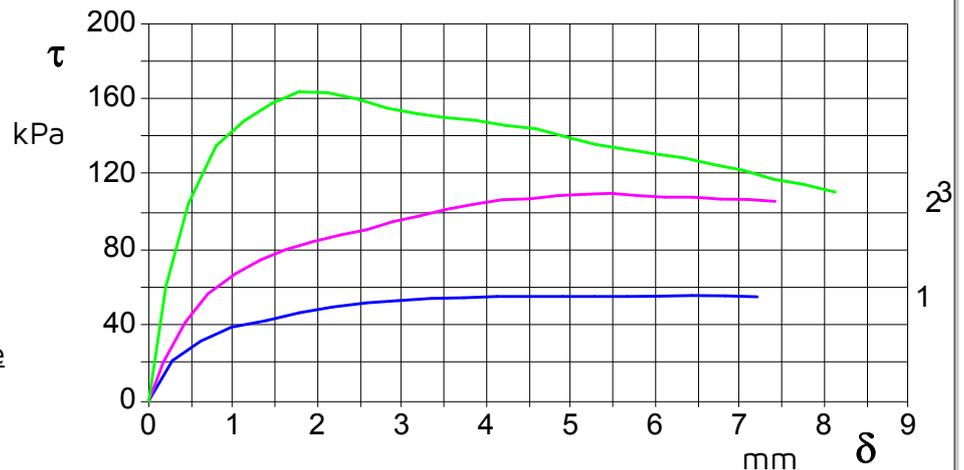
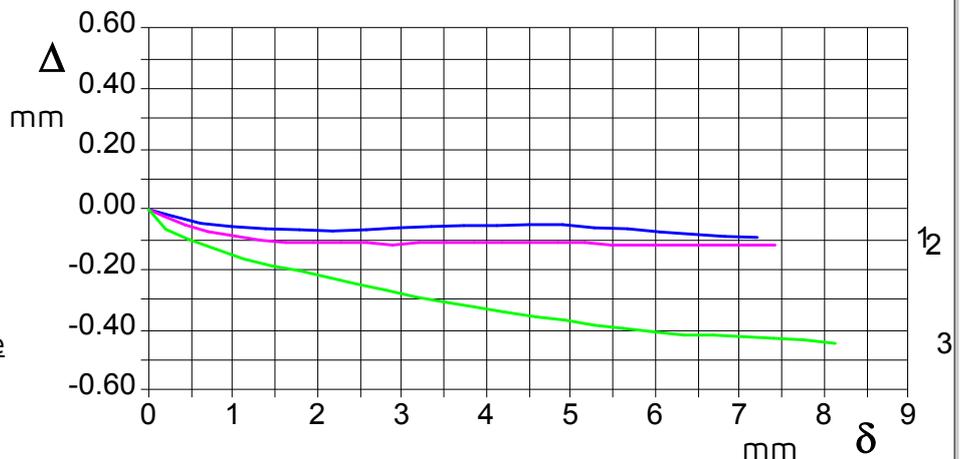


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
 Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
 Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21 Inizio analisi: 23/11/21
Apertura campione: 06/10/21 Fine analisi: 24/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C2 - Parte A PROFONDITA': m 12.00-12.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	56		110		164	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	6.43	-0.08	5.48	-0.12	1.78	-0.20
Umidità iniziale e umidità finale (%):	32.1	31.6	30.3	28.1	31.6	30.1
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	18.1	18.5	18.6	18.8	18.2	18.6
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	95.7	98.7	98.7	97.7	95.3	97.9

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 1.7 kPa
Angolo di attrito interno: 28.4 °

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

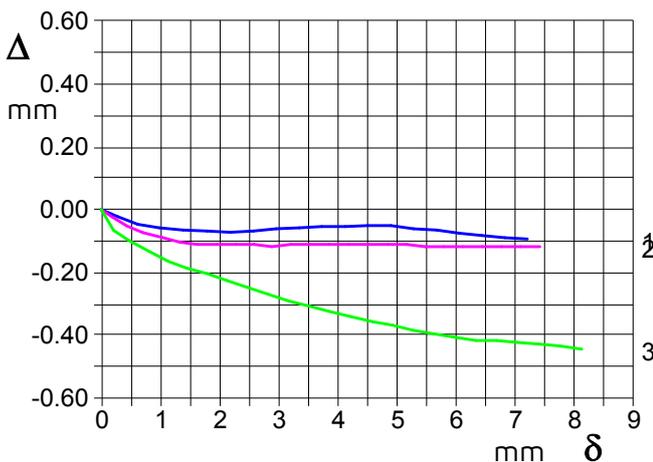
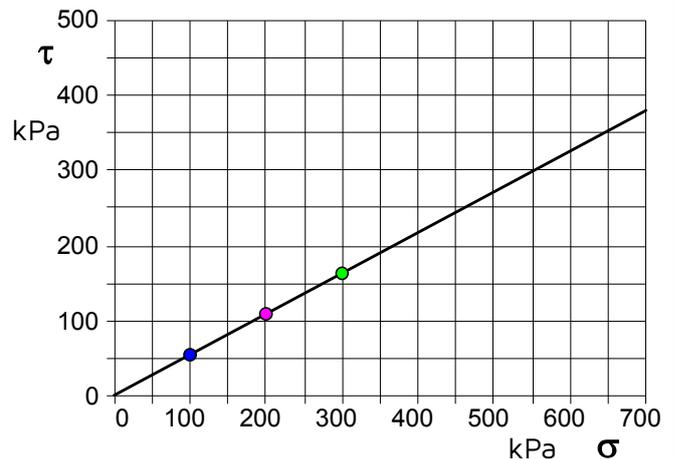


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

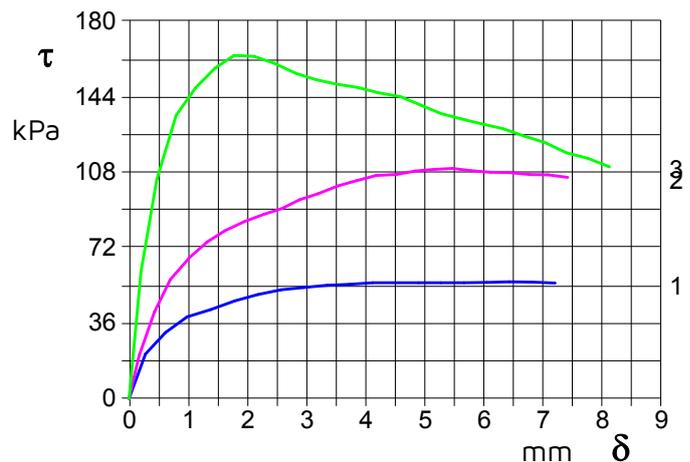


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3

CAMPIONE: C2 - Parte B

PROFONDITA': m 12.00-12.50

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	31.6	%
Peso di volume	18.2	kN/m ³
Peso di volume secco	13.8	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.4	kN/m ³
Peso specifico	2.67	
Indice dei vuoti	0.894	
Porosità	47.2	%
Grado di saturazione	94.2	%
Limite di liquidità	60.6	%
Limite di plasticità	23.2	%
Indice di plasticità	37.4	%
Indice di consistenza	0.78	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	5.2	%
Limo	41.5	%
Argilla	53.3	%
D 10		mm
D 50	0.001456	mm
D 60	0.004300	mm
D 90	0.036804	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	100.0	%
Passante set. 200	96.6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_U	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

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

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25.0 ÷ 50.0	3906	---	---
50.0 ÷ 100.0	3937	0.000175	4.36E-09
100.0 ÷ 200.0	4032	0.000244	5.93E-09
200.0 ÷ 400.0	5076	0.000622	1.20E-08
400.0 ÷ 800.0	7260	---	---
800.0 ÷ 1600.0	14210	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	23827	---	---

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
 Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
 Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08716	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 06/10/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 07/10/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C2 - Parte B PROFONDITA': m 12.00-12.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 31.6 %

Struttura del materiale: Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08717	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 29/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 29/11/21

COMMITTENTE: Acea Elabiori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C2 - Parte B PROFONDITA': m 12.00-12.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 18.2 kN/m³**

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

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

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08718	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 06/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 07/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C2 - Parte B PROFONDITA': m 12.00-12.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

 $\gamma_s = \text{Peso specifico dei granuli (media delle due misure)} = 2.67$ $\gamma_{sc} = \text{Peso specifico dei granuli corretto a } 20^\circ = 2.67$ Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08719	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 30/11/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 01/12/21

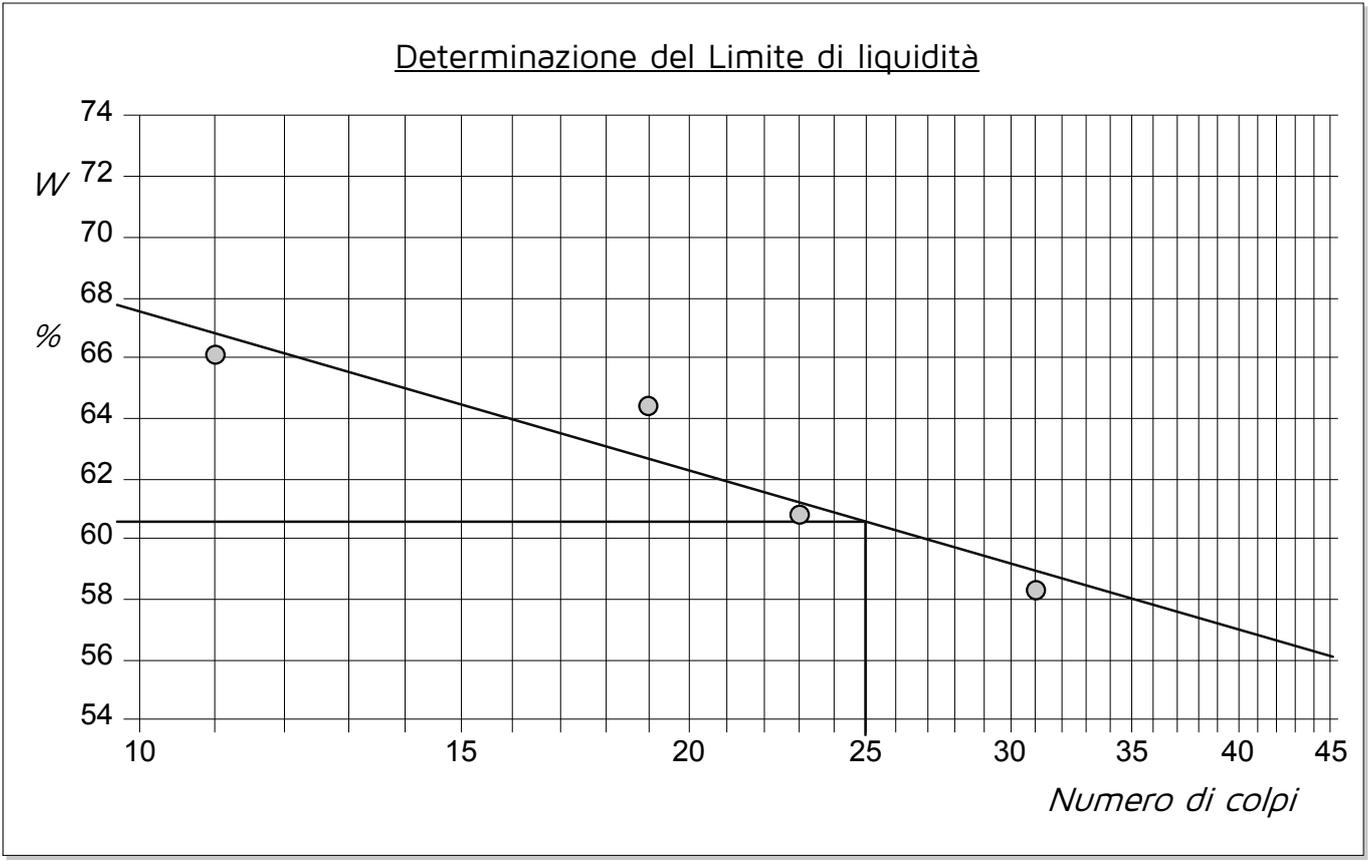
COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C2 - Parte B PROFONDITA': m 12.00-12.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	60.6 %
Limite di plasticità	23.2 %
Indice di plasticità	37.4 %

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	11	19	23	31	Umidità (%)	23.8	22.5
Umidità (%)	66.1	64.4	60.8	58.3	Umidità media	23.2	



Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
 Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
 Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

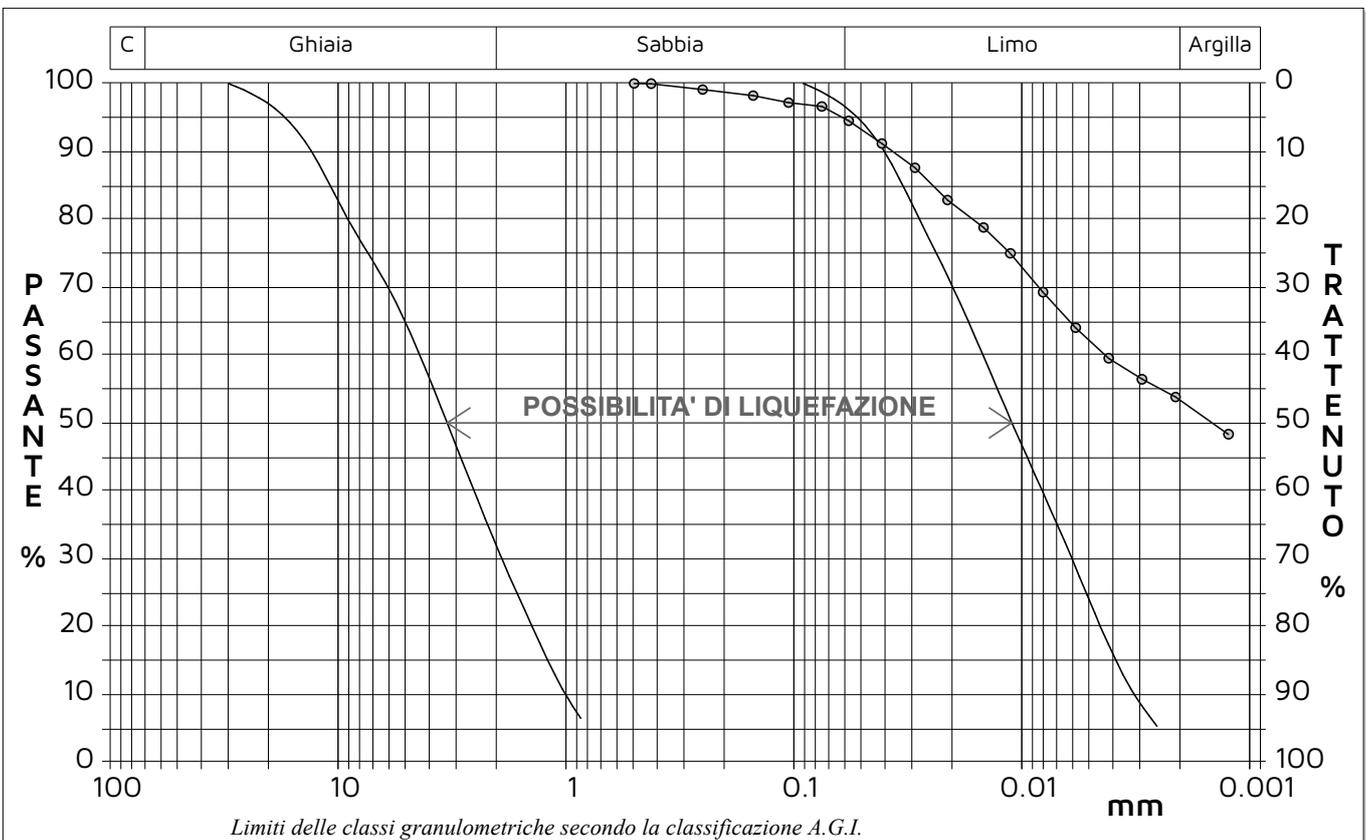
CERTIFICATO DI PROVA N°: 08720	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 13/12/21	Inizio analisi: 06/12/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21		Apertura campione: 06/10/21	Fine analisi: 09/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21
SONDAGGIO: S5.3 CAMPIONE: C2 - Parte B PROFONDITA': m 12.00-12.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D422

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	---	mm		
Sabbia	5.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100.0 %	D30	---	mm		
Limo	41.5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96.6 %	D50	0.00146	mm		
Argilla	53.3 %			D60	0.00430	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0.03680	mm



Diametro mm	Passante %								
0.5000	100.00	0.0750	96.61	0.0147	78.77	0.0030	56.41		
0.4200	99.96	0.0572	94.47	0.0112	74.96	0.0021	53.79		
0.2500	99.10	0.0409	91.14	0.0080	69.25	0.0012	48.32		
0.1500	98.20	0.0293	87.57	0.0058	64.02				
0.1050	97.17	0.0211	82.81	0.0041	59.50				

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)
 Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)
 Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 08721 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 407 del 01/09/21

DATA DI EMISSIONE: 13/12/21

Inizio analisi: 29/11/21

Apertura campione: 06/10/21

Fine analisi: 10/12/21

COMMITTENTE: Acea Elabori S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio - Ods 59/21

SONDAGGIO: S5.3

CAMPIONE: C2 - Parte B

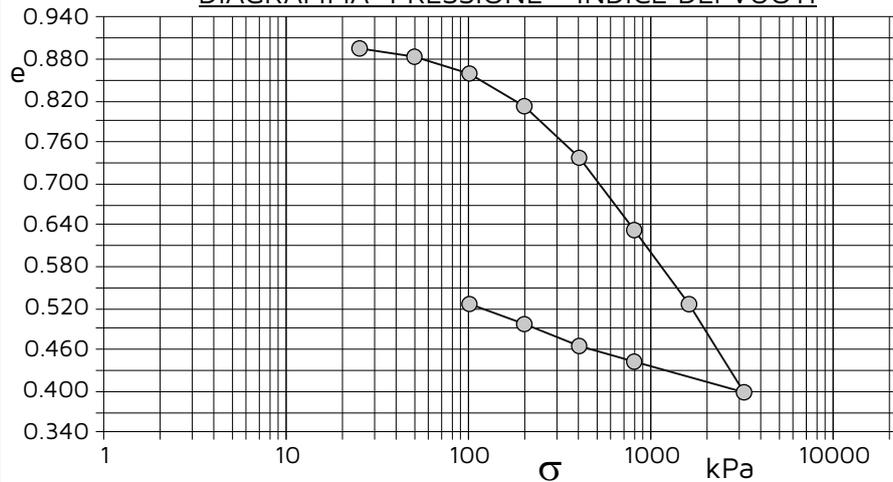
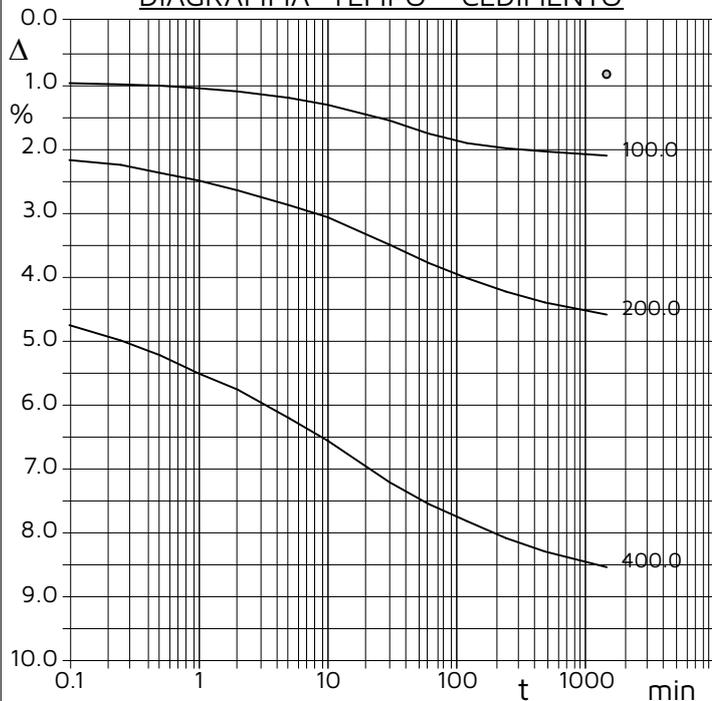
PROFONDITA': m 12.00-12.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	18.17
Umidità (%)	31.9
Peso specifico	2.67
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	18.94
Indice dei vuoti	0.90
Porosità (%)	47.34
Saturazione (%)	94.7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25.0	3.9	0.895	
50.0	16.7	0.883	0.040
100.0	42.1	0.859	0.080
200.0	91.7	0.812	0.156
400.0	170.5	0.737	0.249
800.0	280.7	0.633	0.348
1600.0	393.3	0.526	0.355
3200.0	527.6	0.398	0.424
800.0	480.9	0.442	
400.0	457.2	0.465	
200.0	423.8	0.497	
100.0	393.1	0.526	

Da 0.00 a 12.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone -ocraceo (Parte A)

Da 12.00 a 24.00: Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone chiaro (Parte B)

Da 24.00 a 30.00: Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-ocraceo (Parte A)

ALLEGATO 3

Indagine Geofisica

Down hole

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo DoReMi":

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



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

**Prospezione Geofisica
Down Hole**

RIFERIMENTO: Progettazione dell'Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio nel Comune di Roma (RM)

Ottobre 2021

RELAZIONE GEOFISICA

Metodologia d'indagine

Per una definizione sismo-stratigrafica di dettaglio, è stata eseguita un'indagine sismica di tipo Down Hole nel foro di sondaggio, presso il foro del sondaggio S5.2 nel comune di Roma (RM).

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

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono in:

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

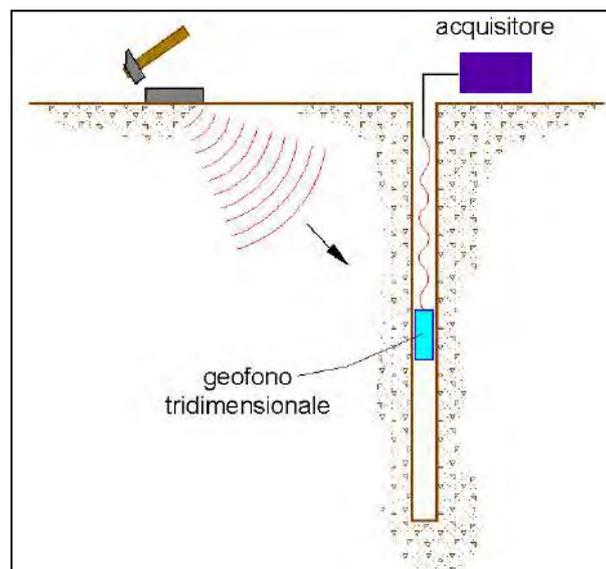


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

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

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

Procedura sperimentale

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

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

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

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

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

Interpretazione in down hole con il metodo diretto

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

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

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

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

- coefficiente di Poisson medio:

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

- modulo di deformazione a taglio medio:

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

- modulo di compressibilità edometrica medio:

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

- modulo di Young medio:

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

- modulo di compressibilità volumetrica medio:

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

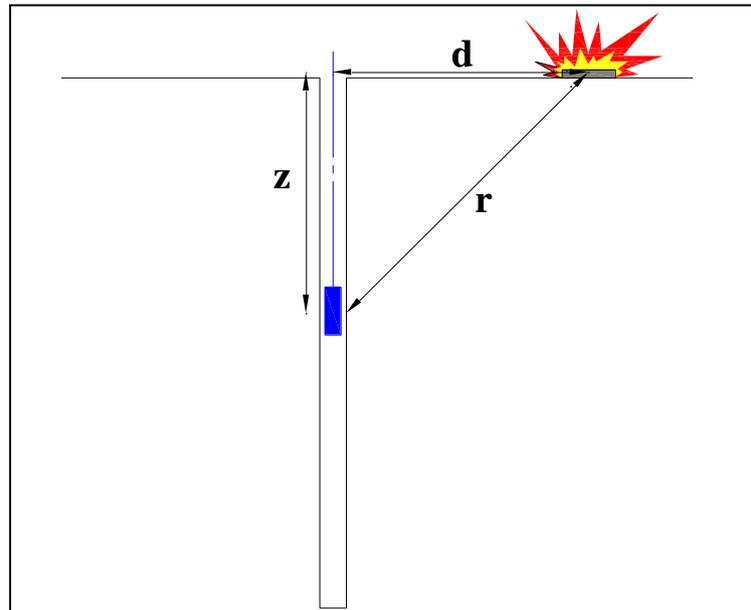


Figura 2 – Schema di down hole con metodo diretto

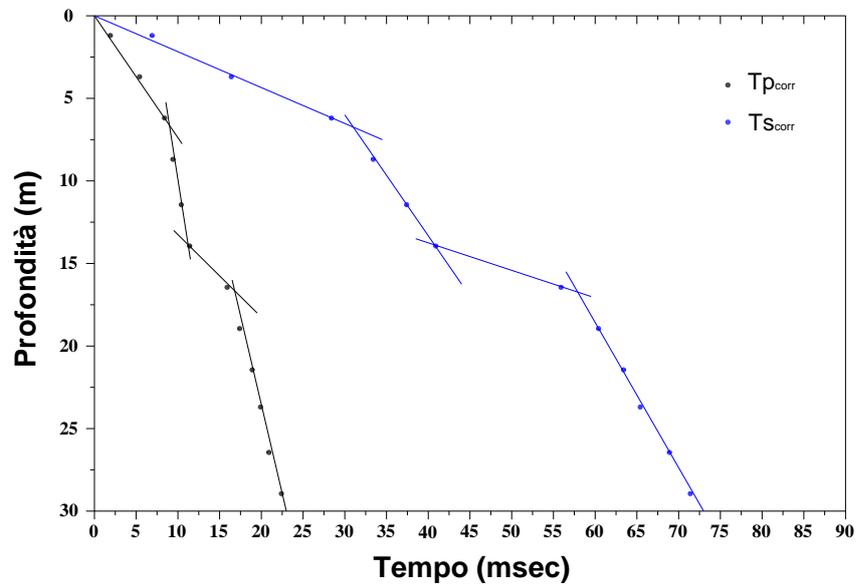


Figura 3 – Dromocrone

MISURE DOWN HOLE

Committente: Acea Elabori s.p.a.
Cantiere: Sondaggio S5.2 – Via Acquedotto del Peschiera

Interpretazione delle misure

Dati iniziali

Offset scoppio [m]	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono [m]	Interdistanza [m]
2	30	1	1

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	4.2	10.1
2	2.00	5.2	11.7
3	3.00	5.4	12.8
4	4.00	6	15.2
5	5.00	6.6	19.7
6	6.00	7.8	22.9
7	7.00	8.5	25.5
8	8.00	9.8	28.1
9	9.00	11.8	30.8
10	10.00	13.2	33.4
11	11.00	14.3	36.7
12	12.00	15.2	38.9
13	13.00	16.1	41.2
14	14.00	16.5	42.9
15	15.00	18.2	44.8
16	16.00	19	47.1
17	17.00	20.4	49.1
18	18.00	21.5	51.2
19	19.00	22.1	53.7
20	20.00	23.2	57.4
21	21.00	23.8	59.7
22	22.00	25	61.6
23	23.00	26.7	64
24	24.00	27.6	65.9
25	25.00	29	66.8
26	26.00	29.9	69.9
27	27.00	30.6	72.5

28	28.00	31.7	74.4
29	29.00	32.4	77.5
30	30.00	33.6	79

Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
1.8028	2.3297	5.6025
2.5000	4.1600	9.3600
3.3541	4.8299	11.4487
4.2720	5.6180	14.2322
5.2202	6.3217	18.8692
6.1847	7.5671	22.2163
7.1589	8.3113	24.9340
8.1394	9.6321	27.6187
9.1241	11.6395	30.3809
10.1119	13.0540	33.0305
11.1018	14.1689	36.3635
12.0934	15.0826	38.5996
13.0863	15.9939	40.9285
14.0801	16.4061	42.6559
15.0748	18.1097	44.5777
16.0702	18.9171	46.8944
17.0661	20.3211	48.9100
18.0624	21.4257	51.0231
19.0591	22.0315	53.5334
20.0562	23.1350	57.2392
21.0535	23.7395	59.5483
22.0511	24.9421	61.4573
23.0489	26.6434	63.8643
24.0468	27.5463	65.7717
25.0450	28.9479	66.6801
26.0432	29.8504	69.7840
27.0416	30.5529	72.3884
28.0402	31.6546	74.2935
29.0388	32.3568	77.3965
30.0375	33.5581	78.9014

Metodo diretto

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	380.23
Categoria del suolo	B

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

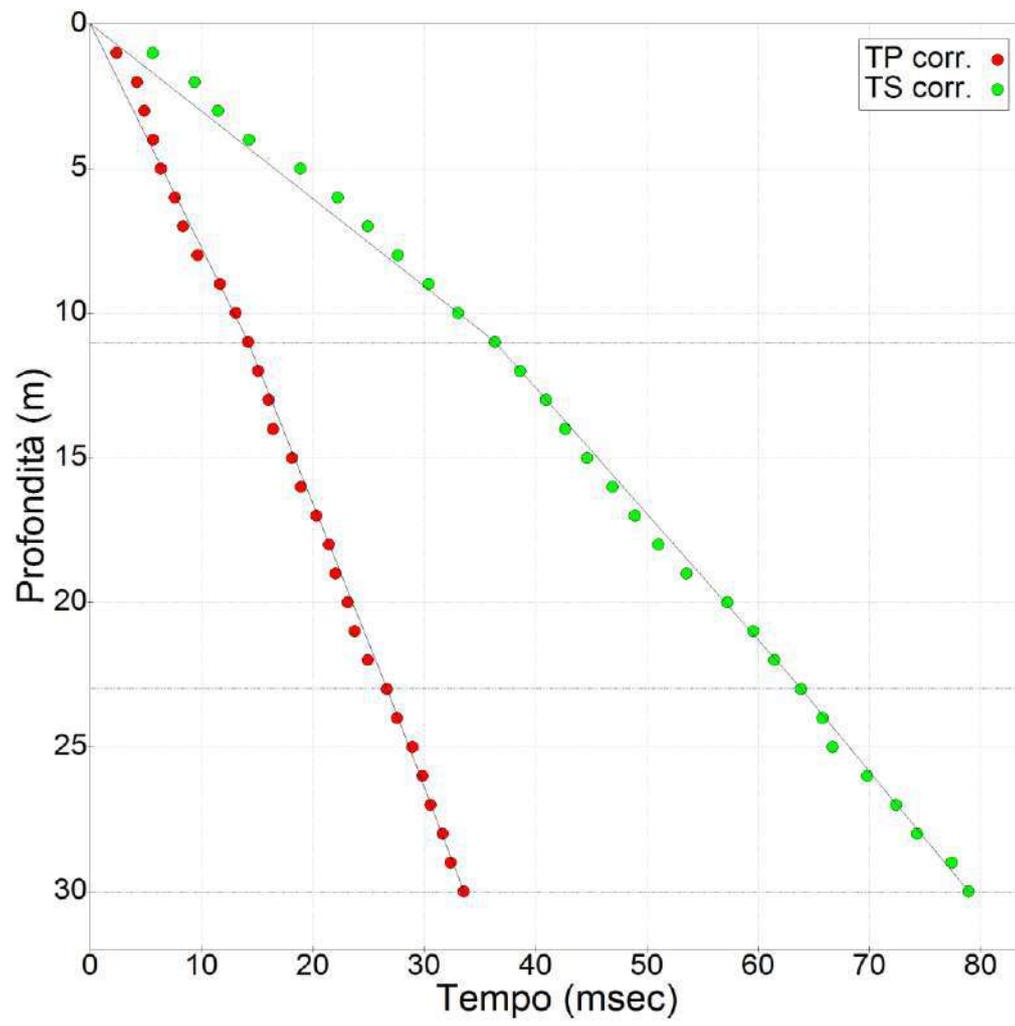
Sismostrati con metodo diretto

Descrizione [-]	Profondità [m]
Sismostrato 1	11.00
Sismostrato 2	23.00
Sismostrato 3	30.00

Valori medi

Profondità [m]	Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
11.00	776.29	302.53	19.34	0.41	180.51	1188.53	509.21	947.85
23.00	962.31	436.36	20.63	0.38	400.47	1947.63	1097.76	1413.66
30.00	1011.56	465.43	21.23	0.37	468.89	2214.91	1280.75	1589.72

Dromocrone e sismostratigrafia



	302.53	776.29
	436.36	962.31
	465.43	1011.56

Vp — Vs — m/s

	11.00	Sismostrato 1
	23.00	Sismostrato 2
	30.00	Sismostrato 3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



ALLEGATO 4

Prova Penetrometrica – DPSH

Caratteristiche tecniche generali "Penetrometro SP200SM":

Gruppo motore: Centralina oleodinamica dotata di motore a scoppio bicilindrico, 4 tempi, 16Hp di potenza ed avviamento elettrico.

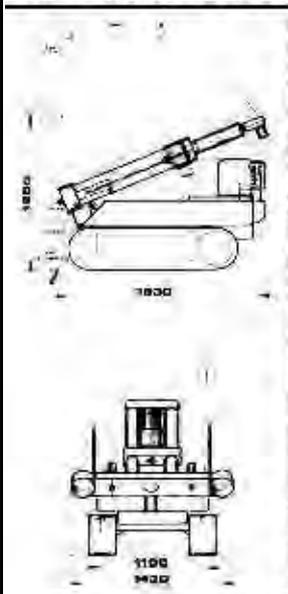
Sistema di infissione: In acciaio, è costituito da due cilindri oleodinamici a doppio effetto e da un trave in acciaio di collegamento e contrasto

Chiavi idrauliche

ed automatiche: Potenziate, scorrenti su guida in acciaio, permettono l'infissione e l'estrazione delle coclee senza nessuno sforzo da parte dell'operatore, in quanto sono dotate di un sistema idraulico automatico, spingente in fase di ancoraggio e di recupero a fine prova

Sistema di misura: Idraulico con lettura diretta dei valori di Rp-RI-Rt su due manometri ad alta precisione ed a scala differenziata

Forniture opzionali: Campione in fustella in PVC

● DIMENSIONI E PESI		
	Centralina oleodinamica	Kg 065
	Apparato d'infissione	Kg 190
	Sistema di misura	Kg 005
	Asta completa Ø 36x1000 mm	Kg 007,5
	Chiave idraulica automatica completa	Kg 032
	Coclea d'ancoraggio Ø 200x1300 mm	Kg 022
	Gruppo DPSH asta Ø 32x900 mm	Kg 130 Kg 005,5
	Gruppo penetrometro dinamico asta Ø 22x700 mm	Kg 30+13 Kg 002,1
	Gruppo sonda coclea Ø 70x800 mm	Kg 026
	prolunga Ø 34x800 mm	Kg 004,5 Kg 003,0
	Peso complessivo SP200 SM	Kg 1010
	Peso complessivo SP200 SM con gruppo DPSH	Kg 1140

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Acea Elabiori s.p.a. Descrizione: Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio, Roma Localita': Comune di Roma (RM)	Codice commessa: 01043 Numero certificati allegati: 1 Operatore prova: Tecnogeo Group srl
--	---

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: Deep Drill SP200-SM

	Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente		73 Kg
Altezza di caduta libera		0.75 m
Peso sistema di battuta		5 Kg
Diametro punta conica		50.46 mm
Area di base punta		20 cm ²
Lunghezza delle aste		0.9 m
Peso aste a metro		5 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta		0.80 m
Avanzamento punta		0.30 m
Numero colpi per punta		N(30)
Coeff. Correlazione		1.199
Rivestimento/fanghi		No
Angolo di apertura punta		60 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'ingfiere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi Δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura Δ);
- avanzamento (penetrazione) Δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\delta = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A = 20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente $M = 63.5$ kg, altezza caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\delta = 20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M peso massa battente.
 - M' peso aste.
 - H altezza di caduta.
 - A area base punta conica.
 - δ passo di avanzamento.
-

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (e/ N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa' \sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C _S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C _d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C _r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
 - la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
 - i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.
-

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che

corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
 - Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
 - Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\phi > 5$ t/mq.
 - De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
 - Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
 - Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
 - Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\phi > 15$ t/mq.
 - Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
-

-
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
 - Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (% di limo > 5% a profondità < 3 m.
 - Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)
-

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio $\bar{\sigma}$ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
 - Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
 - Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
 - Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
 - Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
 - (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).
 - Schmertmann (1975), C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
-

-
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
 - Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
 - Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
 - Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
 - Begemann.
 - De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP < 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP < 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt < 30) medie e molli (Nspt < 4) e argille sabbiose (Nspt = 6-12).

Modulo Di Young (E_γ)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.
-

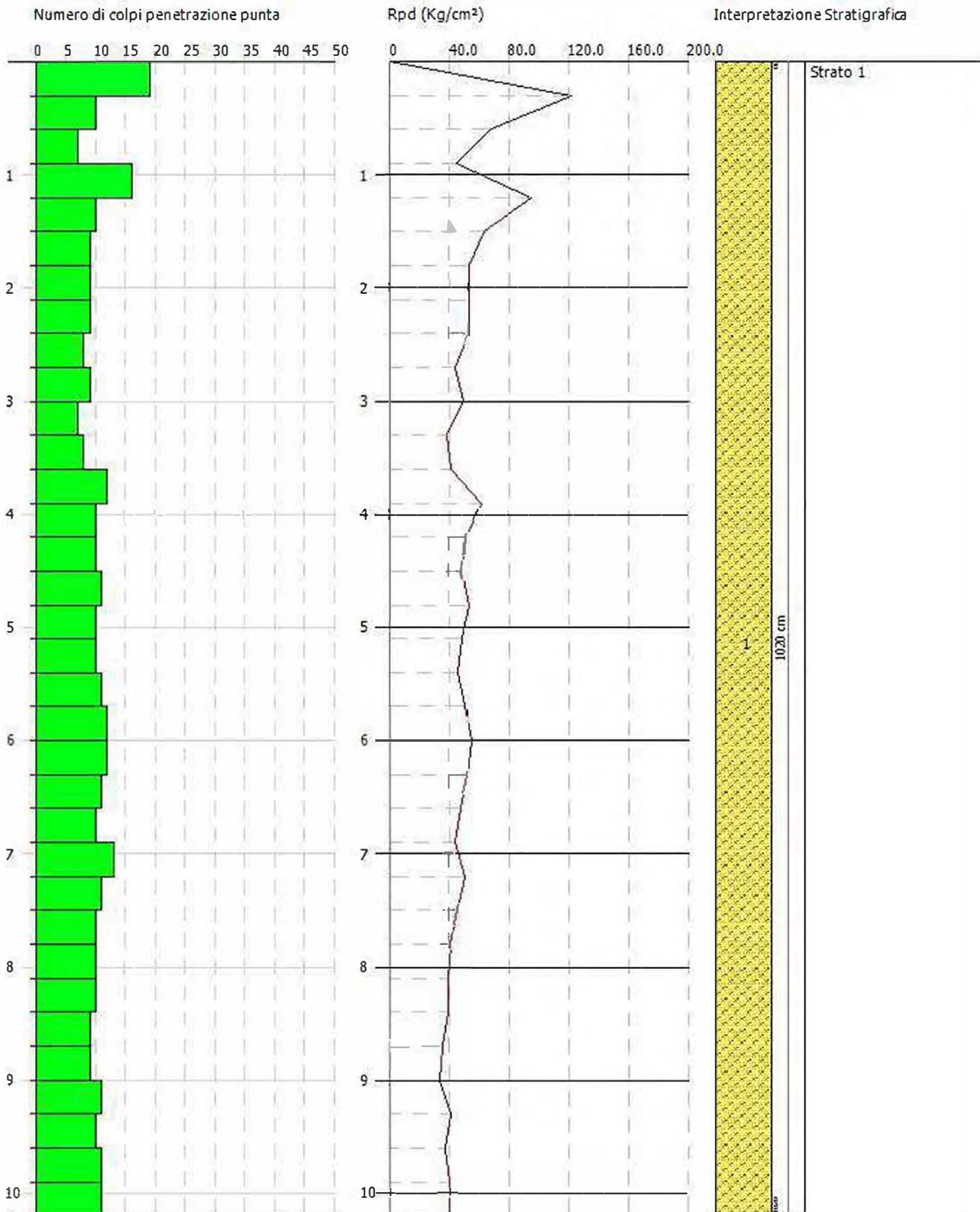
PROVA ...DPSH 5.2

Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM
Prova eseguita in data 23-09-2021
Profondita' prova 10.20 mt
Falda non rilevata
Certificato Nr. 152 del 2021

Codice commessa nr. 01043

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	19	0.803	122.40	152.49	6.12	7.62
0.60	10	0.847	67.98	80.26	3.40	4.01
0.90	7	0.842	44.59	52.99	2.23	2.65
1.20	16	0.786	95.23	121.11	4.76	6.06
1.50	10	0.831	62.92	75.70	3.15	3.78
1.80	9	0.826	53.27	64.46	2.66	3.22
2.10	9	0.822	52.97	64.46	2.65	3.22
2.40	9	0.817	52.68	64.46	2.63	3.22
2.70	8	0.813	44.20	54.38	2.21	2.72
3.00	9	0.809	49.47	61.17	2.47	3.06
3.30	7	0.805	38.29	47.58	1.91	2.38
3.60	8	0.801	41.44	51.74	2.07	2.59
3.90	12	0.797	61.87	77.61	3.09	3.88
4.20	10	0.794	51.33	64.67	2.57	3.23
4.50	10	0.790	48.75	61.68	2.44	3.08
4.80	11	0.787	53.40	67.85	2.67	3.39
5.10	10	0.784	48.36	61.68	2.42	3.08
5.40	10	0.781	46.04	58.95	2.30	2.95
5.70	11	0.778	50.46	64.84	2.52	3.24
6.00	12	0.775	54.86	70.74	2.74	3.54
6.30	12	0.773	52.35	67.74	2.62	3.39
6.60	11	0.770	47.84	62.10	2.39	3.10
6.90	10	0.768	43.35	56.45	2.17	2.82
7.20	13	0.716	50.38	70.40	2.52	3.52
7.50	11	0.763	45.48	59.57	2.27	2.98
7.80	10	0.761	41.23	54.16	2.06	2.71
8.10	10	0.759	39.51	52.04	1.98	2.60
8.40	10	0.757	39.41	52.04	1.97	2.60
8.70	9	0.755	35.38	46.84	1.77	2.34
9.00	9	0.753	33.96	45.08	1.70	2.25
9.30	11	0.752	41.41	55.09	2.07	2.75
9.60	10	0.750	37.56	50.08	1.88	2.50
9.90	11	0.748	39.73	53.10	1.99	2.65
10.20	11	0.747	39.64	53.10	1.98	2.65



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
10.2	10.44	64.61	Incoerente - coesivo	0	2.02	2.22	1.03	1.2	12	Strato 1

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	Terzaghi-Peck	0.81

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	Robertson (1983)	18.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	Stroud e Butler (1975)	73.42

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	Apollonia	120.00

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	Meyerhof	2.02

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	Meyerhof	2.22

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Meyerhof 1957	55.3

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Shioi-Fukuni (1982)	28.42

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Bowles (1982)	54.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Begemann (1974)	52.11

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità' di Volume (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Terzaghi-Peck 1948	1.50

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità' Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Terzaghi-Peck 1948	1.94

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Ohsaki & Iwasaki	781.26

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Navfac 1971-1982	2.52

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato 1	12.00	0.00-10.20	12.00	Robertson 1983	24.00



ALLEGATO 5

Indagine Geofisica - MASW

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo DoReMi":

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



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

DETERMINAZIONE V_{sh} CON METODOLOGIA MASW

RIFERIMENTO: Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio, Roma (RM)

RELAZIONE GEOFISICA

Premessa

È stata eseguita un'indagine geofisica nel comune di Roma al fine di determinare la velocità delle onde sismiche.

L'indagine è consistita nella realizzazione di n.2 sezioni sismiche a 12 canali con acquisizione dei dati ottimizzata per elaborazione mediante analisi "MASW", ovvero Multichannel Analysis of Surface Waves, consentendo la determinazione delle V_{SH} dell'area in esame.

Metodologia d'indagine

Al fine di effettuare la caratterizzazione microsismica del sito, come previsto dalla normativa vigente, sono state eseguite n.2 sezioni sismiche con acquisizione dei dati finalizzata all'analisi "Masw", ovvero Multichannel Analysis of Surface Waves.

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

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

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

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

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

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

MASW 1 – V_{SH} del modello medio: 361.57 m/s

MASW 2 – V_{SH} del modello medio: 397.68 m/s

Dai dati ottenuti si può affermare che la categoria di suolo di fondazione del sito esaminato è:

Tipo di suolo : B

(sulla base del modello medio)

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

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

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

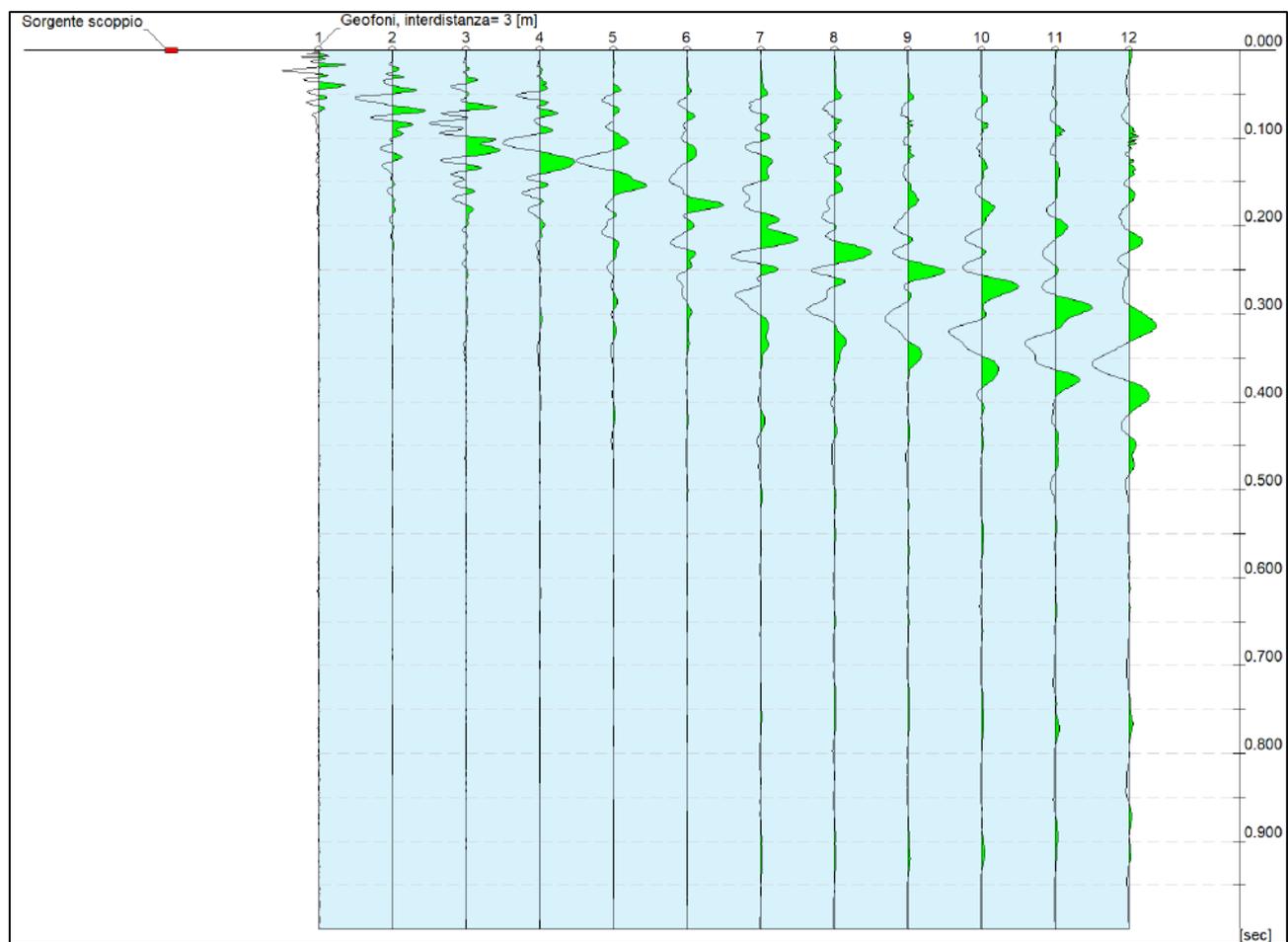
C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

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

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

ELABORAZIONE ANALISI MASW – 1

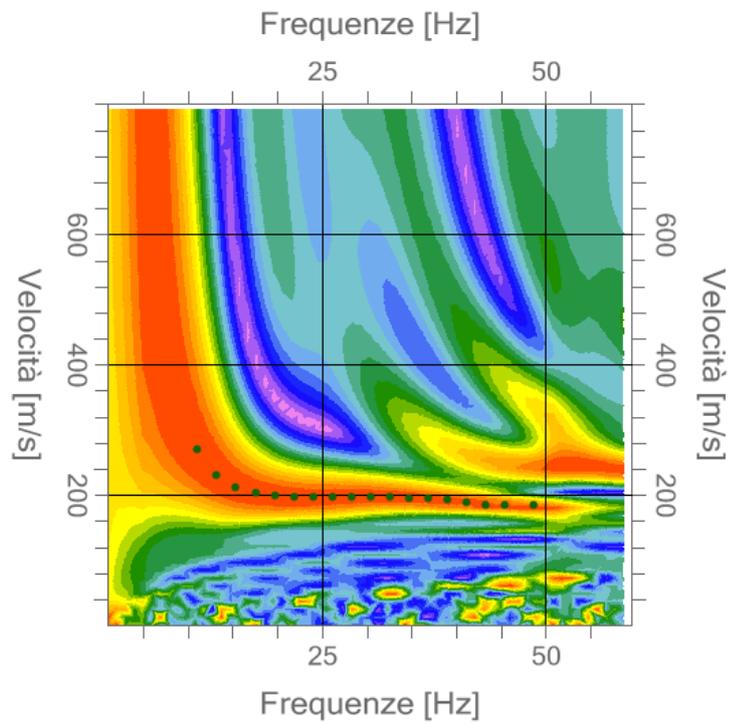
Tracce



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.1	269.2	0
2	13.2	231.6	0
3	15.4	212.4	0
4	17.5	203.4	0
5	19.7	199.5	0
6	21.8	197.9	0
7	24.0	197.2	0
8	26.1	196.8	0
9	28.3	196.5	0
10	30.4	196.5	0
11	32.6	196.4	0
12	34.7	195.9	0
13	36.9	194.6	0
14	39.0	192.1	0
15	41.2	188.6	0
16	43.3	185.2	0
17	45.5	184.7	0
18	48.6	183.7	0

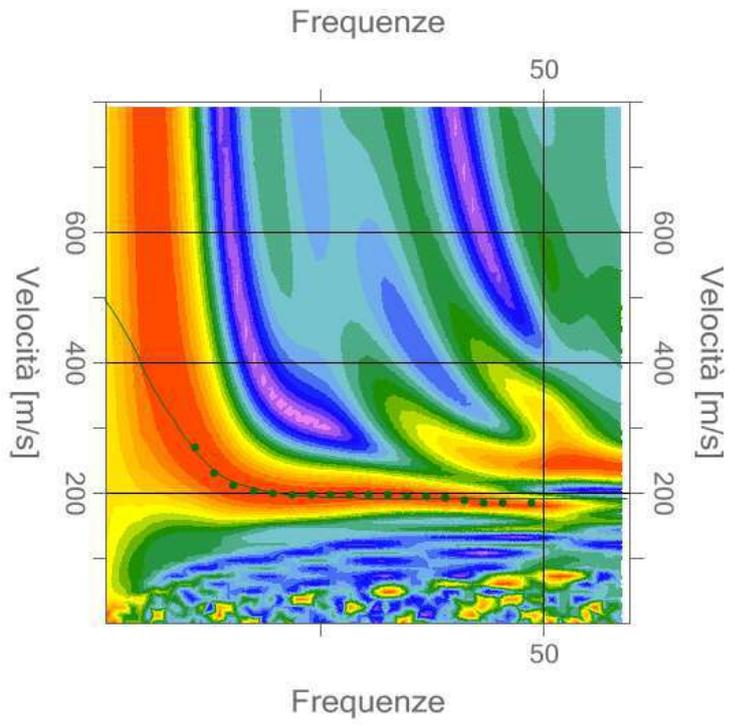
Spettro Velocità di fase - Frequenze



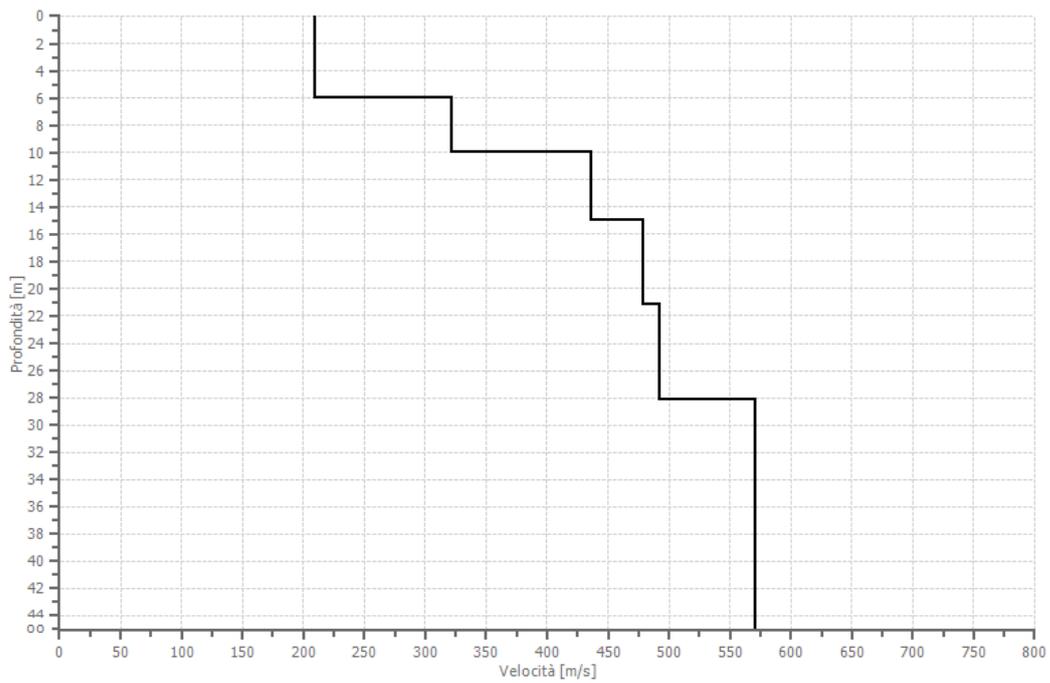
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5.99	5.99	1800.0	0.3	No	340.9	208.8
2		9.99	4.00	1800.0	0.3	No	524.8	321.4
3		14.99	5.00	1800.0	0.3	No	712.6	436.4
4		21.15	6.16	1800.0	0.3	No	780.7	478.1
5		28.17	7.02	1800.0	0.3	No	802.9	491.7
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	932.4	571.0

Inversione



Profilo di velocità



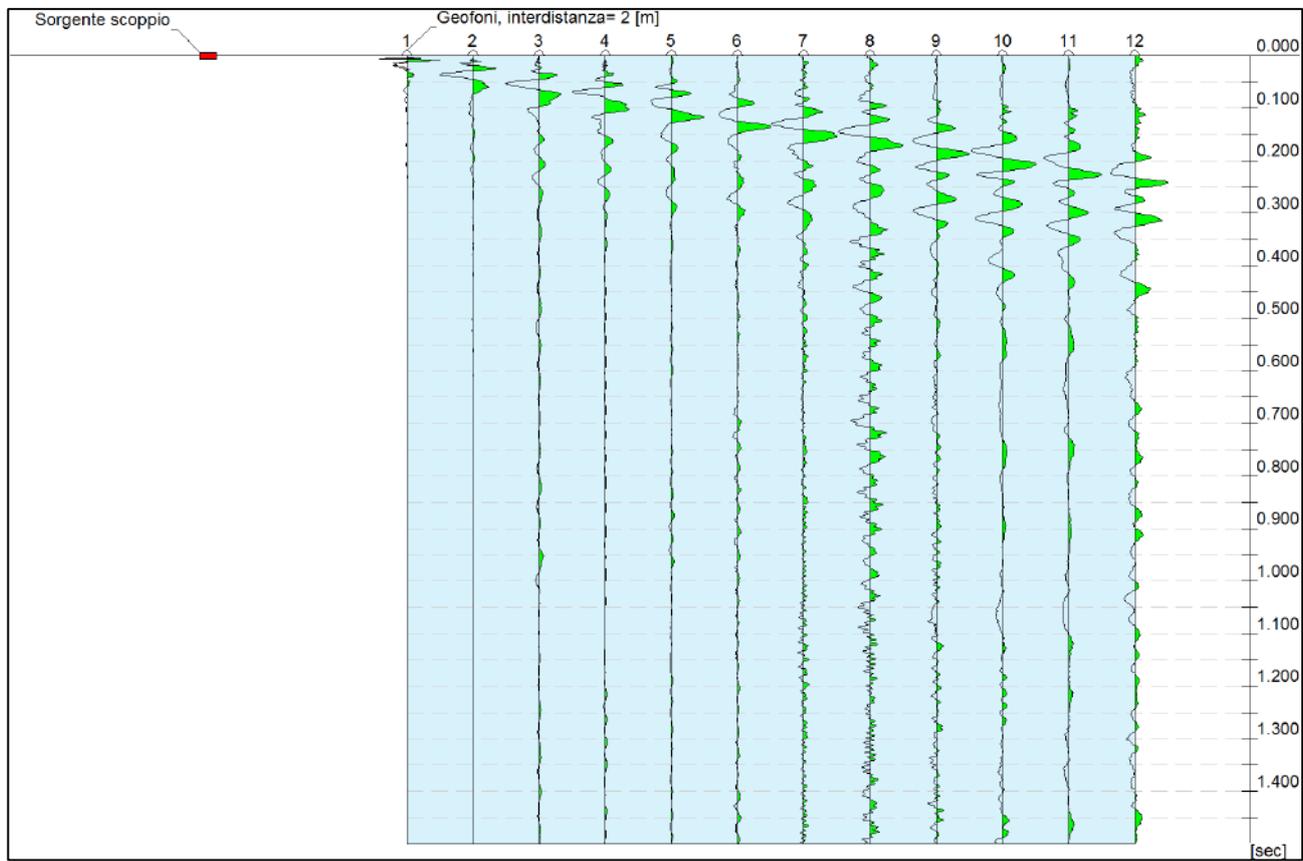
Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	361.57
Categoria del suolo	B

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

ELABORAZIONE ANALISI MASW – 2

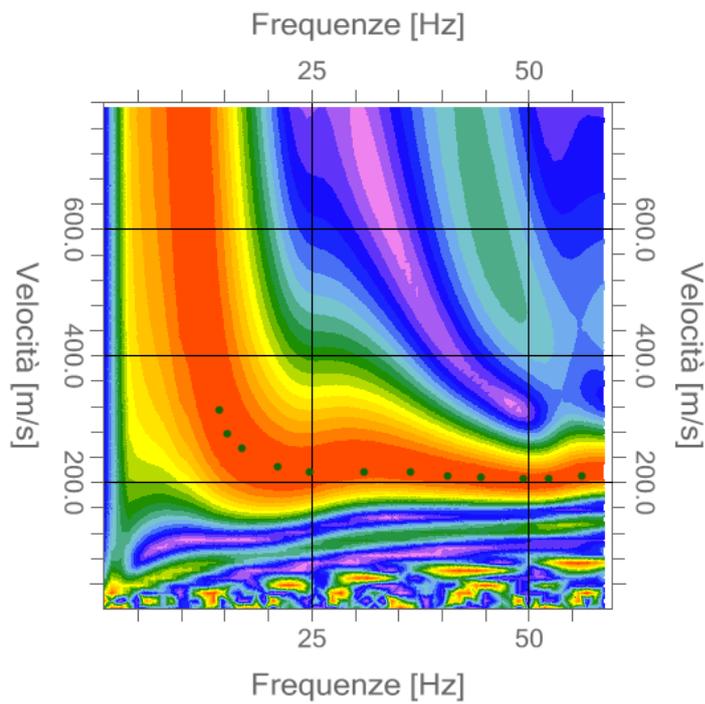
Tracce



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	14.4	313.6	0
2	15.2	276.1	0
3	17.0	254.1	0
4	21.1	223.3	0
5	24.8	216.7	0
6	31.1	216.7	0
7	36.4	216.7	0
8	40.7	210.1	0
9	44.5	207.9	0
10	49.4	205.7	0
11	52.3	205.7	0
12	56.2	210.1	0

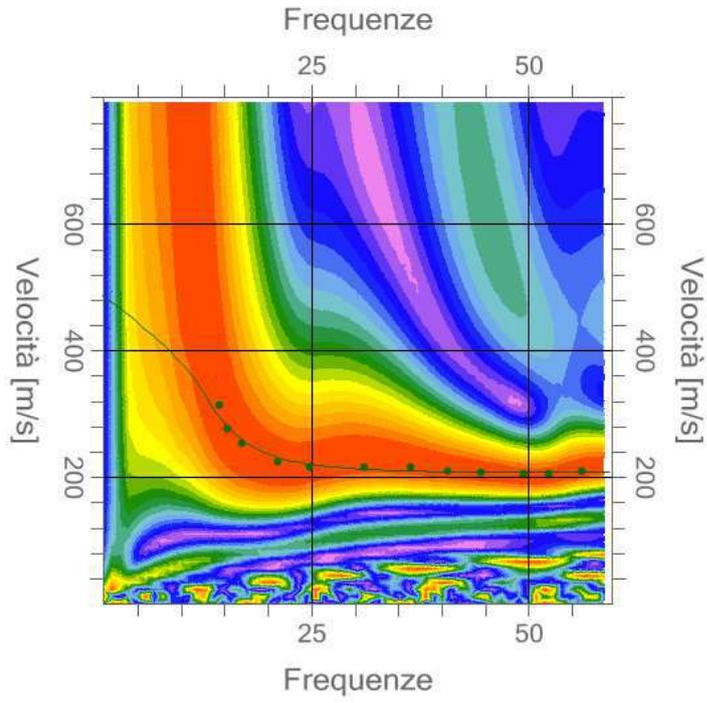
Spettro Velocità di fase - Frequenze



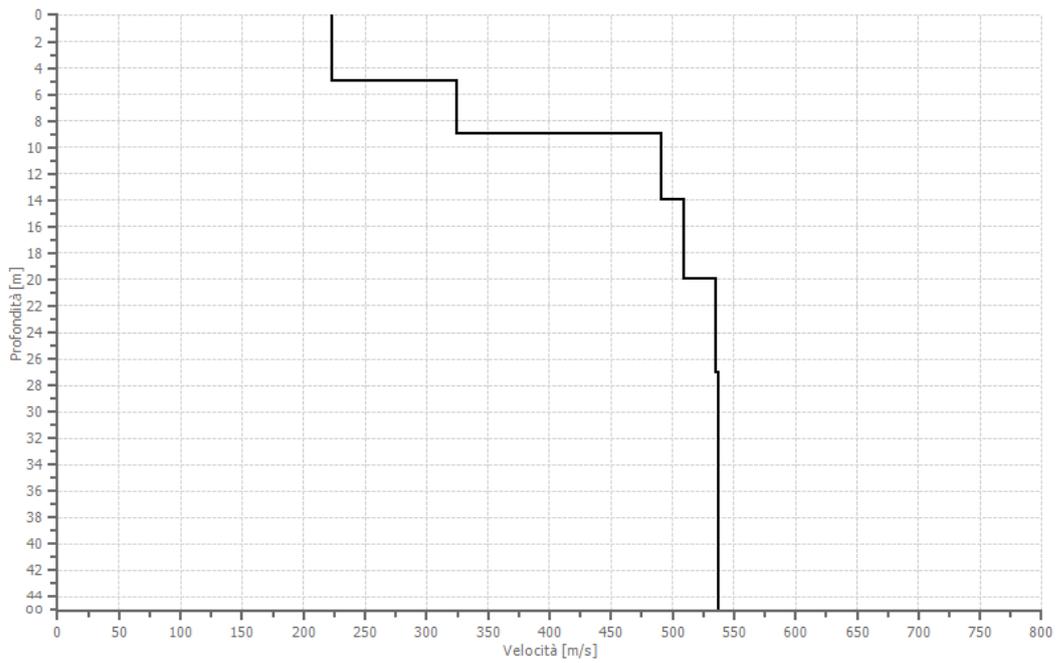
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5.00	5.00	1800.0	0.3	No	416.7	222.7
2		9.00	4.00	1800.0	0.3	No	607.8	324.9
3		14.00	5.00	1800.0	0.3	No	917.4	490.4
4		20.00	6.00	1800.0	0.3	No	951.7	508.7
5		27.00	7.00	1800.0	0.3	No	1000.0	534.5
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	1004.1	536.7

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	397.68
Categoria del suolo	B

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



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

COMUNE DI ROMA

PROVINCIA DI ROMA

SONDAGGIO S5

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.P.A.

OGGETTO: Indagini geofisiche finalizzate alla progettazione dell'Adduttrice Ottavia –
Trionfale – Aurelio nel Comune di Roma

LOCALITA': Comune di Roma (RM)

TECNOGEO GROUP SRL

Data: MARZO 2021

INDICE

PREMESSA.....	3
UBICAZIONE INDAGINI.....	7
CERTIFICATI STRATIGRAFICI.....	13
CERTIFICATI DI LABORATORIO.....	33
PROVE PENETROMETRICHE	271
SISMICA A RIFRAZIONE	314
PROSPEZIONE SISMICA MASW.....	347

PREMESSA

Nell'ambito del contratto quadro (n.3900006745 per le prestazioni finalizzate alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica per la progettazione di opere idriche, fognarie ed elettriche) e sulla base dell'Ordine di Servizio n.38/2020 emesso da Acea Elabiori Spa sono state realizzate le seguenti indagini:

- N.1 Sondaggio geognostico (**S5**) a -20m con esecuzione di n. 5 SPT in foro, prelievo di n.2 campioni indisturbati ed installazione di piezometro a tubo aperto da 3”;
- N.19 prove di laboratorio geotecnico;
- N.2 Prospezioni di sismica a rifrazione a 12 canali di cui 13 con interspazio di 5m e 1 con interspazio di 4m;
- N. 2 prospezioni sismiche MASW;
- N.5 prospezioni geofisiche georadar con lo scopo di rilevare tutte le anomalie riconducibili alla presenza di sottoservizi.

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

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

Per le prove penetrometriche è stato utilizzato il penetrometro dinamico DPSH Deep Drill SP200-SM.

Le prospezioni sismiche a rifrazione e MASW sono state realizzate utilizzando il sismografo DoReMi della SARA electronic instruments.

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

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

Si allegano i seguenti elaborati:

1. Certificati stratigrafici
2. Certificati di laboratorio
3. Prove penetrometriche DPSH
4. Prospezione sismica a rifrazione
5. Prospezione sismica MASW
6. Misura rumore ambientale HVSR

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area dell'indagine è sita nel Comune di Roma nei Municipi XIII e XIV (RM) a quote comprese tra 55 e 85 metri s.l.m. e riportata nella Carta geologica 1:50.000 Foglio 374 Roma.

Dal punto di vista geologico i terreni che costituiscono il substrato urbano della città di Roma fanno parte di una successione litostratigrafica plio-quadernaria, caratterizzata da articolate alternanze di argille, sabbie e ghiaie depostesi in un ambiente in evoluzione da marino a continentale, e da una successione di depositi vulcanici sedimentatisi a partire dal Pleistocene medio.

Sopra il substrato carbonatico meso-cenozoico i più antichi sedimenti della successione plio-quadernaria sono costituiti da potenti spessori di argille marnose. Al di sopra di questi sedimenti marini si instaura, nella parte bassa del Pleistocene medio, una sedimentazione continentale legata ad un grosso corso d'acqua proveniente da nord-ovest, denominato Paleotevere. Ad un primo ciclo sedimentario caratterizzato da argille, limi-sabbiosi e ghiaie fluviali, ancora in facies di transizione, seguono un'alternanza di argille, limi, sabbie e ghiaie di ambiente fluvio-lacustre. A partire dal Pleistocene medio si sviluppò un'attività vulcanica che si protrasse per tutto il corso del Pleistocene superiore; l'area romana fu interessata, in particolare, dai prodotti del Distretto vulcanico dei Sabatini, localizzato a nord-ovest e da quelli del Distretto vulcanico dei Colli Albani, situato a sud-est. La sedimentazione di queste grandi quantità di prodotti vulcanici determina uno sconvolgimento del precedente assetto morfologico dell'area, nonché del suo reticolo idrografico, causando il progressivo spostamento dei corsi d'acqua principali (Paleotevere e Paleoaniene). In corrispondenza dell'ultima fase del periodo glaciale würmiano ci fu una pronunciata regressione marina con il conseguente abbassamento del livello di base del Fiume Tevere, che incise prima il substrato vulcanico pleistocenico ed i depositi alluvionali antichi, e successivamente il substrato pliocenico; in questo periodo si depositarono sedimenti alluvionali dapprima ghiaiosi e successivamente argilloso-limoso-sabbiosi.

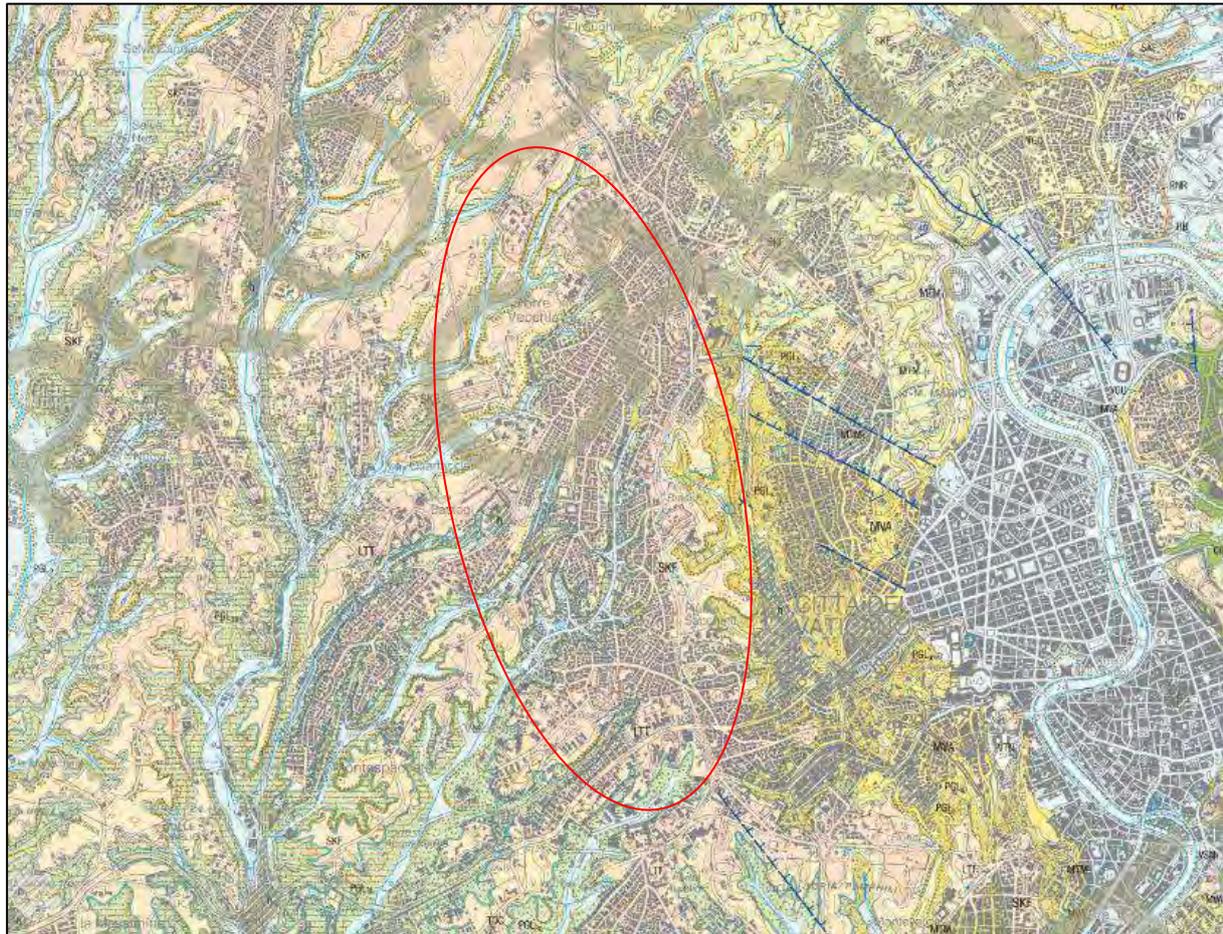
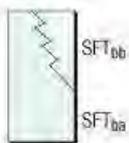


Fig. 1 – Stralcio Carta Geologica scala 1:50.000 Foglio 74 Roma

Legenda:



deposito alluvionale in evoluzione

Depositi alluvionali all'interno delle arginature artificiali del Fiume Tevere e del Fiume Aniene. Si tratta di alternanze di sabbie, silt, argille e livelli ricchi di materia organica. Spessore fino a 10 m.

OLOCENE

deposito alluvionale

Depositi siltoso-sabbiosi e siltoso-argillosi delle piane alluvionali. Nella piana alluvionale del Fiume Tevere e del Fiume Aniene l'unità è litologicamente nota da dati di sondaggio ed è prevalentemente costituita da depositi fini siltoso-argillosi alternati a livelli sabbiosi e a livelli di torbe a diversa profondità. Alla base sono frequenti livelli ghiaiosi e sabbiosi, che possono ospitare una falda in pressione. Spessore fino a 60 m.

OLOCENE



TUFI STRATIFICATI VARICOLORI DI LA STORTA

Successione costituita da alternanze di proclastiti primario cineritico-lapilloso di scorie grigie e pomici da ricaduta e livelli vulcanoclastici rimaneggiati, con orizzonti pedogenizzati. Spessori fino a 10 m. La provenienza dei depositi è dal Distretto Vulcanico Sabatino. L'età radiometrica di uno dei livelli di pomici da ricaduta è stimata 416 ± 6 ka¹³.

PLEISTOCENE MEDIO p-p.

TUFI STRATIFICATI VARICOLORI DI SACROFANO



Successione di depositi piroclastici lapillosi e cineritici in strati contenenti scorie e litici lavici di dimensioni centimetriche da ricaduta, intercalati a livelli vulcanoclastici rimaneggiati, orizzonti pedogenizzati e depositi limno-palustri. Nella parte intermedia della successione i livelli primari sono costituiti da pomici di ricaduta bianco-giallastre a sandino e clinopirosseno in tre banchi con areali di affioramento differenziati (Granturchi *Auctt.*). La provenienza prevalente dei depositi di questa successione è dai vulcani sabatini. Spessori fino a 14 m. L'età radiometrica di uno dei livelli di pomici da ricaduta è stimata 486 ± 2 ka¹⁹.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.

FORMAZIONE DI PONTE GALERIA

La formazione è composta da una successione complessa di sedimenti di ambiente da transizionale a continentale affiorante nel quadrante occidentale.

PLEISTOCENE MEDIO p.p.-INFERIORE p.p.

Membro della Pisana (PGL₃)

Nella zona di Ponte Galeria la formazione è costituita da varie litofacies.

litofacies sabbiosa (PGL_{3a}). Sabbie e sabbie limose, silicee, locali *stone lines* composti da ciottoli silicei, con frequenti patine di ossidazione, rubefatte o grigiastre. Ambiente eolico e di piana *braided*. Spessori compresi tra 10 m nella zona di Casalotti e 4-5 m nell'area compresa tra La Giustiniana e Palmara. ("Sabbie salmoneate" *Auctt.* p.p).

litofacies argilloso-sabbiosa (PGL_{3b}). Alternanze irregolari di argille grigie e limi sabbiosi, più sabbiosi verso il tetto, con abbondanti resti di *Cerastoderma Lamarkii*, *Ostrea edulis* e *Venerupis senescens*. Ambiente da lagunare a litorale. Spessore 5 m ("Argille a *Venerupis senescens*" *Auctt.*);

litofacies conglomeratico-sabbiosa (PGL_{3a}). Ghiaie a stratificazione incrociata a basso angolo in matrice sabbioso-quarzosa, costituite da ciottoli eterometrici, arrotondati e/o appiattiti, calcarei (80%) o silicei, con intercalate lenti sabbiose. Ambiente fluvio-deltizio. Spessore massimo 35 m, zona Valle della Breccia ("Sabbie e ghiaie a laminazione incrociata" *Auctt.*)

PLEISTOCENE MEDIO p.p.

Argille ad *Helicella* (PGL₂). Argille grigie e grigio-azzurre e limi sabbiosi, più sabbiosi verso il tetto, contenenti *Ostrea edulis* e *Venerupis senescens* e *Helicella ericetorum*. Ambiente lagunare e litorale. Spessori tra 4 m e 6 m.

PLEISTOCENE INFERIORE p.p.

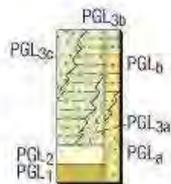
Conglomerati di Casale dell'Infernaccio (PGL₁). Ghiaie costituite da ciottoli eterometrici, arrotondati o appiattiti, calcarei (80%) e silicei, con stratificazione incrociata a basso angolo. Al tetto possono essere fortemente cementate. Ambiente fluviale. Spessore medio compreso in genere tra i 5 ed i 10 m. ("Conglomerati basali" *Auctt.*).

PLEISTOCENE INFERIORE p.p.

Nella zona di Monte Mario-Gianicolo è riconosciuta una successione attribuibile genericamente a PGL₁ in cui si distinguono due litofacies.

Litofacies argilloso-sabbiosa (PGL₁). Depositi argillosi con *Venerupis senescens* e sabbie grossolane pcracee a stratificazione incrociata di ambiente eolico e sabbie-limose ossidate. Spessore massimo 24 m, nella zona di via Gregorio VII.

Litofacies conglomeratica (PGL₁). Ghiaie a clasti calcarei e di selce molto evolute, eterometriche, di ambiente di spiaggia, intercalate a livelli di sabbie quarzose a laminazione incrociata ("unità di Monte Ciocci" *Auctt.*). Spessore massimo 30 m, nella zona Balduina.



UBICAZIONE INDAGINI



ALLEGATO 1

Sondaggi Geognostici

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

Sottocarro

Lunghezza: 2400mm

Larghezza: 1300mm

Pattini: 320mm

Rulli: 4+4

Stabilizzatori: 4

Motore diesel

Potenza: 100 Hp – 75 kw

Insonorizzazione: 80 dp

Slitta

Lunghezza: 1250/3250mm

Spinta: 3500Kg

Tiro: 3500Kg

Inclinazione sd-sx: 25°

Controslitta: +500mm

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

Rotazione

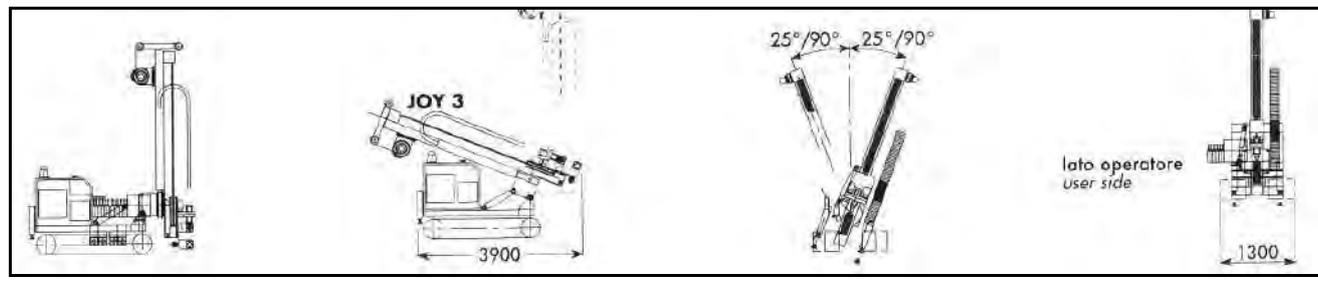
Coppia min, max: Variabile

Peso

Con allestimento minimo: 3500Kg

È conforme alle seguenti direttive:

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

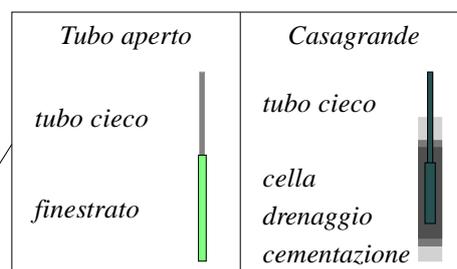


Certificato n° 458 del 2020	Verbale di accett n° 38 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S5
Riferimento: Progettazione dell'Adduttrice Ottavia – Trionfale - Aurelio		Data: 17/12/2020
Coordinate: Lat. 41.939718° Long.12.420634°		Quota: 111m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

LEGENDA STRATIGRAFIA

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

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



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

Certificato n° 458 del 2020	Verbale di accett n° 38 del 2020	Commessa: 00160
Committente: ACEA ELABORI spa		Sondaggio: S5
Riferimento: Progettazione dell'Adduttrice Ottavia – Trionfale - Aurelio		Data: 17/12/2020
Coordinate: Lat. 41.939718° Long.12.420634°		Quota: 111m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo		

SCALA 1:105 **STRATIGRAFIA - S5** Pagina 1/1

Ø mm	R batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	Piez.	Campioni	Standard Penetration Test			Prel. % 0 --- 100	Cass.	
							m	S.P.T.	N Pt			
			1.0	Terreno vegetale costituito da limo sabbioso e breccione bituminoso antropico								
			2	Piroclastite limosa con sabbia argillosa a tratti debolmente argillosa mediamente consistente di colore marrone scuro			2.5	3-4-4	8	C	1	
			3									
			4				C1) She < 3,40 4,00					
			5									
			6				6.0	5-4-5	9	C	2	
			7									
			8									
			9				9.0	6-6-8	14	C	3	
			10									
			11									
			12	Piroclastite sabbiosa argilloso-limosa mediamente addensata di colore marrone			12.0	8-7-7	14	C	3	
			13									
			13.3	Piroclastite sabbiosa con poco limo mediamente addensata di colore avana							4	
			14									
			14.6								4	
			15				C2) She < 15,00 15,40					
			16					16.4	9-7-8	15		C
			17									
			18									
			19									
101			20									

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

Il Direttore
 Geol. Norman Abballe

Il Responsabile di sito
 Geol. Norman Abballe

Certificato n° 458 del 2020

Verbale di accett n° 38 del 2020

Commessa: 00160

Committente: ACEA ELABORI spa

Sondaggio: S5

Riferimento: Progettazione dell'Adduttrice Ottavia – Trionfale - Aurelio

Data: 17/12/2020

Fotografie - Pagina 1/1

Pagina 1



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



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



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



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



Postazione del sondaggio S5



Prospezione GPR

ALLEGATO 2

Certificati di Laboratorio

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.4-4.0

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	28.5	%
Peso di volume	18.3	kN/m ³
Peso di volume secco	14.3	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.7	kN/m ³
Peso specifico	2.64	
Indice dei vuoti	0.810	
Porosità	44.7	%
Grado di saturazione	92.7	%
Limite di liquidità	35.9	%
Limite di plasticità	23.4	%
Indice di plasticità	12.5	%
Indice di consistenza	0.60	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2.4	%
Sabbia	27.7	%
Limo	55.0	%
Argilla	14.9	%
D 10	0.000931	mm
D 50	0.015838	mm
D 60	0.023670	mm
D 90	0.623748	mm
Passante set. 10	97.6	%
Passante set. 42	85.6	%
Passante set. 200	71.6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	391	kPa	σ Rim	kPa
C_U	196	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	17.9	kPa	ϕ' 27.0 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 25.0	6579	---	---
25.0 ÷ 50.0	6098	---	---
50.0 ÷ 100.0	5917	0.000777	1.29E-08
100.0 ÷ 200.0	8969	0.000710	7.76E-09
200.0 ÷ 400.0	13289	0.000881	6.50E-09
400.0 ÷ 800.0	20672	---	---
800.0 ÷ 1600.0	25932	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	48411	---	---

Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01053	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/03/21	Inizio analisi: 04/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 04/02/21	Fine analisi: 05/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.4-4.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 28.5 %

Struttura del materiale:

- Omogeneo
- Stratificato
- Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01054	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/03/21	Inizio analisi: 04/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 04/02/21	Fine analisi: 04/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.4-4.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.3 kN/m³

Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01055	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/03/21	Inizio analisi: 23/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 04/02/21	Fine analisi: 24/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.4-4.0

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.64**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.64**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.5 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01056	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/03/21	Inizio analisi: 25/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 04/02/21	Fine analisi: 26/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.4-4.0

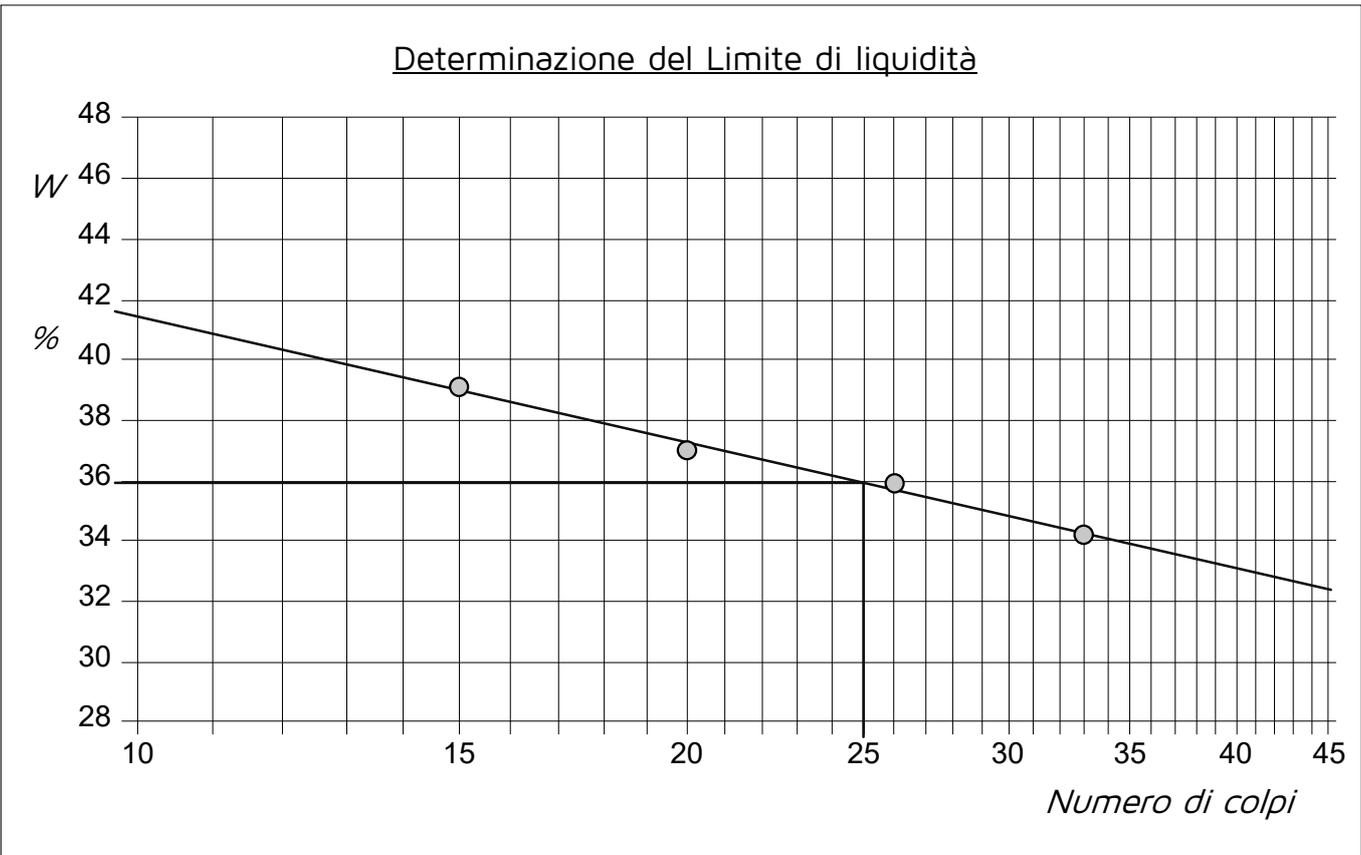
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	35.9 %
Limite di plasticità	23.4 %
Indice di plasticità	12.5 %

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

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	20	26	33	Umidità (%)	23.1	23.7
Umidità (%)	39.1	37.0	35.9	34.2	Umidità media	23.4	



Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie

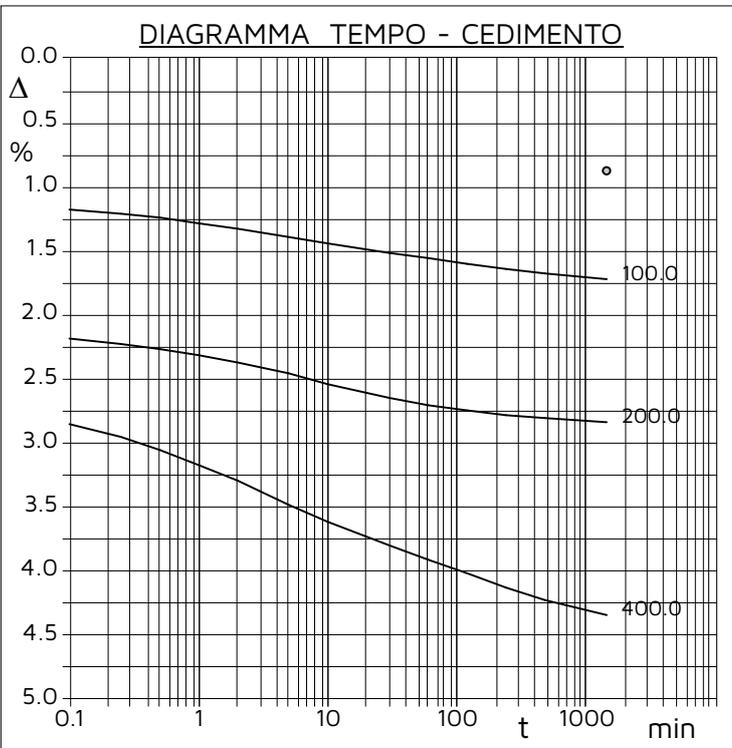
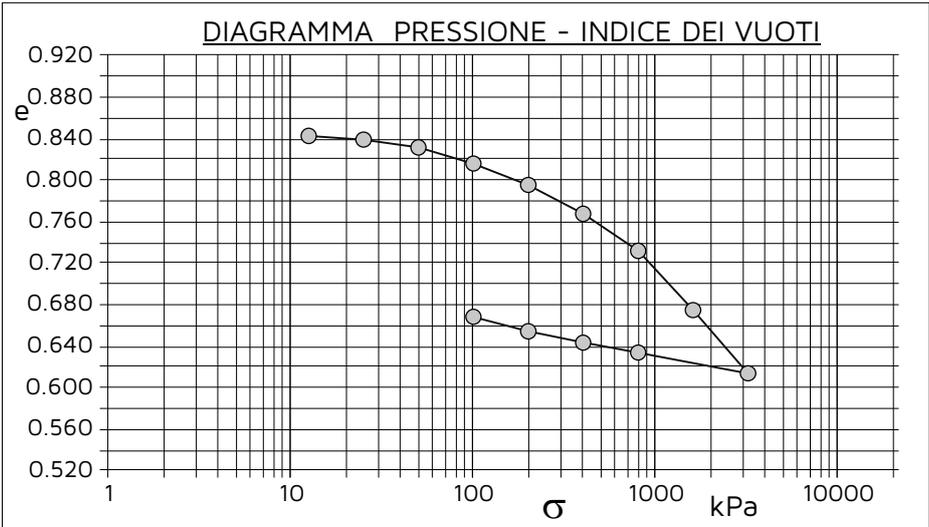
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01058	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/03/21	Inizio analisi: 04/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 04/02/21	Fine analisi: 22/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.4-4.0

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	18.22
Umidità (%)	30.2
Peso specifico	2.64
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	18.35
Indice dei vuoti	0.85
Porosità (%)	45.88
Saturazione (%)	94.0



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	5.5	0.843	
25.0	9.3	0.839	0.012
50.0	17.5	0.831	0.025
100.0	34.4	0.816	0.052
200.0	56.7	0.795	0.068
400.0	86.8	0.767	0.092
1600.0	187.2	0.675	0.189
3200.0	253.3	0.614	0.203
800.0	231.7	0.634	
400.0	221.3	0.643	
200.0	209.4	0.654	
100.0	194.3	0.668	

Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie

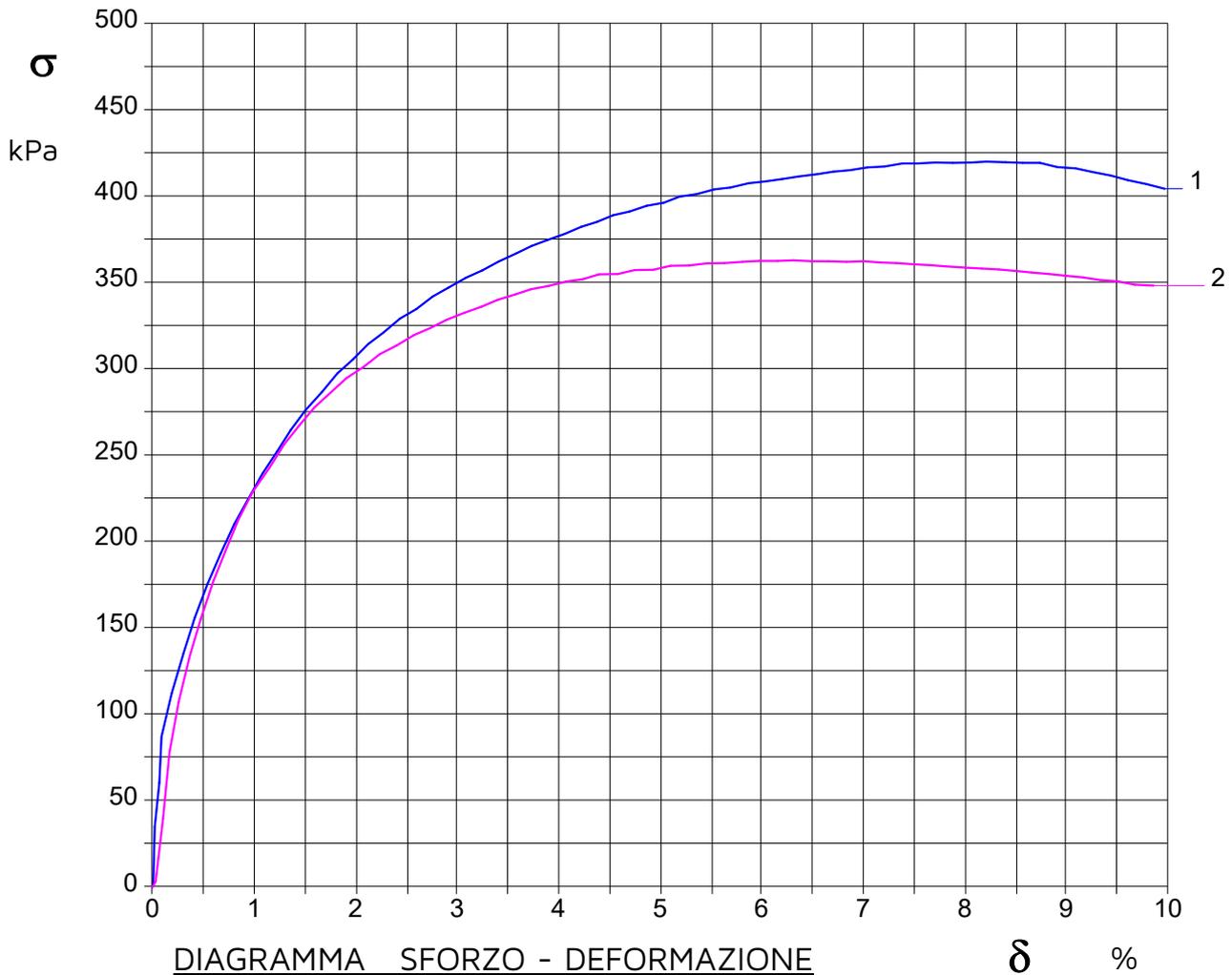
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01059	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/03/21	Inizio analisi: 23/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 04/02/21	Fine analisi: 23/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.4-4.0

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m ³):	18.9	18.3	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01059	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 03/03/21	Inizio analisi: 23/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 04/02/21	Fine analisi: 23/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio			
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.4-4.0	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0.01	0.7	5.36	400.9	0.03	3.0	5.81	361.7				
0.02	34.7	5.53	403.6	0.10	39.3	5.97	362.3				
0.07	60.1	5.69	404.8	0.17	77.8	6.15	362.2				
0.09	86.8	5.87	407.2	0.26	107.0	6.32	362.5				
0.19	111.7	6.04	408.3	0.37	133.6	6.49	362.2				
0.31	135.3	6.21	409.7	0.48	155.1	6.66	362.1				
0.42	155.5	6.36	411.2	0.60	176.9	6.84	361.8				
0.54	175.4	6.55	412.6	0.72	195.0	7.00	362.0				
0.67	192.8	6.70	414.0	0.85	212.8	7.16	361.4				
0.81	210.0	6.87	414.8	0.99	228.5	7.33	361.1				
0.94	224.1	7.04	416.5	1.16	242.8	7.50	360.4				
1.08	239.1	7.21	417.0	1.30	255.8	7.66	359.8				
1.23	252.1	7.38	418.7	1.44	266.9	7.82	359.2				
1.36	264.5	7.54	418.8	1.60	277.5	8.01	358.4				
1.51	275.8	7.71	419.3	1.76	286.1	8.17	357.8				
1.67	286.4	7.88	419.1	1.91	294.4	8.34	357.5				
1.82	297.3	8.06	419.3	2.08	301.0	8.50	356.5				
1.98	305.2	8.21	419.7	2.24	308.3	8.66	355.6				
2.12	314.1	8.40	419.5	2.40	313.2	8.83	354.6				
2.28	320.7	8.57	419.0	2.58	319.4	9.00	353.7				
2.44	328.9	8.74	419.2	2.74	323.4	9.16	352.7				
2.60	334.5	8.91	416.6	2.90	328.3	9.34	351.2				
2.76	341.6	9.09	415.8	3.07	332.2	9.51	350.5				
2.91	346.9	9.26	413.9	3.24	335.8	9.67	348.7				
3.09	352.6	9.44	411.6	3.40	339.7	9.86	347.9				
3.25	356.8	9.61	409.1	3.57	342.9						
3.41	362.0	9.79	406.8	3.73	345.9						
3.58	366.5	9.97	404.2	3.90	347.8						
3.73	371.0			4.07	350.3						
3.89	374.5			4.24	351.6						
4.06	377.9			4.40	354.5						
4.22	382.0			4.58	354.8						
4.38	384.9			4.75	357.0						
4.54	388.7			4.93	357.2						
4.70	390.8			5.10	359.4						
4.87	394.2			5.28	359.7						
5.04	396.0			5.46	360.9						
5.19	399.5			5.64	361.1						

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01060	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 03/03/21	Inizio analisi: 05/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 04/02/21	Fine analisi: 08/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.4-4.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	28.7 29.8	28.5 28.7	28.3 28.2
Peso di volume (kN/m ³):	18.0	18.2	18.5
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0.008 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

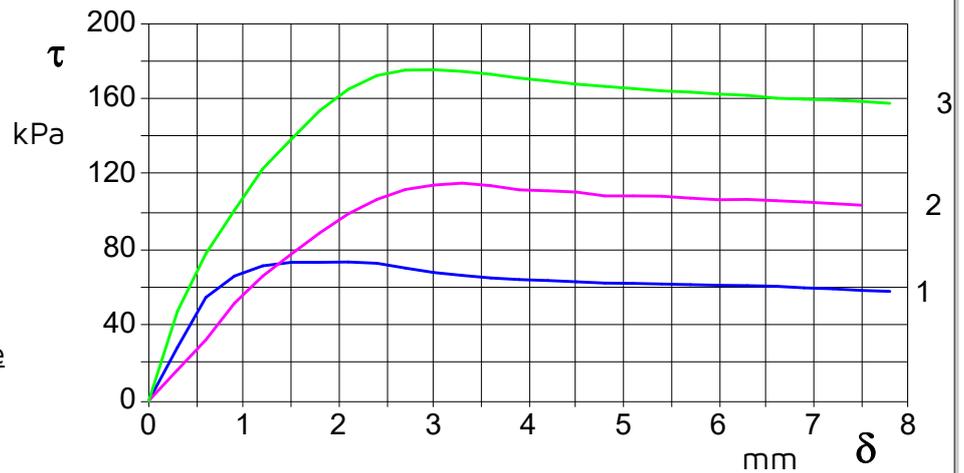
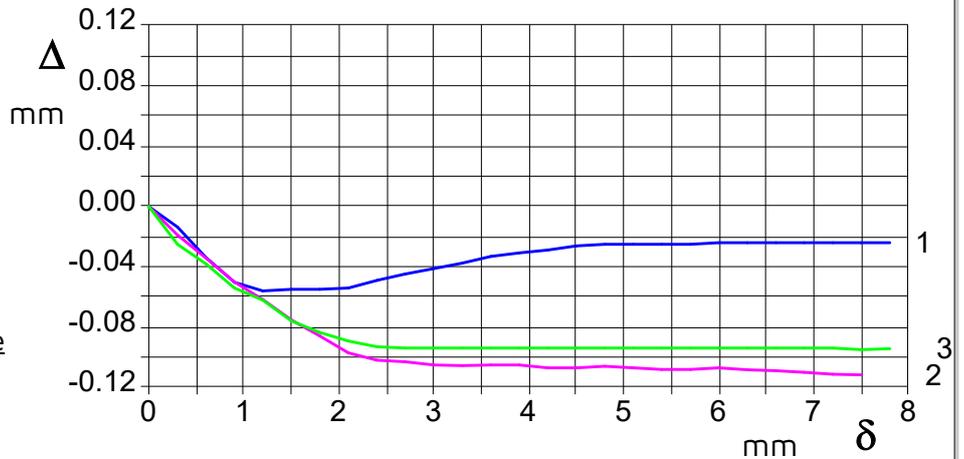


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21

DATA DI EMISSIONE: 03/03/21 Inizio analisi: 05/02/21
Apertura campione: 04/02/21 Fine analisi: 08/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.4-4.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	73		115		175	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2.10	-0.05	3.30	-0.11	3.00	-0.09
Umidità iniziale e umidità finale (%):	28.7	29.8	28.5	28.7	28.3	28.2
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	18.0	18.2	18.2	18.3	18.5	18.5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	89.5	93.1	91.6	92.2	93.7	93.5

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 17.9 kPa
Angolo di attrito interno: 27.0 °

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

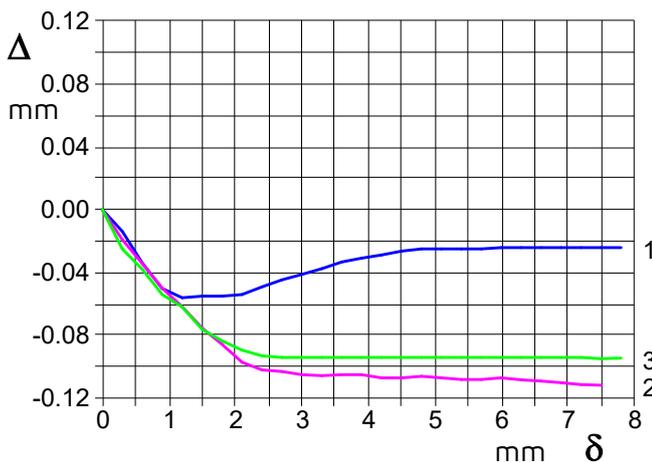
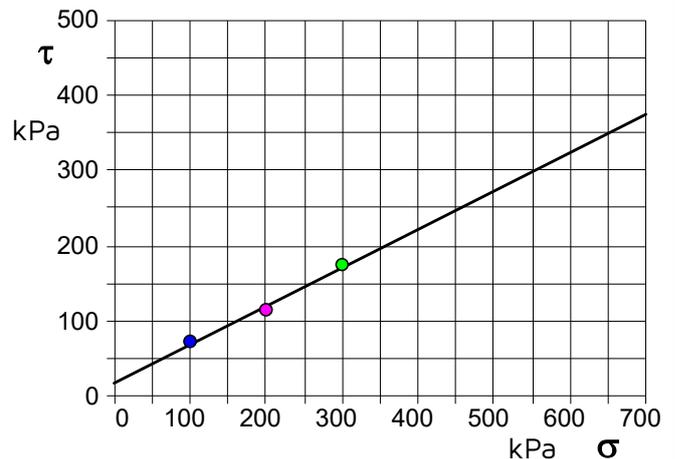


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

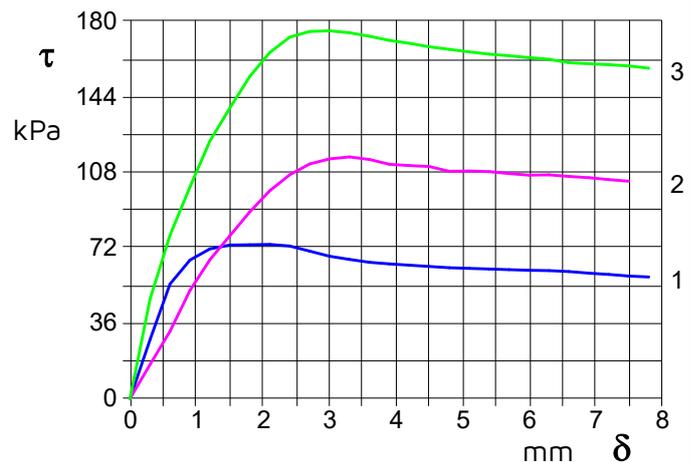


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con sabbia argilloso di colore marrone scuro con striature nerastre. Presenza di scorie

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.

RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio

SONDAGGIO: S5

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 15.0-15.4

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	24.7	%
Peso di volume	18.2	kN/m ³
Peso di volume secco	14.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.8	kN/m ³
Peso specifico	2.59	
Indice dei vuoti	0.738	
Porosità	42.5	%
Grado di saturazione	86.8	%
Limite di liquidità	62.2	%
Limite di plasticità	46.9	%
Indice di plasticità	15.3	%
Indice di consistenza	2.45	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	70.9	%
Limo	11.6	%
Argilla	17.5	%
D 10		mm
D 50	0.178514	mm
D 60	0.198568	mm
D 90	0.319643	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	99.3	%
Passante set. 200	29.6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	84	kPa	σ Rim	kPa
C_U	42	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	4.7	kPa	ϕ' 30.5 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

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

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	5682	---	---
12.5 ÷ 25.0	3049	---	---
25.0 ÷ 50.0	3676	---	---
50.0 ÷ 100.0	4065	0.001986	4.79E-08
100.0 ÷ 200.0	6780	0.002272	3.29E-08
200.0 ÷ 400.0	13559	0.003293	2.38E-08
400.0 ÷ 800.0	24465	---	---
800.0 ÷ 1600.0	34043	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	41290	---	---

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone rossastro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01061	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/03/21	Inizio analisi: 19/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 19/01/21	Fine analisi: 20/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 15.0-15.4

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 24.7 %

Struttura del materiale: Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone rossastro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01062	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/03/21	Inizio analisi: 25/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 19/01/21	Fine analisi: 25/01/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 15.0-15.4

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18.2 kN/m³

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone rossastro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01063	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/03/21	Inizio analisi: 22/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 19/01/21	Fine analisi: 23/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio			
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	15.0-15.4

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.59**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.59**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.4 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone rossastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01064	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/03/21	Inizio analisi: 18/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 19/01/21	Fine analisi: 19/02/21

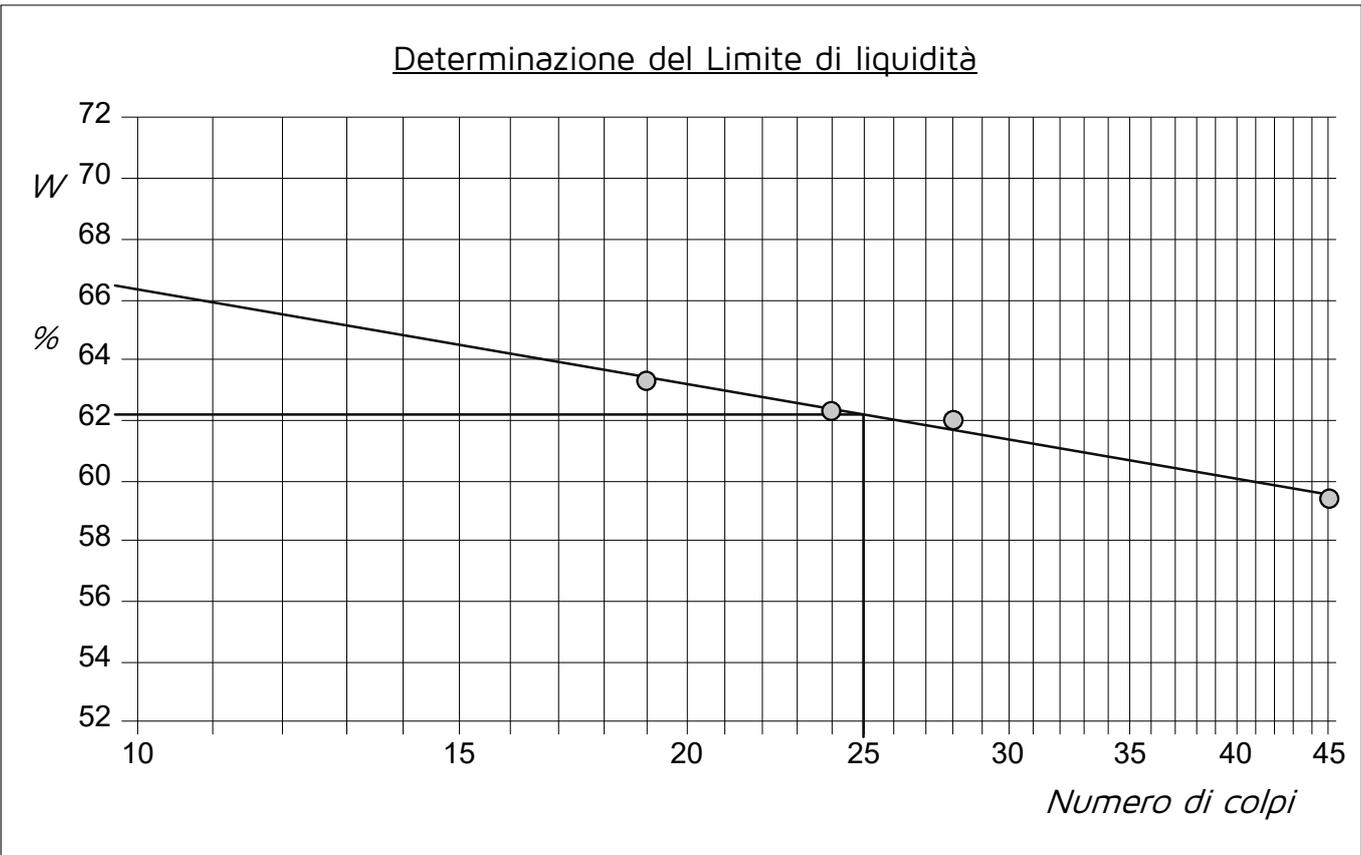
COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 15.0-15.4

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318

Limite di liquidità	62.2 %
Limite di plasticità	46.9 %
Indice di plasticità	15.3 %

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	19	24	28	45	Umidità (%)	46.6	47.1
Umidità (%)	63.3	62.3	62.0	59.4	Umidità media	46.9	



Sabbia argillosa e limosa di colore marrone rossastro

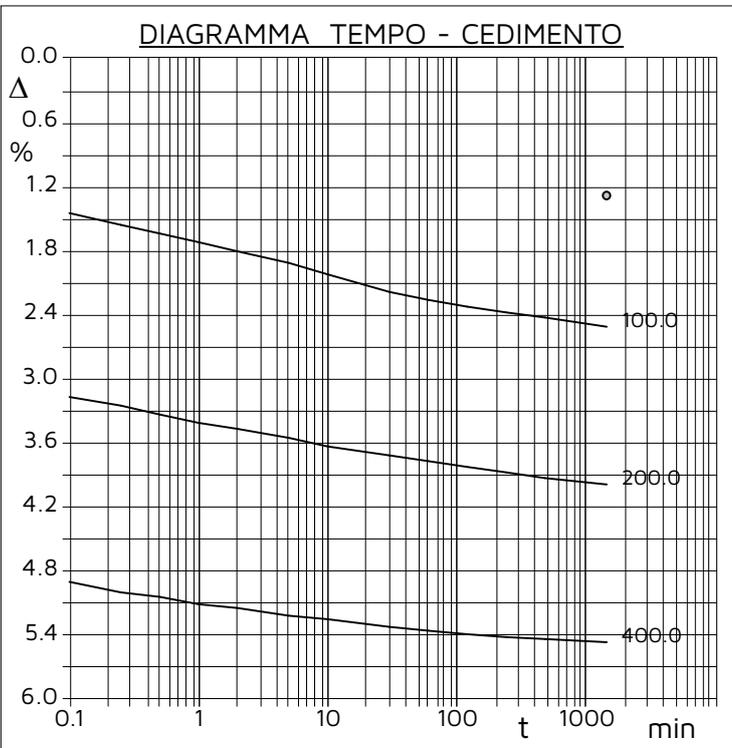
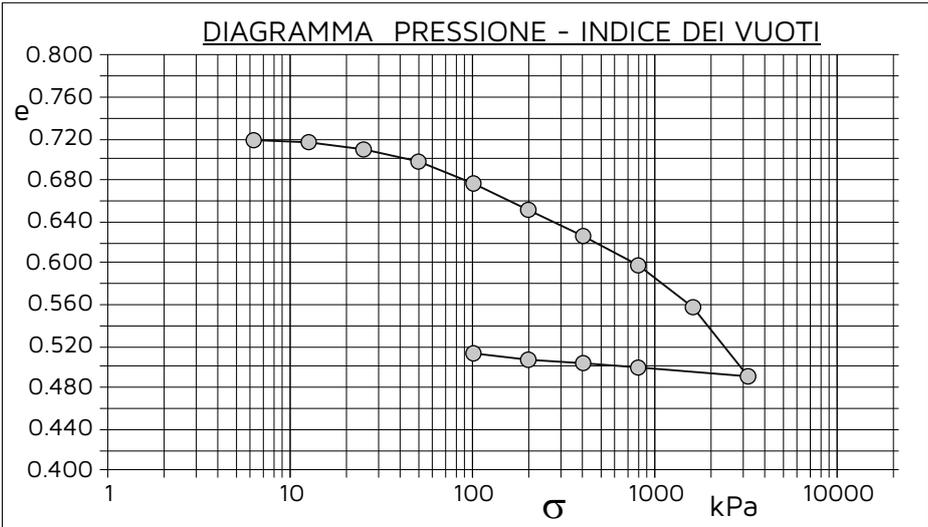
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01066	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/03/21	Inizio analisi: 25/01/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 19/01/21	Fine analisi: 11/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.			
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio			
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 15.0-15.4	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	18.46
Umidità (%)	25.1
Peso specifico	2.59
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	16.74
Indice dei vuoti	0.72
Porosità (%)	41.86
Saturazione (%)	90.1



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	1.6	0.718	
12.5	3.8	0.717	0.006
25.0	12.0	0.710	0.023
50.0	25.6	0.698	0.039
100.0	50.2	0.677	0.070
200.0	79.7	0.651	0.084
400.0	109.2	0.626	0.084
800.0	141.9	0.598	0.093
1600.0	188.9	0.557	0.134
3200.0	266.4	0.491	0.221
800.0	256.6	0.499	
400.0	251.6	0.504	
200.0	247.9	0.507	
100.0	240.7	0.513	

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone rossastro

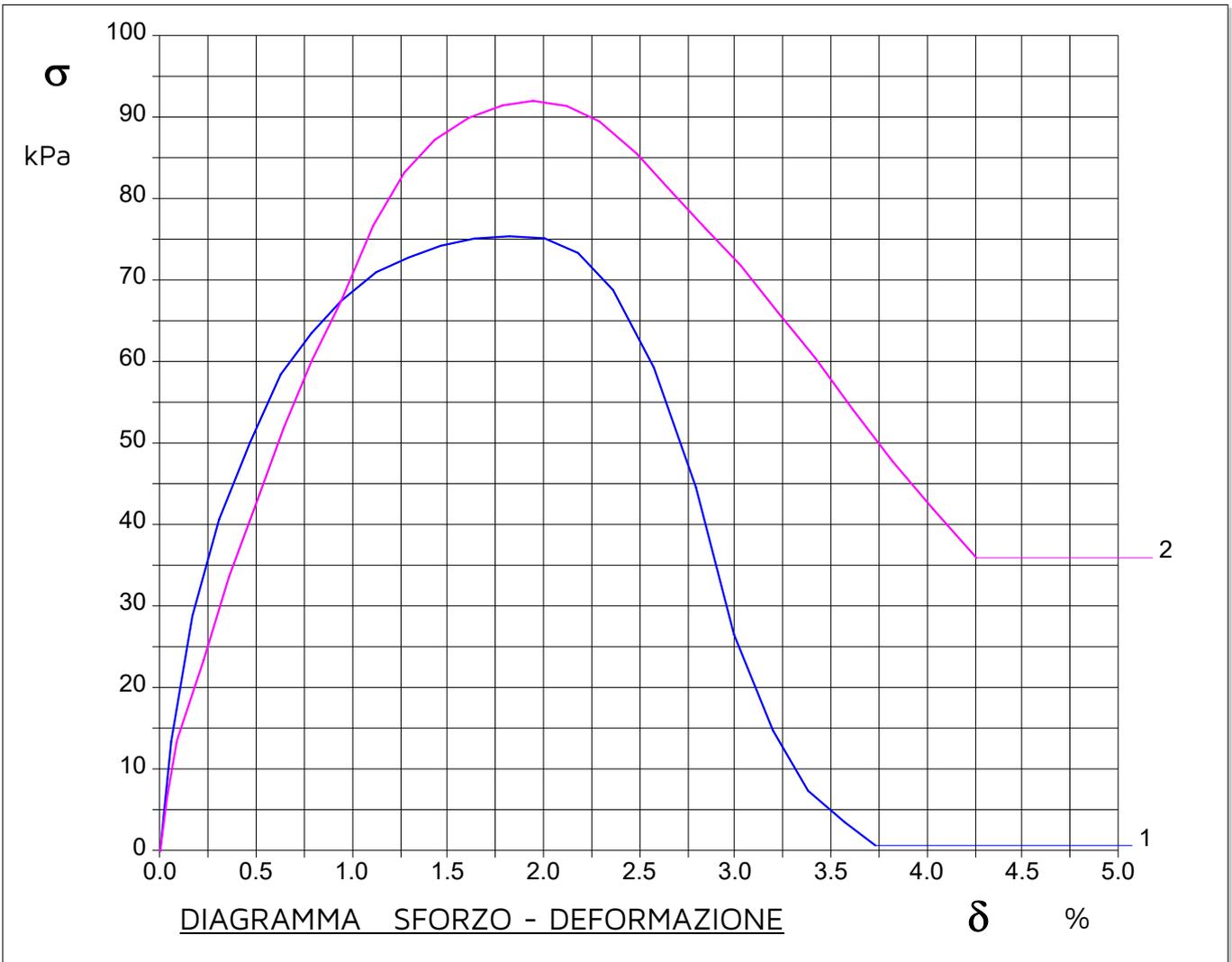
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01067	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 04/03/21	Inizio analisi: 23/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21		Apertura campione: 19/01/21	Fine analisi: 23/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 15.0-15.4

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D2166

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0.500	0.500	-----
Peso di volume (kN/m³):	17.8	18.6	-----
Umidità naturale (%):	-----	-----	-----



Sabbia argillosa e limosa di colore marrone rossastro

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/03/21	Inizio analisi: 09/02/21
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 10 del 12/01/21	Apertura campione: 19/01/21	Fine analisi: 10/02/21

COMMITTENTE: ACEA ELABORI S.p.A.		
RIFERIMENTO: Nuova Adduttrice Ottavia-Trionfale-Aurelio		
SONDAGGIO: S5	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 15.0-15.4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	68	118	186
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.00 -0.19	4.50 -0.22	3.30 -0.10
Umidità iniziale e umidità finale (%):	24.9 28.6	27.1 27.5	24.6 26.8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	17.8 18.4	17.7 17.7	18.6 18.9
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	82.8 95.0	84.7 86.0	90.5 98.5

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	4.7 kPa
Angolo di attrito interno:	30.5 °

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

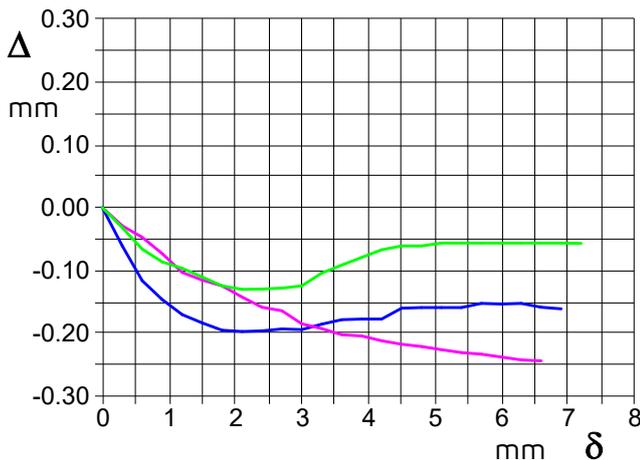
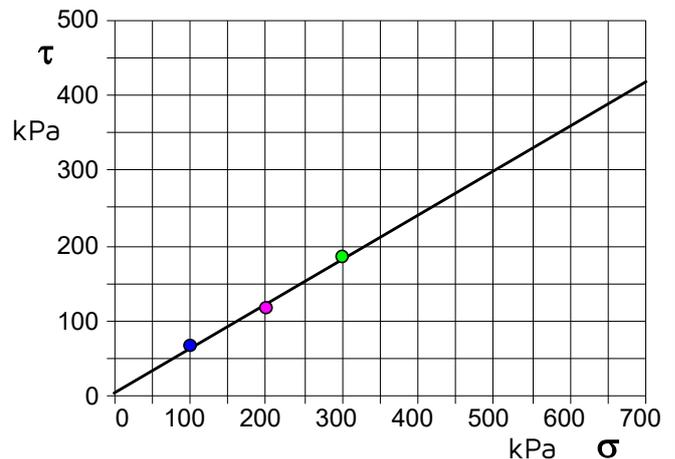


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

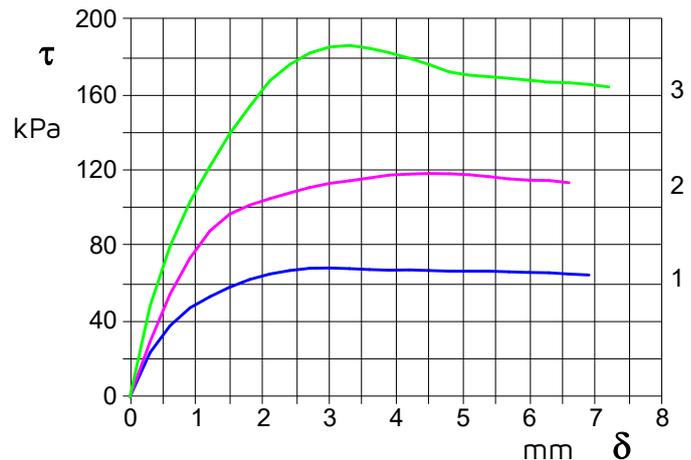


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia argillosa e limosa di colore marrone rossastro

REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

RIFERIMENTO: progettazione dell'Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio nel Comune di Roma

Febbraio 2021

PROSPEZIONE DI SISMICA A RIFRAZIONE CON ONDE P

Premessa

Nell'ambito della progettazione dell'Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio nel Comune di Roma, è stata eseguita un'indagine di sismica a rifrazione 2D acquisita in onde P, con tecnica tomografica, al fine di determinare la velocità delle onde sismiche.

L'indagine è consistita nella realizzazione di n.14 sezioni sismiche a 12 canali di cui 13 con interspazio di 5m e 1 con interspazio di 4m, per una estensione di 888 ml (vedi ubicazione indagini), con acquisizione dei dati consentendo la determinazione delle Vp dell'area in esame.

Metodologia d'indagine tomografia sismica 2D

Nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione e dilatazione"), che sono le più veloci fra le diverse onde elastiche, o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione o di taglio nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza o di maglio, esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino agli apparecchi di ricezione (geofoni) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (Legge di Snell), cioè rifrangendosi sulle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

Così, osservando i primi arrivi su punti posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva tempo-distanza (dromocrona) rappresentante la variazione del minimo percorso in funzione del tempo. La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa tra larghi limiti; per lo stesso tipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione; aumenta per contro con la profondità e l'età geologica.

Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali, diversamente da quelle trasversali che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione. Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità Vp dell'ordine di 1400÷1700 m/sec), per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

La prospezione geofisica è stata realizzata con sismografo DOREMI 12 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves).

La sorgente delle onde sismiche è costituita da un martello da 10 kg, collegato ad un geofono starter, che genera un treno di onde di cui risulta esaltata la componente verticale, i cui tempi di arrivo e l'intensità delle stesse vengono registrate dai geofoni ed inviate al sismografo di acquisizione. L'energizzazione per la generazione delle onde è stata ripetuta 5 volte all'interno della traversa sismica (vedi Fig.) per permettere l'interpretazione tomografica dei dati. Il sismografo registra i tempi di arrivo delle onde di compressione P.

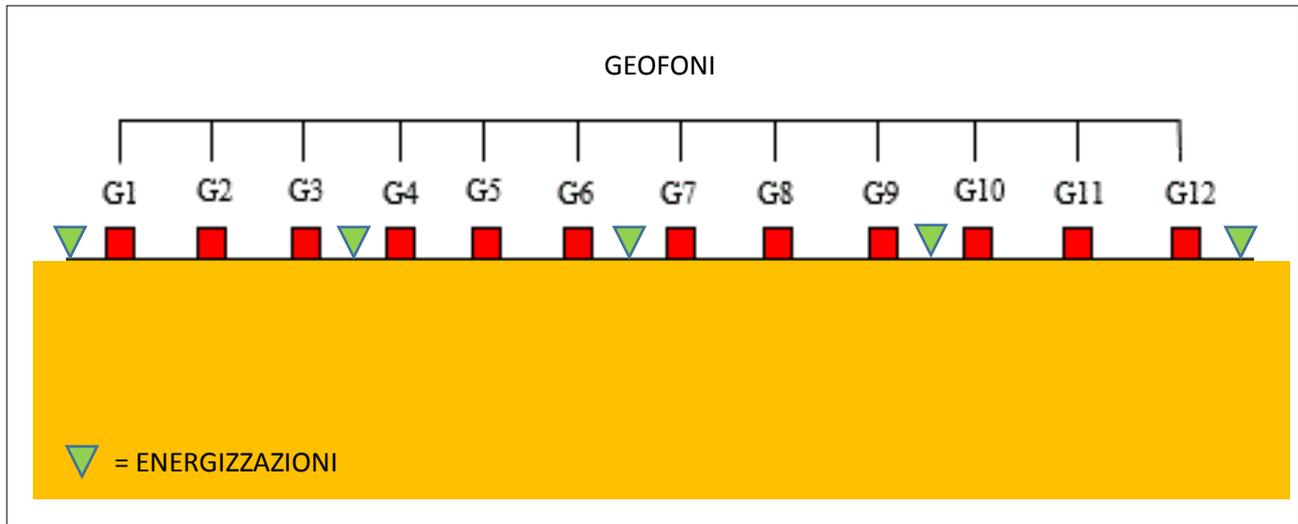
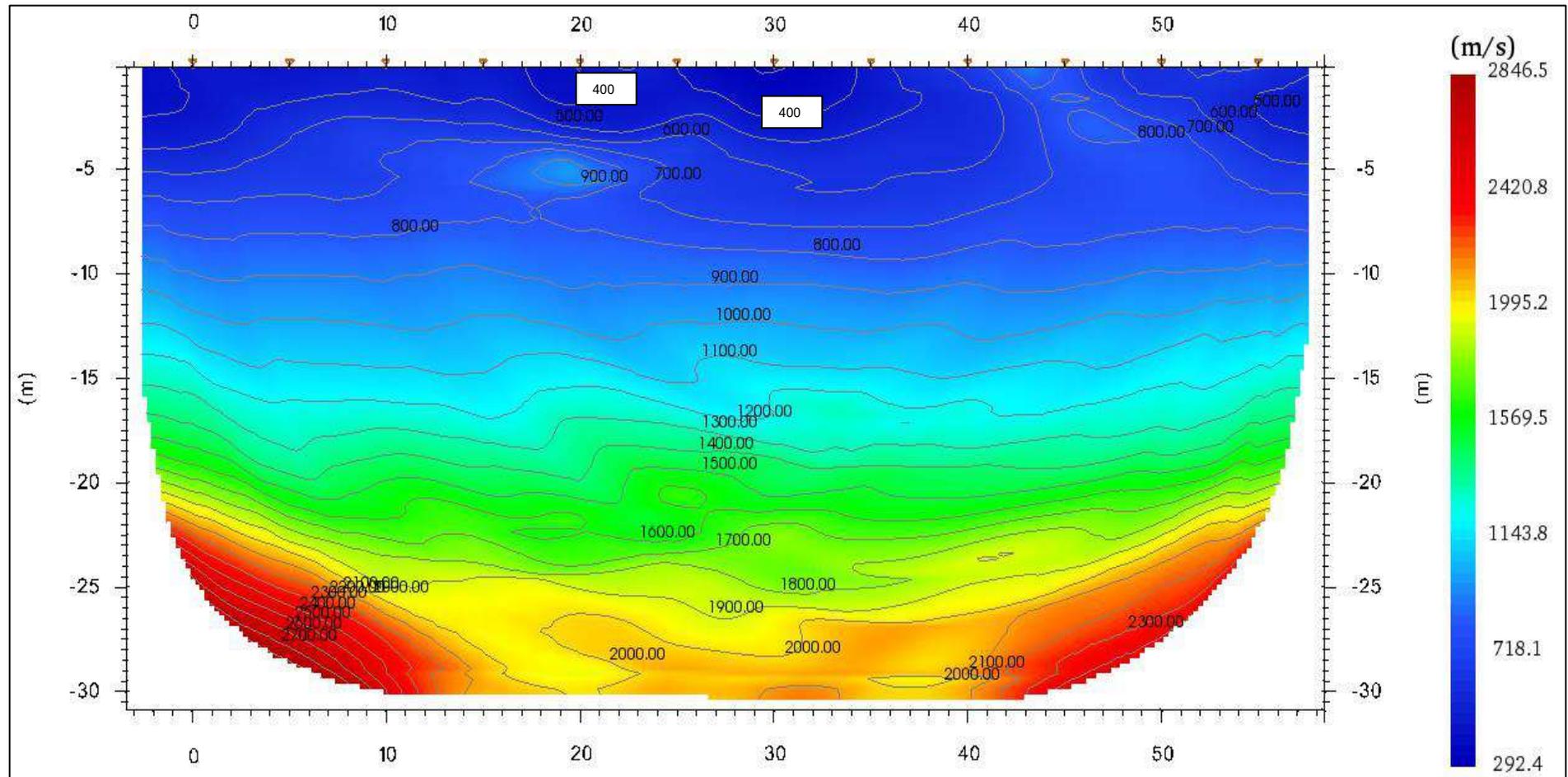


Fig. 1 – Configurazione di acquisizione utilizzata nelle indagini sismiche

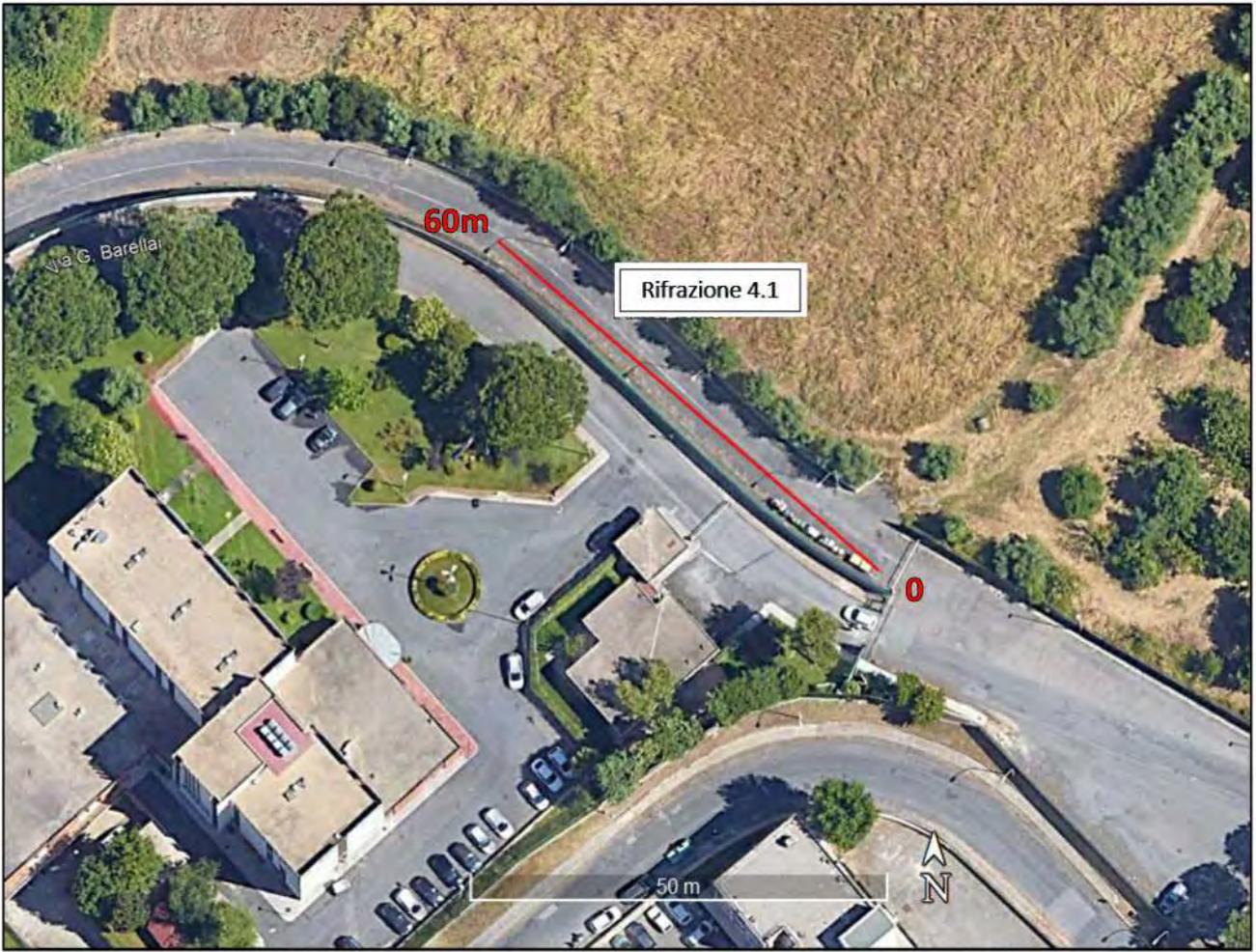
L'elaborazione dei dati prevede l'esecuzione del picking manuale dei primi arrivi delle onde P, il cui risultato è generalmente visualizzato sotto forma di dromocrone (grafici rappresentanti i tempi di primo arrivo in funzione della distanza dalla sorgente). Ciò ha permesso la ricostruzione della stratigrafia sismica con l'attribuzione delle velocità caratteristiche dei terreni, la profondità e la giacitura dei rifrattori nel sottosuolo. I dati del picking dei primi arrivi sono stati inseriti, insieme alle informazioni topografiche dei vari punti di posizionamento dei geofoni e dei tiri, in specifici files di input per il software di ricostruzione tomografica SMART TOMO (Geostudi Astier, 2019) che porta alla rappresentazione della evoluzione della velocità sismica per le onde nel sottosuolo.

Risultati Elaborazione tomografia sismica a rifrazione

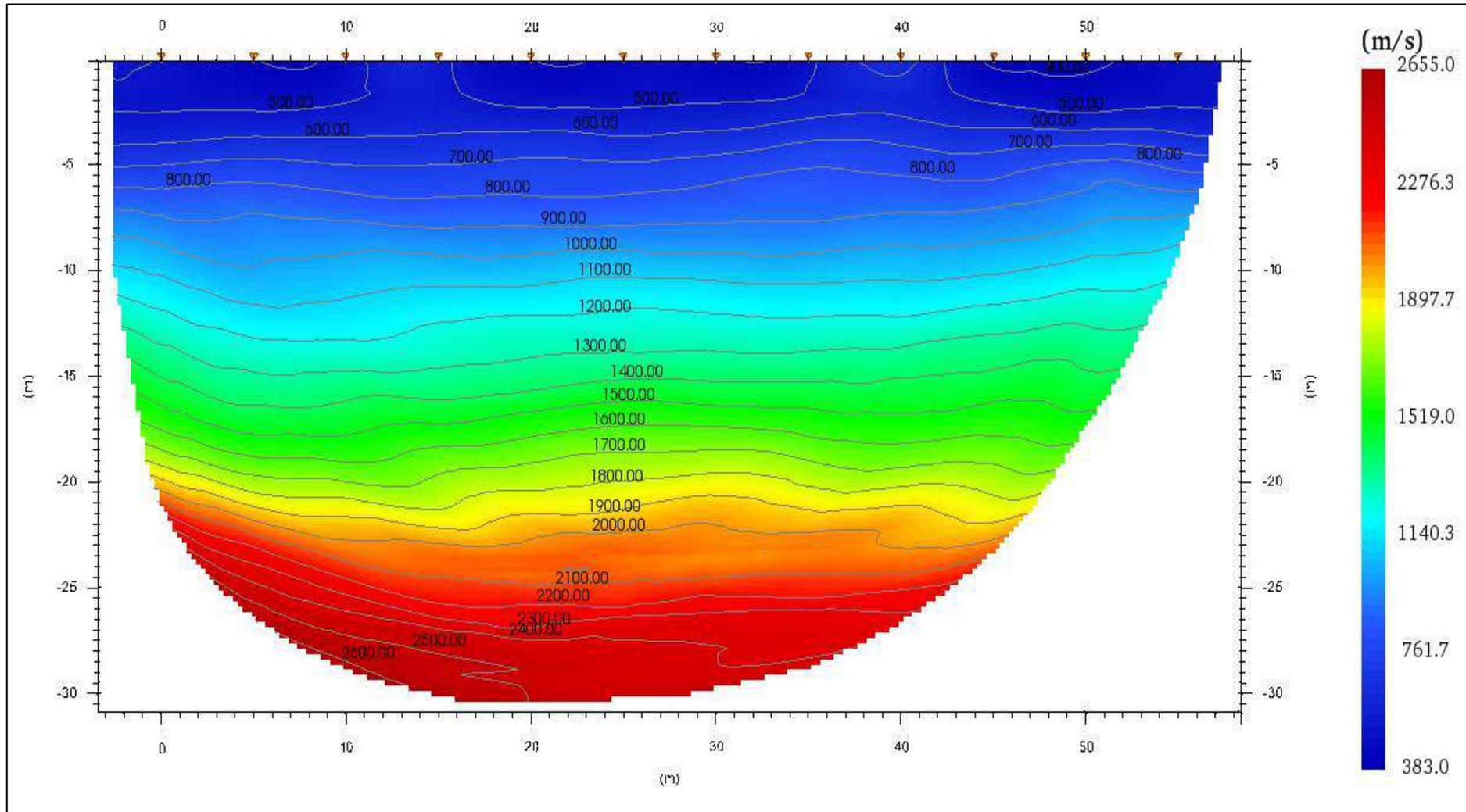
RIFRAZIONE – 4.1



- è stato registrato un primo sismo-strato caratterizzato da velocità delle onde P inferiori a 600 m/s con spessori che vanno da 2 a 5 m circa;
- al di sotto le velocità delle onde P raggiungono valori pari a 1000 m/s fino ad una profondità di circa 12m, fino a crescere gradualmente identificando un terzo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P maggiori di 1500 m/s



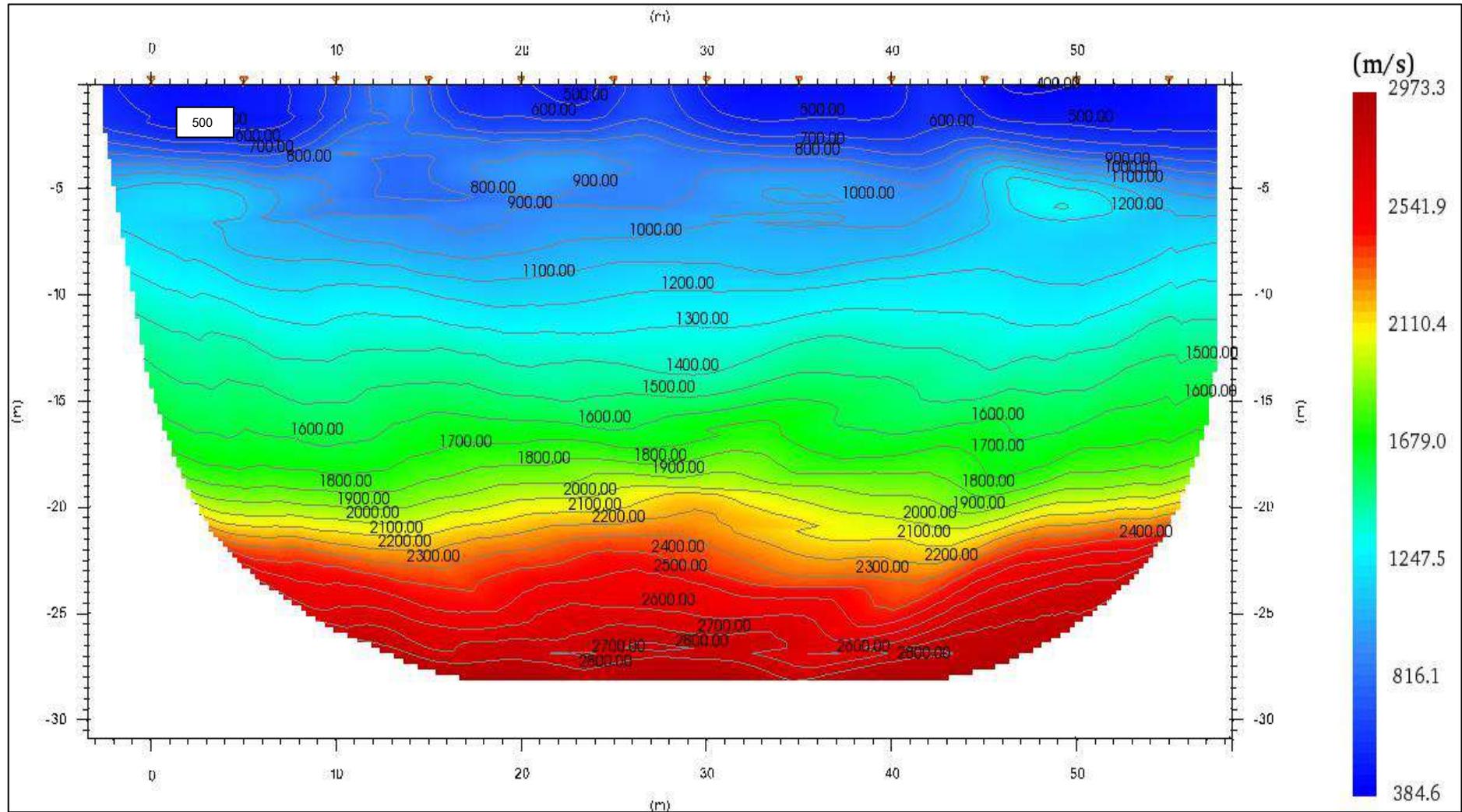
RIFRAZIONE – 4.2



- è stato registrato un primo sismo-strato caratterizzato da velocità delle onde P inferiori a 600 m/s con uno spessore di circa 4 m;
- al di sotto le velocità delle onde P raggiungono valori pari a 1000 m/s fino ad una profondità di 8/9m, fino a crescere gradualmente identificando un terzo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P maggiori di 1500 m/s



RIFRAZIONE – 3



- è stato registrato un primo sismo-strato caratterizzato da velocità delle onde P inferiori a 600 m/s con spessori variabili che vanno da 1 a 3 m circa;
- al di sotto le velocità delle onde P raggiungono valori pari a 1000 m/s fino a profondità comprese tra 5 e 7m, fino a crescere gradualmente identificando un terzo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P maggiori di 1500 m/s.

CONCLUSIONI

Dalle indagini geofisiche eseguite è stato possibile restituire dei modelli sismo-stratigrafici "compatibili" della zona investigata.

L'indagine è consistita nella realizzazione di n.14 prospezioni sismiche in onde P a 12 canali di cui 13 con interspazio di 5m e 1 con interspazio di 4m, per una estensione di 888 ml (vedi ubicazione indagini).

Dall'analisi delle prospezioni sismiche con tecnica tomografica sono emerse le seguenti conclusioni.

- 1) In funzione della tipologia dei terreni presenti nell'area di indagine e delle configurazioni d'acquisizione, le prospezioni sismiche hanno raggiunto profondità massime d'esplorazione comprese tra 25 e 30m da p.c., con qualità delle registrazioni ottenute generalmente buona.
- 2) L'elaborazione delle tomografie sismiche ha individuato diversi modelli geofisici crescenti, le cui singole risultanze sono consultabili nelle sezioni sismiche riportate nel paragrafo precedente.

ALLEGATO 5

Indagine Geofisica - MASW

Caratteristiche tecniche generali "Sismografo DoReMi":

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



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI ROMA

RELAZIONE GEOFISICA

DETERMINAZIONE V_{sh} CON METODOLOGIA MASW

RIFERIMENTO: progettazione dell'Adduttrice Ottavia – Trionfale – Aurelio nel Comune di Roma

Gennaio 2021

RELAZIONE GEOFISICA

Premessa

Nell'ambito del contratto quadro (n. 3900006745 per le prestazioni finalizzate alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica per la progettazione di opere idriche, fognarie ed elettriche) e sulla base dell'Ordine di Servizio n. 38/2021 emesso da Acea Elabori Spa, è stata eseguita un'indagine geofisica al fine di determinare la velocità delle onde sismiche.

L'indagine è consistita nella realizzazione di n.10 sezioni sismiche a 12 canali con acquisizione dei dati ottimizzata per elaborazione mediante analisi "MASW", ovvero Multichannel Analysis of Surface Waves, consentendo la determinazione delle V_{SH} dell'area in esame.

Metodologia d'indagine

Al fine di effettuare la caratterizzazione microsismica del sito, come previsto dalla normativa vigente, sono state eseguite n.10 sezioni sismiche con acquisizione dei dati finalizzata all'analisi "Masw", ovvero Multichannel Analysis of Surface Waves.

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

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

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

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

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

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

MASW 5.1 – V_{SH} del modello medio: 336.43m/s – TIPO C
MASW 5.2 – V_{SH} del modello medio: 328.89 m/s – TIPO C
MASW 7.1 – V_{SH} del modello medio: 352.45 m/s – TIPO C
MASW 7.2 – V_{SH} del modello medio: 350.93 m/s – TIPO C
MASW 8.1 – V_{SH} del modello medio: 445.53 m/s – TIPO B
MASW 8.2 – V_{SH} del modello medio: 428.45 m/s – TIPO B
MASW 9.1 – V_{SH} del modello medio: 337.31 m/s – TIPO C
MASW 9.2 – V_{SH} del modello medio: 353.30 m/s – TIPO C
MASW 10.1 – V_{SH} del modello medio: 378.49 m/s – TIPO B
MASW 10.2 – V_{SH} del modello medio: 408.67 m/s – TIPO B

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

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

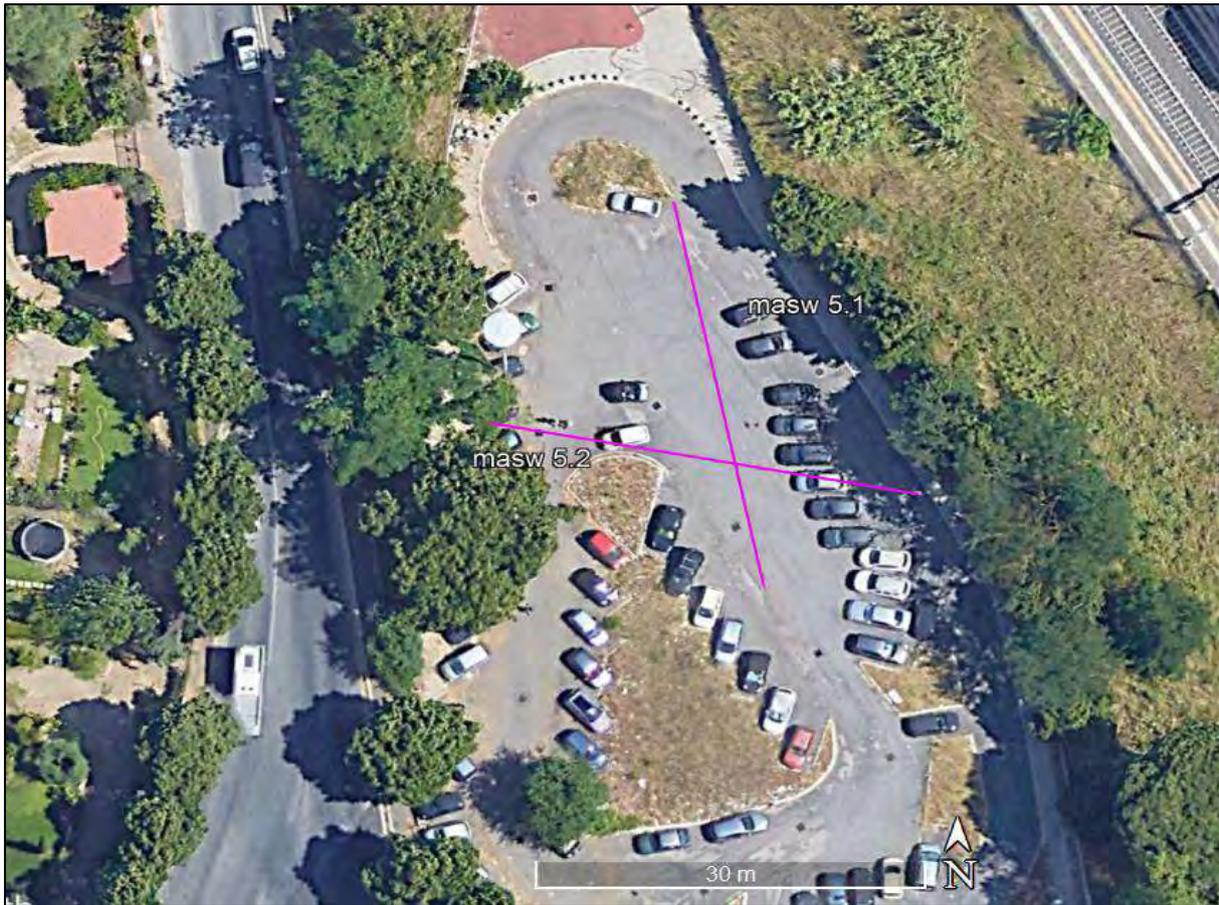
B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s).

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

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

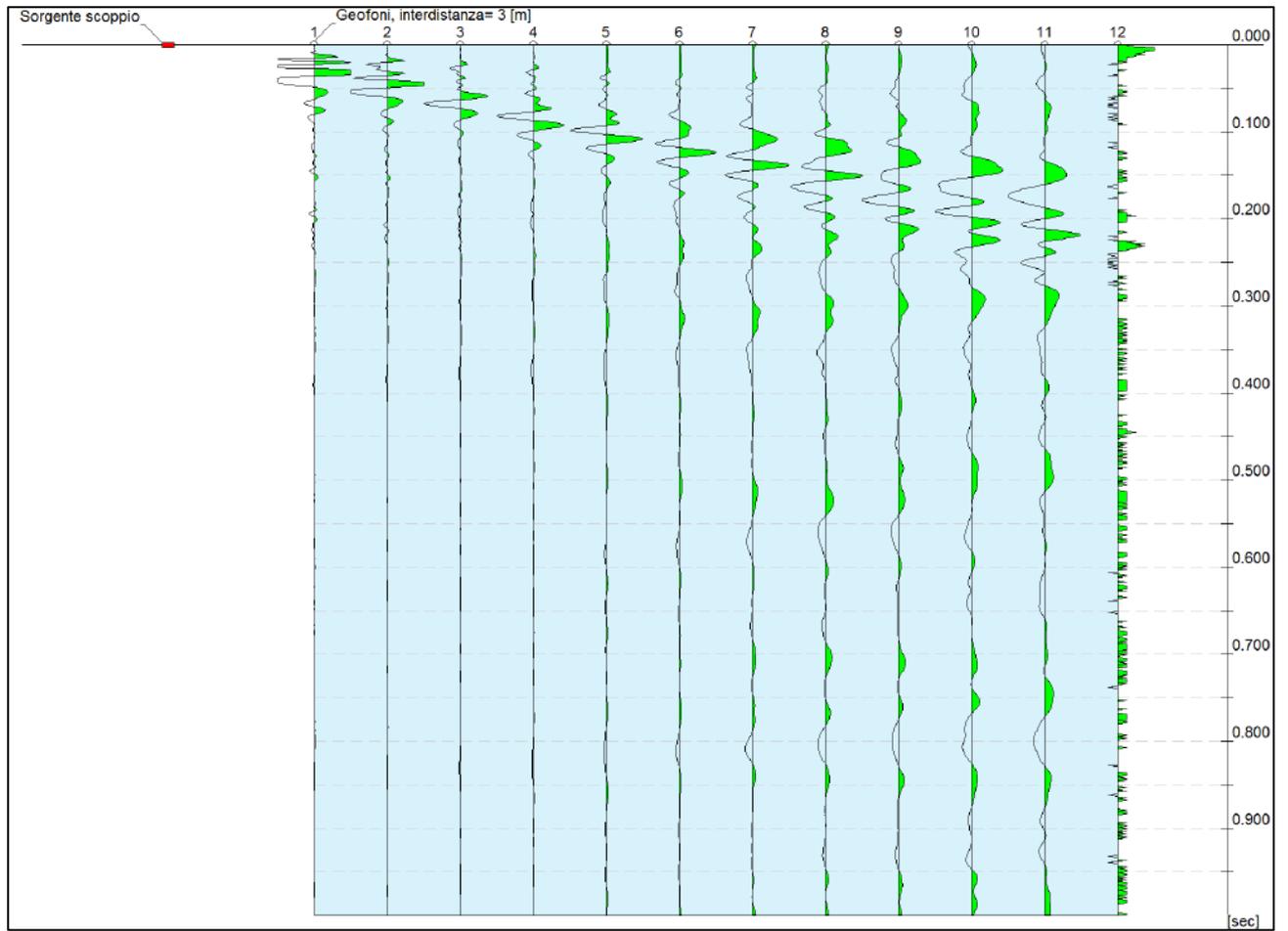
E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

UBICAZIONE INDAGINI



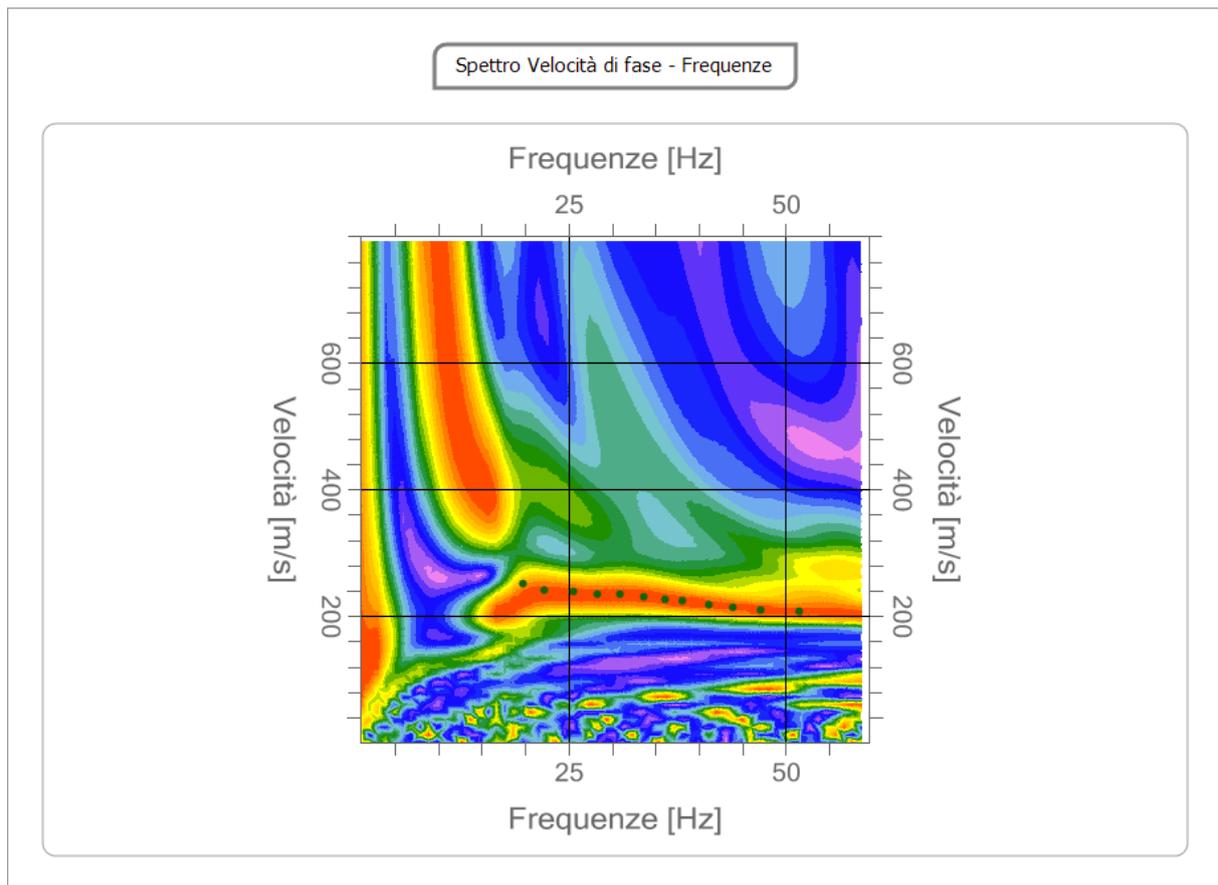
ELABORAZIONE ANALISI MASW – 5.1

Tracce



Curva di dispersione

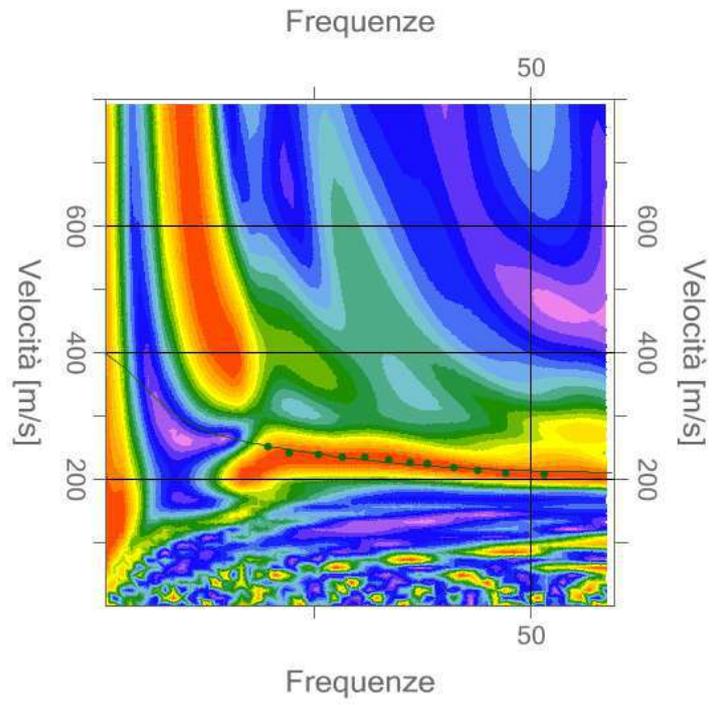
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	19.8	251.9	0
2	22.2	240.9	0
3	25.6	238.7	0
4	28.4	234.3	0
5	30.9	234.3	0
6	33.7	229.9	0
7	36.1	225.5	0
8	38.1	223.3	0
9	41.1	218.9	0
10	43.9	214.5	0
11	47.1	210.1	0
12	51.5	207.9	0



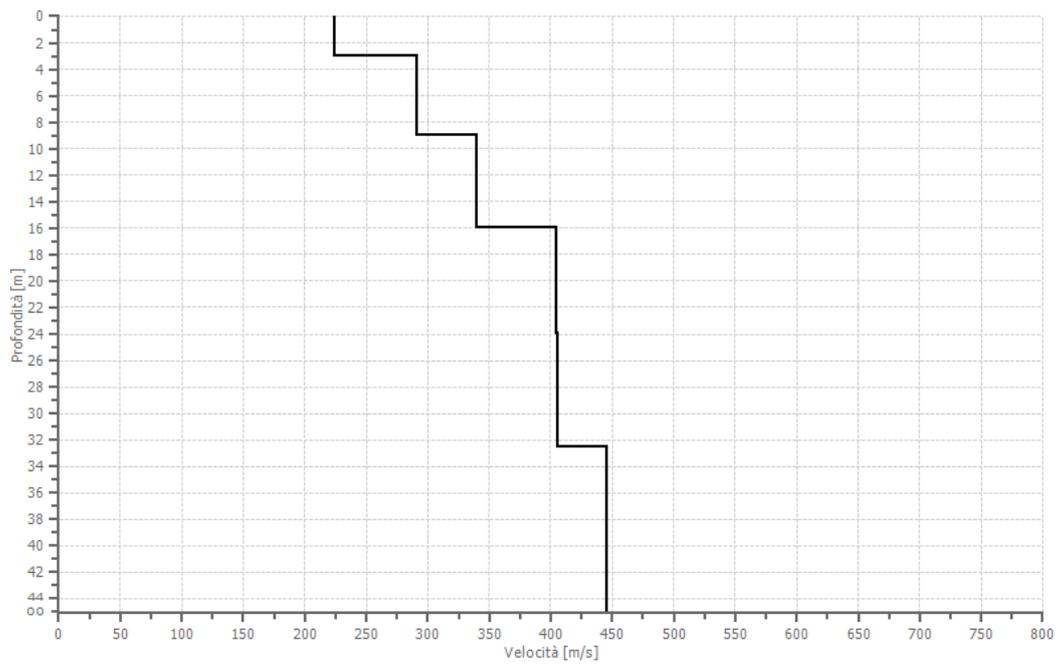
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.3	No	419.1	224.0
2		9.00	6.00	1800.0	0.3	No	544.6	291.1
3		15.96	6.96	1800.0	0.3	No	635.5	339.7
4		23.96	8.00	1800.0	0.3	No	756.7	404.5
5		32.51	8.56	1800.0	0.3	No	758.3	405.4
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	833.2	445.4

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

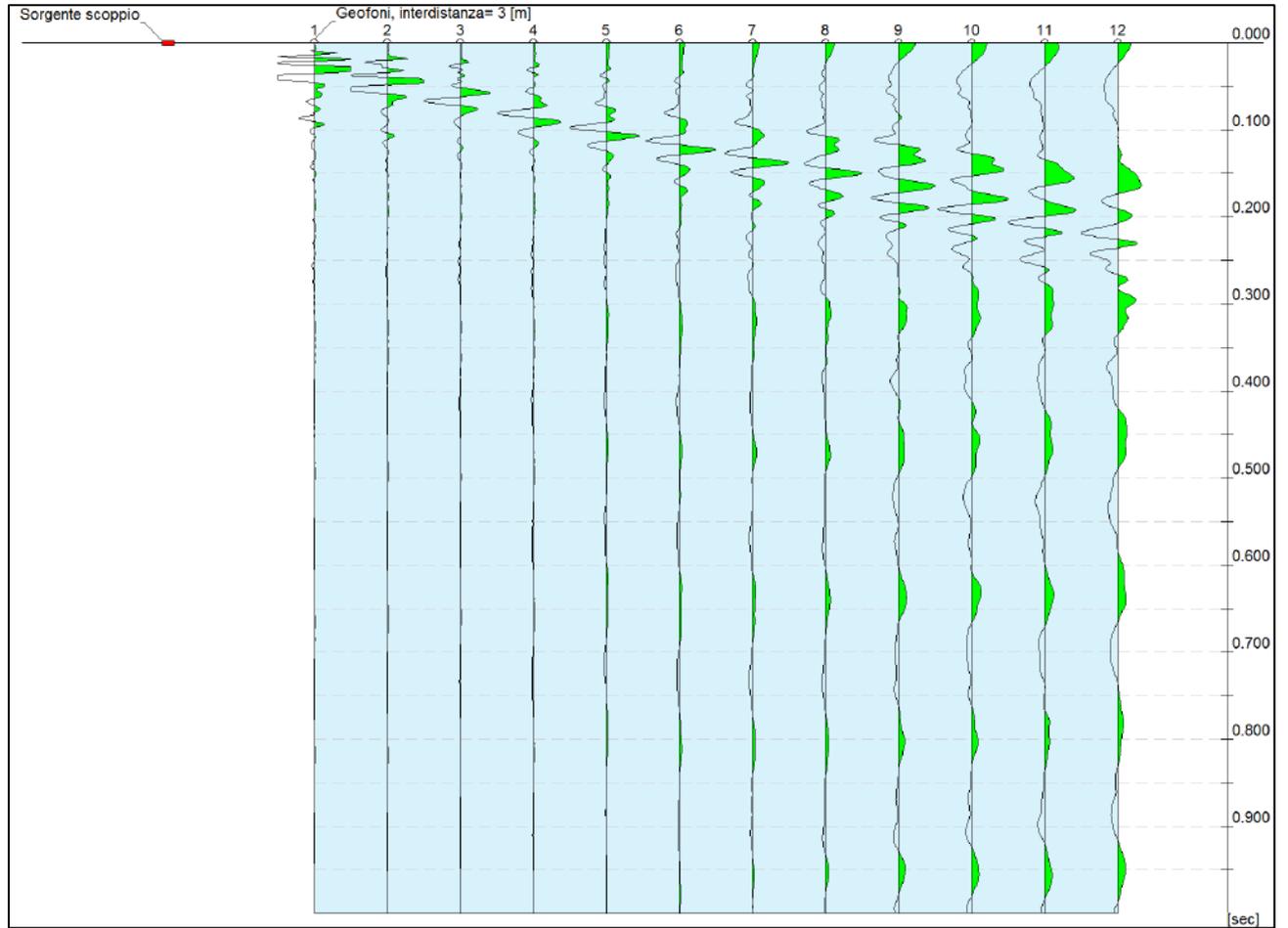
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	336.43
Categoria del suolo	C

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



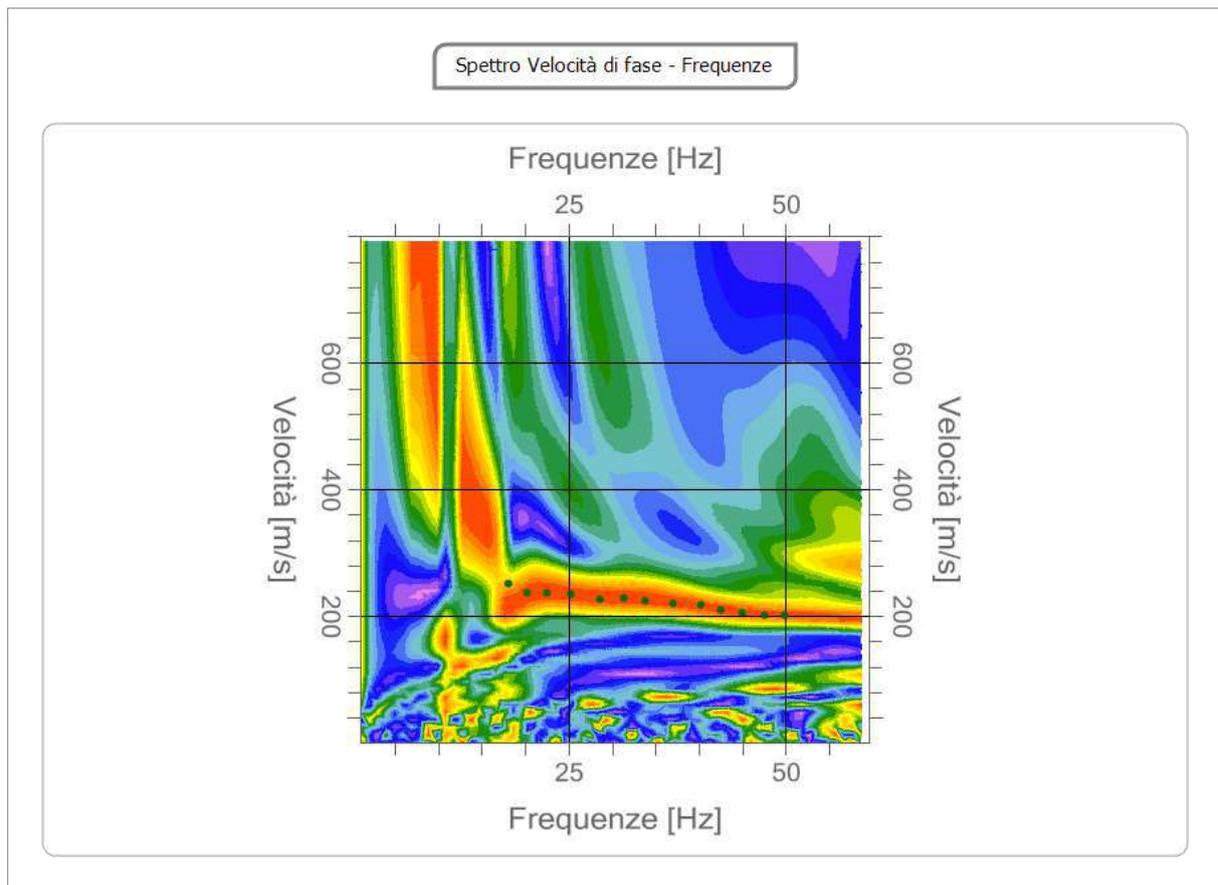
ELABORAZIONE ANALISI MASW – 5.2

Tracce



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	18.0	251.9	0
2	20.3	236.5	0
3	22.5	236.5	0
4	25.3	234.3	0
5	28.7	225.5	0
6	31.4	227.7	0
7	33.9	223.3	0
8	37.1	221.1	0
9	40.2	218.9	0
10	42.6	210.1	0
11	45.0	205.7	0
12	47.6	201.3	0
13	49.9	201.3	0

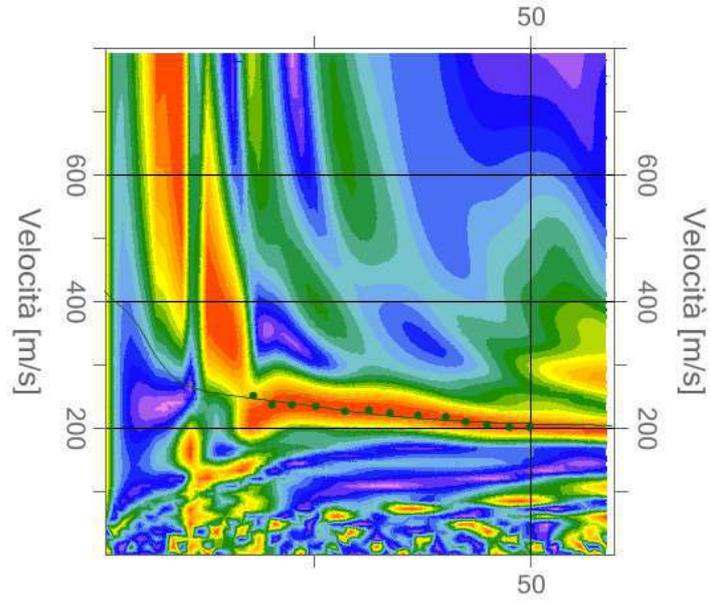


Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.3	No	407.3	217.7
2		9.73	6.73	1800.0	0.3	No	538.4	287.8
3		14.82	5.09	1800.0	0.3	No	539.6	288.4
4		21.40	6.58	1800.0	0.3	No	692.9	370.4
5		30.40	9.00	1800.0	0.3	No	862.9	461.2
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	867.9	463.9

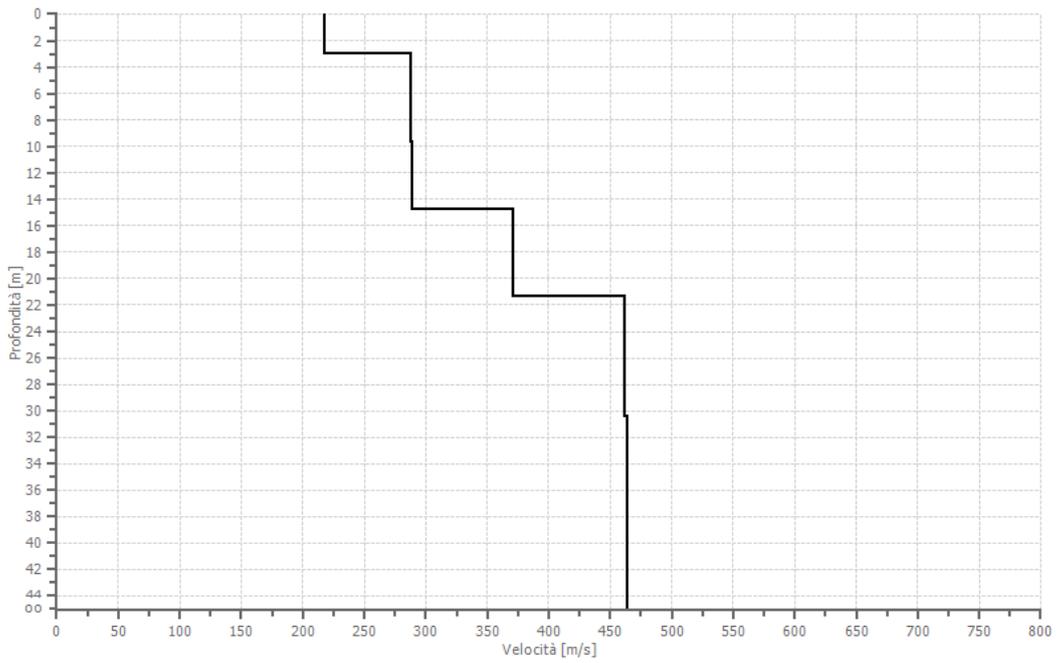
Inversione

Frequenze



Frequenze

Profilo di velocità



Risultati

Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	328.89
Categoria del suolo	C

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

