

**ISTITUTO SUPERIORE GALILEO-FERRARIS DI EMPOLI
LAVORI DI COMPLETAMENTO DEGLI EDIFICI 4 E 5
DEL PLESSO SCOLASTICO DI BIOARCHITETTURA
REVISIONE ED AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO ESECUTIVO**

**VIA RAFFAELLO SANZIO
COMUNE DI EMPOLI**

**RELAZIONE
SULLE INDAGINI**

GIUGNO 2022

DOTT. GEOLOGO LUCA BENCI



PREMESSE.....	1
1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE	2
2 SONDAGGI GEOGNOSTICI	3
3 PIEZOMETRO	6
4 PENETROMETRIE STATICHE	6
5 INDAGINE GEOFISICA DOWN-HOLE	6
6 MISURA DI RUMORE AMBIENTALE	6
7 LABORATORIO GEOTECNICO	11

PREMESSE

Si espongono i risultati delle indagini geognostiche e geofisiche a supporto del PERMESSO DI COSTRUIRE INERENTE I LAVORI DI COMPLETAMENTO DEGLI EDIFICI 4 E 5 DEL PLESSO SCOLASTICO GALILEO-FERRARIS DI EMPOLI.

Il presente elaborato costituisce la RELAZIONE SULLE INDAGINI, a corredo dell'elaborato RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA del giugno 2022.



UBICAZIONE AREA INTERVENTO su CTR 1:10.000

In sintesi, le indagini sono consistite in:

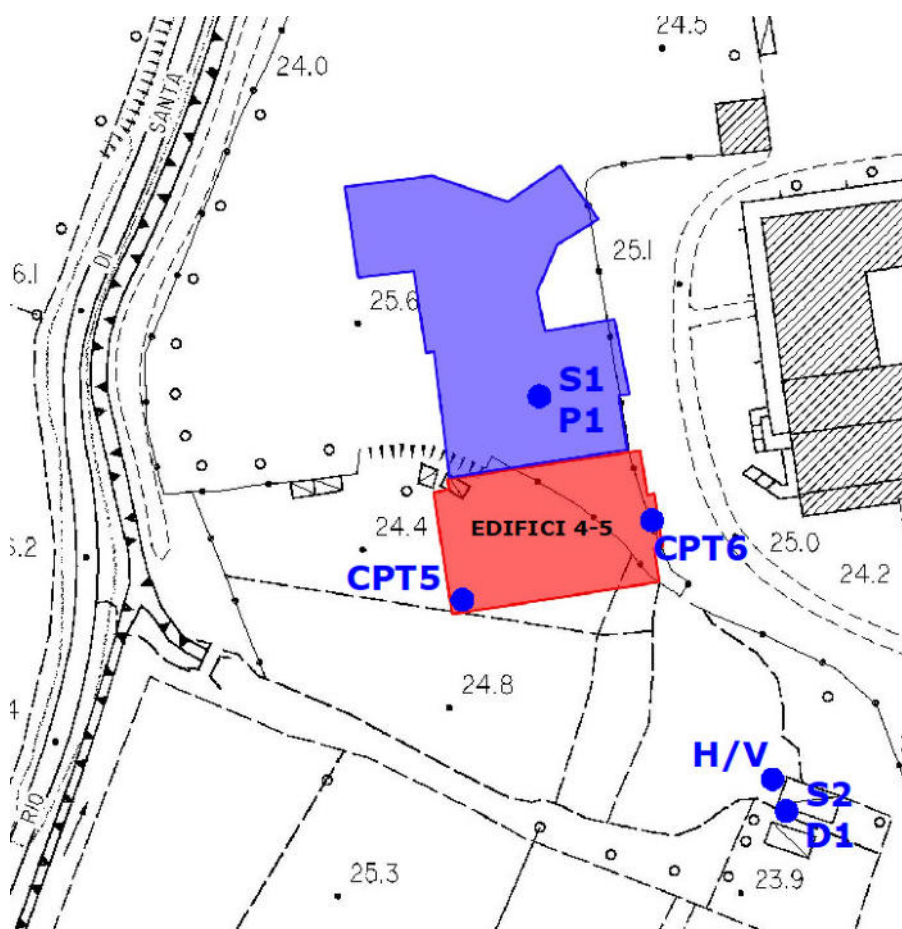
- n. 2 SONDAGGI GEOGNOSTICI a carotaggio continuo
- LABORATORIO GEOTECNICO su n. 8 campioni
- n. 2 PENETROMETRIE STATICHE
- n. 1 PIEZOMETRO
- n. 1 INDAGINE GEOFISICA IN FORO
- n. 1 MISURA DI RUMORE AMBIENTALE.

I risultati delle indagini,

Le indagini sono state eseguite: nel 2005 nell'area direttamente interessata dall'intervento; nel 2018 in prossimità (S-SE) dell'area di intervento.

I risultati sono stati forniti dalla Committenza.

1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE



		WGS84		QUOTA m slm
		latitudine	longitudine	
SONDAGGIO PIEZOMETRO	S1 P1	43.715595	10.932333	~25 m slm
SONDAGGIO DOWN HOLE	S2 D1	43.714911	10.932873	~24 m slm
PENETROMETRIE STATICHE	CPT5	43.715272	10.932144	~24,5 m slm
	CPT6	43.715422	10.932563	~25 m slm
RUMORE AMBIENTALE	H/V	43.714943	10.932843	~24 m slm

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE (su CTR 1998)

Nella descrizione delle indagini riportata ai paragrafi seguenti, per p.c si intende quello posto a quote pari mediamente a ~25 m slm, relativo alla situazione precedente ai riporti di terreno eseguiti in attuazione del progetto del 2006 (v. Premesse nella RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA del giugno 2022).

2 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Sono stati eseguiti due sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo:

- **S1**, fino a profondità di 20 m dal p.c., attrezzato fino a fondo foro con tubo piezometrico
- **S2**, fino a profondità 30 m dal p.c., attrezzato per l'esecuzione della prova geofisica down-hole D1.

GAIA - Territorio e Ambiente via Butelli, 39 - 50127 Pisa Tel./Fax: 050554411 e-mail: info@studiogala.net				Direttore Lavori Marco Bani Micheletti		Cantiere: Ferraris - Empoli (FI)		Data 26-27/05/05		PERFORAZIONE N° S1																
Metodo di perf.		Attrezz. di perf.		Fluido di perf.		Rivestimento		Quota m.		Prof. dal P.C. m.		COLONNA STRATIGRAFICA		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA		% RECUPERO R.Q.D.		CAMPIONI			Tipo campione		prof. Fondo		Schema	
																		Numero			Prof. m.		N. cassa			
																		10 20 30 40 50 60 70 80 90								

SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1 (0-20 m)

bierregi s.r.l.INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHEOS 21
OS 20 - BProv. della Toscana Superiore
Reg. Imp. Pubblici
Aut. n. 00007464Certificazione di Sistema di Qualità
ISO 9001
Cert. No. 98514-2015-02
ITA-ACCREDITA

Certificato n°:

BHC-138/18

Data emissione certificato:

29 OTTOBRE 2018

Committente: CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

Richiedente: -

Commessa n°: 18 138

Cantiere: VIA RAFFAELLO SANZIO, EMPOLI (FI)

Operatore: SIG. MYNYR SALLIJ

Sondaggio n°: S1-DH

Coordinate Gauss-Boaga: X=1655732,0875 Y=4842042,7398

Data inizio lavori: 9 OTTOBRE 2018

Data fine lavori: 10 OTTOBRE 2018

Attrezzatura: SONDA COMACCHIO GEO 405

Profondità foro (m): 30,00 metri

Quota: =23,9 m.s.l.m. (da C.T.R.)

Ghiere di perforazione	Diametro foro [mm]	Relazione Modulo di elasticità Caratterizzazione continuo	Velocità di avanzamento	RIMESTIMENTO MANOVRE 30,00 metri (Ø 120)	CAROTAGGIO % recupero	CAMPIONI	Quota campion [m]	Scala di riferimento [m]	STRATIGRAFIA	DOWN-HOLE Faldato oculifero	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	PROVE DI PERMEABILITÀ				PROVE IN SITU				R.Q.D. (%)
												Profondità [m]	LEFRANC	LUGEON	Profondità [m]	Pacchi Permeametro (N°)	Vene Test (KPa)	Profondità [m]	Numero calcoli S.P.T.	
9/10/2018	Ø 101										SUOLO									
											0,80									
											1,50									
											CAMPIONE S1 C1 (SHELBY)									
											2,00									
											2,50									
											3,00									
											3,45									
											4,50									
											CAMPIONE S1 C2 (SHELBY)									
											5,00									
											6,00									
											6,45									
											7,00									
											7,45									
											8,00									
											8,45									
											9,00									
											9,30									
											9,75									
											10,00									
											10,45									
											11,00									
											11,45									
											12,00									
											CAMPIONE S1 C3 (SHELBY)									
											12,50									
											13,00									
											13,45									
											14,00									
											14,45									
											15,00									
											15,45									
											16,00									
											16,45									
											17,00									
											17,45									
											18,00									
											18,45									
											19,00									
											19,45									
											20,00									
											20,45									
											21,00									
											21,45									
											22,00									
											22,45									
											23,00									
											23,45									
											24,00									
											24,45									
											25,00									
											25,45									
											26,00									
											26,45									
											27,00									
											27,45									
											28,00									
											28,45									
											29,00									
											29,45									
											30,00									

CAMPIONI:

S = Shelby (n° 4)

O = Osterberg (n°)

M = Mazier (n°)

SD = Semidisturbati (n°)

D = Denton (n°)

Csp1 = Da prova Spt (n°)

R = Rimaneccati (n°)

CL = Litale (n°)

NOTE:

Cassette:

SPT eseguiti:

Pozzetto d'ispezione:

Dati stratigrafici forniti dal Geol. Andrea Gambini

n. 6

n. 7

SI (carrobbile)

Piezometro (Ø 40 mm)

Piezometro di Casagrande

Tubo inclinometrico (Ø 88,9)

Tubo Down-Hole (Ø 114): 30,0 metri

MISURA FALDA ACQUIFERA:

Direttore del Laboratorio:
Dott. Geol. Luigi GiannattelliDirettore Tecnico:
Dott. Geol. Francesco RossiSperimentatore:
Dott. Geol. Andrea GambiniVia Acquacalda 840/A - 55100 LUCCA - C.C.I.A.A./Tribunale R.E.A. n° 168603 Lucca - P.I. 01757090467
Telefono: +39 0583 48682 Fax: +39 0583 464539 - e-mail: bierregilucca@pec.it WEB: www.bierregilucca.it

PAGINA 1 di 2

SONDAGGIO GEOGNOSTICO S2 (0-15,5 m)

SONDAGGIO GEOGNOSTICO S2 (15,5-30 m)

3 PIEZOMETRO

Il foro del sondaggio S1 è stato attrezzato con tubo piezometrico P1 fino a 20 m di profondità dal p.c..

LIVELLO PIEZOMETRICO dal p.c.	DATA DELLA MISURA
-11,40 m	maggio 2005
-12,15 m	agosto 2005
-12,13 m	settembre 2005
-12,10 m	Ottobre 2005

4 PENETROMETRIE STATICHE

Sono state eseguite due penetrometrie ad avanzamento statico, spinte fino a 20 m di profondità dal p.c..

La prova consiste nell'infiiggere nel terreno a mezzo di un martinetto idraulico le aste, misurando ai manometri ogni 20 cm la resistenza alla penetrazione (Q_c), l'attrito laterale locale (F_s) e il rapporto di attrito (R_f). I valori ricavati dalle penetrometrie possono essere correlati empiricamente con le proprietà geotecniche dei terreni indagati..

5 INDAGINE GEOFISICA DOWN-HOLE

Nel foro del sondaggio S2 è stata eseguita una prova geofisica down-hole D1 fino a 30 m di profondità dal p.c.. La prospezione ha consentito la caratterizzazione sismostratigrafica del substrato e la stima della velocità equivalente $V_{s,eq}$ di propagazione delle onde di taglio.

6 MISURA DI RUMORE AMBIENTALE

E' stata eseguita una misura di rumore ambientale a stazione singola H/V.

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) o dei rapporti spettrali di Nakamura è basata sull'analisi dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticali effettuate su registrazioni del rumore sismico ambientale misurato nelle tre direzioni ortogonali del moto.

Tale metodo consente di definire, ad esempio, la frequenza di risonanza della copertura sedimentaria al disopra di un substrato rigido.

Le frequenze alle quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alle frequenze di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura. L'ampiezza di questi massimi è proporzionale all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

28010000 S.r.l.
 Viale della Stazione n.39
 4100 Massa

Certificato 049-05

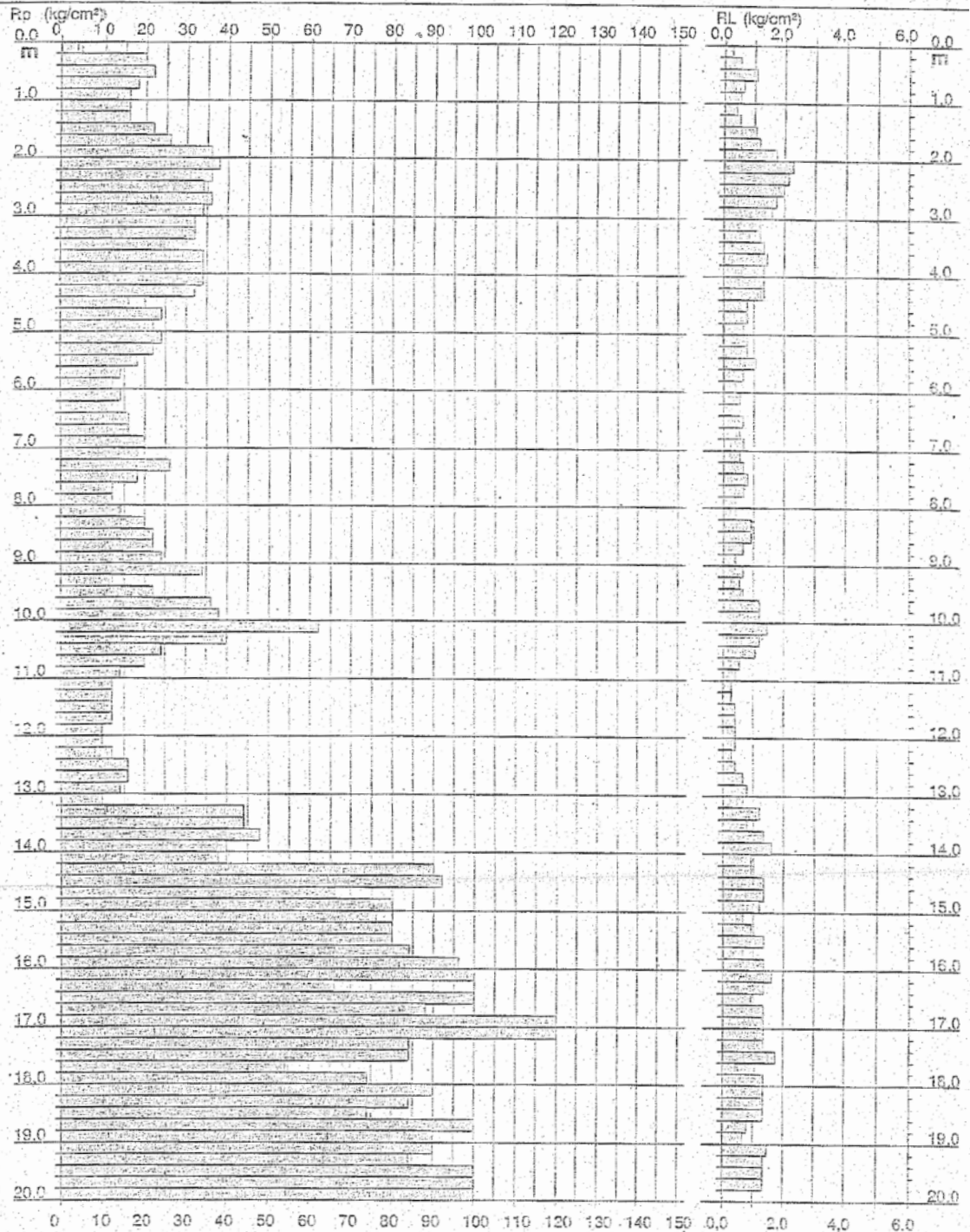
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 5

3.010496-018

- committente: Dott. Bani
 - lavoro: Empoli
 - località:
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 03/06/2005
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100
 - data emiss. : 06/06/2005



PENETROMETRIA STATICA CPT5

GEOTECNICO S.R.L.
 viale della Stazione n.39
 41100 Massa

Certificato 049-05

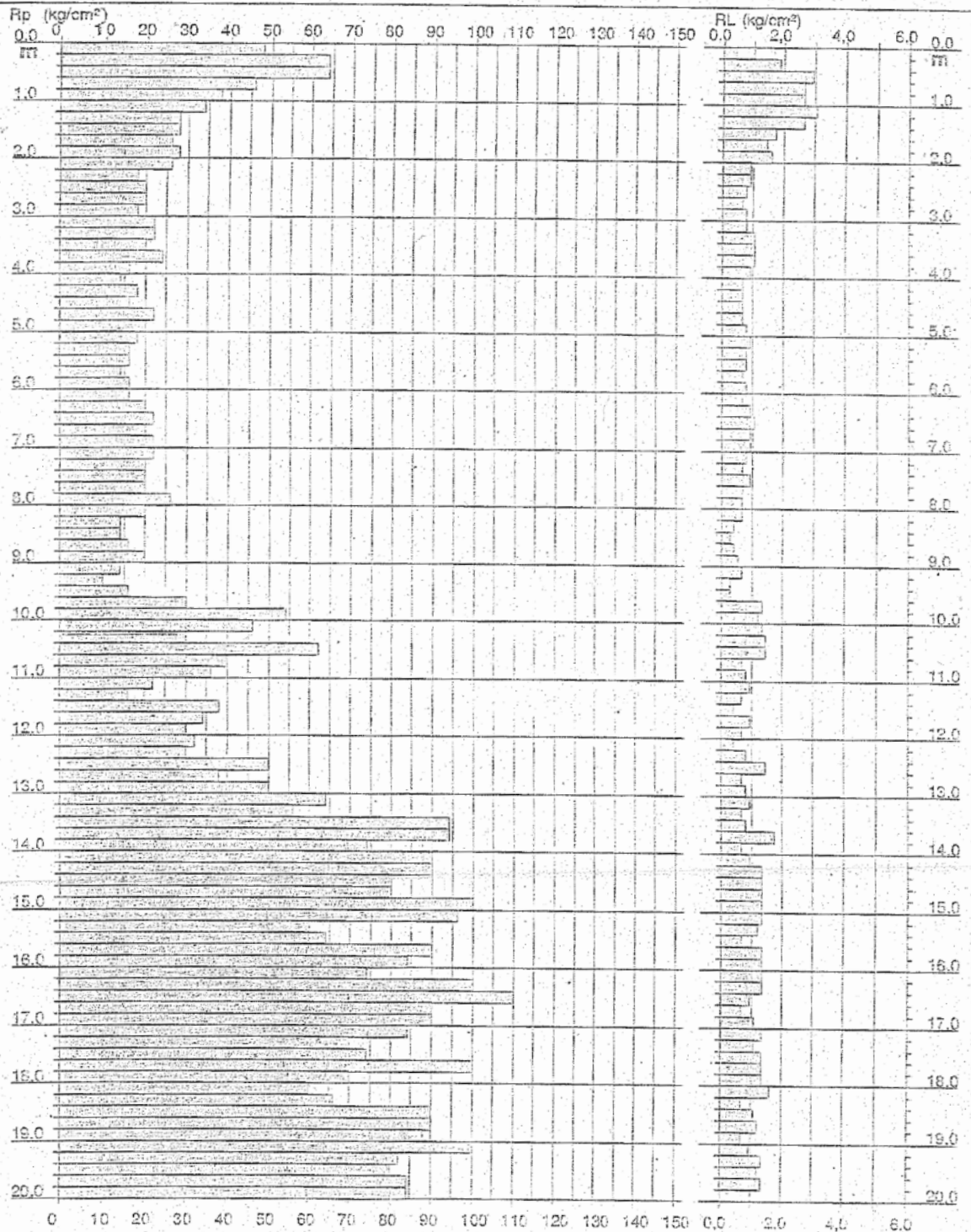
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

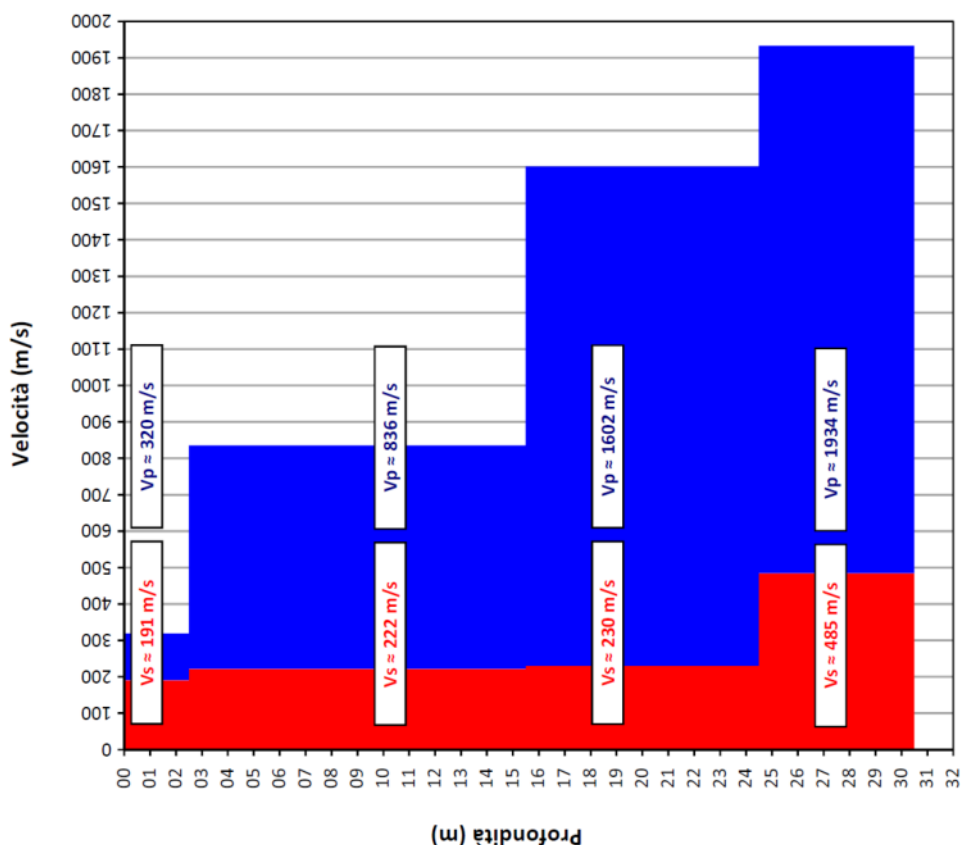
3.010496-018

- committente: Dott. Bani
 - lavoro: Empoli
 - località:
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

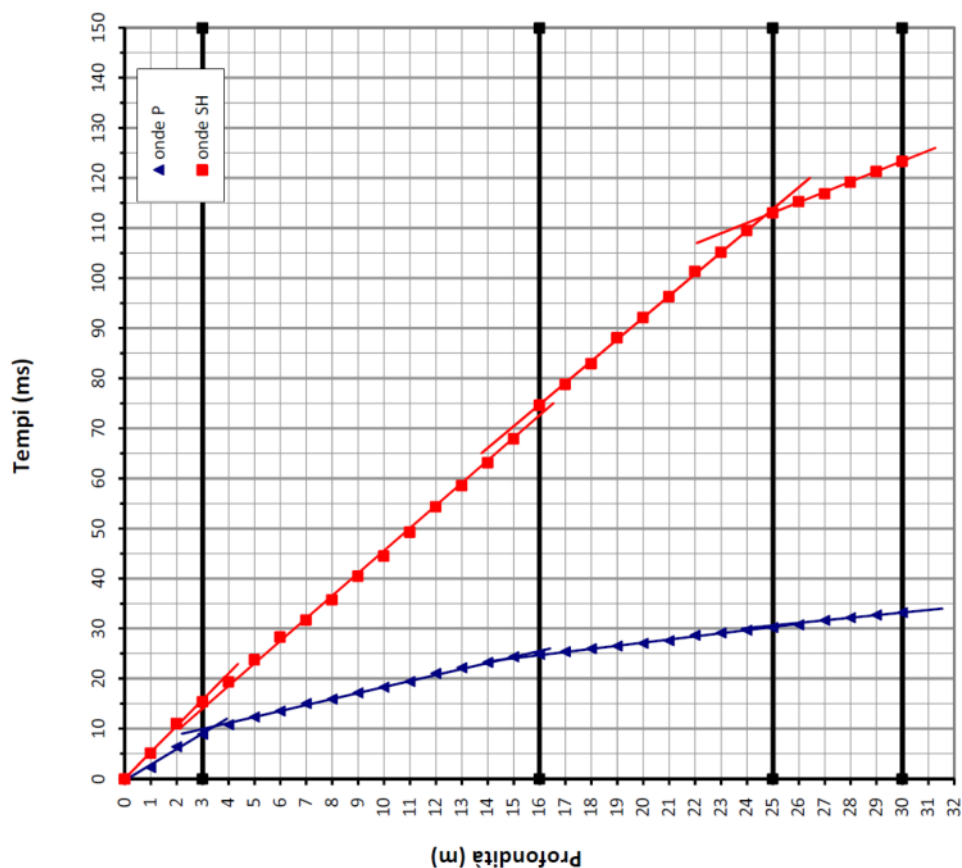
- data prova : 03/06/2005
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100
 - data emiss. : 06/06/2005



PENETROMETRIA STATICA CPT6



DROMOCRONE E PROFILI DI VELOCITA'



Nota: Valore della $V_{S,eq}$ a partire dal piano campagna ≈ 243 m/s

INDAGINE GEOFISICA DOWN-HOLE D1

bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
 GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



Presidenza del Consiglio Superiore
 dei Lavori Pubblici
 Servizio Tecnico Centrale
 Aut. n. : 00007464



POSTAZIONE H/V (Nk009/18)

Dataset:	MT_20181106_093014CLEAN.SAF
Durata Totale della Registrazione:	0h 40' 00"
Lunghezza di analisi della sequenza temporale:	0h 28' 16" (dopo rimozione transienti)
Freq. Campionamento:	100 Hz
Lunghezza finestre:	20 s
Tipo di lisciamento:	triangolare
Lisciamento:	5%
Tapering:	8%
Coordinate Gauss-Boaga	X=1655730.6666 Y=4842045.7072

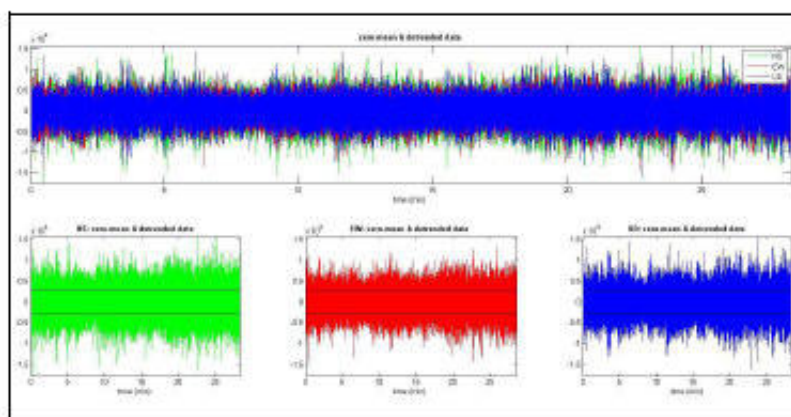


Figura 1: Dataset registrazione dopo rimozione transienti

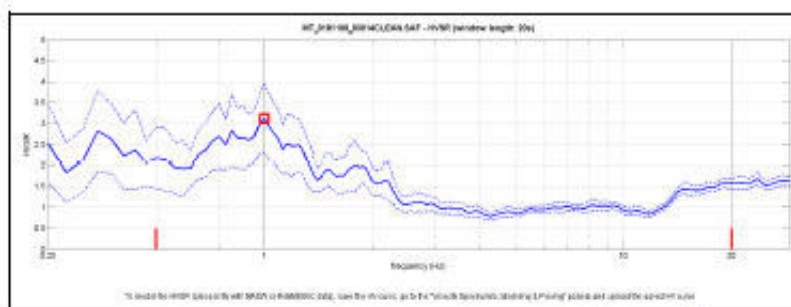


Figura 2: Rapporto spettrale orizzontale su verticale (Curva H/V)

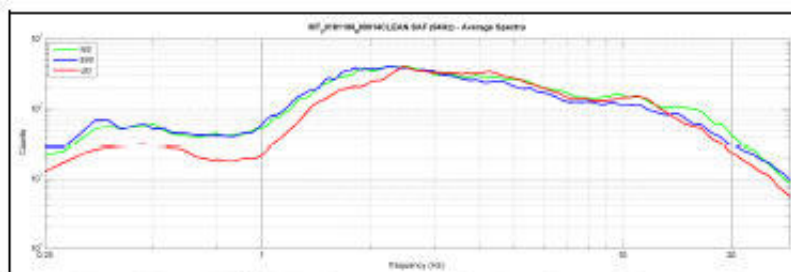


Figura 3: Spettri delle singole componenti (N-S verde, E-W blu e Z rosso)

Via Acquacalda 840/A - 55100 LUCCA - C.C.I.A.A./Tribunale R.E.A. n° 168603 Lucca - P.I. 01757090467
 Telefono: +39 0583 48682 Fax: +39 0583 464539 - e-mail: bierregilucca@pec.it WEB: www.bierregilucca.it

MISURA DI RUMORE AMBIENTALE H/V

bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
 GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE

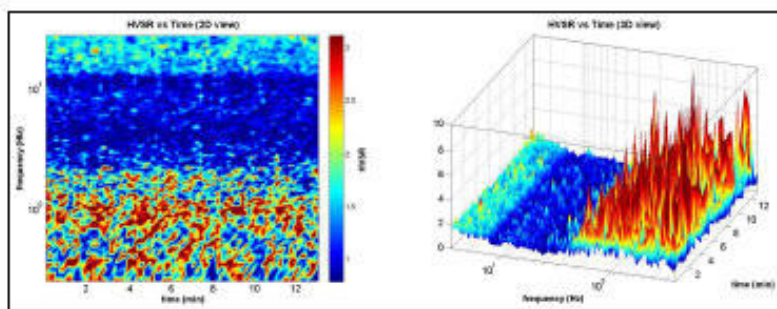


Figura 4: Serie temporale H/V (stazionarietà)

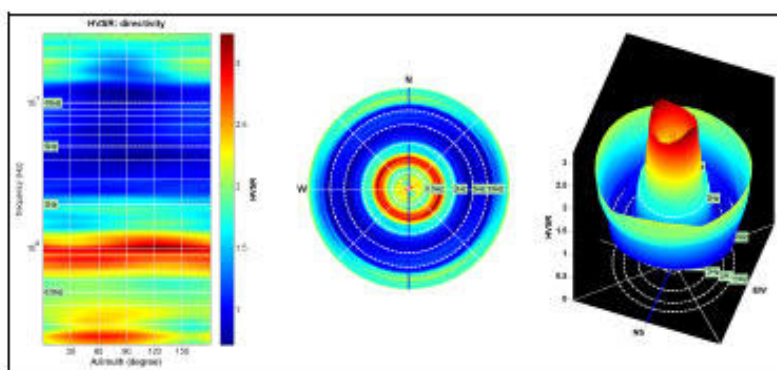


Figura 5: Direzionalità H/V

CRITERI SESAME - POSTAZIONE H/V (Nk009/18)

Risultati ottenuti considerando l'intervallo 0.5-25.0Hz =====

Peak frequency (Hz): 1.0 (±0.4)

Peak HVSR value: 3.1 (±0.8)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. $[f_0 > 10/L_w]$: $1.001 > 0.5$ (OK)

#2. $[n_c > 200]$: $1582 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid A_H/V(f_-) < A_0/2]$: yes, at frequency 0.5Hz (OK)

#2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid A_H/V(f_+) < A_0/2]$: yes, at frequency 2.3 Hz (OK)

#3. $[A_0 > 2]$: $3.1 > 2$ (OK)

#4. $[f_{\text{peak}}[A_H/V(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)

#5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f)]$: $0.374 > 0.100$ (NO)

#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.837 < 1.78$ (OK)

MISURA DI RUMORE AMBIENTALE H/V

7 LABORATORIO GEOTECNICO

In avanzamento durante il sondaggio geognostico S1 sono stati prelevati quattro campioni di terreno, sui quali sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio, quali:

contenuto d'acqua, peso di volume, limiti di Atterberg, edometria, taglio diretto CD, triassiale UU.

Viale Stazione, 79
54100 - Massa
tel e fax: 0585 021136



RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 1

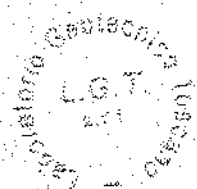
Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data di esecuzione: 9 giugno '05
Data di emissione: 9 giugno '05
Campione: S1 C1 Prof.: 3,2-3,8 m

Presentazione del campione: fustella
Descrizione del campione:

Limo argilloso matrone con punteggiatura torinese

Parametri fisici

Peso di volume γ 1.949 g/cm³
Contenuto di acqua zhc stato naturale W 22.2 % ASTM D 2216



Note:

Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico analista:
Dott. G. Bert Parenti

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvetti

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585 021136

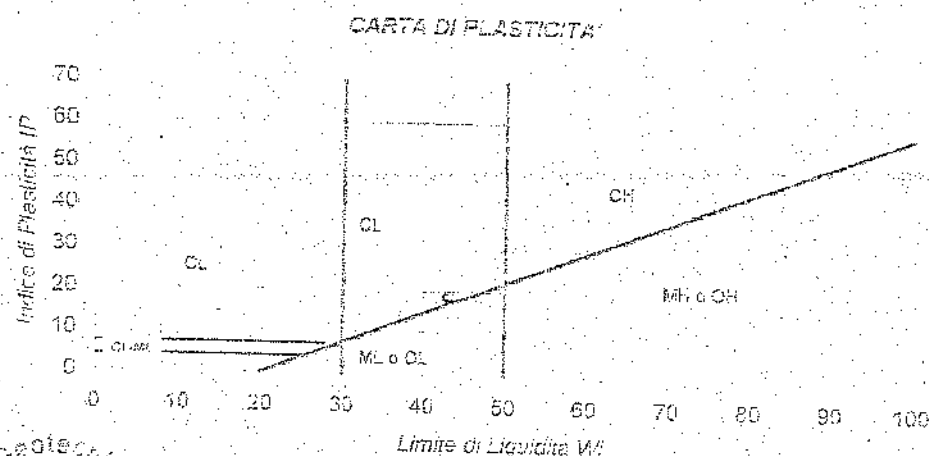
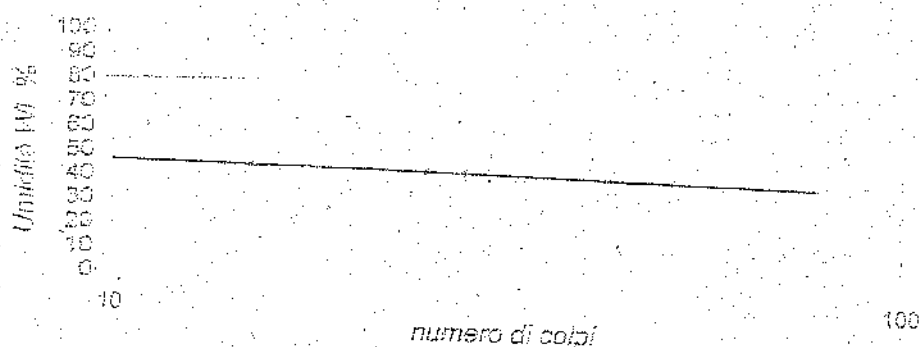
LIMITI DI ATTERBERG ASTM D2487

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 1 / iim

Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data di esecuzione: 5 luglio '05
Data di emissione: 7 luglio '05
Campione: S1 C1

Prof.: 3,2-3,8 m

LIMITE DI LIQUIDITA'	WL	43 %
LIMITE DI PLASTICITA'	WP	25 %
LIMITE DI RETRO	WR	0 %
INDICE DI PLASTICITA'	IP	18



Laboratorio Geotecnico
L.G.T.
Civico

Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico Analista:
Dott. Giovanna Berni Parenti

Direttore del Laboratorio:
Dott. M. Garavito

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585 021136



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO CD

ASTM 3080

velocità di prova

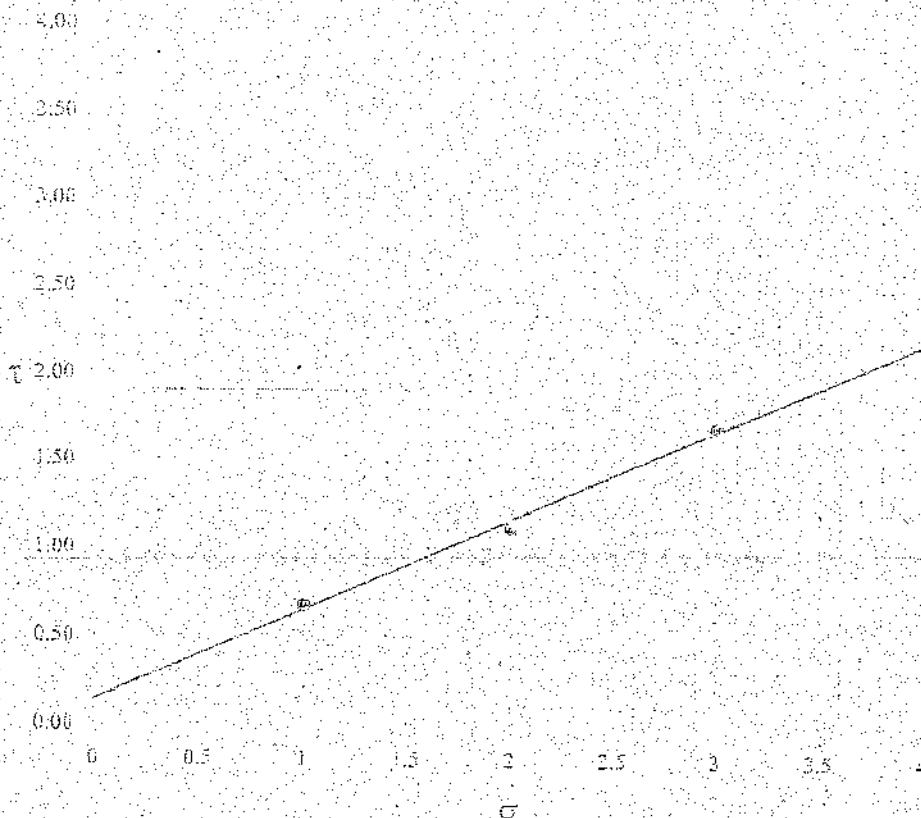
0.005 mm/min

RAPPORTO DI PROVA N° C/35 / 1 / taglio

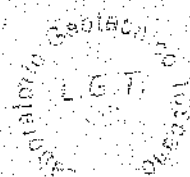
Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 27 maggio '05
Data di esecuzione: dal 14 al 17 giugno '05
Data di emissione: 3 luglio '05
Campione: S1 C1 Prof.: 3,2-3,8 m

carico assiale (kg/cm²)	1	2	3
sforzo a rottura (kg/cm²)	0.67	1.11	1.70

c	0.13 kg/cm²
φ	27°



Laboratorio Geotecnico Toscano



Tecnico analista:
Dott. G. Betti Parenti

Direttore di laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione: 39

54100 - Massa

tel. e fax 0585.021136



PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA UU

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 1 / triax

Velocità di prova: 1.0 mm/min

Committente:	GAIA
Località:	Empoli
Data di arrivo:	26 maggio '05
Data esecuzione:	10 giugno '05
Data emissione:	30 giugno '05
Campioni:	S1 C1
Prof.: 3.2-3.2 m	

	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3
Altezza iniziale (cm)	7.6	7.6	7.6
Diámetro iniziale (cm)	3.8	3.8	3.8
Volumina iniziale (cm ³)	88.19	88.19	88.19

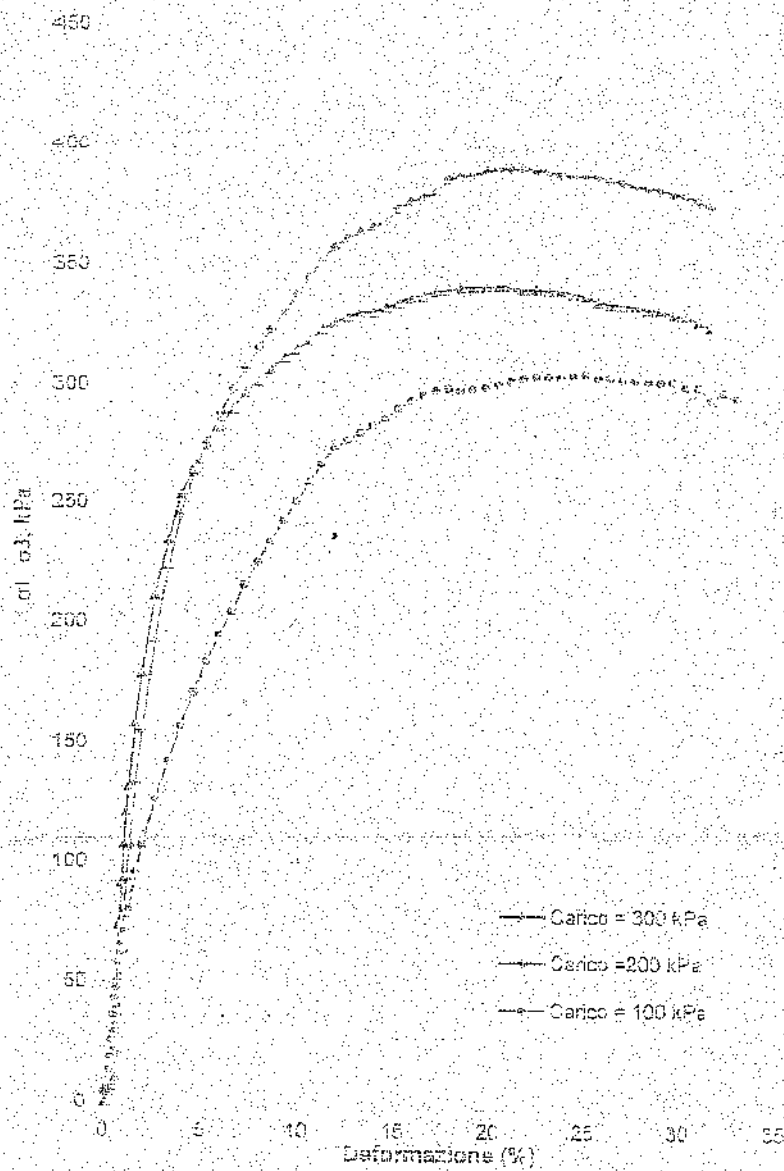
Condizioni iniziali della prova			
Pressione laterale totale (kPa)	100	200	300
Condizioni a rottura			
Tensione deviatorica (kPa)	305	386	340
Deformazione assiale (%)	25	18	17

Condizioni totali

$\sigma = 172.17 \text{ kPa}$
 $\epsilon =$

Laboratorio Geotecnico Toscano

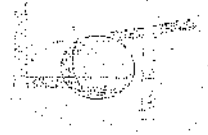
C/35/1



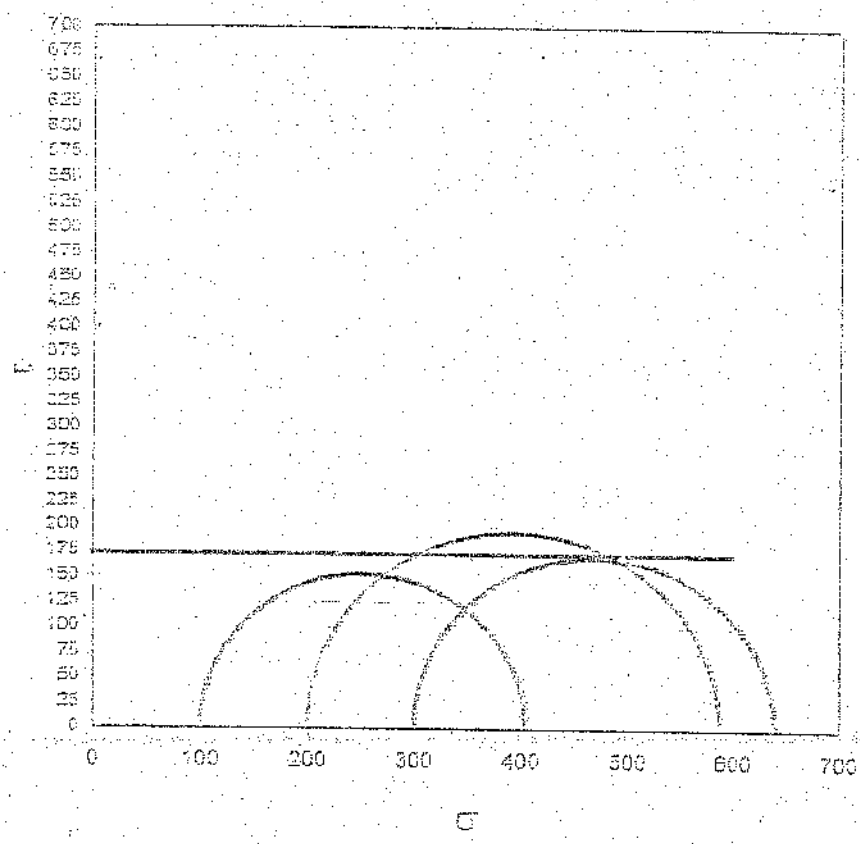
Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico analista:
Dott. G. Betti Parenti

Direttore di laboratorio:
Dott. M. Salvadori



Provino 1 Provino 2 Provino 3 Retta



Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico analista
Dott. G. Botti Parenti

Direttore di laboratorio
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585.021136

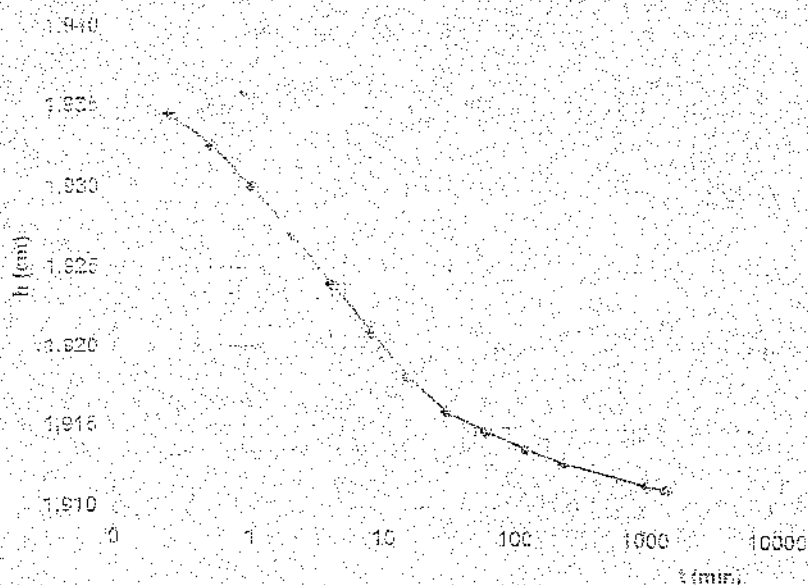


PROVA EDOMETRICA ASTM D 2435

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 1 / cedimenti-tempo

Comm. to: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data esecuzione: 16 giugno '05
Data emissione: 10 luglio '05
Campione: S1C1 Prof. m. 3,2-3,8 m

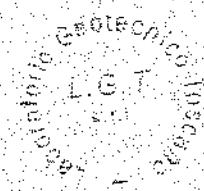
incremento di carico: 1 kg/cm²
carico di prova: 2 kg/cm²
altezza iniziale del provino indisturbato: 2 cm



t	cedim. (mm)	h (cm)
0	0.0	1.937
15	0.25	1.9345
30	0.50	1.9335
60	1	1.9300
120	2	1.9271
240	4	1.9240
480	8	1.9210
900	15	1.9182
1800	30	1.9160
3600	60	1.9148
7200	120	1.9137
14400	240	1.9128
61200	1020	1.9115
86400	1440	1.9112

cedimento all'inizio di prova	0,537	cm
altezza iniziale	h ₀ = 1,9370	cm
altezza campione a fine cedimento primario	h ₁₀₀ = 1,9148	cm
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	h ₅₀ = 1,9269	cm
tempo al 50% della consolidazione primaria	T ₅₀ = 131	sec.
tempo al 100% della consolidazione primaria	T ₁₀₀ = 1800	sec.
coefficiente di consolidazione	C _v = 1,385E-03	cm ² /sec
coefficiente di compressibilità volumetrica	m _v = 0,01953	cm ² /kg

COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ Kv = 2,71E-08 cm/sec



Tecnico analista:
Dot. G. Benì Paroni

Responsabile Laboratorio:
Dot. M. Salvatori

viale della stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585.42147

PROVA EDOMETRICA ASTM D2435

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 1 / edom

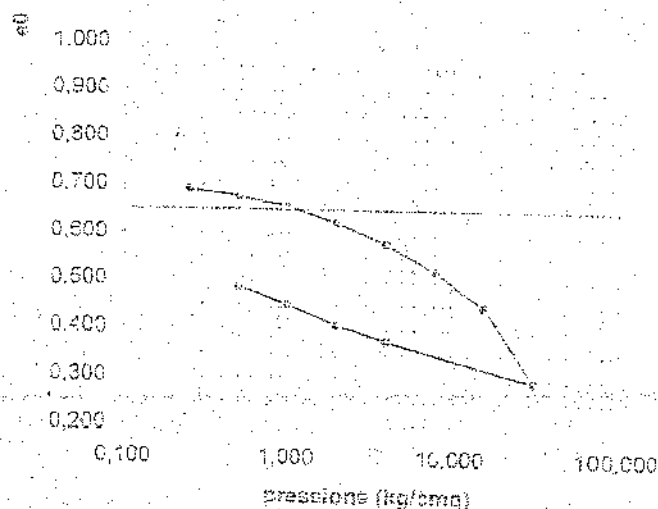
Comm.te: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data esecuzione: dal 9 al 22 giugno '05
Data emissione: 10 luglio '05
Campione: S4C1 Prof. 3,2-3,8 m

DATI PROVINO		
area base	=	30.00 cm ²
altezza	=	2.00 cm

DATI CAMPIONE

Umidità finale: $W_f = 31.29\%$
Peso secco finale: $P_s = 62.32\text{ g}$
Peso specifico: $G_s = 2.65\text{ g/cm}^3$
Altezza ridotta: $H_r = 1.176\text{ cm}$
Indice dei vuoti iniz.: $eo = 0.701$

carico (Barcol)	indice vcoli	altezza prop. (cm)	coefficiente di compressione	liv. temperatura
	0.701	2.000	0.000	
0.250	0.592	1.989	0.119	0.0220
0.500	0.579	1.974	0.221	0.0304
1.000	0.558	1.949	0.507	0.0249
2.000	0.625	1.911	0.882	0.0195
4.000	0.581	1.859	1.410	0.0137
6.000	0.521	1.789	2.111	0.0094
10.000	0.448	1.703	2.972	0.0060
32.000	0.293	1.521	4.795	0.0067
4.000	0.376	1.618	3.819	
2.000	0.409	1.658	3.435	
1.000	0.450	1.705	2.950	
0.500	0.488	1.750	2.504	



Laboratorio Geotecnico Toscana



Tecnico analista:
Don. G. Benf. Parenti

Direttore di laboratorio:
Don. M. Salvatori

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel e fax: 0585 021136



RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 2

Commite: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 27 maggio '05
Data di esecuzione: 10 - giugno '05
Data di emissione: 16 giugno '05
Campione: SI C2 Prof.: 7,6-8,3 m

Presentazione del campione: fistella
Descrizione del campione:

alto	chasso
Argilla limosa di colore marrone-rossiccio con puntinature scure	Argilla limosa di colore marrone-rossiccio con puntinature scure

Parametri fisici

Peso di volume γ 1.870 g/cm³

Contenuto di acqua allo stato naturale W 30.2 % ASTM D 2216

Note: Le prove sono state eseguite prelevando provini dalla parte bassa del campione



Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico Analista:
Dott. G. Jona Paroni

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvatori

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel e fax 0585 021136

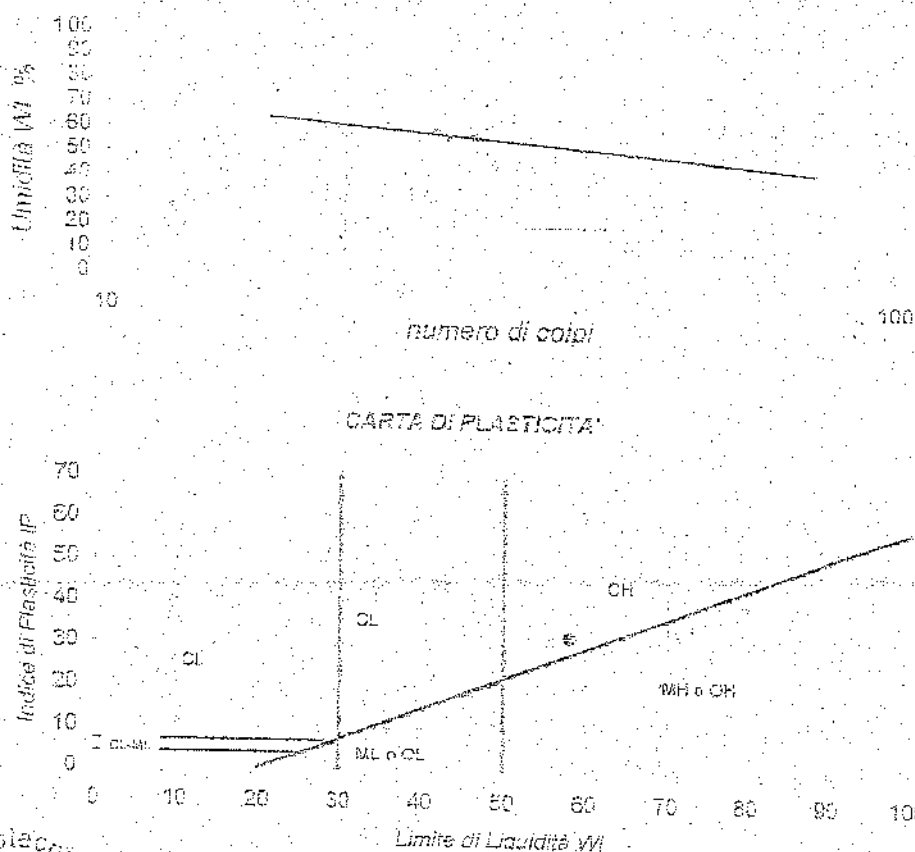
LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D2487

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 2 / lim

Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data di esecuzione: 21 giugno '05
Data di emissione: 22 giugno '05
Campione: S1 C2

Prof.: 7,6-8,3 m

LIMITE DI LIQUIDITÀ	WL	58 %
LIMITE DI PLASTICITÀ	WP	26 %
LIMITE DI RETINO	WI	0 %
INDICE DI PLASTICITÀ	IP	32



Laboratorio Geotecnico Toscano

Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico Analista:
Dott. Giovanna Beni Parenti

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazioni, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585 021136



PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO CD

ASTM 3080

velocità di prova

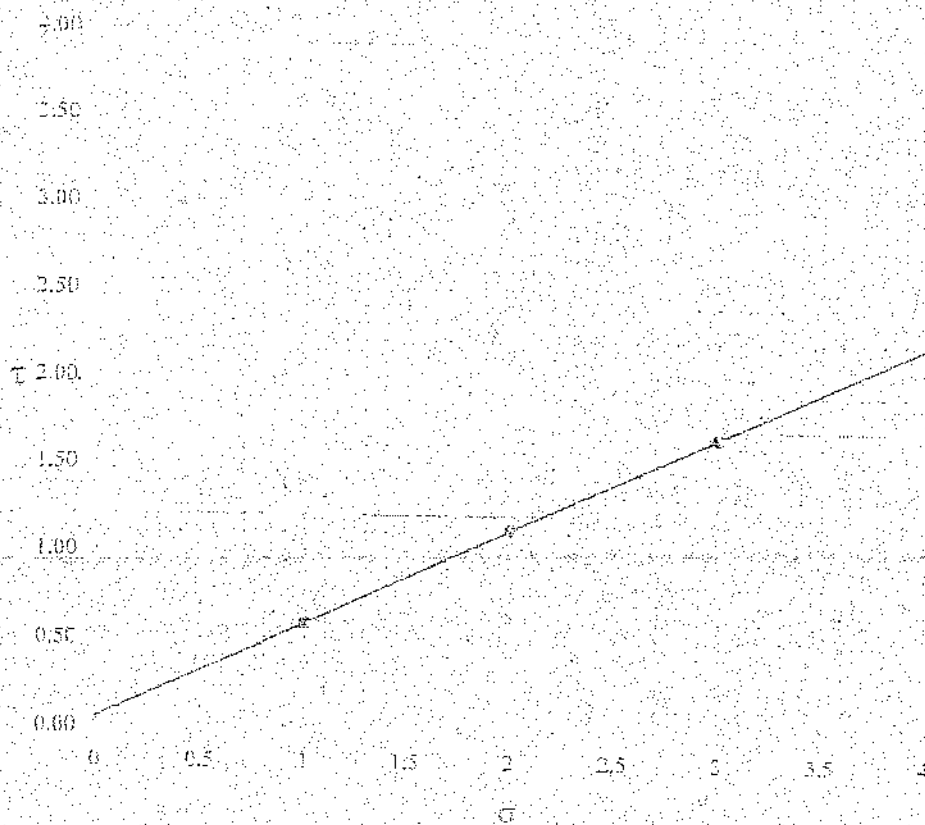
0.001 mm/min

RAPPORTO DI PROVA N° C/35/2/taglio

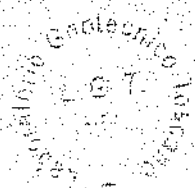
Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 27 maggio '05
Data di esecuzione: dal 29 giugno al 5 luglio '05
Data di emissione: 10 luglio '05
Campione: S1 C2 Prof.: 7.5-8.3 m

carico satura (Kg/cmq)	2	3
sforzo a rottura (Kg/cmq)	0.56	1.12

c	0.65 kg/cmq
φ	38°



Laboratorio Geotecnico Toscano



Tecnico responsabile:
Dott. G. Ben. Pagnini

Responsabile di Laboratorio:
Dott. M. Savagnone

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585.021136



PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA UU

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 2 / triax

Velocità di prova 1.0 mm/min

Comm. n°:	
Località:	
Data di arrivo:	26 maggio '05
Data esecuzione:	14 giugno '05
Data emissione:	10 luglio '05
Campioni:	SI C2 Prof.: 7,6-8,3 m

	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3
Altezza iniziale (cm)	7,6	7,6	7,6
Diámetro iniziale (cm)	3,8	3,8	3,8
Volumi iniziale (cm ³)	86,19	86,19	86,19

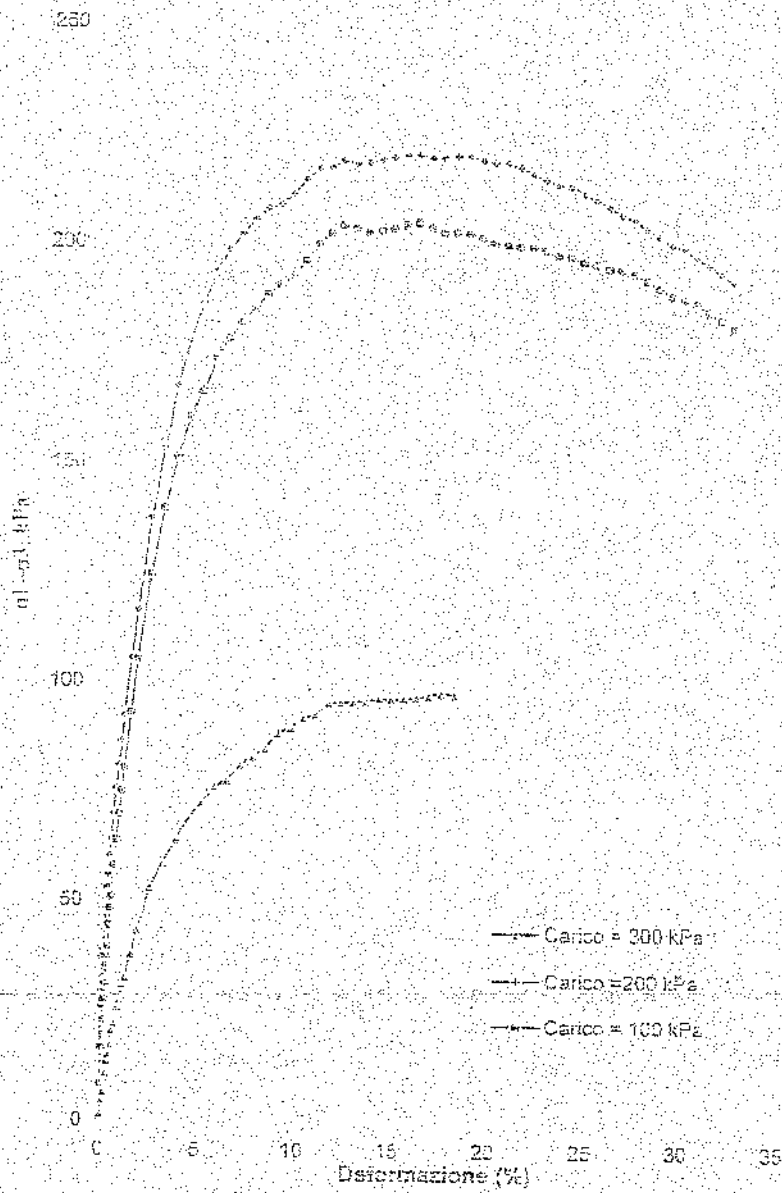
Condizioni iniziali della prova			
Pressione laterale totale (kPa)	100	200	300
Condizioni a rottura			
Tensione deviatorica (kPa)	204	219	95
Deformazione assiale (%)	12,6	12,5	11,842

Condizioni finali

C = 86,30 kPa
 $\phi =$

Laboratorio Geotecnico Toscano

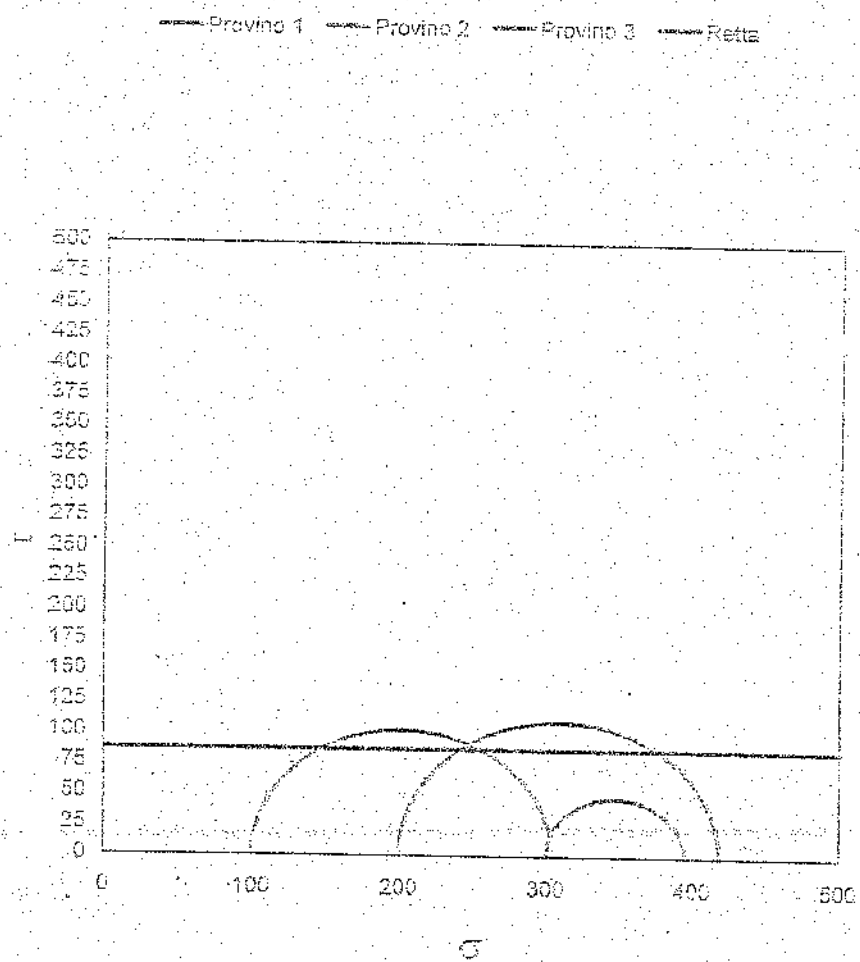
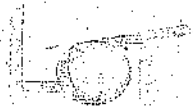
C/35/2



Laboratorio Geotecnico Tostano

Tecnico analista:
Dott. G. Bevilacqua

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori



Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico analista:
Dott. G. Bach Paresi

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

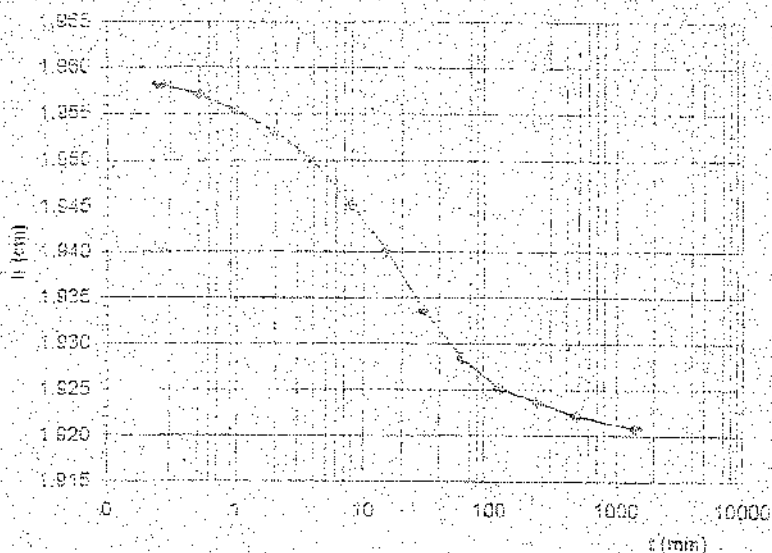
Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax: 0585.021136

PROVA EDOMETRICA ASTM D 2435

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 2 / cedimenti-tempo

Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data esecuzione: 14 settembre '05
Data emissione: 20 settembre '05
Campione: S1C2 Prof. 7.6-8.3

incremento di carico	1 kg/cm ²
carico di prova	2 kg/cm ²
altezza iniziale del campione indurito	1 cm



t (sec)	t (min)	h (cm)	h (mm)
0	0.0	0.9439	1.9439
15	0.25	0.9482	1.9482
30	0.50	0.9477	1.9477
60	1	0.9553	1.9553
120	2	0.9530	1.9530
240	4	0.9499	1.9499
480	8	0.9453	1.9453
900	15	0.9401	1.9401
1800	30	0.9337	1.9337
3600	60	0.9295	1.9295
7200	120	0.9252	1.9252
14400	240	0.9237	1.9237
28800	480	0.9222	1.9222
56400	940	0.9208	1.9208

cedimento ad inizio di prova	h ₀ =	0.361	cm
altezza iniziale	h ₀ =	1.9613	cm
altezza campione a fine cedimento primario	h ₁₀₀ =	1.9241	cm
altezza campione a 50% della consolidazione primaria	h ₅₀ =	1.9426	cm
tempo a 50% della consolidazione primaria	T ₅₀ =	720	sec
tempo a 100% della consolidazione primaria	T ₁₀₀ =	540	sec
coefficiente di consolidazione	C _v =	2.581E-04	cm ² /sec
coefficiente di compressibilità volumetrica	m _v =	0.02340	cm ² /kg

COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ: K_v = 3.76E-09 cm/sec



Tecnico analista:
Dott. G. Benì Parenti

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

viale della stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585.42141

PROVA EDOMETRICA ASTM D 2435

RAPPORTO DI PROVA N° C / 85 / 1 / edom

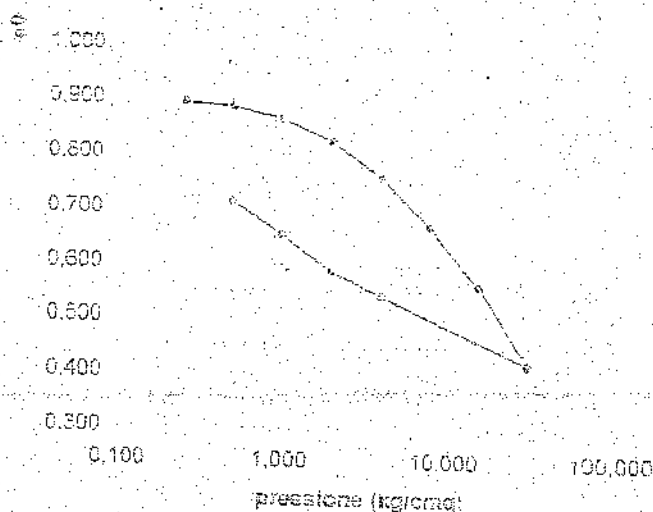
Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data esecuzione: dal 10 al 24 giugno '05
Data emissione: 10 luglio '05
Campione: S1C2 Prof. m 7.6-8.3 m

DATI PROVA		
area base	=	26.00 cm ²
altezza	=	2.00 cm

DATI CAMPIONE

Umidità finale $W_f = 30.19 \%$
Peso secco finale $P_s = 55.74 \text{ g}$
Peso specifico $G_s = 2.63 \text{ g/cm}^3$
Altezza ridotta $H_s = 1.052 \text{ cm}$
Indice dei vuoti iniz. $eo = 0.902$

carico (kg/cm ²)	indice vuoti	altezza prova (cm)	cedimenti (mm)	av. (mm ² /kg)
	0.902	2.000	0.000	
0.250	0.895	1.993	0.072	0.0144
0.500	0.888	1.985	0.148	0.0153
1.000	0.867	1.963	0.370	0.0224
2.000	0.825	1.919	0.809	0.0224
4.000	0.760	1.851	1.483	0.0178
8.000	0.572	1.758	2.418	0.0125
16.000	0.502	1.643	3.370	0.0082
32.000	0.420	1.493	5.058	0.0057
4.000	0.541	1.821	3.788	
2.000	0.588	1.870	2.930	
1.000	0.655	1.740	2.597	
0.500	0.715	1.804	1.988	



Laboratorio Geotecnico Toscano

Laboratorio Geotecnico
Toscano

Tecnico analista:
Dott. G. Benzi Parenti

Diruttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione, 32
54100 - Massa
tel e fax: 0585 021136



RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 3

Comm.te: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 27 maggio '05
Data di esecuzione: 15 - giugno '05
Data di emissione: 15 giugno '05
Campione: S1 C3 Prof: 12,0-12,7 m

Presentazione del campione: fustella
Descrizione del campione:

alto		basso
Limo e argilla di colore marrone e grigia con puntigliature scure bassa consistenza 10 cm	Sabbia limo-argillosa di colore marrone	

Parametri fisici

Peso di volume γ 1,975 g/cm³
Contenuto di acqua allo stato naturale \bar{W} 21,7 % ASTM D 2216

Note: Le prove sono state eseguite prelevando provini dalla parte bassa del campione



Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico Analista:
Dott. C. Berni Parenti

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvatori

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585 024136



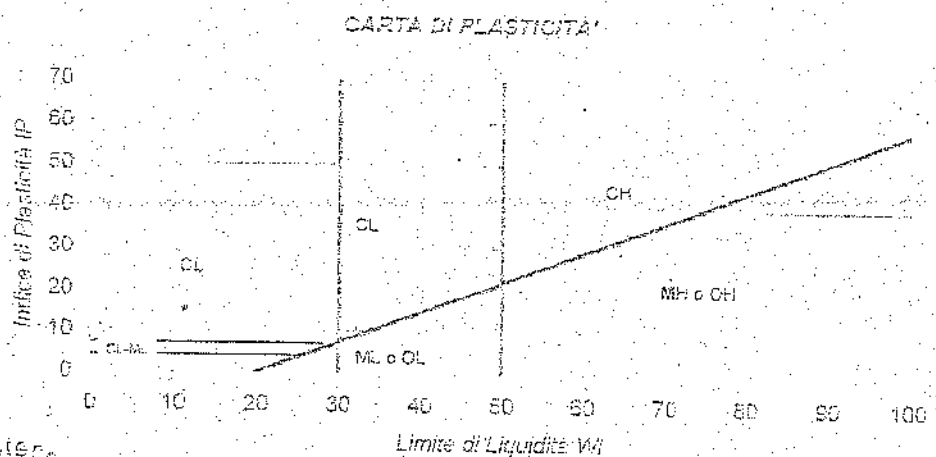
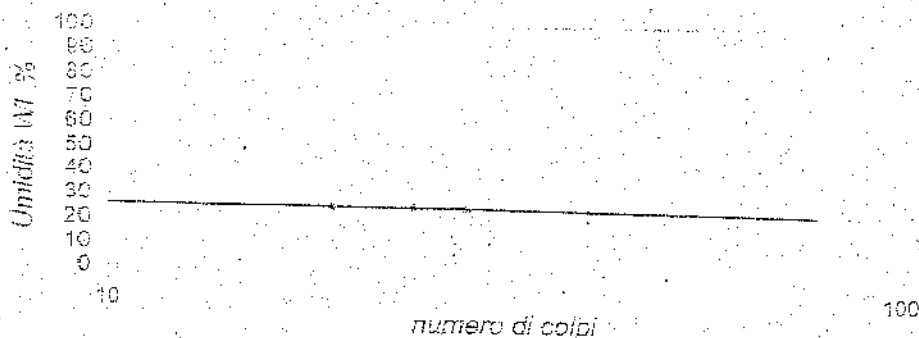
LIMITI DI ATTERBERG ASTM D2487

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 3 / 11m

Committente: GAIA
Località: Eripoli
Data di arrivo: 27 maggio '05
Data di esecuzione: 23 giugno '05
Data di emissione: 24 giugno '05
Campione: S1 C3

Prof.: 12,9-12,7 m

LIMITE DI LIQUIDITA'	WL	25 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	N.P. %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	



Laboratorio Geotecnico
L.G.T.
C. 35/01

Tecnico Analista:
Dott. Giovanna Berni Parenti

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Laboratorio Geotecnico Toscano

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585 021136



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

velocità di prova

1 mm/min

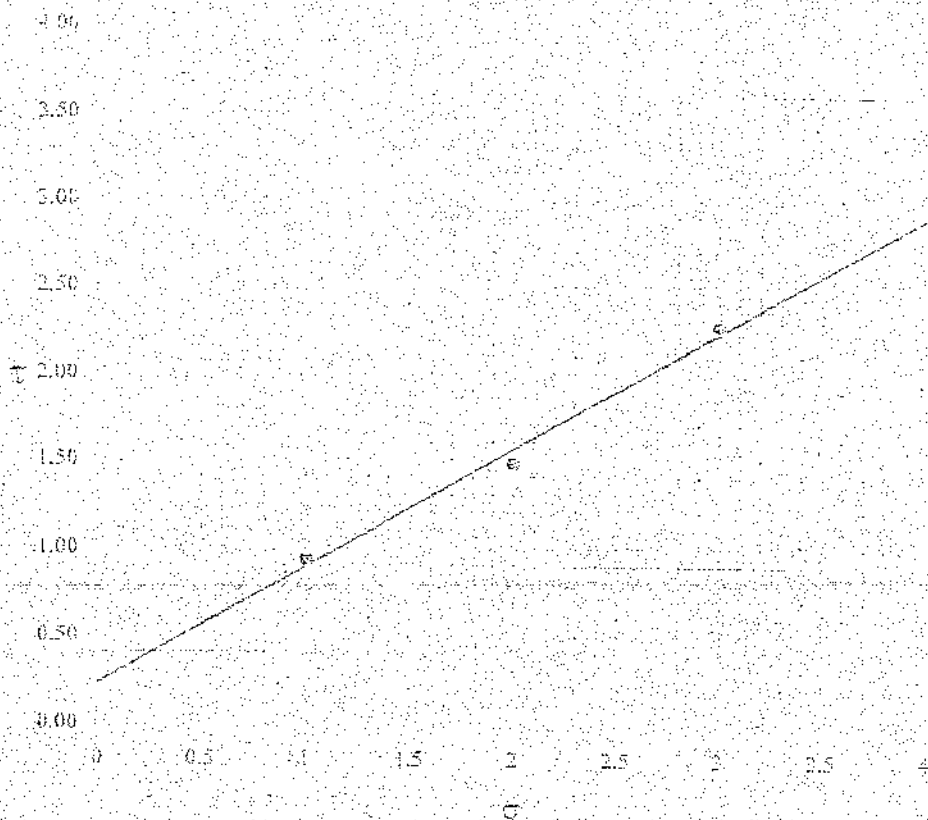
RAPPORTO DI PROVA N° C/ 35 / 3 / taglio

Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 27 maggio '05
Data di esecuzione: 29 giugno '05
Data di emissione: 1 luglio '05
Campione: S1 C3

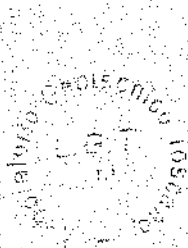
Prof.: 12,0-12,7 m

carico assiale (Kg/cm²)	0	2	3
sforzo a rottura (Kg/cm²)	0,93	1,45	2,57

c	0,33 kg/cm²
φ	34



Laboratorio Geotecnico Toscano



Tecnico Analista:
Dott. G. Benfanti

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

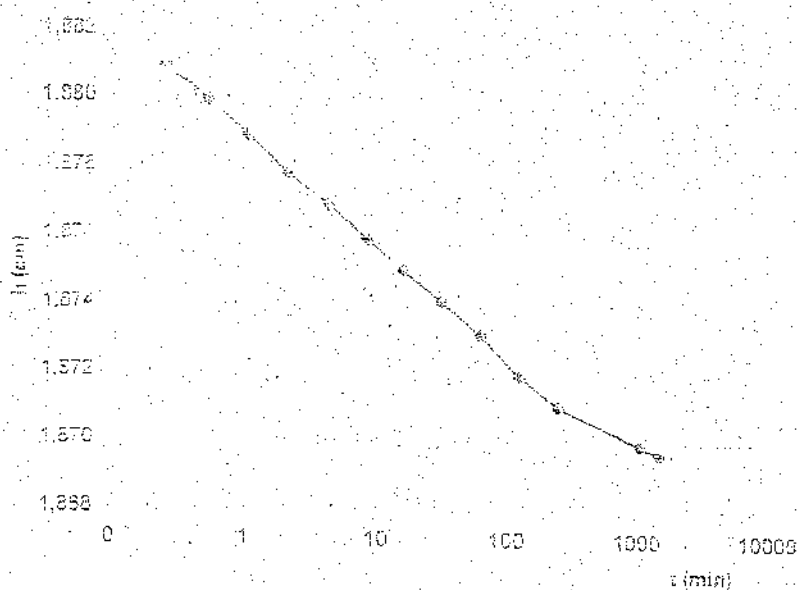
Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585.021136

PROVA EDOMETRICA ASTIM D 2435

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 1 / cedimenti-tempo

Comm. te: GALA
Località: Zampoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data esecuzione: 16 giugno '05
Data emissione: 10 luglio '05
Campione: S1C3 Prof. n. 12,0-12,7 m

incremento di carico	2 kg/cm ²
carico di prova	4 kg/cm ²
altezza iniziale del provino indisturbato	2 cm



t (sec)	h (mm)	h _o (mm)	h _o (cm)
0	0.0	1.880	1.8800
15	0.25	1.879	1.8790
30	0.50	1.878	1.8780
60	1	1.877	1.8770
120	2	1.876	1.8760
240	4	1.875	1.8750
480	8	1.874	1.8740
900	15	1.873	1.8730
1800	30	1.872	1.8720
3600	60	1.871	1.8710
7200	120	1.870	1.8700
14400	240	1.869	1.8690
61200	1020	1.868	1.8680
86400	1440	1.867	1.8670

cedimento ad inizio di prova	1.000	cm
altezza iniziale	h _o = 1.8829	cm
altezza campione a fine sedimento primario	h ₁₀₀ = 1.8730	cm
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	h ₅₀ = 1.8769	cm
tempo al 50% della consolidazione primaria	T ₅₀ = 120	sec
tempo al 100% della consolidazione primaria	T ₁₀₀ = 16200	sec
coefficiente di consolidazione	C _v = 1.445E-03	cm ² /sec
coefficiente di compressibilità volumetrica	m _v = 0.00800	cm ² /kg

Coefficiente di permeabilità	K _v = 1.65E-08	cm/sec
------------------------------	---------------------------	--------



Tecnico analista:
Dott. G. Betti Parenti

Direttore di Laboratorio:
Dott. R. Salvadori

viale della stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585-42141

PROVA EDOMETRICA ASTM D 2435

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 1 / edom

Comitate: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data esecuzione: dal 10 al 24 giugno '05
Data emissione: 10 luglio '05
Campione: SIC3 Prof. 12,0-12,7 m

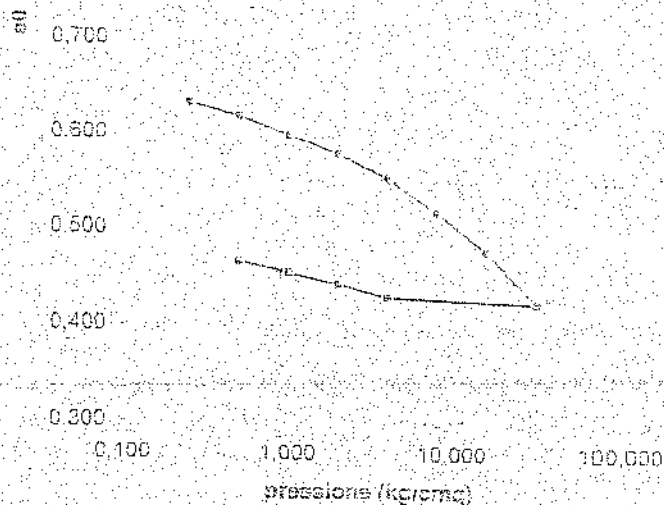
DATI PROVA

area base = 20,00 cm²
altezza = 2,60 cm

DATI CAMPIONE

Umidità finale Wf = 20,15 %
Peso secco finale Ps = 63,79 g
Peso specifico Gs = 2,65 g/cm³
Altezza ridotta Hr = 1,204 cm
Indice dei vuoti iniz. eo = 0,560

Carico P (kg)	Indice Vuoto e	Altezza prova (cm)	Esperimento q (mm)	Indice di compressione C _u (mm)
	0,602	2,000	0,000	
0,250	0,603	1,936	0,250	0,0700
0,500	0,618	1,846	0,518	0,0342
1,000	0,696	1,624	0,761	0,0249
2,000	0,679	1,900	1,000	0,0124
4,000	0,653	1,870	1,304	0,0080
6,000	0,618	1,827	1,726	0,0057
8,000	0,476	1,779	2,210	0,0033
32,000	0,424	1,714	2,662	0,0023
4,000	0,426	1,721	2,705	
2,000	0,443	1,737	2,632	
1,000	0,455	1,761	2,490	
0,500	0,466	1,765	2,350	



Laboratorio Geotecnico Toscano



Tecnico analista
Dott. C. Betti Perand

Direttore di Laboratorio
Dott. M. Salvadei

Viale Stazione, 59
54100 - Massa
tel e fax: 0585 021136



RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 4

Comm. te: GALA
Località: Empoli
Data di arrivo: 27 maggio '05
Data di esecuzione: 20 giugno '05
Data di emissione: 20 giugno '05
Campione: S1 C4 Prof.: 16,6-17,3 m

Presentazione del campione: fustella
Descrizione del campione:

Sabbia deprendente limosa di colore grigio

Parametri fisici

Peso di volume γ 1.894 g/cm³
Contenuto di acqua allo stato naturale W 28.2 % ASTM D 2216

Note:



Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico Analista:
Dott. G. Benzi Paroni

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione. 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585 021136

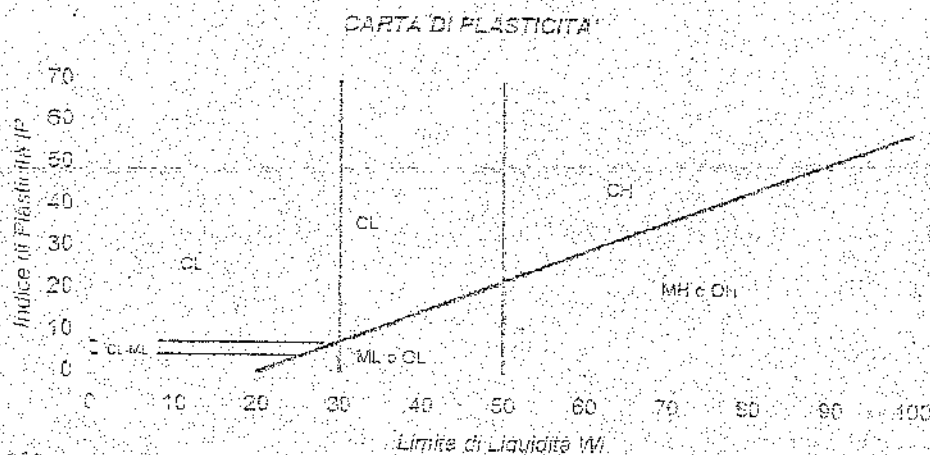
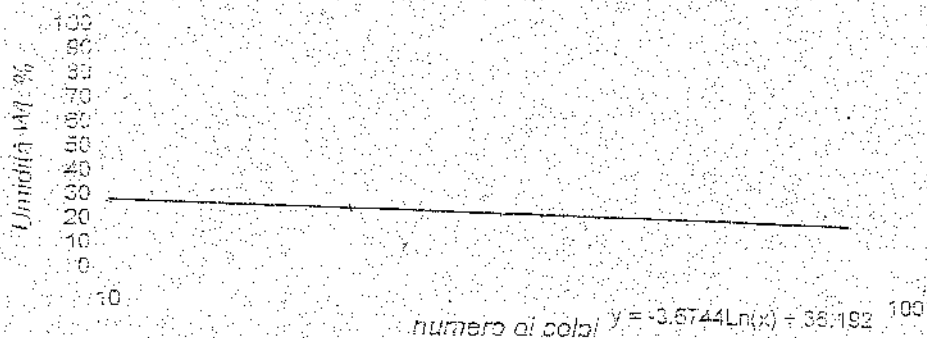


LIMITI DI ATTERBERG ASTM D2437

RAPPORTO DI PROVA N° C/35/4 / lim

Contenitore: QA1A
Località: Empoli
Data di arrivo: 27 maggio '05
Data di esecuzione: 28 giugno '05
Data di emissione: 1 luglio '05
Campione: S1 C4 Prof.: 15,6-17,3 m

LIMITE DI LIQUIDITÀ	W _L	24 %
LIMITE DI PLASTICITÀ	W _P	N.P.
LIMITE DI RETIRO	W _r	6 %
INDICE DI PLASTICITÀ	IP	0 %



Laboratorio Geotecnico Toscano

Tecnico analista:
Dott. Giovanna Santi Parenti

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Salvadori

Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585 021136



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

velocità di prova:

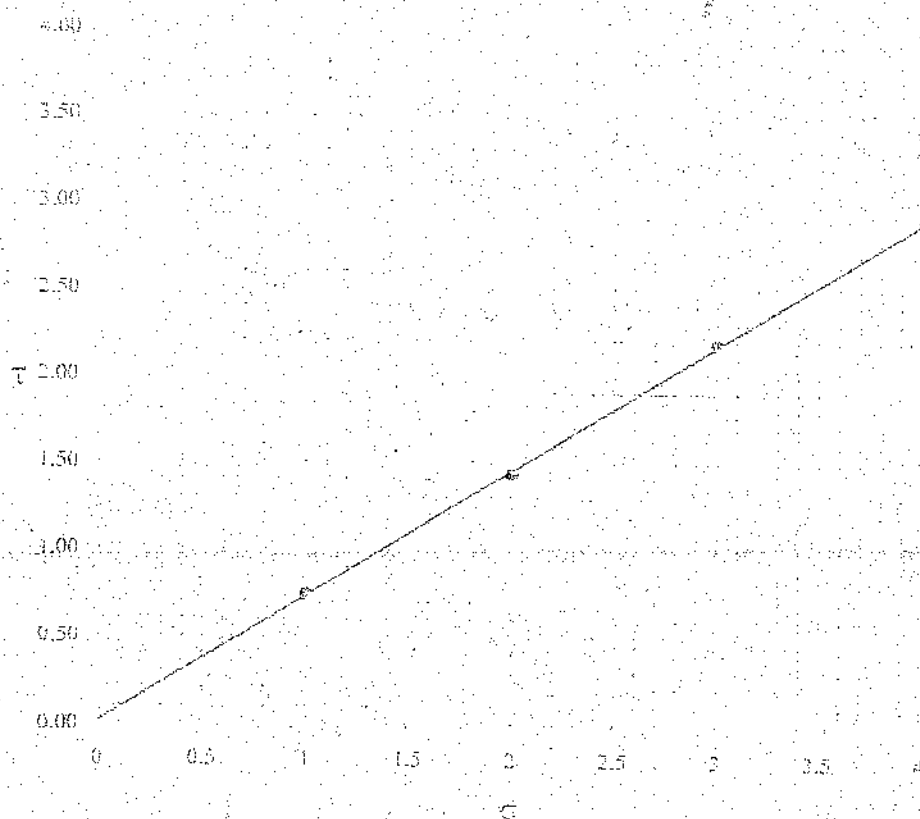
1 mm/min

RAPPORTO DI PROVA N° CV/35/4/taglio

Committente: GAIA
Località: GAIA
Data di arrivo: 17 maggio '05
Data di esecuzione: 29 giugno '05
Data di emissione: 1 luglio '05
Campione: S1 C4 Prof. 16,6-17,3 m

cuneo assiale (Kg/cm²)	1	2	3
sforzo rottura (Kg/cm²)	0,74	1,43	2,17

C	0,07 kg/cm²
φ	30°



Laboratorio Geotecnico Puccini



Tecnico Analista
Dot. G. Betti Parodi

Direttore del Laboratorio
Dot. P. Salvatori

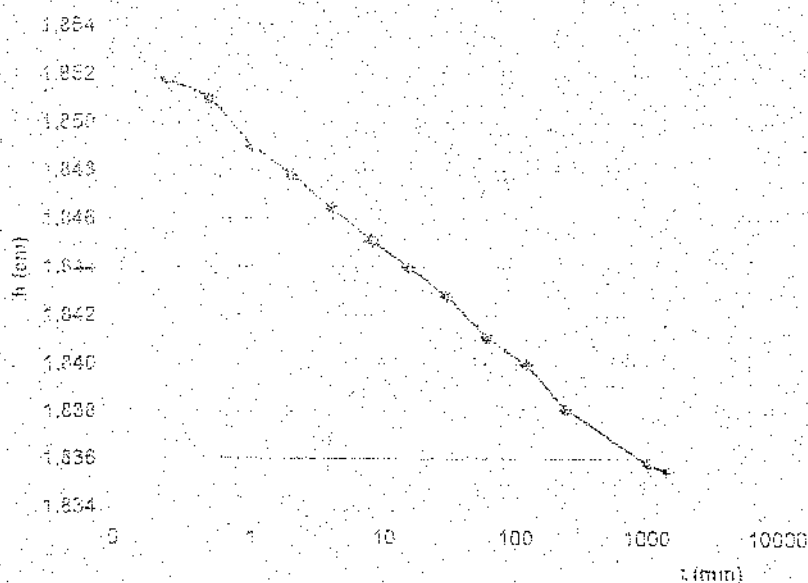
Viale Stazione, 39
54100 - Massa
tel. e fax 0585.221136

PROVA EDOMETRICA ASTM D 2435

RAPPORTO DI PROVA N° C/35 / 1 / cedimenti-tempo

Committente: GAIA
Località: Empoli
Data di arrivo: 26 maggio '05
Data esecuzione: 16 giugno '05
Data emissione: 10 luglio '05
Campione: SIC4 Prof.m. 16.6-17.3 m

incremento di carico: 2 kg/cm²
carico di prova: 4 kg/cm²
spessore iniziale del provino indisturbato: 2 cm



t (min)	h (cm)	h _o (cm)	h _o (cm)
0	0.0	1.251	1.8449
15	0.25	1.482	1.8518
30	0.55	1.490	1.8510
60	1	1.510	1.8490
120	2	1.522	1.8478
240	4	1.536	1.8464
480	8	1.549	1.8451
900	15	1.560	1.8440
1800	30	1.572	1.8428
3600	60	1.589	1.8411
7200	120	1.600	1.8400
14400	240	1.619	1.8381
61200	1020	1.642	1.8358
28800	1440	1.645	1.8355

cedimento ad inizio di prova	1.251	cm
altezza iniziale	h _o = 1.5546	cm
altezza campione a fine cedimento primario	h ₁₀₀ = 1.8362	cm
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	h ₅₀ = 1.8454	cm
tempo al 50% della consolidazione primaria	T ₅₀ = 42	sec.
tempo al 100% della consolidazione primaria	T ₁₀₀ = 36000	sec.
coefficiente di consolidazione	C _v = 3.993E-03	cm ² /sec
coefficiente di compressibilità volumetrica	m _v = 0.01051	cm ² /kg

COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ K_v = 4.20E-08 cm/sec



Tecnico analista:
Dott. G. Benzi Paranti

Direttore di Laboratorio:
Dott. M. Daviddi

viale della stazione, 39

54100 - Massa

tel. e fax 0585.42141

PROVA EBOMETRICA ASTM D 2435

RAPPORTO DI PROVA N° C / 35 / 1 / esom

Comm.re: CAIA

Località: Empoli

Data di arrivo: 26 maggio '05

Data esecuzione: dal 20 giugno al 3 luglio '05

Data emissione: 16 luglio '05

Campione: S1C4 Prof. m 16,6-17,3 m

DATI PROVINO:

area base = 20,00 cm²

altezza = 2,00 cm

DATI CAMPIONE:

Umidità finale w_f = 24,13 %

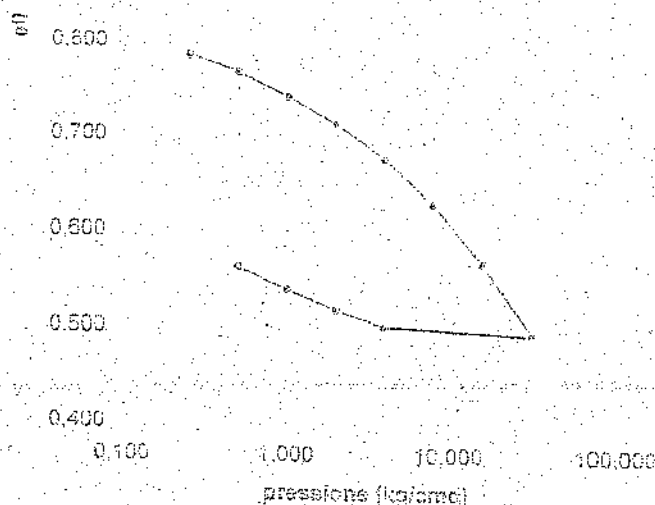
Peso secco finale P_s = 58,03 g

Peso specifico G_s = 2,65 g/cm³

Altezza rigata H_s = 1,095 cm

indice dei vuoti iniz. eo = 0,827

carico (Kg/cm ²)	indice vuoti	altezza press. (cm)	sediment s (mm)	rit (cm ² /Kg)
	0,827	2,000	0,000	
0,250	0,786	1,955	0,445	0,0690
0,500	0,768	1,938	0,540	0,0399
1,000	0,742	1,907	0,931	0,0301
2,000	0,712	1,875	1,251	0,0168
4,000	0,578	1,836	1,648	0,0105
8,000	0,630	1,784	2,158	0,0070
18,000	0,587	1,716	2,938	0,0048
32,000	0,494	1,636	3,646	0,0028
4,000	0,501	1,644	3,568	
2,000	0,518	1,662	3,375	
1,000	0,539	1,686	3,145	
0,500	0,563	1,711	2,852	



Laboratorio Geotecnico Toscano

Laboratorio Geotecnico Toscano
L.G.T.
2005

Tecnico analista:
Geom. G. Benì Parenti

Dirigente di Laboratorio:
Geom. M. Santuzzeni