



ROMA

DIPARTIMENTO MOBILITA' E TRASPORTI



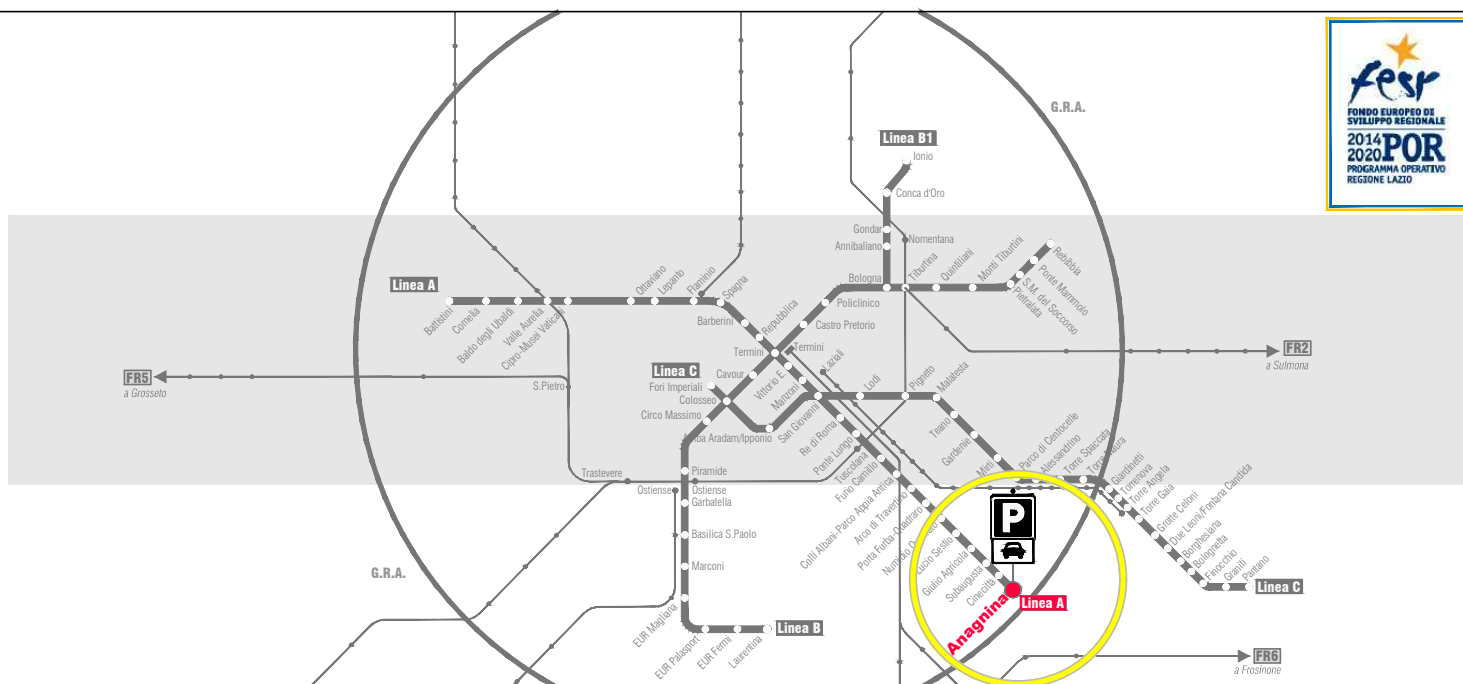
ROMA METROPOLITANE

DIRETTORE TECNICO:

ing. A. Sciotti

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

arch. D. Sandri



RESPONSABILE DIREZIONE PROGETTAZIONE	RESPONSABILE DI PROGETTO	PROGETTISTA	
arch. M. Meloni	arch. P. Frabotta	Dott. Ing. Gioacchino Altamura iscr. N. 23373 ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI ROMA	

FESR LAZIO 2014-2020 _ POR ACCORDO DI PROGRAMMA

"MOBILITÀ SOSTENIBILE INTEGRATA" PER LA REALIZZAZIONE NODI DI SCAMBIO

PARCHEGGIO PRESSO LA STAZIONE ANAGNINA

LINEA A METROPOLITANA DI ROMA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO STRUTTURALE

Relazione geotecnica

rev	data	descrizione	redatto	verificato RP	approvato DP/DT
-	FEBBRAIO 2020	EMISSIONE	ing. G. Altamura	arch. Paolo Frabotta	arch. M. Meloni / ing. A. Sciotti
A	FEBBRAIO 2020	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ODI	ing. G. Altamura	arch. Paolo Frabotta	arch. M. Meloni / ing. A. Sciotti
B					
C					

scala

varie

COMMESSA

P O R P 1 0 2

CODIFICA

tratta fase opera liv elab argom progress rev
T U 2 P A 1 P R D C 0 0 1 A

Parcheggio modulare a servizio della Stazione Anagnina Metropolitana di Roma Linea A

Progetto Definitivo

Relazione Geotecnica

Nome progetto	Parcheggio modulare a servizio della Stazione Anagnina Metropolitana di Roma Linea A
Livello Progettazione	Progetto Definitivo
Oggetto dell'elaborato	Relazione Geotecnica

INDICE

PREMESSA	2
1. NORMATIVA ED ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO.	3
2. INQUADRAMENTO DEL SITO	4
2.1. Categoria di sottosuolo – risposta sismica locale.....	4
3. INDAGINI GEOTECNICHE.....	5
3.1. Descrizione della campagna d'indagini	5
3.2. Le indagini in situ	6
3.3. Le indagini di laboratorio	8
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	9
5. MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO	20
6. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI	22

PREMESSA

Nel seguente documento sono affrontate, a livello di progettazione definitiva, la caratterizzazione geotecnica del sito dove sarà realizzato il parcheggio "Anagnina", in corrispondenza della stazione capolinea della linea A.

L'opera in esame consta di un parcheggio per auto ad un piano, costituito da una struttura estesa in pianta di dimensioni 7756 mq, composta da telai ed impalcati, sostenuta da 376 pilastri che scaricano i carichi per mezzo di fondazioni dirette.

La presente relazione è composta dalla sola caratterizzazione geotecnica dei terreni e la successiva determinazione di un modello geotecnico del sottosuolo, indispensabile per il dimensionamento e verifica delle fondazioni superficiali composte da plinti, che invece è parte integrante della progettazione strutturale riportata nel relativo elaborato, a cui si rimanda: "POR_P1_02_TU_D_PA1_P_R_OS_001 - relazione di calcolo strutturale e allegato DVD con tabulati di calcolo"

La determinazione del modello geotecnico del sottosuolo, corredato dalle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni in sito, è stata ricavata a seguito dei risultati di un'apposita campagna geotecnica e ambientale in cui sono state condotte indagini in sito e in cui sono stati prelevati campioni sottoposti a prove geotecniche di laboratorio.

I certificati delle prove in situ e di laboratorio si considerano parte integrante della presente relazione (Allegato).

1. NORMATIVA ED ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO.

- Associazione Geotecnica Italiana; 1977: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche";

- D.M. LL.PP. 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

- Circ. LL. PP. 24 settembre 1988 n. 30483: "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 " Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

Il presente documento costituisce parte del progetto e deve essere consultato unitamente agli elaborati di riferimento di seguito elencati:

- Elaborato relazione calcolo strutturale: POR_P1_02_TU_D_PA1_P_R_OS_001 – relazione di calcolo strutturale e allegato DVD con tabulati di calcolo
- Elaborato Relazione geologica: POR_P1_02_TU_D_PA1_C_R_DP_001 – relazione geologica e idrogeologica

2. INQUADRAMENTO DEL SITO

Il sito in esame consta di un piazzale carrabile, con pacchetto stradale completo, già adibito a parcheggio, sul quale deve essere realizzata una struttura che permetterà di aumentare il numero di posti auto. Le fondazioni su plinti previste appoggiano ed esercitano il loro carico negli strati più superficiali del terreno in sito, che sono composti principalmente da riporti e, successivamente, da sabbie pozzolaniche. Come meglio esposto dalla relazione geologica, a cui si rimanda, il pelo libero della falda risulta essere tanto lontano dal piano campagna da non essere preso in considerazione.

2.1. Categoria di sottosuolo – risposta sismica locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, poiché le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella NTC2018, l'effetto della risposta sismica locale è stata valutata mediante l'approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s . Quest'ultimi sono stati ricavati grazie alle prove in sito consistenti in indagine geofisiche di tipo MASW.

Nella fattispecie, sono state eseguite due prove geofisiche MASW. I rispettivi valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_j^N \frac{h_j}{V_{s,j}}}$, sono i seguenti:

Masw ₁			
profondità (m)	spessore (m)	V_s (m/s)	$V_{s,eq}$ (m/s)
5	5	252,9	365,4
10,59	5,59	284	
15,59	5	354,1	
30	14,41	505,1	
∞	∞	505,1	
Masw ₂			
profondità (m)	spessore (m)	V_s (m/s)	$V_{s,eq}$ (m/s)
4,96	4,96	246,5	361,7
9,92	4,96	288	
14,92	5	365,5	
30	15,08	472,3	
∞	∞	472,3	

Secondo quanto stabilito dai limiti ed intervalli definiti nelle NTC2018 (Tab3.2II), è possibile definire una categoria del sottosuolo pari alla **Categoria B**.

Per la categoria topografica, prendendo a riferimento la tabella Tab3.2III della NTC2018, è possibile far rientrare il sito nella definizione "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $<15^\circ$ ", e quindi rientrare nella **Categoria topografica T1**.

3. INDAGINI GEOTECNICHE

3.1. Descrizione della campagna d'indagini

L'indagine geotecnica è consistita nell'esecuzione di prove in sito e in laboratorio finalizzate alla caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame.

Sono stati eseguiti complessivamente 2 sondaggi geognostici, 4 prove di carico su piastra in situ, 2 MASW. In particolare i sondaggi S1 e S2, realizzati all'interno dell'impronta del futuro parcheggio (figura 1), sono stati condotti fino ad una profondità prossima di circa 10m e, dagli stessi, sono stati prelevati 2 campioni indisturbati, uno per ogni verticale, per seguire prove di laboratorio atte a determinare le caratteristiche fisiche e meccaniche di resistenza dei terreni più superficiali. Data la natura dei terreni a grana grossa, sono state condotte anche delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

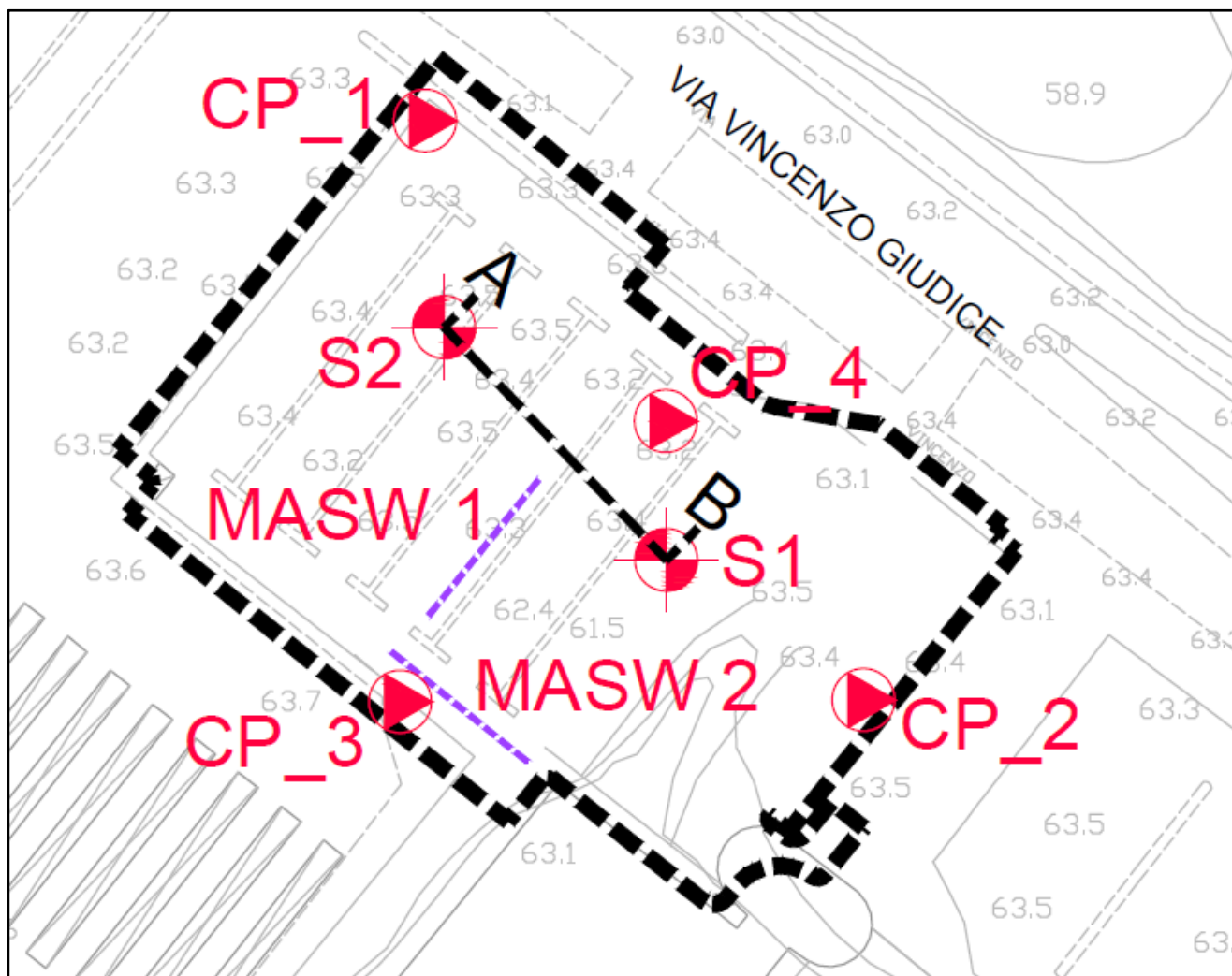


figura 1 – planimetria con ubicazione delle indagini eseguite in sito

La campagna di d'indagine integrativa è stata condotta per una conferma della situazione geologica e geotecnica del sottosuolo, relativamente già ben documentata, e per la determinazione specifica di alcuni parametri necessari al dimensionamento e progettazione delle opere di fondazione del parcheggio. Di seguito la tabella riassuntiva delle prove eseguite (figura 2).

sondaggio	campione	prove di laboratorio	prove in situ
S1	C1	TD	2 SPT
S2	C1	TD	2 SPT

figura 2 - Tabella riassuntiva delle prove eseguite

3.2. Le indagini in situ

Le colonne stratigrafiche ricavate nei sondaggi geotecnici sono state utilizzate per la determinazione della sezione stratigrafica del sito in oggetto.

Grazie alle indagini in situ e alle prove geotecniche di laboratorio, si è potuto definire anche la sezione e il modello geotecnico del sottosuolo, individuando le principali formazioni di terreni con medesime caratteristiche meccaniche e fisiche.

Va evidenziato che le indagini in situ hanno riguardato l'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche SPT e di prove di carico su piastra.

Le prove penetrometriche Dinamiche Standard N_{SPT} sono state interpretate per la determinazione dell'angolo d'attrito e del modulo di deformabilità E' , i cui valori così trovati sono stati riassunti in grafici in funzione della profondità (figura 13).

Nel dettaglio, per la determinazione dell'angolo d'attrito, i risultati delle prove SPT sono state elaborate per ricavare il valore della densità relativa del terreno $D_R\%$ tramite le correlazioni di Skempton (1986)

$$\frac{N_1}{D_R^2} = 60$$

Con

$$N_1 = C_N \cdot N_{SPT}$$

$$C_N = \frac{2}{1 + \sigma'_{VO}/100} \quad \text{per sabbie fini}$$

$$C_N = \frac{3}{2 + \sigma'_{VO}/100} \quad \text{per sabbie grosse}$$

Con la densità relativa si è determinato il valore dell'angolo di attrito tramite le correlazioni di Schmertmann, 1977 (figura 3).

CORRELAZIONE $\bar{\varphi} = f(D_R, GR)$
SECONDO SCHMERTMANN (1977)

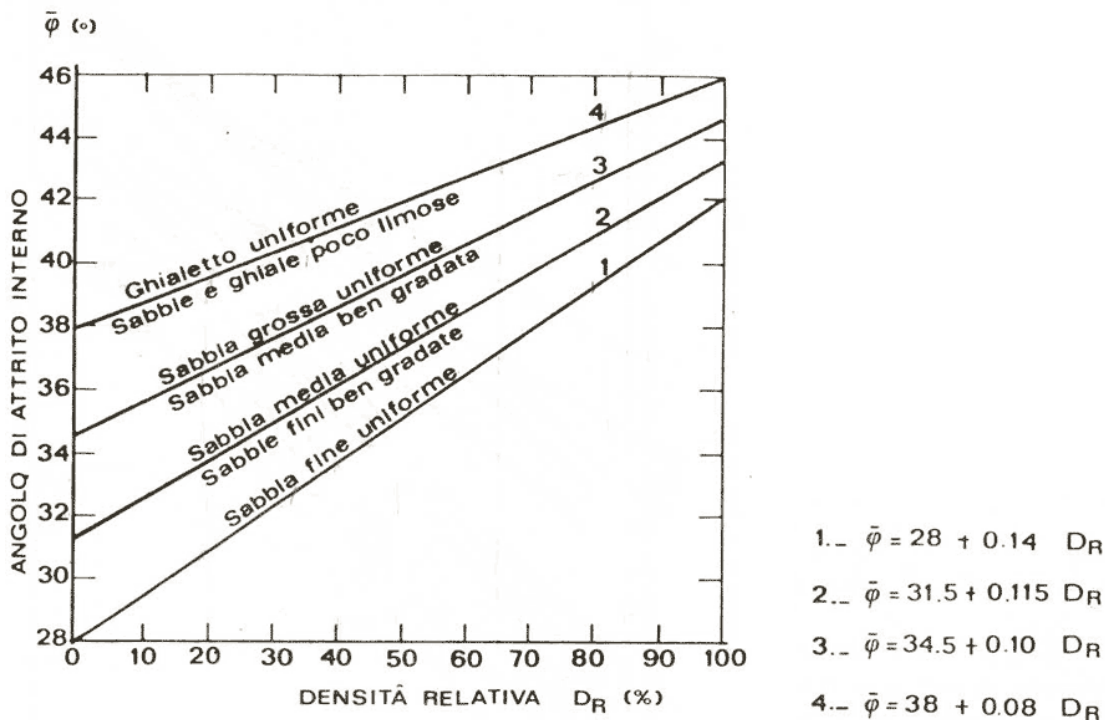


figura 3- correlazione di Schmertmann

Come sopra già accennato, i risultati delle prove penetrometriche SPT sono stati anche utilizzati per stimare l'intervallo dei valori del modulo di deformabilità E' dei terreni sulla base della correlazione empirica di Terzaghi Tornaghi tra N_{SPT} ed E' :

$$E' = 7 \cdot \sqrt{N_{SPT}}$$

Gli stessi valori sono confrontati con la relazione sempre di Denver 1982 (figura 4):

$$E' = s_1 N_{SPT} + s_2$$

In cui per i coefficienti s_1 e s_2 sono stati scelti valori differenti in funzione del litotipo considerato:

Tutti i valori, differenziandoli per tipo di correlazione e provenienza di sondaggio/campione, sono stati rappresentati in un unico grafico di figura 15.

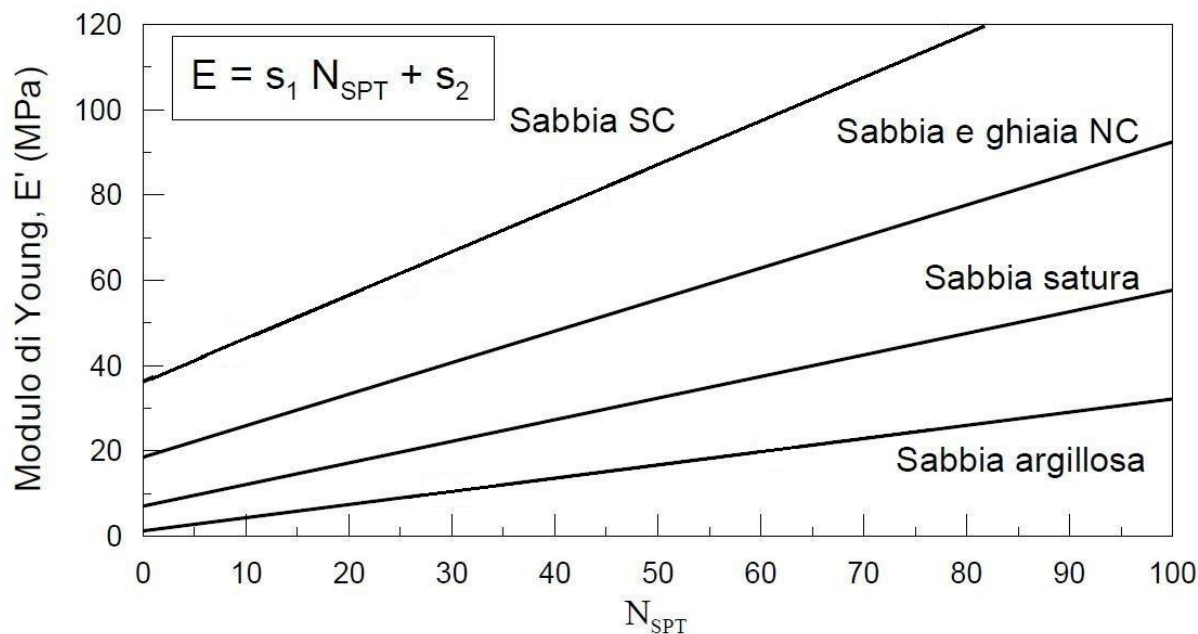


figura 4 – correlazione di Denver 1982

3.3. Le indagini di laboratorio

Sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove di classificazione ed identificazione. Più specificatamente sono stati prelevati due campioni a disturbo limitato per ogni sondaggio geognostico S1 e S2, per i quali sono state eseguite le seguenti prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche, rispettivamente:

Caratteristiche fisiche

- Classificazione granulometrica.
- Determinazione del peso di volume.
- Determinazione del peso specifico.
- Determinazione del peso di volume del secco.
- Contenuto in acqua.
- Limiti di Atterberg.

Caratteristiche meccaniche:

- Prova di taglio diretto.

Da queste ultime prove è stato possibile interpretare il peculiare comportamento meccanico dei campioni di terreni indagati e determinarne più propriamente il valore dell'angolo d'attrito φ' con eventuale coesione drenata c' .

Nel medesimo sito, in letteratura viene riportato una sola altra indagine stratigrafica costituita da un pozzo ("Geologia del territorio del Comune di Roma" – Ventriglia 2002), a poca distanza dalla zona d'intervento:

Foglio 6- quadrante H16 – sondaggio 14:

H 16/14 Fermata Metro Anagnina.

Pozzo da 62 m. s.l.m.; prof. 40 m.

Stratigrafia

0-1 terreno di riporto;

1-7 tufo di Villa Senni (Avs);

7-15 tufo terroso, da rossastro a marroncino;

15-22 tufo terroso, marrone;

22-25 tufo marrone lapideo, fratturato;

25-27 pozzolana marrone, scura;

27-40 tufo lapideo, marrone, fratturato.

Date le caratteristiche stratigrafiche e geologiche del sito, avvalorate anche dal sondaggio di cui sopra, nella campagna di indagine integrativa 2019 è stato ritenuto non necessario eseguire prove per la determinazione delle caratteristiche meccaniche di deformabilità a lungo termine, quali le prove edometriche. Mentre si è ritenuto necessario eseguire prove di taglio diretto.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La nuova campagna d'indagine del 2019 ha permesso di mettere a punto un primo schema di modello geotecnico sufficientemente affidabile, rispetto al livello di progettazione e all'entità dell'opera.

In figura 6 e figura 7, vengono riportati i due profili stratigrafici dei sondaggi eseguiti nella campagna d'indagine e presi in considerazione allo scopo di determinare la stratigrafia del luogo, mentre nella successiva figura 8 si evidenzia la sezione stratigrafica presa in esame.

La semplicità della stratigrafia del sito non richiede ulteriori altre considerazioni. Unica indeterminazione riguarda lo spessore dei riporti, che risulterebbe molto più importante e superiore ad 1 metro rispetto a quanto indicato nel pozzo di sondaggio riportato nella "Geologia del territorio del Comune di Roma" (sondaggio foglio 6- settore H16- verticale 14).

In figura 9 viene riportata una tabella riepilogativa di tutte le caratteristiche fisiche desunte dai campioni prelevati sui cui sono state eseguite le prove di laboratorio e in figura 5 l'analisi granulometrica dei due campioni prelevati.

I dati provenienti dalle prove di laboratorio e in sito, unita alla stratigrafia rilevata dagli stessi sondaggi, sono necessari per poter convalidare la sezione stratigrafica abbozzata in figura 8, in cui si conferma uno strato di riporti di massimo 5 metri, caratterizzato da terreno in posto rimaneggiato, con presenza di materiale di diversa natura (a volte plastica e vetro, oltre che laterizi) di grana grossa con comportamento spiccatamente di tipo incoerente. Successivamente, si individua uno strato di terreno in posto, di origine piroclastica, con una componente argillosa più attiva, ma sostanzialmente a grana grossa. In questo caso, infatti, è possibile determinare i limiti di Atterberg (figura 9).

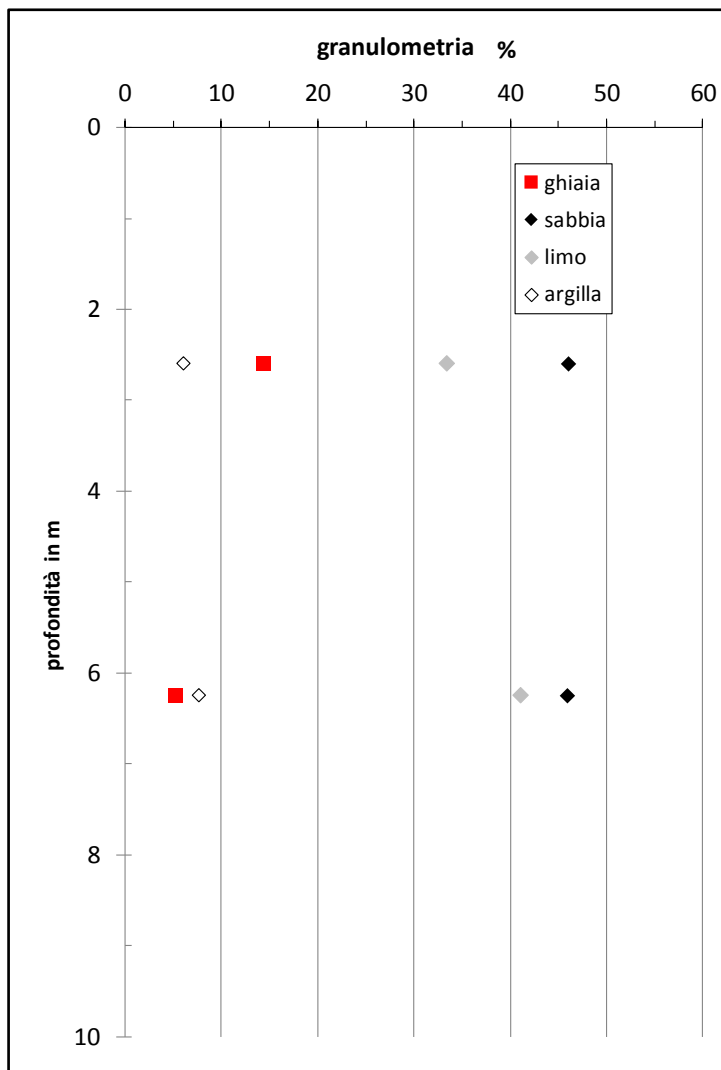


figura 5 – analisi granulometrica dei due campioni prelevati

In figura 10 si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche meccaniche di resistenza ricavate tramite prove di taglio diretto sui campioni prelevati in situ S1-C1 e S2-C1. Da notare come, trattandosi sostanzialmente di terreni a grana grossa, e comunque con una percentuale di terreno a grana fine da non conferirgli un comportamento di tipo coesivo, la coesione drenata c' è verosimilmente da imporre pari a zero. Ciò non forzerebbe i risultati provenienti dalle prove di laboratorio, che in effetti sembrano prevedere una retta interpolatrice dei dati a rottura nel piano $\tau-\sigma'$ sostanzialmente passante per l'origine. Per quanto riguarda la prova di taglio diretto del campione S1-C1, prelevato nei terreni di riporto, nell'interpretazione dell'angolo di attrito φ' si è preferito dare più importanza al valore a rottura del provino sottoposto al maggior carico assiale (196 KPa) per due motivi: perché più rappresentativo della variazione dello stato tensionali a cui sarà soggetto il terreno sotto il carico della fondazione della nuova struttura, e perché la relativa curva "deformazioni verticali" - "spostamento orizzontale" durante la prova di rottura manifesta una variazione dello spostamento verticale pressoché nullo e una stabilità del valore a fine prova, andamento che per gli altri provini sembra non esserci. Tuttavia, i valori determinati, sono abbastanza elevati per il litotipo di terreno (sabbia con limo ghiaioso debolmente argilloso e sabbia con limo debolmente ghiaioso argilloso), e poiché non sono

confermati da altre prove di laboratorio, nella scelta dei parametri meccanici di resistenza da associare al modello geotecnico del sottosuolo, se ne terrà conto riducendoli opportunamente.

In figura 13 si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche meccaniche di resistenze e deformabilità dei terreni in sito ricavate dai dati delle prove in sito SPT. Per mezzo delle varie correlazioni accertate in letteratura (Skempton e Schemrtnmann figura 3; De Mello figura 11; Denver figura 12), si sono determinati i valori dell'angolo d'attrito ϕ' e il valore del modulo drenato E' . Si può notare come lo strato più superficiale, definito "Riporti", presenti dei valori più fluttuanti, da giustificare se si considera la descrizione riportata nella stratigrafia dei due sondaggi in corrispondenza di questo strato (figura 7):

<< Terreno di riporto eterogeneo, poco addensato, di colore marrone scuro, costituito da piroclastiti terrose a caratteri granulometrici limo - sabbiosi, con resti di laterizi, vetri e buste di plastica.>>

Il numero di prove a disposizione non consentono una buona stima derivante dalle correlazioni. Per quanto riguarda l'angolo di attrito ϕ' , i valori devono essere confrontati con quelli provenienti dalle prove di laboratorio. Per tale scopo la tabella di figura 14 riassume tutti i valori, ricavati sia dalle prove di laboratorio sia dalle prove in sito.

Analogamente, si può riassumere in un unico grafico i valori del modulo E' , ricavati dalle prove in sito N_{SPT} e dalle prove di carico su piastra (figura 15). Va ricordato, che quest'ultime forniscano valori del modulo che si riferiscono solo ad uno strato più superficiale del terreno. Visto che il piano di imposta della piastra di carico è stato fissato ad una profondità 0,6 m dal piano campagna, i valori determinati sono rappresentativi dello spessore di terreno che va da 0,6 metri a massimo 2 metri dal piano campagna. Come è possibile notare, i valori sono abbastanza dispersi. L'andamento dei dati ricavati dalle prove penetrometriche accenna un aumento con la profondità del modulo, passando da circa 20 MPa, a circa 30 MPa. Valori più elevati si riscontrano per le prove su piastra. Il motivo può essere riconducibile al forte addensamento e costipazione di uno strato più superficiale del terreno, essendo quest'ultimo costituito, di fatto, dal sottofondo e pavimentazione di un parcheggio preesistente, opportunamente costipato "ad hoc" e/o addensatosi nel tempo grazie alla superficie carrabile.

SCALA 1:50

STRATIGRAFIA - S1

metri batt.	LITOLOGIA	Ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	RP	Cass.	DESCRIZIONE	A
1											Manto stradale.	
2											Terreno di riporto eterogeneo, moderatamente addensato, di colore marrone, costituito da piroclastiti terrose a caratteri granulometrici limo - sabbiosi, con resti di laterizi e vetri.	
3					1) She < 2,50 2,70	2,7	10-8-8	16		1		
4												
5						5,5	8-9-14	23			Piroclastiti, molto consistenti, di colore marrone, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi.	
6												
7										2		
8												
9											Pozzolane sciolte, lapilloso - cineritiche, di colore marrone.	
10											Piroclastiti, di colore marrone, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi.	

figura 6 - Sondaggio S1

SCALA 1:50

STRATIGRAFIA - S2



metri batt.	LITOLOGIA	Ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test			RP	Cass.	DESCRIZIONE	A
						m	S.P.T.	N				
1						3,0	3-3-2	5	1		Manto stradale. Terreno di riporto eterogeneo, poco addensato, di colore marrone scuro, costituito da piroclastiti terrose a caratteri granulometrici limo - sabbiosi, con resti di laterizi, vetri e buste di plastica.	
2												
3												
4												
5												
6				1) She < 6,00 6,50		6,5	5-5-7	12	2		Piroclastiti, consistenti, di colore marrone, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi.	
7												
8											Pozzolane sciolte, lapilloso - cineritiche, di colore marrone.	
9											Piroclastiti di colore marrone, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi.	
10												

figura 7 – Sondaggio S2

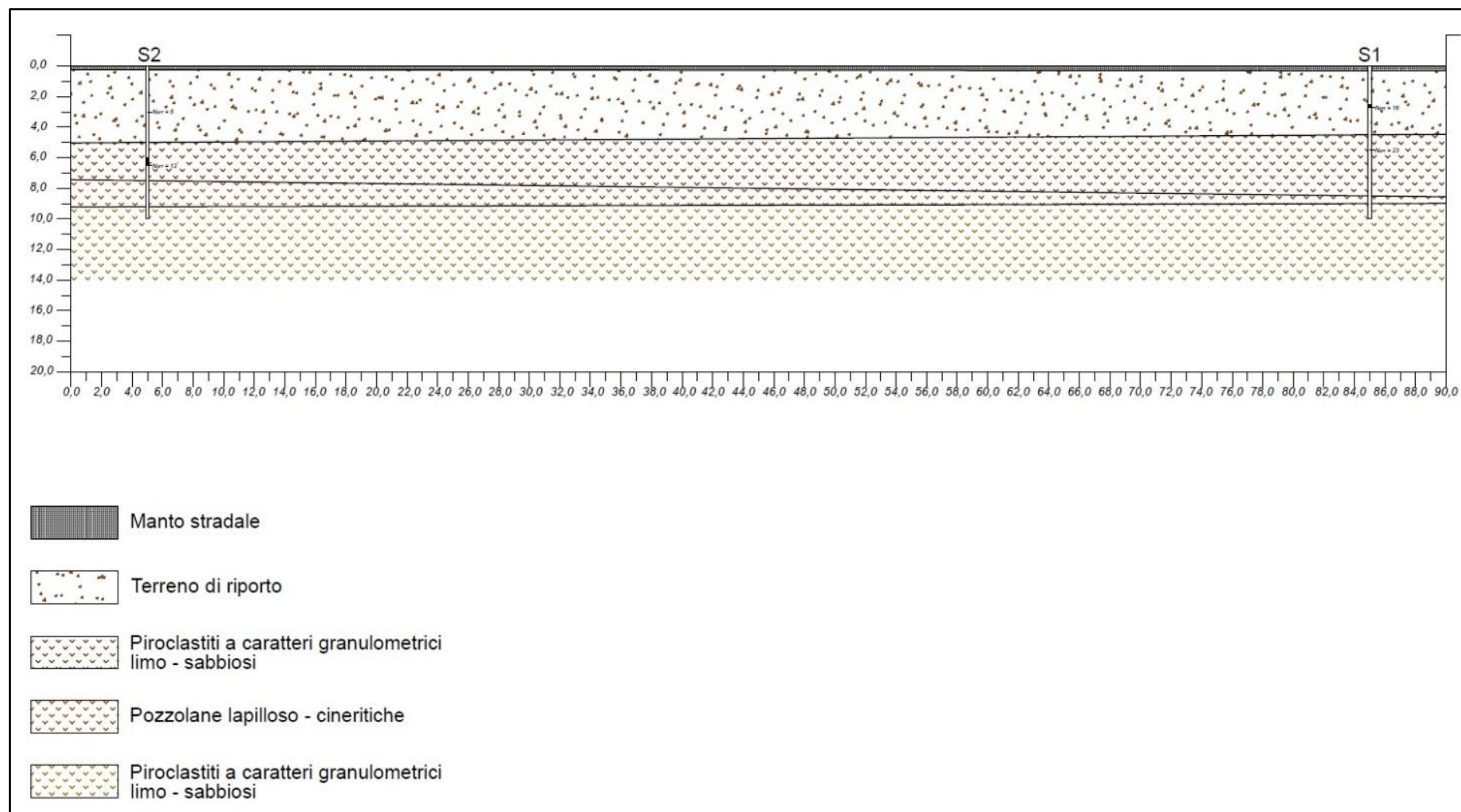


figura 8 – sezione stratigrafica

CARATTERISTICHE FISICHE	campione	profondità z (m)	γ_s (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	e_o	n (%)	ghiaia (%)	sabbia (%)	limo (%)	argilla (%)	w (%)	S_r %	w_L	w_P	I_p	I_c	Litotipo
S1	C1	2,6	26,91	12,98	15,25	18,06	1,07	51,80	14,5	46,1	33,4	6,0	17,5	44,7	\	\	\	\	Sabbia con limo ghiaioso debolmente argilloso
S2	C1	6,25	27,36	13,72	17,16	18,61	0,99	49,9	5,3	46,0	41,1	7,6	25,1	70,4	28,3	22,3	6,0	0,53	Sabbia con limo debolmente ghiaioso e argilloso

figura 9 – Caratteristiche fisiche dei campioni prelevati

IPOTESI GENERALI	γ (kN/m3)		17					
	falda		assente					
CARATTERISTICHE MECCANICHE	campione	profondità z (m)	u (KPa)	σ_v (KPa)	$\sigma_{v'}$ (KPa)	TD		Litotipo
						φ' (°)	c' (kPa)	
S1	C1	2,6	0,0	44,2	44,2	42,0	0	Sabbia con limo ghiaioso debolmente argilloso
S2	C1	6,25	0,0	106,3	106,3	38,0	0	Sabbia con limo debolmente ghiaioso e argilloso

figura 10 – Caratteristiche meccaniche di resistenza dei campioni prelevati e sottoposti a prove di laboratorio

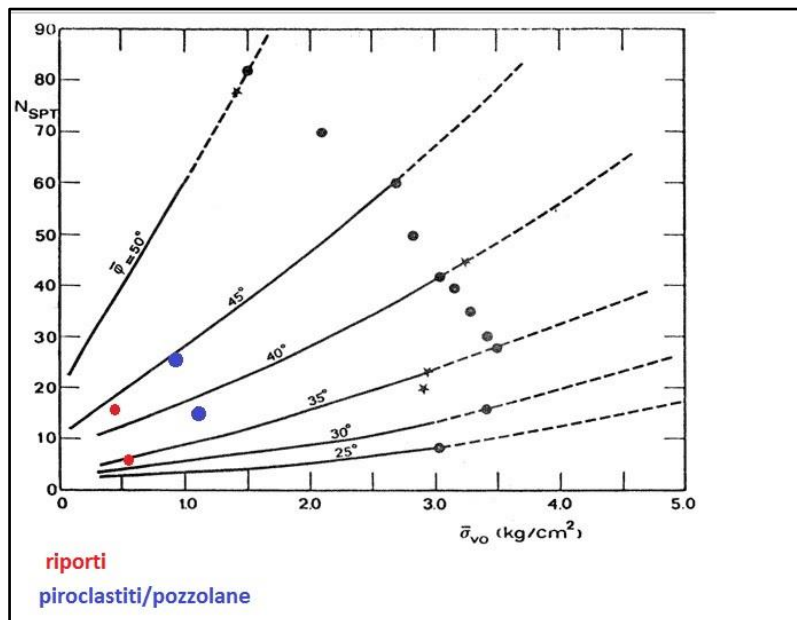


figura 11 – interpretazione prova N_{SPT} tramite correlazione De Mello

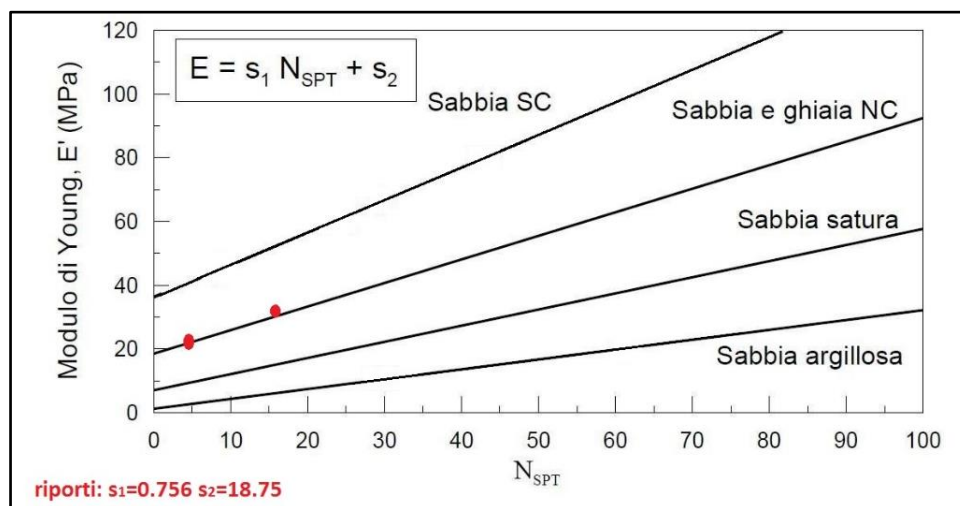


figura 12 – interpretazione prova N_{SPT} tramite correlazione di Denver (1982)

IPOTESI GENERALI	γ (kN/m ³)		17															
	falda		assente															
PROVE NSPT	profondità z (m)	N _{SPT}	u (kPa)	σ_v (kPa)	σ_v' (kPa)	C _N	N ₁	D _R (%)	φ_p (°) Schmertmann	φ_p (°) De Mello	E' (MPa) Terzaghi/ Tornaghi	E' (MPa) Denver	descrizione					
S1	2,7	16	0,0	45,9	45,9	1,2	19,5	57,0	40,2	42,5	28,0	30,0	Sabbia con limo ghiaioso debolmente argilloso = sabbia grossa o sabbia media ben gradata					
	5,5	23	0,0	93,5	93,5	1,0	23,8	62,9	38,7	44,0	33,6		Sabbia con limo debolmente ghiaioso argilloso = sabbia media o sabbia fina ben gradata					
S2	3	5	0,0	51,0	51,0	1,2	6,0	31,6	37,7	35,0	15,7	21,0	Sabbia con limo ghiaioso debolmente argilloso = sabbia grossa o sabbia media ben gradata					
	6,5	12	0,0	110,5	110,5	1,0	11,4	43,6	36,5	37,5	24,2		Sabbia con limo debolmente ghiaioso argilloso = sabbia media o sabbia fina ben gradata					

figura 13 – caratteristiche meccaniche ricavate dalle prove in sito SPT

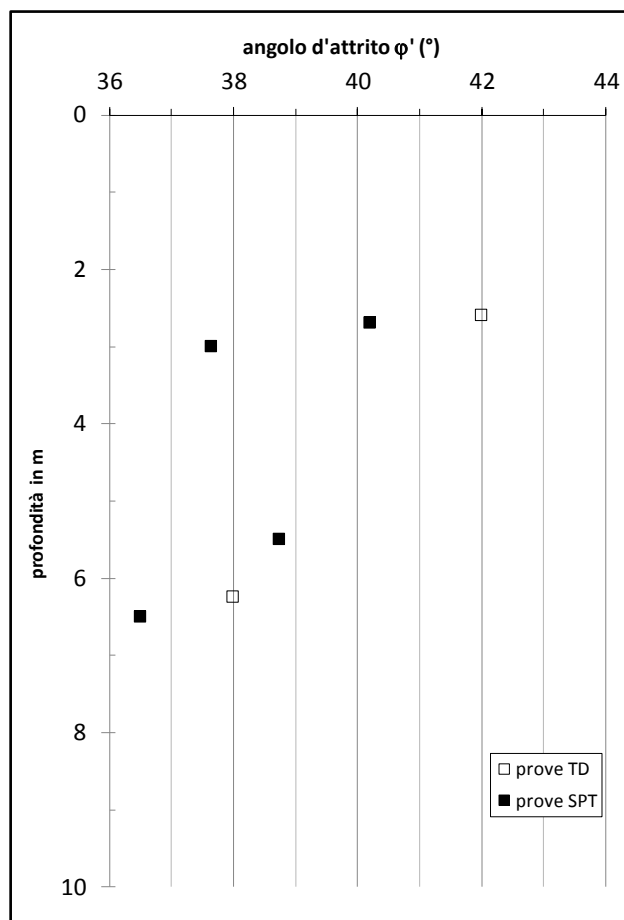


figura 14 – valori dell'angolo d'attrito

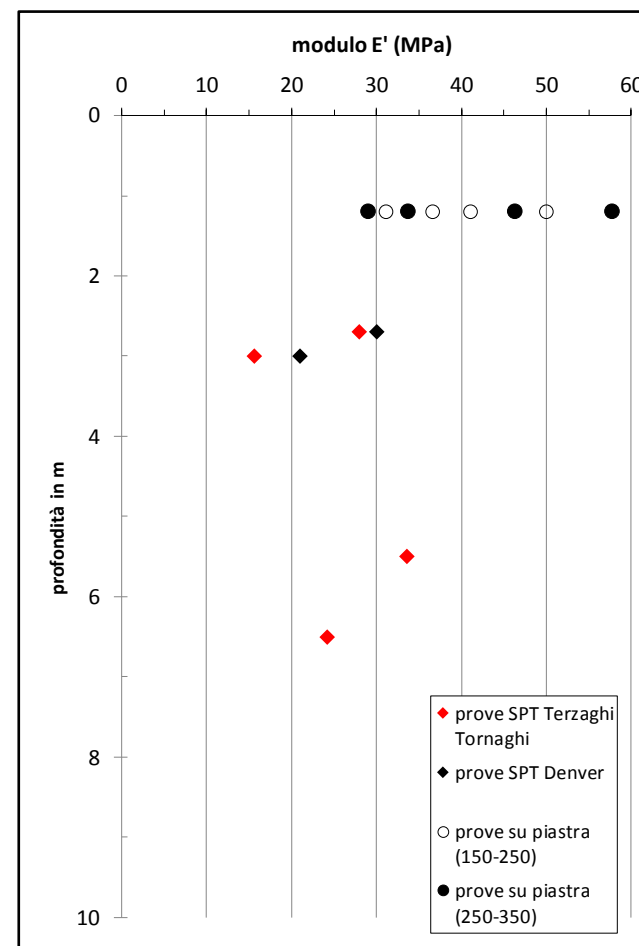


figura 15 – modulo E' dalle prove in situ

5. MODELLO GEOTECNICO DI SOTTOSUOLO

Sulla base della stratigrafia dei terreni, illustrata in precedenza (figura 8), e sui risultati delle indagini in sito e di laboratorio dei terreni sottoposti alla campagna d'indagine geotecnica, è possibile determinare un modello geotecnico del sottosuolo caratterizzato da due litotipi più superficiali, costituiti da terreni sciolti, coinvolti dal sistema di fondazioni dirette previste per il parcheggio. La caratterizzazione geotecnica, dedotta dall'elaborazione delle prove eseguite nelle campagne d'indagine, illustrate nel paragrafo precedente, ha permesso di attribuire valori rappresentativi alle principali grandezze fisiche e meccaniche dei terreni individuati nel modello geotecnico del sottosuolo.

Nonostante la presenza di percentuali di limo significative, soprattutto per lo strato più profondo, risulta evidente la predominanza di un comportamento tipico di terreni a grana grossa in tutto il volume significativo indagato ed interessato dalle opere del presente progetto. Per tale motivo sono stati presi in considerazione esclusivamente parametri meccanici in termini di tensioni efficaci, necessari per condurre le sole verifiche in condizioni drenate. Tra l'altro, comunque sia, nessuna prova in sito o in laboratorio è stata condotta per determinare caratteristiche meccaniche in termini di tensioni totali (in condizioni non drenate).

A seguito dell'esiguo numero d'indagini e prove eseguite nel volume significativo, si è ritenuto opportuno operare scelte cautelative nella definizione dei parametri geotecnici. La tabella che segue (figura 16) riassume le principali caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni costituenti il modello geotecnico del sottosuolo messo a punto.

MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	profondità (m)	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E' (MPa)
Riporti	0	17	37	0	25
	5				
sabbia con limo	5	17	37	0	30
	10				

figura 16 – tabella riassuntiva dei valori attribuiti al modello geotecnico del sottosuolo

Di seguito si espongono i criteri di scelta dei parametri, distintamente per ciascun litotipo.

Il primo litotipo, denominato Riporti, consiste nello strato più superficiale del terreno. Lo spessore è relativamente variabile, ma con un valore medio pari a 5 metri. La natura del deposito è abbastanza eterogenea, in funzione dei componenti che lo costituiscono. Il comportamento meccanico può presentarsi a tratti fortemente consistente, in funzione del ruolo di sottofondo svolto fino ad oggi per la presenza di un parcheggio a raso, a tratti più scadente per la presenza di materiale di natura plastica o di scarto/rifiuto di lavorazioni edilizie pregresse. Per tale ragione, anche se le prove in sito e in laboratorio indicano valori dell'angolo d'attrito abbastanza elevati, si è preferito indicare il valore più basso proveniente da tutte le prove, pari a $\phi' = 37^\circ$ (figura 14). Inoltre, essendo un terreno sostanzialmente a grana grossa e generalmente normalmente consolidato e non cementato (per quanto riguarda la parte meno superficiale), si è imposto un valore alla coesione efficace pari a zero: $c' = 0$. Tuttavia, per assicurare che il terreno sottostante le future fondazioni non presenti materiale di scarto, organico, rimaneggiato e poco consistente,

si raccomanda un affondamento minimo del piano di posa della fondazione diretta pari almeno ad 1 metro.

Anche il criterio di valutazione delle caratteristiche fisiche richiede una delucidazione, soprattutto relativamente al valore del peso di volume del terreno attribuito all'intero strato. Nella fattispecie, il campione più rappresentativo dello strato di riporto, ovvero S1 -C1, prelevato a circa 2 metri dal piano campagna, presenta un peso di volume estremamente basso, pari a $15,25 \text{ kN/m}^3$, per il tipo di terreno in posto. Viceversa, il campione più profondo, S2 -C1, prelevato a circa 6 metri dal piano campagna e più rappresentativo dello strato di terreno in sito costituito da piroclastiti/pozzolane, presenta un valore più realistico pari a $17,16 \text{ kN/m}^3$ (figura 9). La differenza è dovuta al diverso grado di saturazione, che rispettivamente è pari a 44,7% e 70,4%. Mentre quest'ultimo valore è più plausibile e rispecchia ciò che accade nella fascia di terreno a grana grossa non coinvolto dalla falda, il primo valore relativo al campione più superficiale risulta essere più anomalo. La data del prelievo (il mese di luglio) e le condizioni di campionamento (terreno a grana grossa prelevato con campionatore Shelby) inducono piuttosto a pensare che tale campione sia fortemente disturbato, rimaneggiato, e che abbia perso gran parte della sua umidità naturale prima di esser sottoposta a prova. Per tale motivo, viene riproposto per entrambi i due strati - riporto e piroclastiti/pozzolane sottostante - il valore più rappresentativo e realistico pari a 17 kN/m^3 . Comunque sia, proprio a causa della assenza della falda, si presuppone che il contenuto d'acqua dello strato più superficiale sia davvero fortemente condizionato dagli agenti esterni e dai cicli stagionali: ciò potrebbe effettivamente produrre un'evidente oscillazione del valore del peso di volume del terreno. Tuttavia, se si garantisce un affondamento del piano di posa della fondazione diretta almeno pari ad 1 metro, si può immaginare che il peso di volume sia più prossimo a quello rilevato per lo strato sottostante di pozzolane e piroclastiti, pari a $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$, con grado di saturazione prossimo al 70%.

Allo strato di "Riporti" viene associato un valore del modulo di deformabilità E' pari a 25 MPa, associabile a valori delle deformazioni medio-grandi, tipiche delle fondazioni.

Il secondo litotipo, denominato Sabbia con limo, presenta una granulometria con una percentuale della frazione più fina maggiore del sovrastante "Riporti" (figura 5). Tuttavia, il comportamento è quello di un terreno a grana grossa, normalmente consolidato con valore della coesione efficace pari a zero. A causa dell'assenza di un numero elevato di dati provenienti dalle prove in sito e/o in laboratorio, anche in questo caso si attribuisce allo strato un valore dell'angolo d'attrito prossimo ai valori più bassi di quelli determinati sperimentalmente: $\phi' = 37^\circ$ (figura 10 e figura 14). Il modulo di deformabilità E' , risulta poco più alto di quello dei riporti, pari a 30 MPa.

Di seguito la sezione del modello geotecnico del sottosuolo (figura 17)

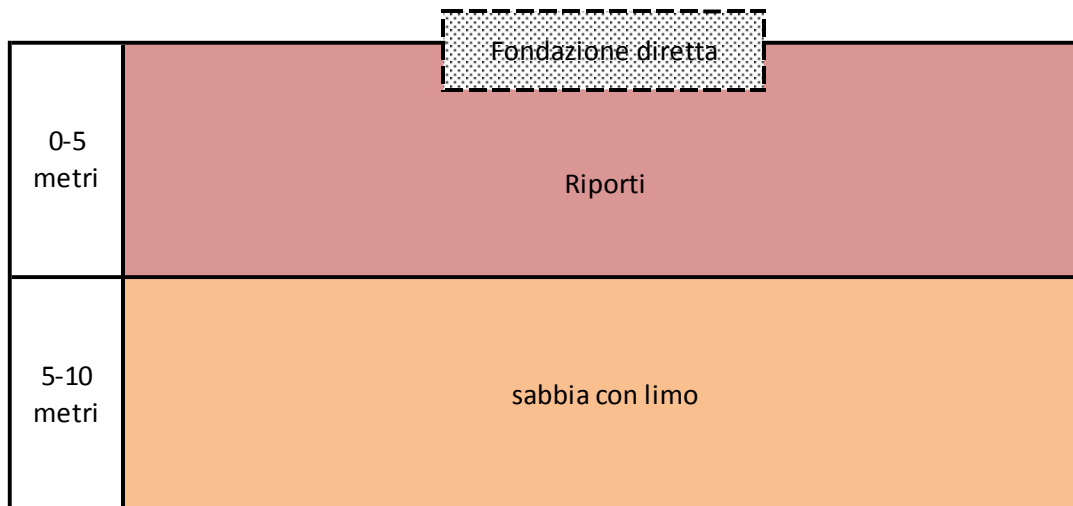


figura 17 – sezione del modello geotecnico del sottosuolo

6. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI

La presente relazione geotecnica si è basata sulle informazioni delle campagne geognostiche a disposizione che hanno comportato una sufficiente conoscenza delle caratteristiche meccaniche e fisiche dei terreni presenti nel sito in oggetto. Tuttavia, nei vari livelli di progettazione successivi si raccomanda di eseguire campagne geotecniche integrative che siano in grado di fornire ulteriori informazioni. Tutto ciò allo scopo sia di confermare la modellazione geotecnica presentata in questo documento, sia di indagare eventuali situazioni limite. Nella fattispecie si raccomanda di approfondire:

- l'eventuale comportamento non drenato dei terreni sottostanti, e quello di compressibilità a lungo termine.

- le caratteristiche meccaniche dei terreni in condizioni sismiche, programmando eventuali campagne d'indagine integrative geotecniche specifiche che riguardino il comportamento sotto carichi ciclici dei terreni in sito. Ciò permetterebbe l'approccio ad altre dettagliate analisi limite, come quella del fenomeno di liquefazione dei terreni sotto sisma.



GeoTek S.r.l.

Via Costa del Forno n° 29

03010 Piglio (FR)

Tel./Fax 0775728132

e.mail: geotek2014@libero.it

PEC: geotek-srl@pec.it

"Report sulle indagini geognostiche, ambientali e geofisiche - Ampliamento
parcheeggio presso la Stazione Anagnina della Linea A della Metropolitana di Roma"

CUP E84J18000290006



Committente:

Roma Metropolitane S.r.l.

Si riserva in termini di Legge la proprietà esclusiva del presente elaborato e si vieta a chiunque, salvo espressa autorizzazione di riprodurlo anche parzialmente, di usarlo per ulteriori progetti e renderlo comunque noto a terzi.

PREMESSA	2
1. RIFERIMENTI DI LEGGE	4
2. PRESCAVI E RIPRISTINI	6
3. PROVE GEOTECNICHE IN SITO	7
3.1. SONDAGGI GEOGNOSTICI E CASSETTE CATALOGATRICI	7
3.2. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT	8
3.2.1. PARAMETRI GEOTECNICI RICAVATI DA PROVE SPT	8
3.3. PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI	9
3.4. PRELIEVO DI CAMPIONI AMBIENTALI DI TERRENO	9
4. PROVE DI LABORATORIO	11
4.1. PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO	11
4.2. ANALISI CHIMICHE	11
5. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA MASW	12
5.1. MOTO DEL SEGNALE SISMICO	12
5.2. ONDE DI RAYLEIGH - "R"	12
5.3. ANALISI DEL SEGNALE CON TECNICA MASW	12
5.4. MODELLIZZAZIONE	13
5.5. MODI DI VIBRAZIONE	13
5.6. PROFONDITÀ DI INDAGINE	14
5.7. CARATTERISTICHE DELLE ATTREZZATURE UTILIZZATE	14
5.8. STESE SISMICHE MASW	15
5.9. TRACCE (STESA MASW N° 1)	16
5.10. ANALISI SPETTRALE (STESA MASW N° 1)	17
5.11. CURVA DI DISPERSIONE (STESA MASW N° 1)	18
5.12. INVERSIONE (STESA MASW N° 1)	19
5.13. ANALISI DEI RISULTATI (STESA MASW N° 1)	20
5.14. TRACCE (STESA MASW N° 2)	21
5.15. ANALISI SPETTRALE (STESA MASW N° 2)	22
5.16. CURVA DI DISPERSIONE (STESA MASW N° 2)	23
5.17. INVERSIONE (STESA MASW N° 2)	24
5.18. ANALISI DEI RISULTATI (STESA MASW N° 2)	25
6. RELAZIONE ARCHEOLOGICA	26

PREMESSA

Anagni 18 Settembre 2019

Nel presente elaborato vengono riportate le modalità d'esecuzione delle indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche ed ambientali eseguite, su incarico della Soc. Roma Metropolitane S.r.l., nell'ambito del progetto di ampliamento del parcheggio ubicato presso la stazione Anagnina della linea A della Metropolitana di Roma.

Per lo studio in oggetto, sono state eseguite le seguenti prove:

- n° 6 prescavi (P) finalizzati all'individuazione di sottoservizi;
- ricerca di sottoservizi tramite metal detector;
- n° 2 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità di circa 10 m dal p.c. per complessivi 20 metri di perforazione;
- n° 4 prove SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio;
- prelievo di n° 2 campioni di terreno indisturbato da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- prove di laboratorio geotecnico;
- analisi merceologica eseguita sul terreno di riporto;
- prelievo di n° 6 campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimiche;
- prove di laboratorio chimico (i certificati sono stati inseriti nella relazione "Terre e rocce da scavo");
- n° 4 prove di carico su piastra (CP);
- n° 2 indagini geofisiche con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) finalizzate ad individuare il profilo verticale delle Vs;
- esame dei prescavi (P) e delle carote estratte durante le perforazioni da parte di esperto Archeologo che ha prodotto un apposito report su quanto rilevato;
- ripristino stato ante operam.

A completamento della campagna d'indagine è stata prodotta la seguente documentazione:

- **Allegato A - Stratigrafie.**
- **Allegato B - Cartografia:**

- **B.1** - Planimetria ubicazione indagini geognostiche;
- **B.2** - Sezione Geologica.
- **Allegato C** - **Certificati delle prove di laboratorio geotecnico.**
- **Allegato D** - **Relazione tecnica sulle prove di carico su piastra.**
- **Allegato E** - **Documentazione fotografica.**

1. RIFERIMENTI DI LEGGE

Il presente report è redatto in conformità con quanto previsto dalla normativa:

- Legge n° 112 del 03.02.1963 “Leggi e regolamenti attinenti alla professione del geologo” DPR n° 1403 del 16.11.1965 “Regolamento d’esecuzione della legge 03.02.1963, n° 112, contenente disposizioni per la tutela del titolo e della professione del geologo”;
- DPR n° 554 del 21.12.1999 “Regolamento e attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici del 11.02.1994, n° 109, e successive modificazioni”;
- DM del 11.03.1988 e dalla legge n° 64 del 1974, “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- DGR Lazio n° 2694 del 18 maggio 1999 “Linee guida e documentazione per l’indagine geologica e per l’indagine vegetazionale, della legge 02.02.1974 n° 64”; Circolare 769 del 02.11.1982 dell’Assessorato ai LLPP modifiche alla circolare 3317 del 29.10.1980;
- OPCM n° 3274 del 20.03.2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- DGRL n° 766 del 01.08.2003 “Nuova classificazione sismica della Regione Lazio”;
- D.Lgs n° 152 del 03.04.2006 “Norme in materia di ambiente”;
- DGR Lazio n° 387 del 22.05.2009 e s.m.i. “Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio”;
- DGR Lazio n° 34 del 16 gennaio 2010 - All. A: linee guida allo smaltimento dei rifiuti inerti;
- DGR n° 375 del 05.07.2016 “Regolamento per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l’esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del RR 07 febbraio 2012”;
- DPR n° 120 del 13.06.2017 “Regolamento recante la disciplina semplificata

della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto - legge 12 settembre 2014, n° 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n° 164”;

- DM del 17.01.2018 “Norme tecniche per le costruzioni”.

2. PRESCAVI E RIPRISTINI

Il giorno 22 luglio 2019, nell'area di cantiere, si è dato inizio alle indagini e prove conoscitive del sottosuolo, mediante l'esecuzione di n° 4 prescavi, con escavatore cingolato, delle dimensioni di 2,0 m x 1,2 m x 0,6 m all'interno dei quali sono state eseguite altrettante prove di carico su piastra (CP) (Allegato D). Contemporaneamente il giorno 22 luglio 2019 è stato eseguito un prescavo a mano delle dimensioni di 0,5 m x 0,5 m x 1,5 m nel quale è stato eseguito il sondaggio geognostico S1.

Il giorno 23 luglio 2019 è stato eseguito un secondo prescavo a mano delle dimensioni di 0,5 m x 0,5 m x 1,5 m nel quale è stato eseguito il sondaggio geognostico S2.

Prima di eseguire i prescavi e successivamente sulla superficie degli stessi è stato utilizzato, al fine di rinvenire eventuali sottoservizi, il metal detector Garret modello ACE 400i.

Infine, al termine delle lavorazioni, si è provveduto al ripristino dell'area mediante rinterro e posa in opera di asfalto a freddo.



Prescavo



Ripristino

3. PROVE GEOTECNICHE IN SITO

3.1. Sondaggi geognostici e cassette catalogatrici

Il carotaggio continuo è stato eseguito, conformemente alla natura dei terreni attraversati, tramite sonda idraulica CMV 600D, utilizzando un sistema di perforazione tradizionale costituito da batteria di aste e carotiere semplice da 101 mm di diametro.

Le carote di terreno, recuperate nei sondaggi, sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in plastica provviste di appositi divisori e coperchio e sono state fotografate. Le informazioni di dettaglio, sulla natura dei terreni attraversati durante le perforazioni, sono inserite, unitamente alla documentazione fotografica (Allegato E), nei certificati stratigrafici redatti per i sondaggi effettuati (Allegato A).

Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)	Data esecuzione	Campioni indisturbati	Prove SPT
S1	10	22/07/2019	1	2
S2	10	23/07/2019	1	2



Sondaggio geognostico

3.2. Prove penetrometriche dinamiche SPT

In avanzamento, all'interno dei fori di sondaggio, sono state eseguite prove SPT (Standard Penetration Test), con la porzione di foro sovrastante opportunamente rivestita, utilizzando attrezzature conformi a quanto stabilito nella normativa di riferimento ASTM D1586/67-74. La prova consiste nell'infissione a percussione, secondo una procedura standardizzata, di un campionatore di dimensioni standard a punta chiusa nel fondo del foro. La prova viene eseguita secondo le seguenti modalità:

- infissione preliminare di 150 mm, contando ed annotando il numero di colpi del maglio fino ad un massimo di 50 colpi;
- infissione del tratto di 300 mm contando ed annotando separatamente il numero di colpi relativi ai primi 150 mm ed ai secondi 150 mm fino ad un massimo di 100 colpi complessivi; il **rifiuto (Rif.)** si considera raggiunto quando si ottengono 100 colpi per un avanzamento minore o uguale a 300 mm.

Sondaggio	Prova	Profondità (m)	N ₁ (15 cm)	N ₂ (15 cm)	N ₃ (15 cm)	N _{SPT}
S1	1	2,7	10	8	8	16
	2	5,5	8	9	14	23
S2	1	3,0	3	3	2	5
	2	6,5	5	5	7	12

3.2.1. Parametri geotecnici ricavati da prove SPT

Al termine delle perforazioni, sulla base dei dati stratigrafici e delle prove in foro di sondaggio (SPT), i cui risultati vengono riportati nella Tabella precedente, è stato possibile definire le unità geologico - tecniche e fornire la seguente parametrizzazione geotecnica:

Parametri	Unità di misura	Unità geologico - tecnica	
		Riporto	Piroclastiti
Peso di volume	kN/m ³	14,53	17,80
Angolo d'attrito	°	25	30
Coesione	kPa	0	97
Modulo edometrico	kPa	6000	11000

3.3. Prelievo di campioni indisturbati

Il prelievo dei campioni indisturbati è stato eseguito tramite l'utilizzo di un campionatore a pareti sottili (Shelby). Il suddetto campionatore è costituito da un tubo metallico con scarpa tagliente e valvola a sfera superiore per lo sfogo dell'aria e/o del fluido presente nel foro ed ha un diametro di 83 mm e lunghezza variabile tra 50 e 60 cm. Il prelievo dei campioni indisturbati è stato eseguito preliminarmente alla manovra di rivestimento a quota e contemporaneamente alla manovra di perforazione. I campioni prelevati, sono stati sigillati in sito ed etichettati riportando le informazioni relative a data di prelievo, numero sondaggio, numero campione, profondità di inizio e fine prelievo.

Sondaggio	Sigla campione	Profondità		Campionatore	Data prelievo	Stato campione
		da m	a m			
S1	3495	2,5	2,7	Shelby	22/07/2019	Indisturbato
S2	3496	6,0	6,5	Shelby	23/07/2019	Indisturbato

3.4. Prelievo di campioni ambientali di terreno

Nel terreno di riporto è stata rinvenuta un'importante quantità di materiali di origine antropica, è stata, pertanto, effettuata un'analisi merceologica come DPR 120 del 13 giugno 2017 Allegato 10, dalla quale è emerso che *“la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale supera la quantità massima del 20% in peso”*.

Sono stati prelevati, quindi, complessivamente n° 6 campioni ambientali di terreno:

Prescavo (P) n°	Data prelievo	Profondità prelievo		Descrizione campione	Normativa di riferimento per le prove
		da m	a m		
3	22/07/2019	0,3	0,4	Rifiuto: CER 17 05 04 - Terre e rocce da scavo	D.lgs. 152/06 (parte IV) - Dec. 2014/955/UE - Reg. 1357/2014/UE (e ss adeguamenti al progresso scientifico e tecnologico - Reg. 997/2017)
	22/07/2019	0,4	0,5	Rifiuto: CER 17 05 04 - Terre e rocce da scavo	D.lgs. 152/06 (parte IV) - Dec. 2014/955/UE - Reg. 1357/2014/UE (e ss adeguamenti al progresso scientifico e tecnologico - Reg. 997/2017)

	22/07/2019	0,5	0,6	Rifiuto: CER 17 05 04 - Terre e rocce da scavo	D.lgs. 152/06 (parte IV) - Dec. 2014/955/UE - Reg. 1357/2014/UE (e ss adeguamenti al progresso scientifico e tecnologico - Reg. 997/2017)
4	22/07/2019	0,3	0,4	Rifiuto: CER 17 05 04 - Terre e rocce da scavo	D.lgs. 152/06 (parte IV) - Dec. 2014/955/UE - Reg. 1357/2014/UE (e ss adeguamenti al progresso scientifico e tecnologico - Reg. 997/2017)
	22/07/2019	0,4	0,5	Rifiuto: CER 17 05 04 - Terre e rocce da scavo	D.lgs. 152/06 (parte IV) - Dec. 2014/955/UE - Reg. 1357/2014/UE (e ss adeguamenti al progresso scientifico e tecnologico - Reg. 997/2017)
	22/07/2019	0,5	0,6	Rifiuto: CER 17 05 04 - Terre e rocce da scavo	D.lgs. 152/06 (parte IV) - Dec. 2014/955/UE - Reg. 1357/2014/UE (e ss adeguamenti al progresso scientifico e tecnologico - Reg. 997/2017)

Le operazioni di campionamento sono state eseguite adottando i seguenti accorgimenti:

- ogni campione è stato omogeneizzato al fine di ottenere una distribuzione omogenea degli eventuali contaminanti;
- è stato confezionato, adottando opportuni metodi di quartatura, un campione medio rappresentativo;
- ogni campione è stato inserito in opportuni barattoli ermetici di vetro;
- le operazioni di prelievo, trasporto e conservazione dei campioni sono state effettuate con modalità tali da evitare qualsiasi forma di contaminazione del materiale, così da mantenere inalterate le caratteristiche fisico - chimiche dei campioni stessi;
- i campioni sono stati trasportati al laboratorio chimico al fine di effettuare le analisi richieste.

I certificati delle prove delle analisi chimiche sono stati inseriti nella relazione "Terre da scavo".

4. PROVE DI LABORATORIO

4.1. Prove di laboratorio geotecnico

Le prove di laboratorio sono state eseguite su n° 2 campioni di terreno prelevati nel corso dei lavori di perforazione. I campioni, opportunamente siglati e sigillati, sono stati consegnati al Laboratorio CNG S.r.l. con sede in Roma, provvisto di “Certificazione Ufficiale - Settore A - Prove di laboratorio sui terreni: Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 4537 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC2010”, il quale ha provveduto a realizzare le seguenti prove:

- n° 2 determinazioni del contenuto in acqua;
- n° 2 pesi di volume naturale;
- n° 2 pesi specifici dei granuli;
- n° 2 analisi granulometriche;
- n° 1 limiti di Atterberg;
- n° 2 prove di taglio diretto di tipo C.D.

I certificati delle prove di laboratorio geotecnico sono riportati in Allegato C, nel quale è presente anche un quadro sinottico dei risultati.

4.2. Analisi Chimiche

Le analisi chimiche sono state eseguite su n° 6 campioni di terreno. I campioni, opportunamente siglati e sigillati, sono stati consegnati al Laboratorio Neotes, accreditato con n° 1157 con sede in Battipaglia (SA) ed iscritto nel Registro Regionale dei Laboratori non ammessi all'industria alimentare (DGRC n° 535/2011).

I certificati sono stati inseriti nella relazione “Terre e rocce da scavo”.

5. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

5.1. Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

5.2. Onde di Rayleigh - "R"

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P, S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

5.3. Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato

finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

5.4. Modellizzazione

È possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

5.5. Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

5.6. Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

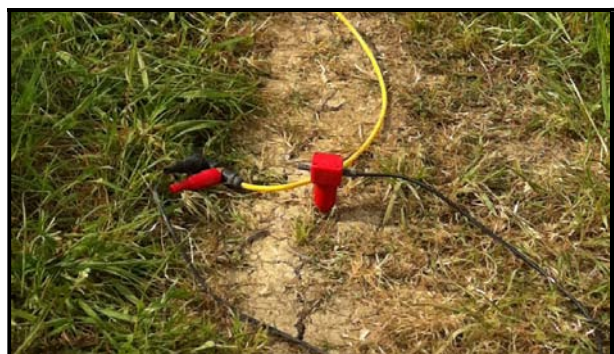
5.7. Caratteristiche delle attrezzature utilizzate

Per l'esecuzione delle indagini sismiche è stato impiegato il seguente sistema di acquisizione:

- sismografo MAE S.r.l. modello A 4000SE 16 canali;
- cavi sismici;
- n° 16 Geofoni verticali da 4,5 Hz;
- energizzatore costituito da una massa battente di 9 kg e piastra;
- prolunghe e materiali d'uso;
- durante i rilievi si è provveduto a controllare costantemente la qualità dei dati per verificare l'operatività del sistema.



Strumento di acquisizione



Geofoni verticali da 4,5 Hz

5.8. Stese sismiche MASW

Le stese sismiche sono state acquisite con n° 16 geofoni disposti in modo rettilineo sul terreno, con una distanza intergeofonica pari a 2,0 metri ed una lunghezza totale di ciascuno stendimento pari a 30,0 m.

La durata totale di ogni acquisizione è stata di 1024 ms, con frequenza di campionamento pari a 2000 c/sec.

È stato eseguito uno scoppio ad una distanza di -8 m dal primo geofono come descritto negli schemi di seguito riportati:

- 8 m

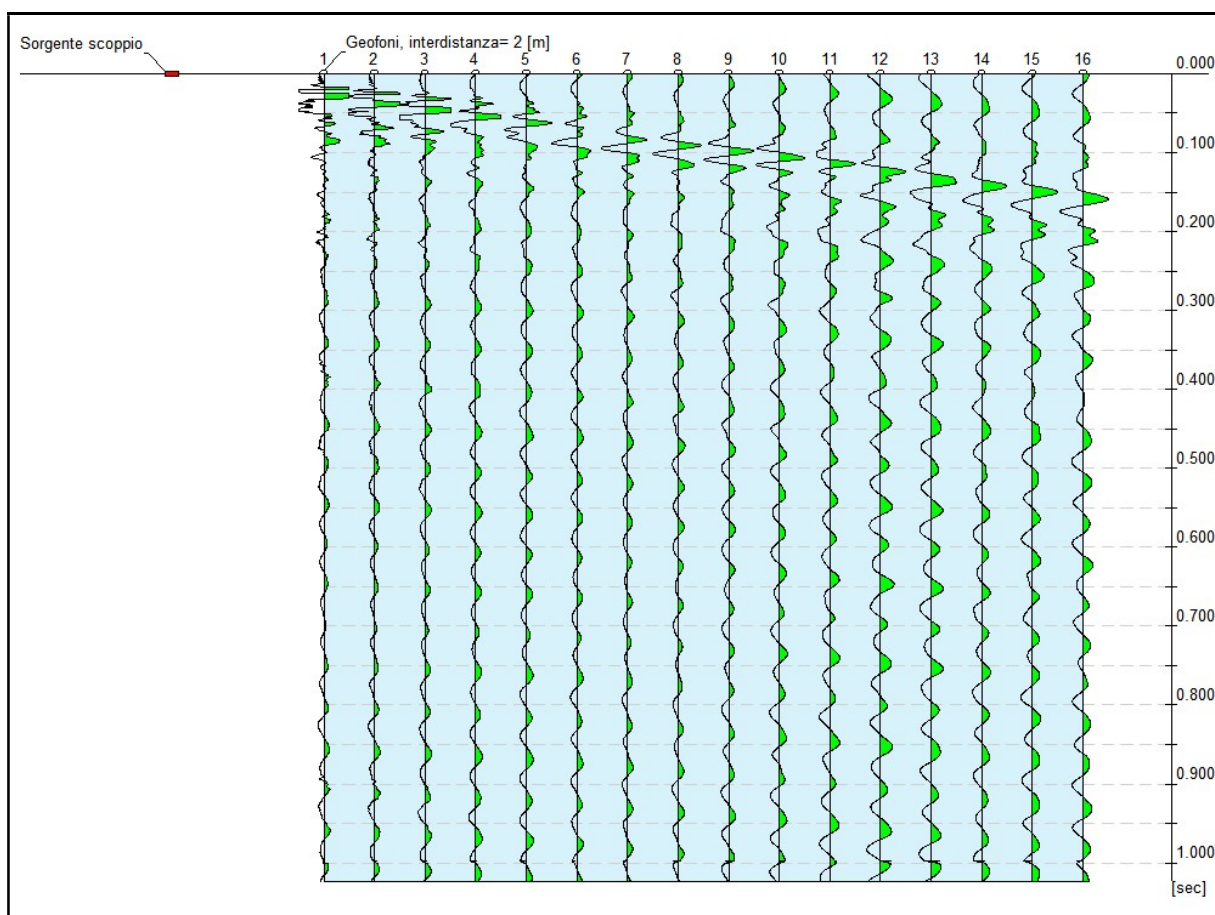
(scoppio) *

Geofono n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Distanze (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

L'interpretazione dei dati è stata effettuata analiticamente e con calcolo automatico mediante software **Easy MASW della GEOSTRU**.

5.9. Tracce (stesa MASW n° 1)

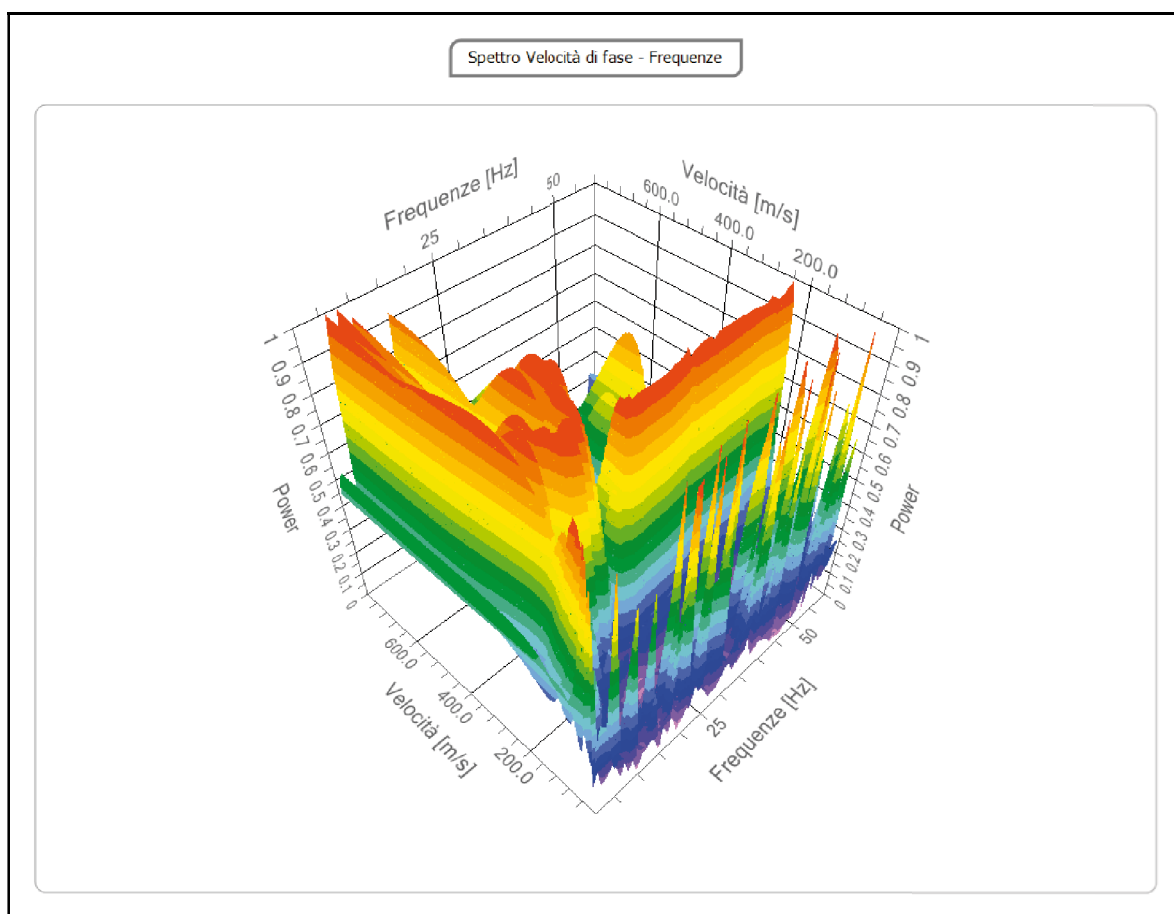
N° tracce	16
Durata acquisizione [msec]	1024
Interdistanza geofoni [m]	2,0
Periodo di campionamento [msec]	0,50



particolare dei sismogrammi di acquisizione della prova MASW

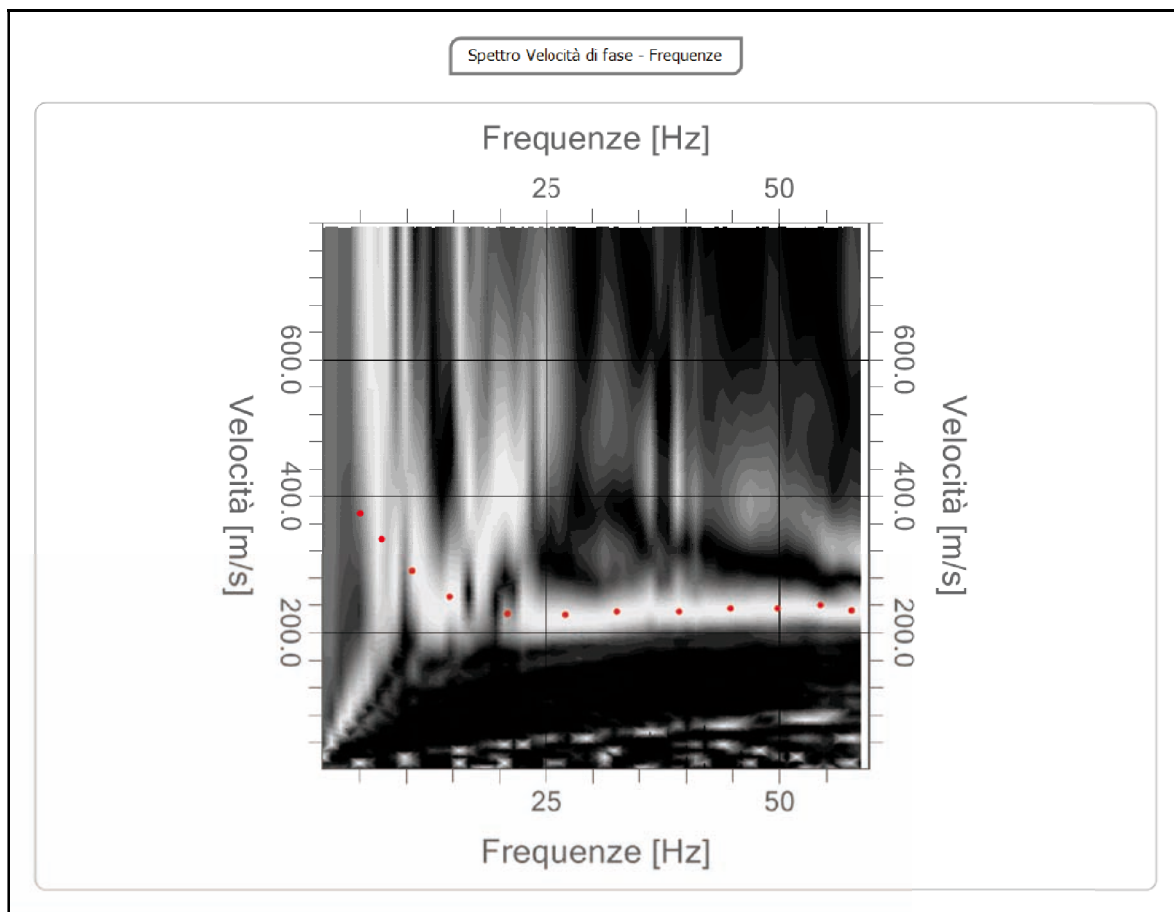
5.10. Analisi spettrale (stesa MASW n° 1)

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Spettro Velocità di fase - Frequenze (3D)

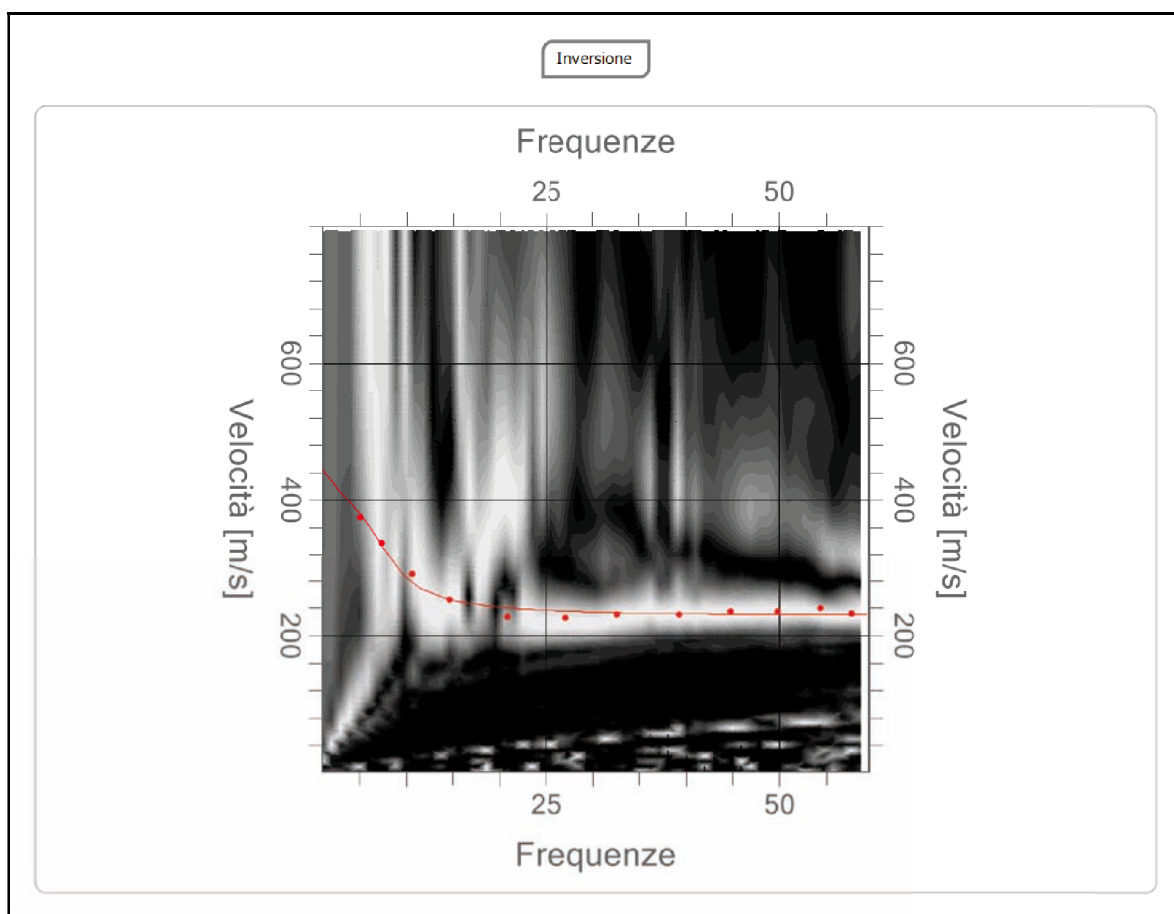
5.11. Curva di dispersione (stesa MASW n° 1)



Spettro Velocità di fase - Frequenze

5.12. Inversione (stesa MASW n° 1)

n°	Profondità (m)	Spessore (m)	V _P (m/s)	V _S (m/s)
1	5,00	5,00	413,0	252,9
2	10,59	5,59	463,8	284,0
3	15,59	5,00	578,2	354,1
4	∞	∞	824,8	505,1



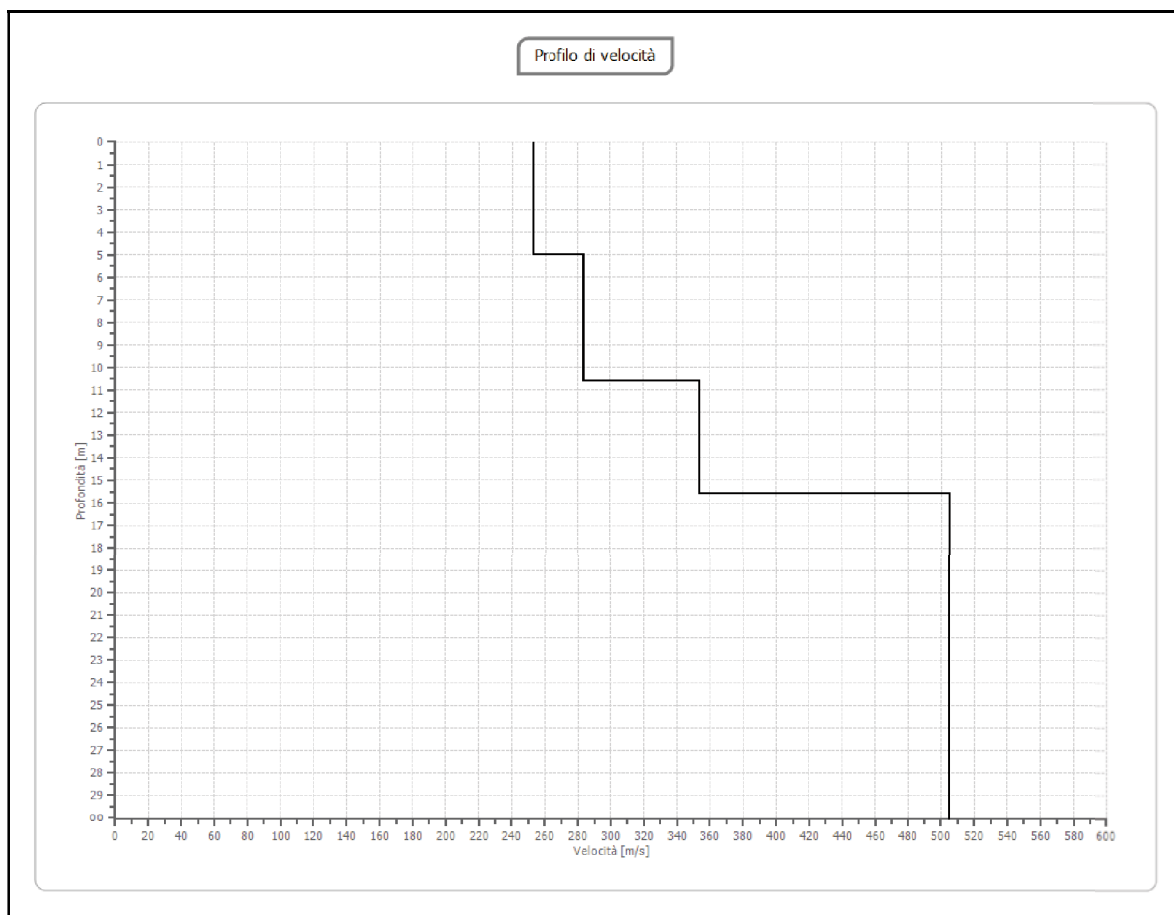
curva di inversione

5.13. Analisi dei risultati (stesa MASW n° 1)

V_{Seq} (H = 30 m) [m/sec] | 365,40

Categoria del suolo | B

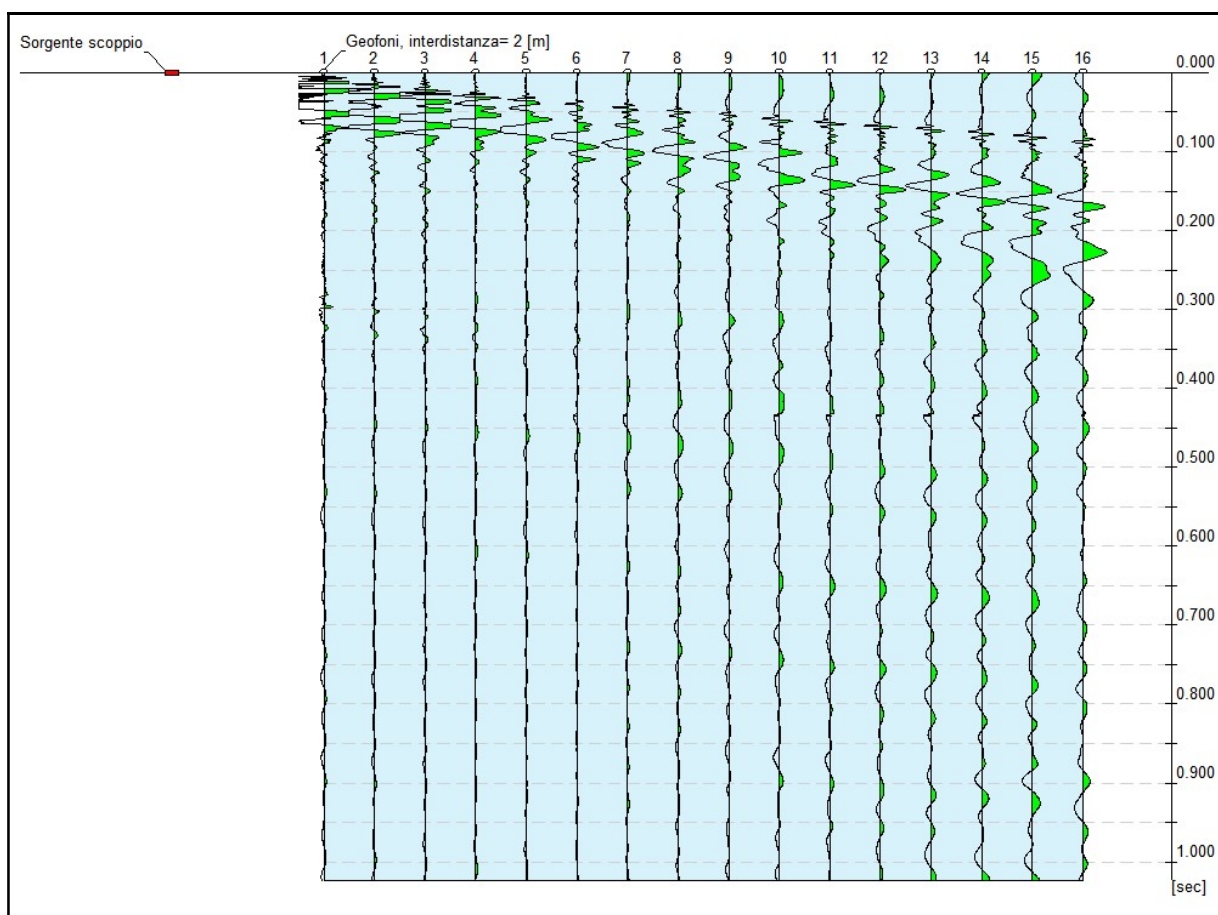
Suolo di tipo B: rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



Profilo di velocità

5.14. Tracce (stesa MASW n° 2)

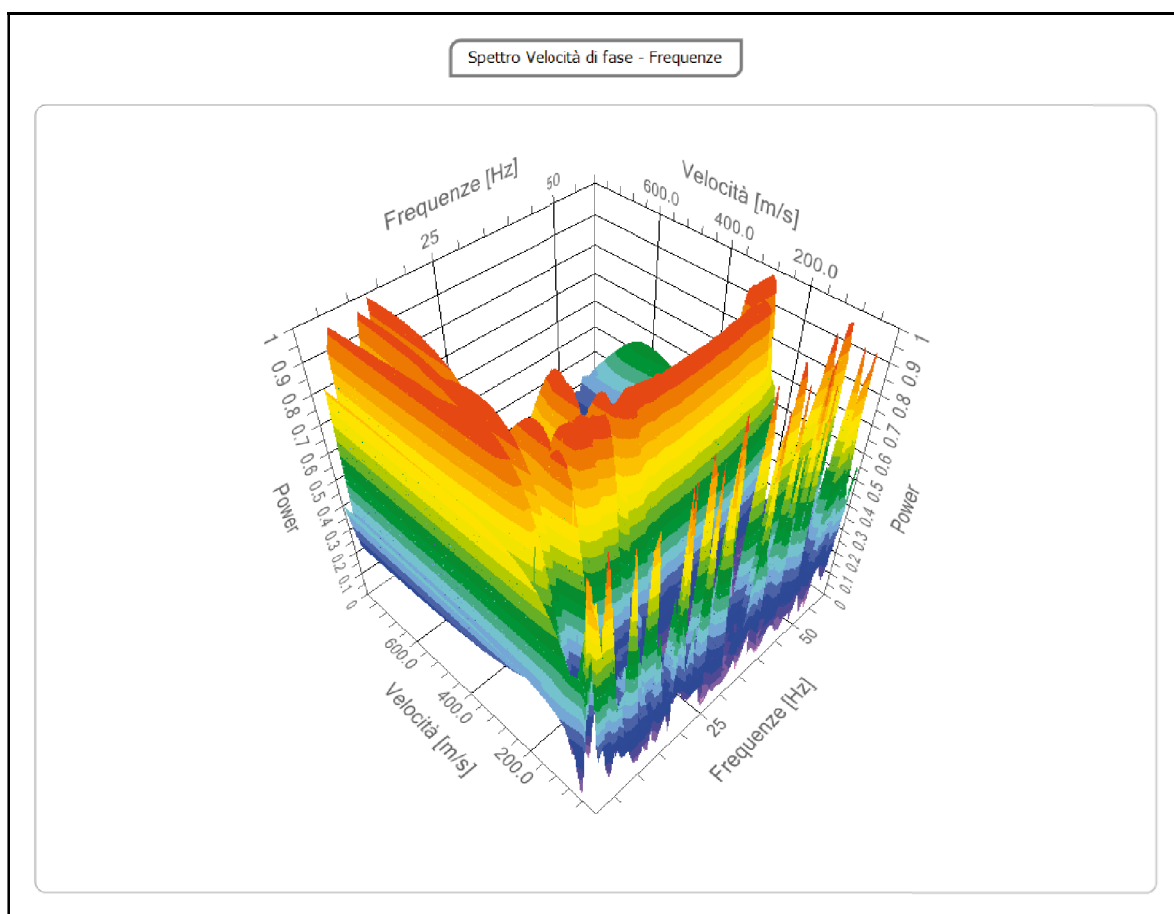
N° tracce	16
Durata acquisizione [msec]	1024
Interdistanza geofoni [m]	2,0
Periodo di campionamento [msec]	0,50



particolare dei sismogrammi di acquisizione della prova MASW

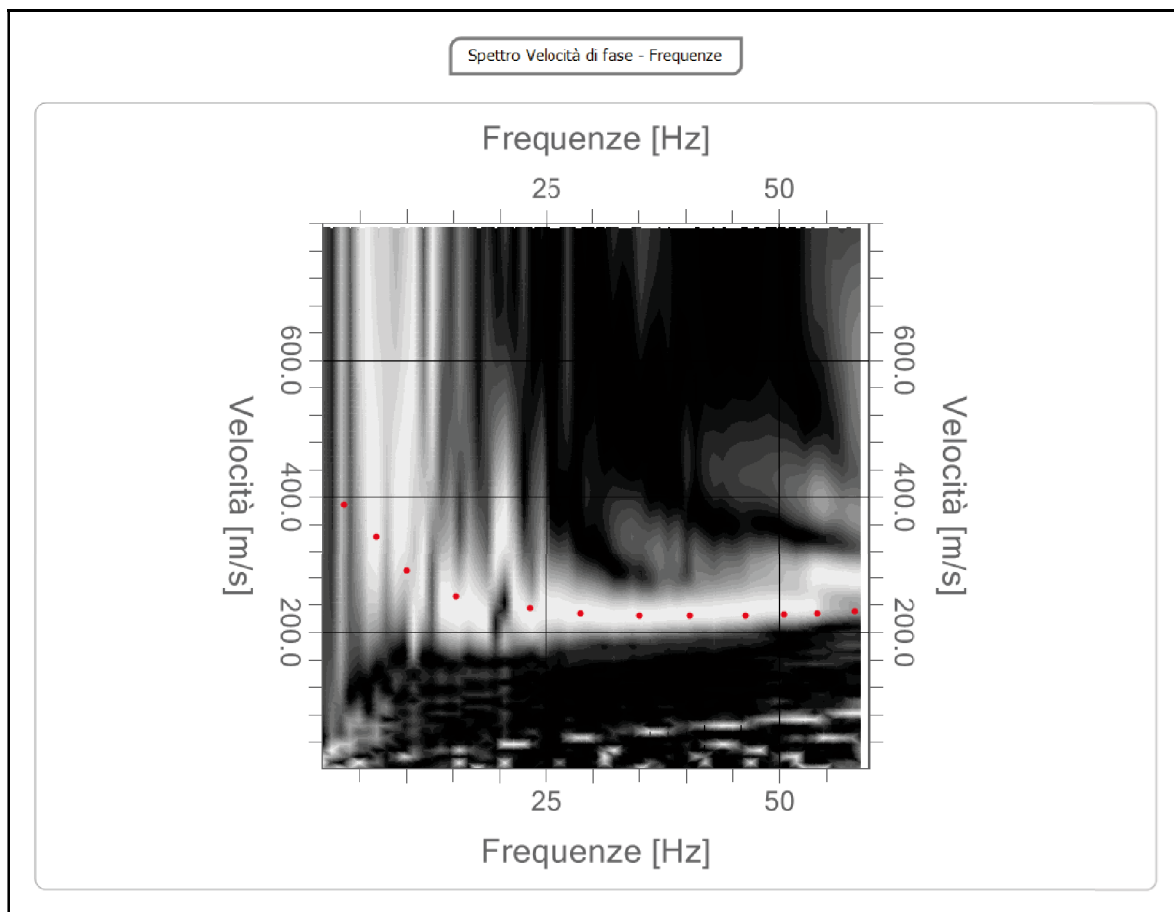
5.15. Analisi spettrale (stesa MASW n° 2)

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Spettro Velocità di fase - Frequenze (3D)

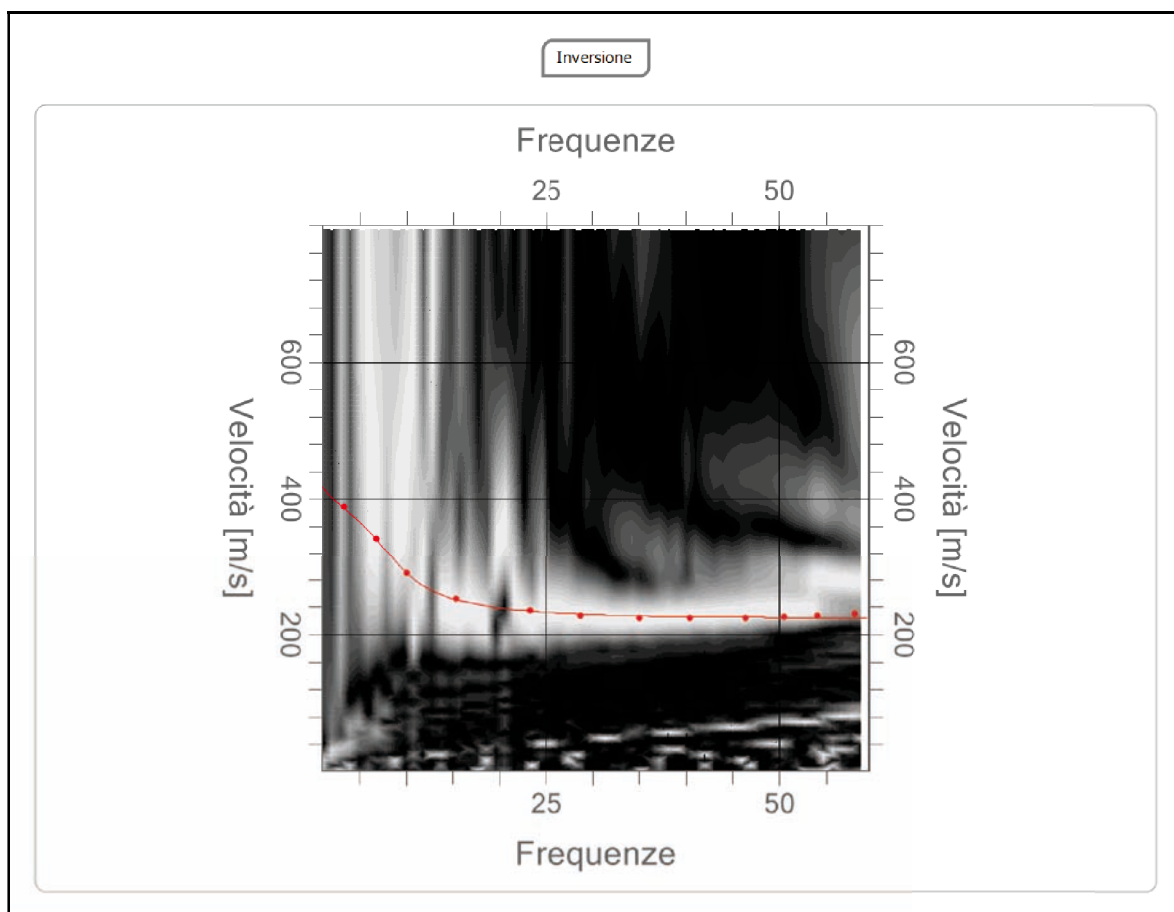
5.16. Curva di dispersione (stesa MASW n° 2)



Spettro Velocità di fase - Frequenze

5.17. Inversione (stesa MASW n° 2)

n°	Profondità (m)	Spessore (m)	V _P (m/s)	V _S (m/s)
1	4,96	4,96	402,5	246,5
2	9,92	4,95	470,3	288,0
3	14,92	5,00	596,9	365,5
4	∞	∞	771,3	472,3



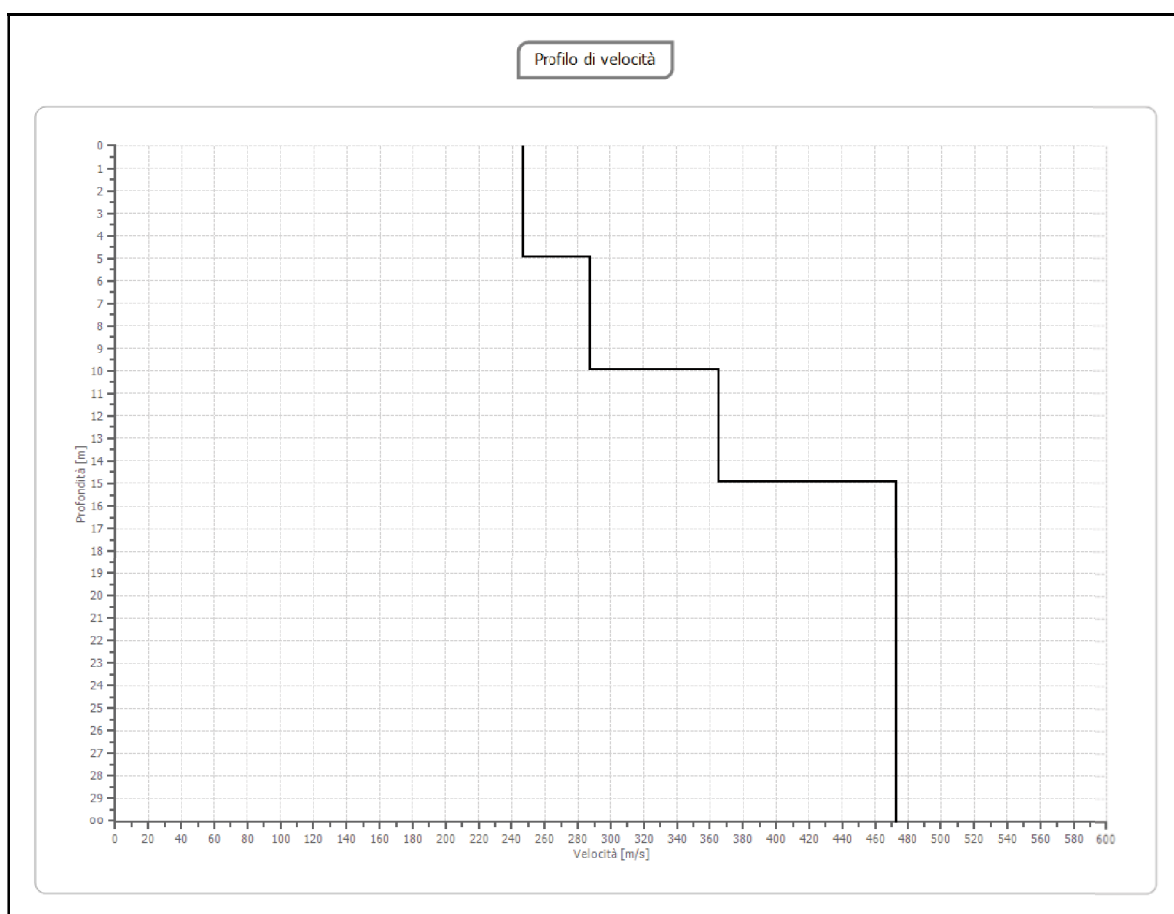
curva di inversione

5.18. Analisi dei risultati (stesa MASW n° 2)

V_{Seq} (H = 30 m) [m/sec] | 361,65

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.



Profilo di velocità

6. RELAZIONE ARCHEOLOGICA

Nell'ambito dei lavori, è stato incaricato, a svolgere i necessari compiti di sorveglianza archeologica, un archeologo qualificato, che ha redatto un report contenente la lettura delle risultanze delle indagini, mediante l'esame delle carote estratte e che ha assistito a tutte le attività di scavo.


Il Geologo
Dott. Geol. Pagliuca Filippo A.P. 1928



VIA COSTA DEL FORNO
03010 PIGLIO FR
TEL-FAX 0775/728132
email: geotek2014@libero.it
P.E.C.: geotek-srl@pec.it

Allegato A

- STRATIGRAFIE -

Committente: Roma Metropolitane S.r.l.	Sondaggio: S1
Riferimento: parcheggio Anagnina	Data: 22 Luglio 2019
Coordinate: 33 299651,79 m E - 4635290,24 m N (UTM)	Quota: 63,40 m s.l.m.
Perforazione: CMV 600D aste e carotiere	

SCALA 1 :50

STRATIGRAFIA - S1

Pagina 1/1

metri batt.	LITOLOGIA	Ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test			RP	Cass.	DESCRIZIONE	A
						m	S.P.T.	N				
1											Manto stradale.	
2											Terreno di riporto eterogeneo, moderatamente addensato, di colore marrone, costituito da piroclastiti terrose a caratteri granulometrici limo - sabbiosi, con resti di laterizi e vetri.	
3					1) She < 2,50 2,70	2,7	10-8-8	16	1			
4												
5						5,5	8-9-14	23			Piroclastiti, molto consistenti, di colore marrone, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi.	
6												
7												
8									2			
9											Pozzolane sciolte, lapilloso - cineritiche, di colore marrone.	
10											Piroclastiti, di colore marrone, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi.	

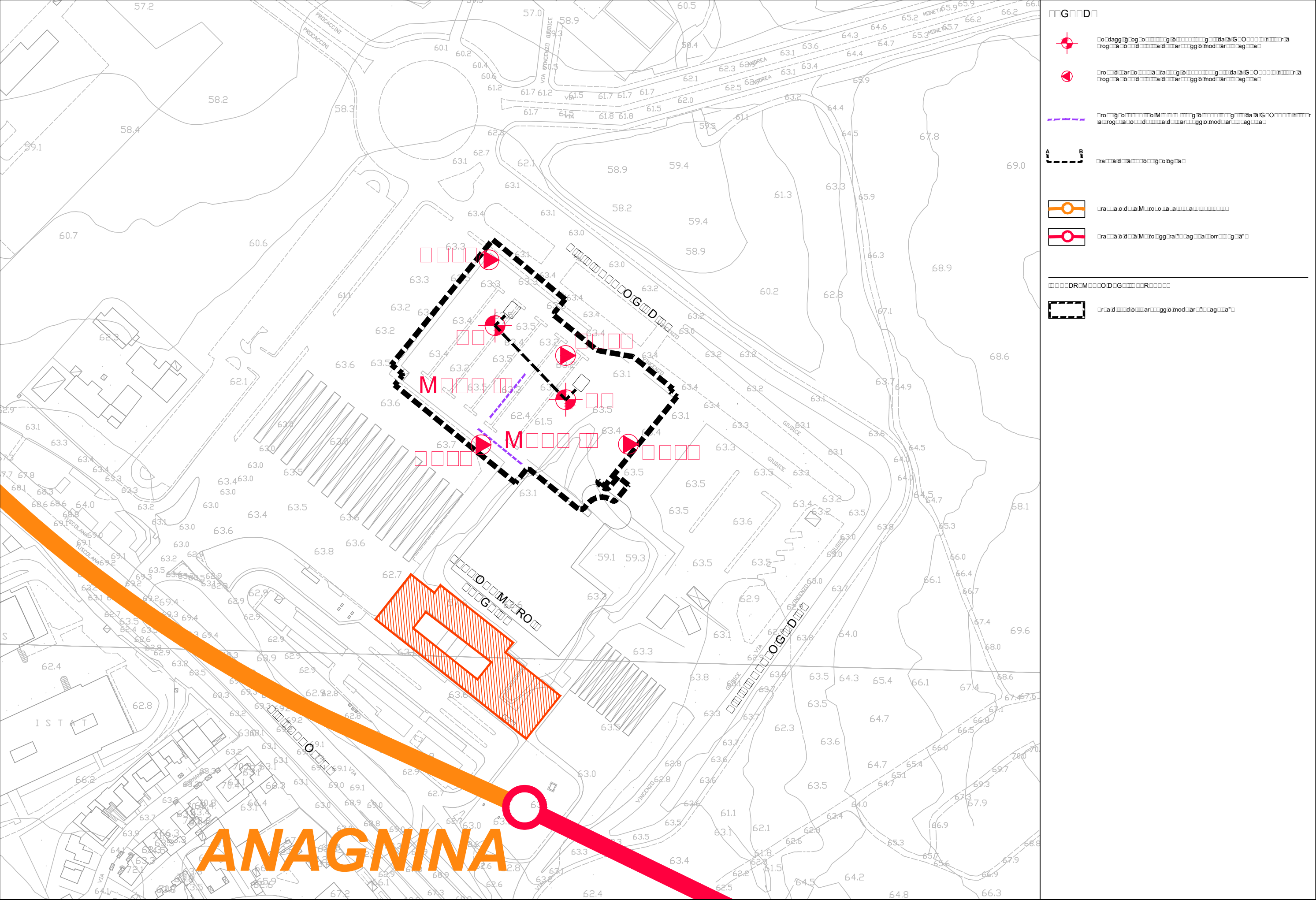
metri batt.	LITOLOGIA	ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test			RP	Cass.	DESCRIZIONE	A
						m	S.P.T.	N				
1						3,0	3-3-2	5	1		Manto stradale.	
2											Terreno di riporto eterogeneo, poco addensato, di colore marrone scuro, costituito da piroclastiti terrose a caratteri granulometrici limo - sabbiosi, con resti di laterizi, vetri e buste di plastica.	
3												
4												
5												
6				1) She < 6,00 6,50		6,5	5-5-7	12	2	Piroclastiti, consistenti, di colore marrone, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi.		
7												
8										Pozzolane sciolte, lapilloso - cineritiche, di colore marrone.		
9												
10										Piroclastiti di colore marrone, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi.		



VIA COSTA DEL FORNO
03010 PIGLIO FR
TEL-FAX 0775/728132
email: geotek2014@libero.it
P.E.C.: geotek-srl@pec.it

Allegato B

- CARTOGRAFIA -





VIA COSTA DEL FORNO
03010 PIGLIO FR
TEL-FAX 0775/728132
email: geotek2014@libero.it
P.E.C.: geotek-srl@pec.it


Allegato C

- CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO -

Geotek S.r.l. per Metropolitana di Roma

Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma

RISULTATI PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

VERBALE DI ACCETTAZIONE:	937	DATA VERBALE :	24/07/19	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO DOTT. RICCARDO RAMPI 
COMMESSA:	824	DATA EMISSIONE CERTIFICATI:	27/08/19	
CNG S.r.l. Sede Legale e Uffici Tecnici: Via Squinzano, 87 - 00133 - Roma Tel/Fax 06 2018088 - WEB: www.congeo.it - E-mail: cng@congeo.it - PEC: cngsrl@pec.it C. F. e P. I.V.A. 11215291003 - R.E.A. n. 1287827 - c.s. 10.000,00 € i.v. Azienda con Sistema Qualità Certificato N° IT239744				

QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI

MTSSNmaro

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE
CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**

CARATTERISTICHE CHIMICHE

[illegible]

CARATTERISTICHE FISICHE

$\square \text{MD} \square \square \square \square \square \square \text{R} \square \square$	\mathbf{W}_n	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{O} \text{D} \square \square \square \text{O} \square \text{M} \square \square \square \square \square \text{R} \square \square$	γ_n	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{m} \square$
$\square \text{D} \square \square \square \text{D} \square \square \square \square \text{O} \square \square$	\mathbf{e}	$\square \square \square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{O} \text{D} \square \square \square \text{O} \square \text{M} \square \square \square \square \square \text{O}$	γ_d	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{m} \square$
$\square \text{OR} \text{O} \square \square \square \square$	\mathbf{n}	$\square \square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{O} \text{D} \square \square \square \text{O} \square \text{M} \square \square \square \square \square \text{RO}$	γ_{sat}	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{m} \square$
$\text{GR} \square \text{DO} \text{D} \square \square \square \square \square \text{R} \square \square \square$	\mathbf{S}_r	$\square \square \square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{O} \square \square \square \square \square \square \square \text{O} \text{D} \square \text{GR} \square \square \square \square \square \square$	γ_s	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{m} \square$

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

[illegible]

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) = \frac{\partial L}{\partial x}$	/	$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{y}} \right) = \frac{\partial L}{\partial y}$	
$m \ddot{x} = -kx$	W_L	$m \ddot{y} = -ky$	W_s
$m \ddot{x} = -kx$	W_P	$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{y}} \right) = \frac{\partial L}{\partial y}$	IC
$m \ddot{x} = -kx$	IP	$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{y}} \right) = \frac{\partial L}{\partial y}$	Ac
$R \ddot{\theta} = -g \sin \theta$	a	$R \ddot{\theta} = -g \sin \theta$	k

CARATTERISTICHE MECCANICHE

$\frac{C_{\text{Cu}}}{C_{\text{O}}} \cdot \frac{R_{\text{O}}}{R_{\text{Cu}}} = \frac{\sigma_f}{\varepsilon}$	
C'_{O}	C'_r
ϕ'	ϕ_r
C'_{O}	C_u
ϕ'	ϕ_u

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

[illegible]

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> y d <input type="text"/> <input type="text"/> m <input type="text"/>
INDICE CBR (5,0) (%) =		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> O D <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> M D o y <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> m <input type="text"/> <input type="text"/> M D <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.			SOND.: 1	PAGINA: 2 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	per Metropolitana di Roma			CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma			da m: 2,50 a m: 2,70	
	N° VERBALE	937	N° COMMESSA	824	ID. INTERNO: 3495
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE		24/07/19	DATA APERTURA CAMPIONE		26/07/19
			DATA EMISSIONE CERTIFICATO		27/08/19

SCHEDA CAMPIONE

CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	20	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	85


DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI

POCKET(kPa)	V.TEST(kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE
/	/			Materiale di origine piroclastica, parzialmente saldato e fragile, non plastico alla manipolazione, di colore marrone, caratterizzato granulometricamente come sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa; si rinvencono tracce di analcime.
/	/			
/	/			
/	/			
/	/			
/	/	Basso	← TD	
			STATO DICHIARATO DEL CAMPIONE:	INDISTURBATO
			REAZIONE ALL'HCl:	MOLTO DEBOLE
			SABBIA CON LIMO GHIAIOSA DEB.ARGILLOSA	CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981): 1


DETERMINAZIONI ESEGUITE

PROVE ESEGUITE		DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	X	26/07/19	01/08/19	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE	X	29/07/19	31/07/19	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	X	01/08/19	02/08/19	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA	X	29/07/19	01/08/19	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG				PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.	X	29/07/19	02/08/19	PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO				DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA				PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA				DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO UU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)				PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

NOTE

LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Rentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.			SOND.: 1	PAGINA: 3
	per Metropolitana di Roma			CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio			da m: 2,50	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Stazione Anagnina - Roma			a m: 2,70	
N° VERBALE 937		N° COMMESSA 824		ID. INTERNO 3495	N° CERTIFICATO 13962 wn
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 26/07/19		DATA FINE PROVA 01/08/19	

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE W_n
ASTM D 2216

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO GHIAIOSA DEB.ARGILLOSA
--	---	--

PROVA DI RIFERIMENTO	W_1	W_2	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	29,90	29,70					29,28	29,95	29,72	
P.UMIDO+CAPS. (g)	58,79	55,94					63,49	68,08	78,51	
P.SECCO+CAPS. (g)	54,4	52,31					58,43	62,22	71,13	
W (%)	17,9	16,1					17,4	18,2	17,8	

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)										
P.UMIDO+CAPS. (g)										
P.SECCO+CAPS. (g)										
W (%)										

MEDIA VALORI W_n	17,8	MEDIA VALORI W_n	/	MEDIA VALORI W_n	/	W_n MEDIO TOTALE
TRATTO PROVA TD	(%)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL		17,5 (%)

NOTE

I contenuti d'acqua naturale W_1 e W_2 si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE


Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.			SOND.: 1	PAGINA: 4 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1 N° CERTIFICATO 13963 PV
	per Metropolitana di Roma			CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma			da m: 2,50 a m: 2,70	
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3495	DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19
DATA INIZIO PROVA 29/07/19		DATA FINE PROVA 31/07/19			

PESO DI VOLUME NATURALE γ_n
ASTM D 2937


Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO GHIAIOSA DEB.ARGILLOSA
--	---	--


PROVA DI RIFERIMENTO	γ_{n1}	γ_{n2}	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
VOL. FUST. (cm ³)							71,28	71,28	71,28	
P. FUST. (g)							50,31	50,31	50,31	
PESO TOTALE (g)							160,50	161,81	161,12	
γ_n (kN/m ³)							15,16	15,34	15,25	


PROVA DI RIFERIMENTO	UU	UU	UU	ELL	ELL	ELL	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
VOL. FUST. (cm ³)										
P. FUST. (g)										
PESO TOTALE (g)										
γ_n (kN/m ³)										

MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA TD	15,25 (kN/m ³)	MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA Trx CID	/	MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA ELL	/	γ_n MEDIO TOTALE 15,25 (kN/m³)
--	-------------------------------	---	---	---	---	--

NOTE

LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 5
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 1	PAGINA CERTIFICATO
	Ampliamento Parcheggio		da m: 2,50	1 di 1
	Stazione Anagnina - Roma		a m: 2,70	N° CERTIFICATO
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3495	13964 PGR
DATA RICEVIMENTO CAMP.	24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF.	27/08/19	DATA INIZIO PROVA 01/08/19 DATA FINE PROVA 02/08/19

PESO SPECIFICO DEI GRANULI γ_s
ASTM D 854

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO GHIAIOSA DEB.ARGILLOSA
--	---	--

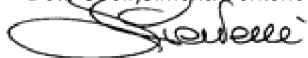
NUMERO PICNOMETRO	1	21		γ_s	MEDIA DI 2 MISURAZIONI	26,96 (kN/m ³)
TEMPERATURA (°C)	28,8	28,8				
PESO PICNOMETRO + ACQUA (g)	217,35	206,89		γ_s	RIFERITO A 20°C	26,91 (kN/m ³)
PESO PICNOMETRO + ACQUA + TERRA (g)	226,92	216,47				
PESO TERRA SECCA (g)	15,03	15,06		Gs	(γ_s/γ_w)	2,744
PESO SPECIFICO γ_s (kN/m ³)	26,97	26,96				

NOTE

--

LO SPERIMENTATORE


Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l. per Metropolitana di Roma Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma	SOND.: 1 CAMP.: 1 da m: 2,50 a m: 2,70	PAGINA: 6 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1 N° CERTIFICATO 13965 GR
	N° VERBALE 937 N° COMMESSA 824 ID. INTERNO 3495	RICEV. CAMP. 24/07/19 DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19 DATA INIZIO PROVA 29/07/19 DATA FINE PROVA 01/08/19	

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

CIOTTOLI %	0,0	GHIAIA %	14,5	SABBIA %	46,1	LIMO %	33,4	ARGILLA %	6,0	IND.GRUPPO	/
D ₁₀ (mm)	0,008	D ₃₀ (mm)	0,032	D ₅₀ (mm)	0,165	D ₆₀ (mm)	0,296	COEFF.DI UNIFORMITA'		37,8	
PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)			41,7	PERCENT. ARGILLA < 0,002 mm			3,7	COEFF.DI CURVATURA		0,4	
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI DI UDDEN-WENTWORTH:						SABBIA CON LIMO GHIAIOSA DEB.ARGILLOSA					
CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981)			1	IND.		CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: Ghiaia = 14,5% Sabbia = 46,1% Limo = 35,7% Argilla = 3,7%					
CLASSIFICAZIONE AASHTO			/								
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.			/								

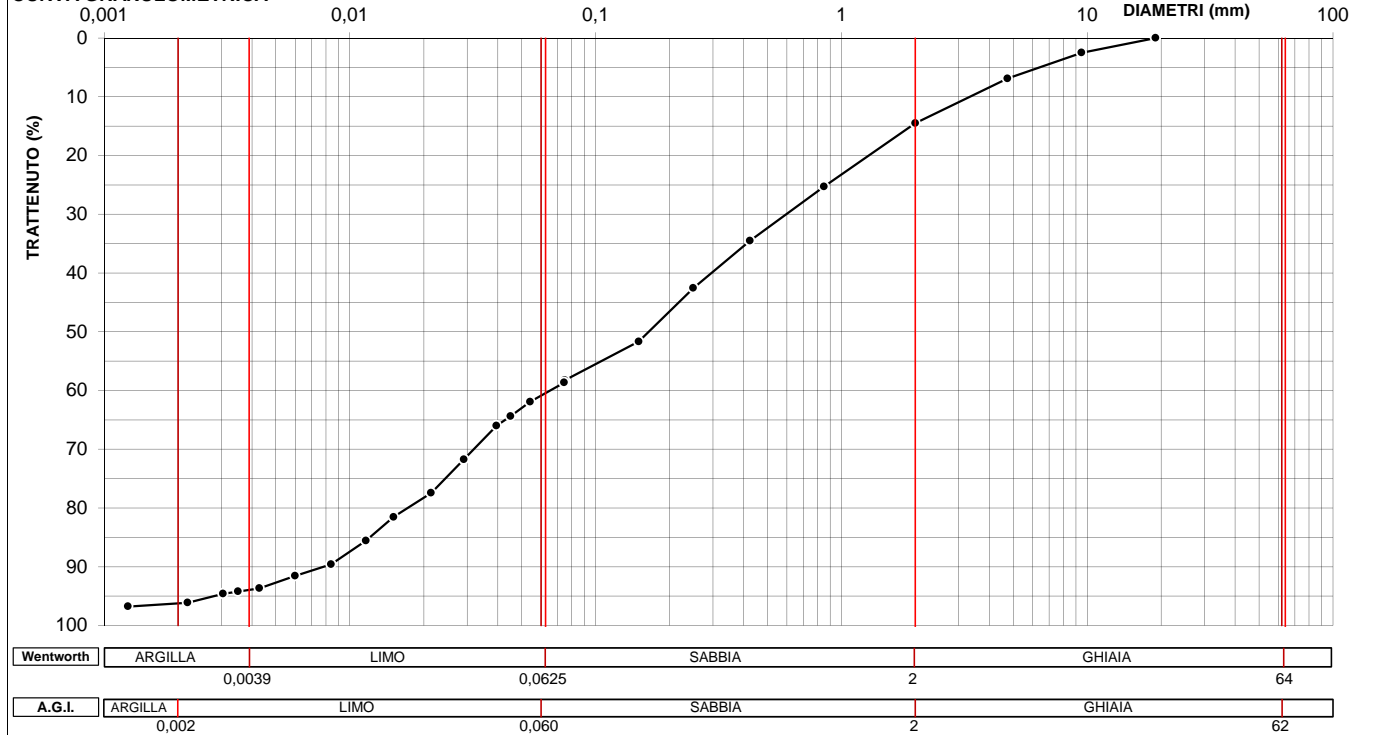
VAGLIATURA

Setacci	Diametri (mm)	Trattenuto (%)
12"	304,8000	0,00
6"	152,4000	0,00
3"	76,2000	0,00
2"	50,8000	0,00
1,5"	38,1000	0,00
1"	25,0000	0,00
3/4"	19,0000	0,00
3/8"	9,5000	2,50
4	4,7500	6,90
10	2,0000	14,51
20	0,8500	25,32
40	0,4250	34,51
60	0,2500	42,57
100	0,1500	51,67
200	0,0750	58,27

SEDIMENTAZIONE

Diametri (mm)	Trattenuto (%)
0,0746	58,65
0,0542	61,92
0,0451	64,37
0,0396	66,01
0,0292	71,73
0,0214	77,45
0,0151	81,54
0,0116	85,57
0,0084	89,59
0,0060	91,55
0,0043	93,68
0,0035	94,21
0,0031	94,57
0,0022	96,11
0,0013	96,76

CURVA GRANULOMETRICA



LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 7
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 2,50 a m: 2,70	
DATA INIZIO PROVA		29/07/19	DATA FINE PROVA	01/08/19
				PAGINA ALLEGATO 1 di 2

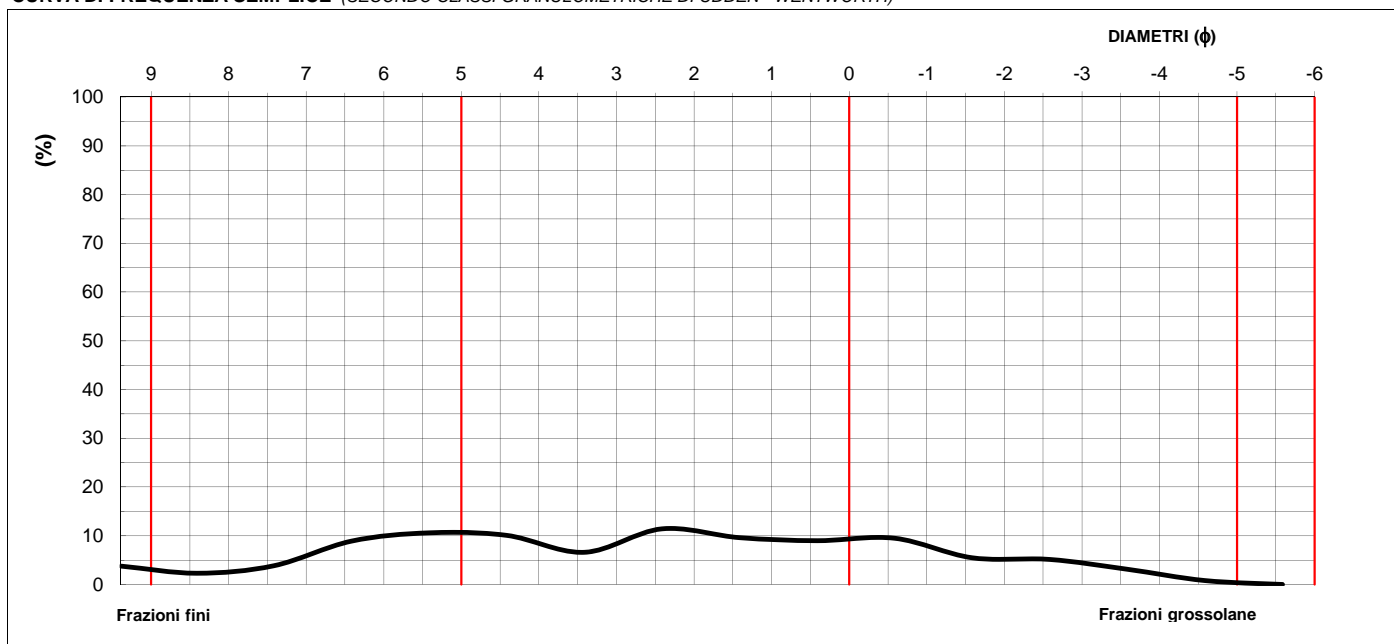
ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

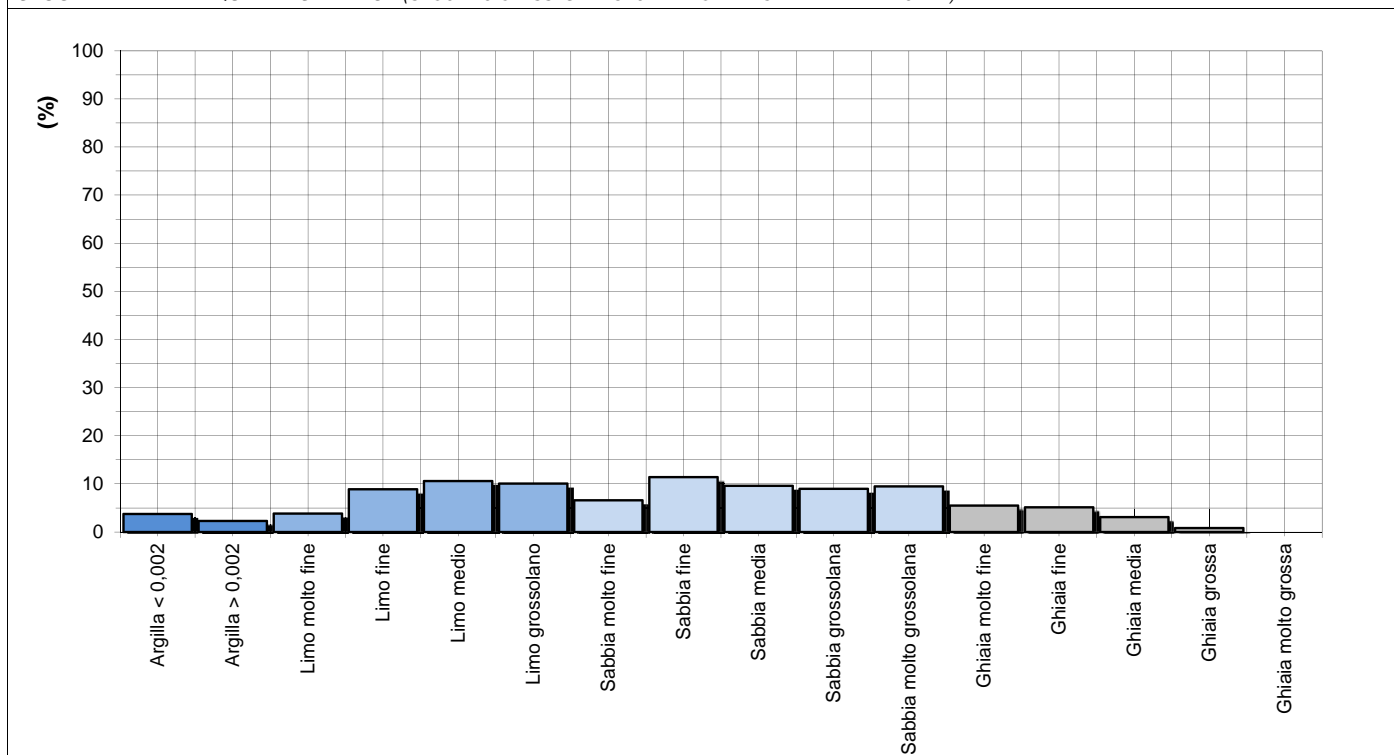
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	K _G	0,9	curva platicurtica	Mean Size	2,7
SIMMETRIA	Sk _i	0,0	curva simmetrica	Median (ϕ)	2,6
CLASSAZIONE	σ _i	3,5	sedimento molto poco classato	Classi modali (ϕ)	
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: SABBIA CON LIMO GHIAIOSA				2,4	5,4

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)

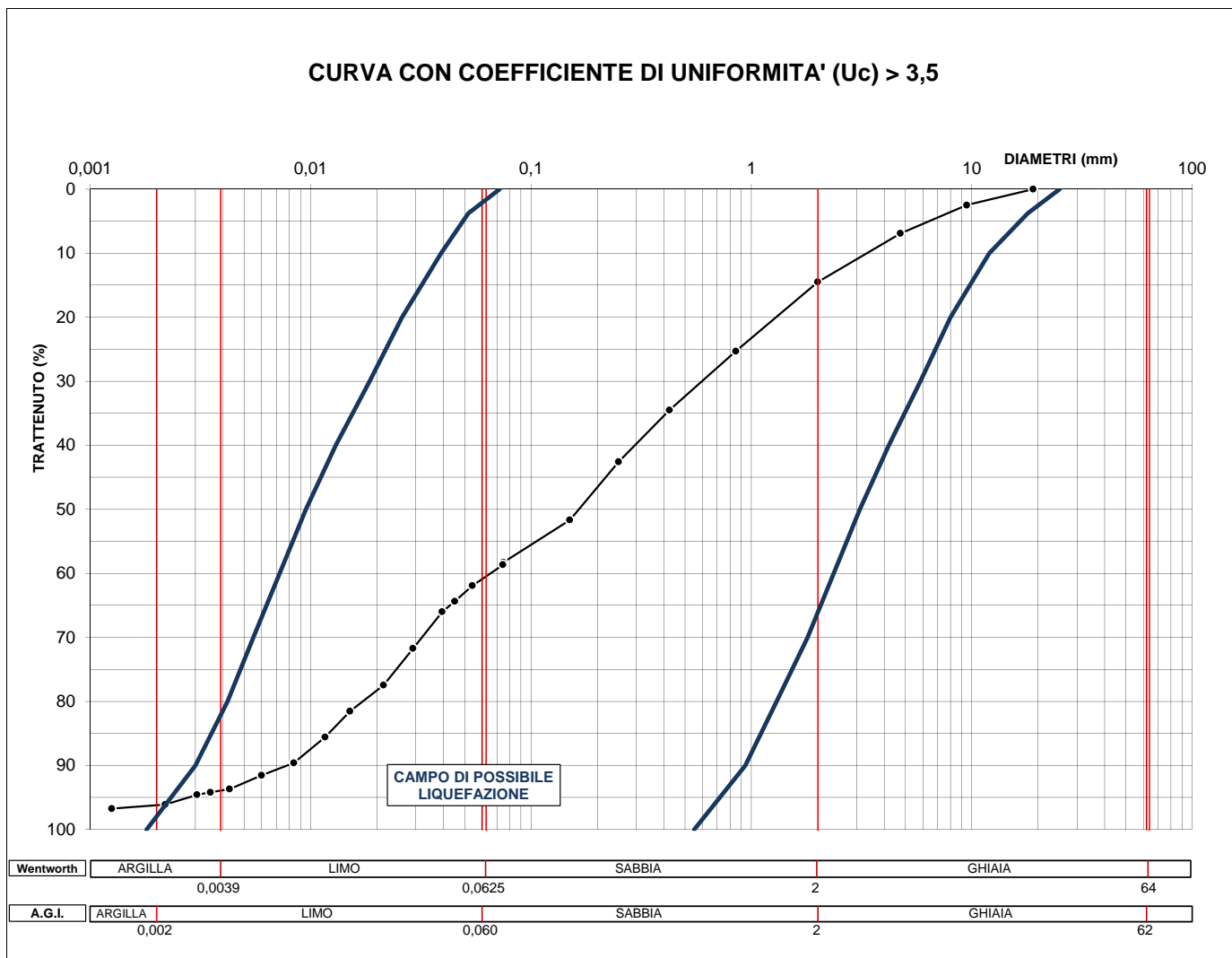


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 8
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 2,50 a m: 2,70	PAGINA ALLEGATO 2 di 2
DATA INIZIO PROVA		29/07/19	DATA FINE PROVA	01/08/19

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

VERIFICA GRANULOMETRICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 9
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 2,50 a m: 2,70	PAGINA CERTIFICATO 1 di 4
N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824		ID. INTERNO 3495	N° CERTIFICATO 13966 TD
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 29/07/19		DATA FINE PROVA 02/08/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. ASTM D 3080

CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE E AL TAGLIO

PROVINO N°	LATO L (mm)	ALTEZZA H (mm)	INIZIO CONS. VOL. (cm³)	UMIDITA' NAT. Wn (%)	PESO DI VOL. γ_n (kN/m³)	CONSOLIDAZIONE 24 h		FINE CONSOL. VOL. (cm³)	VELOCITA' (mm/min)	VALORI DI SFORZO MAX.	
						σ' (kPa)	CEDIM. (mm)			τ (kPa)	δ_l (mm)
1	60,00	19,80	71,28	17,4	15,16	98	0,561	69,3	0,006	95,26	8,675
2	60,00	19,80	71,28	18,2	15,34	147	0,639	69,0	0,006	135,54	6,276
3	60,00	19,80	71,28	17,8	15,25	196	1,277	66,7	0,006	175,33	6,786

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	INDISTURBATO	SABBIA CON LIMO GHIAIOSA DEB.ARGILLOSA
--	---	--------------	--

DIAGRAMMA SFORZO / SPOSTAMENTI

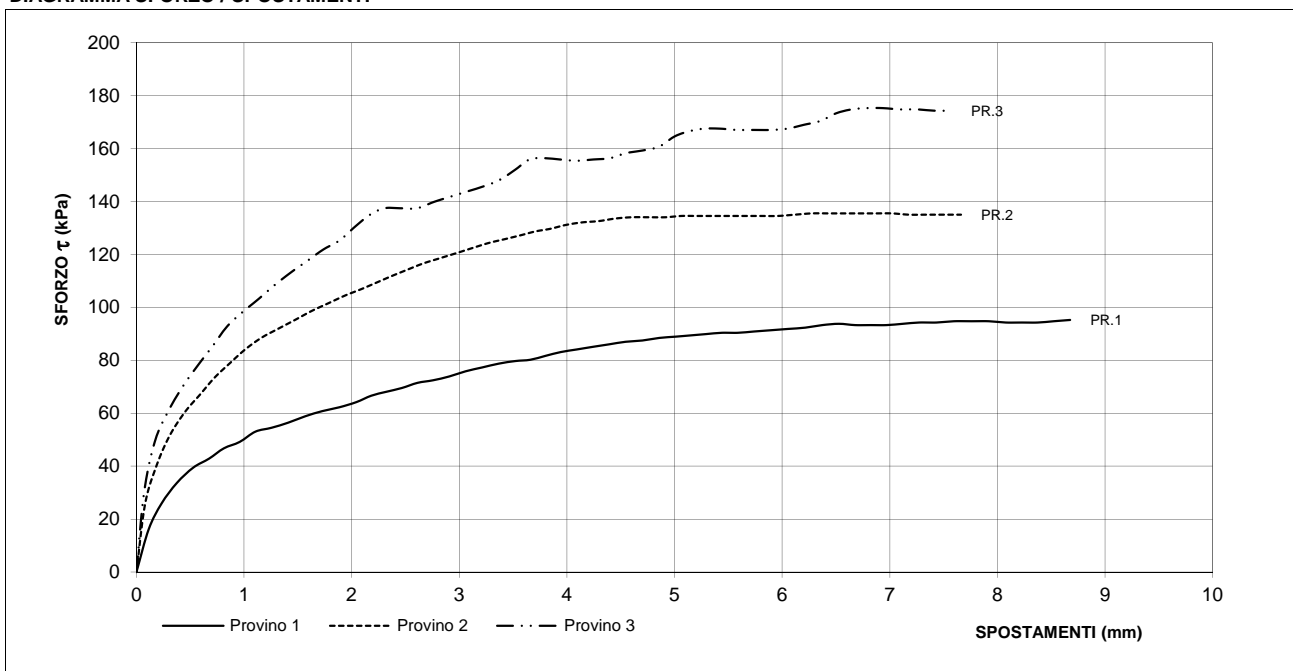
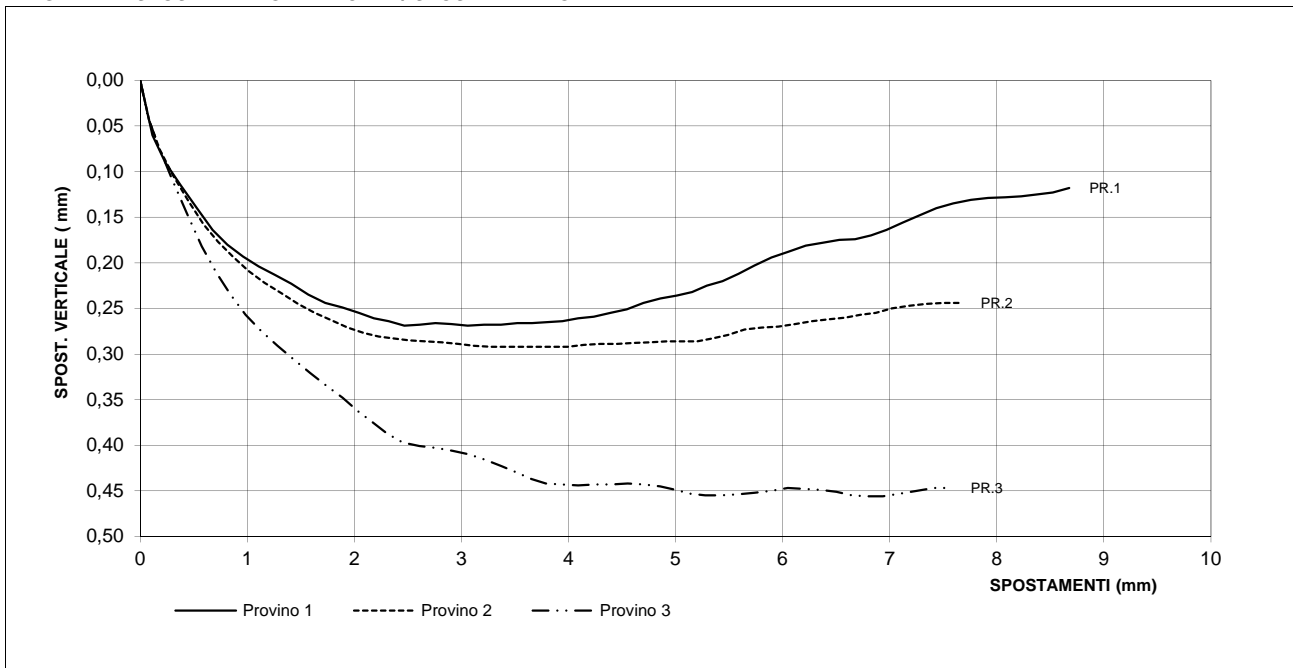



DIAGRAMMA SPOSTAMENTO VERTICALE / SPOSTAMENTI ORIZZ.



LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 10 PAGINA CERTIFICATO 2 di 4 N° CERTIFICATO 13966 TD
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 2,50 a m: 2,70	
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3495	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19		DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19		DATA INIZIO PROVA 29/07/19 DATA FINE PROVA 02/08/19

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

PROVINO 1						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 98					
Sp. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Sp. ver. (mm)	Sp. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Sp. ver. (mm)	Sp. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Sp. ver. (mm)	Sp. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Sp. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,799	81,67	0,265	7,759	94,77	0,131			
0,114	16,16	0,060	3,943	83,13	0,264	7,921	94,77	0,129			
0,233	25,86	0,090	4,090	84,10	0,261	8,077	94,29	0,128			
0,375	33,63	0,115	4,236	85,07	0,259	8,227	94,29	0,127			
0,528	39,45	0,140	4,391	86,04	0,255	8,376	94,29	0,125			
0,675	42,85	0,164	4,545	87,01	0,251	8,523	94,77	0,123			
0,812	46,73	0,180	4,701	87,49	0,244	8,675	95,26	0,118			
0,959	49,16	0,193	4,858	88,46	0,239						
1,105	53,04	0,204	5,011	88,95	0,236						
1,254	54,49	0,213	5,153	89,43	0,232						
1,410	56,43	0,223	5,293	89,92	0,225						
1,569	58,86	0,235	5,438	90,40	0,220						
1,727	60,80	0,244	5,588	90,40	0,212						
1,886	62,26	0,249	5,737	90,89	0,203						
2,043	64,20	0,255	5,896	91,38	0,194						
2,182	66,63	0,261	6,053	91,86	0,188						
2,319	68,08	0,264	6,214	92,35	0,181						
2,466	69,54	0,269	6,373	93,32	0,178						
2,611	71,48	0,268	6,528	93,80	0,175						
2,755	72,45	0,266	6,677	93,32	0,174						
2,907	73,91	0,267	6,824	93,32	0,170						
3,058	75,85	0,269	6,970	93,32	0,164						
3,212	77,30	0,268	7,121	93,80	0,156						
3,368	78,76	0,268	7,273	94,29	0,148						
3,521	79,73	0,266	7,434	94,29	0,140						
3,660	80,21	0,266	7,595	94,77	0,135						

PROVINO 2						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 147					
Sp. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Sp. ver. (mm)	Sp. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Sp. ver. (mm)	Sp. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Sp. ver. (mm)	Sp. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Sp. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,709	128,74	0,292	7,661	135,05	0,244			
0,079	25,38	0,043	3,846	129,71	0,292						
0,180	39,45	0,075	3,990	131,17	0,292						
0,303	51,10	0,104	4,142	132,14	0,290						
0,448	60,32	0,132	4,296	132,63	0,289						
0,592	67,11	0,158	4,451	133,60	0,289						
0,725	73,42	0,177	4,604	134,08	0,288						
0,864	78,76	0,193	4,761	134,08	0,287						
1,010	84,10	0,209	4,915	134,08	0,286						
1,159	88,46	0,222	5,063	134,57	0,286						
1,314	91,86	0,233	5,203	134,57	0,286						
1,473	95,26	0,245	5,342	134,57	0,283						
1,628	98,65	0,255	5,489	134,57	0,279						
1,783	101,57	0,263	5,643	134,57	0,273						
1,938	104,48	0,271	5,802	134,57	0,271						
2,089	106,90	0,277	5,959	134,57	0,270						
2,228	109,33	0,281	6,118	135,05	0,267						
2,366	111,76	0,283	6,276	135,54	0,264						
2,513	114,18	0,285	6,433	135,54	0,262						
2,664	116,61	0,286	6,583	135,54	0,260						
2,817	118,55	0,287	6,726	135,54	0,257						
2,971	120,49	0,289	6,870	135,54	0,255						
3,121	122,43	0,291	7,020	135,54	0,250						
3,275	124,38	0,292	7,177	135,05	0,247						
3,426	125,83	0,292	7,339	135,05	0,245						
3,572	127,29	0,292	7,500	135,05	0,244						

LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 11 PAGINA CERTIFICATO 3 di 4 N° CERTIFICATO 13966 TD
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 2,50 a m: 2,70	
N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824		ID. INTERNO 3495	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 29/07/19		DATA FINE PROVA 02/08/19

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

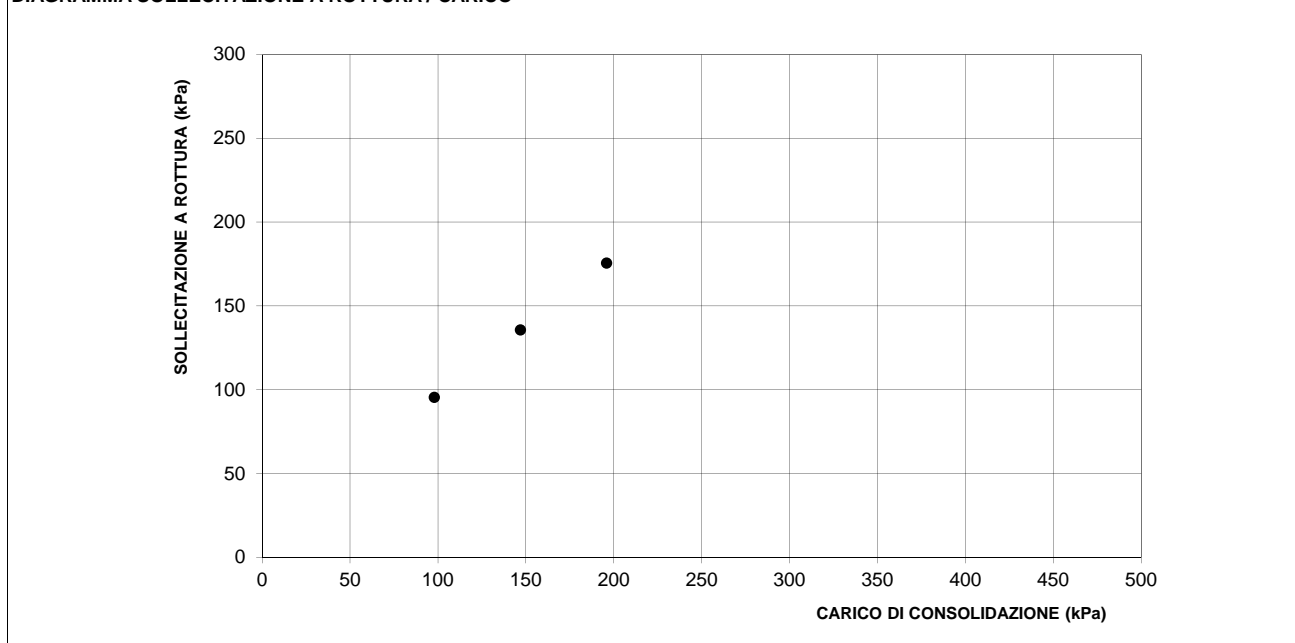
PROVINO 3						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 196					
Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,653	155,92	0,437	7,568	174,36	0,447			
0,070	29,74	0,040	3,788	156,40	0,442						
0,170	49,16	0,072	3,934	155,92	0,443						
0,296	60,80	0,108	4,089	155,43	0,444						
0,437	70,51	0,146	4,247	155,92	0,443						
0,574	78,27	0,182	4,400	156,40	0,443						
0,711	85,55	0,211	4,553	158,35	0,442						
0,843	92,83	0,235	4,704	159,32	0,443						
0,984	98,17	0,257	4,856	160,77	0,445						
1,130	103,02	0,275	5,002	164,65	0,449						
1,282	108,36	0,291	5,138	166,60	0,453						
1,435	113,21	0,306	5,277	167,57	0,455						
1,587	117,58	0,321	5,422	167,57	0,455						
1,739	121,95	0,335	5,579	167,08	0,454						
1,888	125,35	0,348	5,736	167,08	0,452						
2,036	130,68	0,363	5,892	167,08	0,450						
2,171	135,05	0,375	6,048	167,57	0,447						
2,305	137,48	0,387	6,202	169,02	0,448						
2,451	137,48	0,397	6,355	170,48	0,449						
2,606	137,48	0,401	6,503	173,39	0,451						
2,766	139,90	0,403	6,645	174,85	0,455						
2,917	141,85	0,406	6,786	175,33	0,456						
3,071	143,79	0,410	6,935	175,33	0,456						
3,223	145,73	0,416	7,092	174,85	0,453						
3,374	148,15	0,423	7,253	174,85	0,450						
3,519	152,04	0,430	7,411	174,36	0,447						

NOTE

Provini indisturbati

La prova è stata eseguita con provini immersi in acqua sia in fase di consolidazione che in fase di taglio, come da norma

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO




LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi

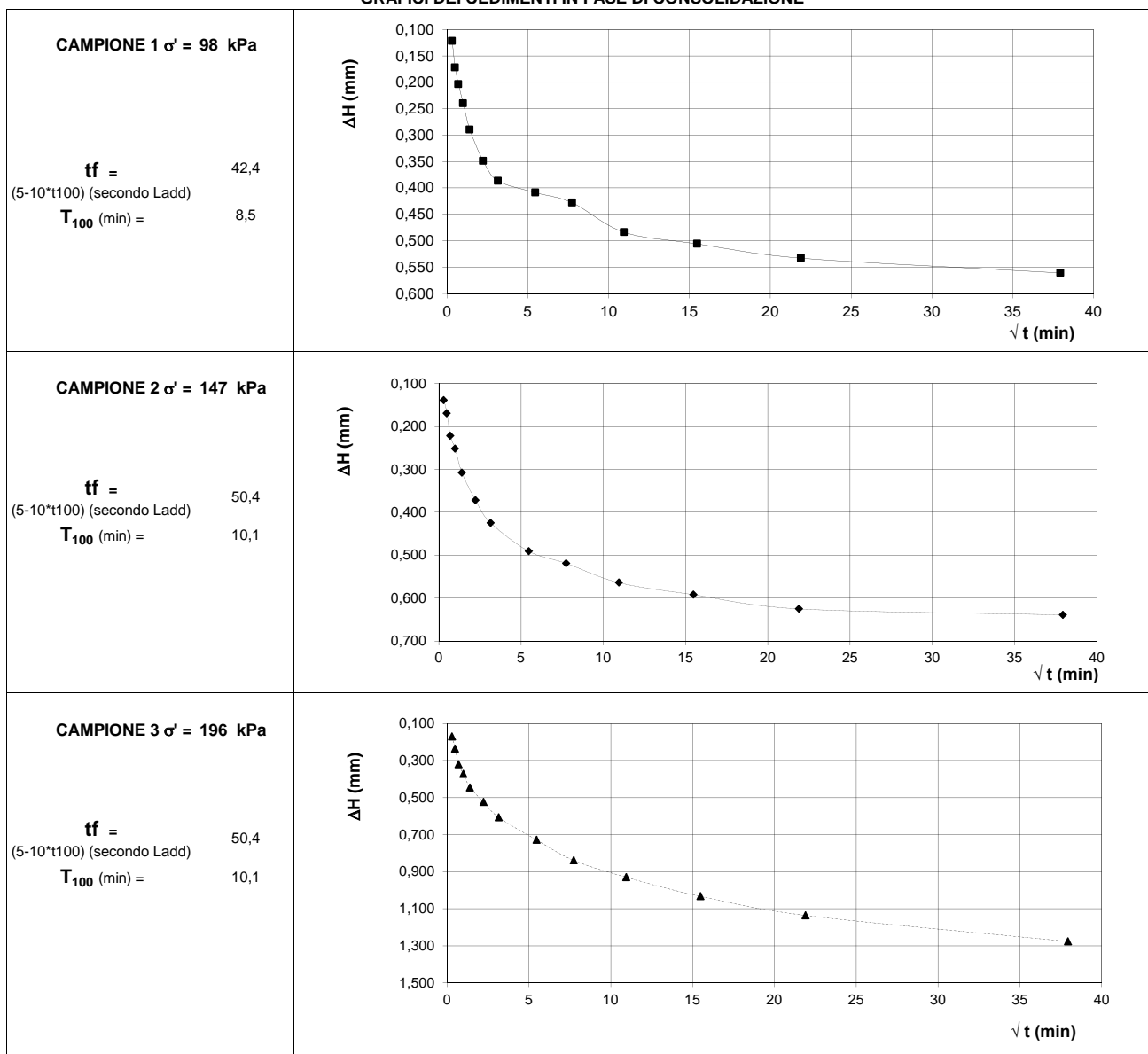


 <div>CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO</div> <div>Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it</div>	Geotek S.r.l.			SOND.: 1	PAGINA: 12 PAGINA CERTIFICATO 4 di 4 N° CERTIFICATO 13966 TD
	per Metropolitana di Roma			CAMP.: 1	
	Ampliamento Parcheggio			da m: 2,50	
	Stazione Anagnina - Roma			a m: 2,70	
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3495		
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 29/07/19	DATA FINE PROVA 02/08/19		

DATI SPERIMENTALI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE


CAMPIONE 1 $\sigma' = 98$ kPa			CAMPIONE 2 $\sigma' = 147$ kPa			CAMPIONE 3 $\sigma' = 196$ kPa			CAMPIONE 4 $\sigma' =$		
\sqrt{t}	t (min)	CED. (mm)	\sqrt{t}	t (min)	CED. (mm)	\sqrt{t}	t (min)	CED. (mm)	\sqrt{t}	t (min)	CED. (mm)
0,3	0,1	0,122	0,3	0,1	0,139	0,3	0,1	0,171	0,3	0,1	
0,5	0,25	0,172	0,5	0,25	0,170	0,5	0,25	0,236	0,5	0,25	
0,7	0,5	0,204	0,7	0,5	0,222	0,7	0,5	0,321	0,7	0,5	
1,0	1	0,240	1,0	1	0,252	1,0	1	0,373	1,0	1	
1,4	2	0,290	1,4	2	0,308	1,4	2	0,446	1,4	2	
2,2	5	0,349	2,2	5	0,372	2,2	5	0,524	2,2	5	
3,2	10	0,387	3,2	10	0,425	3,2	10	0,607	3,2	10	
5,5	30	0,409	5,5	30	0,491	5,5	30	0,729	5,5	30	
7,7	60	0,428	7,7	60	0,519	7,7	60	0,839	7,7	60	
11,0	120	0,484	11,0	120	0,564	11,0	120	0,930	11,0	120	
15,5	240	0,506	15,5	240	0,592	15,5	240	1,033	15,5	240	
21,9	480	0,533	21,9	480	0,625	21,9	480	1,136	21,9	480	
37,9	1440	0,561	37,9	1440	0,639	37,9	1440	1,277	37,9	1440	

GRAFICI DEI CEDIMENTI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE



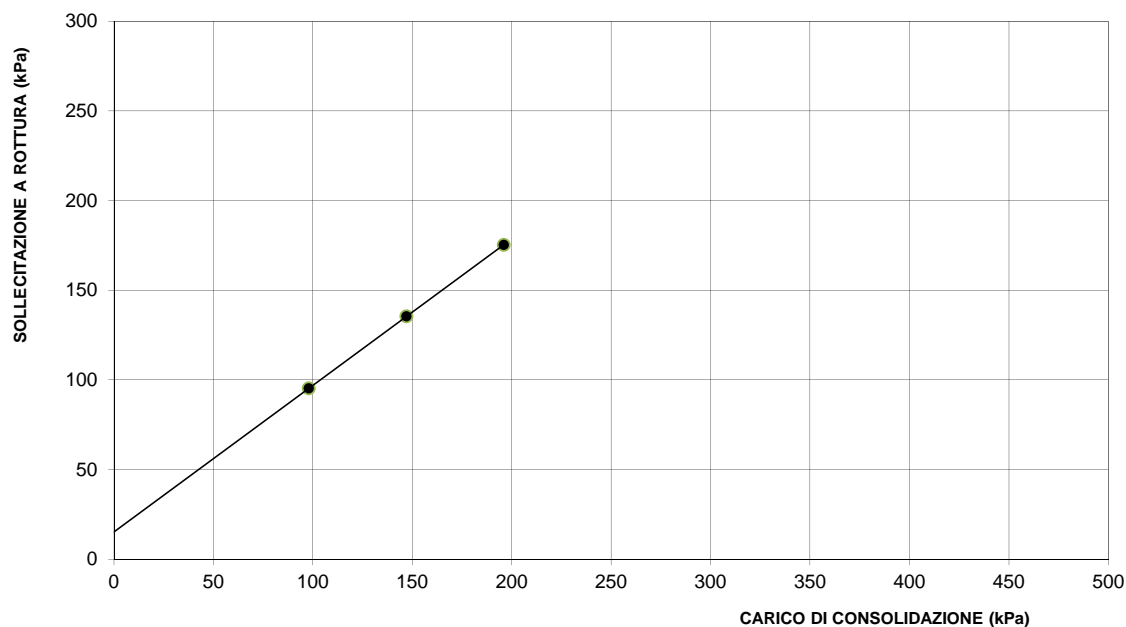
LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi

 <div>CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO</div> <div>Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it</div>	Geotek S.r.l. per Metropolitana di Roma		SOND.: 1 CAMP.: 1	PAGINA: 13
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 2,50 a m: 2,70	PAGINA ALLEGATO 1 DI 1
	DATA INIZIO PROVA 29/07/19		DATA FINE PROVA 02/08/19	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.
ASTM D 3080

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO



RISULTATI TAGLIO DRENATO

COESIONE EFFICACE (kPa)	15
ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE	39

NOTE

LA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI E' UNA LINEA DI INTERPOLAZIONE SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.

**FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE
CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE**

CARATTERISTICHE CHIMICHE

[illegible]

CARATTERISTICHE FISICHE

$\square \text{MD} \square \square \square \square \square \square \text{R} \square \square$	\mathbf{W}_n	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{O} \text{D} \square \square \square \text{O} \square \text{M} \square \square \square \square \square \text{R} \square \square$	γ_n	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{m} \square$
$\square \text{D} \square \square \square \text{D} \square \square \square \square \text{O} \square \square$	\mathbf{e}	$\square \square \square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{O} \text{D} \square \square \square \text{O} \square \text{M} \square \square \square \square \square \text{O}$	γ_d	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{m} \square$
$\square \text{OR} \text{O} \square \square \square \square$	\mathbf{n}	$\square \square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{O} \text{D} \square \square \square \text{O} \square \text{M} \square \square \square \square \square \text{RO}$	γ_{sat}	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{m} \square$
$\text{GR} \square \text{DO} \text{D} \square \square \square \square \square \text{R} \square \square \square$	\mathbf{S}_r	$\square \square \square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{O} \square \square \square \square \square \square \square \text{O} \text{D} \square \text{GR} \square \square \square \square \square \square$	γ_s	$\square \square \square \square \square \square \square$	$\square \square \square \text{m} \square$

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)					
GHIAIA (%): mm	SABBIA (%): mm	LIMO (%): mm	ARGILLA (%): mm	 ML	 A-4

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

[illegible]


CARATTERISTICHE MECCANICHE

[illegible]

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

[illegible]

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> M <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> yd <input type="text"/> <input type="text"/> m ³
INDICE CBR (5,0) (%) =	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> D <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> M <input type="text"/> <input type="text"/> D <input type="text"/> y <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> m ³	<input type="text"/> M <input type="text"/> D <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.			SOND.: 1	PAGINA: 15 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	per Metropolitana di Roma			CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma			da m: 6,00 a m: 6,50	
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824		ID. INTERNO: 3496	
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 24/07/19		DATA APERTURA CAMPIONE 26/07/19		DATA EMISSIONE CERTIFICATO 27/08/19	

SCHEDA CAMPIONE

CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	50	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	85

DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI


POCKET(kPa)	V.TEST(kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE	
/	/			Sabbia con limo debolmente argillosa debolmente ghiaiosa di colore marrone molto scuro, leggermente saldata, con poca plasticità alla manipolazione.	
/	/				
/	/		← TD		
/	/				
/	/				
/	/	Basso	STATO DICHIARATO DEL CAMPIONE: INDISTURBATO		REAZIONE ALL'HCl: ASSENTE
SABBIA CON LIMO DEB.ARGILLOSA DEB.GHIAIOSA				CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981):	1

DETERMINAZIONI ESEGUITE


PROVE ESEGUITE		DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	X	26/07/19	01/08/19	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE	X	29/07/19	31/07/19	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	X	30/07/19	31/07/19	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA	X	29/07/19	01/08/19	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG	X	26/08/19	27/08/19	PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.	X	29/07/19	02/08/19	PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO				DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA				PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA				DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO UU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)				PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

NOTE

--

LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Rentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 16
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio		da m: 6,00	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Stazione Anagnina - Roma		a m: 6,50	
N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824		ID. INTERNO 3496	N° CERTIFICATO 13967 wn
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 26/07/19		DATA FINE PROVA 01/08/19

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE W_n
ASTM D 2216

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO DEB.ARGILLOSA DEB.GHIAIOSA
--	---	--

PROVA DI RIFERIMENTO	W_1	W_2	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	29,99	29,76					29,17	29,82	29,38	
P.UMIDO+CAPS. (g)	81,52	81,61					63,27	68,54	71,51	
P.SECCO+CAPS. (g)	71,83	72,28					56,41	60,2	62,36	
W (%)	23,2	21,9					25,2	27,5	27,7	

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)										
P.UMIDO+CAPS. (g)										
P.SECCO+CAPS. (g)										
W (%)										


MEDIA VALORI W_n	26,8	MEDIA VALORI W_n	/	MEDIA VALORI W_n	/	W_n MEDIO TOTALE
TRATTO PROVA TD	(%)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL		25,1 (%)

NOTE

I contenuti d'acqua naturale W_1 e W_2 si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE


Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.			SOND.: 1	PAGINA: 17 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1 N° CERTIFICATO 13968 pv
	per Metropolitana di Roma			CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma			da m: 6,00 a m: 6,50	
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3496	DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19
DATA INIZIO PROVA 29/07/19		DATA FINE PROVA 31/07/19			

PESO DI VOLUME NATURALE γ_n
ASTM D 2937

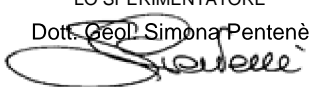
Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO DEB.ARGILLOSA DEB.GHIAIOSA
--	---	--

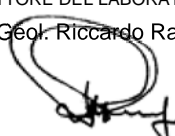
PROVA DI RIFERIMENTO	γ_{n1}	γ_{n2}	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
VOL. FUST. (cm ³)							71,28	71,28	71,28	
P. FUST. (g)							50,31	50,31	50,31	
PESO TOTALE (g)							172,56	174,85	177,78	
γ_n (kN/m ³)							16,82	17,13	17,54	


PROVA DI RIFERIMENTO	UU	UU	UU	ELL	ELL	ELL	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
VOL. FUST. (cm ³)										
P. FUST. (g)										
PESO TOTALE (g)										
γ_n (kN/m ³)										

MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA TD	17,16 (kN/m ³)	MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA Trx CID	/	MEDIA VALORI γ_n TRATTO PROVA ELL	/	γ_n MEDIO TOTALE 17,16 (kN/m³)
--	-------------------------------	---	---	---	---	--

NOTE

LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 18
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO
	Ampliamento Parcheggio		da m: 6,00	1 di 1
	Stazione Anagnina - Roma		a m: 6,50	N° CERTIFICATO
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3496	13969 PGR
DATA RICEVIMENTO CAMP.	24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF.	27/08/19	DATA INIZIO PROVA 30/07/19 DATA FINE PROVA 31/07/19

PESO SPECIFICO DEI GRANULI γ_s
ASTM D 854

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO DEB.ARGILLOSA DEB.GHIAIOSA
--	---	--

NUMERO PICNOMETRO	4	7		γ_s	MEDIA DI 2 MISURAZIONI	27,41 (kN/m ³)
TEMPERATURA (°C)	28,3	28,2				
PESO PICNOMETRO + ACQUA (g)	207,76	207,68		γ_s	RIFERITO A 20°C	27,36 (kN/m ³)
PESO PICNOMETRO + ACQUA + TERRA (g)	217,51	217,40				
PESO TERRA SECCA (g)	15,17	15,14		Gs	(γ_s/γ_w)	2,790
PESO SPECIFICO γ_s (kN/m ³)	27,43	27,40				

NOTE

--

LO SPERIMENTATORE


Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 19 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1 N° CERTIFICATO 13970 GR
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 6,00 a m: 6,50	
N° VERBALE 937		N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3496	
RICEV. CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 29/07/19	DATA FINE PROVA 01/08/19	

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

CIOTTOLI %	0,0	GHIAIA %	5,3	SABBIA %	46,0	LIMO %	41,1	ARGILLA %	7,6	IND.GRUPPO	4
D ₁₀ (mm)	0,006	D ₃₀ (mm)	0,031	D ₅₀ (mm)	0,066	D ₆₀ (mm)	0,132	COEFF.DI UNIFORMITA'		23,9	
PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)			52,5	PERCENT. ARGILLA < 0,002 mm			4,9	COEFF.DI CURVATURA		1,3	
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI DI UDDEN-WENTWORTH:						SABBIA CON LIMO DEB.ARGILLOSA DEB.GHIAIOSA					
CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981)				1	IND.		CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: <div>Ghiaia = 5,3% Sabbia = 46% Limo = 43,9% Argilla = 4,9%</div>				
CLASSIFICAZIONE AASHTO				A-4							
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S.				ML							

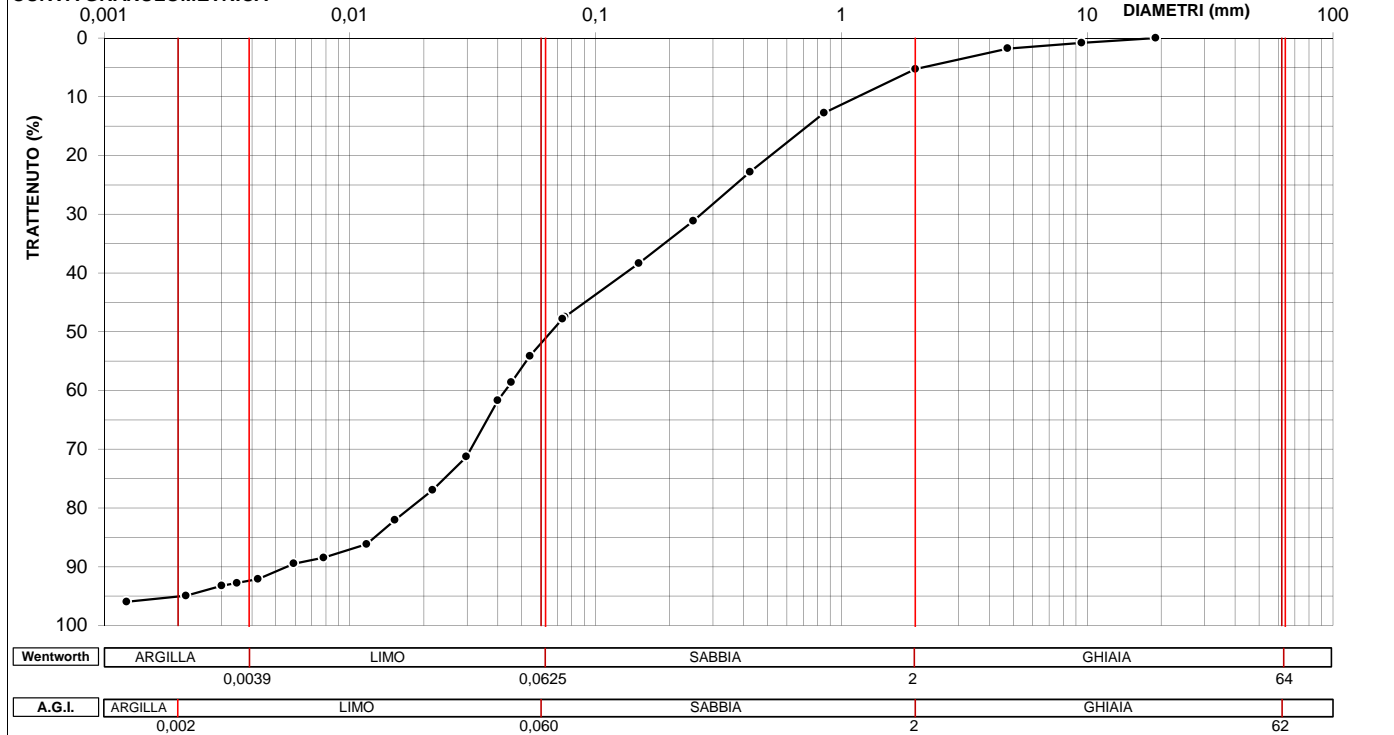
VAGLIATURA

Setacci	Diametri (mm)	Trattenuto (%)
12"	304,8000	0,00
6"	152,4000	0,00
3"	76,2000	0,00
2"	50,8000	0,00
1,5"	38,1000	0,00
1"	25,0000	0,00
3/4"	19,0000	0,00
3/8"	9,5000	0,85
4	4,7500	1,79
10	2,0000	5,29
20	0,8500	12,77
40	0,4250	22,80
60	0,2500	31,15
100	0,1500	38,36
200	0,0750	47,46

SEDIMENTAZIONE

Diametri (mm)	Trattenuto (%)
0,0733	47,81
0,0541	54,13
0,0454	58,62
0,0400	61,67
0,0298	71,26
0,0217	76,97
0,0153	82,06
0,0117	86,14
0,0078	88,45
0,0059	89,46
0,0042	92,12
0,0035	92,77
0,0030	93,23
0,0022	94,94
0,0012	95,95

CURVA GRANULOMETRICA



LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 20
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 6,00 a m: 6,50	
DATA INIZIO PROVA		29/07/19	DATA FINE PROVA	01/08/19
				PAGINA ALLEGATO 1 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

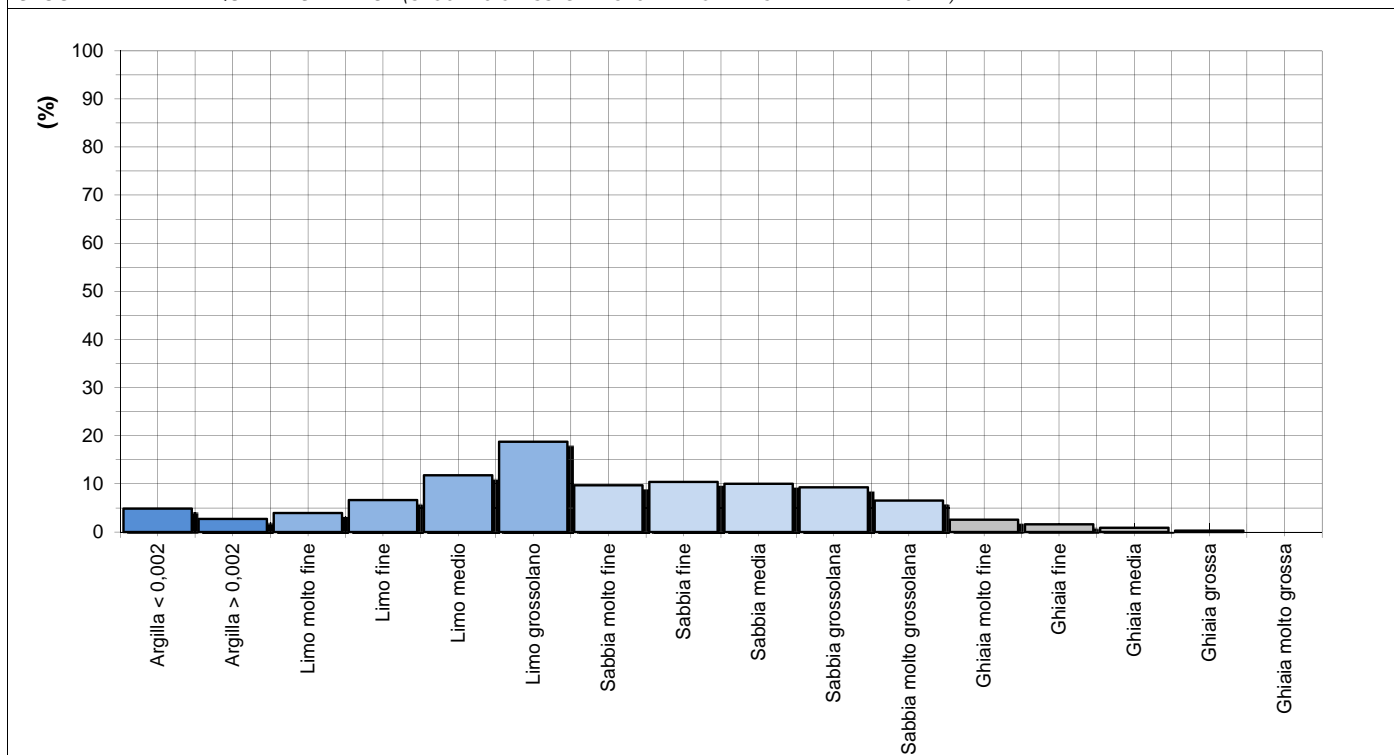
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	K_G	1,0	curva mesocurtica	Mean Size	3,6
SIMMETRIA	Sk_i	-0,1	curva simmetrica	Median (φ)	3,9
CLASSAZIONE	σ_i	2,9	sedimento molto poco classato	Classi modali (φ)	
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: SABBIA CON LIMO DEB.GHIAIOSA				4,4	5,4

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)

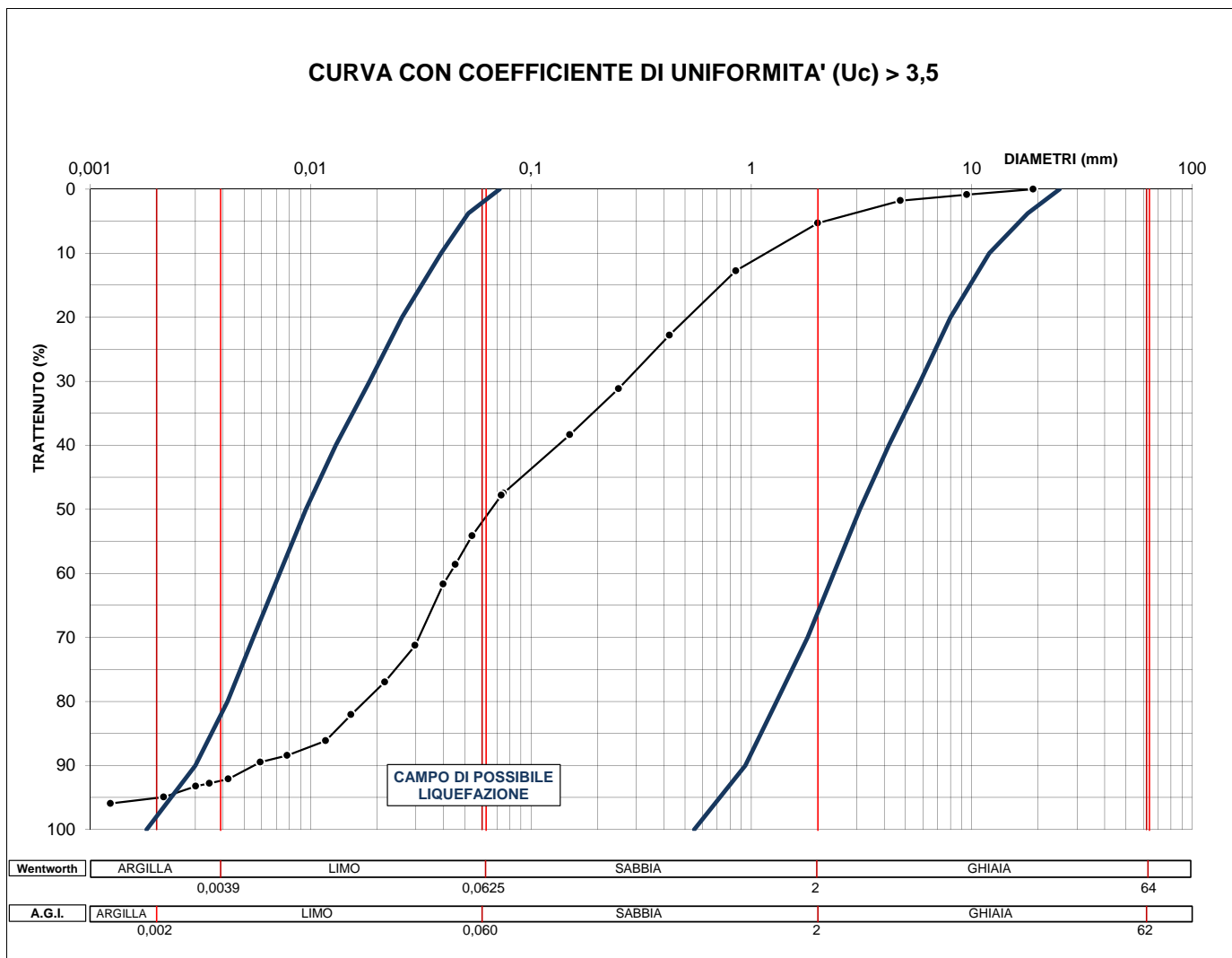



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 21
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 6,00 a m: 6,50	
DATA INIZIO PROVA		29/07/19	DATA FINE PROVA	01/08/19
				PAGINA ALLEGATO 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

VERIFICA GRANULOMETRICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 22	
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	PAGINA CERTIFICATO	
	Ampliamento Parcheggio		da m: 6,00	1 di 1	
	Stazione Anagnina - Roma		a m: 6,50	N° CERTIFICATO	
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3496	13971 LM	
RICEV. CAMP.	24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF.	27/08/19	DATA INIZIO PROVA 26/08/19	DATA FINE PROVA 27/08/19

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

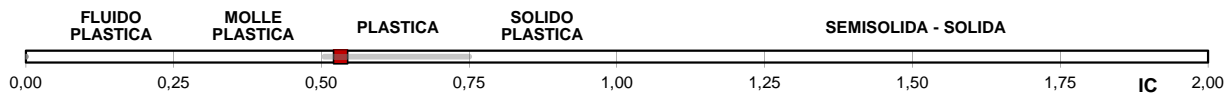
ASTM D 4318

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	SABBIA CON LIMO DEB.ARGILLOSA DEB.GHIAIOSA
--	---	--

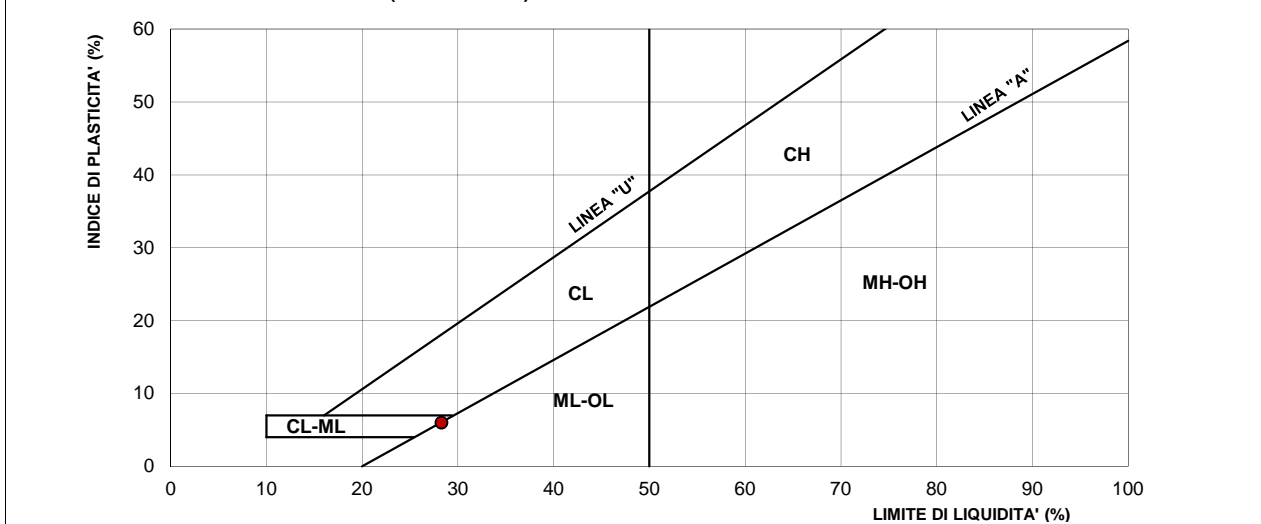
DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

DETERMINAZIONE	1 W _L	2 W _L	3 W _L	4 W _L	1 W _P	2 W _P
UMIDITA'	29,45	28,54	27,40		22,47	22,11
N° COLPI	13	23	40		Media	22,29

LIMITE DI LIQUIDITA' (W _L)	28,3	(%)	CONTENUTO NAT. D'ACQUA (W _n)	25,1	(%)
LIMITE DI PLASTICITA' (W _P)	22,3	(%)	INDICE DI CONSISTENZA (IC)	0,53	(-)
LIMITE DI RITIRO (W _S)		(%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	1,2	(-)
INDICE DI PLASTICITA' (IP)	6,0	(%)	CONSISTENZA SECONDO IC	Plastica	
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-4		CLASSIF. ABACO DI PLASTICITA'	ML-OL	



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE (NORME ASTM)



NOTE

LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 23 PAGINA CERTIFICATO 1 di 4
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 6,00 a m: 6,50	N° CERTIFICATO 13972 TD
N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824		ID. INTERNO 3496	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 29/07/19		DATA FINE PROVA 02/08/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. ASTM D 3080

CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE E AL TAGLIO

PROVINO N°	LATO L (mm)	ALTEZZA H (mm)	INIZIO CONS. VOL. (cm³)	UMIDITA' NAT. Wn (%)	PESO DI VOL. γ_n (kN/m³)	CONSOLIDAZIONE 24 h		FINE CONSOL. VOL. (cm³)	VELOCITA' (mm/min)	VALORI DI SFORZO MAX.	
						σ' (kPa)	CEDIM. (mm)			τ (kPa)	δ_t (mm)
1	60,00	19,80	71,28	25,2	16,82	98	0,458	69,6	0,006	77,43	1,875
2	60,00	19,80	71,28	27,5	17,13	147	0,825	68,3	0,006	116,25	5,151
3	60,00	19,80	71,28	27,7	17,54	196	1,248	66,8	0,006	149,52	6,925

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	INDISTURBATO	SABBIA CON LIMO DEB.ARGILLOSA DEB.GHIAIOSA
--	---	--------------	--

DIAGRAMMA SFORZO / SPOSTAMENTI

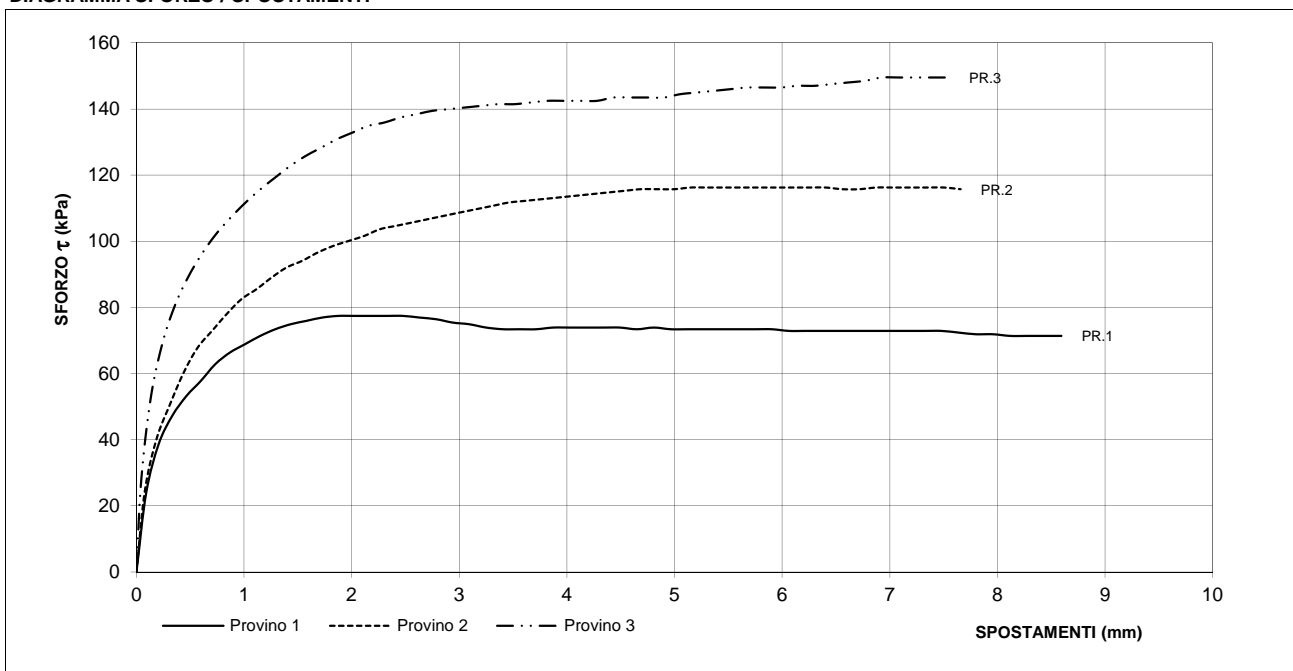
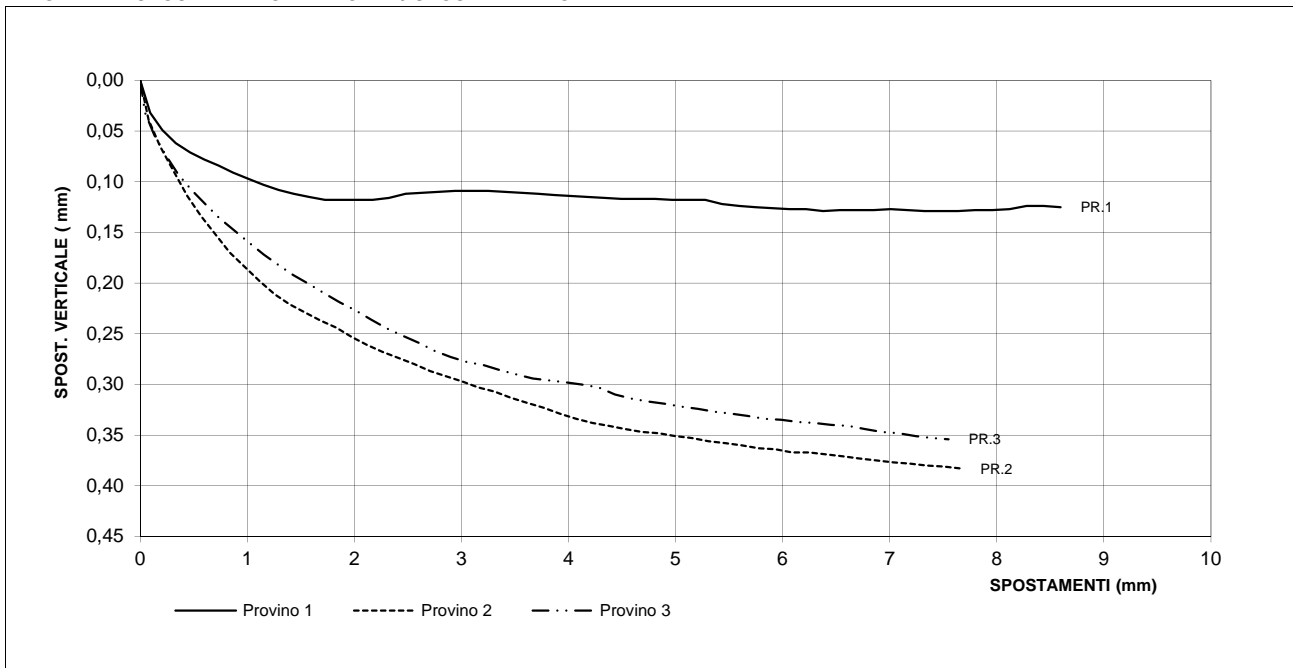


DIAGRAMMA SPOSTAMENTO VERTICALE / SPOSTAMENTI ORIZZ.



LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 24 PAGINA CERTIFICATO 2 di 4 N° CERTIFICATO 13972 TD
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 6,00 a m: 6,50	
N° VERBALE 937		N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3496	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19		DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 29/07/19	DATA FINE PROVA 02/08/19

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

PROVINO 1						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 98					
Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,714	73,40	0,112	7,797	71,89	0,128			
0,091	23,99	0,032	3,871	73,90	0,113	7,958	71,89	0,128			
0,206	38,61	0,049	4,028	73,90	0,114	8,119	71,38	0,127			
0,332	47,18	0,062	4,183	73,90	0,115	8,279	71,38	0,124			
0,465	53,23	0,071	4,340	73,90	0,116	8,437	71,38	0,124			
0,598	57,77	0,078	4,493	73,90	0,117	8,594	71,38	0,125			
0,732	62,81	0,084	4,649	73,40	0,117						
0,868	66,34	0,091	4,807	73,90	0,117						
1,008	68,86	0,097	4,965	73,40	0,118						
1,150	71,38	0,103	5,121	73,40	0,118						
1,290	73,40	0,108	5,277	73,40	0,118						
1,433	74,91	0,112	5,433	73,40	0,122						
1,578	75,92	0,115	5,592	73,40	0,124						
1,725	76,93	0,118	5,749	73,40	0,125						
1,875	77,43	0,118	5,904	73,40	0,126						
2,023	77,43	0,118	6,062	72,89	0,127						
2,169	77,43	0,118	6,219	72,89	0,127						
2,322	77,43	0,116	6,377	72,89	0,129						
2,477	77,43	0,112	6,535	72,89	0,128						
2,631	76,93	0,111	6,692	72,89	0,128						
2,786	76,42	0,110	6,850	72,89	0,128						
2,938	75,42	0,109	7,009	72,89	0,127						
3,092	74,91	0,109	7,166	72,89	0,128						
3,250	73,90	0,109	7,324	72,89	0,129						
3,406	73,40	0,110	7,481	72,89	0,129						
3,560	73,40	0,111	7,638	72,39	0,129						

PROVINO 2						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 147					
Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,611	112,22	0,318	7,658	115,75	0,383			
0,078	24,50	0,039	3,765	112,72	0,323						
0,186	40,13	0,065	3,919	113,22	0,329						
0,312	50,71	0,090	4,071	113,73	0,334						
0,439	60,29	0,114	4,224	114,23	0,338						
0,569	67,85	0,134	4,376	114,74	0,341						
0,702	72,89	0,152	4,530	115,24	0,344						
0,837	77,94	0,170	4,686	115,75	0,347						
0,975	82,47	0,184	4,842	115,75	0,348						
1,115	85,50	0,198	4,997	115,75	0,351						
1,256	89,03	0,211	5,151	116,25	0,353						
1,394	92,05	0,221	5,307	116,25	0,356						
1,539	94,07	0,229	5,464	116,25	0,358						
1,684	96,59	0,237	5,620	116,25	0,360						
1,830	98,61	0,244	5,775	116,25	0,363						
1,974	100,12	0,253	5,931	116,25	0,364						
2,117	101,63	0,261	6,087	116,25	0,367						
2,263	103,65	0,268	6,244	116,25	0,367						
2,411	104,65	0,274	6,403	116,25	0,369						
2,560	105,66	0,280	6,559	115,75	0,371						
2,707	106,67	0,287	6,717	115,75	0,373						
2,855	107,68	0,292	6,875	116,25	0,375						
3,004	108,69	0,297	7,032	116,25	0,377						
3,157	109,70	0,303	7,189	116,25	0,378						
3,309	110,70	0,307	7,346	116,25	0,380						
3,460	111,71	0,313	7,502	116,25	0,381						

LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 25
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 6,00 a m: 6,50	PAGINA CERTIFICATO 3 di 4
N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824		ID. INTERNO 3496	N° CERTIFICATO 13972 TD
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 29/07/19		DATA FINE PROVA 02/08/19

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

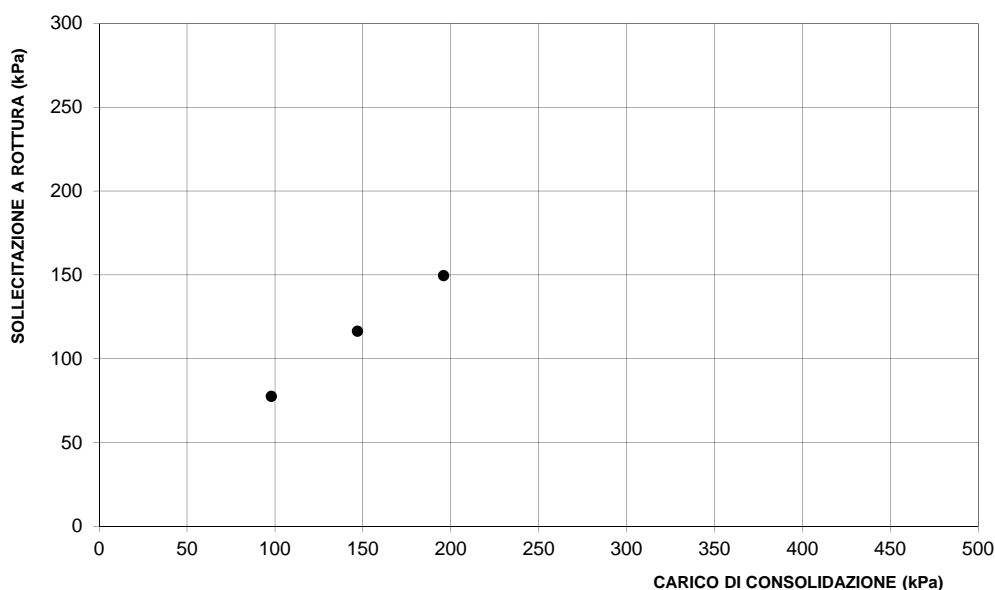
PROVINO 3						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 196					
Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)	Spost. or. (mm)	Sforzo τ (kPa)	Spost. ver. (mm)
0,000	0,00	0,000	3,511	141,46	0,290	7,549	149,52	0,354			
0,044	27,52	0,032	3,664	141,96	0,294						
0,131	52,23	0,054	3,819	142,46	0,296						
0,239	68,86	0,074	3,973	142,46	0,298						
0,356	80,46	0,093	4,126	142,46	0,300						
0,478	89,03	0,108	4,281	142,46	0,303						
0,606	96,08	0,122	4,432	143,47	0,310						
0,739	102,13	0,136	4,589	143,47	0,314						
0,876	107,18	0,148	4,745	143,47	0,317						
1,014	111,71	0,160	4,901	143,47	0,319						
1,153	115,75	0,172	5,054	144,48	0,322						
1,289	119,27	0,182	5,210	144,99	0,324						
1,430	122,80	0,192	5,367	145,49	0,327						
1,574	125,83	0,201	5,521	145,99	0,329						
1,719	128,35	0,210	5,675	146,50	0,331						
1,863	130,87	0,219	5,829	146,50	0,334						
2,009	132,89	0,227	5,987	146,50	0,335						
2,156	134,90	0,236	6,143	147,00	0,337						
2,304	135,91	0,245	6,299	147,00	0,338						
2,453	137,42	0,252	6,456	147,51	0,340						
2,603	138,43	0,259	6,612	148,01	0,341						
2,750	139,44	0,267	6,769	148,51	0,344						
2,901	139,94	0,273	6,925	149,52	0,347						
3,054	140,45	0,278	7,082	149,52	0,348						
3,206	140,95	0,281	7,241	149,52	0,351						
3,359	141,46	0,286	7,397	149,52	0,353						

NOTE

Provini indisturbati

La prova è stata eseguita con provini immersi in acqua sia in fase di consolidazione che in fase di taglio, come da norma

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO




LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi

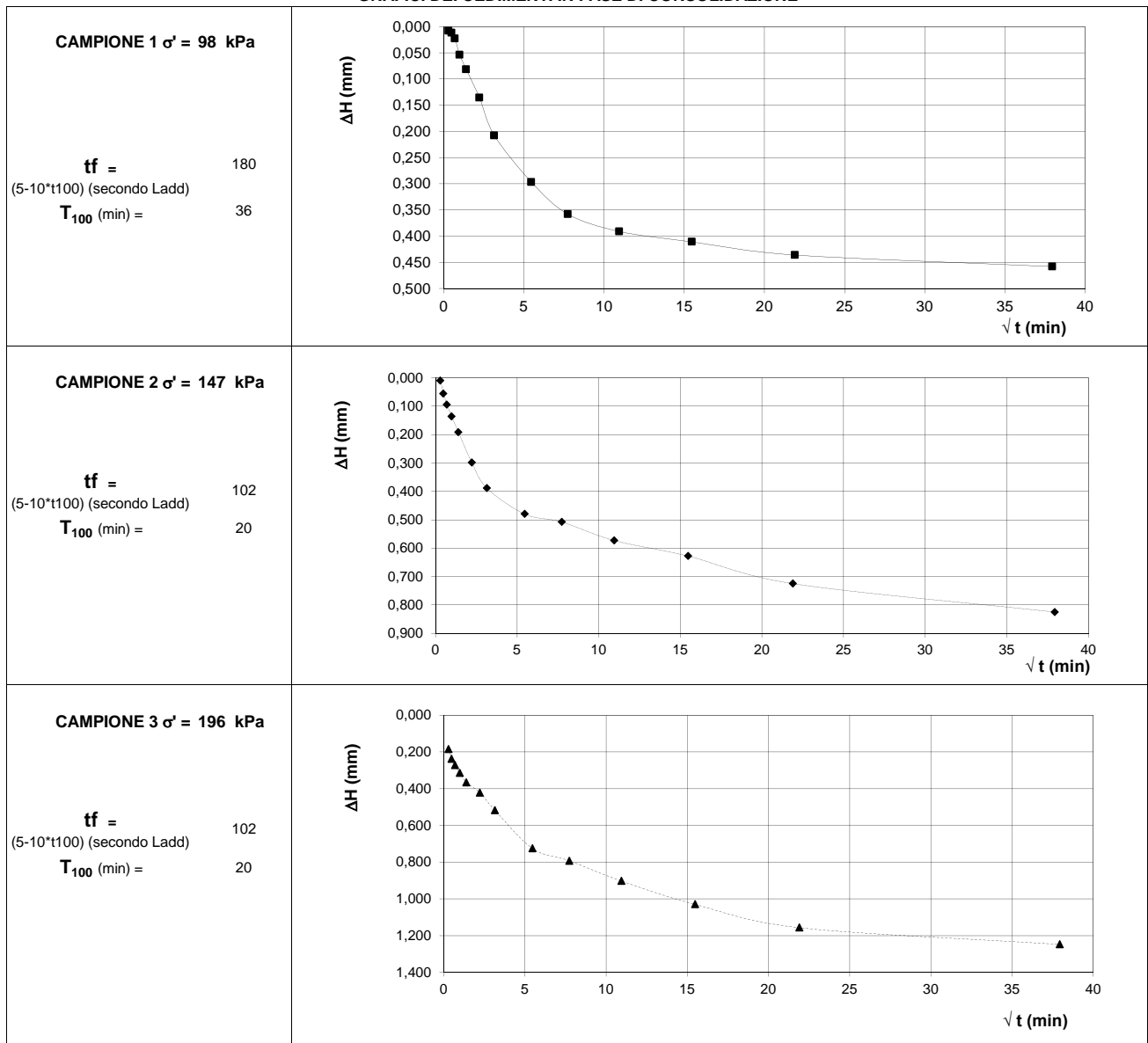


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l.		SOND.: 1	PAGINA: 26 PAGINA CERTIFICATO 4 di 4 N° CERTIFICATO 13972 TD
	per Metropolitana di Roma		CAMP.: 2	
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 6,00 a m: 6,50	
	N° VERBALE 937	N° COMMESSA 824	ID. INTERNO 3496	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 24/07/19	DATA EMISSIONE CERTIF. 27/08/19	DATA INIZIO PROVA 29/07/19	DATA FINE PROVA 02/08/19	

DATI SPERIMENTALI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE


CAMPIONE 1 $\sigma' = 98$ kPa			CAMPIONE 2 $\sigma' = 147$ kPa			CAMPIONE 3 $\sigma' = 196$ kPa			CAMPIONE 4 $\sigma' =$		
\sqrt{t}	t (min)	CED. (mm)	\sqrt{t}	t (min)	CED. (mm)	\sqrt{t}	t (min)	CED. (mm)	\sqrt{t}	t (min)	CED. (mm)
0,3	0,1	0,008	0,3	0,1	0,010	0,3	0,1	0,185	0,3	0,1	
0,5	0,25	0,012	0,5	0,25	0,056	0,5	0,25	0,238	0,5	0,25	
0,7	0,5	0,023	0,7	0,5	0,095	0,7	0,5	0,273	0,7	0,5	
1,0	1	0,054	1,0	1	0,136	1,0	1	0,315	1,0	1	
1,4	2	0,082	1,4	2	0,192	1,4	2	0,367	1,4	2	
2,2	5	0,136	2,2	5	0,299	2,2	5	0,422	2,2	5	
3,2	10	0,208	3,2	10	0,389	3,2	10	0,518	3,2	10	
5,5	30	0,297	5,5	30	0,480	5,5	30	0,726	5,5	30	
7,7	60	0,358	7,7	60	0,508	7,7	60	0,793	7,7	60	
11,0	120	0,391	11,0	120	0,573	11,0	120	0,903	11,0	120	
15,5	240	0,411	15,5	240	0,628	15,5	240	1,030	15,5	240	
21,9	480	0,436	21,9	480	0,725	21,9	480	1,157	21,9	480	
37,9	1440	0,458	37,9	1440	0,825	37,9	1440	1,248	37,9	1440	

GRAFICI DEI CEDIMENTI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE



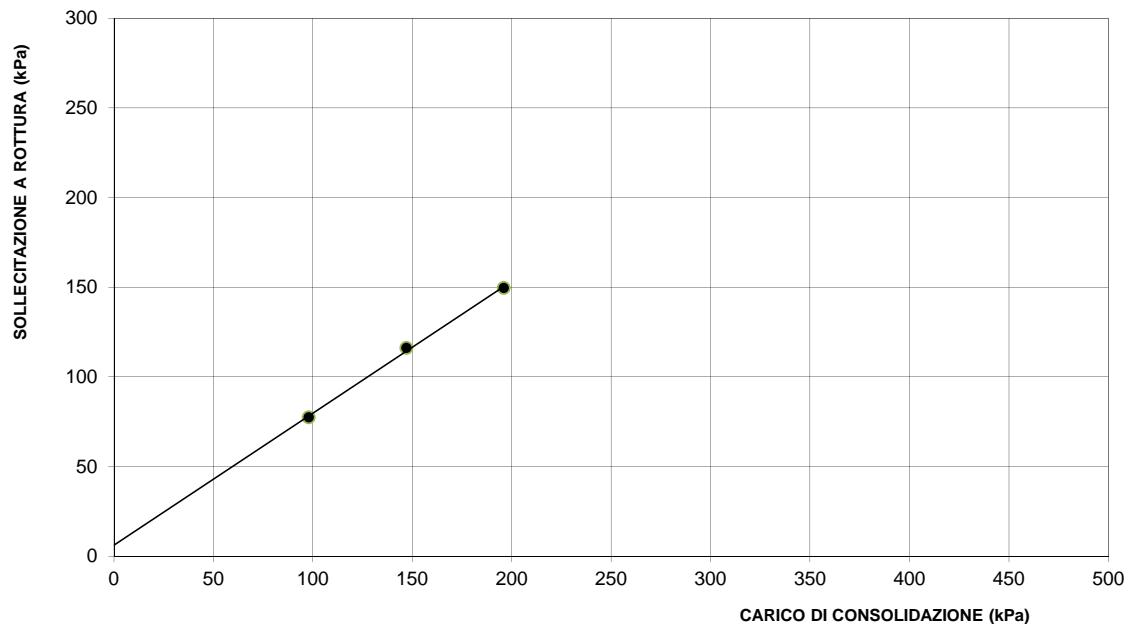
LO SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Riccardo Rampi

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geotek S.r.l. per Metropolitana di Roma		SOND.: 1 CAMP.: 2	PAGINA: 27
	Ampliamento Parcheggio Stazione Anagnina - Roma		da m: 6,00 a m: 6,50	PAGINA ALLEGATO 1 DI 1
	DATA INIZIO PROVA	29/07/19	DATA FINE PROVA	02/08/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.
ASTM D 3080

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO



RISULTATI TAGLIO DRENATO

COESIONE EFFICACE (kPa)	6
ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE	36

NOTE

LA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI E' UNA LINEA DI INTERPOLAZIONE SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.



VIA COSTA DEL FORNO
03010 PIGLIO FR
TEL-FAX 0775/728132
email: geotek2014@libero.it
P.E.C.: geotek-srl@pec.it

Allegato D

- RELAZIONE TECNICA SULLE PROVE DI CARICO SU PIASTRA -

Spett. le
GEOTEK S.r.l.
Via Castagnola,6
03012 - Anagni (FR)

ROMA CAPITALE

PROVE DI CARICO SU PIASTRA
ESEGUITE PRESSO IL PARCHEGGIO
DELLA STAZIONE METRO A "ANAGNINA"

RELAZIONE TECNICA

ELABORATO:	1/1		Esecuzione delle prove Geol. Massimo Lenoci	Responsabile del progetto Geol. Massimo Lenoci
REVISIONE:	Rev1			
DATA:	24/07/2019			
LAVORO:	379/19			
CNG S.r.l. Sede Legale e Uffici Tecnici: Via Squinzano, 87 - 00133 - Roma Tel. e Fax. 06 2018088 - www.congeo.it cng@congeo.it - cngsrl@pec.it C. F. e P. I.V.A. 11215291003 - R.E.A. n. 1287827 - c.s. 10.000,00 € i.v. Certificazione Ufficiale - Settore "A" - Prove di laboratorio sui terreni AUT. MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI n. 4537 del 13/04/2012 Azienda con Sistema Qualità certificato N° IT239744			Elaborazione delle prove Geol. Riccardo Rampi	

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	PRINCIPI METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	3
3	RISULTATI	5
	ALLEGATI	6

1 PREMESSA

Su incarico della Geotek Srl, nell'ambito del progetto di un nuovo parcheggio multipiano presso la stazione della metropolitana di Roma - linea A "Anagnina", sono state eseguite, n. 4 prove di carico su piastra in corrispondenza dei punti di indagine indicati dalla Committenza.

Le prove sono state realizzate all'interno di pozzetti profondi 60 cm realizzati allo scopo con un escavatore meccanico Komatsu PC30; come mezzo di contrasto è stato utilizzato un autocarro Mercedes Aveco da 14 quintali.

Il materiale interessato dai *tests* risulta composto da materiali di riporto costituiti da piroclastiti pozzolanacee a grana prevalentemente sabbiosa con elementi tufacei, carbonatici e frammenti di laterizi.

Qui di seguito vengono illustrate la strumentazione e le modalità di esecuzione e di elaborazione; in allegato si riportano gli elaborati relativi a ciascuna singola prova e la documentazione fotografica.

2 PRINCIPI METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

La prova di carico su piastra (P.L.T.) viene eseguita principalmente per il controllo dei terreni o dello strato di fondazione o dello strato di supporto.

Il test interessa direttamente il piano superficiale oppure il fondo di uno scavo (pozzetto o trincea); viene eseguito per gradini di carico successivi e consente di determinare direttamente il modulo di compressibilità M_E .

La Norma SNV 670317a, adottata per le prove in oggetto, come accennato permette di controllare lo stato di addensamento del terreno, la bontà dei materiali dello strato di fondazione o di supporto ed è, inoltre, ritenuta valida come prova di controllo in corso d'opera o come prova di collaudo del comportamento globale degli strati.

La relazione che permette di calcolare il modulo di compressibilità o coefficiente M_E del terreno è data da:

$$ME = \left[\frac{\Delta p}{\Delta s} \right] \times D \quad [\text{kN/m}^2] \quad (1)$$

essendo:

- Δp = incremento di pressione unitaria trasmesso alla piastra tra due gradini di carico $[\text{kN/m}^2]$
- Δs = incremento del cedimento in mm per il corrispondente gradino di carico
- D = diametro della piastra (298,5 mm)

Per l'esecuzione delle prove è stata impiegata una strumentazione marca Belladonna costituita da una piastra circolare in acciaio di area pari a 700 cm^2 (diametro 298,5 mm), dello spessore di 20 mm, considerata infinitamente rigida, ed un martinetto idraulico di carico capace di erogare sulla piastra pressioni maggiori di 700 kN/m^2 .

Il collegamento alla struttura di contrasto è assicurato da un raccordo con giunto a rotula, con due piastre in acciaio con cave sferiche affacciate ad una sfera in acciaio, dotata di ghiera di fissaggio; all'occorrenza possono essere usate eventuali prolunghe di collegamento in acciaio interposte tra la struttura di contrasto ed il martinetto di carico.

Per la lettura dei cedimenti si è fatto uso di tre comparatori micrometrici di precisione e sensibilità di 0,01 mm, disposti sulla corona collegata alla piastra a 120° l'uno dall'altro in maniera da poter mediare eventuali cedimenti differenziali.

I comparatori sono retti da appositi bracci sostenuti a loro volta da travi rigidi di sostegno. I piedi di detto telaio di riferimento sono stati collegati a sufficiente distanza (almeno 70 cm) dalla piastra e dagli appoggi del contrasto, in modo da poter evitare qualsiasi reciproca influenza.

L'alimentazione del martinetto è assicurata da una pompa idraulica corredata di manometro tarato con sensibilità e precisione di 10 kN/m². Il contrasto è rappresentato da un escavatore di grosse dimensioni con massa superiore a 30 t, mentre l'appoggio è costituito nella maniera più semplice dalla struttura dello stesso mezzo.

Al momento della prova il terreno presentava il suo contenuto d'acqua in condizioni di normalità; è stato successivamente pulito dagli elementi estranei e spianato a mano. La base di appoggio della piastra è stata regolarizzata da un sottile spessore di sabbia, in modo tale da assicurare al piano di prova l'orizzontalità della piastra stessa, verificata in ogni caso con livella in bolla.

Dopo aver posizionato la piastra a contrasto con l'escavatore e fissato il dispositivo per la misura dei cedimenti, viene assicurato alla stessa un appoggio uniforme tramite un carico di assestamento pari a 20 kN/m².

Manovrando con cura il martinetto è stato poi applicato un primo gradino di 50 kN/m² di carico totale seguito dai successivi gradini (150, 250, 350 kN/m²). Al termine di questo primo ciclo si è dapprima riportato il carico a 50 kN/m² poi sono stati effettuati altri due steps (150 e 250 kN/m²) al fine di realizzare un secondo ciclo (gradini indicati dalla norma per i materiali costituenti lo strato di fondazione). A due minuti dall'applicazione di ciascun gradino di carico sono state effettuate le letture ai comparatori micrometrici.

Durante la prova è stata posta particolare attenzione a non modificare in alcun modo il dispositivo per la prova stesso, evitando vibrazioni e scosse di qualsiasi parte dell'attrezzatura.

Per il calcolo del coefficiente M_E è stata utilizzata la formula (1) già riportata, con i cedimenti rilevati nell'intervallo tra 150 e 250 kN/m² per il primo ed il secondo ciclo di carico.

Nel diagramma carichi/cedimenti vengono riportate, in corrispondenza delle letture al manometro, le medie delle letture ai comparatori relative ai cedimenti a stabilizzazione avvenuta.

3 RISULTATI

Nella tabella seguente la presentazione sintetica dei principali risultati ottenuti.

	SITO	Anagnina	Anagnina	Anagnina	Anagnina
	PROVA N°	1	2	3	4
	A METRI	0.60	0.60	0.60	0.60
Modulo di compr. ME1 intervallo 150-250 (kN/m ²)		84322	93281	97549	68203
Modulo di compr. ME2 intervallo 150-250 (kN/m ²)		155199	157105	143510	142143
Qualità costipamento ME1/ME2 (-)		0.543	0.594	0.680	0.480
Residuo plastico (%)		64.25	63.35	67.83	65.83

In allegato si forniscono i certificati delle prove eseguite con la parametrizzazione completa dei terreni testati.

ALLEGATI TECNICI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CERTIFICATI PROVE DI CARICO SU PIASTRA



Prova in pozzetto 1



Prova in pozzetto 2



Prova in pozzetto 3



Prova in pozzetto 4



Preparazione del pozzetto – Rimozione dello strato di asfalto



Strumentazione utilizzata

 CNG S.r.l. Via Squinzano, 87 00133 - Roma GeotecnicaGeofisicaGeognostica Tel 06 2018088 cng@congeo.it	COMMITTENTE:		SITO:		Anagnina
	GEOTEK Srl		PROVA N°		1
	OPERA:		N° COMMESSA:		379
	Parcheggio Metropolitana Stazione Anagnina		N° CERTIFICATO:		125 PLT
DATA ESECUZIONE PROVA	22/07/19	DATA ELABORAZIONE PROVA	23/07/19	DATA EMISSIONE CERTIFICATO	23/07/19

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

(SECONDO NORMATIVA SNV 670317a)

DATI GENERALI

Diametro della piastra	298.5	(mm)	C _d	Coeff. di forma e rigidezza	0.75	(-)
Area della piastra	700.0	(cm ²)	v	Coefficiente di Poisson	/	(-)

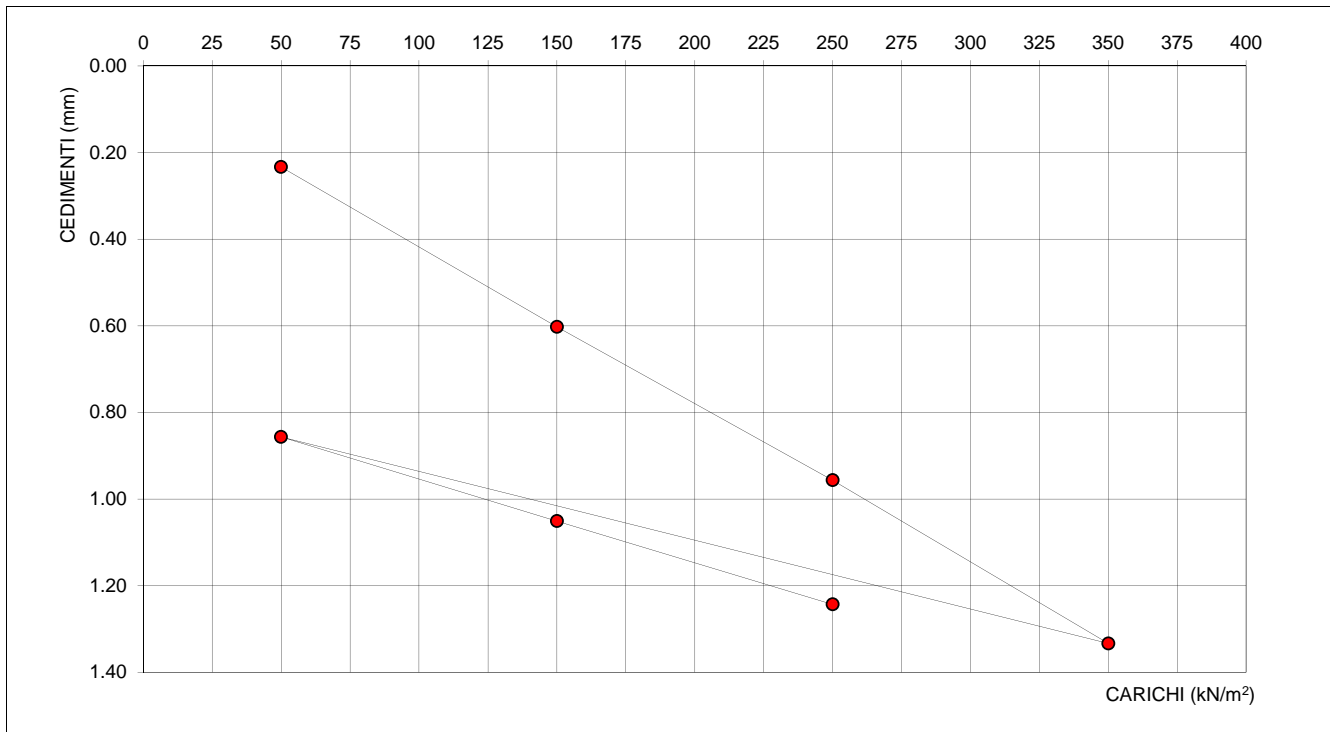
DATI DI CAMPAGNA

Carico applicato P (kN/m ²)		CICLI DI CARICO										
		50	150	250	350	50	150	250				
Cedimenti dopo 2' (mm)		0.18	0.19	0.22	0.25	0.21	0.27	0.31				
		0.28	0.70	1.07	1.42	1.08	1.23	1.36				
		0.25	0.92	1.58	2.33	1.28	1.66	2.06				
Valore medio cedimenti (mm)		0.23	0.60	0.96	1.33	0.86	1.05	1.24				
Superficie in prova:		strato di fondazione			Materiale in prova:		Materiale di riporto costituito da matrice piroclastica sabbioso-limosa contenente elementi tufacei, carbonatici e frammenti di laterizi					
Profondità dal piano campagna (m):		0.60										

RISULTATI

Cedimento Δs_1 (mm) per Δp (kN/m ²)	150-250	0.35	M_{E1}	Modulo di compressibilità primo ciclo di carico	
Variazione di pressione Δp_1 (kN/m ²)	150-250	100		intervallo 150-250	84322 (kN/m ²)
Cedimento Δs_2 (mm) per Δp (kN/m ²)	150-250	0.19	M_{E2}	Modulo di compressibilità secondo ciclo di carico	
Variazione di pressione Δp_2 (kN/m ²)	150-250	100		intervallo 150-250	155199 (kN/m ²)
Cedimento totale	1.33	(mm)	Qualità costipamento (M _{E1} /M _{E2})		0.543 (-)
Ritorno elastico	35.75	(%)	Residuo plastico		64.25 (%)

DIAGRAMMA CARICHI / CEDIMENTI



NOTE

OPERATORE Dott. Geol. Massimo Lenoci	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO Dott. Geol. Riccardo Rampi
---	--

 CNG S.r.l. Via Squinzano, 87 00133 - Roma GeotecnicaGeofisicaGeognostica Tel 06 2018088 cng@congeo.it	COMMITTENTE:	GEOTEK Srl	SITO:	Anagnina
	OPERA:	Parcheggio Metropolitana Stazione Anagnina	PROVA N°	2
	DATA ESECUZIONE PROVA	22/07/19	N° COMMESSA:	379
	DATA ELABORAZIONE PROVA	23/07/19	N° CERTIFICATO:	126 PLT
	DATA EMISSIONE CERTIFICATO	23/07/19		

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

(SECONDO NORMATIVA SNV 670317a)

DATI GENERALI

Diametro della piastra	298.5	(mm)	C _d	Coeff. di forma e rigidezza	0.75	(-)
Area della piastra	700.0	(cm ²)	ν	Coefficiente di Poisson	/	(-)

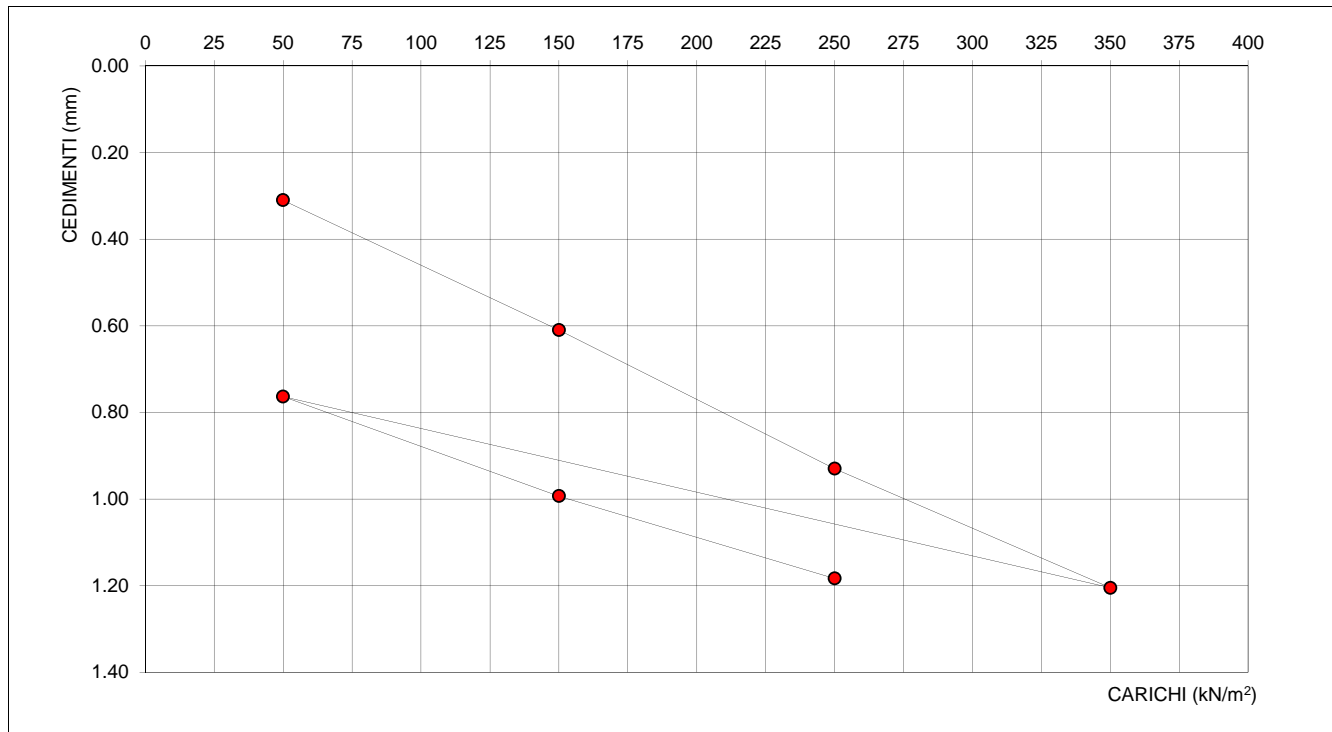
DATI DI CAMPAGNA

Carico applicato P (kN/m ²)	CICLI DI CARICO										
	50	150	250	350	50	150	250				
Cedimenti dopo 2' (mm)	0.53	1.21	1.77	2.25	1.92	1.82	2.12				
	0.30	0.49	0.78	1.08	0.18	0.64	0.82				
	0.10	0.13	0.24	0.29	0.19	0.52	0.61				
Valore medio cedimenti (mm)	0.31	0.61	0.93	1.21	0.76	0.99	1.18				
Superficie in prova:	strato di fondazione			Materiale in prova:		Materiale di riporto costituito da matrice sabbiosa prevalentemente pozzolanacea con frammenti di tufo, laterizi e malta					
Profondità dal piano campagna (m):	0.60										

RISULTATI

Cedimento Δs ₁ (mm) per Δp (kN/m ²)	150-250	0.32	M_{E1}	Modulo di compressibilità primo ciclo di carico	
Variazione di pressione Δp ₁ (kN/m ²)	150-250	100		intervallo 150-250	93281 (kN/m ²)
Cedimento Δs ₂ (mm) per Δp (kN/m ²)	150-250	0.19	M_{E2}	Modulo di compressibilità secondo ciclo di carico	
Variazione di pressione Δp ₂ (kN/m ²)	150-250	100		intervallo 150-250	157105 (kN/m ²)
Cedimento totale	1.21	(mm)	Qualità costipamento (M _{E1} /M _{E2})		0.594 (-)
Ritorno elastico	36.65	(%)	Residuo plastico		63.35 (%)

DIAGRAMMA CARICHI / CEDIMENTI




NOTE

OPERATORE	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
-----------	------------------------------

Dott. Geol. Massimo Lenoci

Dott. Geol. Riccardo Rampi

 CNG S.r.l. Via Squinzano, 87 00133 - Roma GeotecnicaGeofisicaGeognostica Tel 06 2018088 cng@congeo.it	COMMITTENTE:		GEOTEK Srl		SITO:	Anagnina
	OPERA:		Parcheggio Metropolitana Stazione Anagnina		PROVA N°	3
					N° COMMESSA:	379
					N° CERTIFICATO:	127 PLT
DATA ESECUZIONE PROVA	22/07/19	DATA ELABORAZIONE PROVA	23/07/19	DATA EMISSIONE CERTIFICATO	23/07/19	

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

(SECONDO NORMATIVA SNV 670317a)

DATI GENERALI

Diametro della piastra	298.5	(mm)	C _d	Coeff. di forma e rigidità	0.75	(-)
Area della piastra	700.0	(cm ²)	ν	Coefficiente di Poisson	/	(-)

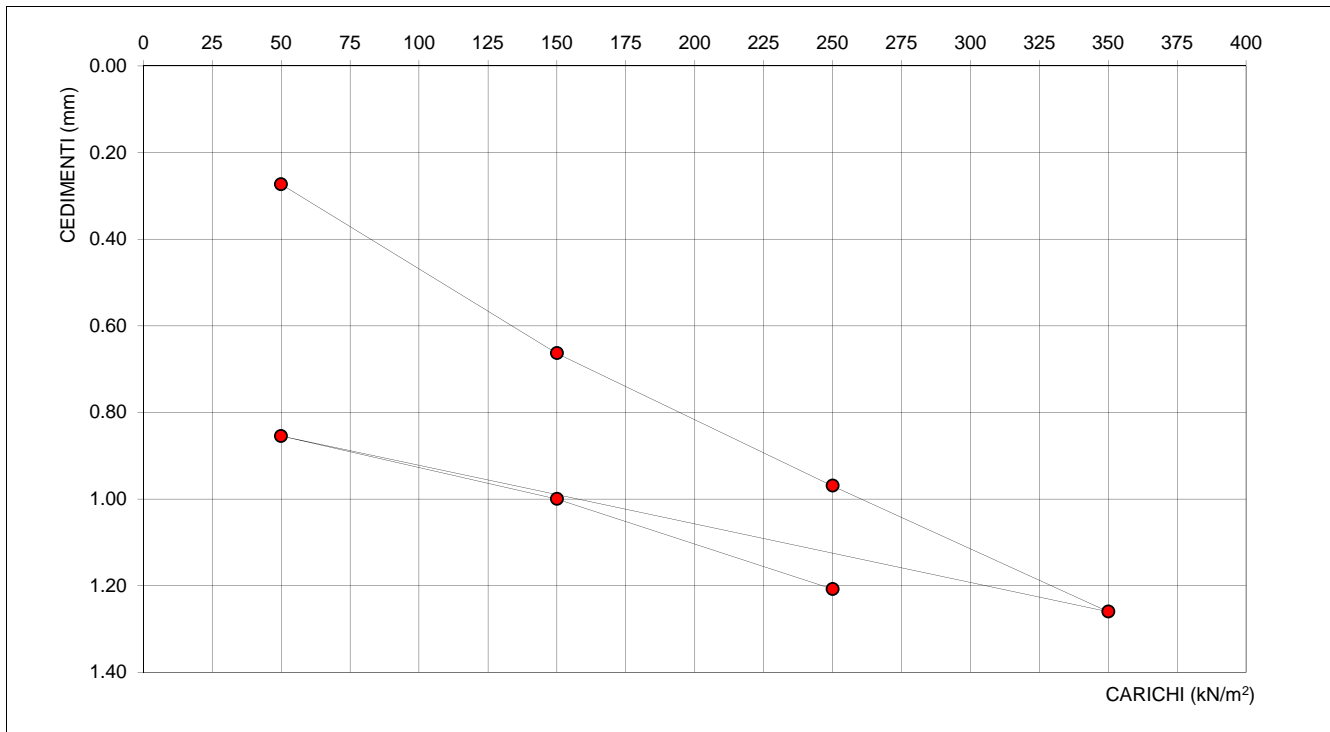
DATI DI CAMPAGNA

Carico applicato P (kN/m²)	CICLI DI CARICO											
	50	150	250	350	50	150	250					
Cedimenti dopo 2' (mm)	0.14	0.30	0.43	0.62	0.44	0.54	0.70					
	0.30	0.76	1.13	1.34	1.08	1.13	1.28					
	0.39	0.94	1.35	1.83	1.04	1.34	1.65					
Valore medio cedimenti (mm)	0.27	0.66	0.97	1.26	0.85	1.00	1.21					
Superficie in prova:	strato di fondazione			Materiale in prova: Terreno di riporto costituito da matrice sabbiosa prevalentemente pozzolanacea con elementi tufacei								
Profondità dal piano campagna (m):	0.60											

RISULTATI

Cedimento Δs ₁ (mm) per Δp (kN/m ²)	150-250	0.31	M_{E1}	Modulo di compressibilità primo ciclo di carico		
Variazione di pressione Δp ₁ (kN/m ²)	150-250	100		intervallo 150-250	(kN/m ²)	97549 (kN/m ²)
Cedimento Δs ₂ (mm) per Δp (kN/m ²)	150-250	0.21	M_{E2}	Modulo di compressibilità secondo ciclo di carico		
Variazione di pressione Δp ₂ (kN/m ²)	150-250	100		intervallo 150-250	(kN/m ²)	143510 (kN/m ²)
Cedimento totale	1.26	(mm)	Qualità costipamento (M _{E1} /M _{E2})		0.680	(-)
Ritorno elastico	32.17	(%)	Residuo plastico		67.83	(%)

DIAGRAMMA CARICHI / CEDIMENTI




NOTE

OPERATORE	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
-----------	------------------------------

Dott. Geol. Massimo Lenoci

Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. Via Squinzano, 87 00133 - Roma GeotecnicaGeofisicaGeognostica Tel 06 2018088 cng@congeo.it	COMMITTENTE:		SITO:	Anagnina	
	GEOTEK Srl		PROVA N°	4	
	OPERA:		N° COMMESSA:	379	
	Parcheggio Metropolitana Stazione Anagnina		N° CERTIFICATO:	128 PLT	
DATA ESECUZIONE PROVA	22/07/19	DATA ELABORAZIONE PROVA	23/07/19	DATA EMISSIONE CERTIFICATO	23/07/19

PROVA DI CARICO SU PIASTRA

(SECONDO NORMATIVA SNV 670317a)

DATI GENERALI

Diametro della piastra	298.5	(mm)	C _d	Coeff. di forma e rigidezza	0.75	(-)
Area della piastra	700.0	(cm ²)	ν	Coefficiente di Poisson	/	(-)

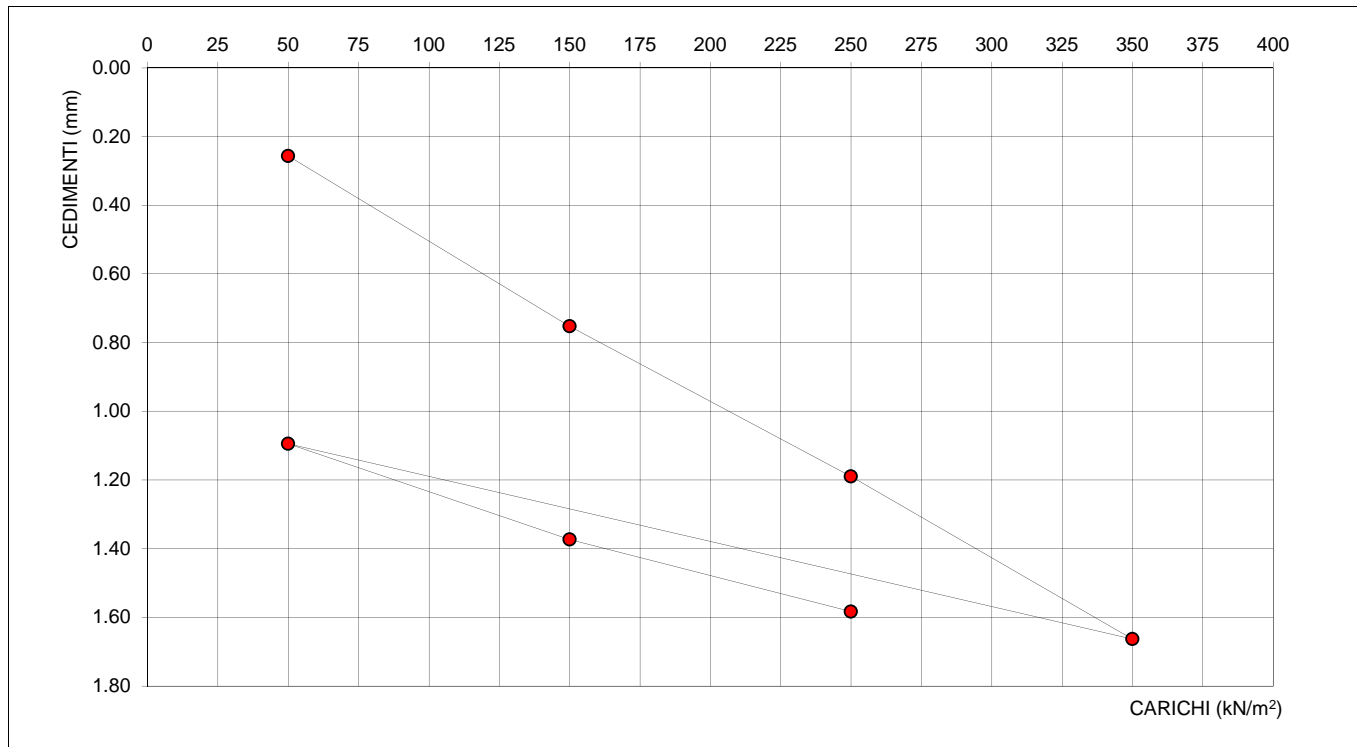
DATI DI CAMPAGNA

Carico applicato P (kN/m²)	CICLI DI CARICO											
	50	150	250	350	50	150	250					
Cedimenti dopo 2' (mm)	0.24	0.37	0.44	0.52	0.40	0.49	0.54					
	0.29	0.80	1.12	1.67	1.19	1.42	1.70					
	0.25	1.09	2.01	2.80	1.70	2.21	2.51					
Valore medio cedimenti (mm)	0.26	0.75	1.19	1.66	1.10	1.37	1.58					
Superficie in prova:	strato di fondazione		Materiale in prova:				Terreno di riporto costituito da matrice sabbiosa prevalentemente pozzolanacea con elementi tufacei e pezzame di asfalto					
Profondità dal piano campagna (m):	0.60											

RISULTATI

Cedimento Δs ₁ (mm) per Δp (kN/m ²)	150-250	0.44	M _{E1}	Modulo di compressibilità primo ciclo di carico	
Variazione di pressione Δp ₁ (kN/m ²)	150-250	100		intervallo 150-250 (kN/m ²)	68203 (kN/m ²)
Cedimento Δs ₂ (mm) per Δp (kN/m ²)	150-250	0.21	M _{E2}	Modulo di compressibilità secondo ciclo di carico	
Variazione di pressione Δp ₂ (kN/m ²)	150-250	100		intervallo 150-250 (kN/m ²)	142143 (kN/m ²)
Cedimento totale	1.66	(mm)	Qualità costipamento (M _{E1} /M _{E2})		0.480 (-)
Ritorno elastico	34.17	(%)	Residuo plastico		65.83 (%)

DIAGRAMMA CARICHI / CEDIMENTI



NOTE

OPERATORE	IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
-----------	------------------------------

Dott. Geol. Massimo Lenoci

Dott. Geol. Riccardo Rampi

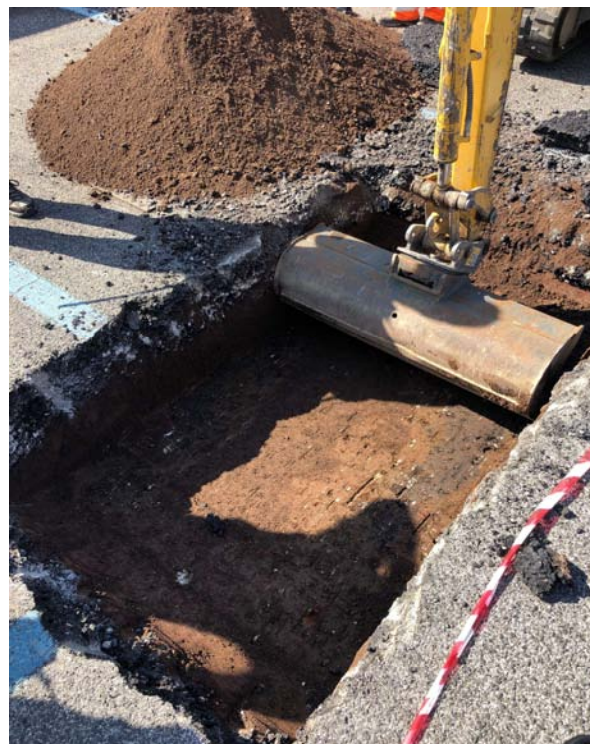


VIA COSTA DEL FORNO
03010 PIGLIO FR
TEL-FAX 0775/728132
email: geotek2014@libero.it
P.E.C.: geotek-srl@pec.it

Allegato E

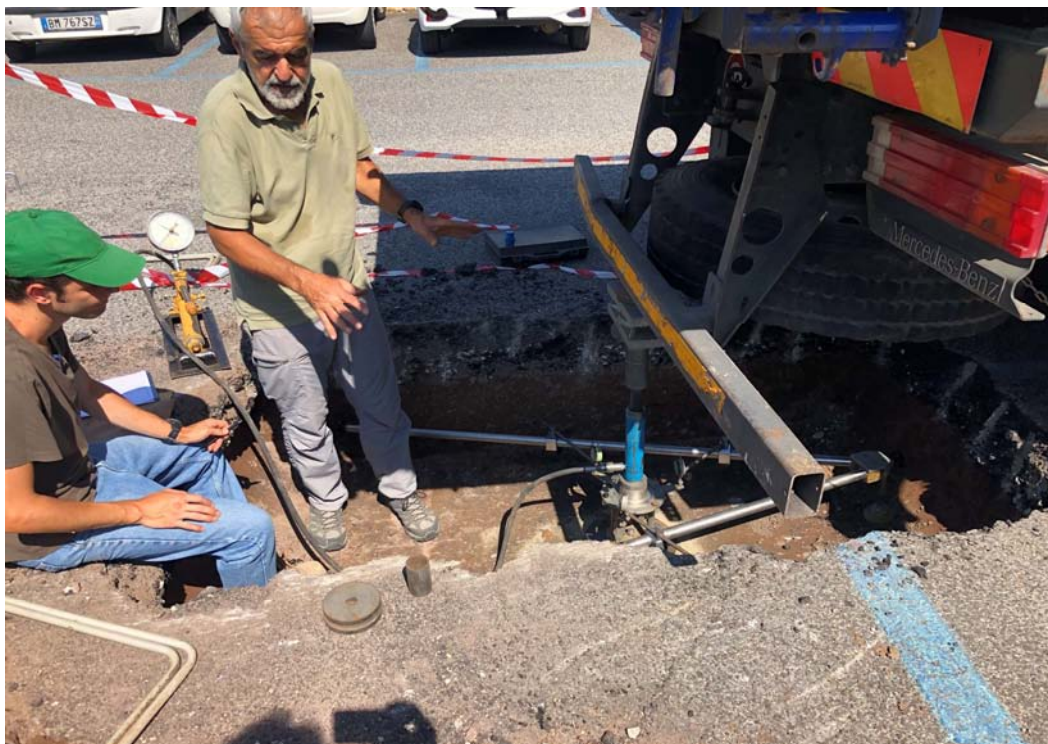
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA -

PRESCAVI



PROVE IN SITO

PROVE DI CARICO



SONDAGGI GEOGNOSTICI

POSTAZIONI



Sigla Sondaggio	S1	Data Inizio	22/07/2019
Profondità	10 m	Data Fine	22/07/2019

CASSETTE CATALOGATRICI

BOX n° 1 da 00.00 a 05.00 m



BOX n° 2 da 05.00 a 10.00 m



Sigla Sondaggio **S2** Data Inizio 23/07/2019

Profondità **10 m** Data Fine 23/07/2019

CASSETTE CATALOGATRICI

BOX n° 1 da 00.00 a 05.00 m



BOX n° 2 da 05.00 a 10.00 m



PROVE IN SITO

Multi-channel Analysis of Surface Waves (MASW)



SISTEMAZIONE AREE

