

COMUNE DI PALERMO



COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



IMPRESA ESECUTRICE:



## PROGETTO ESECUTIVO

### PRIMO LOTTO FUNZIONALE CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA

## PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO VOL. 1 DI 6

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA
R S 7 2	0 1	E	Z Z	P R	G E 0 0 0 1	0 0 1	A	

PROGETTAZIONE: ATI (Associazione Temporanea d'Imprese)



(Capogruppo Mandataria)



(Mandante)

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	Emissione	Anselmo	12.03.10	Bellomo	12.03.10	S. Esposito	12.03.10



di Cibella Carlo & C. s.n.c.

## Laboratorio di Geologia Tecnica



# Prove di Laboratorio

**COMUNE DI PALERMO**

**Metro ferrovia di Palermo, tratta  
Notarbartolo - Giachery - Politeama**

**COMMITTENTE:** *Geoind Geologia e geofisica s.a.s.*

Gennaio 2010

**Il Direttore Tecnico**  
Dott. Geol. Carlo Cibella

**GEOCIMA s.n.c. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via G. Sciuti 87/c - 90144 - Palermo**  
Sede operativa: Via Borremans, 36 - Palermo -  
Tel/Fax 0915609005 – Email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) - P.I. 04405870827

in attesa della concessione del Decreto Ministeriale Infrastrutture per prove sui terreni (settore A)

Nel mese di Dicembre dell'anno 2009 sono pervenuti al laboratorio complessivamente n° 5 campioni indisturbati contenuti in fustelle metalliche, sigillate tramite paraffina e nastro adesivo.

Dietro indicazione della ditta committente sui campioni descritti sono state effettuate le analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che quelli meccanici.

Seguendo il programma delle indagini di laboratorio, sono state svolte le seguenti prove:

- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm oppure tramite misura delle lunghezze;
- Determinazione del peso specifico dei grani;
- Determinazione dei limiti di consistenza (di liquidità, plasticità) sul passante allo staccio 40 della serie ASTM ( $\varnothing=0.42$  mm);
- Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ( $\varnothing=0,075$  mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD).  
Tale prova è stata presentata completa della diagrammazione delle curve spostamento ( $\delta$ ) – **deformazione verticale**, delle curve spostamento ( $\delta$ ) – tensione tangenziale ( $\tau$ ).
- Prova di compressione triassiale consolidata non drenata (CU);
- Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica;
- Prova di permeabilità a carico costante tramite permeometro.

• La determinazione del contenuto d'acqua (**W<sub>n</sub>**) è stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 105°.

La normativa di riferimento è la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

• Il Peso di Volume ( $\gamma$ ) è stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. Per i provini di natura lapidea il Peso di Volume è stato calcolato dal rapporto tra il volume del provino ed il peso dello stesso. La normativa di riferimento è la BS 1377: 1990

- Il peso specifico è stato calcolato sulla porzione di terra passante al setaccio ASTM N° 200. La normativa di riferimento è la BS 1377-90. ( $\varnothing=0.075$  mm), tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da  $100\text{ cm}^3$ .

La normativa di riferimento è la ASTM D 854-06.

- I limiti di consistenza (Atterberg) sono stati determinati in accordo alla normativa CNR-UNI 10014 ed alla ASTM D 4318-84.

Il limite di liquidità è stato calcolato mediante la coppa di Casagrande sulla sola frazione di terra passante al setaccio ASTM N° 40 ( $\varnothing=0.42$  mm); il metodo utilizzato è quello dell'interpolazione dei tre punti.

Il limite di plasticità è stato determinato tramite la manipolazione dello stesso materiale utilizzato per la determinazione del limite di liquidità, sino a quando, creando dei bastoncini aventi diametro di 3 mm, questi si screpolavano o rompevano.

- L'analisi granulometrica è stata realizzata tramite vagliatura meccanica per la porzione di terra avente grana di dimensione superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore viene riservata l'analisi per sedimentazione con il metodo del densimetro.

La serie di setacci utilizzata è ASTM D 422 ed UNI 8520.

Per il materiale fine è stata eseguita una procedura per via umida secondo la normativa ASTM D 2217 - Metodo A, seguendo le indicazioni di Bowles (1978).

- La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra 100 e circa 500  $\text{KN/m}^2$  (= tra circa 1 e 5  $\text{Kg/cm}^2$ ).

La normativa di riferimento è la ASTM D 3080-72.

- La prova di compressione triassiale CU è stata eseguita su provini cilindrici di diametro 3.8 cm ed altezza 7.6 cm. La velocità di deformazione è stata posta pari a 0.05 mm/min.

I provini sono stati preliminarmente saturati, mediante applicazione di gradini alternati di pressione in cella e di back pressure, sino ad un ottenimento del valore del parametro B di Skempton prossimo a 1.

I gradini di saturazioni sono stati effettuati applicando una back pressure inizialmente di 50 KPa e successivamente di 100 KPa. Una volta raggiunta la saturazione i provini sono stati sottoposti a consolidazione utilizzando pressioni di cella comprese 100 KPa e 500 KPa.

I risultati delle prove sono stati diagrammati in grafici  $(\sigma_1 - \sigma_3)/\varepsilon$  e  $\tau/\sigma$ . In quest'ultimo grafico sono riportati i cerchi di Mohr riferiti sia alle tensioni totali che a quelle effettive.

La normativa di riferimento è la ASTM D-4767.

- La prova di permeabilità in cella edometrica è stata eseguita su provini aventi altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm. La prova è stata eseguita dopo aver consolidato il provino secondo il carico litotastico a cui era sottoposto. La prova è stata eseguita a carico variabile, tramite l'uso di una buretta graduata riempita con acqua distillata in modo tale da raggiungere un carico idraulico iniziale di circa 50 cm. Successivamente si è proceduto con una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti. Le misure del K sono state effettuate nell'arco delle 24 h a tempi crescenti.

La normativa di riferimento è la ASTM D 2435-80, D 4186-82, D 4546-85.

- La prova di permeabilità a carico costante è stata eseguita previa saturazione del provino. Il carico idraulico costante è stato posto pari a 2.7 metri. La prova è stata condotta impiegando un cilindro graduato ad alta precisione che ci ha permesso di misurare il volume di acqua che permeava lungo il campione nell'unità di tempo. Sono state prese una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti.

La normativa di riferimento è la AASHTO T 215-70, ASTM D 2434-68, BS1377: Part5:1990.

Nelle pagine seguenti sono state riportate i seguenti elaborati:

- Certificati riferiti alle singole prove ed analisi eseguite.

Palermo, Gennaio 2010

**Il Direttore Tecnico del Laboratorio**

## ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	$\gamma_s$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume	$\gamma$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	$\gamma_i$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	$\gamma_f$	$KN/m^3$
Peso secco dell'unità di volume	$\gamma_d$	$KN/m^3$
Contenuto naturale d'acqua	<b>W<sub>n</sub></b>	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	<b>W<sub>i</sub></b>	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	<b>W<sub>f</sub></b>	%
Limite di Liquidità	<b>W<sub>l</sub></b>	%
Limite di Plasticità	<b>W<sub>p</sub></b>	%
Indice di Plasticità	<b>I<sub>p</sub></b>	%
Indice di Consistenza	<b>I<sub>c</sub></b>	-
Indice dei vuoti	<b>e</b>	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	<b>e<sub>o</sub></b>	-
Porosità	<b>N</b>	%
Coefficiente di saturazione	<b>S</b>	%
Coazione drenata	<b>c'</b>	$KN/m^2$
Coazione non drenata	<b>C<sub>u</sub></b>	$KN/m^2$
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	$\phi'$	Gradi
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	$\phi_u$	Gradi
Tensione tangenziale	$\tau$	$KN/m^2$
Tensione normale	$\sigma$	$KN/m^2$
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	<b>Q<sub>max</sub></b>	$KN/m^2$
Indice di resistenza normalizzato	<b>I<sub>s</sub> (50)</b>	$KN/m^2$
Modulo edometrico	<b>E<sub>d</sub></b>	$KN/m^2$
Indice di compressibilità	<b>A<sub>v</sub></b>	$m^2/KN$
Coefficiente di compressibilità di volume	<b>M<sub>v</sub></b>	$m^2/KN$
Coefficiente di consolidazione	<b>C<sub>v</sub></b>	$m^2/KN$
Coefficiente di permeabilità	<b>K</b>	cm/sec

**GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.**

**Laboratorio di analisi geotecniche**

In attesa della concessione del Decreto Ministeriale Infrastrutture  
per prove sui terreni (settore A).

Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827

Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo

Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it



## ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

**COMMITTENTE:** Geind Geologia e geofisica s.a.s.

**LOCALITA':** Comune di Palermo

**PROGETTO:** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**DATA RICEV. CAMPIONI:** 19/12/2009

**DATA EMISS. CERTIF.:** 13/01/10

**N° PROT.:** 32/09

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$W_n$	W1-Wp	Analisi gran.	Permeabilità a carico costante	Permeabilità a carico variabile	Taglio CD	Compressione Triassiale	E.L.L.
SE04	C1	3.50	*	*	*			*	*				
SE04	C2	6.50	*	*	*	*		*			*		
SE04	C3	8.50	*	*	*	*	*	*		*	*		
SE04	C4	13.00	*	*	*	*	*	*		*		CU	
SE04	C5	19.00	*	*	*	*	*	*		*	*		



## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

<b>CAMPIONE</b>	<b>PROF.</b> (m)	$\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	<b>W<sub>n</sub></b> %	<b>W<sub>l</sub></b> %	<b>W<sub>p</sub></b> %	<b>S</b> %	<b>n</b> %	<b>K</b> cm/sec
<b>SE04 C1</b>	<b>3.50</b>	17.04	25.88	17.04					34.16	1.03E-04
<b>SE04 C2</b>	<b>6.50</b>	16.17	26.16	10.38	55.80			97.82	60.33	
<b>SE04 C3</b>	<b>8.50</b>	16.66	26.19	11.85	40.54	41.42	20.53	89.43	54.75	3.36E-08
<b>SE04 C4</b>	<b>13.00</b>	16.66	26.04	11.40	46.24	48.38	20.80	95.48	56.24	2.21E-08
<b>SE04 C5</b>	<b>19.00</b>	16.80	26.08	11.90	41.16	43.46	23.44	91.79	54.37	1.55E-08

## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

<b>CAMPIONE</b>	<b>PROF.</b> (m)	<b>C'</b> KN/m <sup>2</sup>	$\phi'$ gradi	<b>C'(Res)</b> KN/m <sup>2</sup>	$\phi'$ (Res) gradi	<b>Q<sub>max</sub></b> KN/m <sup>2</sup>	<b>C<sub>u</sub></b> KN/m <sup>2</sup>	$\phi_u$ gradi
<b>SE04 C1</b>	<b>3.50</b>							
<b>SE04 C2</b>	<b>6.50</b>	6.54	34°					
<b>SE04 C3</b>	<b>8.50</b>	2.83	27°					
<b>SE04 C4</b>	<b>13.00</b>	16.5	21°				49.33	8°
<b>SE04 C5</b>	<b>19.00</b>	7.00	26°					



Certificato n° 1 del 13/01/10 Pag 1/2

**COMMITTENTE :** Geind Geologia e geofisica s.a.s.

**LOCALITA' :** Comune di Palermo

**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**SONDAGGIO :** SE04 **CAMPIONE :** C1 **PROFONDITA' :** 3.50 m

Data ricevimento camp: 19/12/09

Data esecuz. prova : 21/12/10

N° verb. accett.: 32/09

### DATI DICHIARATI

<b>Attrezzatura di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<b>Modalità di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

### VERIFICA CAMPIONI

<b>Contenitore del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
<b>Forma del campione</b>	<input type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input checked="" type="checkbox"/> Informe
<b>Condizioni del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<b>Tipo di campione</b>	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore



Certificato n° 1 del 13/01/10 Pag 2/2

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE04 **CAMPIONE :** C1 **PROFONDITA' :** 3.50 m

Data ricevimento camp: 19/12/09

Data esecuz. prova : 21/12/2010

N° verb. accett.: 32/09

### IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO		KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	<p>Sabbia limosa a grana grossolana di colore grigio, sciolta. Si riscontra la presenza di inclusi di natura calcarenitica di colore grigiastro aventi dimensioni variabili dal millimetro al centimetro. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da sabbia debolmente limosa con ghiaia.</p>
BASSO				

**Ident.:** Identificazione del campione  
**Gran.:** Analisi granulometrica  
**K:** Prova di permeabilità a carico costante

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 2 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **3.50 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 22/12/09 N° verb. accett.: 32/09

### DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	Peso umido lordo (mmN)
<b>Campione 1</b>	815.52	59.23	1836.30
<b>Campione 2</b>	815.52	59.23	1812.07
<b>Campione 3</b>	815.52	59.23	1826.10

	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_1$	17.234
$\gamma_2$	16.825
$\gamma_3$	17.062

**$\gamma$  medio: 17.040 KN/m<sup>3</sup>**

### DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 00/00/00

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wn (%)
<b>Campione 1</b>				
<b>Campione 2</b>				
<b>Campione 3</b>				

**Wn medio: %**

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 3 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **3.50 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 23/12/09 N° verb. accett.: 32/09

### DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	<b>P1</b> (mmN)	<b>P2</b> (mmN)	<b>P3</b> (mmN)	<b>P4</b> (mmN)	<b>T</b> (°C)	<b><math>\gamma_s</math></b> KN/m <sup>3</sup>
<b>Campione 1</b>	1161.70	1586.32	2401.65	2666.13	18	<b>25.996</b>
<b>Campione 2</b>	1158.26	1601.13	2271.91	2546.30	18	<b>25.771</b>

**$\gamma_s$  medio: 25.883 KN/m<sup>3</sup>**

- P1 = Peso picnometro
- P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
- P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
- P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 5 del 13/01/10 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **3.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 08/01/10 N° verb. accett.: 32/09

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

**P.S.N. Totale : 684.18 gr**  
**P.S.N. passante 200 : 113.68 gr**  
**% passante al 200 : 16.62**

#### ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
4	1503.36	4.75	77.59
10	1871.11	2	72.11
18	2238.86	1	66.63
40	3103.80	0.425	53.74
60	3653.96	0.25	45.54
100	4368.86	0.15	34.89
200	5594.69	0.075	16.62

#### ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.025	0.0640	13.93
1	1.023	0.0463	12.68
2	1.0205	0.0337	11.09
4	1.0193	0.0238	10.34
10	1.018	0.0151	9.50
16	1.016	0.0121	8.25
32	1.015	0.0086	7.62
60	1.0145	0.0063	7.25
120	1.0122	0.0046	5.81
240	1.011	0.0033	5.00
480	1.01	0.0023	4.31
4620	1.0082	0.0008	3.18

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 5 del 13/01/10 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

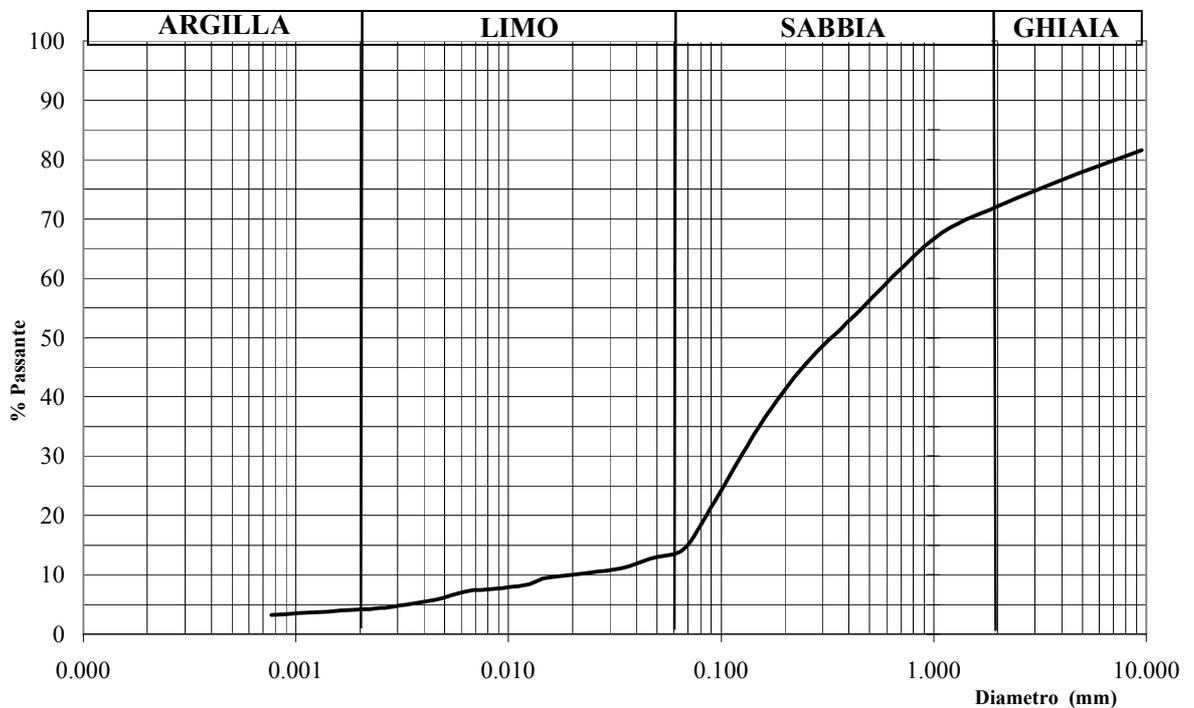
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04**                      CAMPIONE : **C1**                      PROFONDITA' : **3.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09                      Data eseguz. prova : 08/01/10                      N° verb. accett.: 32/09

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



**Ghiaia:** 27.89 %  
**Sabbia:** 58.46 %  
**Limo:** 9.59 %  
**Argilla:** 4.06 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 16.62%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **Sabbia debolmente limosa con ghiaia**

NOTE: La parte grossolana è costituita da gusci fossili

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

**PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO COSTANTE**

Certificato n° 5 del 13/01/10 Pag 1/1

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.

**LOCALITA' :** Comune di Palermo

**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**SONDAGGIO :** SE04 **CAMPIONE :** C1 **PROFONDITA' :** 3.50 m

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 22/12/09 N° verb. accett.: 32/09

Caratteristiche fisiche campione		
Peso campione	gr	1622.5
Umidità iniziale	%	-
Peso unità volume	KN/m <sup>3</sup>	17.04
Peso specifico	KN/m <sup>3</sup>	25.88
Densità secca	KN/m <sup>3</sup>	-
Indice dei vuoti		-

Dimensioni del campione	
Sezione	cm <sup>2</sup> 81.03
Altezza	cm 11.64
Volume	cm <sup>3</sup> 943.19

Carico idraulico applicato (cm)	270
---------------------------------	-----

tempo (sec)	Volume Acqua permeata (cm <sup>3</sup> )	T (°C)	Permeabilità (K : cm/sec)
240	140	17	3.10E-04
480	235		2.60E-04
1020	400		2.09E-04
1920	590		1.63E-04
3600	900		1.33E-04
7200	1460		1.08E-04
14400	2860		1.06E-04
25200	4870		1.03E-04

Il direttore del laboratorio



Lo sperimentatore





Certificato n° 6 del 13/01/10 Pag 2/2

**COMMITTENTE :** Geind Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE04 **CAMPIONE :** C2 **PROFONDITA' :** 6.50 m

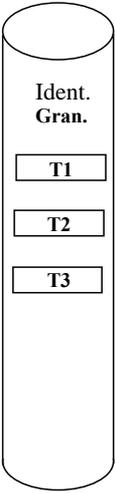
Data ricevimento camp: 19/12/09

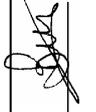
Data esecuz. prova : 21/12/2009

N° verb. accett.: 32/09

### IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE		
ALTO		KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	<p>               Sabbia limosa a grana grossolana di colore grigiastro, mediamente addensata, a struttura omogenea.                Si riscontra la presenza di fossili di molluschi ed echinidi e frustuli vegetali.                Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da sabbia limosa debolmente argillosa.             </p>		
BASSO						
<p> <b>Ident.:</b> Identificazione del campione  <b>Gran.:</b> Analisi granulometrica  <b>T1:</b> Prova di taglio diretto CDII         </p>						



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 7 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **6.50 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

### DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	Peso umido lordo (mmN)
<b>Campione 1</b>	815.52	59.23	1769.32
<b>Campione 2</b>	815.52	59.23	1785.50
<b>Campione 3</b>	815.52	59.23	1765.20

	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_1$	16.103
$\gamma_2$	16.376
$\gamma_3$	16.034

$\gamma$  medio: **16.171 KN/m<sup>3</sup>**

### DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 21/12/09

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wn (%)
<b>Campione 1</b>	61.88	4466.93	553.18	56.409
<b>Campione 2</b>	63.84	4895.48	541.16	55.183
<b>Campione 3</b>	60.02	4042.30	536.51	54.709

**Wn medio: 55.796 %**

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 8 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **6.50 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 23/12/09 N° verb. accett.: 32/09

### DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	<b>P1</b> (mmN)	<b>P2</b> (mmN)	<b>P3</b> (mmN)	<b>P4</b> (mmN)	<b>T</b> (°C)	<b><math>\gamma_s</math></b> KN/m <sup>3</sup>
<b>Campione 1</b>	1040.68	1438.44	2398.90	2647.40	26	<b>26.127</b>
<b>Campione 2</b>	1161.72	1546.90	2506.29	2747.33	17	<b>26.199</b>

**$\gamma_s$  medio: 26.163 KN/m<sup>3</sup>**

- P1 = Peso picnometro
- P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
- P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
- P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 9 del 13/01/10 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **6.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 07/01/10 N° verb. accett.: 32/09

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

**P.S.N. Totale : 283 gr**  
**P.S.N. passante 200 : 84 gr**  
**% passante al 200 : 29.68**

#### ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
4	49.03	4.75	98.23
10	133.37	2	95.19
18	282.43	1	89.82
40	604.09	0.425	78.23
60	1028.72	0.25	62.93
100	1567.10	0.15	43.53
200	1951.52	0.075	29.68

#### ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0265	0.0627	27.97
1	1.0252	0.0452	26.44
2	1.0242	0.0323	25.21
4	1.0225	0.0230	23.21
10	1.0205	0.0147	20.80
16	1.019	0.0117	19.04
42	1.017	0.0074	16.68
60	1.016	0.0062	15.39
120	1.0145	0.0045	13.63
229	1.013	0.0033	11.75
510	1.0112	0.0022	9.51
1440	1.0097	0.0014	7.75

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 9 del 13/01/10 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

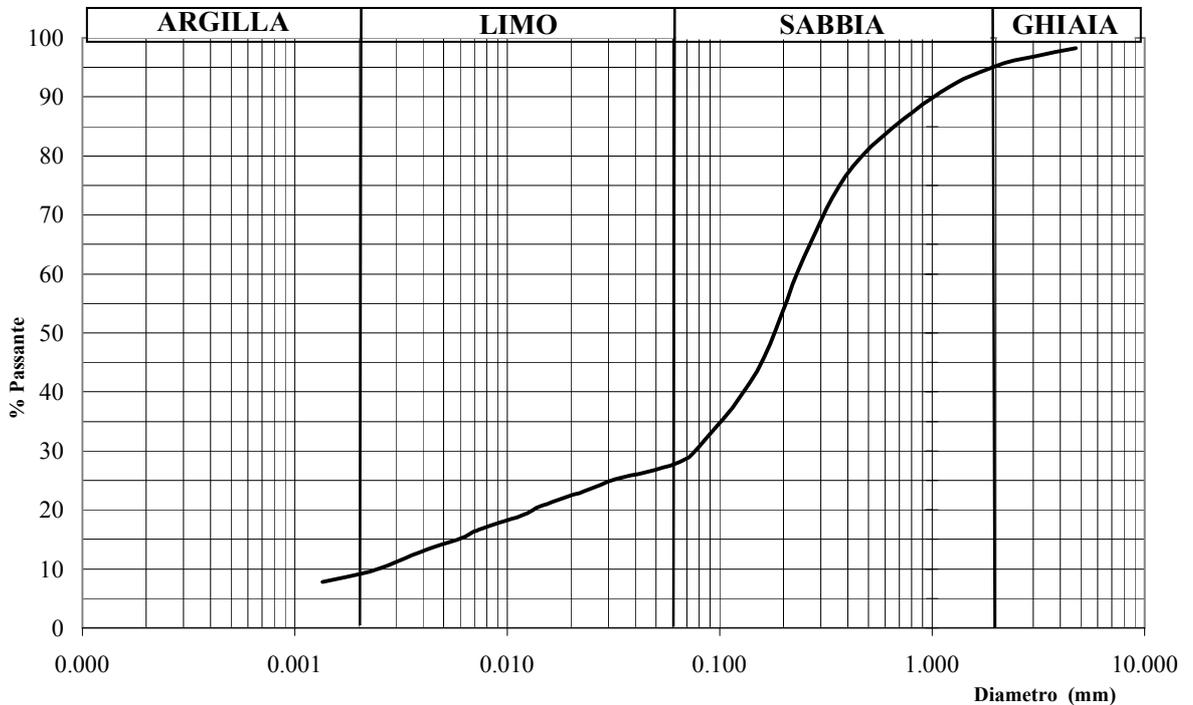
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04**                      CAMPIONE : **C2**                      PROFONDITA' : **6.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09                      Data emiss. cert. : 07/01/10                      N° verb. accett.: 32/09

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;                      ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 4.81 %  
Sabbia: 67.46 %  
Limo: 18.70 %  
Argilla: 9.03 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 µ) = 29.68%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **Sabbia limosa debolmente argillosa**

NOTE: la porzione ghiaiosa è interamente costituita da frammenti di fossili

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

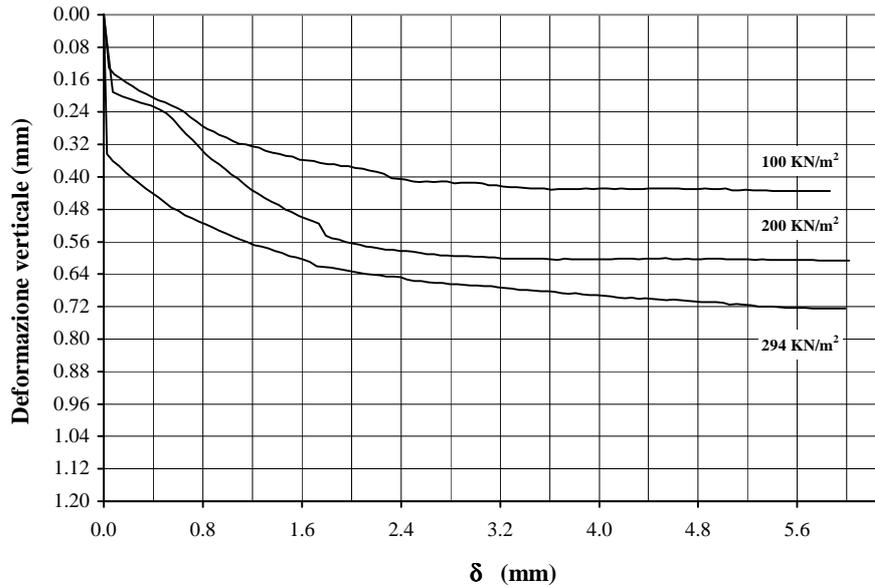
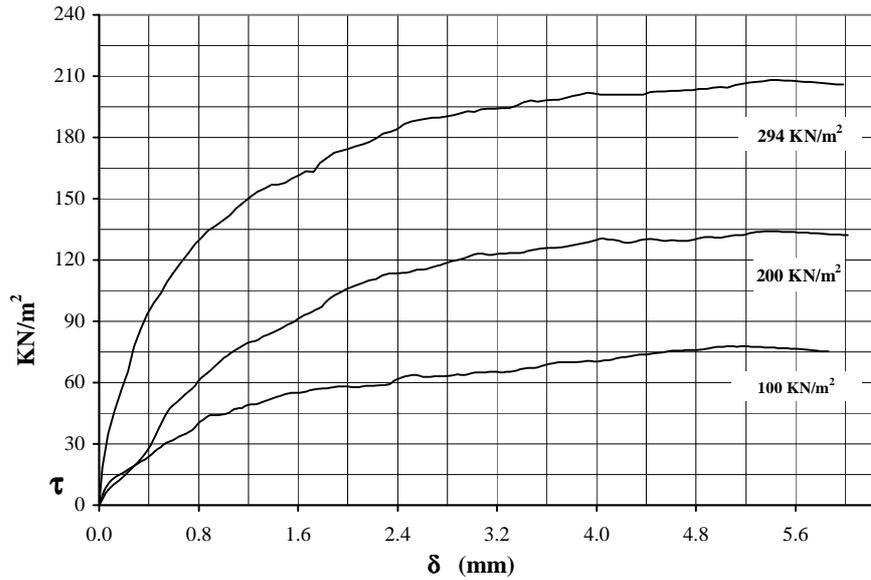


Certificato n° 10 del 13/01/10 Pag 2/5

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**  
LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
SONDAGGIO : **SE04**                      CAMPIONE : **C2**                      PROFONDITA' : **6.50 m**  
Data ricevimento camp: 19/12/09                      Data esecuz. prova : 21/12/09                      N° verb. accett.: 32/09

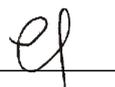
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





Certificato n° 10 del 13/01/10 Pag 3/5

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **6.50 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
0.131	0.039	7.058	0.191	0.075	7.379	0.343	0.027	18.287
0.146	0.081	11.229	0.202	0.153	11.870	0.361	0.071	34.970
0.156	0.13	13.795	0.209	0.23	16.041	0.374	0.126	46.198
0.167	0.184	15.720	0.218	0.304	20.533	0.389	0.179	56.785
0.205	0.399	23.741	0.258	0.559	46.519	0.44	0.388	93.680
0.211	0.444	26.307	0.277	0.612	49.727	0.451	0.442	99.134
0.216	0.496	28.553	0.295	0.664	52.615	0.463	0.495	103.625
0.223	0.546	30.478	0.309	0.719	55.502	0.475	0.546	109.079
0.23	0.594	31.761	0.327	0.772	58.389	0.484	0.602	114.212
0.239	0.649	33.686	0.341	0.818	62.239	0.494	0.656	118.704
0.252	0.699	34.970	0.356	0.87	64.806	0.502	0.715	123.195
0.263	0.749	36.894	0.368	0.931	68.014	0.51	0.769	127.687
0.274	0.793	39.782	0.381	0.983	70.902	0.517	0.821	130.895
0.282	0.837	42.028	0.394	1.03	73.147	0.525	0.876	134.424
0.288	0.889	43.953	0.404	1.085	75.714	0.533	0.931	136.670
0.296	0.933	43.953	0.419	1.139	77.639	0.54	0.991	138.916
0.302	0.989	44.273	0.431	1.192	79.243	0.548	1.049	141.803
0.312	1.044	45.236	0.442	1.251	80.205	0.554	1.102	145.332
0.318	1.094	47.161	0.452	1.299	81.809	0.56	1.158	148.219
0.319	1.147	47.482	0.462	1.356	83.414	0.568	1.214	150.786
0.325	1.197	49.086	0.47	1.414	85.018	0.571	1.272	153.353
0.328	1.255	49.406	0.48	1.466	86.622	0.577	1.331	154.957
0.335	1.307	50.369	0.487	1.519	88.547	0.582	1.385	156.882
0.34	1.361	51.652	0.496	1.575	90.151	0.587	1.44	156.882
0.344	1.418	52.936	0.503	1.628	92.076	0.595	1.498	157.844
0.348	1.471	53.898	0.508	1.685	93.680	0.599	1.553	160.090
0.35	1.524	54.540	0.515	1.738	95.605	0.603	1.608	161.694
0.357	1.581	54.860	0.545	1.792	97.209	0.609	1.662	163.298
0.359	1.639	55.181	0.551	1.84	100.417	0.62	1.722	162.977
0.361	1.693	56.144	0.555	1.897	102.663	0.622	1.777	167.469
0.373	1.918	58.069	0.571	2.117	108.758	0.633	2.001	174.527
0.374	1.974	58.069	0.574	2.169	110.042	0.636	2.06	175.489
0.378	2.031	57.748	0.577	2.225	110.683	0.639	2.117	176.452
0.38	2.089	57.748	0.579	2.277	112.608	0.641	2.173	177.735
0.384	2.145	58.389	0.58	2.334	113.571	0.643	2.229	179.660
0.387	2.203	58.389	0.582	2.39	113.571	0.645	2.283	181.906
0.392	2.263	58.710	0.583	2.444	113.892	0.645	2.343	182.868
0.403	2.325	59.031	0.584	2.496	114.212	0.647	2.398	184.151
0.405	2.379	61.277	0.588	2.555	115.175	0.653	2.455	186.718
0.407	2.434	62.560	0.59	2.611	115.175	0.656	2.51	187.680
0.411	2.493	63.523	0.591	2.666	116.137	0.657	2.563	188.322
0.412	2.547	63.843	0.593	2.719	117.100	0.66	2.621	188.964
0.411	2.604	62.881	0.594	2.771	118.062	0.661	2.68	189.605
0.412	2.667	62.881	0.595	2.831	119.346	0.662	2.735	189.605
0.411	2.722	63.202	0.596	2.884	119.987	0.664	2.795	190.247

*[Signature]*

Lo Sperimentatore

*[Signature]*

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m<sup>2</sup>

Certificato n° 10 del 13/01/10 Pag 4/5

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **6.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.411	2.773	63.202	0.596	2.939	120.950	0.665	2.852	190.889
0.415	2.834	63.523	0.597	2.993	122.233	0.666	2.907	191.851
0.414	2.885	64.164	0.597	3.049	123.195	0.667	2.963	192.814
0.414	2.941	63.843	0.599	3.106	122.875	0.668	3.017	192.493
0.414	2.998	64.806	0.599	3.157	122.554	0.67	3.071	193.776
0.416	3.058	65.127	0.601	3.215	123.195	0.67	3.128	194.097
0.421	3.111	65.127	0.602	3.272	123.195	0.672	3.185	194.097
0.421	3.17	65.448	0.601	3.33	123.516	0.674	3.243	194.418
0.424	3.224	65.127	0.602	3.386	123.516	0.675	3.299	194.418
0.425	3.278	65.448	0.602	3.442	124.479	0.678	3.359	195.701
0.425	3.334	65.768	0.602	3.496	125.120	0.678	3.414	197.305
0.427	3.388	66.410	0.602	3.55	125.762	0.68	3.472	198.268
0.429	3.447	67.052	0.603	3.609	126.083	0.682	3.527	197.626
0.428	3.503	67.052	0.604	3.664	126.083	0.682	3.585	198.268
0.43	3.724	69.939	0.603	3.885	128.008	0.687	3.808	200.192
0.43	3.783	69.939	0.603	3.933	128.649	0.689	3.869	200.834
0.43	3.836	69.939	0.603	3.989	129.612	0.691	3.924	201.797
0.429	3.895	70.260	0.603	4.048	130.574	0.691	3.977	201.476
0.43	3.952	70.581	0.603	4.095	129.933	0.693	4.035	200.834
0.429	4.011	70.260	0.602	4.155	129.612	0.695	4.093	200.834
0.429	4.065	70.902	0.602	4.211	128.649	0.697	4.151	200.834
0.43	4.125	71.222	0.602	4.266	128.329	0.699	4.208	200.834
0.429	4.181	72.185	0.603	4.319	128.970	0.698	4.264	200.834
0.43	4.237	72.506	0.601	4.374	129.933	0.7	4.319	200.834
0.43	4.291	73.147	0.601	4.432	130.253	0.699	4.373	200.834
0.429	4.464	74.431	0.603	4.59	129.612	0.704	4.544	202.438
0.429	4.52	74.751	0.603	4.653	129.291	0.702	4.6	202.759
0.429	4.575	75.393	0.602	4.709	129.291	0.704	4.657	202.759
0.429	4.638	75.714	0.603	4.758	129.612	0.706	4.712	203.080
0.43	4.689	75.714	0.603	4.817	130.574	0.707	4.773	203.080
0.43	4.745	76.035	0.602	4.873	131.216	0.708	4.826	203.722
0.43	4.802	76.035	0.602	4.928	131.216	0.709	4.885	203.722
0.429	4.857	76.355	0.602	4.979	130.895	0.709	4.941	204.363
0.43	4.911	76.997	0.603	5.027	131.216	0.711	4.998	204.684
0.43	4.967	77.639	0.603	5.086	131.858	0.715	5.053	204.363
0.429	5.019	77.639	0.603	5.146	132.178	0.714	5.112	205.646
0.433	5.075	77.960	0.603	5.201	132.499	0.715	5.169	206.288
0.433	5.131	77.639	0.604	5.26	133.462	0.716	5.227	206.930
0.431	5.184	77.960	0.603	5.316	133.782	0.719	5.285	207.251
0.433	5.243	77.639	0.604	5.377	134.103	0.72	5.341	207.571
0.433	5.296	77.639	0.604	5.429	134.103	0.72	5.399	208.213
0.433	5.349	77.318	0.605	5.491	133.782	0.721	5.456	208.213
0.434	5.402	77.318	0.605	5.547	133.782	0.723	5.509	207.892
0.434	5.455	76.997	0.605	5.615	133.462	0.723	5.562	207.892
0.434	5.508	76.997	0.605	5.668	133.462	0.723	5.615	207.571



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Certificato n° 10 del 13/01/10 Pag 5/5

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

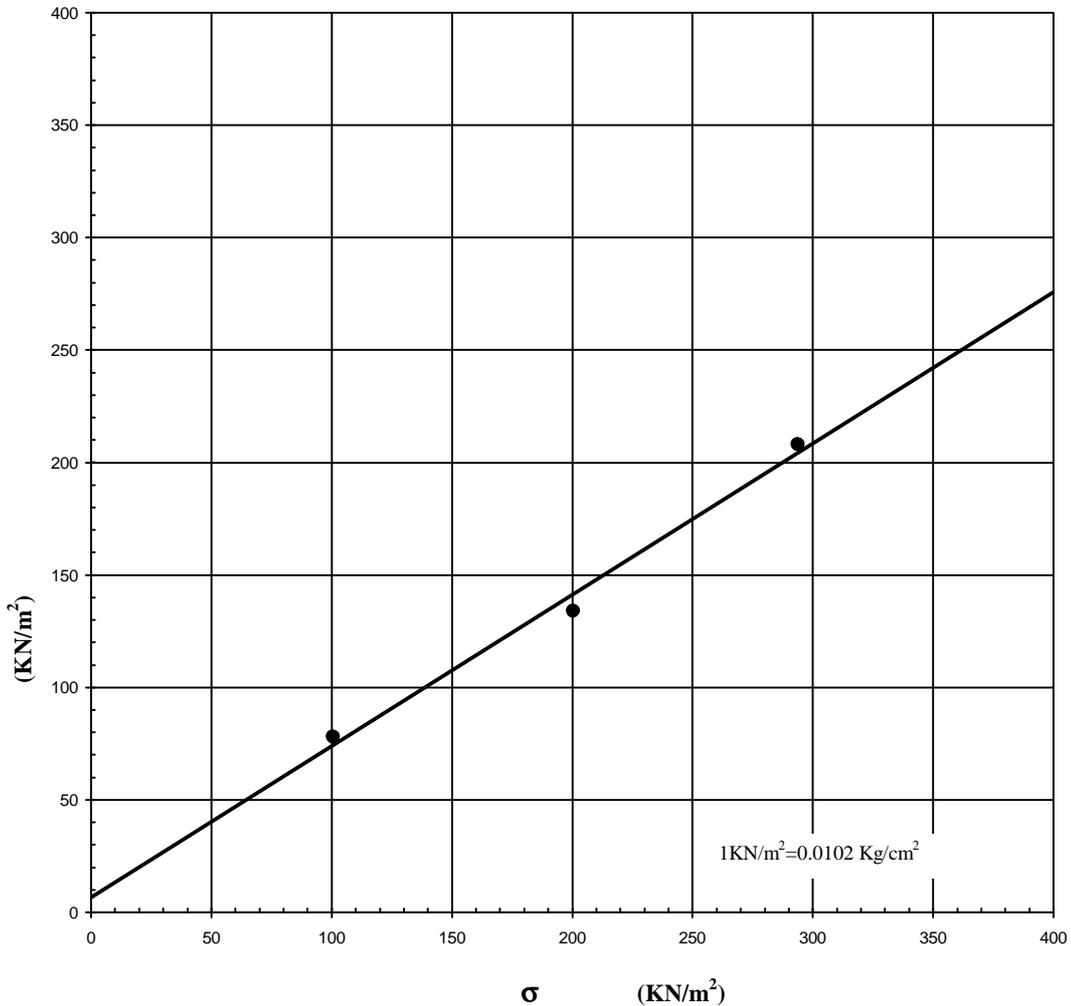
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **6.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Coesione drenata ( $c'$ ) = 6.54 KN/m<sup>2</sup>

Angolo di attrito ( $\phi'$ ) = 34°

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





Certificato n° 11 del 13/01/10 Pag 1/2

**COMMITTENTE :** Geind Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE04 CAMPIONE : C3 PROFONDITA' : 8.50 m

Data ricevimento camp: 19/12/09

Data esecuz. prova : 21/12/09

N° verb. accett.: 32/09

### DATI DICHIARATI

<b>Attrezzatura di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<b>Modalità di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

### VERIFICA CAMPIONI

<b>Contenitore del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
<b>Forma del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
<b>Condizioni del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<b>Tipo di campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore

Certificato n° 11 del 13/01/10 Pag 2/2

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE04 **CAMPIONE :** C3 **PROFONDITA' :** 8.50 m

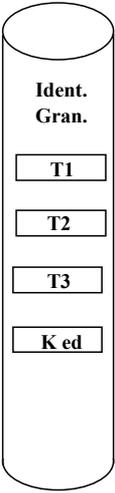
Data ricevimento camp: 19/12/09

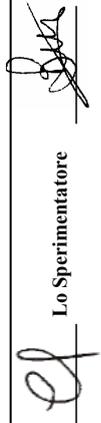
Data esecuz. prova : 21/12/2009

N° verb. accett.: 32/09

**IDENTIFICAZIONE CAMPIONE**

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO				<p>Argilla con limo di colore grigio scuro, tenera e molto plastica, a struttura omogena. Presenti diffusi gusci di gasteropodi. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da argilla con limo.</p>
BASSO				
<p><b>Ident.:</b> Identificazione del campione  <b>Gran.:</b> Analisi granulometrica  <b>T1:</b> Prova di taglio diretto CD  <b>Ked:</b> Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica</p>				



Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 12 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **8.50 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

### DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Volume fustella</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)
<b>Campione 1</b>	908.88	70.2	2091.86
<b>Campione 2</b>	908.88	70.2	2060.57
<b>Campione 3</b>	908.88	70.2	2082.05

	<b>KN/m<sup>3</sup></b>
$\gamma_1$	16.852
$\gamma_2$	16.406
$\gamma_3$	16.712

**$\gamma$  medio: 16.656 KN/m<sup>3</sup>**

### DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
 CEN ISO/TS 17892-1:2005

UNI

Data esecuz. prova : 21/12/09

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>Wn</b> (%)
<b>Campione 1</b>	60.02	5906.55	398.30	40.615
<b>Campione 2</b>	60.90	4455.16	396.89	40.471
<b>Campione 3</b>	60.02	5413.27	395.56	40.336

**Wn medio: 40.543 %**

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore





Certificato n° 14 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geotind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **8.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 22/12/09 N° verb. accett.: 32/09

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;  
 UNI CEN/TS 17892-12:2005

**LIMITE DI LIQUIDITA'**

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>n° colpi</b>	<b>Wl</b> (%)
<b>Campione 1</b>	126.60	283.61	236.73	18	<b>42.565</b>
<b>Campione 2</b>	127.29	271.94	229.38	24	<b>41.691</b>
<b>Campione 3</b>	125.82	309.99	257.03	31	<b>40.359</b>

**Wl = 41.424 %**

**LIMITE DI PLASTICITA'**

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>Wp</b> (%)
<b>Campione 1</b>	197.70	301.85	284.00	<b>20.682</b>
<b>Campione 2</b>	207.61	362.85	336.56	<b>20.380</b>

**Wp medio = 20.531 %**

**Ic = 0.042**

**Ip = 20.893**

**LIMITE DI RITIRO**

<b>tara capsula</b> (mmN)	<b>Volume capsula</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>P.U.L.</b> (mmN)	<b>P.S.N.</b> (mmN)	<b>Volume camp. Secco</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>Wn</b>	<b>Ws (%)</b>
-	-	-	-	-	-	-

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 15 del 13/01/10 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04**                      CAMPIONE : **C3**                      PROFONDITA' : **8.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09                      Data esecuz. prova : 07/01/10                      N° verb. accett.: 32/09

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

**P.S.N. Totale : 301.9 gr**  
**P.S.N. passante 200 : 286.5 gr**  
**% passante al 200 : 94.90**

#### ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
10	12.75	2	99.57
18	35.30	1	98.81
40	61.78	0.425	97.91
60	77.47	0.25	97.38
100	109.83	0.15	96.29
200	151.02	0.075	94.90

#### ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0315	0.0584	94.55
1	1.031	0.0416	92.91
2	1.03	0.0299	89.46
4	1.0295	0.0210	87.82
8	1.0292	0.0148	86.67
16	1.027	0.0106	79.44
32	1.0249	0.0077	72.55
60	1.024	0.0057	69.26
120	1.022	0.0041	62.69
229	1.0205	0.0031	57.44
483	1.0184	0.0021	50.21
1440	1.0171	0.0013	45.94

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 15 del 13/01/10 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

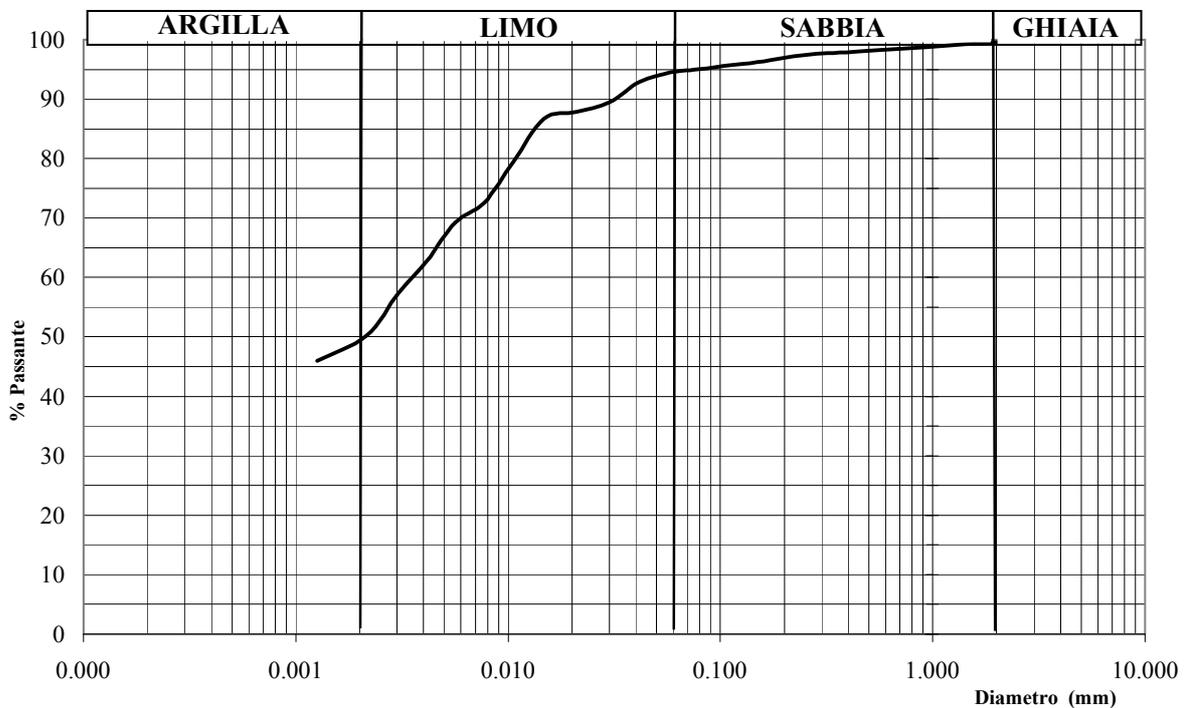
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04**                      CAMPIONE : **C3**                      PROFONDITA' : **8.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09                      Data esecuz. prova : 07/01/10                      N° verb. accett.: 32/09

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 0.43 %  
Sabbia: 4.86 %  
Limo: 45.19 %  
Argilla: 49.51 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 µ) = 94.90%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **Argilla con limo**

NOTE: La parte grossolana è costituita da gusci fossili

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Certificato n° 16 del 13/01/10 Pag 1/5

**COMMITTENTE : Geind Geologia e geofisica s.a.s.**
**LOCALITA' : Comune di Palermo**
**PROGETTO : Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**
**SONDAGGIO : SE04 CAMPIONE : C3 PROFONDITA' : 8.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

#### Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm <sup>3</sup>	70.2	70.2	70.2
Sezione	cm <sup>2</sup>	36	36	36
Dimensione	cm	6	6	6
Altezza	cm	1.95	1.95	1.95

#### PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m <sup>2</sup> )	100.73	197.78	294.84
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	2.327	2.671	4.226

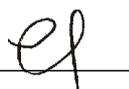
#### PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.004	0.004	0.004

#### CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	$\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	16.85	12.39	86.22	52.67	1.11	35.92	31.74
B	16.40	12.67	73.77	51.63	1.07	29.48	27.50
C	16.71	12.19	86.24	53.47	1.15	37.10	32.91

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore



Certificato n° 16 del 13/01/10 Pag 2/5

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

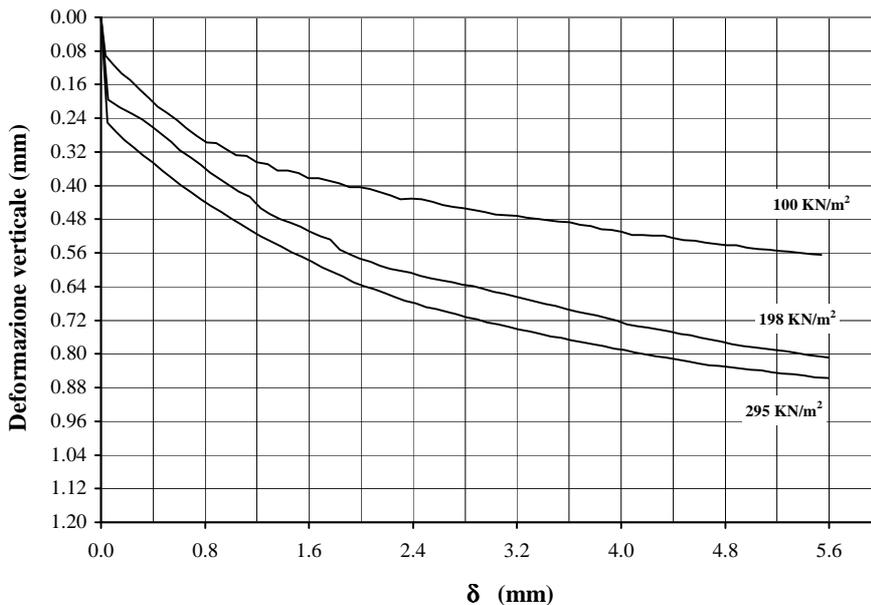
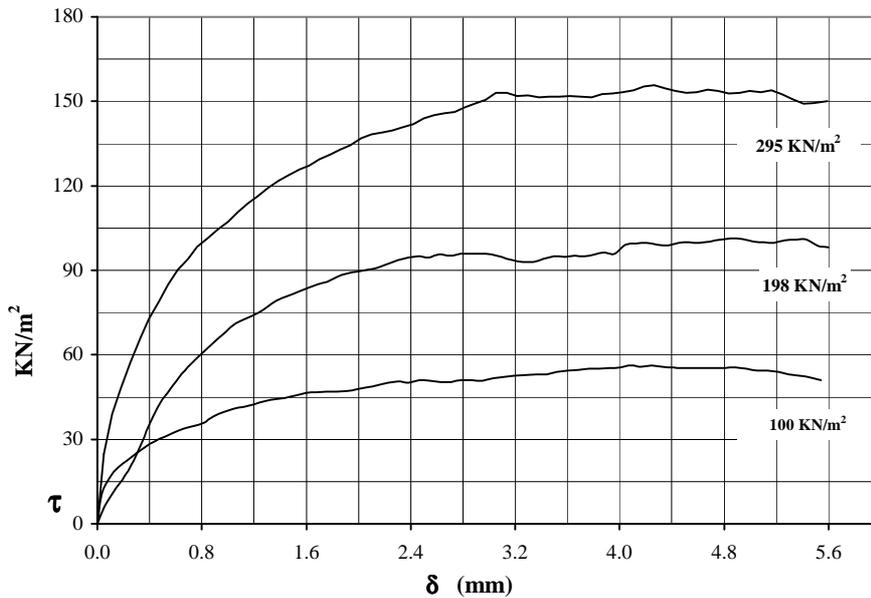
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **8.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE:

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





Certificato n° 16 del 13/01/10 Pag 3/5

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **8.50 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.091	0.035	10.833	0.195	0.055	6.111	0.251	0.048	24.722
0.113	0.092	16.389	0.214	0.145	12.778	0.271	0.112	38.889
0.133	0.157	20.000	0.229	0.238	18.889	0.292	0.178	47.778
0.148	0.225	22.500	0.243	0.319	26.667	0.310	0.252	57.222
0.172	0.296	25.000	0.259	0.393	35.000	0.327	0.323	65.556
0.191	0.366	27.222	0.277	0.465	41.389	0.344	0.394	72.778
0.212	0.438	29.167	0.296	0.539	46.389	0.364	0.468	78.611
0.228	0.511	30.833	0.315	0.606	50.833	0.381	0.542	85.000
0.244	0.585	32.500	0.333	0.691	55.556	0.399	0.615	90.278
0.264	0.660	33.889	0.350	0.765	58.889	0.415	0.695	94.167
0.282	0.736	34.722	0.368	0.838	62.222	0.432	0.766	98.333
0.297	0.814	35.833	0.384	0.910	65.278	0.448	0.843	101.389
0.299	0.887	38.056	0.399	0.984	68.333	0.462	0.924	104.444
0.314	0.964	39.722	0.414	1.060	71.111	0.478	0.999	107.222
0.328	1.041	40.833	0.427	1.144	73.056	0.492	1.073	110.556
0.329	1.118	41.389	0.453	1.226	74.722	0.506	1.152	113.889
0.345	1.200	42.500	0.468	1.295	76.944	0.521	1.229	116.389
0.349	1.280	43.611	0.480	1.375	79.444	0.532	1.307	119.167
0.364	1.356	44.167	0.489	1.458	80.833	0.545	1.386	121.667
0.364	1.434	44.722	0.498	1.535	82.222	0.559	1.465	123.889
0.370	1.519	45.556	0.510	1.609	83.611	0.569	1.547	125.833
0.383	1.596	46.389	0.520	1.686	85.000	0.581	1.624	127.222
0.383	1.674	46.667	0.528	1.761	85.833	0.594	1.703	129.444
0.389	1.754	46.944	0.552	1.838	87.778	0.605	1.780	131.111
0.395	1.833	46.944	0.563	1.912	88.889	0.616	1.860	132.778
0.404	1.913	47.222	0.573	1.992	89.444	0.629	1.940	134.444
0.403	1.992	47.778	0.581	2.073	90.278	0.638	2.020	136.944
0.408	2.071	48.611	0.590	2.146	90.833	0.647	2.102	138.333
0.415	2.147	49.167	0.597	2.222	92.222	0.656	2.182	138.889
0.423	2.229	50.000	0.602	2.300	93.611	0.664	2.256	139.722
0.432	2.304	50.556	0.607	2.380	94.444	0.673	2.335	140.833
0.431	2.387	50.000	0.614	2.457	95.000	0.679	2.420	141.944
0.432	2.465	51.111	0.621	2.538	94.444	0.688	2.498	143.889
0.439	2.549	50.833	0.625	2.618	95.556	0.694	2.577	145.000
0.446	2.627	50.278	0.629	2.701	95.278	0.700	2.655	145.833
0.450	2.710	50.278	0.635	2.781	95.833	0.706	2.735	146.111
0.454	2.788	51.111	0.639	2.860	95.833	0.713	2.812	147.778
0.458	2.871	51.111	0.645	2.935	95.833	0.718	2.891	149.167
0.462	2.949	50.833	0.653	3.019	95.556	0.725	2.972	150.556
0.469	3.033	51.667	0.657	3.098	94.722	0.730	3.053	153.056
0.470	3.112	52.222	0.663	3.180	93.611	0.736	3.137	153.056
0.472	3.197	52.500	0.669	3.258	93.056	0.742	3.213	151.944
0.476	3.277	52.778	0.675	3.336	93.056	0.747	3.296	152.222
0.480	3.364	53.056	0.681	3.415	94.167	0.753	3.380	151.389

*[Signature]*

Lo Sperimentatore

*[Signature]*

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m<sup>2</sup>



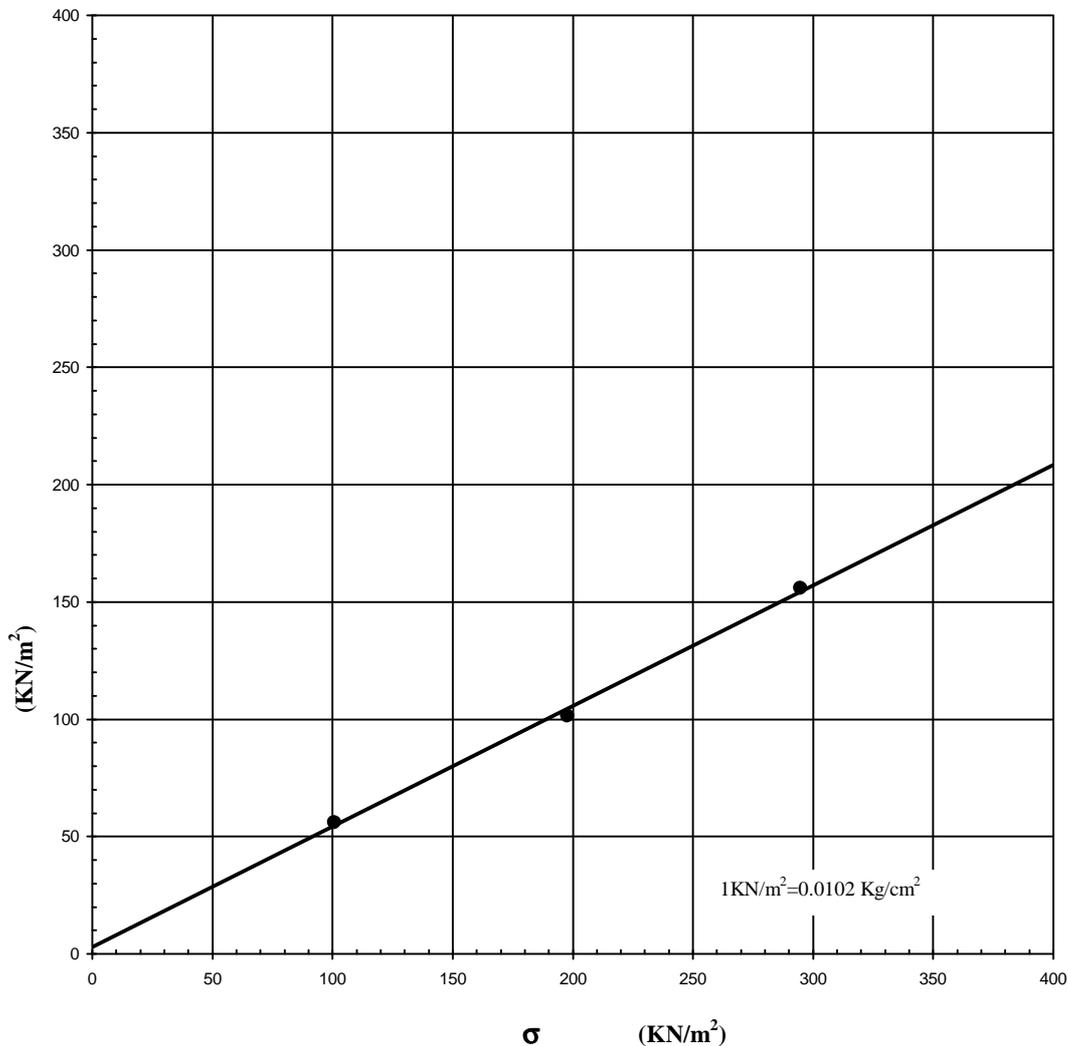


Certificato n° 16 del 13/01/10 Pag 5/5

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**  
LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
SONDAGGIO : **SE04**      CAMPIONE : **C3**      PROFONDITA' : **8.50 m**  
Data ricevimento camp: 19/12/09      Data esecuz. prova : 21/12/09      N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Coesione drenata ( $c'$ ) = 2.83      KN/m<sup>2</sup>  
Angolo di attrito ( $\phi'$ ) = 27°

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



<b>PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA</b>
---

Certificato n° 17 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **8.50 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 22/12/09 N° verb. accett.: 32/09

Caratteristiche fisiche campione		
Peso campione	gr	74.14
Umidità iniziale	%	41.59
Peso unità volume	KN/m <sup>3</sup>	18.50
Peso specifico	KN/m <sup>3</sup>	26.19
Densità secca	KN/m <sup>3</sup>	13.07
Indice dei vuoti		1.00

Dimensioni del campione	
Sezione	cm <sup>2</sup> 19.65
Altezza iniziale	cm 2.00
Volume	cm <sup>3</sup> 39.29
Altezza finale	1.72

Carico di consolidazione KN/m <sup>2</sup>	350 KN/mq
--	-----------

Sezione buretta graduata (cm <sup>2</sup> )	0.196
---	-------

tempo (sec)	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	T (°C)	Permeabilità (K : cm/sec)
1920	62	61.2	17	<b>1.15E-07</b>
3600		60.8		<b>9.23E-08</b>
7200		60		<b>7.74E-08</b>
23820		57.4		<b>5.50E-08</b>
28800		56.5		<b>5.48E-08</b>
84180		52.5		<b>3.36E-08</b>

H<sub>0</sub> (cm) = Carico idraulico iniziale

H<sub>1</sub> (cm) = Carico idraulico finale

Il direttore del laboratorio

Lo sperimentatore



Certificato n° 18 del 13/01/10 Pag 1/2

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE04 C4 13.00 m

**DATI DICHIARATI**

<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

**VERIFICA CAMPIONI**

<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
<input type="checkbox"/> Sacchetto		
<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
<input type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore

Certificato n° 18 del 13/01/10 Pag 2/2

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE04 **CAMPIONE :** C4 **PROFONDITA' :** 13.00 m

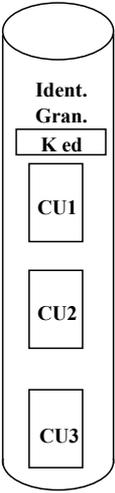
Data ricevimento camp: 19/12/09

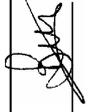
Data esecuz. prova : 21/12/2009

N° verb. accett.: 32/09

**IDENTIFICAZIONE CAMPIONE**

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO				<p>Argilla limosa di colore grigio scuro tenera e molto plastica, a struttura omogenea. Si riscontra la presenza di gusci di lamellibranchi. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da argilla con limo.</p>
BASSO				
				<p><b>Ident.:</b> Identificazione del campione  <b>Gran.:</b> Analisi granulometrica  <b>CU1:</b> Prova di compressione triassiale  <b>Ked:</b> Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica</p>



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 19 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C4** PROFONDITA' : **13.00 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 21/12/09 N° verb. accett.: 32/09

### DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Volume fustella</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)
<b>Campione 1</b>	1393.03	86.19	2822.55
<b>Campione 2</b>	1393.03	86.19	2852.07
<b>Campione 3</b>	1393.03	86.19	2813.53

	<b>KN/m<sup>3</sup></b>
$\gamma_1$	16.586
$\gamma_2$	16.928
$\gamma_3$	16.481

**$\gamma$  medio: 16.665 KN/m<sup>3</sup>**

### DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
 CEN ISO/TS 17892-1:2005

UNI

Data esecuz. prova : 21/12/09

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>Wn</b> (%)
<b>Campione 1</b>	60.80	4040.34	431.52	44.003
<b>Campione 2</b>	59.82	4158.02	465.42	47.459
<b>Campione 3</b>	61.10	3817.73	463.58	47.272

**Wn medio: 46.245 %**

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore





Certificato n° 21 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C4** PROFONDITA' : **13.00 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 22/12/09 N° verb. accett.: 32/09

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;  
 UNI CEN/TS 17892-12:2005

**LIMITE DI LIQUIDITA'**

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>n° colpi</b>	<b>WI</b> (%)
<b>Campione 1</b>	123.66	264.98	218.10	18	<b>49.637</b>
<b>Campione 2</b>	123.66	257.52	213.78	24	<b>48.531</b>
<b>Campione 3</b>	127.29	303.71	247.03	31	<b>47.338</b>

**WI = 48.384 %**

**LIMITE DI PLASTICITA'**

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>Wp</b> (%)
<b>Campione 1</b>	203.19	298.91	282.43	<b>20.792</b>
<b>Campione 2</b>	207.61	324.31	304.20	<b>20.812</b>

**Wp medio = 20.802 %**

**Ic = 0.078**

**Ip = 27.582**

**LIMITE DI RITIRO**

<b>tara capsula</b> (mmN)	<b>Volume capsula</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>P.U.L.</b> (mmN)	<b>P.S.N.</b> (mmN)	<b>Volume camp. Secco</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>Wn</b>	<b>Ws (%)</b>
-	-	-	-	-	-	-

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio \_\_\_\_\_

Lo Sperimentatore \_\_\_\_\_





Certificato n° 22 del 13/01/10 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

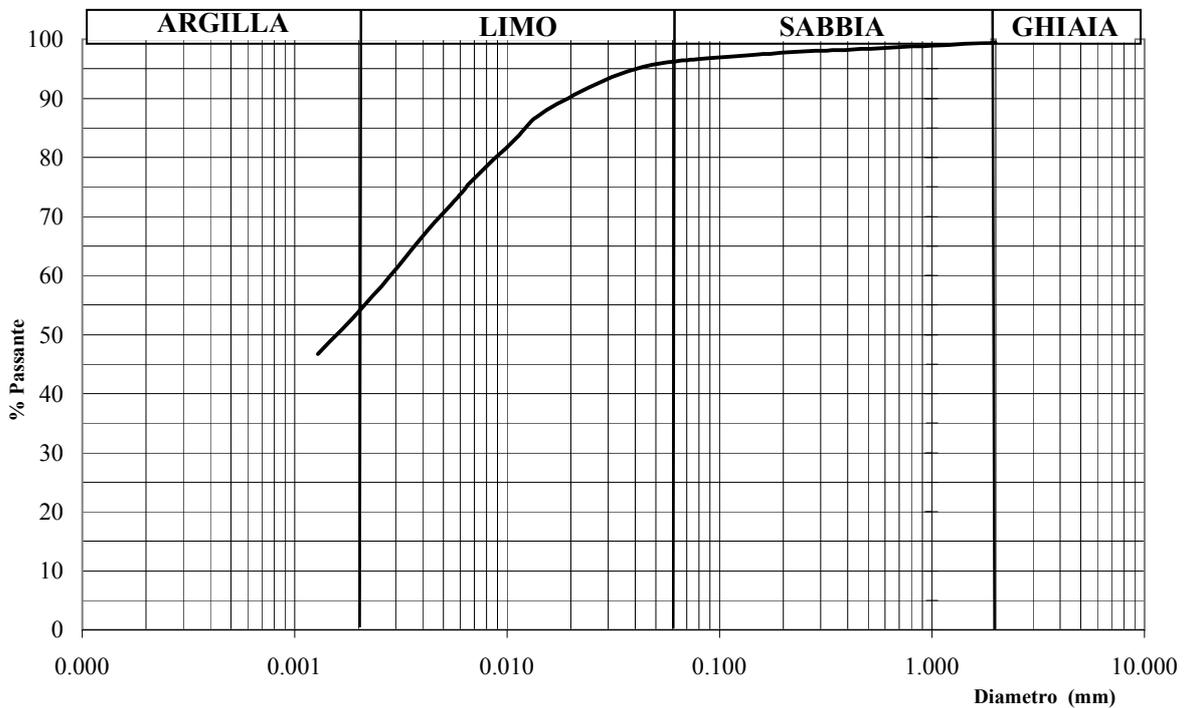
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04**      CAMPIONE : **C4**      PROFONDITA' : **13.00 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09      Data emiss. cert. : 7/1/10      N° verb. accett.: 32/09

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005; ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia:	0.57	%
Sabbia:	3.33	%
Limo:	42.42	%
Argilla:	53.68	%

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 µ) = 96.52%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **Argilla con limo**

NOTE: La parte grosolana è costituita da gusci fossili

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

**COMMITTENTE:** Geoid s.a.s.

**CANTIERE:** Metro-ferrovia tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**LOCALITA':** Comune di Palermo

**VERBALE ACCETTAZIONE:** 32/09

**SONDAGGIO:** SE04

**CAMPIONE:** C4

**PROF., m:**13.0

**CERTIFICATO PROVA:** 24

### PROVA TRIASSIALE C.I.U. Norma Triassiale CIU

Provino		1	2	3
Contenuto in acqua iniziale	%	49.57	43.06	49.25
Contenuto in acqua finale	%	40.23	33.47	32.79
Peso di volume iniziale	kN/m <sup>3</sup>	16.59	16.93	16.48
Peso di volume finale	kN/m <sup>3</sup>	15.55	15.79	14.66
Densità secca iniziale	kN/m <sup>3</sup>	11.09	11.83	11.04
Densità secca finale	kN/m <sup>3</sup>	11.09	11.83	11.04
Indice dei vuoti iniziale	-	0.00	0.00	0.00
Indice dei vuoti finale	-	0.00	0.00	0.00
Grado di saturazione iniziale	%	0.00	0.00	0.00
Grado di saturazione finale	%	0.00	0.00	0.00
Peso specifico dei granuli	-	0.00	0.00	0.00
Tempo di consolidazione primaria t100	minuti	0.00	0.00	0.00
Variazione volume a fine consolidazione	cm <sup>3</sup>	10.03	10.44	13.86
Coefficiente B	-	1.00	0.95	1.00

### FASE DI COMPRESSIONE

Altezza	Diametro	Press. Cella	ControPress.	$\sigma_1-\sigma_3$	def.,rottura	pori, rottura	Dv/v0, rottura
cm	cm	kPa	kPa	kPa	%	kPa	%
7.60	3.80	280.00	80.00	191.48	6.83	216.70	-
7.60	3.80	380.00	80.00	197.39	5.17	244.00	-
7.60	3.80	480.00	80.00	256.87	4.38	290.60	-

TIPO DI CAMPIONE: Indisturbato

Velocità di avanzamento, mm/min= 0.050000

**NOTA:**

Data ricevimento campione: 19/12/09

Data esecuzione prova: 21/12/09

DATA: 13/01/2010

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio




**COMMITTENTE:** Geoid s.a.s.

**CANTIERE:** Metro-ferrovia tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**LOCALITA':** Comune di Palermo

**VERBALE ACCETTAZIONE:** 32/09

**CERTIFICATO PROVA:** 24

**SONDAGGIO:** SE04

**CAMPIONE:** C4

**PROF., m:**13.0

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. Norma Triassiale CIU**

PROVINO N. 1			PROVINO N. 2			PROVINO N. 3		
def	F	u	def	F	u	def	F	u
mm	N	kPa	mm	N	kPa	mm	N	kPa
0.37	65.00	128.40	0.42	126.00	113.30	0.34	72.00	142.80
0.78	127.00	162.70	0.84	161.00	136.30	0.67	159.00	176.40
1.21	152.00	178.70	1.27	181.00	158.70	1.01	190.00	205.20
1.63	167.00	189.20	1.68	193.00	179.30	1.38	208.00	229.40
2.04	177.00	196.60	2.09	201.00	197.40	1.74	222.00	247.90
2.46	186.00	202.00	2.50	207.00	212.60	2.09	237.00	262.30
2.87	194.00	206.50	2.92	211.00	225.20	2.45	250.00	273.90
3.28	199.00	209.60	3.34	215.00	235.60	2.80	263.00	283.20
3.71	205.00	212.10	3.77	217.00	244.00	3.15	272.00	290.60
4.14	210.00	213.90	4.20	218.00	250.90	3.50	273.00	296.80
4.57	213.00	215.20	4.62	218.00	256.50	3.84	274.00	301.60
4.99	215.00	216.70	5.04	218.00	261.00	4.20	271.00	305.40
5.40	209.00	218.40	5.45	217.00	264.50	4.56	268.00	308.50
5.81	204.00	221.00	5.86	217.00	267.30	4.93	268.00	310.70
6.22	202.00	222.90	6.28	216.00	269.50	5.30	270.00	312.70
6.64	198.00	224.40	6.70	214.00	271.30	5.65	274.00	314.10
7.07	194.00	225.50	7.12	212.00	272.40	6.01	278.00	314.80
7.50	189.00	226.70	7.55	209.00	273.30	6.35	279.00	315.20
7.92	184.00	227.50	7.96	206.00	273.90	6.71	273.00	315.90
8.33	179.00	228.50	8.37	204.00	274.50	7.07	266.00	316.80
8.74	174.00	229.50	8.78	200.00	275.00	7.43	258.00	317.70
9.15	170.00	230.50	9.20	198.00	275.50	7.80	253.00	318.50
9.58	166.00	231.90	9.63	196.00	275.90	8.17	250.00	319.10
10.01	161.00	232.60	10.05	193.00	276.30	8.53	252.00	319.80
10.44	157.00	233.30	10.47	190.00	276.60	8.88	255.00	320.50
10.85	153.00	234.30	10.88	187.00	276.90	9.24	260.00	321.30
11.26	150.00	235.30	11.29	183.00	277.30	9.59	258.00	321.60
11.66	148.00	236.40				9.95	252.00	322.20
12.07	147.00	237.20				10.32	246.00	311.00
12.49	146.00	237.90				10.68	240.00	315.10
						11.05	237.00	315.70

**NOTA:**

**Data ricevimento campione:** 19/12/09

**Data esecuzione prova:** 21/12/09

**DATA:** 13/01/2010

**Lo Sperimentatore**

**Il Direttore di laboratorio**




**COMMITTENTE:** Geind s.a.s.

**CANTIERE:** Metro-ferrovia tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**LOCALITA':** Comune di Palermo

**VERBALE ACCETTAZIONE:** 32/09

**SONDAGGIO:** SE04

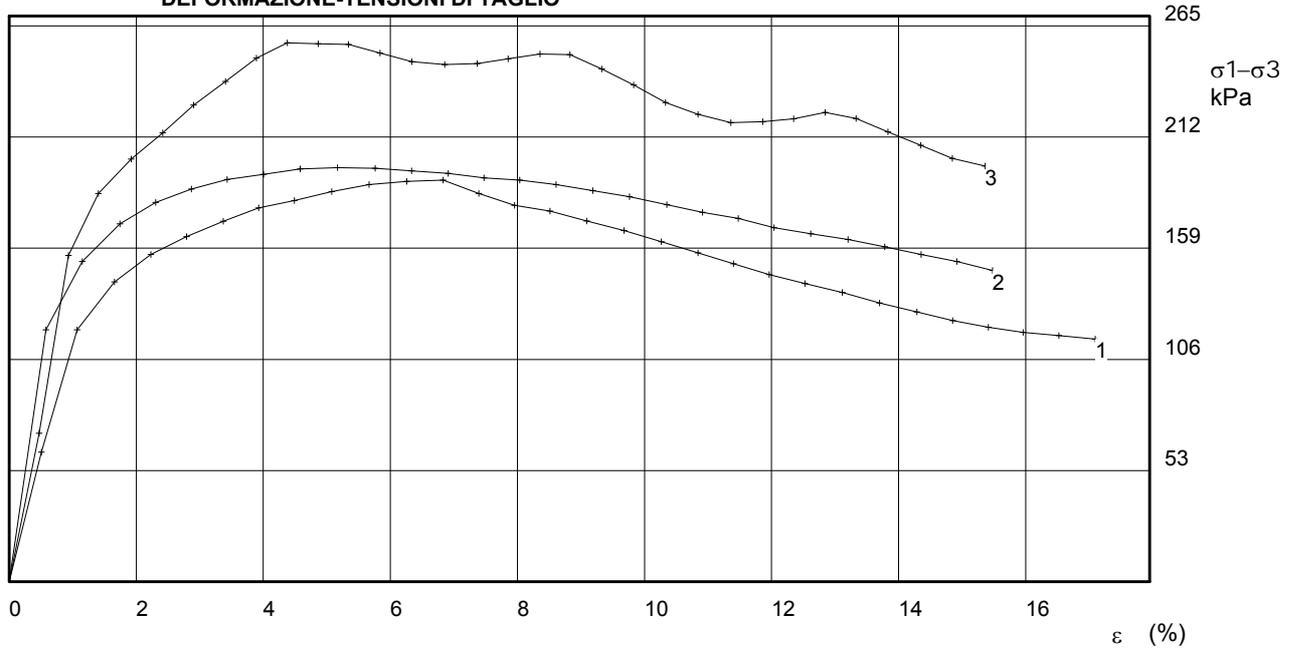
**CAMPIONE:** C4

**PROF., m:** 13.0

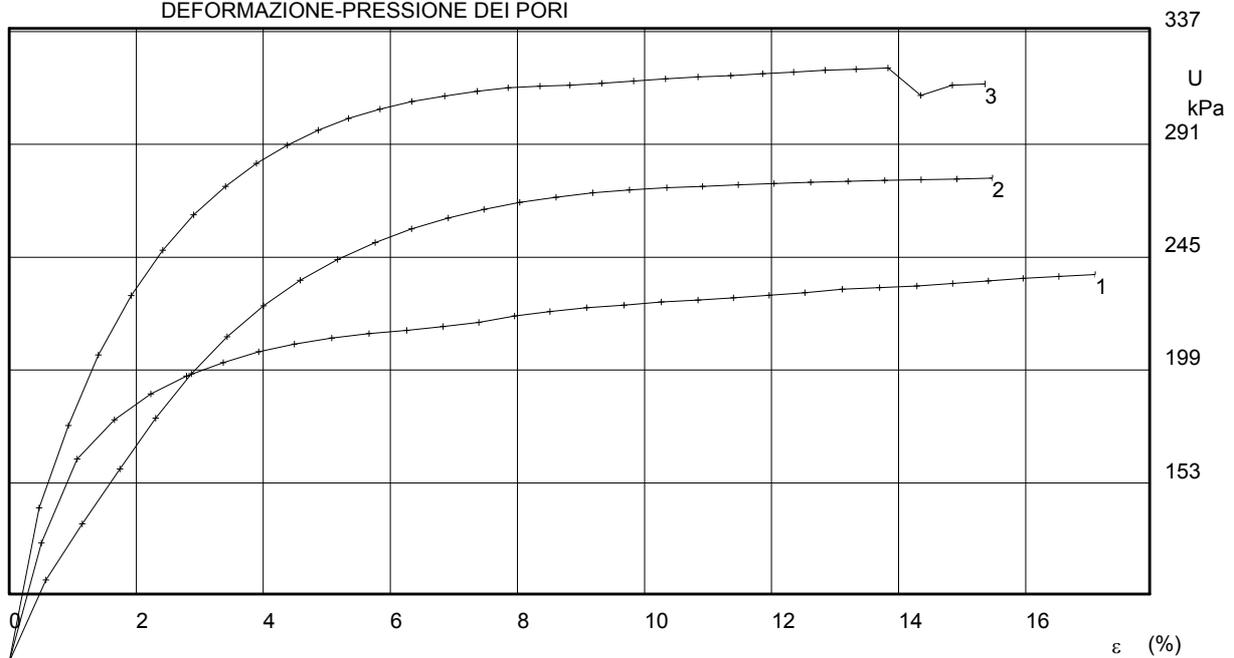
**CERTIFICATO PROVA:** 24

### PROVA TRIASSIALE C.I.U. Norma Triassiale CIU

DEFORMAZIONE-TENSIONI DI TAGLIO



DEFORMAZIONE-PRESSIONE DEI PORI



**NOTA:**

Data ricevimento campione: 19/12/09

Data esecuzione prova: 21/12/09

DATA: 13/01/2010

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

**COMMITTENTE:** Geoid s.a.s.

**CANTIERE:** Metro-ferrovia tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**LOCALITA':** Comune di Palermo

**VERBALE ACCETTAZIONE:** 32/09

**SONDAGGIO:** SE04

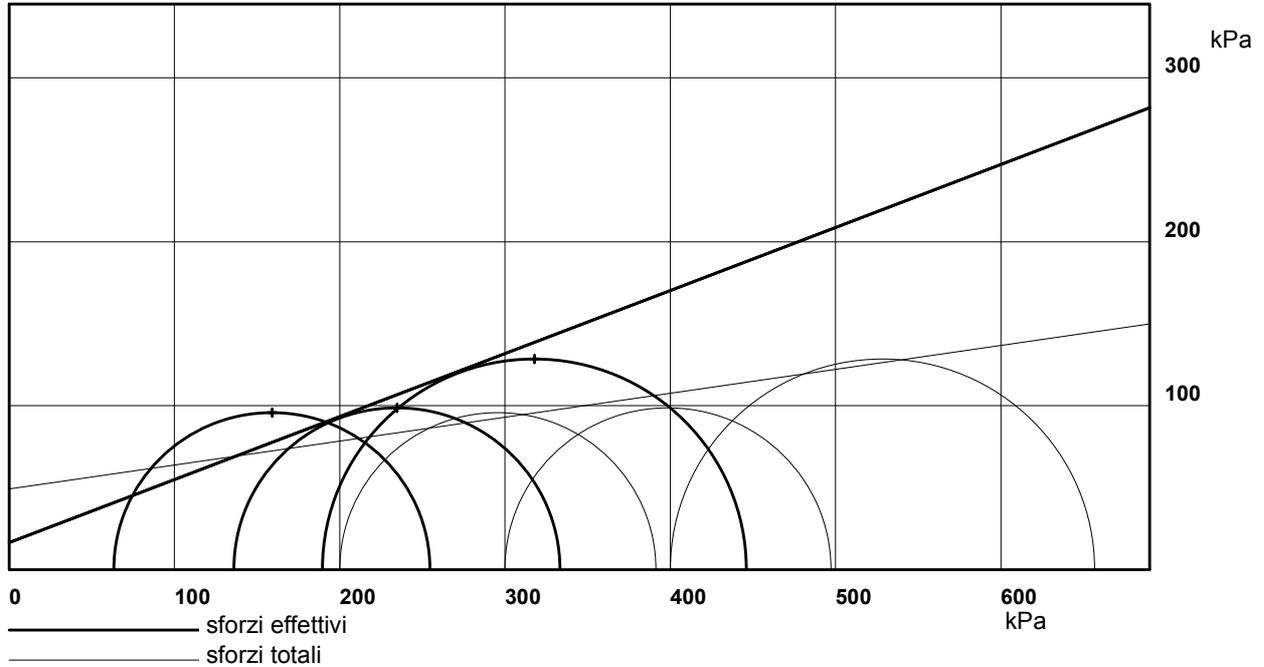
**CAMPIONE:** C4

**PROF., m:** 13.0

**CERTIFICATO PROVA:** 24

### PROVA TRIASSIALE C.I.U. Norma Triassiale CIU

Piano di Mohr



$C' = 16.50 \text{ kPa}$

$\varphi', \text{ gradi sessagesimali} = 21.0$

$C' = 49.33 \text{ kPa}$

$\varphi_u, \text{ gradi sessagesimali} = 8.3$

**NOTA:**

**Data ricevimento campione:** 19/12/09

**Data esecuzione prova:** 21/12/09

**DATA:** 13/01/2010

**Lo Sperimentatore**

**Il Direttore di laboratorio**

**PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA**

Certificato n° 23 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**LOCALITA' : **Comune di Palermo**PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C4** PROFONDITA' : **13.00 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 23/12/09 N°verb.accett.: 32/09

Caratteristiche fisiche campione		
Peso campione	gr	67.22
Umidità iniziale	%	52.77
Peso unità volume	KN/m <sup>3</sup>	16.77
Peso specifico	KN/m <sup>3</sup>	26.04
Densità secca	KN/m <sup>3</sup>	10.98
Indice dei vuoti		1.37

Dimensioni del campione	
Sezione	cm <sup>2</sup> 19.65
Altezza iniziale	cm 2.00
Volume	cm <sup>3</sup> 39.29
Altezza finale	1.70

Carico di consolidazione KN/m <sup>2</sup>	250 KN/mq
--	-----------

Sezione buretta graduata (cm <sup>2</sup> )	0.196
---	-------

tempo (sec)	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	T (°C)	Permeabilità (K : cm/sec)
20880	54	52.8	17	<b>3.96E-08</b>
17400		51.9		<b>3.88E-08</b>
20880		51.5		<b>3.86E-08</b>
1296000		10		<b>2.21E-08</b>

H<sub>0</sub> (cm) = Carico idraulico inizialeH<sub>1</sub> (cm) = Carico idraulico finale

Il direttore del laboratorio

Lo sperimentatore



Certificato n° 25 del 13/01/10 Pag 1/2

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.

**LOCALITA' :** Comune di Palermo

**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**SONDAGGIO :** SE04 **CAMPIONE :** C5 **PROFONDITA' :** 19.00 m

Data ricevimento camp: 19/12/09

Data esecuz. prova : 21/12/09

N° verb. accett.: 32/09

### DATI DICHIARATI

<b>Attrezzatura di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<b>Modalità di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

### VERIFICA CAMPIONI

<b>Contenitore del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
<b>Forma del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
<b>Condizioni del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<b>Tipo di campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore



Certificato n° 25 del 13/01/10 Pag 2/2

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE04 **CAMPIONE :** C5 **PROFONDITA' :** 19.00 m

Data ricevimento camp: 19/12/09

Data esecuz. prova : 21/12/2009

N° verb. accett.: 32/09

**IDENTIFICAZIONE CAMPIONE**

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO		KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	<p>Argilla di colore variabile dal grigio scuro al nerastro tenera e molto plastica, a struttura omogena.                      Si riscontra la presenza di un livello sabbioso a struttura laminata di circa 1.5 cm di spessore (1).                      Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da argilla con limo.</p>
BASSO				
<p><b>Ident.:</b> Identificazione del campione  <b>Gran.:</b> Analisi granulometrica  <b>T1:</b> Prova di taglio diretto CD  <b>K ed:</b> Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica</p>				

*[Signature]*

Lo Sperimentatore

*[Signature]*

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 26 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **19.00 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 7/1/10 N° verb. accett.: 32/09

**DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	Peso umido lordo (mmN)
<b>Campione 1</b>	908.88	70.2	2079.11
<b>Campione 2</b>	908.88	70.2	2107.94
<b>Campione 3</b>	908.88	70.2	2077.24

	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_1$	16.670
$\gamma_2$	17.081
$\gamma_3$	16.643

**$\gamma$  medio: 16.798 KN/m<sup>3</sup>**

**DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
 CEN ISO/TS 17892-1:2005

UNI

Data esecuz. prova : 21/12/09

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wn (%)
<b>Campione 1</b>	61.88	3935.41	406.75	41.477
<b>Campione 2</b>	61.19	4059.95	382.89	39.044
<b>Campione 3</b>	60.02	3542.16	421.28	42.958

**Wn medio: 41.160 %**

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 27 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **19.00 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 23/12/090 N° verb. accett.: 32/09

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	<b>P1</b> (mmN)	<b>P2</b> (mmN)	<b>P3</b> (mmN)	<b>P4</b> (mmN)	<b>T</b> (°C)	<b><math>\gamma_s</math></b> KN/m <sup>3</sup>
<b>Campione 1</b>	1161.70	1576.52	2401.65	2659.76	18°	<b>25.952</b>
<b>Campione 2</b>	118.11	1568.87	2271.91	2528.94	18°	<b>26.213</b>

**$\gamma_s$  medio: 26.082 KN/m<sup>3</sup>**

- P1 = Peso picnometro
- P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
- P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
- P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 28 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **19.00 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 23/12/09 N° verb. accett.: 32/09

### DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;  
 UNI CEN/TS 17892-12:2005

#### LIMITE DI LIQUIDITA'

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	n° colpi	Wl (%)
<b>Campione 1</b>	126.60	298.41	245.46	20	<b>44.551</b>
<b>Campione 2</b>	127.29	304.70	251.15	26	<b>43.237</b>
<b>Campione 3</b>	125.82	401.80	320.58	33	<b>41.704</b>

**Wl = 43.456 %**

#### LIMITE DI PLASTICITA'

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wp (%)
<b>Campione 1</b>	203.19	334.81	310.58	<b>22.569</b>
<b>Campione 2</b>	190.25	335.81	307.34	<b>24.314</b>

**Wp medio = 23.441 %**

**Ic = 0.115**

**Ip = 20.015**

#### LIMITE DI RITIRO

tara capsula (mmN)	Volume capsula (cm <sup>3</sup> )	P.U.L. (mmN)	P.S.N. (mmN)	Volume camp. Secco (cm <sup>3</sup> )	Wn	Ws (%)
-	-	-	-	-	-	-

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio \_\_\_\_\_

Lo Sperimentatore \_\_\_\_\_



Certificato n° 29 del 13/01/10 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **19.00 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 12/1/10 N° verb. accett.: 32/09

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005; ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

**P.S.N. Totale : 266.2 gr**  
**P.S.N. passante 200 : 253.5 gr**  
**% passante al 200 : 95.23**

#### ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
10	37.27	2	98.57
18	47.07	1	98.20
40	69.63	0.425	97.33
60	81.40	0.25	96.88
100	102.97	0.15	96.06
200	124.54	0.075	95.23

#### ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0292	0.0605	95.11
1	1.0291	0.0428	94.75
2	1.0285	0.0305	92.42
4	1.028	0.0215	90.62
8	1.027	0.0152	86.85
16	1.0262	0.0107	83.98
32	1.025	0.0077	79.67
60	1.0237	0.0057	74.64
120	1.022	0.0041	68.54
210	1.0209	0.0032	64.23
450	1.0196	0.0022	59.56
1440	1.0175	0.0013	52.03

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 29 del 13/01/10 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

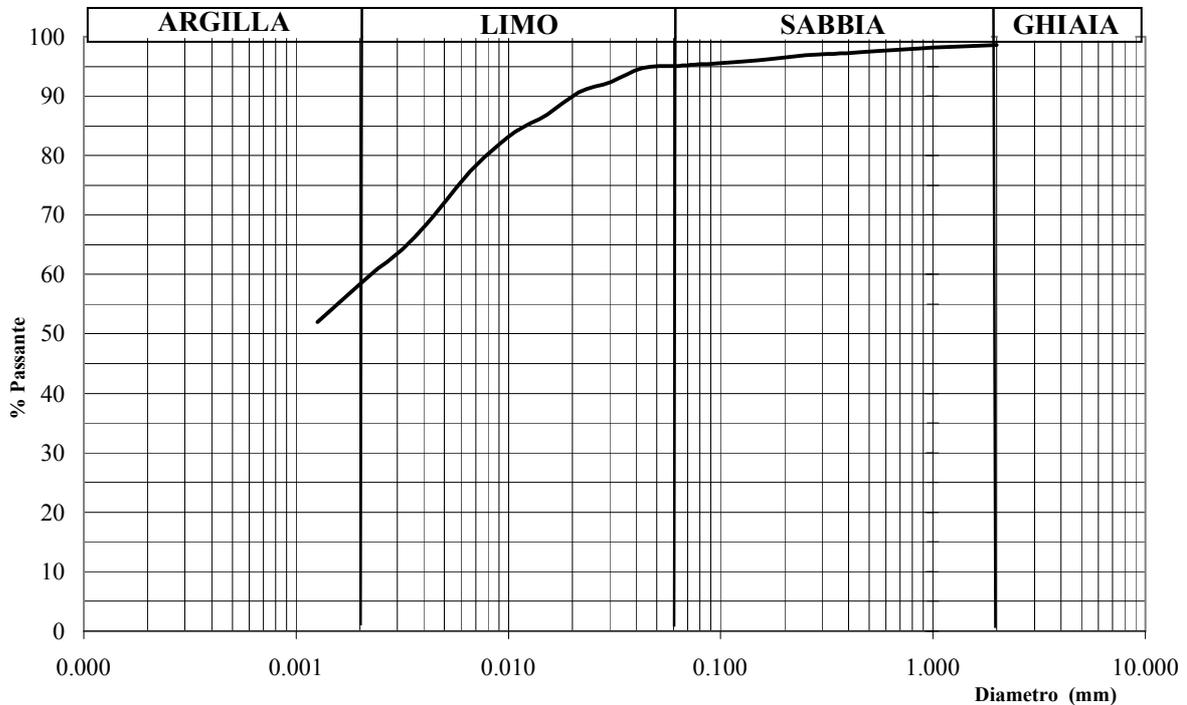
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **19.00 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 12/1/10 N° verb. accett.: 32/09

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1; UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005; ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



**Ghiaia:** 1.43 %  
**Sabbia:** 3.47 %  
**Limo:** 37.07 %  
**Argilla:** 58.03 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 95.23%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **Argilla con limo**

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

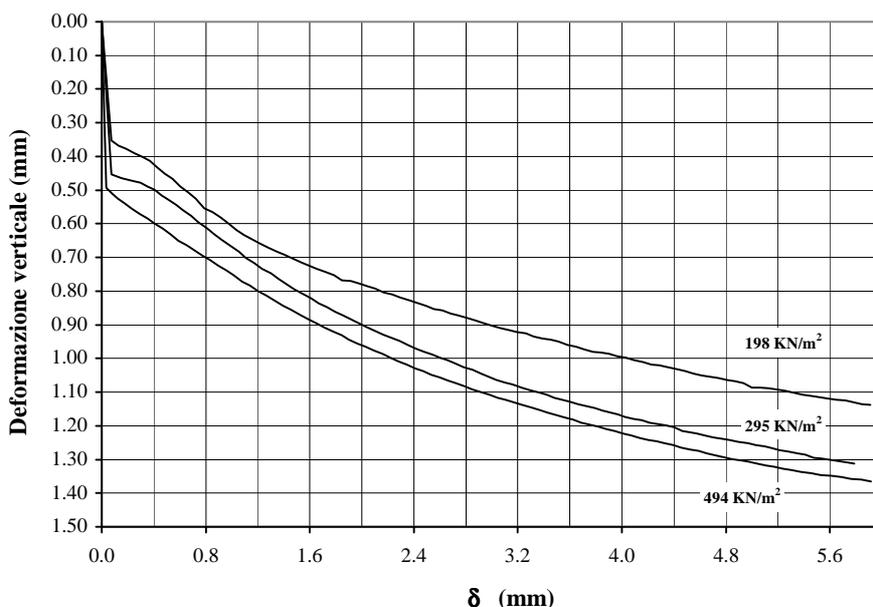
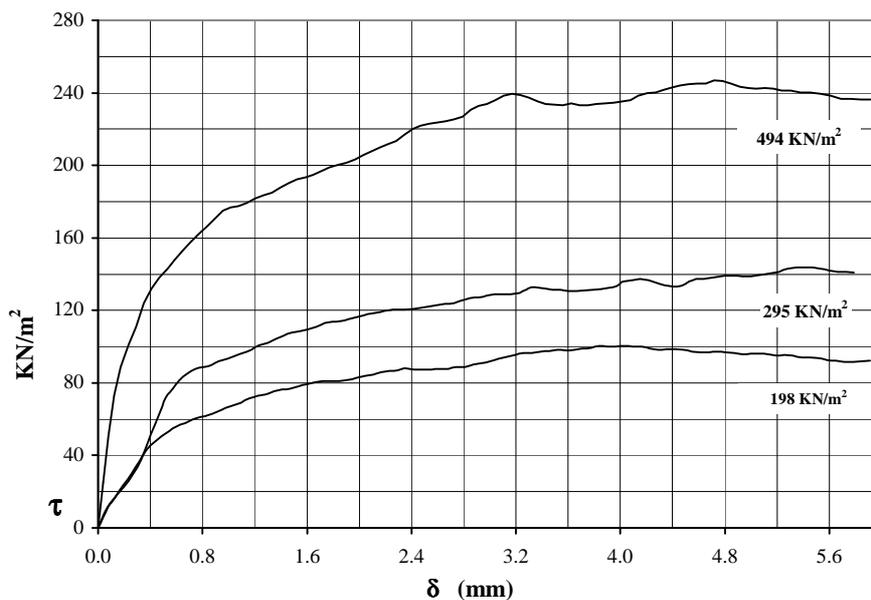


Certificato n° 30 del 13/01/10 Pag 2/5

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04**                      CAMPIONE : **C5**                      PROFONDITA' : **19.00 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09                      Data esecuz. prova : 7/1/10                      N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





Certificato n° 30 del 13/01/10 Pag 3/5

**COMMITTENTE :** Geind Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE04 CAMPIONE : C5 PROFONDITA' : 19.00 m  
Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 7/1/10 N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.353	0.075	11.111	0.454	0.072	11.667	0.493	0.037	25.278
0.367	0.129	16.389	0.464	0.153	19.167	0.510	0.078	50.833
0.378	0.190	23.611	0.472	0.232	25.556	0.525	0.123	73.333
0.391	0.254	30.000	0.478	0.299	33.611	0.539	0.175	88.889
0.402	0.316	36.667	0.489	0.353	42.222	0.556	0.234	100.556
0.414	0.371	43.056	0.499	0.404	51.944	0.570	0.290	111.111
0.433	0.428	47.222	0.515	0.461	61.944	0.585	0.351	123.889
0.451	0.487	50.556	0.529	0.517	71.944	0.599	0.407	132.222
0.467	0.546	53.611	0.544	0.572	76.944	0.614	0.468	138.056
0.490	0.603	55.833	0.560	0.622	81.389	0.632	0.531	143.056
0.507	0.665	57.778	0.577	0.687	85.278	0.650	0.588	148.056
0.526	0.724	60.000	0.595	0.744	87.778	0.663	0.652	153.333
0.554	0.788	61.111	0.612	0.807	88.611	0.679	0.711	157.778
0.565	0.850	62.500	0.632	0.867	89.722	0.694	0.772	162.500
0.581	0.910	64.167	0.648	0.924	91.944	0.708	0.834	166.389
0.599	0.975	66.111	0.665	0.990	93.333	0.724	0.897	170.833
0.618	1.036	67.778	0.682	1.055	95.000	0.738	0.957	175.000
0.633	1.094	69.167	0.701	1.107	96.389	0.752	1.016	176.944
0.646	1.159	71.389	0.717	1.175	98.333	0.771	1.077	177.500
0.659	1.221	72.778	0.734	1.233	100.556	0.784	1.141	179.444
0.671	1.282	73.611	0.747	1.300	102.222	0.801	1.205	181.667
0.683	1.345	75.278	0.764	1.360	104.167	0.814	1.267	183.333
0.693	1.408	76.389	0.779	1.421	106.111	0.828	1.330	185.000
0.704	1.470	76.944	0.794	1.482	107.778	0.843	1.395	187.778
0.714	1.536	78.056	0.807	1.545	108.333	0.855	1.457	190.278
0.725	1.595	79.167	0.822	1.609	109.444	0.871	1.523	192.222
0.734	1.655	80.278	0.836	1.670	111.111	0.883	1.587	193.333
0.743	1.723	81.111	0.848	1.733	113.056	0.896	1.648	194.722
0.753	1.787	80.833	0.860	1.793	113.611	0.908	1.713	196.944
0.768	1.849	81.111	0.873	1.857	114.167	0.919	1.777	198.889
0.769	1.916	81.667	0.884	1.918	115.000	0.932	1.845	200.278
0.777	1.978	82.778	0.895	1.976	116.111	0.944	1.902	201.389
0.786	2.042	83.889	0.907	2.034	117.222	0.955	1.967	203.333
0.792	2.104	84.444	0.918	2.099	118.333	0.966	2.031	205.833
0.804	2.168	85.833	0.929	2.161	119.167	0.977	2.094	207.778
0.810	2.232	86.667	0.939	2.226	120.000	0.987	2.157	210.000
0.819	2.298	86.944	0.949	2.290	120.556	0.997	2.218	211.667
0.826	2.359	88.056	0.959	2.351	120.556	1.008	2.282	213.333
0.834	2.423	87.500	0.970	2.417	120.833	1.019	2.346	216.944
0.843	2.493	87.222	0.980	2.480	121.389	1.029	2.409	220.278
0.853	2.555	87.500	0.988	2.541	122.222	1.038	2.470	221.944
0.858	2.620	87.778	0.998	2.599	122.778	1.048	2.535	222.778
0.866	2.682	87.778	1.006	2.659	123.611	1.057	2.597	223.611
0.873	2.743	88.611	1.016	2.726	123.889	1.066	2.662	224.444

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

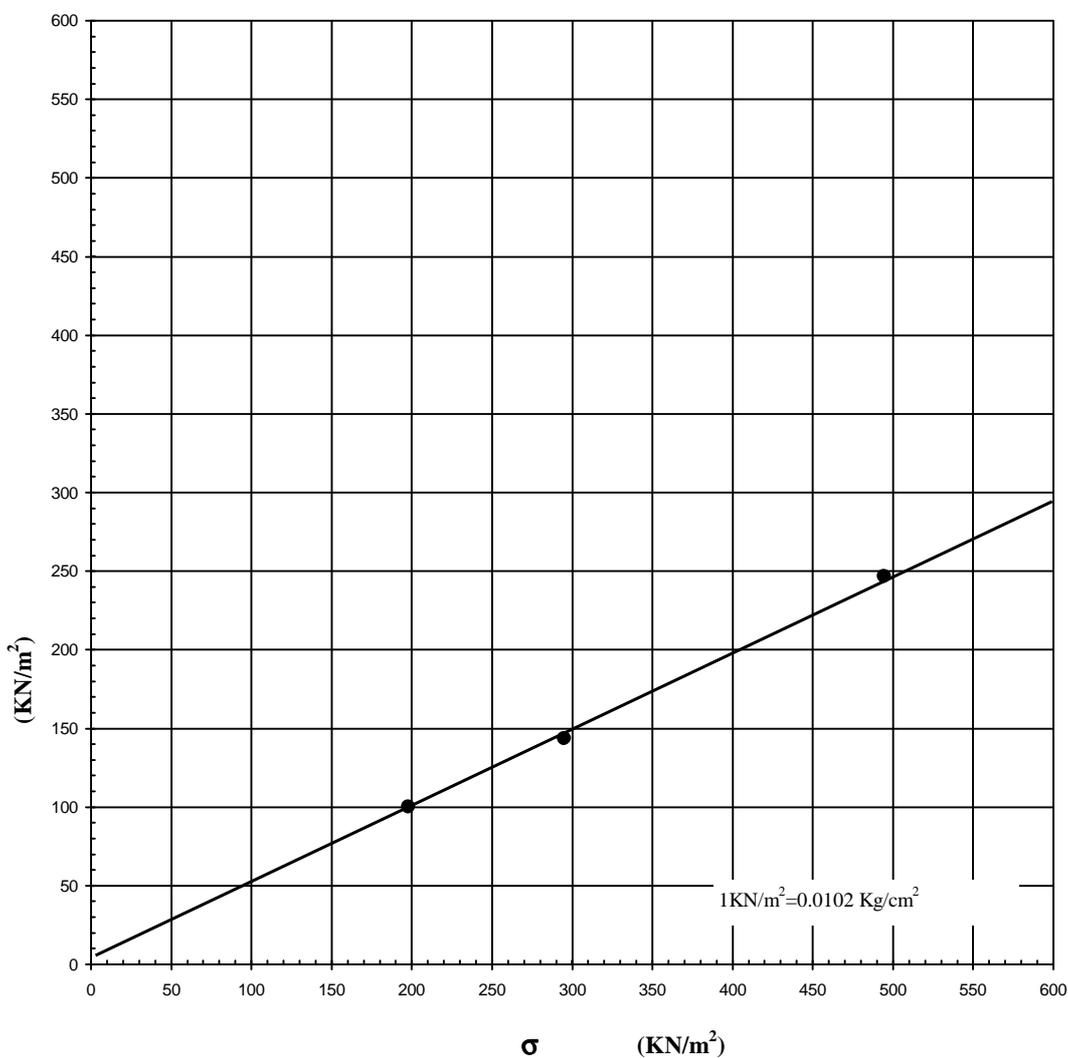


Certificato n° 30 del 13/01/10 Pag 5/5

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **19.00 m**  
 Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 7/1/10 N° verb. accett.: 32/09

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

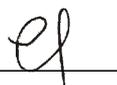
Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Coesione drenata ( $c'$ ) = 7 KN/m<sup>2</sup>

Angolo di attrito ( $\phi'$ ) = 26°

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





## PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA

Certificato n° 31 del 13/01/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE04** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **19.00 m**

Data ricevimento camp: 19/12/09 Data esecuz. prova : 7/1/09 N°verb.accett.: 32/09

Caratteristiche fisiche campione		
Peso campione	gr	71.93
Umidità iniziale	%	52.25
Peso unità volume	KN/m <sup>3</sup>	17.95
Peso specifico	KN/m <sup>3</sup>	26.08
Densità secca	KN/m <sup>3</sup>	11.79
Indice dei vuoti		1.21

Dimensioni del campione	
Sezione	cm <sup>2</sup> 19.65
Altezza iniziale	cm 2.00
Volume	cm <sup>3</sup> 39.29
Altezza finale	1.75

Carico di consolidazione KN/m <sup>2</sup>	350 KN/mq
--	-----------

Sezione buretta graduata (cm <sup>2</sup> )	0.196
---	-------

tempo (sec)	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	T (°C)	Permeabilità (K : cm/sec)
2700	60.9	59.3	17	<b>1.68E-07</b>
7200		58.5		<b>9.49E-08</b>
22500		58		<b>3.69E-08</b>
31020		57.8		<b>2.86E-08</b>
86400		56.3		<b>1.55E-08</b>

H<sub>0</sub> (cm) = Carico idraulico iniziale

H<sub>1</sub> (cm) = Carico idraulico finale

Il direttore del laboratorio

Lo sperimentatore



di Cibella Carlo & C. s.n.c.

## Laboratorio di Geologia Tecnica



# Prove di Laboratorio

**COMUNE DI PALERMO**

**Metro ferrovia di Palermo, tratta  
Notarbartolo - Giachery - Politeama**

**COMMITTENTE:** *Geind Geologia e geofisica s.a.s.*

Gennaio 2010

**Il Direttore Tecnico**  
Dott. Geol. Carlo Cibella

**GEOCIMA s.n.c. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via G. Sciuti 87/c - 90144 - Palermo**  
Sede operativa: Via Borremans, 36 - Palermo -  
Tel/Fax 0915609005 – Email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) - P.I. 04405870827

in attesa della concessione del Decreto Ministeriale Infrastrutture per prove sui terreni (settore A)

Nel mese di Gennaio dell'anno 2010 sono pervenuti al laboratorio complessivamente n° 2 campioni rimaneggiati contenuti in sacchetti di plastica, ermeticamente sigillati.

Dietro indicazione della ditta committente sui campioni descritti sono state effettuate le analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che quelli meccanici.

Seguendo il programma delle indagini di laboratorio, sono state svolte le seguenti prove:

- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm oppure tramite misura delle lunghezze;
- Determinazione del peso specifico dei grani;
- Determinazione dei limiti di consistenza (di liquidità, plasticità) sul passante allo staccio 40 della serie ASTM ( $\emptyset=0.42$  mm);
- Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ( $\emptyset=0,075$  mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD).  
Tale prova è stata presentata completa della diagrammazione delle curve spostamento ( $\delta$ ) – **deformazione verticale**, delle curve spostamento ( $\delta$ ) – tensione tangenziale ( $\tau$ ).
- Prova di compressione edometrica (CE) a dilatazione laterale impedita ed a incremento di carico controllato;
- Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica;
- Prova di permeabilità a carico costante tramite permeometro.

- La determinazione del contenuto d'acqua (**W<sub>n</sub>**) é stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 105°.

La normativa di riferimento é la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

- Il Peso di Volume ( $\gamma$ ) é stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. Per i provini di natura lapidea il Peso di Volume é stato calcolato dal rapporto tra il volume del provino ed il peso dello stesso. La normativa di riferimento é la BS 1377: 1990

- Il peso specifico é stato calcolato sulla porzione di terra passante al setaccio ASTM N° 200 La normativa di riferimento é la BS 1377-90. ( $\varnothing=0.075$  mm), tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da  $100\text{ cm}^3$ .

La normativa di riferimento é la ASTM D 854-06.

- I limiti di consistenza (Atterberg) sono stati determinati in accordo alla normativa CNR-UNI 10014 ed alla ASTM D 4318-84.

Il limite di liquidità è stato calcolato mediante la coppa di Casagrande sulla sola frazione di terra passante al setaccio ASTM N° 40 ( $\varnothing=0.42$  mm); il metodo utilizzato é quello dell'interpolazione dei tre punti.

Il limite di plasticità è stato determinato tramite la manipolazione dello stesso materiale utilizzato per la determinazione del limite di liquidità, sino a quando, creando dei bastoncini aventi diametro di 3 mm, questi si screpolavano o rompevano.

- L'analisi granulometrica é stata realizzata tramite vagliatura meccanica per la porzione di terra avente grana di dimensione superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore viene riservata l'analisi per sedimentazione con il metodo del densimetro.

La serie di setacci utilizzata è ASTM D 422 ed UNI 8520.

Per il materiale fine è stata eseguita una procedura per via umida secondo la normativa ASTM D 2217 - Metodo A, seguendo le indicazioni di Bowles (1978).

- La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm; la fase di consolidazione si é protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura é stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra 100 e circa 400  $\text{KN/m}^2$  (= tra circa 1 e 4  $\text{Kg/cm}^2$ ).

La normativa di riferimento é la ASTM D 3080-72.

- La prova edometrica CE é stata realizzata su un provino cilindrico avente altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm. I carichi sono stati applicati eseguendo cinque gradini di carico e due di scarico protratti per un numero massimo di 24 ore, fino ad una pressione massima di circa 1568 KN/m<sup>2</sup> (= 16 Kg/cm<sup>2</sup>).

I dati ottenuti sono stati riportati in diagrammi Cedimenti ( $\Delta l/l_0$ ) / log Tempo (**T**); Indice dei vuoti (**e**) / log Pressione effettiva ( **$\sigma$** ).

La normativa di riferimento é la ASTM D-2435.

- La prova di permeabilità in cella edometrica è stata eseguita su provini aventi altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm. La prova è stata eseguita dopo aver consolidato il provino secondo il carico litotastico a cui era sottoposto. La prova è stata eseguita a carico variabile, tramite l'uso di una buretta graduata riempita con acqua distillata in modo tale da raggiungere un carico idraulico iniziale di circa 50 cm. Successivamente si è proceduto con una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti. Le misure del K sono state effettuate nell'arco delle 24 h a tempi crescenti.

La normativa di riferimento é la ASTM D 2435-80, D 4186-82, D 4546-85.

- La prova di permeabilità a carico costante è stata eseguita previa saturazione del provino. Il carico idraulico costante è stato posto pari a 2.7 metri. La prova è stata condotta impiegando un cilindro graduato ad alta precisione che ci ha permesso di misurare il volume di acqua che permeava lungo il campione nell'unità di tempo. Sono state prese una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti.

La normativa di riferimento é la AASHTO T 215-70, ASTM D 2434-68, BS1377: Part5:1990.

Nelle pagine seguenti sono state riportate i seguenti elaborati:

- Certificati riferiti alle singole prove ed analisi eseguite.

Palermo, Gennaio 2010

**Il Direttore Tecnico del Laboratorio**

## ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	$\gamma_s$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume	$\gamma$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	$\gamma_i$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	$\gamma_f$	$KN/m^3$
Peso secco dell'unità di volume	$\gamma_d$	$KN/m^3$
Contenuto naturale d'acqua	<b>W<sub>n</sub></b>	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	<b>W<sub>i</sub></b>	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	<b>W<sub>f</sub></b>	%
Limite di Liquidità	<b>W<sub>l</sub></b>	%
Limite di Plasticità	<b>W<sub>p</sub></b>	%
Indice di Plasticità	<b>I<sub>p</sub></b>	%
Indice di Consistenza	<b>I<sub>c</sub></b>	-
Indice dei vuoti	<b>e</b>	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	<b>e<sub>o</sub></b>	-
Porosità	<b>N</b>	%
Coefficiente di saturazione	<b>S</b>	%
Coesione drenata	<b>c'</b>	$KN/m^2$
Coesione non drenata	<b>C<sub>u</sub></b>	$KN/m^2$
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	$\phi'$	Gradi
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	$\phi_u$	Gradi
Tensione tangenziale	$\tau$	$KN/m^2$
Tensione normale	$\sigma$	$KN/m^2$
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	<b>Q<sub>max</sub></b>	$KN/m^2$
Indice di resistenza normalizzato	<b>I<sub>s</sub> (50)</b>	$KN/m^2$
Modulo edometrico	<b>E<sub>d</sub></b>	$KN/m^2$
Indice di compressibilità	<b>A<sub>v</sub></b>	$m^2/KN$
Coefficiente di compressibilità di volume	<b>M<sub>v</sub></b>	$m^2/KN$
Coefficiente di consolidazione	<b>C<sub>v</sub></b>	$m^2/KN$
Coefficiente di permeabilità	<b>K</b>	cm/sec

**GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.**

**Laboratorio di analisi geotecniche**

In attesa della concessione del Decreto Ministeriale Infrastrutture  
per prove sui terreni (settore A).

Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827

Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo

Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it



## ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

**COMMITTENTE:** Geind Geologia e geofisica s.a.s.

**LOCALITA':** Comune di Palermo

**PROGETTO:** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama

**DATA RICEV. CAMPIONI:** 14/01/2009

**DATA EMISS. CERTIF.:** 4/02/10

**N° PROT.:** 2/10

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$W_n$	W1 - Wp	Analisi gran.	Permeabilità a carico costante	Permeabilità a carico variabile	Taglio CD	Compressione Triassiale	E.L.L.
SE06	C1	8.70	*	*	*	*		*	*		*		
SE06	C2	10.40	*	*	*	*	*	*		*	*		



## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	$\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	Wn %	Wl %	Wp %	S %	n %	K cm/sec
SE06 C1	8.70	18.14	25.94	14.09	28.74			90.37	45.68	5.88E-05
SE06 C2	10.40	19.83	32.34	14.99	32.34	23.89	-	92.03	53.67	4.57E-08

## RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C' KN/m <sup>2</sup>	$\phi'$ gradi	C'(Res) KN/m <sup>2</sup>	$\phi'$ (Res) gradi	Q <sub>max</sub> KN/m <sup>2</sup>	C <sub>u</sub> KN/m <sup>2</sup>	$\phi_u$ gradi
SE06 C1	8.70	1.5	36°					
SE06 C2	10.40	1.38	29°					



Certificato n° 35 del 04/02/10 Pag 1/2

**COMMITTENTE :** Geind Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE06 CAMPIONE : C1 PROFONDITA' : 8.70 m

Data ricevimento camp: 14/1/10

Data esecuz. prova : 14/1/10

N° verb. accett.: 2/10

### DATI DICHIARATI

<b>Attrezzatura di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<b>Modalità di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

### VERIFICA CAMPIONI

<b>Contenitore del campione</b>	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
<b>Forma del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
<b>Condizioni del campione</b>	<input type="checkbox"/> Buone	<input checked="" type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<b>Tipo di campione</b>	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 35 del 04/02/10 Pag 2/2

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE06 **CAMPIONE :** C1 **PROFONDITA' :** 8.70 m

Data ricevimento camp: 14/1/10

Data esecuz. prova : 14/01/2010

N° verb. accett.: 2/10

**IDENTIFICAZIONE CAMPIONE**

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
ALTO				<p>Sabbia con ghiaia di colore giallo ocra, poco addensata, a struttura omogenea. Si riscontra la presenza di inclusi di natura calcarenitica aventi dimensioni variabili dal millimetro al centimetro. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da sabbia con ghiaia debolmente limosa.</p>
Ident. Gran.				
T1				
T2				
T3				
BASSO	K			
				<p><b>Ident.:</b> Identificazione del campione  <b>Gran.:</b> Analisi granulometrica  <b>T1:</b> Prova di taglio diretto CD  <b>K:</b> Prova di permeabilità a carico costante</p>

*[Handwritten signature]*

Lo Sperimentatore

*[Handwritten signature]*

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 36 del 04/02/10 Pag 1/1  
 COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**  
 Data ricevimento camp: 14/1/10 Data esecuz. prova : 14/01/10 N° verb. accett.: 2/10

### DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Volume fustella</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)
<b>Campione 1</b>	815.52	59.23	1895.14
<b>Campione 2</b>	815.52	59.23	1890.43
<b>Campione 3</b>	815.52	59.23	1884.94

	<b>KN/m<sup>3</sup></b>
$\gamma_1$	18.227
$\gamma_2$	18.148
$\gamma_3$	18.055

**$\gamma$  medio: 18.144 KN/m<sup>3</sup>**

### DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
 CEN ISO/TS 17892-1:2005

UNI

Data esecuz. prova : 21/12/09

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>Wn</b> (%)
<b>Campione 1</b>	61.98	2813.53	281.63	28.718
<b>Campione 2</b>	62.66	3060.66	282.13	28.769
<b>Campione 3</b>	60.02	3095.96	271.37	27.672

**Wn medio: 28.744 %**

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 37 del 04/02/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**  
 Data ricevimento camp: 14/1/10 Data esecuz. prova : 19/01/10 N° verb. accett.: 2/10

### DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	<b>P1</b> (mmN)	<b>P2</b> (mmN)	<b>P3</b> (mmN)	<b>P4</b> (mmN)	<b>T</b> (°C)	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>
<b>Campione 1</b>	1161.72	1576.52	2401.55	2660.05	18	<b>26.019</b>
<b>Campione 2</b>	1158.24	1567.89	2271.91	2526.29	18	<b>25.867</b>

$\gamma_s$  medio: **25.943 KN/m<sup>3</sup>**

- P1 = Peso picnometro
- P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
- P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
- P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 38 del 04/02/10 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 14/1/10 Data esecuz. prova : 22/01/10 N° verb. accett.: 2/10

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

**P.S.N. Totale : 1382.4 gr**  
**P.S.N. passante 200 : 158.1 gr**  
**% passante al 200 : 11.44**

#### ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
4	5083.77	4.75	62.50
10	5507.41	2	59.38
18	6663.62	1	50.85
40	6856.81	0.425	49.42
60	6973.51	0.25	48.56
100	7486.40	0.15	44.78
200	12006.28	0.075	11.44

#### ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0275	0.0620	10.77
1	1.026	0.0446	10.12
2	1.023	0.0327	8.82
4	1.0212	0.0233	8.04
10	1.0207	0.0146	7.83
16	1.0195	0.0116	7.31
42	1.018	0.0073	6.61
60	1.017	0.0062	6.14
120	1.0155	0.0044	5.45
229	1.0145	0.0033	4.97
510	1.013	0.0022	4.28
1440	1.011	0.0013	3.41

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 38 del 04/02/10 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

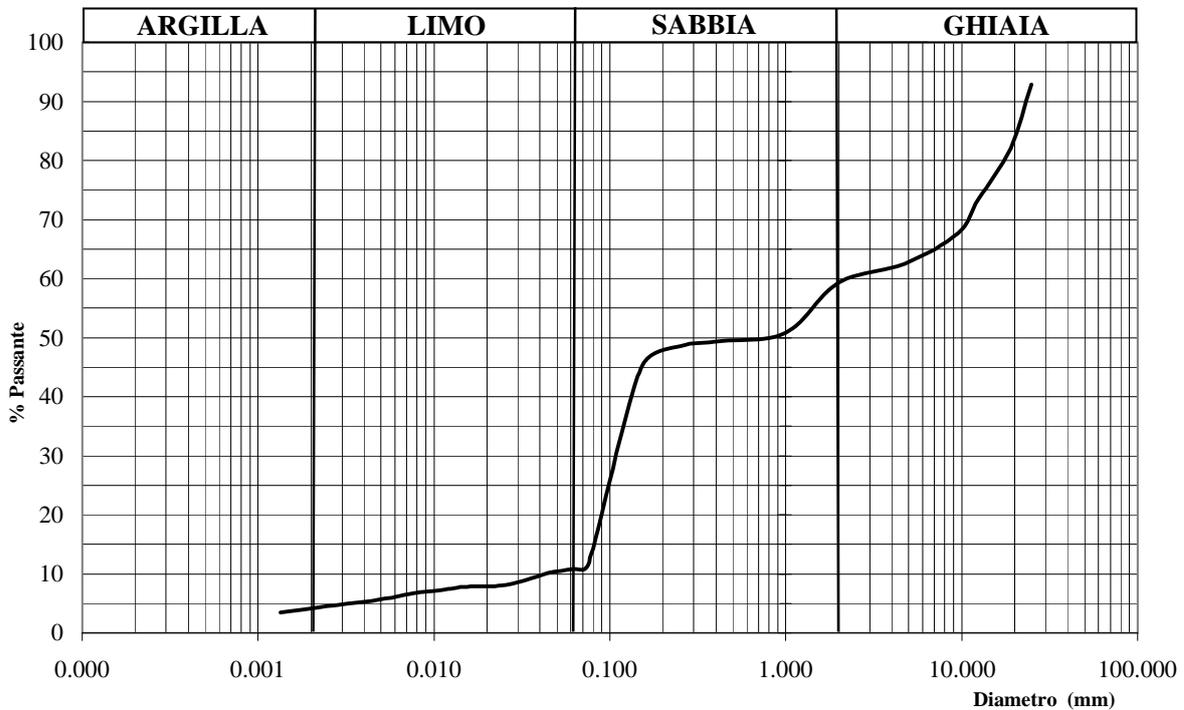
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 14/1/10 Data emiss. cert. : 22/01/10 N° verb. accett.: 2/10

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



**Ghiaia:** 40.63 %  
**Sabbia:** 48.68 %  
**Limo:** 6.62 %  
**Argilla:** 4.07 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 µ) = 11.44%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **Sabbia con ghiaia debolmente limosa**

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio 

Lo Sperimentatore 

Certificato n° 39 del 04/02/10 Pag 1/5

 COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**

 LOCALITA' : **Comune di Palermo**

 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

 SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 14/1/10 Data esecuz. prova : 14/1/10 N° verb. accett.: 2/10

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

#### Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm <sup>3</sup>	<b>59.23</b>	<b>59.23</b>	<b>59.23</b>
Sezione	cm <sup>2</sup>	<b>31.17</b>	<b>31.17</b>	<b>31.17</b>
Diametro	cm	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>
Altezza	cm	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>

#### PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m <sup>2</sup> )	100.73	200.37	293.78
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.136	0.313	0.605

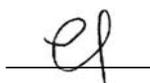
#### PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.005	0.005	0.005

#### CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	$\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
<b>A</b>	18.22	14.07	92.60	45.78	0.84	29.55	27.77
<b>B</b>	18.14	13.90	93.20	46.41	0.87	30.50	28.69
<b>C</b>	18.05	13.96	90.35	46.20	0.86	29.31	27.08

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





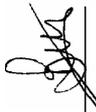
Certificato n° 39 del 04/02/10 Pag 3/5

COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**  
 Data ricevimento camp: 14/1/10 Data esecuz. prova : 14/1/10 N° verb. accett.: 2/10

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
0.055	0.069	24.000	0.108	0.087	48.000	0.186	0.049	74.000
0.069	0.138	36.000	0.121	0.18	73.000	0.197	0.106	120.000
0.074	0.207	48.000	0.127	0.28	98.000	0.208	0.161	164.000
0.083	0.268	59.000	0.134	0.365	132.000	0.22	0.231	202.000
0.09	0.319	77.000	0.143	0.439	162.000	0.23	0.301	236.000
0.094	0.372	93.000	0.156	0.513	186.000	0.238	0.364	280.000
0.096	0.428	102.000	0.166	0.587	188.000	0.248	0.429	325.000
0.099	0.486	111.000	0.173	0.654	209.000	0.255	0.498	354.000
0.105	0.546	120.000	0.182	0.724	222.000	0.262	0.569	375.000
0.104	0.605	129.000	0.19	0.794	236.000	0.268	0.642	394.000
0.107	0.671	133.000	0.196	0.865	249.000	0.275	0.718	409.000
0.109	0.734	140.000	0.204	0.941	259.000	0.281	0.797	423.000
0.109	0.808	141.000	0.209	1.003	269.000	0.286	0.872	436.000
0.109	0.88	145.000	0.215	1.083	279.000	0.292	0.941	447.000
0.112	0.944	151.000	0.221	1.159	289.000	0.297	1.018	461.000
0.112	1.014	158.000	0.225	1.233	299.000	0.3	1.09	474.000
0.116	1.08	166.000	0.232	1.306	304.000	0.306	1.165	484.000
0.115	1.149	169.000	0.236	1.373	311.000	0.31	1.24	494.000
0.115	1.219	171.000	0.238	1.456	321.000	0.311	1.311	505.000
0.116	1.288	174.000	0.239	1.523	332.000	0.314	1.387	517.000
0.115	1.363	175.000	0.241	1.599	341.000	0.317	1.461	525.000
0.115	1.431	179.000	0.243	1.681	349.000	0.319	1.535	533.000
0.115	1.501	184.000	0.245	1.755	354.000	0.321	1.612	539.000
0.115	1.571	188.000	0.248	1.823	355.000	0.325	1.683	546.000
0.115	1.642	191.000	0.248	1.9	360.000	0.326	1.757	554.000
0.12	1.714	194.000	0.249	1.976	363.000	0.329	1.833	561.000
0.12	1.783	197.000	0.25	2.046	368.000	0.33	1.907	567.000
0.122	1.856	199.000	0.25	2.119	374.000	0.331	1.982	573.000
0.12	1.928	202.000	0.251	2.185	380.000	0.332	2.057	577.000
0.12	2.001	204.000	0.25	2.27	386.000	0.334	2.132	581.000
0.121	2.072	209.000	0.25	2.338	392.000	0.334	2.209	584.000
0.119	2.144	211.000	0.251	2.414	396.000	0.335	2.281	587.000
0.118	2.219	211.000	0.251	2.487	399.000	0.335	2.358	592.000
0.119	2.286	215.000	0.251	2.565	402.000	0.336	2.433	598.000
0.12	2.365	217.000	0.25	2.639	404.000	0.337	2.507	601.000
0.12	2.435	218.000	0.249	2.713	409.000	0.338	2.58	606.000
0.12	2.515	219.000	0.25	2.788	414.000	0.338	2.656	609.000
0.12	2.591	220.000	0.25	2.865	418.000	0.338	2.73	618.000
0.12	2.667	221.000	0.249	2.939	420.000	0.34	2.806	626.000
0.12	2.739	225.000	0.249	3.013	422.000	0.34	2.879	629.000
0.119	2.814	227.000	0.25	3.09	424.000	0.341	2.954	631.000
0.12	2.887	229.000	0.25	3.168	424.000	0.342	3.029	637.000
0.119	2.963	231.000	0.25	3.243	425.000	0.341	3.105	642.000
0.121	3.039	231.000	0.249	3.319	427.000	0.343	3.179	645.000
0.12	3.118	231.000	0.25	3.396	429.000	0.344	3.256	647.000



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN<sup>2</sup>/m

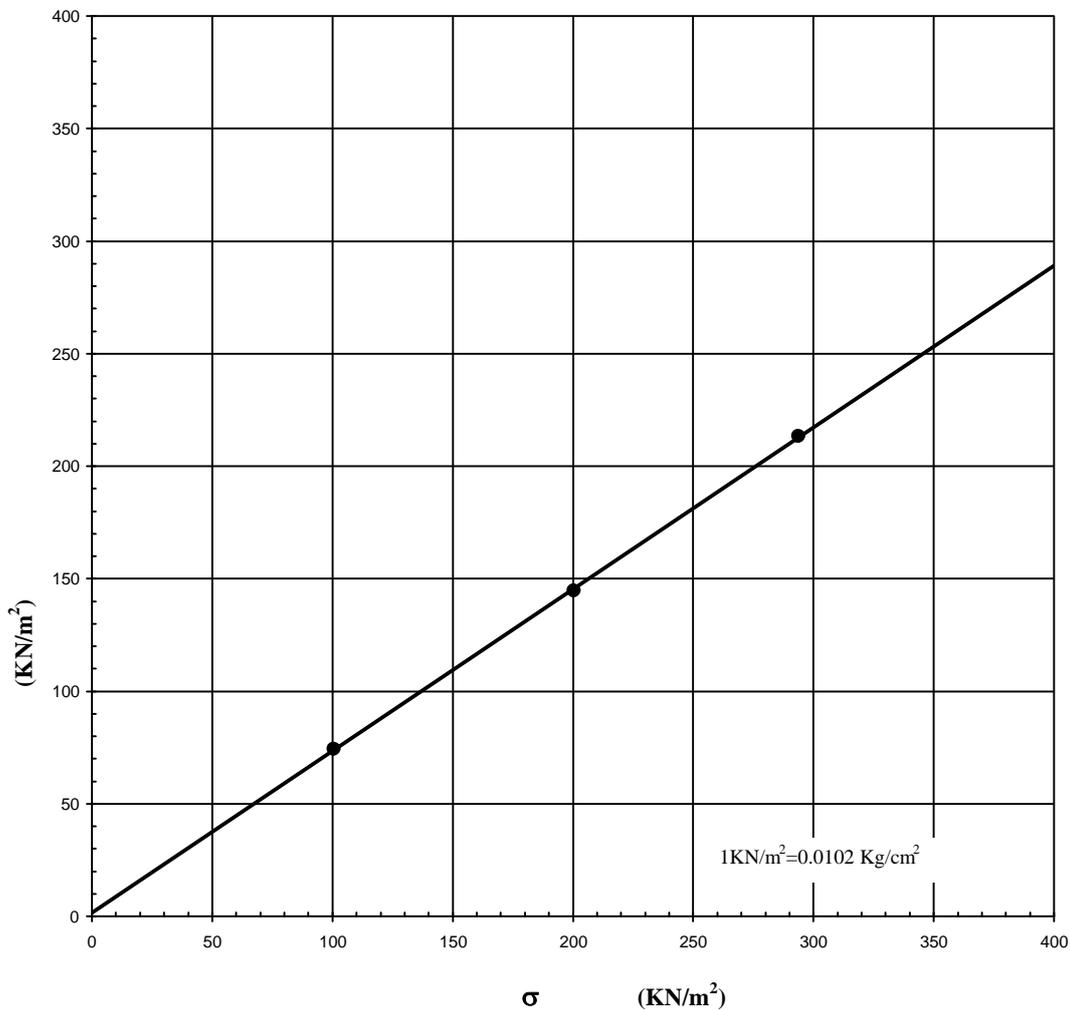




Certificato n° 39 del 04/02/10 Pag 5/5  
COMMITTENTE : **Geind Geologia e geofisica s.a.s.**  
LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**  
Data ricevimento camp: 14/1/10 Data esecuz. prova : 14/1/10 N° verb. accett.: 2/10

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Coesione drenata ( $c'$ ) = 1.5 KN/m<sup>2</sup>

Angolo di attrito ( $\phi'$ ) = 36°

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

**PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO COSTANTE**

Certificato n° 40 del 04/02/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoidn Geologia e geofisica s.a.s.**LOCALITA' : **Comune di Palermo**PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **8.70 m**

Data ricevimento camp: 14/1/10 Data esecuz. prova : 15/1/10 N° verb. accett.: 2/10

Caratteristiche fisiche campione		
Peso campione	gr	1739
Umidità iniziale	%	-
Peso unità volume	KN/m <sup>3</sup>	18.27
Peso specifico	KN/m <sup>3</sup>	25.94
Densità secca	KN/m <sup>3</sup>	-
Indice dei vuoti		-

Dimensioni del campione	
Sezione	cm <sup>2</sup> 80.44
Altezza	cm 11.60
Volume	cm <sup>3</sup> 933.06

Carico idraulico applicato (cm)	270
---------------------------------	-----

tempo (sec)	Volume Acqua permeata (cm <sup>3</sup> )	T (°C)	Permeabilità (K : cm/sec)
60	50	17	4.45E-04
120	90		4.01E-04
240	150		3.34E-04
480	220		2.45E-04
1020	350		1.83E-04
1920	525		1.46E-04
3600	825		1.22E-04
15780	2050		6.94E-05
21180	2480		6.25E-05
26580	2930		5.89E-05
38400	4230		5.88E-05

Il direttore del laboratorio

Lo sperimentatore



Certificato n° 41 del 4/02/10 Pag 1/2

**COMMITTENTE :** Geoid Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE06 **CAMPIONE :** C2 **PROFONDITA' :** 10.40 m

Data ricevimento camp: 18/1/10

Data esecuz. prova : 18/1/10

N° verb. accett.: 2/10

### DATI DICHIARATI

<b>Attrezzatura di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<b>Modalità di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

### VERIFICA CAMPIONI

<b>Contenitore del campione</b>	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
<b>Forma del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
<b>Condizioni del campione</b>	<input type="checkbox"/> Buone	<input checked="" type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<b>Tipo di campione</b>	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 41 del 4/02/10 Pag 2/2

**COMMITTENTE :** Geotecnica Geologia e geofisica s.a.s.  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama  
**SONDAGGIO :** SE06 **CAMPIONE :** C2 **PROFONDITA' :** 10.40 m

Data ricevimento camp: 18/1/10 Data esecuz. prova : 18/01/2010 N° verb. accett.: 2/10

**IDENTIFICAZIONE CAMPIONE**

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test	Vane Test	DESCRIZIONE
		KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	
ALTO				<p>Sabbia limosa a grana fine di colore giallo ocra, poco addensata, a struttura omogenea. Si riscontra la presenza di fossili e inclusi di natura calcarenitica aventi dimensioni variabili dal millimetro al centimetro. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da sabbia limosa e argillosa, debolmente ghiaiosa.</p>
BASSO				

- Ident.:** Identificazione del campione
- Gran.:** Analisi granulometrica
- T1:** Prova di taglio diretto CD
- Edo:** Prova di compressione edometrica
- K ed:** Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica

*[Signature]*  
 Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 42 del 4/02/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.40 m**  
 Data ricevimento camp: 18/1/10 Data esecuz. prova : 18/01/10 N° verb. accett.: 2/10

### DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Volume fustella</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)
<b>Campione 1</b>	815.52	59.23	1994.48
<b>Campione 2</b>	815.52	59.23	1989.18
<b>Campione 3</b>	815.52	59.23	1986.93

	<b>KN/m<sup>3</sup></b>
$\gamma_1$	19.905
$\gamma_2$	19.815
$\gamma_3$	19.777

**$\gamma$  medio: 19.832 KN/m<sup>3</sup>**

### DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
 UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 21/12/09

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>Wn</b> (%)
<b>Campione 1</b>	60.51	6423.36	307.80	31.387
<b>Campione 2</b>	59.13	6516.52	326.58	33.302
<b>Campione 3</b>	60.90	5307.36	351.63	35.857

**Wn medio: 32.344 %**

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 43 del 4/02/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.40 m**  
 Data ricevimento camp: 18/1/10 Data esecuz. prova : 19/01/10 N° verb. accett.: 2/10

### DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	<b>P1</b> (mmN)	<b>P2</b> (mmN)	<b>P3</b> (mmN)	<b>P4</b> (mmN)	<b>T</b> (°C)	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>
<b>Campione 1</b>	1161.72	1556.22	2401.55	2649.56	18	<b>26.402</b>
<b>Campione 2</b>	1158.24	1602.01	2271.91	2549.04	18	<b>26.109</b>

$\gamma_s$  medio: **26.256 KN/m<sup>3</sup>**

- P1 = Peso picnometro
- P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
- P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
- P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 44 del 4/02/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.40 m**

Data ricevimento camp: 18/1/10 Data esecuz. prova : 19/01/10 N° verb. accett.: 2/10

### DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;  
 UNI CEN/TS 17892-12:2005

#### LIMITE DI LIQUIDITA'

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>n° colpi</b>	<b>WI</b> (%)
<b>Campione 1</b>	123.66	208.20	189.56	10	<b>28.274</b>
<b>Campione 2</b>	123.66	239.87	215.16	15	<b>27.010</b>
<b>Campione 3</b>	127.29	256.15	229.67	18	<b>25.862</b>

**WI = 23.886 %**

#### LIMITE DI PLASTICITA'

	<b>Tara</b> (mmN)	<b>Peso umido lordo</b> (mmN)	<b>Peso secco lordo</b> (mmN)	<b>Wp</b> (%)
<b>Campione 1</b>	-	-	-	-
<b>Campione 2</b>	-	-	-	-

**Wp medio = - %**

**Ic = -**

**Ip = -**

#### LIMITE DI RITIRO

<b>tara capsula</b> (mmN)	<b>Volume capsula</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>P.U.L.</b> (mmN)	<b>P.S.N.</b> (mmN)	<b>Volume camp. Secco</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>Wn</b>	<b>Ws (%)</b>
-	-	-	-	-	-	-

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: Il limite di plasticità non è stato possibile eseguirlo perché il campione era molto sabbioso

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore





Certificato n° 45 del 4/02/10 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

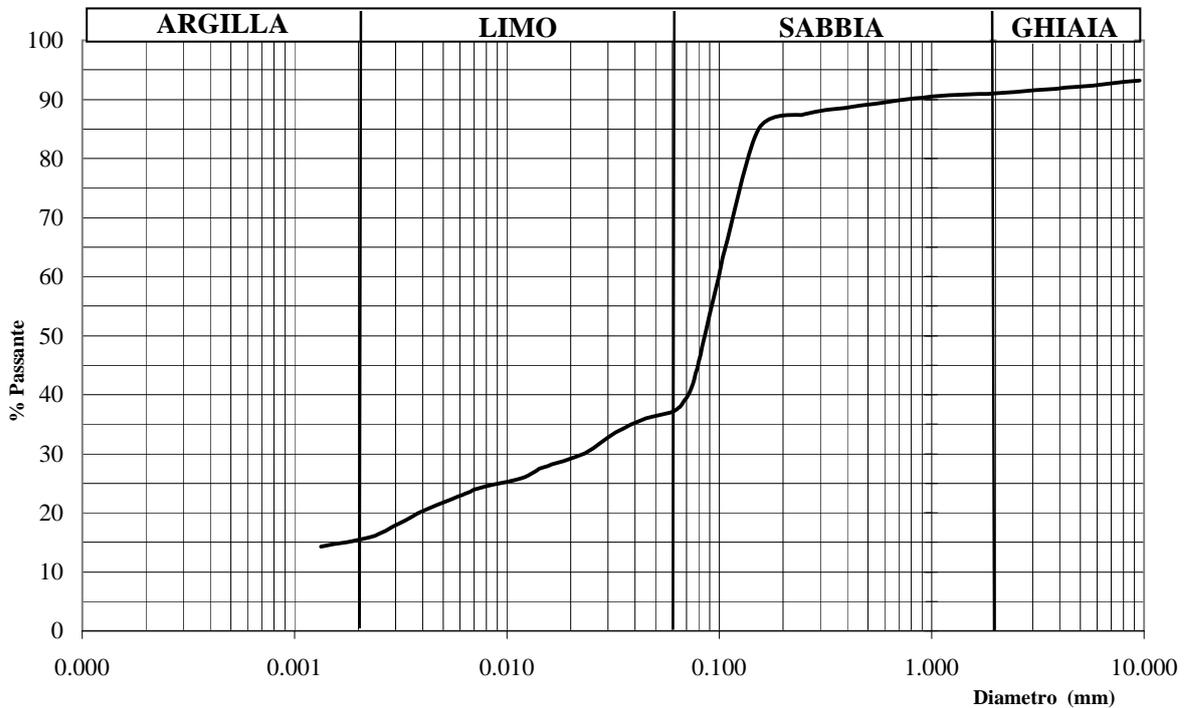
PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.40 m**

Data ricevimento camp: 18/1/10 Data emiss. cert. : 22/01/10 N° verb. accett.: 2/10

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia:	9.01	%
Sabbia:	53.77	%
Limo:	21.78	%
Argilla:	15.44	%

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 µ) = 41.83%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **Sabbia limosa e argillosa, debolmente ghiaiosa**

NOTE: La porzione sabbiosa è costituita anche da frammenti fossili

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Certificato n° 46 del 4/02/10 Pag 1/5

 COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**

 LOCALITA' : **Comune di Palermo**

 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

 SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.40 m**

Data ricevimento camp: 18/1/10 Data esecuz. prova : 18/1/10 N° verb. accett.: 2/10

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

#### Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm <sup>3</sup>	<b>59.23</b>	<b>59.23</b>	<b>59.23</b>
Sezione	cm <sup>2</sup>	<b>31.17</b>	<b>31.17</b>	<b>31.17</b>
Diametro	cm	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>
Altezza	cm	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>

#### PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m <sup>2</sup> )	200.37	293.78	393.42
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	1.604	1.965	3.278

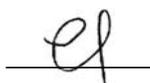
#### PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.009	0.009	0.009

#### CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	$\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
<b>A</b>	19.90	16.12	99.85	38.60	0.63	23.44	16.45
<b>B</b>	19.81	16.04	98.87	38.92	0.64	23.52	16.02
<b>C</b>	19.77	15.92	99.78	39.36	0.65	24.18	16.56

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





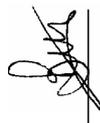
Certificato n° 46 del 4/02/10 Pag 3/5

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
 SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.40 m**  
 Data ricevimento camp: 18/1/10 Data esecuz. prova : 18/1/10 N° verb. accett.: 2/10

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
0.314	0.099	9.304	0.341	0.129	11.550	0.491	0.07	16.041
0.328	0.188	16.683	0.345	0.257	19.891	0.512	0.146	40.744
0.337	0.239	31.440	0.352	0.373	34.007	0.535	0.222	63.523
0.345	0.288	42.990	0.358	0.455	60.956	0.554	0.299	85.659
0.362	0.349	54.219	0.362	0.529	85.659	0.573	0.379	106.513
0.376	0.427	62.560	0.367	0.607	113.571	0.591	0.467	120.308
0.389	0.51	69.618	0.372	0.69	124.799	0.606	0.556	133.141
0.401	0.594	76.035	0.376	0.777	133.462	0.619	0.644	145.332
0.409	0.679	83.093	0.379	0.865	134.103	0.631	0.732	155.278
0.418	0.767	85.338	0.381	0.951	135.066	0.645	0.821	163.298
0.427	0.859	85.980	0.381	1.038	136.670	0.658	0.908	170.677
0.432	0.954	88.226	0.384	1.13	136.991	0.671	1.003	176.773
0.437	1.044	91.434	0.384	1.216	137.312	0.682	1.089	180.302
0.44	1.136	94.321	0.386	1.31	132.820	0.695	1.18	182.226
0.445	1.225	96.567	0.385	1.4	127.687	0.705	1.269	186.076
0.447	1.315	98.492	0.386	1.494	122.233	0.715	1.357	189.605
0.448	1.405	100.096	0.386	1.59	117.741	0.723	1.443	193.455
0.453	1.497	101.059	0.386	1.675	120.308	0.732	1.534	196.343
0.454	1.589	102.663	0.384	1.768	122.233	0.741	1.625	200.192
0.458	1.683	103.304	0.384	1.862	119.666	0.75	1.714	204.363
0.456	1.774	103.946	0.383	1.947	119.025	0.759	1.805	208.213
0.457	1.861	105.550	0.382	2.039	118.062	0.766	1.894	209.175
0.457	1.952	106.192	0.382	2.129	117.421	0.771	1.984	211.742
0.46	2.042	106.513	0.385	2.223	117.100	0.778	2.078	212.705
0.461	2.136	106.833	0.387	2.316	117.100	0.786	2.167	214.629
0.464	2.231	106.833	0.39	2.407	114.533	0.79	2.258	216.554
0.467	2.321	105.871	0.393	2.504	114.854	0.795	2.346	216.554
0.468	2.415	105.229	0.394	2.599	115.175	0.799	2.44	217.838
0.469	2.509	103.946	0.394	2.686	115.496	0.803	2.528	217.838
0.471	2.599	105.871	0.397	2.779	115.816	0.807	2.621	219.763
0.474	2.692	106.513	0.4	2.87	114.533	0.81	2.71	222.008
0.478	2.786	107.475	0.4	2.961	118.062	0.813	2.8	222.650
0.479	2.877	109.721	0.401	3.051	119.346	0.818	2.89	222.971
0.483	2.966	110.363	0.402	3.141	125.441	0.819	2.979	223.612
0.485	3.062	111.646	0.402	3.236	128.008	0.822	3.069	222.329
0.485	3.153	113.571	0.401	3.325	131.216	0.825	3.161	222.329
0.489	3.245	113.250	0.403	3.417	134.103	0.826	3.25	220.083
0.491	3.338	113.571	0.404	3.509	136.028	0.83	3.339	219.763
0.493	3.427	115.175	0.404	3.603	136.670	0.831	3.428	219.121
0.495	3.516	118.062	0.405	3.697	138.595	0.834	3.518	218.479
0.497	3.611	116.779	0.405	3.79	141.161	0.837	3.612	217.517
0.498	3.707	112.608	0.404	3.882	143.086	0.839	3.705	218.158
0.5	3.798	113.250	0.403	3.972	145.011	0.841	3.796	218.158
0.502	3.895	109.721	0.405	4.059	147.578	0.843	3.884	217.196
0.503	3.987	108.758	0.405	4.152	149.182	0.844	3.975	216.234



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN<sup>2</sup>/m





Certificato n° 47 04/02/2010 Pag 1/3

COMMITTENTE : **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**

SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.40 m**

Data ricevimento camp: 18/1/10 Data eseguz. prova : 18/1/10 N° verb. accett.: 2/10

**PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);  
 UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005

**Dimensioni del provino**

Diam. (mm)	Alt. i. (mm)	Alt. f. (mm)	Area (mmq)
50	20	16.072	1964.5

**Caratteristiche del campione**

	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (KN/m <sup>3</sup> )	Wn (%)	e
<b>Iniziali</b>	19.361	26.255	14.732	31.42	0.782
<b>Finali</b>	17.593	-	-	19.42	0.432



*[Signature]*  
 Lo Sperimentatore

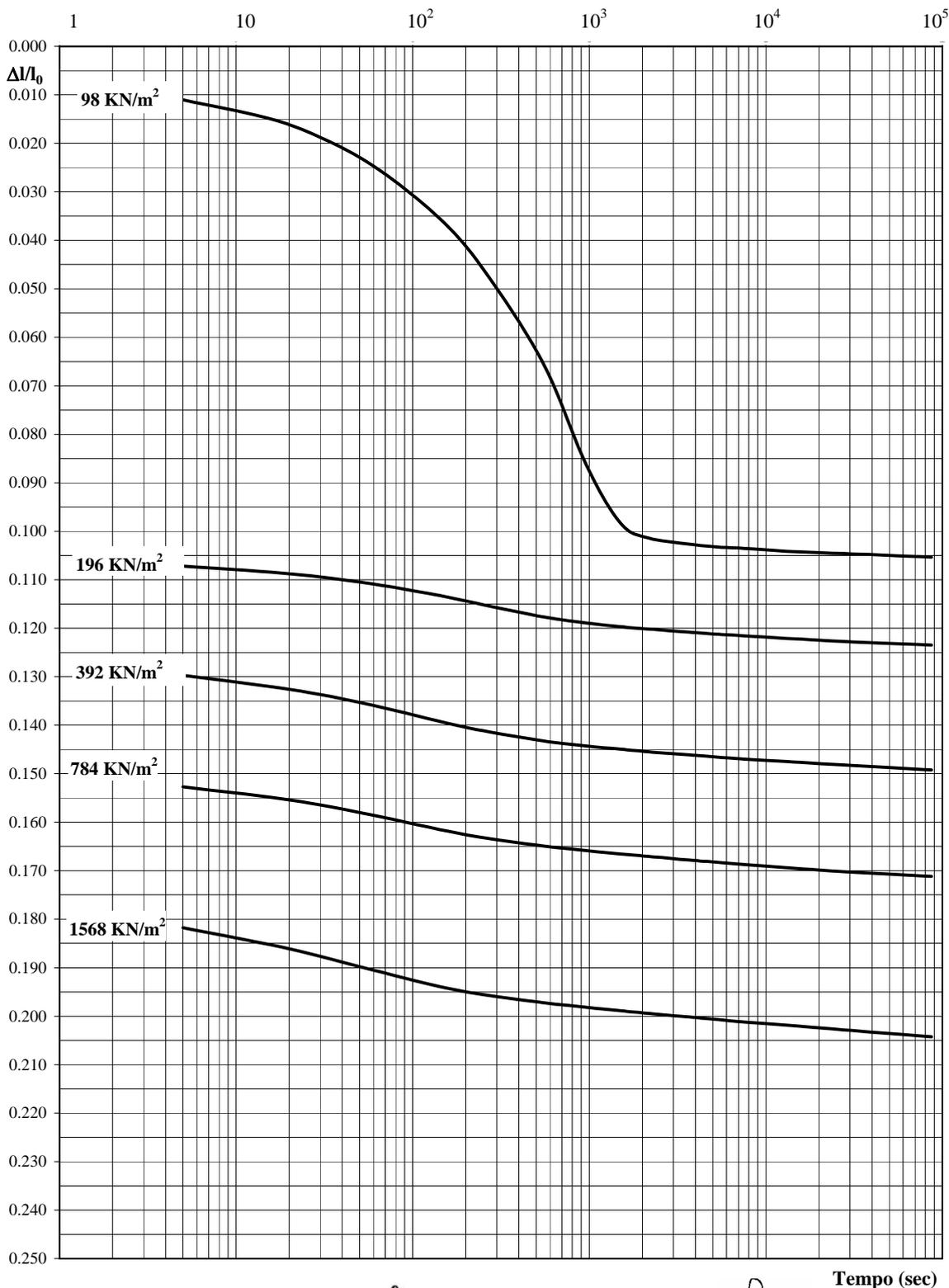
*[Signature]*  
 Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 47      04/02/2010      Pag 2/3  
**COMMITTENTE :**      **Geoind Geologia e geofisica s.a.s.**  
**LOCALITA' :**      **Comune di Palermo**  
**PROGETTO :**      **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**  
**SONDAGGIO :**      **SE06**      **CAMPIONE : C2**      **PROFONDITA' : 10.40 m**  
 Data ricevimento camp: 18/1/10      Data esecuz. prova : 18/1/10      N° verb. accett.: 2/10

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);  
 UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Tempo (sec)



**PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA**

Certificato n° 48 del 04/02/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Geoid Geologia e geofisica s.a.s.**LOCALITA' : **Comune di Palermo**PROGETTO : **Metro-ferrovia di Palermo, tratta Notarbartolo-Giachery-Politeama**SONDAGGIO : **SE06** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **10.40 m**

Data ricevimento camp: 18/1/10 Data esecuz. prova : 19/1/10 N° verb. accett.: 2/10

Caratteristiche fisiche campione		
Peso campione	gr	79.51
Umidità iniziale	%	31.42
Peso unità volume	KN/m <sup>3</sup>	19.84
Peso specifico	KN/m <sup>3</sup>	26.26
Densità secca	KN/m <sup>3</sup>	15.10
Indice dei vuoti		0.74

Dimensioni del campione	
Sezione	cm <sup>2</sup> 19.65
Altezza iniziale	cm 2.00
Volume	cm <sup>3</sup> 39.29
Altezza finale	1.72

Carico di consolidazione KN/m<sup>2</sup> 200 KN/mqSezione buretta graduata (cm<sup>2</sup>) 0.196

tempo (sec)	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	T (°C)	Permeabilità (K : cm/sec)
1920	60.3	59.1	16	1.78E-07
7200		56.4		1.58E-07
12000		54.2		1.51E-07
26400		49		1.34E-07
83580		40.2		8.25E-08
169980		35.4		5.33E-08
256380		29		4.85E-08
342780		24		4.57E-08

H<sub>0</sub> (cm) = Carico idraulico inizialeH<sub>1</sub> (cm) = Carico idraulico finale

Il direttore del laboratorio

Lo sperimentatore