

Fiume Mincio

Opere idrauliche di II categoria

MN-E-394-M

CUP: **B64H15000070002**

CIG:



Regione
Lombardia

Progetto Definitivo / Esecutivo

Lotto A

ELABORATO

Prove di laboratorio

UBICAZIONE OPERE

Comune di Mantova
Località Ponte dei Mulini

DATA: Agosto 2018

AGG. -

SCALA:

-

COMMITTENTE

AIPO - Ufficio operativo di Mantova

Vicolo Canove, 26 - 46100 Mantova

tel. + 39 0376320461

fax. + 39 0376320464

e-mail: ufficio-mn@agenziapo.it

Raggruppamento temporaneo d'impresa

POLARIS - STUDIO ASSOCIATO



HYDRODATA S.p.a.



ENGEO S.r.l.



SAP S.r.l.



Responsabile unico del procedimento

Ing. Ivano Galvani

Il Coordinatore alla Progettazione

Ing. Marcello Moretti

Assistente

Dott. Paolo Michelini

Lavori di ripristino funzionale del manufatto a sostegno del Lago Superiore denominato "Vasarone", a seguito degli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012

2.b.8



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh1 m 1.50 - 2.00**

COMMESSA: 15994/16

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA: 11/12/18

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 1.50	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 30 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	150	30	DESCRIZIONE: Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro
			W naturale (%) 15.1
			γ naturale (Mg/m ³) 2.00
			γ secco (Mg/m ³) 1.73
			γ immerso (Mg/m ³) 1.09
			porosità (%) 36
			indice dei vuoti 0.56
			grado di saturazione (%) 73
			massa specifica (Mg/m ³) (stimato) 2.700
			PROVE ESEGUITE
2.00 basso	220	45	Umidità Naturale SI Trassiale UU -
			Limiti Atterberg SI Trassiale CIU -
			Gran. Setacciatura SI Edometria SI
			Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto SI
			Peso di Volume SI Espansione L.L. -
			Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. -
			Analisi Chimica - Colonna Risonante -
			Taglio Torsionale Cicl. -
			NOTE: -

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh1 m 1.50 - 2.00**

COMMESSA: 15994/16

DURATA PROVE:

11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA:

11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708966

rev.00 del:

29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

30.69

2.48

TERRA UMIDA (g)

284.75

89.64

TERRA ESSICATA* (g)

251.56

78.21

UMDITA' DETERMINATA (%)

15.0

15.1

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

15.1

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh1 m 1.50 - 2.00**

COMMESSA: 15994/16

DURATA PROVE:

11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA:

11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708967

rev.00 del:

29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	92.10	92.10
ALTEZZA (cm)	2.00	2.00
LATO (cm)	6.06	6.06
MASSA LORDA (g)	237.80	239.60
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.98	2.01
MEDIA (Mg/m³)	=	2.00

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova				
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vassarone (MN)				
CAMPIONE:	S1 Sh1	m 1.50 - 2.00			
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	11 - 28/12/1		
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/12/18		
GEO - CERT. n°:	G1708968	rev.00 del:	29/12/17		

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

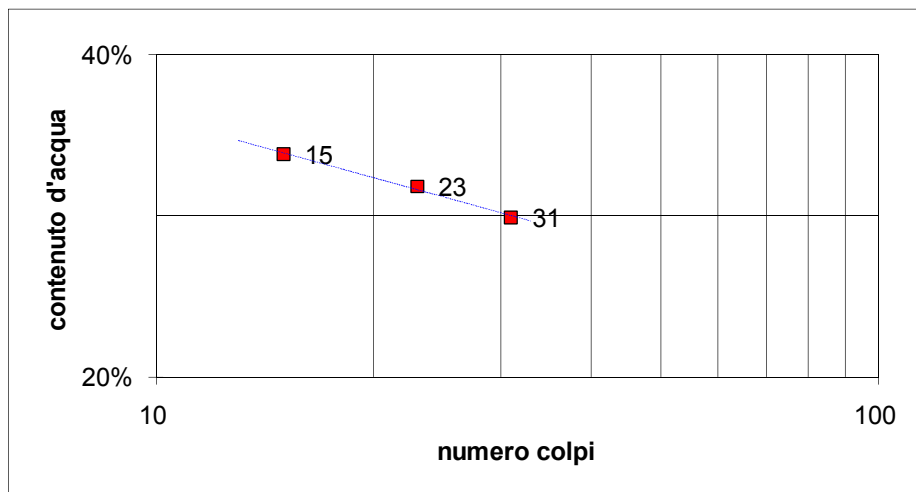
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	31	15	23			
massa umida+ tara (g)	22.38	22.82	20.19	12.69	11.84	284.75
massa secca+ tara (g)	17.75	17.61	15.88	11.07	10.32	251.56
acqua contenuta (g)	4.63	5.21	4.31	1.62	1.52	33.19
tara (g)	2.27	2.21	2.34	2.26	2.36	30.69
peso secco (g)	15.48	15.40	13.54	8.81	7.96	220.87
contenuto d'acqua	29.9%	33.8%	31.8%	18.4%	19.1%	15.0%

Umidità Naturale	Wn =	15%
Limite Liquido	LL =	31%
Limite Plastico	LP =	19%
Indice Plastico	IP =	12%


Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vassarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh1 m 1.50 - 2.00**

COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708969 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro

codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio	63	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	20	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	6.3	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	2.52	1.14	1.14	98.86
291	setaccio	2.0	2.13	0.96	2.11	97.89
292	setaccio	0.850	1.51	0.68	2.79	97.21
293	setaccio	0.425	3.14	1.42	4.21	95.79
282	setaccio	0.250	10.03	4.54	8.75	91.25
283	setaccio	0.125	12.38	5.61	14.36	85.64
286	setaccio	0.075	8.33	3.77	18.13	81.87
-	calcolato	0.0558	33.65	15.23	33.36	66.64
-	calcolato	0.0405	11.46	5.19	38.55	61.45
-	calcolato	0.0293	11.46	5.19	43.74	56.26
-	calcolato	0.0193	20.06	9.08	52.82	47.18
-	calcolato	0.0141	17.20	7.79	60.61	39.39
-	calcolato	0.0102	14.33	6.49	67.10	32.90
-	calcolato	0.0074	11.46	5.19	72.29	27.71
-	calcolato	0.0053	11.46	5.19	77.48	22.52
-	calcolato	0.0031	17.20	7.79	85.26	14.74
-	calcolato	0.0013	11.46	5.19	90.45	9.55
-	calcolato	0.0009	11.46	5.19	95.64	4.36
-	fondo		9.62	4.36	100.00	0.00
TOTALE			220.87		ϕ max (mm) = 6.2	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.01
t° C	Tempo (s)	Lettura
21	30	29.0
21	60	27.0
21	120	25.0
21	300	21.5
21	600	18.5
21	1200	16.0
21	2400	14.0
21	4800	12.0
21	14400	9.0
21	86400	7.0
21	172800	5.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm 1.1%	> 2,00 mm 2.1%
SABBIA	> 0,075 mm 17.0%	> 0,063 mm 25.0%
LIMO	> 2 μ 69.8%	> 2 μ 60.8%
ARGILLA	< 2 μ 12.1%	< 2 μ 12.1%

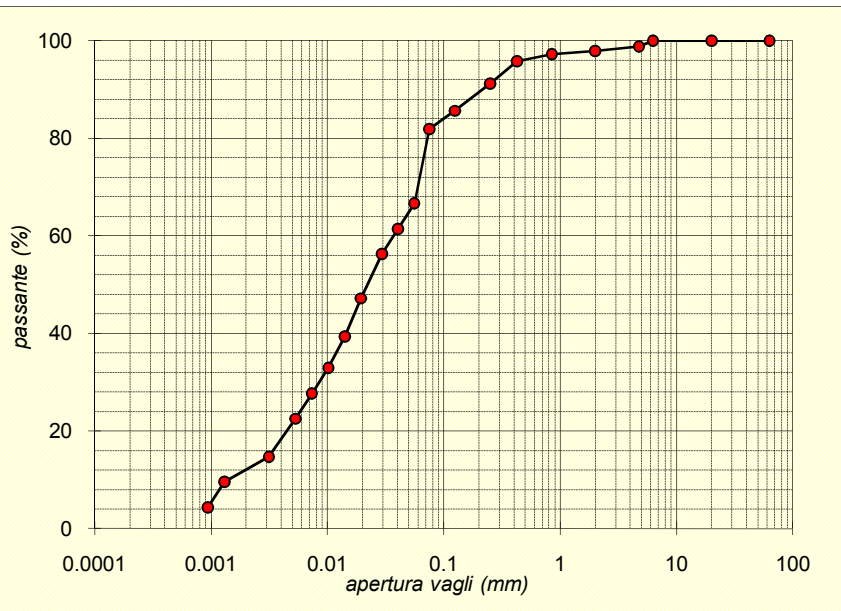
Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio:

dott. geol. Massimo Romagnoli



PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vasarone (MN)		
CAMPIONE:	S1 Sh1 m 1.50 - 2.00		
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	11 - 28/12/1
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/12/18
GEO - CERT. n°:	G1708974	rev.0 del:	29/12/17

cod. int. Strumentazione: 480 -537-469-708-476

Modello pressa: **TECNOTEST TR 115/300**

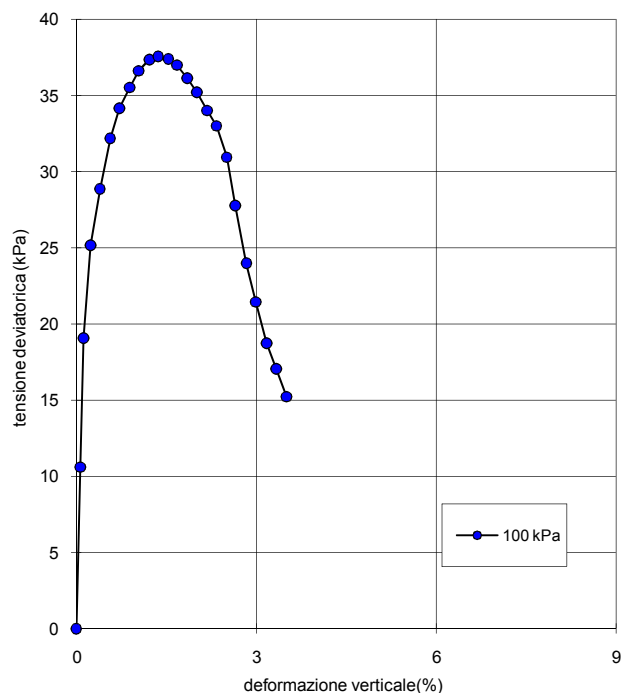
Velocità della pressa: **0,75 mm/min**

NATURA DEL CAMPIONE: **Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro**

PROVINO 1		PROVINO 2	
DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA	DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA
(ϵ)	($\sigma_1 - \sigma_3$)	(ϵ)	($\sigma_1 - \sigma_3$)
%	kPa	%	kPa
0.00	0.00		
0.07	10.60		
0.12	19.05		
0.24	25.16		
0.39	28.85		
0.56	32.16		
0.72	34.15		
0.89	35.50		
1.04	36.60		
1.22	37.32		
1.36	37.53		
1.54	37.38		
1.68	36.97		
1.85	36.12		
2.01	35.19		
2.18	34.00		
2.34	32.98		
2.51	30.93		
2.65	27.76		
2.83	23.98		
2.99	21.44		
3.18	18.72		
3.33	17.06		
3.50	15.22		

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

Provino numero:	1	2
Dimensioni h x ϕ (cm):	7.07 x 3.78	
Peso (g):	180.0	
Umidità naturale (%):	15.0	
Massa volumica umida (Mg/m3):	2.27	
Massa volumica secca (Mg/m3):	1.97	
sigma 3:	100 kPa	


Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh1**

COMMESSA: 15994/16

DURATA PROVE:

00/01/00

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA:

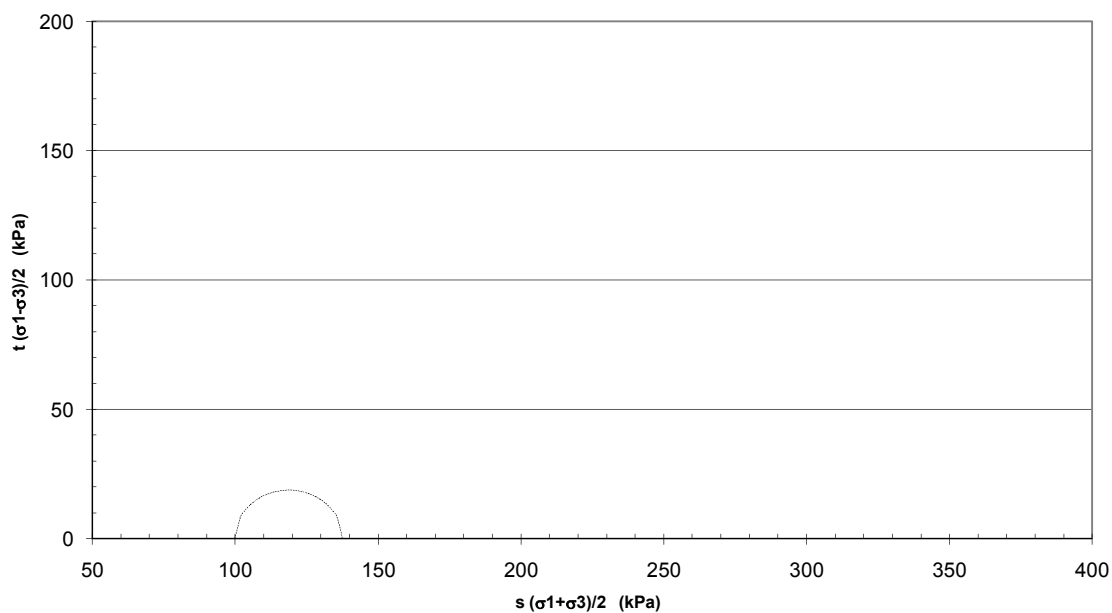
00/01/00

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

CONDIZIONI A ROTTURA

Sigma 3:	100	300	
Tensione deviatorica a rottura (kPa):	37.53	0.00	
Deformazione a rottura (%):	1.36	0.00	

Stress Path



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vassarone (MN)		
CAMPIONE:	S1 Sh1 m 1.50 - 2.00		
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	13 - 23/11/17
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/11/17
GEO - CERT. n°:	G1708976	rev.00 del:	22/12/17

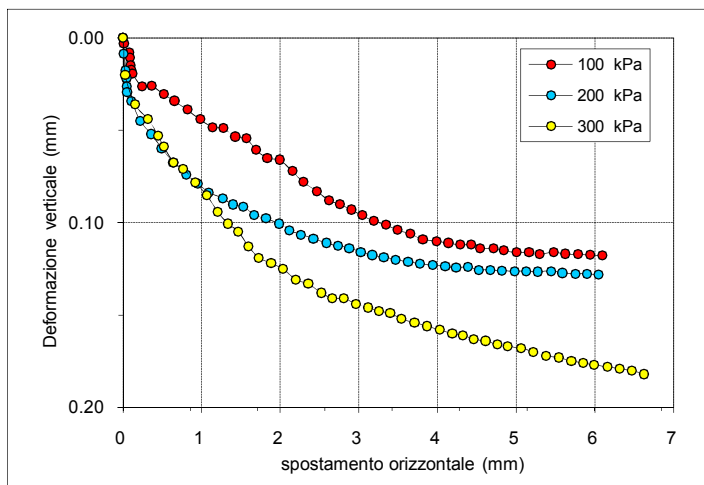
Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

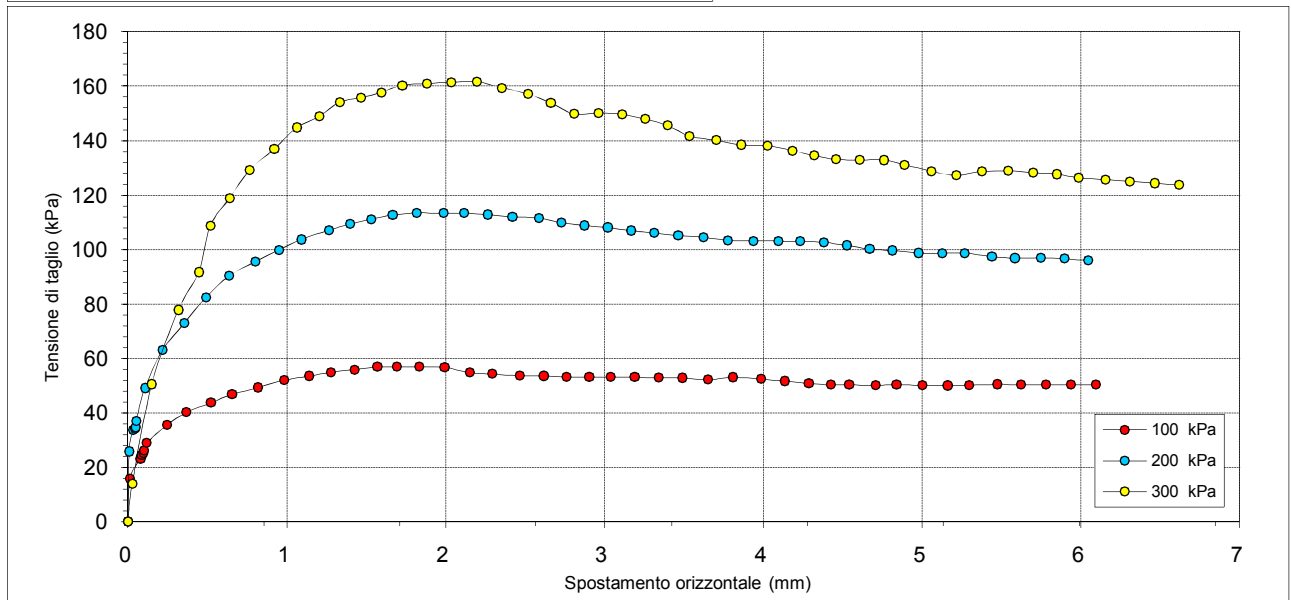
Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	$\phi \times h = 60 \times 20$ mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro

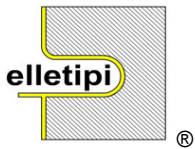


	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	15.0	15.1	15.1
γ ini (Mg/m ³)	1.98	2.00	1.99
γ_d ini (Mg/m ³)	1.72	1.74	1.73
S ini (%)	71	74	73
W fin (%)	24.6	21.3	18.0
γ fin (Mg/m ³)	2.01	2.06	2.13
γ_d fin (Mg/m ³)	1.61	1.70	1.81
S fin (%)	99	97	98
G (Mg/m ³)	2.700 (stimato)		
H fine cons (mm)	19.790	19.561	18.877



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**
CANTIERE: **Nodo idraulico di Vassarone (MN)**
CAMPIONE: **S1 Sh1 m 1.50 - 2.00**
COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 13 - 23/11/17
VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/11/17
GEO - CERT. n°: G1708976 rev.00 del: 22/12/17

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.012	15.833	0.003	0.008	25.750	0.009	0.028	13.889	0.020
0.079	23.083	0.008	0.033	33.694	0.018	0.151	50.472	0.036
0.087	24.500	0.011	0.044	34.167	0.022	0.318	77.778	0.044
0.096	25.306	0.015	0.050	34.722	0.026	0.446	91.667	0.053
0.102	26.111	0.018	0.053	36.889	0.030	0.520	108.667	0.059
0.118	28.944	0.019	0.108	49.056	0.034	0.640	118.806	0.067
0.247	35.583	0.026	0.218	62.972	0.045	0.767	129.167	0.071
0.367	40.139	0.026	0.356	72.889	0.052	0.921	136.944	0.078
0.522	43.750	0.031	0.492	82.417	0.060	1.064	144.833	0.085
0.655	46.750	0.034	0.638	90.333	0.067	1.206	148.889	0.094
0.820	49.278	0.039	0.802	95.500	0.074	1.333	154.167	0.101
0.983	52.056	0.044	0.952	99.861	0.079	1.466	155.778	0.105
1.141	53.528	0.048	1.091	103.639	0.084	1.595	157.722	0.113
1.279	54.889	0.049	1.266	107.139	0.087	1.727	160.306	0.119
1.427	55.861	0.054	1.400	109.389	0.090	1.883	160.944	0.122
1.570	56.944	0.054	1.532	111.139	0.091	2.035	161.417	0.125
1.693	56.861	0.061	1.667	112.722	0.096	2.197	161.667	0.131
1.834	57.000	0.065	1.817	113.472	0.098	2.355	159.389	0.133
1.993	56.778	0.066	1.986	113.333	0.101	2.518	157.222	0.138
2.152	54.806	0.072	2.116	113.361	0.104	2.662	153.889	0.141
2.294	54.278	0.078	2.264	112.806	0.107	2.809	149.833	0.141
2.467	53.694	0.083	2.420	111.972	0.109	2.963	150.139	0.144
2.618	53.528	0.088	2.586	111.583	0.111	3.113	149.722	0.146
2.760	53.111	0.090	2.730	109.917	0.113	3.256	147.917	0.148
2.904	53.194	0.093	2.875	108.806	0.114	3.396	145.583	0.149
3.039	53.222	0.096	3.021	108.111	0.116	3.536	141.722	0.152
3.190	53.083	0.099	3.168	106.944	0.118	3.704	140.139	0.154
3.342	52.917	0.101	3.314	106.028	0.119	3.860	138.472	0.156
3.489	52.806	0.104	3.464	105.167	0.120	4.026	138.194	0.158
3.650	52.139	0.106	3.623	104.556	0.121	4.184	136.250	0.160
3.810	53.056	0.109	3.776	103.389	0.122	4.319	134.500	0.161
3.987	52.389	0.110	3.938	103.139	0.123	4.456	133.111	0.163
4.135	51.667	0.111	4.095	103.111	0.124	4.607	132.917	0.164
4.286	50.750	0.112	4.233	102.972	0.124	4.759	132.833	0.166
4.424	50.306	0.112	4.381	102.667	0.124	4.889	131.139	0.167
4.540	50.278	0.114	4.525	101.528	0.126	5.059	128.750	0.168
4.706	50.111	0.114	4.669	100.194	0.126	5.214	127.333	0.170
4.838	50.333	0.115	4.812	99.667	0.126	5.377	128.722	0.172
5.000	50.139	0.116	4.976	98.694	0.126	5.540	128.944	0.173
5.161	50.000	0.116	5.125	98.639	0.126	5.698	128.250	0.175
5.296	50.139	0.117	5.267	98.667	0.127	5.848	127.639	0.176
5.473	50.472	0.116	5.439	97.417	0.126	5.986	126.333	0.177
5.623	50.333	0.117	5.584	96.833	0.127	6.154	125.694	0.178
5.780	50.361	0.117	5.747	97.000	0.128	6.309	125.028	0.179
5.937	50.389	0.118	5.895	96.694	0.128	6.464	124.361	0.180
6.093	50.417	0.118	6.044	95.917	0.128	6.619	123.722	0.182

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova

CANTIERE: Nodo idraulico di Vasarone (MN)

CAMPIONE: S1 Sh1 m 1.50 - 2.00

COMMESSA: 15994/16 **DURATA PROVE:** 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 **DATA CONSEGNA:** 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708978 **rev.00 del:** 29/12/17

edometro n: Ed 11

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.005	0.03	0.549	0.549			
24.5	0.006	0.03	0.549	0.549	0.001	0.000	281.90
49.1	0.030	0.15	0.547	0.547	0.007	0.005	20.67
98.1	0.079	0.39	0.543	0.543	0.008	0.005	20.02
196.2	0.245	1.22	0.530	0.531	0.013	0.008	11.81
392.4	0.524	2.62	0.509	0.515	0.011	0.007	14.04
784.8	0.965	4.82	0.474	0.484	0.009	0.006	17.80
1569.6	1.611	8.05	0.424	0.441	0.006	0.004	24.31
3139.2	2.365	11.83	0.366	0.388	0.004	0.002	41.60
784.8	2.080	10.40	0.388	0.390			
196.2	1.692	8.46	0.418	0.416			
49.1	1.236	6.18	0.454	0.450			

Dati provino

Altezza provino (mm)

Umidità (%):

Massa volumica apparente (Mg/m³):

Massa volumica apparente secca (Mg/m³):

Indice dei vuoti:

Grado di Saturazione (%):

Massa volumica reale (Mg/m³)(stimata)

Iniziale

20.000

15.1

2.01

1.74

0.55

74.2

2.70

Finale

18.764

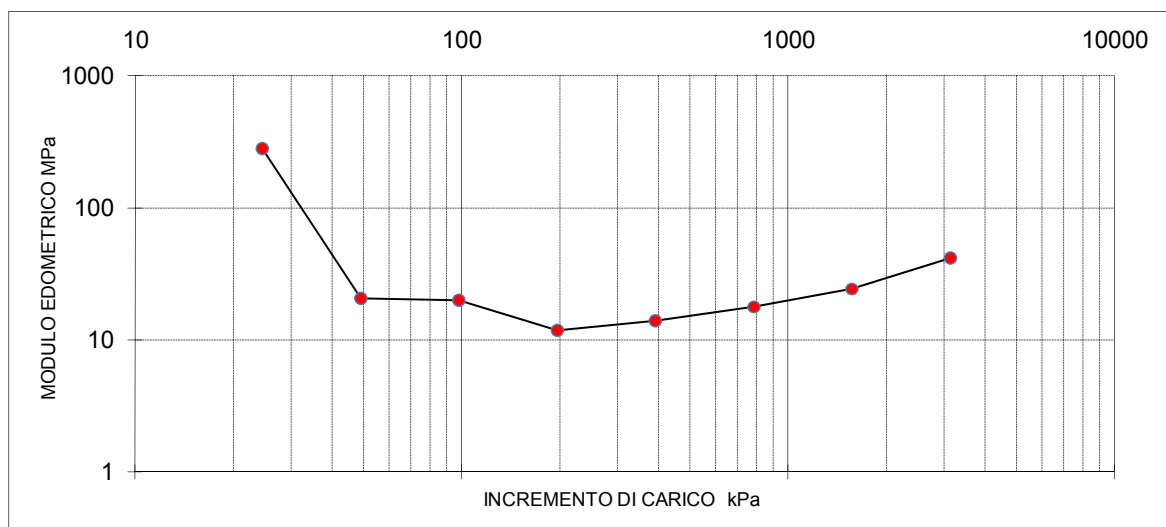
16.7

2.17

1.86

0.45

99.4

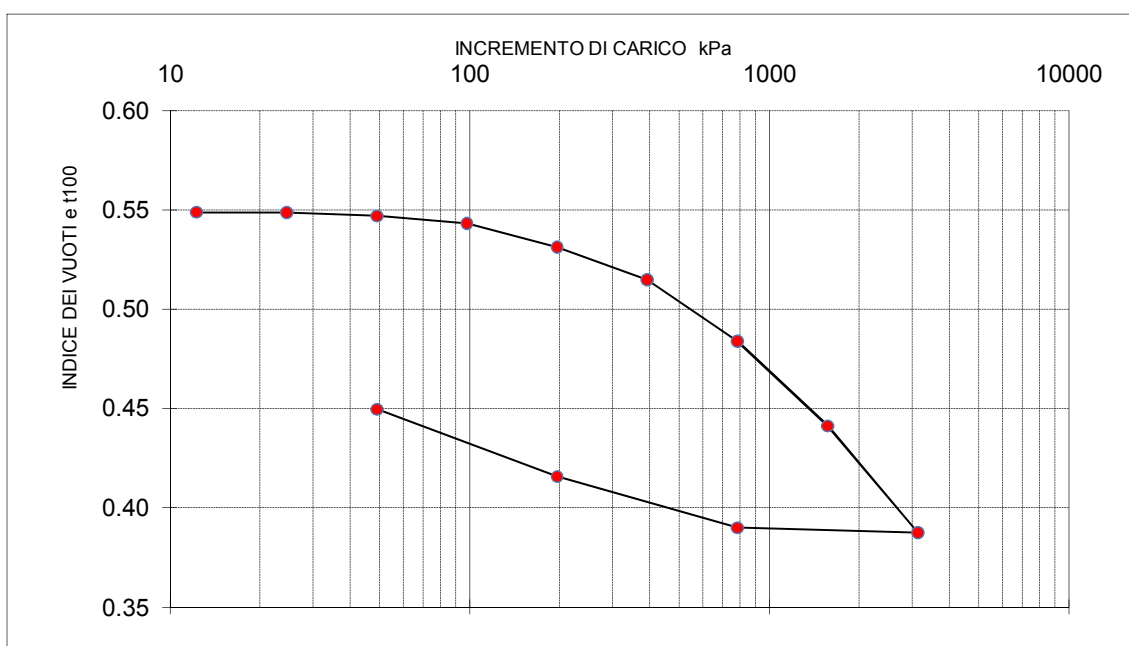
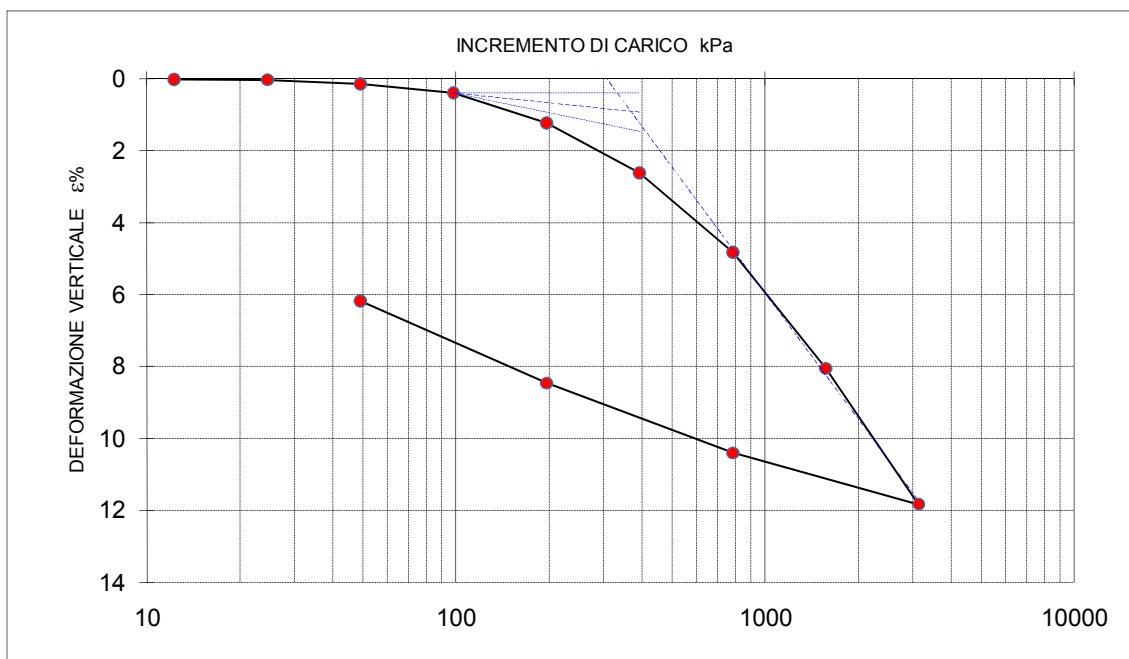


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova
CANTIERE: Nodo idraulico di Vasarone (MN)
CAMPIONE: S1 Sh1 m 1.50 - 2.00
COMMESSA: 15994/16 **DURATA PROVE:** 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 **DATA CONSEGNA:** 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708978 **rev.00 del:** 29/12/17


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vasarone (MN)		
CAMPIONE:	S1 Sh1	m 1.50 - 2.00	
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	11 - 28/12/1
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/12/18
GEO - CERT. n°:	G1708978	rev.00 del:	29/12/17

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.004	0.006	0.026	0.066	0.140	0.296
0.14	0.005	0.006	0.028	0.069	0.146	0.303
0.23	0.005	0.006	0.029	0.072	0.152	0.314
0.39	0.005	0.006	0.029	0.074	0.158	0.324
1.08	0.000	0.000	0.030	0.077	0.173	0.349
1.81	0.000	0.000	0.030	0.078	0.180	0.367
5.05	0.000	0.000	0.000	0.079	0.196	0.401
8.44	0.000	0.000	0.000	0.079	0.203	0.421
14.09	0.000	0.000	0.000	0.000	0.211	0.435
39.29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.217	0.457
65.61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.222	0.466
109.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.226	0.474
182.98	0.000	0.000	0.000	0.000	0.232	0.483
305.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.236	0.494
510.33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.241	0.505
852.27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.243	0.514
1423.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.245	0.524

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	784.8	1569.6	3139.2	784.8	196.2	49.1
0.08	0.606	1.006	1.652	2.292	2.052	1.670
0.14	0.615	1.031	1.682	2.259	2.047	1.668
0.23	0.624	1.050	1.711	2.244	2.040	1.664
0.39	0.637	1.068	1.734	2.230	2.031	1.658
1.08	0.666	1.115	1.791	2.195	2.011	1.647
1.81	0.689	1.154	1.830	2.178	1.993	1.635
5.05	0.740	1.243	1.937	2.131	1.940	1.609
8.44	0.779	1.299	1.998	2.113	1.900	1.585
14.09	0.809	1.351	2.055	2.103	1.858	1.549
39.29	0.852	1.422	2.138	2.092	1.777	1.467
65.61	0.869	1.452	2.172	2.089	1.748	1.408
109.58	0.885	1.481	2.203	2.087	1.730	1.359
182.98	0.902	1.508	2.237	2.083	1.718	1.316
305.58	0.918	1.530	2.270	2.082	1.708	1.283
510.33	0.934	1.558	2.299	2.081	1.703	1.263
852.27	0.951	1.588	2.336	2.081	1.697	1.247
1423.30	0.965	1.611	2.365	2.080	1.692	1.236

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

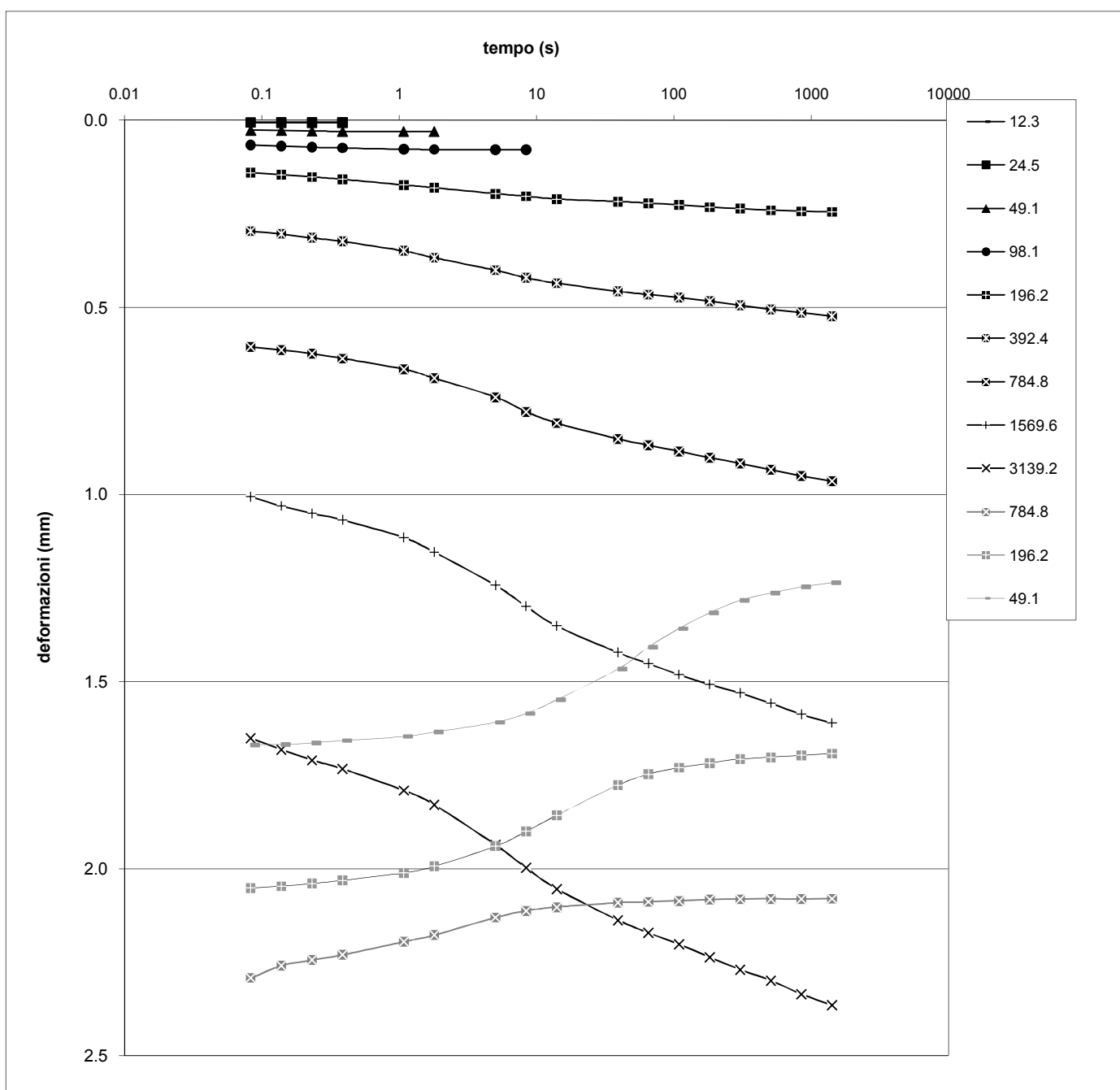
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA
norma ASTM D 2435 - method A
COMMITTENTE: A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova

CANTIERE: Nodo idraulico di Vasarone (MN)

CAMPIONE: S1 Sh1 m 1.50 - 2.00

COMMESSA: 15994/16 **DURATA PROVE:** 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 **DATA CONSEGNA:** 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708978 **rev.00 del:** 29/12/17

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Il Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

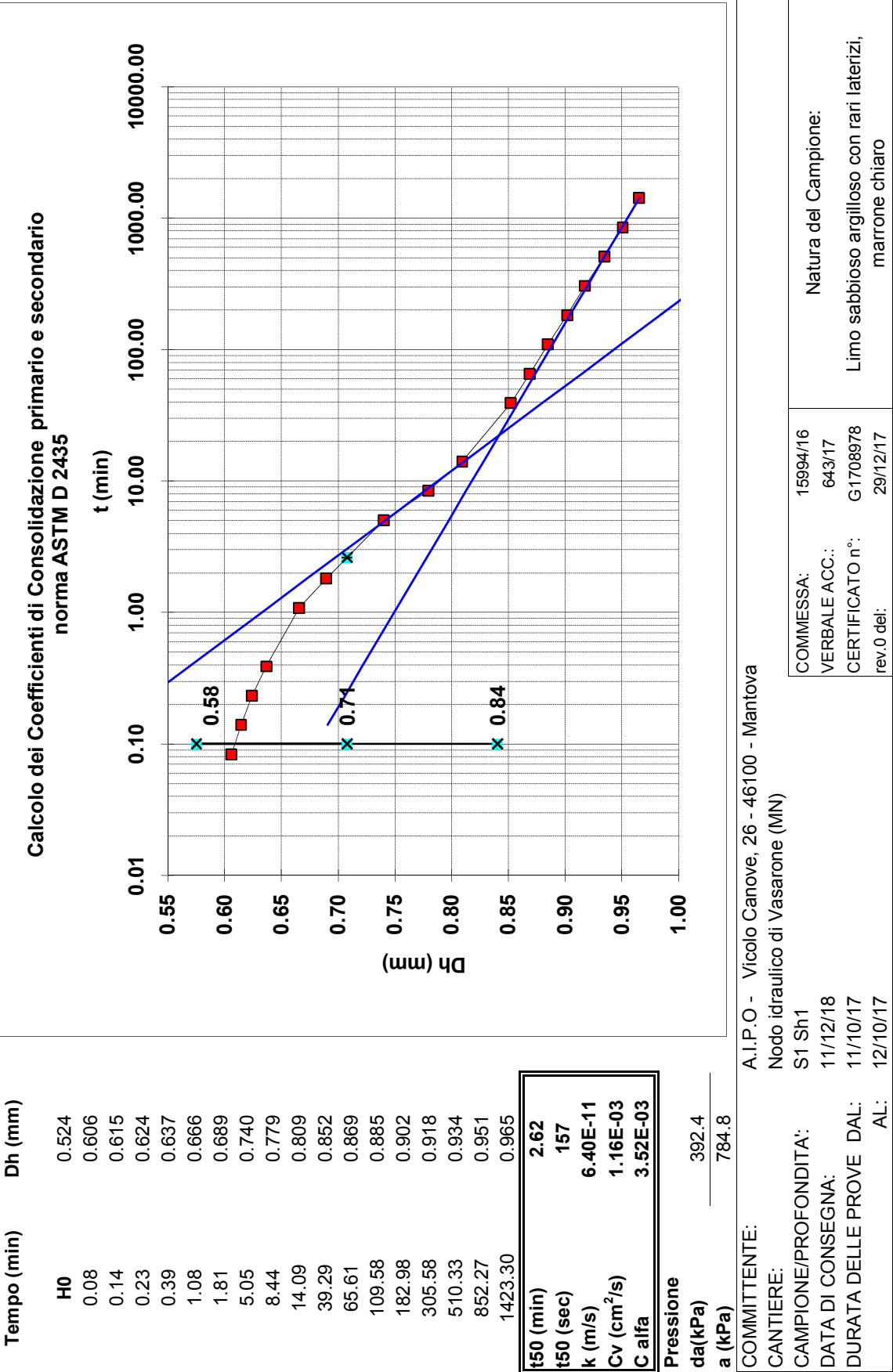


elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

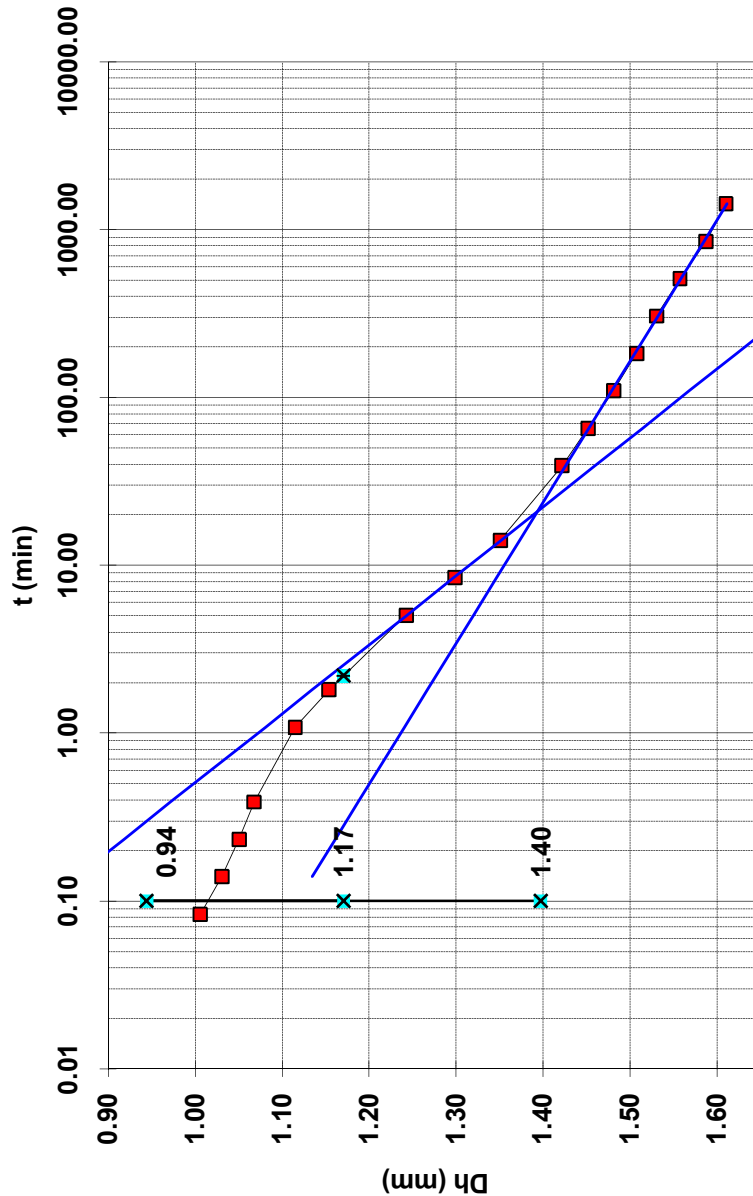
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Calcolo dei Coefficienti di Consolidazione primario e secondario norma ASTM D 2435



Tempo (min) Dh (mm)

H0	
0.08	0.965
0.14	1.006
0.23	1.031
0.39	1.050
1.08	1.068
1.81	1.115
5.05	1.154
8.44	1.243
14.09	1.299
39.29	1.351
65.61	1.422
109.58	1.452
182.98	1.481
305.58	1.508
510.33	1.530
852.27	1.558
1423.30	1.588
	1.611

t50 (min)	2.20
t50 (sec)	132
k (m/s)	5.29E-11
Cv (cm ² /s)	1.31E-03
C alpha	6.25E-03

Pressione

da(kPa)	784.8
a (kPa)	1569.6

COMMITTENTE:	A.I.P.O. - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vasarone (MN)		
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1 Sh1	15994/16	Natura del Campione: Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro
DATA DI CONSEGNA:	11/12/18	VERBALE ACC.: 643/17	
DURATA DELLE PROVE	12/10/17	CERTIFICATO n°: G1708978	
AL:	13/10/17	rev.0 del: 29/12/17	

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

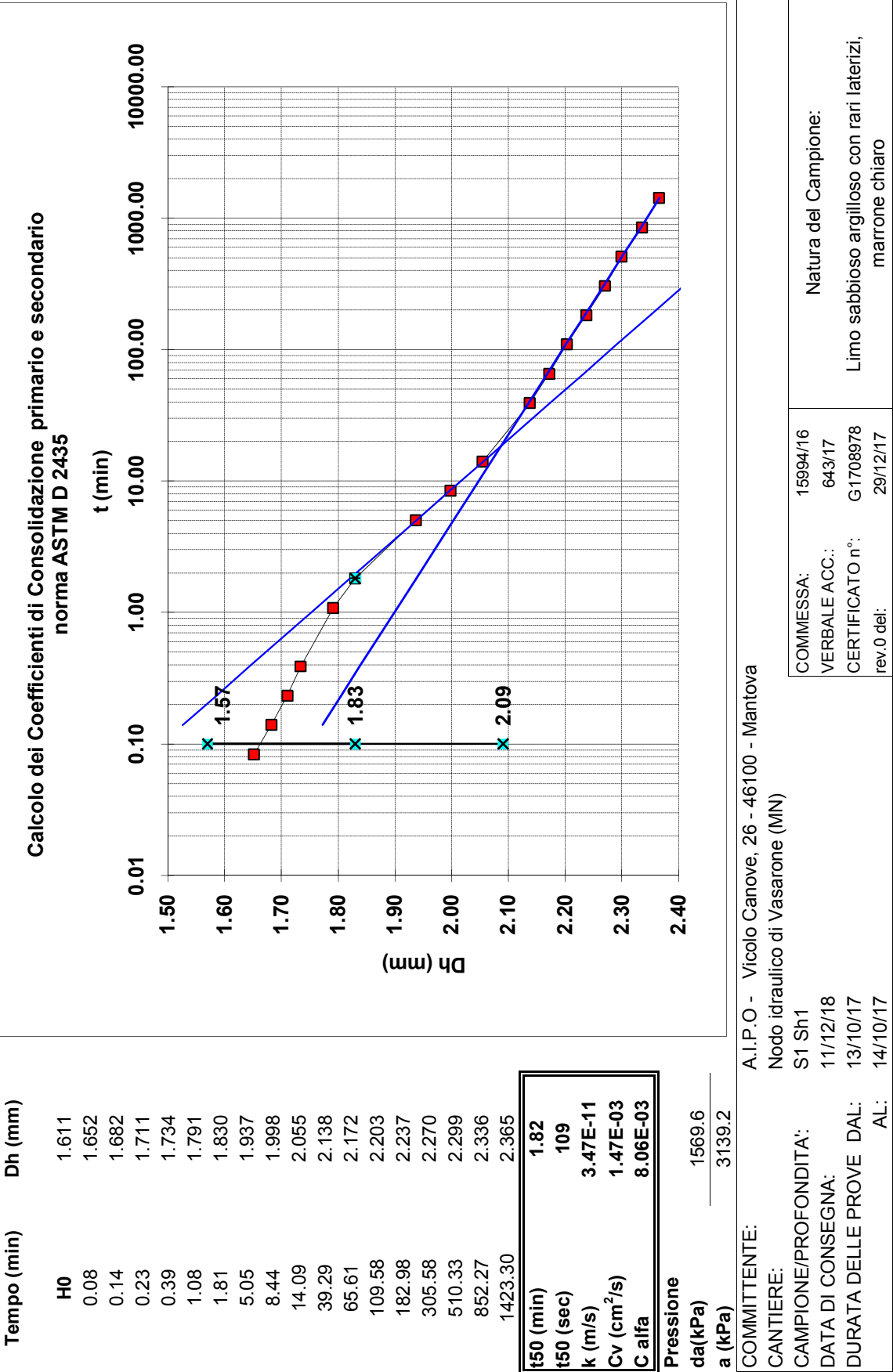
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA: 11/12/18

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 22.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 60 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1
	90	40	DESCRIZIONE: Limo con argilla debolmente sabbioso, da nerastro a grigio chiaro
			W naturale (%) 24.9
			γ naturale (Mg/m ³) 1.86
			γ secco (Mg/m ³) 1.49
			γ immerso (Mg/m ³) 0.94
	100	50	porosità (%) 45
			indice dei vuoti 0.81
			grado di saturazione (%) 83
			massa specifica (Mg/m ³) (stimato) 2.700
			PROVE ESEGUITE
basso 22.60			Umidità Naturale SI Trassiale UU SI Limiti Atterberg SI Trassiale CIU - Gran. Setacciatura SI Edometria SI Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto - Peso di Volume SI Espansione L.L. - Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. - Analisi Chimica - Colonna Risonante - Taglio Torsionale Cicl. -
			NOTE: -

Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA

UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16

DURATA PROVE:

11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA:

11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708970

rev.00 del:

29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con argilla debolmente sabbioso, da nerastro a grigio chiaro

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE

1

2

TARA (g)

31.09

2.48

TERRA UMIDA (g)

294.21

84.96

TERRA ESSICATA* (g)

241.27

68.66

UMDITA' DETERMINATA (%)

25.2

24.6

UMIDITA' CALCOLATA (%)

=

24.9

* materiale essiccato in stufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16

DURATA PROVE:

11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA:

11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708971

rev.00 del:

29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con argilla debolmente sabbioso, da nerastro a grigio chiaro

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	92.10	92.10
ALTEZZA (cm)	2.00	2.00
LATO (cm)	6.06	6.06
MASSA LORDA (g)	229.54	228.41
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.87	1.86
MEDIA (Mg/m³)	=	1.86

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:

dott. geol. Massimo Romagnoli

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova				
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vassarone (MN)				
CAMPIONE:	S1 Sh2	m 22.00 - 22.60			
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	11 - 28/12/1		
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/12/18		
GEO - CERT. n°:	G1708972	rev.00 del:	29/12/17		

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

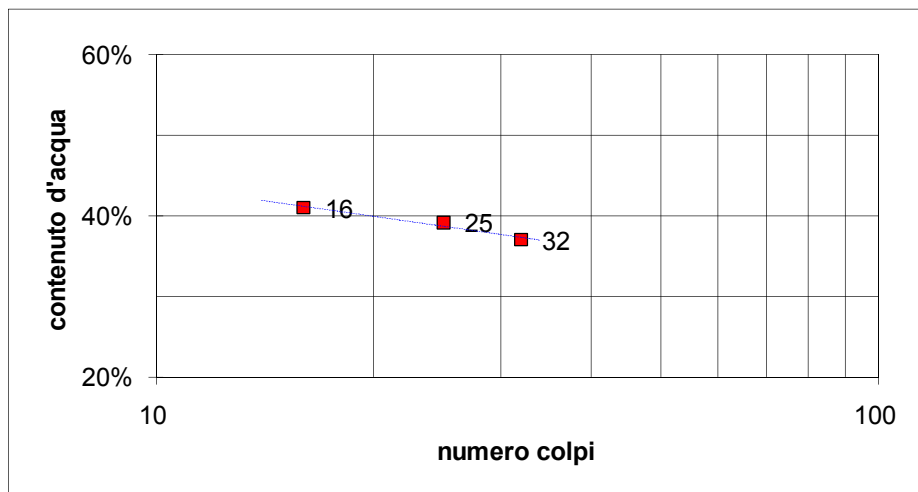
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con argilla debolmente sabbioso, da nerastro a grigio chiaro

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	25	16	32			
massa umida+ tara (g)	22.46	22.58	23.08	13.13	12.07	294.21
massa secca+ tara (g)	16.85	16.65	17.48	10.90	10.11	241.27
acqua contenuta (g)	5.61	5.93	5.60	2.23	1.96	52.94
tara (g)	2.52	2.20	2.37	2.26	2.36	31.09
peso secco (g)	14.33	14.45	15.11	8.64	7.75	210.18
contenuto d'acqua	39.1%	41.0%	37.1%	25.8%	25.3%	25.2%

Umidità Naturale	Wn =	25%
Limite Liquido	LL =	39%
Limite Plastico	LP =	26%
Indice Plastico	IP =	13%


Io Sperimentatore:
dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality

Qualità Ambiente Sicurezza

UNI EN ISO 9001:2008

UNI EN ISO 14001:2004

BS OHSAS 18001:2007

® Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708973 rev.00 del: 29/12/17

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con argilla debolmente sabbioso, da nerastro a grigio chiaro

codici		vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio	63	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	20	0.00	0.00	0.00	100.00
573	setaccio	6.3	0.00	0.00	0.00	100.00
290	setaccio	4.75	3.57	1.70	1.70	98.30
291	setaccio	2.0	4.46	2.12	3.82	96.18
292	setaccio	0.850	2.60	1.24	5.06	94.94
293	setaccio	0.425	1.10	0.52	5.58	94.42
282	setaccio	0.250	0.69	0.33	5.91	94.09
283	setaccio	0.125	0.57	0.27	6.18	93.82
286	setaccio	0.075	1.37	0.65	6.83	93.17
-	calcolato	0.0529	11.68	5.56	12.39	87.61
-	calcolato	0.0379	6.20	2.95	15.34	84.66
-	calcolato	0.0272	6.20	2.95	18.29	81.71
-	calcolato	0.0178	15.51	7.38	25.67	74.33
-	calcolato	0.0128	9.31	4.43	30.10	69.90
-	calcolato	0.0093	12.41	5.90	36.01	63.99
-	calcolato	0.0067	12.41	5.90	41.91	58.09
-	calcolato	0.0048	12.41	5.90	47.81	52.19
-	calcolato	0.0029	12.41	5.90	53.72	46.28
-	calcolato	0.0012	12.41	5.90	59.62	40.38
-	calcolato	0.0009	12.41	5.90	65.52	34.48
-	calcolato	fondo	72.46	34.48	100.00	0.00
TOTALE			210.18		ϕ max (mm) = 6.0	

Passante effettivo setaccio 0.075 (g) in areometro		50.03
t° C	Tempo (s)	Lettura
21	30	33.0
21	60	32.0
21	120	31.0
21	300	28.5
21	600	27.0
21	1200	25.0
21	2400	23.0
21	4800	21.0
21	14400	19.0
21	86400	17.0
21	172800	15.0
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	1.7%	3.8%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	5.1%	5.8%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	49.3%	46.5%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	43.9%	43.9%

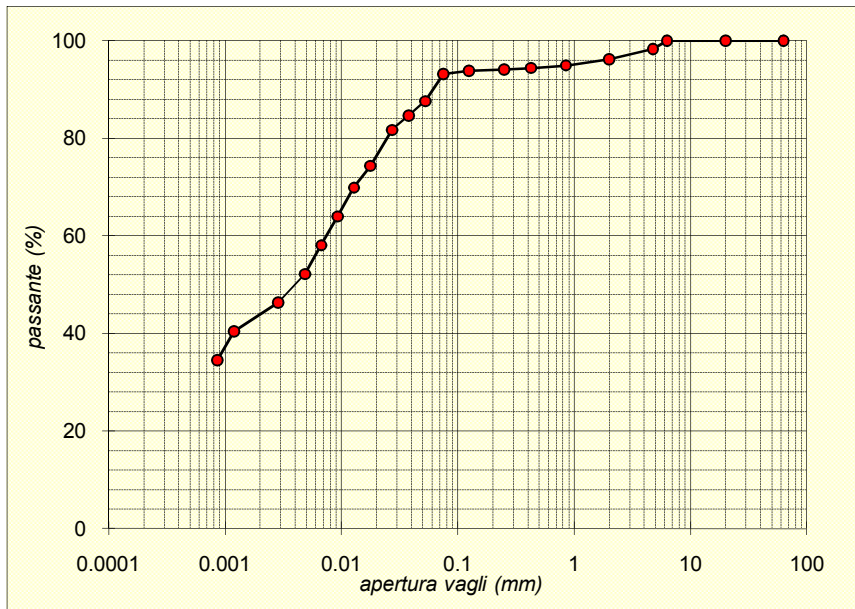
Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:

dott.geol. Luciano Rossi

Il Direttore del Laboratorio:

dott. geol. Massimo Romagnoli



PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vasarone (MN)		
CAMPIONE:	S1 Sh2 m 22.00 - 22.60		
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	11 - 28/12/1
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/12/18
GEO - CERT. n°:	G1708975	rev.0 del:	29/12/17

cod. int. Strumentazione: 480 -537-469-708-476

Modello pressa: **TECNOTEST TR 115/300**

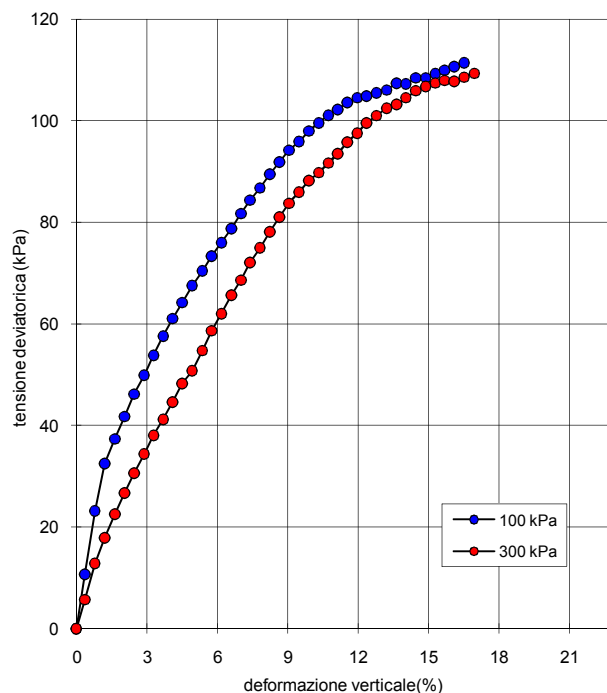
Velocità della pressa: **0,75 mm/min**

NATURA DEL CAMPIONE: **Argilla limosa debolmente sabbiosa, da nerastra a grigio chiaro**

PROVINO 1		PROVINO 2	
DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA	DEF. VERTICALE	TENSIONE A ROTTURA
(ϵ)	($\sigma_1 - \sigma_3$)	(ϵ)	($\sigma_1 - \sigma_3$)
%	kPa	%	kPa
0.00	0.00	0.00	0.00
0.37	10.65	0.37	5.68
0.79	23.16	0.79	12.82
1.21	32.48	1.21	17.87
1.64	37.34	1.64	22.53
2.05	41.72	2.05	26.71
2.47	46.15	2.47	30.59
2.89	49.85	2.89	34.36
3.29	53.77	3.29	38.00
3.70	57.58	3.70	41.19
4.09	61.02	4.09	44.61
4.51	64.16	4.51	48.24
4.93	67.52	4.93	50.74
5.37	70.41	5.37	54.73
5.76	73.31	5.76	58.62
6.18	75.99	6.18	61.95
6.60	78.73	6.60	65.58
7.02	81.69	7.02	68.60
7.40	84.33	7.40	72.03
7.82	86.74	7.82	74.91
8.24	89.45	8.24	78.09
8.66	91.81	8.66	80.98
9.06	94.17	9.06	83.72
9.49	95.90	9.49	85.90
9.91	97.94	9.91	88.15
10.33	99.48	10.33	89.73
10.73	101.02	10.73	91.63
11.14	102.14	11.14	93.43
11.55	103.57	11.55	95.76
11.97	104.49	11.97	97.51
12.36	104.80	12.36	99.49
12.78	105.47	12.78	100.96
13.22	106.02	13.22	102.39
13.64	107.36	13.64	103.20
14.04	107.24	14.04	104.48
14.46	108.39	14.46	105.87
14.88	108.39	14.88	106.72
15.29	109.23	15.29	107.42
15.68	109.92	15.68	107.89
16.10	110.57	16.10	107.73
16.52	111.36	16.52	108.53
		16.96	109.30

CARATTERISTICHE DEI PROVINO

Provino numero:	1	2
Dimensioni h x ϕ (cm):	7.07 x 3.78	7.04 x 3.78
Peso (g):	149.3	148.5
Umidità naturale (%):	25.2	24.6
Massa volumica umida (Mg/m3):	1.88	1.88
Massa volumica secca (Mg/m3):	1.50	1.51
sigma 3:	100 kPa	300 kPa


Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA ASTM 2850 - 95

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2**

COMMESSA: 15994/16

DURATA PROVE:

00/01/00

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA:

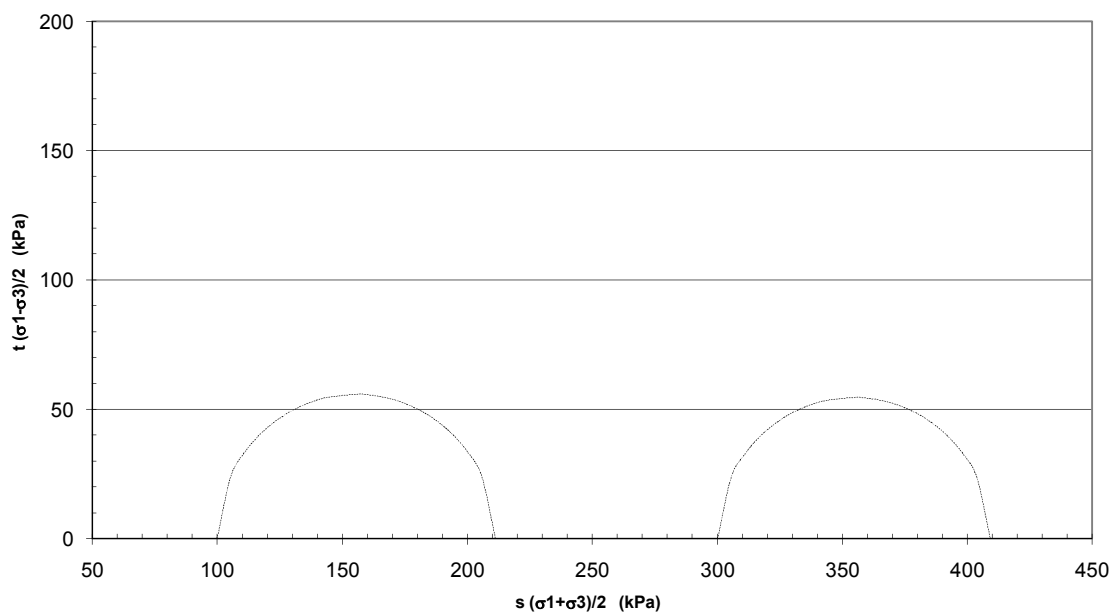
00/01/00

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

CONDIZIONI A ROTTURA

Sigma 3:	100	300	
Tensione deviatorica a rottura (kPa):	111.36	109.30	
Deformazione a rottura (%):	16.52	16.96	

Stress Path



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vassarone (MN)		
CAMPIONE:	S1 Sh1 m 1.50 - 2.00		
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	13 - 23/11/17
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/11/17
GEO - CERT. n°:	G1708976	rev.00 del:	22/12/17

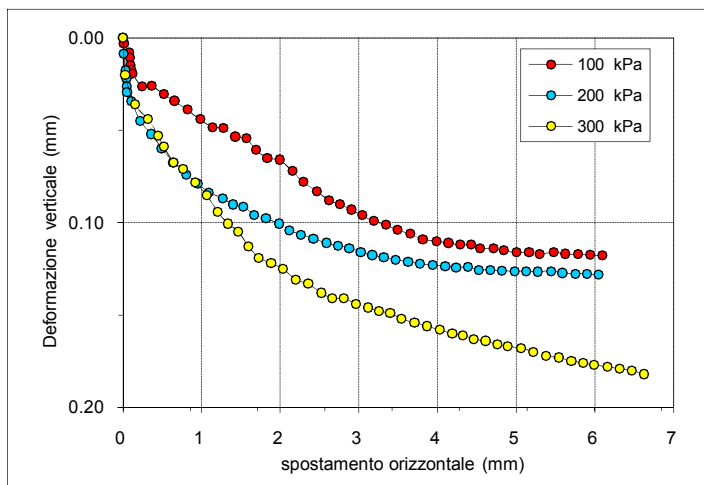
Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

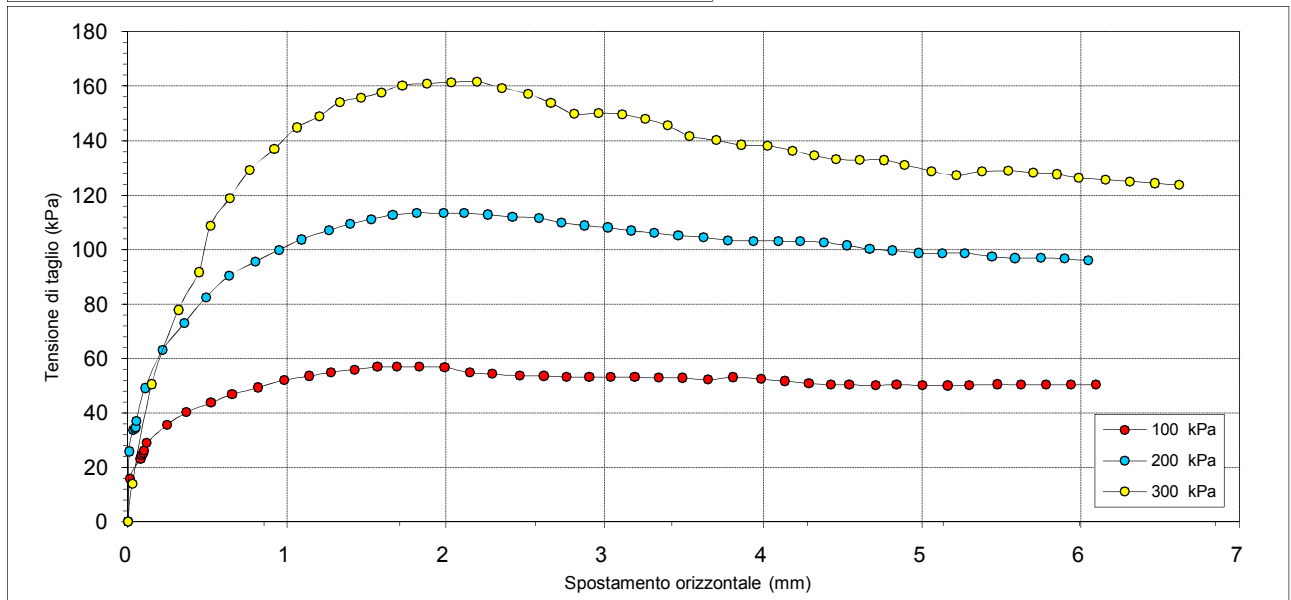
Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	$\phi \times h = 60 \times 20$ mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo sabbioso argilloso con rari laterizi, marrone chiaro



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	100	200	300
W ini (%)	15.0	15.1	15.1
γ ini (Mg/m ³)	1.98	2.00	1.99
γ_d ini (Mg/m ³)	1.72	1.74	1.73
S ini (%)	71	74	73
W fin (%)	24.6	21.3	18.0
γ fin (Mg/m ³)	2.01	2.06	2.13
γ_d fin (Mg/m ³)	1.61	1.70	1.81
S fin (%)	99	97	98
G (Mg/m ³)	2.700 (stimato)		
H fine cons (mm)	19.790	19.561	18.877



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**
 CANTIERE: **Nodo idraulico di Vassarone (MN)**
 CAMPIONE: **S1 Sh1 m 1.50 - 2.00**
 COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 13 - 23/11/17
 VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/11/17
 GEO - CERT. n°: G1708976 rev.00 del: 22/12/17

PROVINO 1 100 kPa			PROVINO 2 200 kPa			PROVINO 3 300 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.012	15.833	0.003	0.008	25.750	0.009	0.028	13.889	0.020
0.079	23.083	0.008	0.033	33.694	0.018	0.151	50.472	0.036
0.087	24.500	0.011	0.044	34.167	0.022	0.318	77.778	0.044
0.096	25.306	0.015	0.050	34.722	0.026	0.446	91.667	0.053
0.102	26.111	0.018	0.053	36.889	0.030	0.520	108.667	0.059
0.118	28.944	0.019	0.108	49.056	0.034	0.640	118.806	0.067
0.247	35.583	0.026	0.218	62.972	0.045	0.767	129.167	0.071
0.367	40.139	0.026	0.356	72.889	0.052	0.921	136.944	0.078
0.522	43.750	0.031	0.492	82.417	0.060	1.064	144.833	0.085
0.655	46.750	0.034	0.638	90.333	0.067	1.206	148.889	0.094
0.820	49.278	0.039	0.802	95.500	0.074	1.333	154.167	0.101
0.983	52.056	0.044	0.952	99.861	0.079	1.466	155.778	0.105
1.141	53.528	0.048	1.091	103.639	0.084	1.595	157.722	0.113
1.279	54.889	0.049	1.266	107.139	0.087	1.727	160.306	0.119
1.427	55.861	0.054	1.400	109.389	0.090	1.883	160.944	0.122
1.570	56.944	0.054	1.532	111.139	0.091	2.035	161.417	0.125
1.693	56.861	0.061	1.667	112.722	0.096	2.197	161.667	0.131
1.834	57.000	0.065	1.817	113.472	0.098	2.355	159.389	0.133
1.993	56.778	0.066	1.986	113.333	0.101	2.518	157.222	0.138
2.152	54.806	0.072	2.116	113.361	0.104	2.662	153.889	0.141
2.294	54.278	0.078	2.264	112.806	0.107	2.809	149.833	0.141
2.467	53.694	0.083	2.420	111.972	0.109	2.963	150.139	0.144
2.618	53.528	0.088	2.586	111.583	0.111	3.113	149.722	0.146
2.760	53.111	0.090	2.730	109.917	0.113	3.256	147.917	0.148
2.904	53.194	0.093	2.875	108.806	0.114	3.396	145.583	0.149
3.039	53.222	0.096	3.021	108.111	0.116	3.536	141.722	0.152
3.190	53.083	0.099	3.168	106.944	0.118	3.704	140.139	0.154
3.342	52.917	0.101	3.314	106.028	0.119	3.860	138.472	0.156
3.489	52.806	0.104	3.464	105.167	0.120	4.026	138.194	0.158
3.650	52.139	0.106	3.623	104.556	0.121	4.184	136.250	0.160
3.810	53.056	0.109	3.776	103.389	0.122	4.319	134.500	0.161
3.987	52.389	0.110	3.938	103.139	0.123	4.456	133.111	0.163
4.135	51.667	0.111	4.095	103.111	0.124	4.607	132.917	0.164
4.286	50.750	0.112	4.233	102.972	0.124	4.759	132.833	0.166
4.424	50.306	0.112	4.381	102.667	0.124	4.889	131.139	0.167
4.540	50.278	0.114	4.525	101.528	0.126	5.059	128.750	0.168
4.706	50.111	0.114	4.669	100.194	0.126	5.214	127.333	0.170
4.838	50.333	0.115	4.812	99.667	0.126	5.377	128.722	0.172
5.000	50.139	0.116	4.976	98.694	0.126	5.540	128.944	0.173
5.161	50.000	0.116	5.125	98.639	0.126	5.698	128.250	0.175
5.296	50.139	0.117	5.267	98.667	0.127	5.848	127.639	0.176
5.473	50.472	0.116	5.439	97.417	0.126	5.986	126.333	0.177
5.623	50.333	0.117	5.584	96.833	0.127	6.154	125.694	0.178
5.780	50.361	0.117	5.747	97.000	0.128	6.309	125.028	0.179
5.937	50.389	0.118	5.895	96.694	0.128	6.464	124.361	0.180
6.093	50.417	0.118	6.044	95.917	0.128	6.619	123.722	0.182

Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

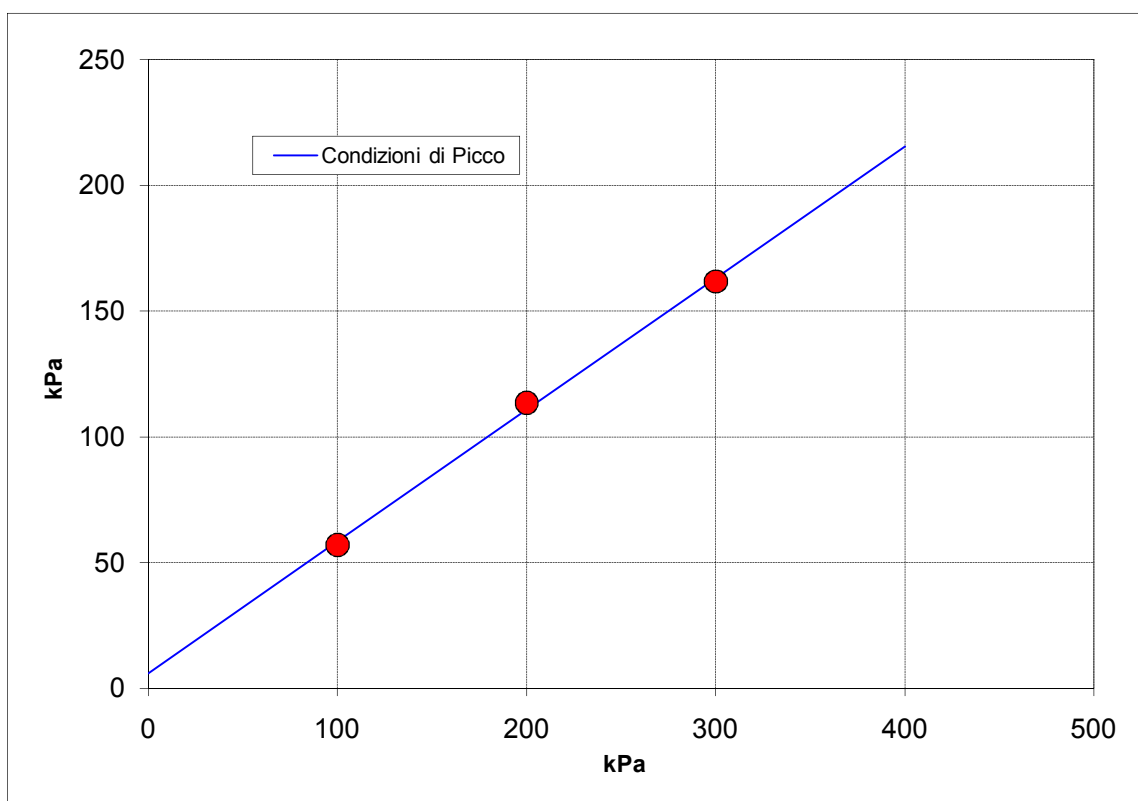
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vasarone (MN)		
CAMPIONE:	S1 Sh1		
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	13 - 23/11/17
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/11/17

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	100	200	300
Tensione di taglio (kPa)	57.00	113.47	161.67
Condizioni di Picco	Coesione: 6.05 kPa		Angolo di attrito: 28°





elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU) A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708977 rev.00 del: 29/12/17

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttore LVDT 566; SG 537, manometri 531, 691; celle 1, 2 e 3; pressa 536.

Macchina: CONTROLS Triax 50 Digital
Prova: CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
Dimensioni provini: $\phi \times h = 36,80 \times 76,20$ mm
Velocità prova: 0.01 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: **Argilla limosa debolmente sabbiosa, da nerastra a grigio chiaro**

Peso specifico (Mg/m^3): 2.700 (stimato)

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
umidità iniziale (%)	25.2	24.6	25.6
massa volumica umida iniziale (Mg/m^3)	1.87	1.87	1.89
massa volumica secca iniziale (Mg/m^3)	1.49	1.50	1.50
indice dei vuoti iniziale	0.81	0.80	0.80
grado di saturazione iniziale (%)	84	83	87
umidità finale (%)	24.7	23.3	22.5
massa volumica umida fine cons. (Mg/m^3)	1.99	2.00	2.02
massa volumica secca fine cons. (Mg/m^3)	1.59	1.62	1.65
indice dei vuoti fine cons.	0.69	0.66	0.63
grado di saturazione fine cons. (%)	96	95	96
pressione in cella (kPa)	501	601	702
contropressione (kPa)	401	401	402
Dimensioni fine consolidazione			
Hc (cm)	7.005	6.950	6.898
Ac (cm^2)	11.012	10.931	10.761
Skempton B	0.96	0.98	0.96

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16

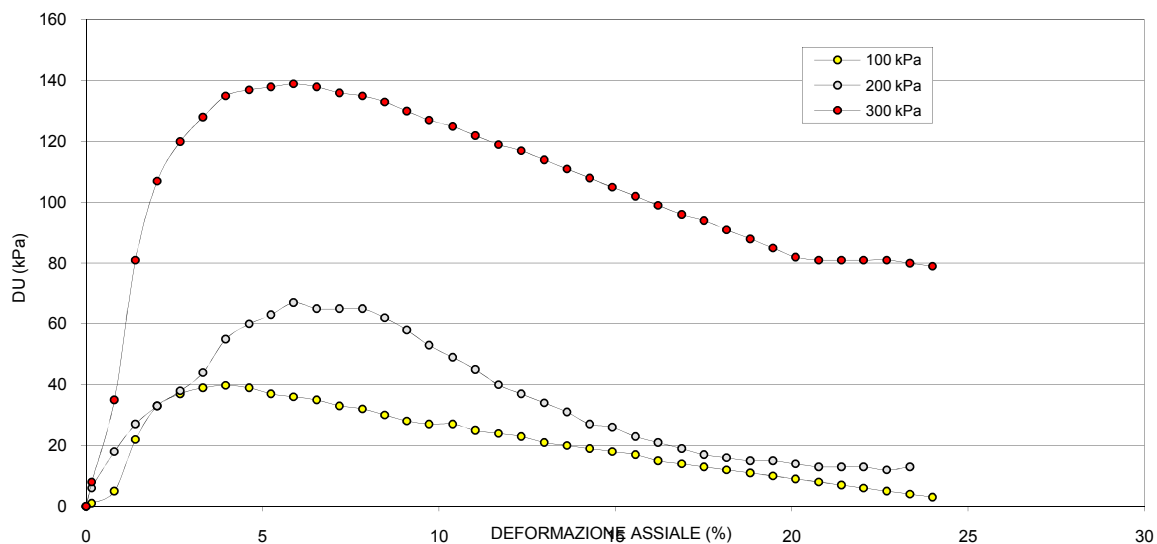
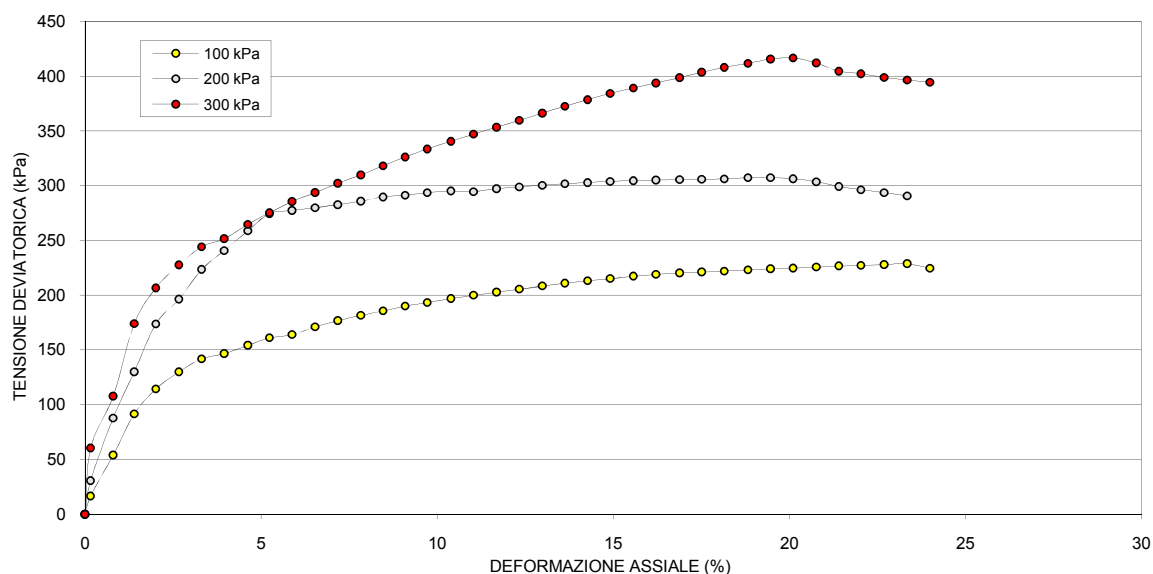
DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708977

rev.00 del: 29/12/17



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vassarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16

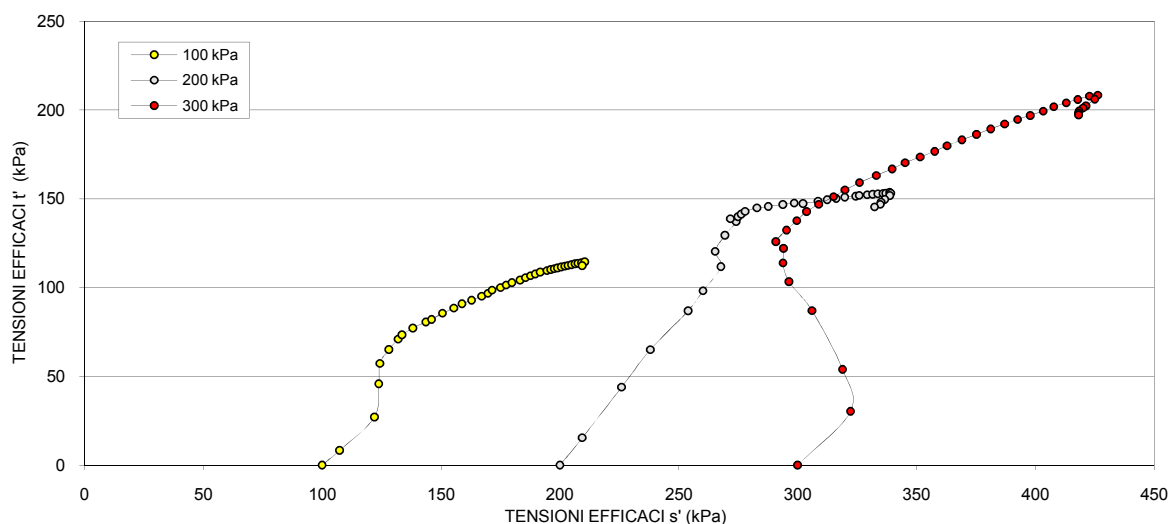
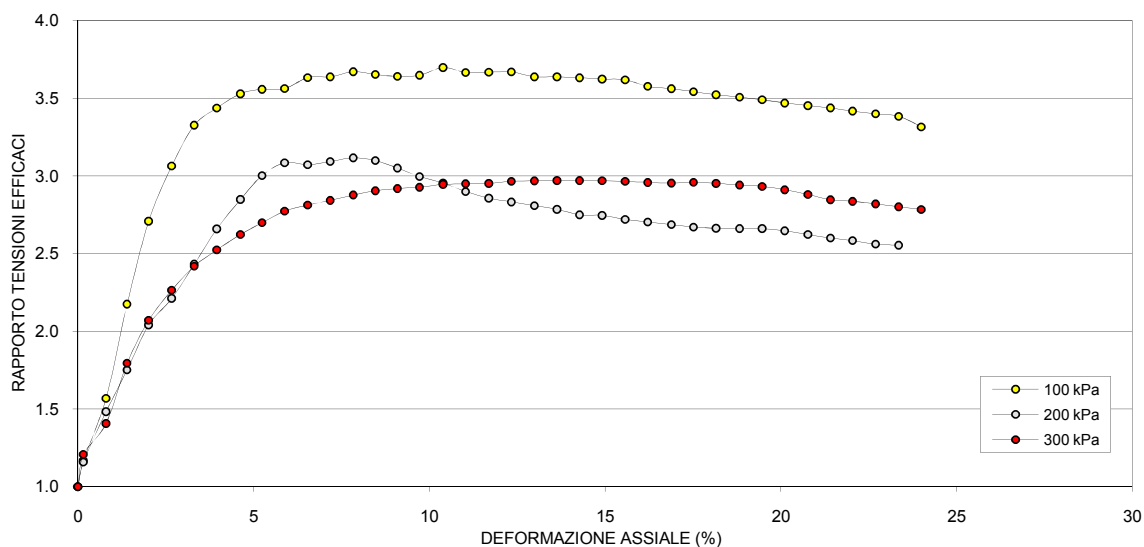
DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708977

rev.00 del: 29/12/17



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vassarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708977 rev.00 del: 29/12/17

TENSIONE DEVIATORICA ($\sigma_1 - \sigma_3$)

PROVINO 1 100 kPa		PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.157	16.682	0.157	30.786	0.157	60.540
0.799	54.048	0.799	87.889	0.799	107.855
1.399	91.685	1.399	130.074	1.399	174.082
2.013	114.516	2.013	173.848	2.013	206.680
2.670	130.099	2.670	196.431	2.670	227.762
3.312	141.971	3.312	223.554	3.312	244.210
3.955	146.784	3.955	240.705	3.955	251.664
4.626	154.333	4.626	258.904	4.626	264.743
5.239	161.170	5.239	274.351	5.239	275.323
5.882	164.094	5.882	277.433	5.882	285.578
6.539	171.181	6.539	279.866	6.539	293.747
7.181	176.832	7.181	282.668	7.181	302.286
7.838	181.690	7.838	285.832	7.838	309.859
8.466	185.771	8.466	289.746	8.466	318.158
9.094	190.192	9.094	291.309	9.094	326.239
9.722	193.387	9.722	293.603	9.722	333.573
10.393	196.994	10.393	295.179	10.393	340.537
11.036	200.025	11.036	294.572	11.036	347.098
11.692	202.799	11.692	297.290	11.692	353.399
12.335	205.622	12.335	298.860	12.335	359.699
12.992	208.506	12.992	300.382	12.992	366.319
13.634	211.123	13.634	301.787	13.634	372.571
14.276	213.289	14.276	302.891	14.276	378.546
14.919	215.245	14.919	303.890	14.919	384.248
15.576	217.416	15.576	304.599	15.576	389.190
16.218	219.109	16.218	305.098	16.218	393.796
16.889	220.373	16.889	305.555	16.889	398.706
17.517	221.254	17.517	305.913	17.517	403.625
18.160	222.058	18.160	306.125	18.160	408.079
18.831	223.186	18.831	307.384	18.831	411.726
19.473	224.198	19.473	307.400	19.473	415.606
20.115	224.803	20.115	306.380	20.115	416.633
20.772	225.761	20.772	303.608	20.772	412.081
21.415	226.785	21.415	299.334	21.415	404.599
22.043	227.308	22.043	296.292	22.043	402.278
22.700	228.060	22.700	293.673	22.700	398.824
23.356	228.907	23.356	290.736	23.356	396.462
23.999	224.711			23.999	394.410

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708977 rev.00 del: 29/12/17

PRESSIONE INTERSTIZIALE

PROVINO 1 100 kPa		PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
0.000	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
0.157	1.000	0.157	6.000	0.157	8.000
0.799	5.000	0.799	18.000	0.799	35.000
1.399	22.000	1.399	27.000	1.399	81.000
2.013	33.000	2.013	33.000	2.013	107.000
2.670	37.000	2.670	38.000	2.670	120.000
3.312	39.000	3.312	44.000	3.312	128.000
3.955	39.800	3.955	55.000	3.955	135.000
4.626	39.000	4.626	60.000	4.626	137.000
5.239	37.000	5.239	63.000	5.239	138.000
5.882	36.000	5.882	67.000	5.882	139.000
6.539	35.000	6.539	65.000	6.539	138.000
7.181	33.000	7.181	65.000	7.181	136.000
7.838	32.000	7.838	65.000	7.838	135.000
8.466	30.000	8.466	62.000	8.466	133.000
9.094	28.000	9.094	58.000	9.094	130.000
9.722	27.000	9.722	53.000	9.722	127.000
10.393	27.000	10.393	49.000	10.393	125.000
11.036	25.000	11.036	45.000	11.036	122.000
11.692	24.000	11.692	40.000	11.692	119.000
12.335	23.000	12.335	37.000	12.335	117.000
12.992	21.000	12.992	34.000	12.992	114.000
13.634	20.000	13.634	31.000	13.634	111.000
14.276	19.000	14.276	27.000	14.276	108.000
14.919	18.000	14.919	26.000	14.919	105.000
15.576	17.000	15.576	23.000	15.576	102.000
16.218	15.000	16.218	21.000	16.218	99.000
16.889	14.000	16.889	19.000	16.889	96.000
17.517	13.000	17.517	17.000	17.517	94.000
18.160	12.000	18.160	16.000	18.160	91.000
18.831	11.000	18.831	15.000	18.831	88.000
19.473	10.000	19.473	15.000	19.473	85.000
20.115	9.000	20.115	14.000	20.115	82.000
20.772	8.000	20.772	13.000	20.772	81.000
21.415	7.000	21.415	13.000	21.415	81.000
22.043	6.000	22.043	13.000	22.043	81.000
22.700	5.000	22.700	12.000	22.700	81.000
23.356	4.000	23.356	13.000	23.356	80.000
23.999	3.000			23.999	79.000

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708977 rev.00 del: 29/12/17

RAPPORTO TENSIONI EFFICACI (σ'_1 / σ'_3)

PROVINO 1 100 kPa		PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
Def. (%)		Def. (%)		Def. (%)	
0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
0.157	1.169	0.157	1.159	0.157	1.207
0.799	1.569	0.799	1.483	0.799	1.407
1.399	2.175	1.399	1.752	1.399	1.795
2.013	2.709	2.013	2.041	2.013	2.071
2.670	3.065	2.670	2.213	2.670	2.265
3.312	3.327	3.312	2.433	3.312	2.420
3.955	3.438	3.955	2.660	3.955	2.525
4.626	3.530	4.626	2.849	4.626	2.624
5.239	3.558	5.239	3.003	5.239	2.700
5.882	3.564	5.882	3.086	5.882	2.774
6.539	3.634	6.539	3.073	6.539	2.813
7.181	3.639	7.181	3.094	7.181	2.843
7.838	3.672	7.838	3.117	7.838	2.878
8.466	3.654	8.466	3.100	8.466	2.905
9.094	3.642	9.094	3.051	9.094	2.919
9.722	3.649	9.722	2.997	9.722	2.928
10.393	3.699	10.393	2.955	10.393	2.946
11.036	3.667	11.036	2.900	11.036	2.950
11.692	3.668	11.692	2.858	11.692	2.952
12.335	3.670	12.335	2.833	12.335	2.966
12.992	3.639	12.992	2.810	12.992	2.969
13.634	3.639	13.634	2.786	13.634	2.971
14.276	3.633	14.276	2.751	14.276	2.972
14.919	3.625	14.919	2.746	14.919	2.971
15.576	3.619	15.576	2.721	15.576	2.966
16.218	3.578	16.218	2.704	16.218	2.959
16.889	3.562	16.889	2.688	16.889	2.954
17.517	3.543	17.517	2.672	17.517	2.959
18.160	3.523	18.160	2.664	18.160	2.953
18.831	3.508	18.831	2.662	18.831	2.942
19.473	3.491	19.473	2.662	19.473	2.933
20.115	3.470	20.115	2.647	20.115	2.911
20.772	3.454	20.772	2.624	20.772	2.882
21.415	3.439	21.415	2.601	21.415	2.847
22.043	3.418	22.043	2.584	22.043	2.837
22.700	3.401	22.700	2.562	22.700	2.821
23.356	3.384	23.356	2.555	23.356	2.802
23.999	3.317			23.999	2.785

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vasarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708977 rev.00 del: 29/12/17

STRESS PATH $s' = (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ $t' = (\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$

PROVINO 1 100 kPa		PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)
100.000	0.000	199.999	0.000	300.000	0.000
107.341	8.341	209.393	15.393	322.270	30.270
122.024	27.024	225.945	43.945	318.928	53.928
123.843	45.843	238.037	65.037	306.041	87.041
124.258	57.258	253.924	86.924	296.340	103.340
128.050	65.050	260.215	98.215	293.881	113.881
131.986	70.986	267.777	111.777	294.105	122.105
133.592	73.392	265.353	120.353	290.832	125.832
138.166	77.166	269.452	129.452	295.371	132.371
143.585	80.585	274.175	137.175	299.661	137.661
146.047	82.047	271.716	138.716	303.789	142.789
150.591	85.591	274.933	139.933	308.874	146.874
155.416	88.416	276.334	141.334	315.143	151.143
158.845	90.845	277.916	142.916	319.929	154.929
162.886	92.886	282.873	144.873	326.079	159.079
167.096	95.096	287.654	145.654	333.119	163.119
169.693	96.693	293.801	146.801	339.787	166.787
171.497	98.497	298.590	147.590	345.268	170.268
175.013	100.013	302.286	147.286	351.549	173.549
177.399	101.399	308.645	148.645	357.699	176.699
179.811	102.811	312.430	149.430	362.850	179.850
183.253	104.253	316.191	150.191	369.159	183.159
185.562	105.562	319.894	150.894	375.285	186.285
187.645	106.645	324.445	151.445	381.273	189.273
189.622	107.622	325.945	151.945	387.124	192.124
191.708	108.708	329.300	152.300	392.595	194.595
194.555	109.555	331.549	152.549	397.898	196.898
196.187	110.187	333.778	152.778	403.353	199.353
197.627	110.627	335.957	152.957	407.813	201.813
199.029	111.029	337.062	153.062	413.040	204.040
200.593	111.593	338.692	153.692	417.863	205.863
202.099	112.099	338.700	153.700	422.803	207.803
203.402	112.402	339.190	153.190	426.316	208.316
204.880	112.880	338.804	151.804	425.041	206.041
206.392	113.392	336.667	149.667	421.300	202.300
207.654	113.654	335.146	148.146	420.139	201.139
209.030	114.030	334.836	146.836	418.412	199.412
210.453	114.453	332.368	145.368	418.231	198.231
209.355	112.355			418.205	197.205

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

[Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC](#)

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova**

CANTIERE: **Nodo idraulico di Vassarone (MN)**

CAMPIONE: **S1 Sh2 m 22.00 - 22.60**

COMMESSA: 15994/16

DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

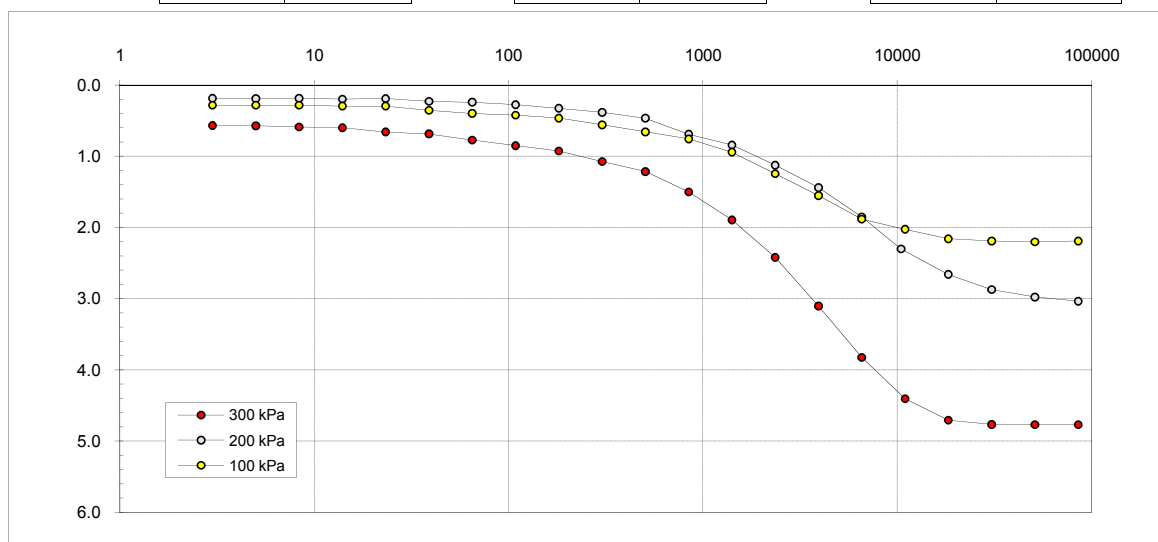
VERBALE ACC.: 643/17

DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708977

rev.00 del: 29/12/17

PROVINO 1 100 kPa		CONSOLIDAZIONE PROVINO 2 200 kPa		PROVINO 3 300 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)	Tempo (s)	Vol (cc)	Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.28	3	0.19	3	0.57
5	0.28	5	0.19	5	0.57
8	0.28	8	0.19	8	0.59
14	0.30	14	0.20	14	0.60
23	0.30	23	0.19	23	0.66
39	0.35	39	0.23	39	0.69
65	0.40	65	0.24	65	0.77
109	0.42	109	0.28	109	0.85
181	0.47	181	0.33	181	0.93
303	0.56	303	0.38	303	1.07
506	0.66	506	0.47	506	1.22
845	0.76	845	0.69	845	1.50
1412	0.94	1412	0.84	1412	1.89
2357	1.25	2357	1.13	2357	2.42
3937	1.55	3937	1.44	3937	3.10
6575	1.88	6575	1.85	6575	3.83
10979	2.03	10471	2.30	10979	4.41
18335	2.16	18335	2.66	18335	4.71
30620	2.19	30620	2.87	30620	4.77
51136	2.20	51136	2.98	51136	4.77
85398	2.19	85398	3.04	85398	4.77



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

® P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

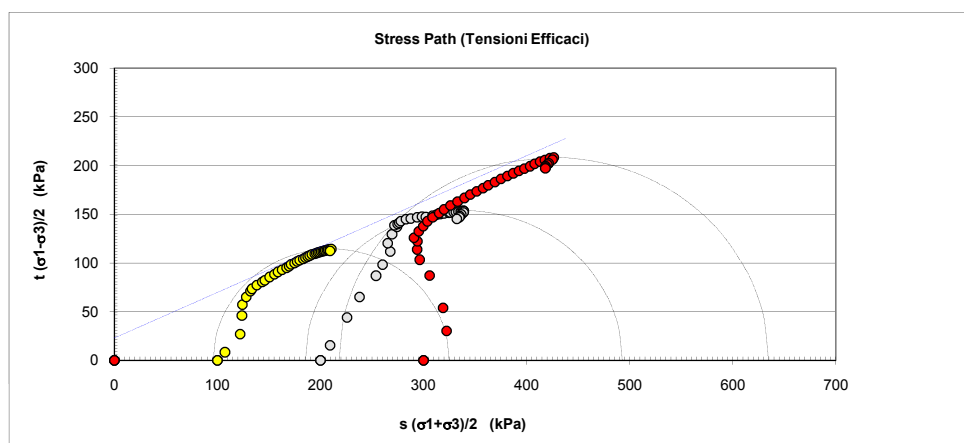
PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

raccomandazioni A.G.I. 1994

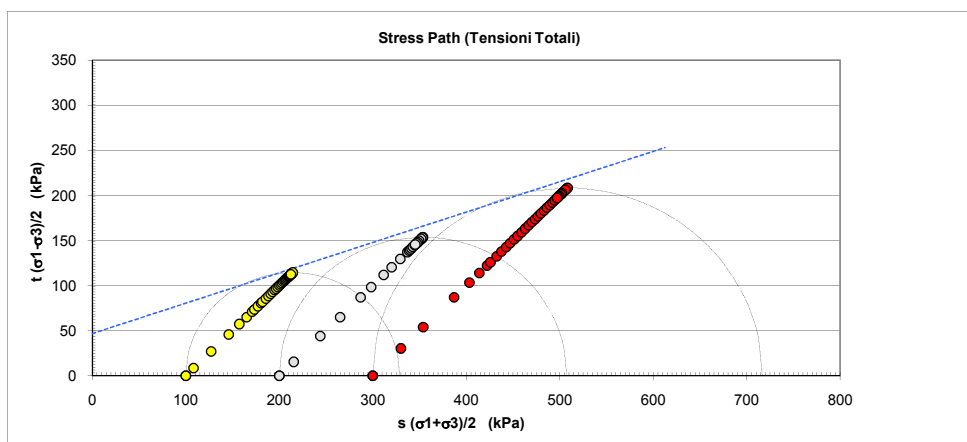
COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vasarone (MN)		
CAMPIONE:	S1 Sh2		
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	11 - 28/12/1
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/12/18

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

CONDIZIONI A ROTTURA (TENSIONI EFFICACI)			
sforzo deviatorico (kPa)	229	307	417
deformazione (%)	23.4	20.1	20.1
tensione efficace s' (kPa)	210	339	426
tensione efficace t' (kPa)	114	154	208
c' (kPa):	22.7	ϕ' (°):	25.2



CONDIZIONI A ROTTURA (TENSIONI TOTALI)			
sforzo deviatorico (kPa)	229	307	417
deformazione (%)	23.4	20.1	20.1
tensione totale s (kPa)	214.5	353.7	508.3
tensione efficace t (kPa)	114.5	153.7	208.3
c (kPa):	46.7	ϕ (°):	18.6



PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova

CANTIERE: Nodo idraulico di Vasarone (MN)

CAMPIONE: S1 Sh2 m 17.00 - 17.50

COMMESSA: 15994/16 DURATA PROVE: 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 DATA CONSEGNA: 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708979 rev.00 del: 29/12/17

edometro n: Ed 7

bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo con argilla debolmente sabbioso, da nerastro a grigio chiaro

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.039	0.19	0.804	0.801			
24.5	0.096	0.48	0.799	0.796	0.042	0.023	4.30
49.1	0.207	1.03	0.789	0.783	0.041	0.023	4.43
98.1	0.418	2.09	0.770	0.768	0.039	0.022	4.63
196.2	0.732	3.66	0.742	0.747	0.029	0.016	6.25
392.4	1.065	5.32	0.712	0.720	0.015	0.008	11.80
784.8	1.466	7.33	0.675	0.685	0.009	0.005	19.56
1569.6	1.936	9.68	0.633	0.645	0.005	0.003	33.41
3139.2	2.471	12.35	0.585	0.597	0.003	0.002	58.69
784.8	2.327	11.64	0.598	0.597			
196.2	2.092	10.46	0.619	0.617			
49.1	1.816	9.08	0.644	0.641			

Dati provino

Altezza provino (mm)

Umidità (%):

Massa volumica apparente (Mg/m³):

Massa volumica apparente secca (Mg/m³):

Indice dei vuoti:

Grado di Saturazione (%):

Massa volumica reale (Mg/m³)(stimata)

Iniziale

Finale

20.000

18.184

25.2

23.8

1.87

2.03

1.49

1.64

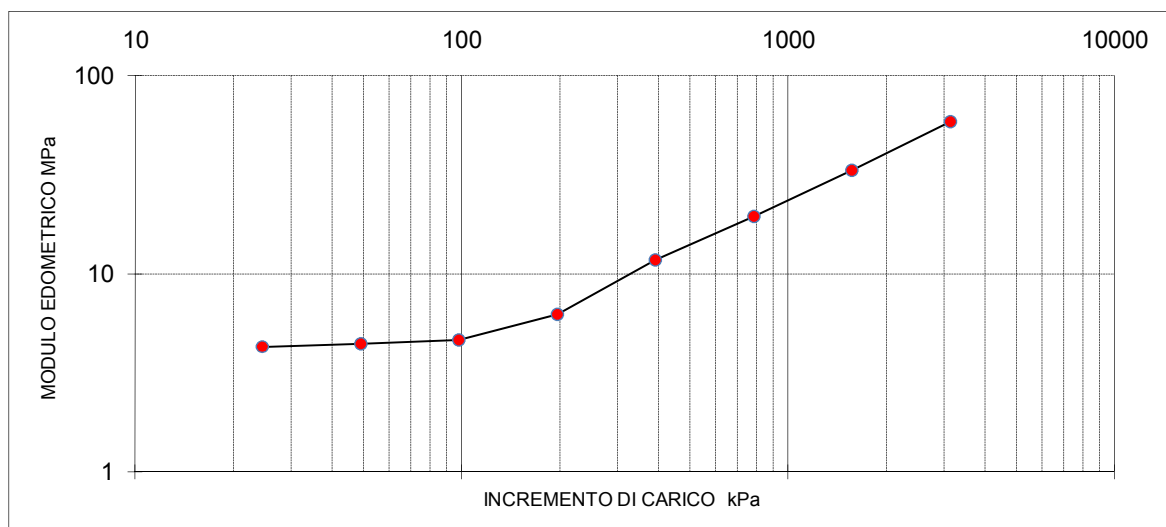
0.81

0.64

84.2

99.9

2.70



PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

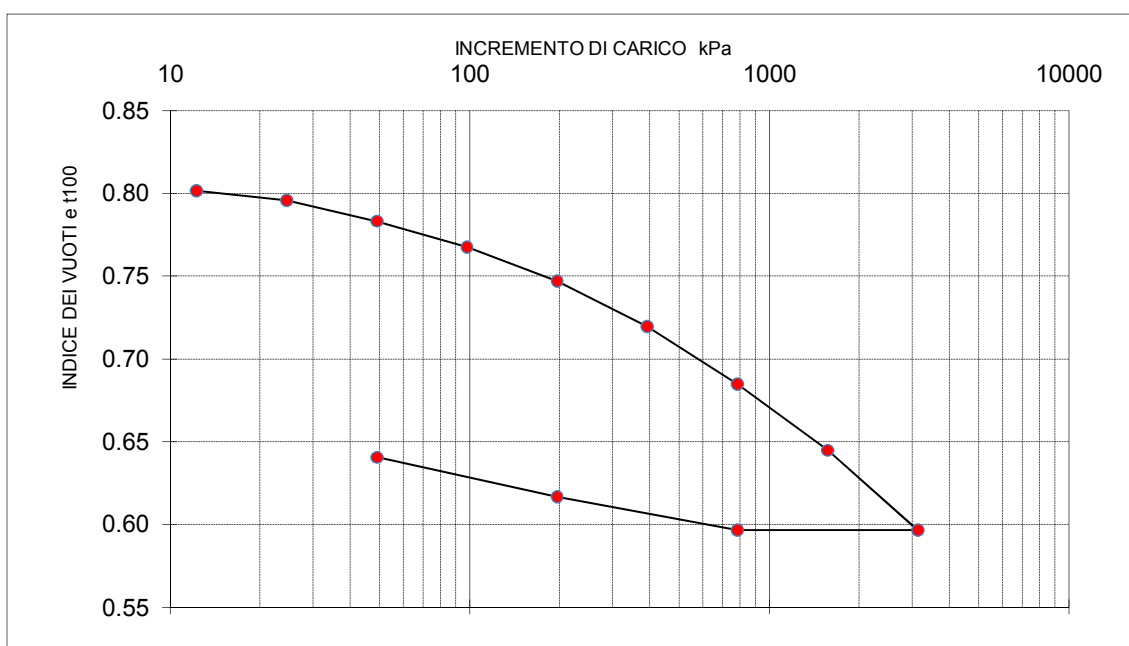
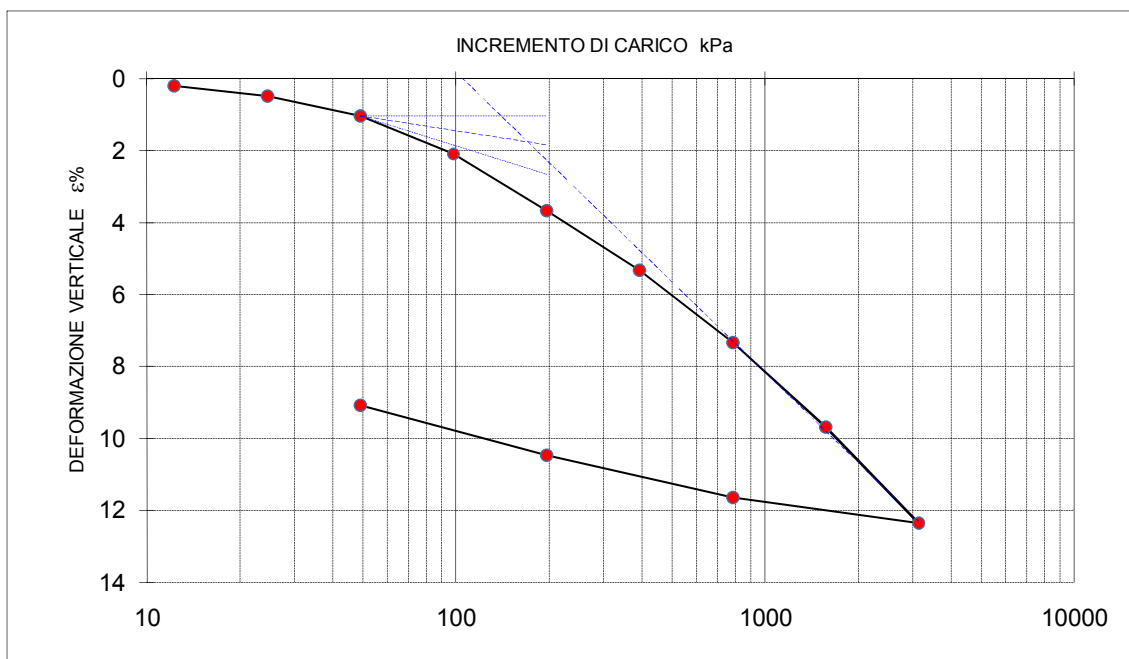
COMMITTENTE: A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova

CANTIERE: Nodo idraulico di Vasarone (MN)

CAMPIONE: S1 Sh2 m 17.00 - 17.50

COMMESSA: 15994/16 **DURATA PROVE:** 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 **DATA CONSEGNA:** 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708979 **rev.00 del:** 29/12/17


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE:	A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova		
CANTIERE:	Nodo idraulico di Vasarone (MN)		
CAMPIONE:	S1 Sh2	m 17.00 - 17.50	
COMMESSA:	15994/16	DURATA PROVE:	11 - 28/12/1
VERBALE ACC.:	643/17	DATA CONSEGNA:	11/12/18
GEO - CERT. n°:	G1708979	rev.00 del:	29/12/17

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.028	0.090	0.170	0.322	0.501	0.780
0.14	0.030	0.090	0.173	0.326	0.512	0.789
0.23	0.032	0.092	0.178	0.334	0.524	0.797
0.39	0.035	0.093	0.183	0.341	0.534	0.813
1.08	0.043	0.098	0.196	0.355	0.555	0.855
1.81	0.046	0.102	0.207	0.366	0.573	0.878
5.05	0.056	0.110	0.228	0.399	0.626	0.926
8.44	0.060	0.115	0.240	0.418	0.647	0.948
14.09	0.063	0.121	0.252	0.429	0.662	0.964
39.29	0.068	0.131	0.270	0.450	0.684	0.995
65.61	0.070	0.134	0.275	0.458	0.690	1.006
109.58	0.072	0.138	0.280	0.466	0.696	1.018
182.98	0.075	0.140	0.285	0.474	0.704	1.028
305.58	0.076	0.143	0.288	0.480	0.711	1.037
510.33	0.077	0.147	0.291	0.484	0.719	1.045
852.27	0.079	0.149	0.294	0.489	0.726	1.056
1423.30	0.079	0.152	0.297	0.495	0.732	1.065

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	784.8	1569.6	3139.2	784.8	196.2	49.1
0.08	1.105	1.496	2.006	2.414	2.286	2.077
0.14	1.115	1.510	2.020	2.396	2.275	2.075
0.23	1.126	1.528	2.039	2.376	2.264	2.066
0.39	1.142	1.549	2.069	2.363	2.254	2.060
1.08	1.184	1.608	2.140	2.346	2.228	2.042
1.81	1.214	1.655	2.190	2.341	2.205	2.034
5.05	1.280	1.732	2.272	2.336	2.162	2.002
8.44	1.308	1.771	2.303	2.334	2.147	1.979
14.09	1.335	1.792	2.328	2.333	2.133	1.960
39.29	1.375	1.828	2.368	2.332	2.118	1.905
65.61	1.391	1.848	2.384	2.331	2.112	1.887
109.58	1.403	1.863	2.397	2.331	2.107	1.872
182.98	1.414	1.876	2.412	2.331	2.102	1.857
305.58	1.428	1.890	2.430	2.329	2.100	1.839
510.33	1.440	1.907	2.444	2.329	2.097	1.830
852.27	1.452	1.921	2.457	2.328	2.095	1.824
1423.30	1.466	1.936	2.471	2.327	2.092	1.816

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

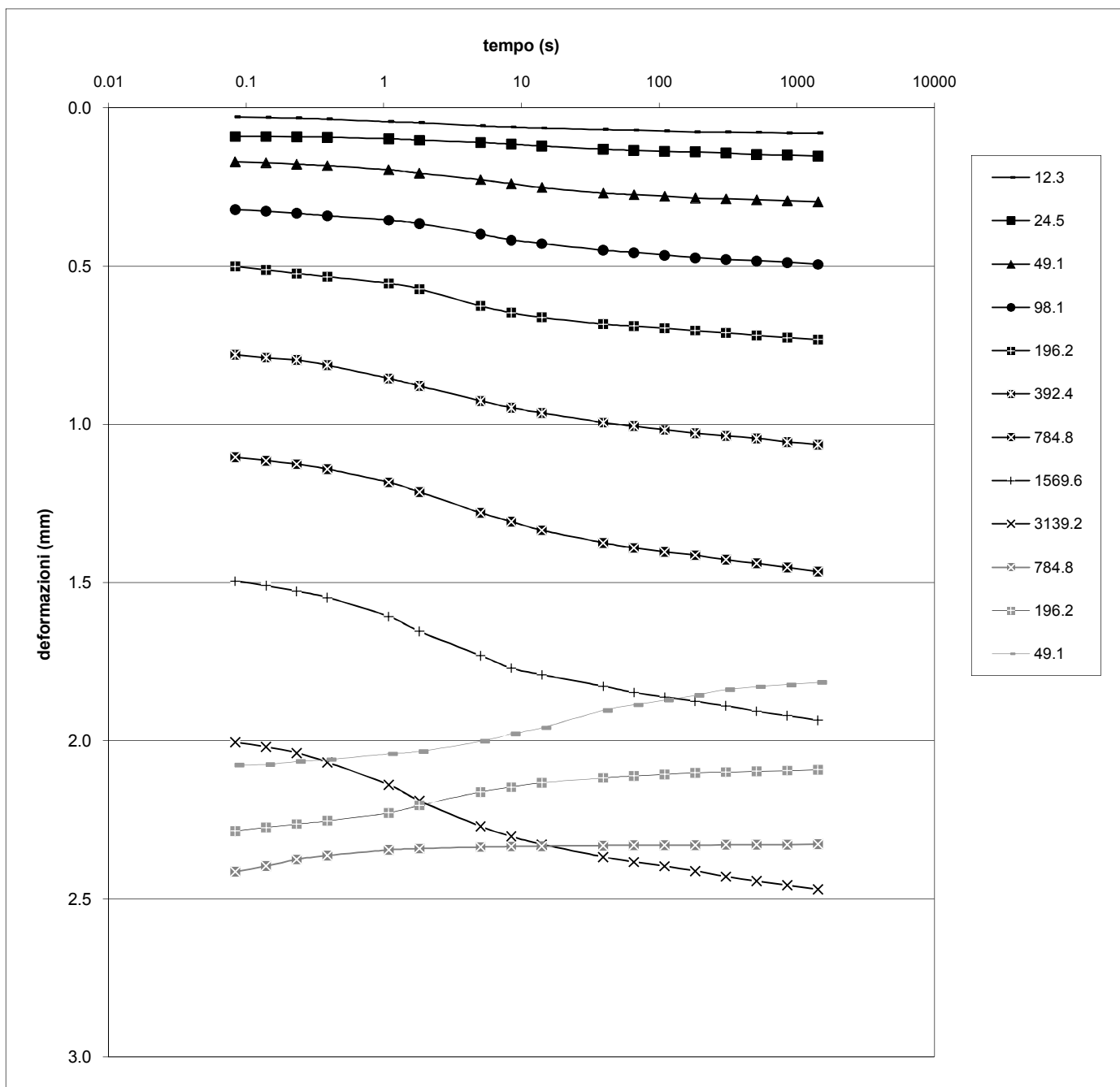
COMMITTENTE: A.I.P.O - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova

CANTIERE: Nodo idraulico di Vasarone (MN)

CAMPIONE: S1 Sh2 m 17.00 - 17.50

COMMESSA: 15994/16 **DURATA PROVE:** 11 - 28/12/1

VERBALE ACC.: 643/17 **DATA CONSEGNA:** 11/12/18

GEO - CERT. n°: G1708979 **rev.00 del:** 29/12/17




elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

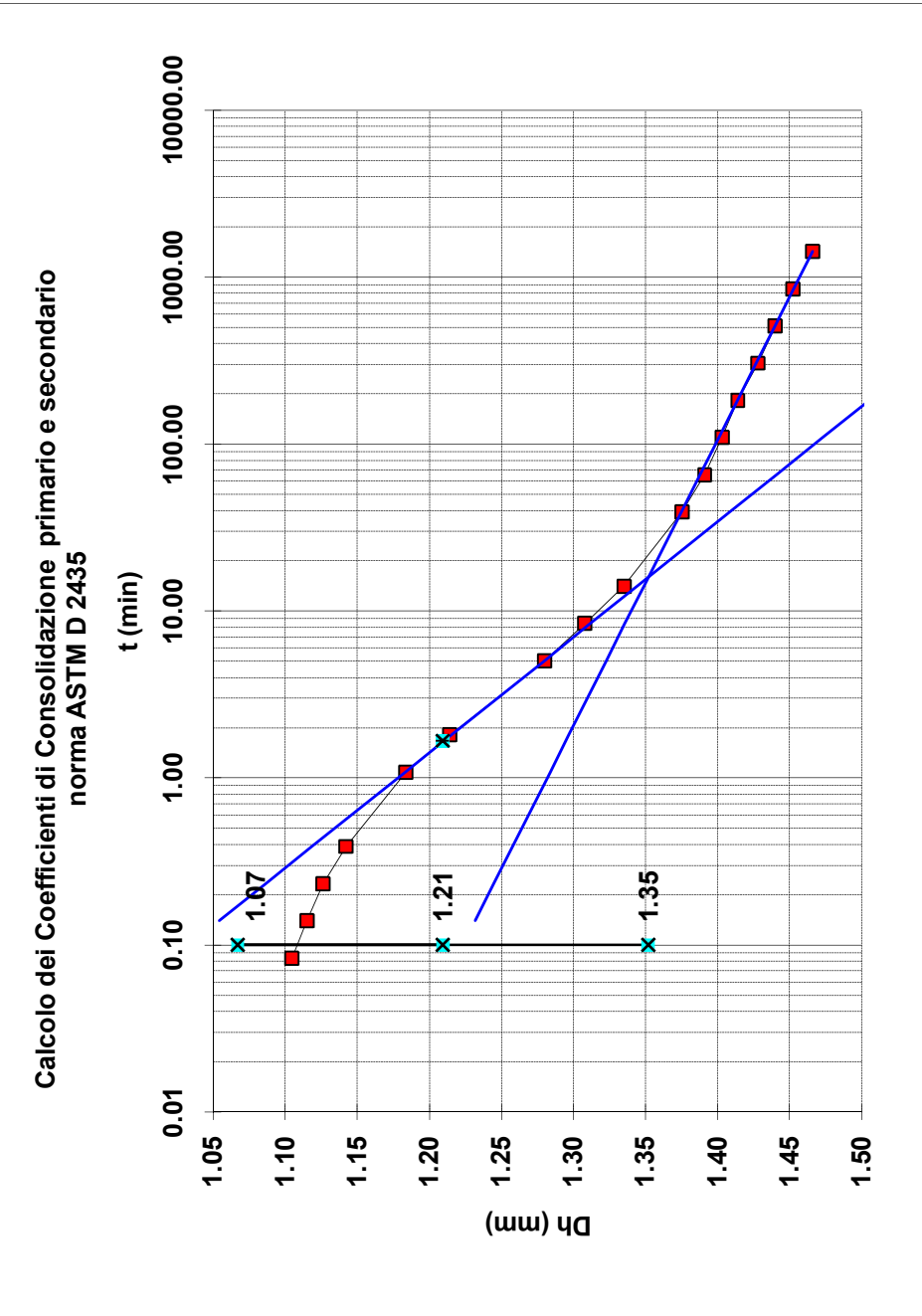
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)

H0

1.065
1.105
1.115
1.126
1.142
1.184
1.214
1.280
1.308
1.335
1.375
1.391
1.403
1.414
1.428
1.440
1.452
1.466

tf50 (min)	1.67
tf50 (sec)	100
lk (m/s)	8.66E-11
Cv (cm ² /s)	1.73E-03
C alfa	3.08E-03

Pressione

da(kPa)

a (kPa)

392.4

784.8

COMMITTENTE: A.I.P.O. - Vicolo Canove, 26 - 46100 - Mantova

CANTIERE: Nodo idraulico di Vassarone (MN)

CAMPIONE/PROFONDITA': S1 Sh2

DATA DI CONSEGNA: 11/12/18

DURATA DELLE PROVE DAL: 11/10/17

AL: 12/10/17

COMMESSA: 15994/16

VERBALE ACC.: 643/17

CERTIFICATO n°: G1708979

rev.0 del:

Natura del Campione:

Limo con argilla debolmente sabbioso, da nerastro a grigio chiaro

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

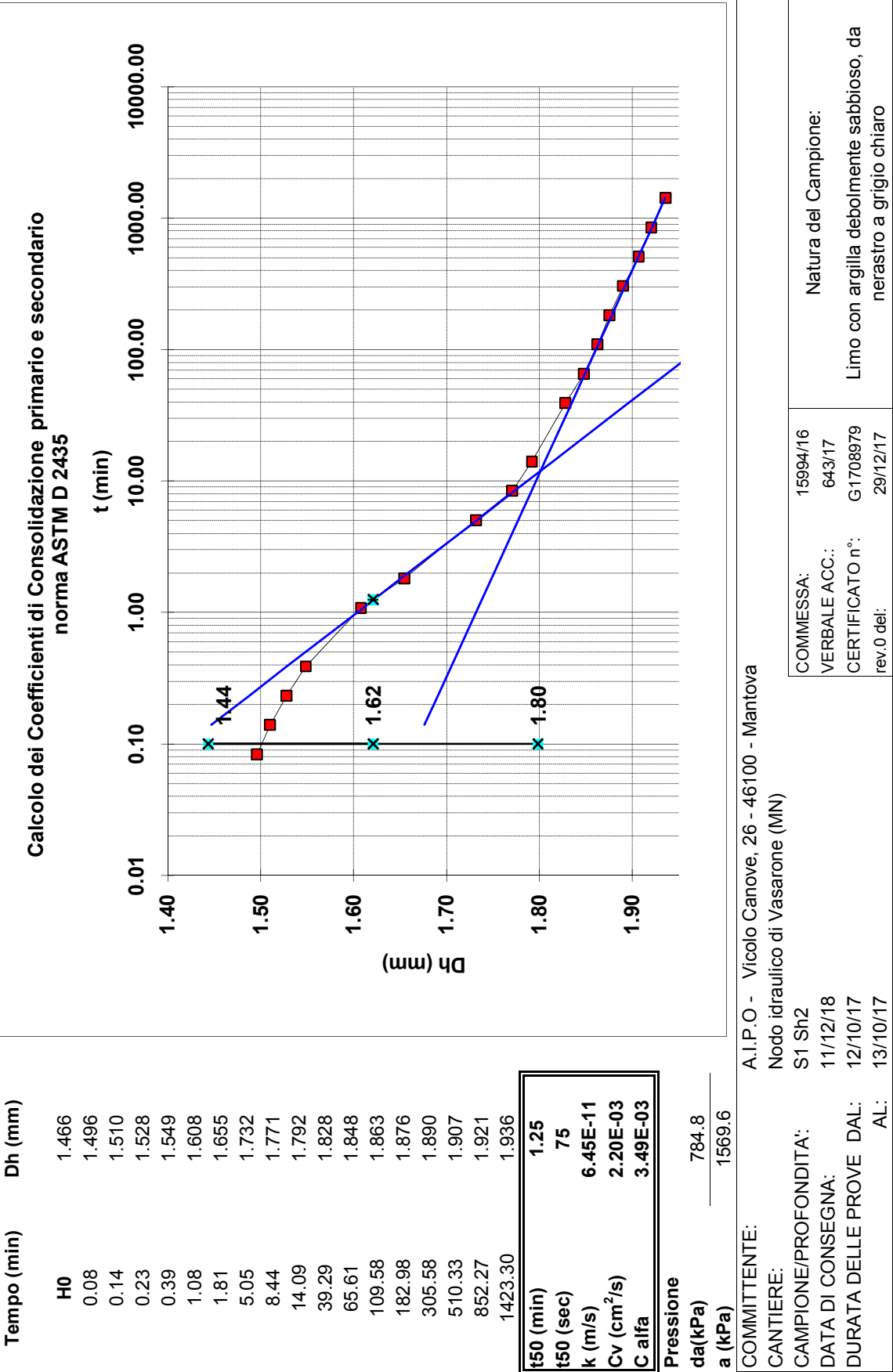


elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova



elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

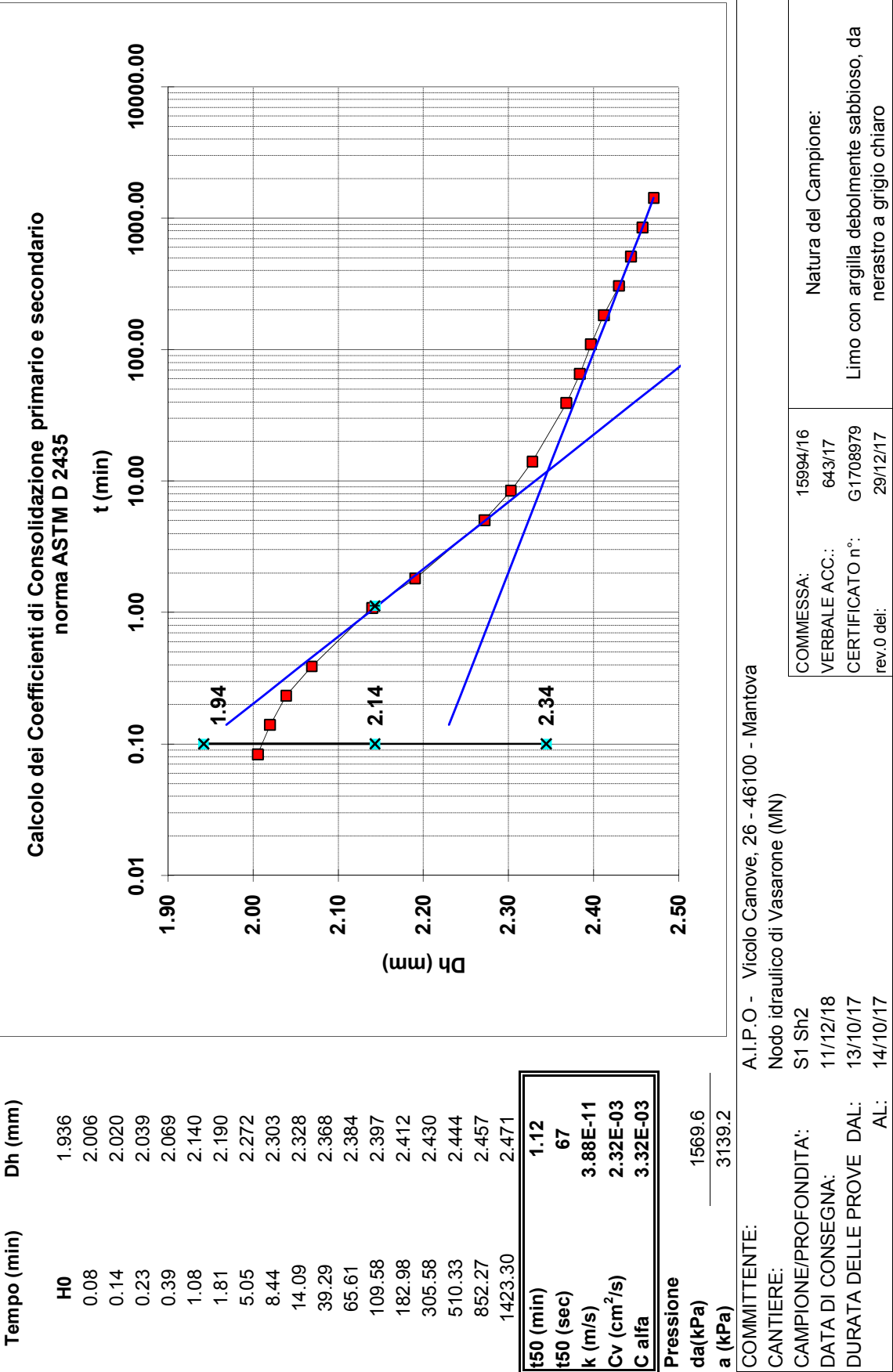
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova