

## AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA - BARI -TARANTO TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

### POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE INTERMEDIA DI PIANURA

## PROGETTO DEFINITIVO

### DOCUMENTAZIONE GENERALE

#### GEOLOGIA

#### PROVE DI LABORATORIO

#### PROVE DI LABORATORIO PREGRESSE (SONDAGGI) VOL. 2/4

##### IL GEOLOGO

Dott. Massimo Roberto Campana  
Ord. Geol. Toscana N. 1709

##### IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE


Ing. Raffaele Rinaldesi  
Ord. Ingg. Macerata N. A1068

##### IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Piero Bongio  
Ord. Ingg. Sondrio N. A538  
T.A. - Geologia e Geotecnica

##### CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
111443	0000	PD	DG	GEO	LA000	00000	R	GEO	0032	-0	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068						n.	data
							0	DICEMBRE 2021
	REDATTO:		VERIFICATO:					

##### VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Fabio Visintin

##### VISTO DEL CONCEDENTE



**Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili**  
DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE  
E I SISTEMI INFORMATIVI

**PROVE DI LABORATORIO  
(SONDAGGI)**

PROVE DI LABORATORIO (SONDAGGI)		
SIGLA	IMPRESA	ANNO
IPx	VICENZETTO	2016



**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

<b>Sondaggio</b>			IP5	IP5	IP5	IP5	IP5	IP5	IP5
<b>Campione</b>			SPT1	CI1	SPT3	SPT4	CI2	CR3	CI3
<b>Profondità</b>	da m		1,40	3,00	4,50	6,20	7,80	12,00	14,75
	a m		1,60	3,50	4,70	6,40	8,40	12,30	15,15
<b>Consistenza</b>	Pen.	kPa		70-150			70-110		110-160
	Tor.	kPa		18-30			25-28		48-55
<b>Contenuto naturale d'acqua</b>	Wn	%		22,4			27,9		30,2
<b>Peso dell'unità di volume</b>	$\gamma$	Ng/m <sup>3</sup>		2,07			1,98		1,95
<b>Peso specifico</b>	Gs	Ng/m <sup>3</sup>		2,71			2,70		2,69
<b>Limite di liquidità</b>	WL	%	43,8	30,7	31,3	42,8	33,8	40,1	45,7
<b>Limite di plasticità</b>	Wp	%	20,5	19,6	20,5	22,5	19,1	20,6	21,7
<b>Indice di plasticità</b>	Ip		23,3	11,1	10,8	20,3	14,7	19,5	24,0
<b>Sostanze organiche</b>		%		1,3			1,6		1,8
<b>Classificazione USCS</b>			CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
<b>Classificazione CNR UNI 10008</b>			A-7-G	A-6	A-6	A-7-G	A-6	A-7-G	A-7-G
<b>Analisi granulometrica</b>	% ciottoli + massi								
	% Ghiaie			15,4					
	% Sabbie		5,3	25,5	33,9	2,0	8,3	3,9	2,8
	% Limo + Argilla		94,7	55,1	66,1	98,0	91,7	96,1	97,2
<b>Prova di compres. semplice (ELL)</b>	qu1	kPa							
	qu2	kPa							
<b>Prova Edometrica</b>	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 100 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		2,3			5,0		0,74
	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 200 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		2,7			4,5		0,55
	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 400 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		3,4			3,9		0,63
	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 800 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		3,8			3,9		0,65
	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 1600 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		3,6			5,1		0,70
	K ( $\sigma$ 100 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		4,4			11,0		2,2
	K ( $\sigma$ 200 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		4,2			9,4		1,4
	K ( $\sigma$ 400 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		3,9			6,1		1,2
	K ( $\sigma$ 800 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		2,9			3,7		0,76
	K ( $\sigma$ 1600 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		1,5			2,7		0,48
	C <sub>c</sub>						0,26		0,25
<b>Prova di taglio diretto (DS)</b>	$\phi'$	(°)							
	c'	kPa							
	$\phi_r$	(°)							
	c <sub>r</sub>	kPa							
<b>Prova di taglio anulare (RS)</b>	$\phi_r$	(°)							
	c <sub>r</sub>	kPa							
<b>Prova triassiale (TxUU)</b>	$\sigma_{ut}$	kPa					25		28
	$\sigma_{u2}$	kPa					31		40
	$\sigma_{u3}$	kPa					31		43
<b>Prova triassiale (TxCIU)</b>	$\phi'$	(°)		28,5					
	c'	kPa		0					



# Riepilogo dei risultati delle prove di laboratorio

COMM. 026CM16

**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

<b>Sondaggio</b>			IP5	IP6	IP6	IP6	IP6	IP6	IP6
<b>Campione</b>			SPT8	SPT9	CR6	SPT11	CR6	SPT14	CR7
<b>Profondità</b>	da m		16,85	18,00	21,70	25,00	28,00	31,45	34,00
	a m		17,05	18,20	22,00	25,20	28,40	31,65	34,30
<b>Consistenza</b>	Pen.	kPa							
	Tor.	kPa							
<b>Contenuto naturale d'acqua</b>	Wn	%							
<b>Peso dell'unità di volume</b>	$\gamma$	Ng/m <sup>3</sup>							
<b>Peso specifico</b>	Gs	Ng/m <sup>3</sup>							
<b>Limite di liquidità</b>	WL	%	35,1			18,1	15,1	20,4	18,7
<b>Limite di plasticità</b>	Wp	%	18,7			13,8	11,7	14,3	14,5
<b>Indice di plasticità</b>	Ip	%	16,4			4,3	3,4	6,1	4,2
<b>Sostanze organiche</b>		%							
<b>Classificazione USCS</b>			CL	SW	GW	SC	SM	GP	GP
<b>Classificazione CNR UNI 10006</b>			A-6	A3	A-1-a	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b
<b>Analisi granulometrica</b>	% ciottoli + massi								
	% Ghiaia		14,5	17,2	54,6	31,8	22,0	47,8	41,6
	% Sabbia		21,2	74,7	36,9	46,8	60,5	31,6	42,2
	% Limo + Argilla		64,3	8,1	8,5	21,4	17,5	20,5	169,2
<b>Prova di compres. semplice (ELL)</b>	qu1	kPa							
	qu2	kPa							
<b>Prova Edometrica</b>	$C_v (\sigma 100 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$C_v (\sigma 200 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$C_v (\sigma 400 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$C_v (\sigma 800 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$C_v (\sigma 1600 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$K (\sigma 100 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
	$K (\sigma 200 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
	$K (\sigma 400 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
	$K (\sigma 800 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
	$K (\sigma 1600 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
<b>Cc</b>									
<b>Prova di taglio diretto (DS)</b>	$\phi'$	(°)							
	$c'$	kPa							
	$\phi_r$	(°)							
	$c_r$	kPa							
<b>Prova di taglio anulare (RS)</b>	$\phi_r$	(°)							
	$c_r$	kPa							
<b>Prova triassiale (TxUU)</b>	$c_{u1}$	kPa							
	$c_{u2}$	kPa							
	$c_{u3}$	kPa							
<b>Prova triassiale (TxCIU)</b>	$\phi'$	(°)							
	$c'$	kPa							





# Riepilogo dei risultati delle prove di laboratorio

COMM.

026CM16

**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio			IPS						
Campione			CR8						
Profondità	da m		36,00						
	a m		36,30						
Consistenza	Pen.	kPa							
	Tor.	kPa							
Contenuto naturale d'acqua			Wn	%					
Peso dell'unità di volume			$\gamma$	Mg/m <sup>3</sup>					
Peso specifico			Ga	Mg/m <sup>3</sup>					
Limite di liquidità			WL	%					
Limite di plasticità			Wp	%					
Indice di plasticità			Ip						
Sostanze organiche				%					
Classificazione USCS					GW				
Classificazione CNR UNI 10006					A-1-a				
Analisi granulometrica	% ciottoli + massi								
	% Ghiaia			66,6					
	% Sabbia			27,0					
	% Limo + Argilla			6,4					
Prova di compres. semplice (ELL)	qu1	kPa							
	qu2	kPa							
Prova Edometrica	$C_v (\sigma 100 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$C_v (\sigma 200 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$C_v (\sigma 400 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$C_v (\sigma 800 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$C_v (\sigma 1600 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>							
	$K (\sigma 100 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
	$K (\sigma 200 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
	$K (\sigma 400 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
	$K (\sigma 800 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
	$K (\sigma 1600 \text{ kPa})$	m/s x10 <sup>-10</sup>							
Prova di taglio diretto (DS)	$\phi'$	$\sigma'$							
	$c'$	kPa							
	$\phi_r$	$\sigma_r$							
	$c_r$	kPa							
Prova di taglio anulare (RS)	$\phi_r$	$\sigma_r$							
	$c_r$	kPa							
Prova triassiale (TxUU)	$c_{u1}$	kPa							
	$c_{u2}$	kPa							
	$c_{u3}$	kPa							
Prova triassiale (TxCIU)	$\phi'$	$\sigma'$							
	$c'$	kPa							



Data

ott-16

Sperimentatore:

Dott. P Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. V. Vicenzetto



# Apertura del Campione

descrizione geotecnica e prove di consistenza

COMM. 026CM18

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 5 Campione CII Profondità 3,00 - 3,50

Verbale accettazione campioni A077/16

Tipo di campione	Indisturbato	Tipo di contenitore	Fustella cilindrica inox
Data arrivo campione	22/09/2016	Data apertura campione	07/10/2016
Lunghezza dichiarata (mm)	500	Lunghezza reale (mm)	360
Diametro del campione (mm)	85		

## Schema campione

Alto



Basso

## Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza

a) Spessore (mm) 360	Limo argilloso sabbioso grigio-nocciola inglobante elementi di ghiaia			
	Pen. (kPa)	70 - 80	Pen. (kPa)	130 - 150
	Tor. (kPa)	18	Tor. (kPa)	30

## Prove eseguite

Contenuto naturale d'acqua ☒  
 Peso dell'unità di volume ☒  
 Limiti di Atterberg ☒  
 Peso specifico assoluto dei grani ☒  
 Analisi granulometrica per vagliatura meccanica ☒  
 Analisi granulometrica per sedimentazione ☒  
 Determinazione contenuto in sostanze organiche ☒  
 Determinazione contenuto in carbonati ☐  
 Prova di compressione con espansione laterale libera ☐

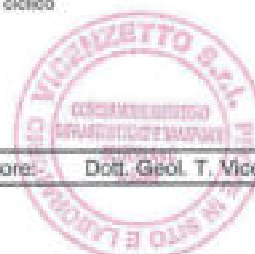
Prova edometrica ad incrementi di carico controllati ☒  
 Prova di taglio diretto con misura della resistenza max ☐  
 Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua ☐  
 Prova di taglio anulare ☐  
 Prova triassiale UU ☐  
 Prova triassiale CIU ☒  
 Prova triassiale CIO ☐  
 Provedi colonna risante ☐  
 Prova di taglio torsionale ciclico ☐

Note:

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Fotografia del Campione

COMM. 028CM16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 5 Campione CI1 Profondità (m) 3,00 - 3,50

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione foto 07/10/2016

Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Data ott-16 Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO  
NATURALE D'ACQUA**

COMM 026cm16

PAG. 1 Di 1

**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

**Data arrivo campione** 22/09/2016

**Data esecuzione prova** 24/10/2016

**Certificato n°** A26573

**Verbale di accettazione campioni n°** A077/16

**NORMA ASTM D 2216**

Sondaggio	IP 5
Campione	CI 1
Profondità	3,00-3,50
<b>Contenuto naturale d'acqua</b> <b>Wn</b> (%)	22,4

**Provino 1**

peso umido lordo	81,763
peso secco lordo	60,968
peso tara	16,901
<b>Wn</b>	22,2

**Provino 2**

peso umido lordo	110,797
peso secco lordo	93,961
peso tara	19,217
<b>Wn</b>	22,5

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P Pasqualeto

Direttore: Dott. Geol. V. Vicenzetto







# DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 24/10/2016

Certificato n° A26574

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA BS 1377

Sondaggio	IP5
Campione	CI 1
Profondità	3,00 - 3,50
Peso dell'unità di volume $\gamma$ Mg/m <sup>3</sup>	2,07

### Provino 1

peso umido lordo	184,114
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	2,09

### Provino 2

peso umido lordo	182,217
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	2,05

Data ott-16

Sperimentatore:

Dott. P. Pasqualeto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 24/10/2016

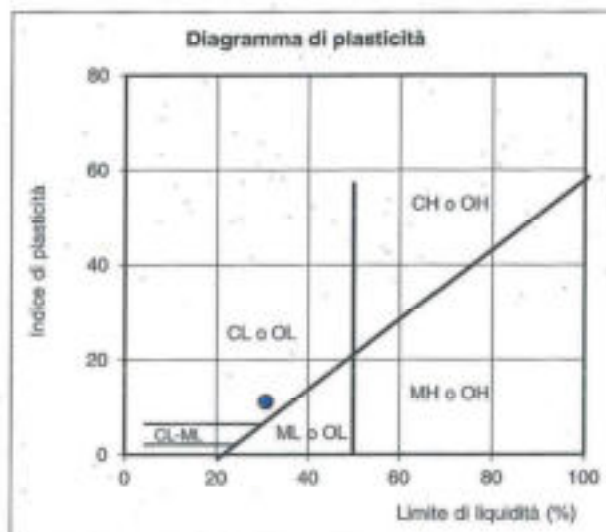
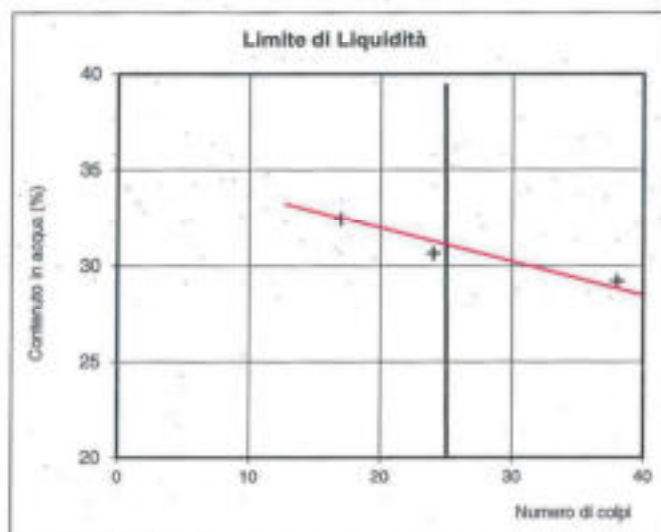
Certificato n° **A0775**

Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	CI 1
Profondità	3,00-3,50

Limite di Liquidità	WI	(%)	30,7
Limite di plasticità	Wp	(%)	19,6
Indice di plasticità	Ip		11,1



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	45,676
peso secco lordo	39,533
peso tara	20,591
Numero colpi	17
Contenuto in acqua	32,43
WI	31,0

#### Provino 2

peso umido lordo	38,807
peso secco lordo	33,346
peso tara	15,527
Numero colpi	24
Contenuto in acqua	30,65
WI	30,5

#### Provino 3

peso umido lordo	44,854
peso secco lordo	39,164
peso tara	19,684
Numero colpi	38
Contenuto in acqua	29,21
WI	30,7

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	25,859
peso secco lordo	25,027
peso tara	20,761
Wp	19,5

#### Provino 2

peso umido lordo	24,164
peso secco lordo	23,406
peso tara	19,586
Wp	19,7



Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO

COMM 026cm16  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 25/10/2016  
Certificato n° A26576 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 854

Sondaggio	IP5
Campione	Cl 1
Profondità	3,00-3,50
Peso specifico $\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2,71

	Provino 1	Provino 2
Temperatura di prova	23°	23°
Peso secco lordo	97,154	95,539
Peso tara	75,152	70,143
Peso picnometro finale	178,741	174,162
Taratura picnometro	164,843	158,167
Peso specifico $\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2,715	2,701





## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE

COMM 026CM16

PAG. 1 DI 1

**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

**Data arrivo campione** 22/09/2016 **Data inizio prova** 25/10/2016 **Data fine prova** 25/10/2016

**Certificato n°** A16 S77 **Verbale di accettazione campioni n°** A077/16

### Norma ASTM D 2974

Sondaggio	IP5
Campione	CI1
Profondità	3,00-3,50
<b>Contenuto in sostanze Organiche (%)</b>	<b>1,3</b>

#### Provino 1

peso secco lordo iniziale	48,824
peso secco lordo finale	48,534
peso tara	26,757
Temperatura di prova	440°C
% Sostanze organiche	1,3

#### Provino 2

peso secco lordo iniziale	41,880
peso secco lordo finale	41,625
peso tara	21,830
Temperatura di prova	440°C
% Sostanze organiche	1,3

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Analisi Granulometrica

COMM. 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

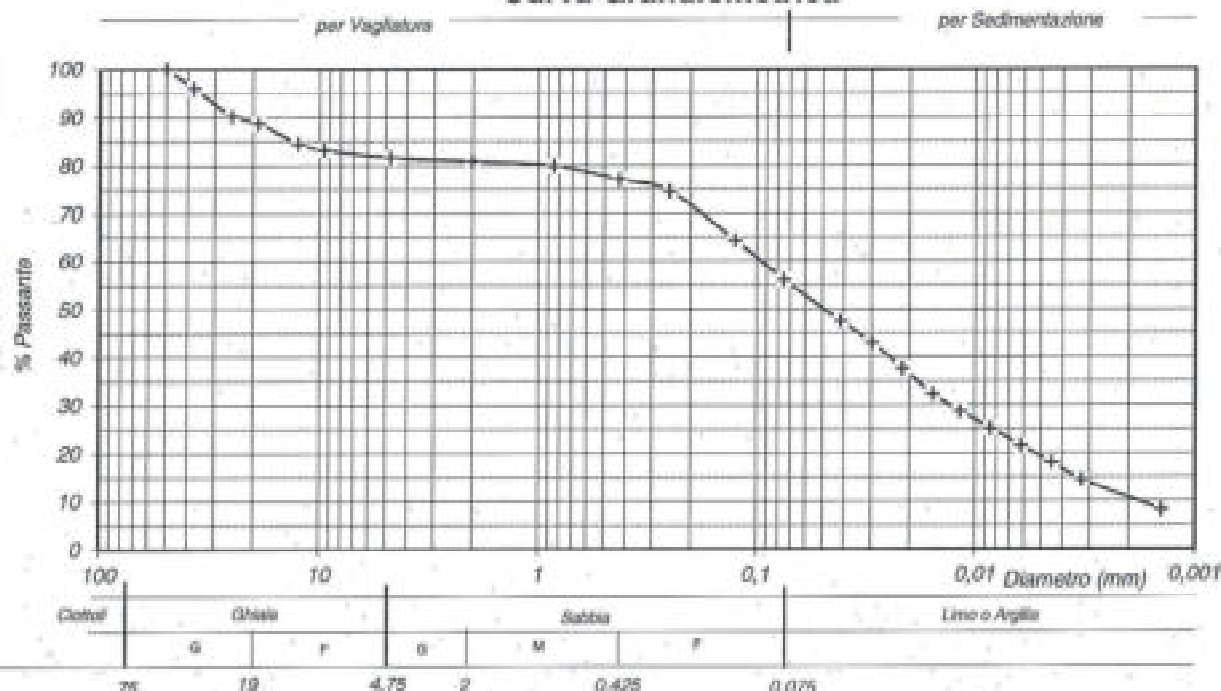
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50

Certificato n° A26579 Verbale di accettazione campioni n° A077/18

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 25/10/2016

## Curva Granulometrica



Analisi granulometrica (ASTM D 422)

secca ☐

umida ☒

setacci serie ASTM ☒

setacci serie UNI ☐

Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro (ASTM D 422) ☒

metodo con pipetta Andreasen (BS 1377) ☐

CLASSIFICAZIONE USCS CL

CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006

A-6

Peso del materiale analizzato (gr) 994,06

Diametro massimo 44 mm

### Analisi granulometrica per vagliatura

Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	100,0
37,50	95,0
25,00	90,3
19,00	88,7
12,50	84,5
9,50	83,2
4,75	81,6
2,00	80,9
0,85	79,9
0,43	77,0
0,25	74,6
0,125	64,3
0,075	56,1

### Analisi granulometrica per sedimentazione

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	47,5
0,0298	43,0
0,0215	37,7
0,0157	32,3
0,0117	28,8
0,0085	25,2
0,0062	21,6
0,0045	18,0
0,0033	14,5
0,0014	8,2

Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P.Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 Di 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50

Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 25-26/10/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,69
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	56,11

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

25-26/10/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
25/10/2016	24	1	29,5
		2	27
		4	24
		8	21
		15	19
		30	17
		60	15
		120	13
		240	11
26/10/2016		1440	7,5

Data 08-16 Sperimentatore : Dott. P.Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



Committente SPEA ENGINEERING SPA

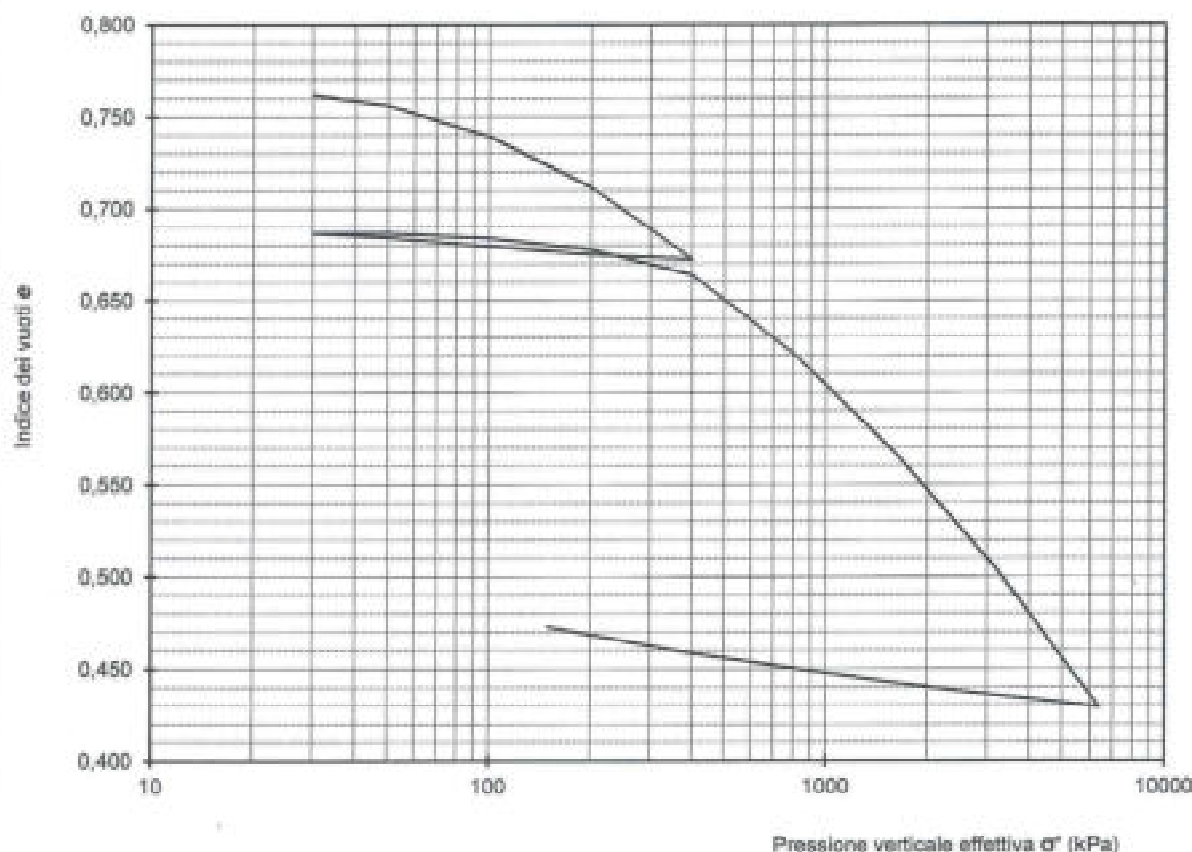
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00 - 3,50

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 11/10-31/10/2016

Certificato n° A26574 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### Diagramma di compressibilità edometrica



Apparecchio n°	5
Diametro del provino (mm)	71,5
Altezza iniziale provino (mm)	20,0
Altezza finale provino (mm)	16,82
Contenuto in acqua iniziale (%)	28,6
Contenuto in acqua finale (%)	18,6
Indice di compressione	0,25
Grado di saturazione iniziale (%)	101,34
Grado di saturazione finale (%)	104,07
Peso di volume iniziale (Mg/m <sup>3</sup> )	1,98
Peso di volume finale (Mg/m <sup>3</sup> )	2,17

#### DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL PROVINO

Limo argilloso sabbioso grigio-nocciola

MASSA VOLUMICA DEI GRANI $p_s =$	2,71	Mg/m <sup>3</sup>
Valore assunto	<input type="checkbox"/>	
Valore determinato	<input checked="" type="checkbox"/>	

#### TENSIONE DI RIGONFIAMENTO $\sigma'_{rs}$

Stimata all'incremento più prossimo	<input type="checkbox"/>	
determinata con apposita prova	<input type="checkbox"/>	

Pressione verticale effettiva $\sigma'$ (kPa)	Indice dei vuoti $e$
0	0,764
30	0,762
50	0,758
100	0,739
200	0,712
400	0,672
200	0,675
100	0,679
50	0,684
30	0,687
50	0,687
100	0,684
200	0,678
400	0,664
800	0,621
1600	0,567
3200	0,504
6400	0,429
1600	0,442

Data 08-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



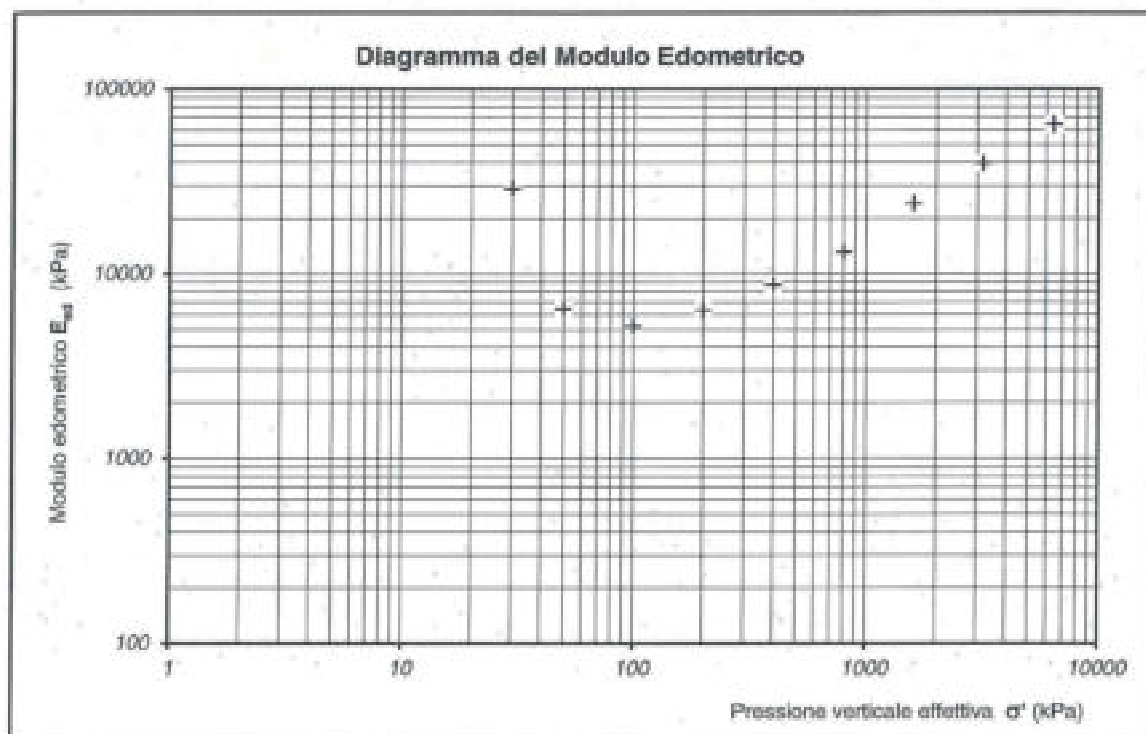
# Prova edometrica (ASTM D 2435)

COMM. 026cm18

## diagramma del Modulo edometrico

PAG. 2 DI 9

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00 - 3,50  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 11/10-31/10/2016  
Certificato n° A26529 Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Pressione verticale effettiva $\sigma'_v$ (kPa)	Modulo Edometrico $E_{ed}$ (kPa)
30	29014
50	6466
100	5203
200	6290
400	8713
800	13070
1600	23989
3200	39730
6400	64231

Note:



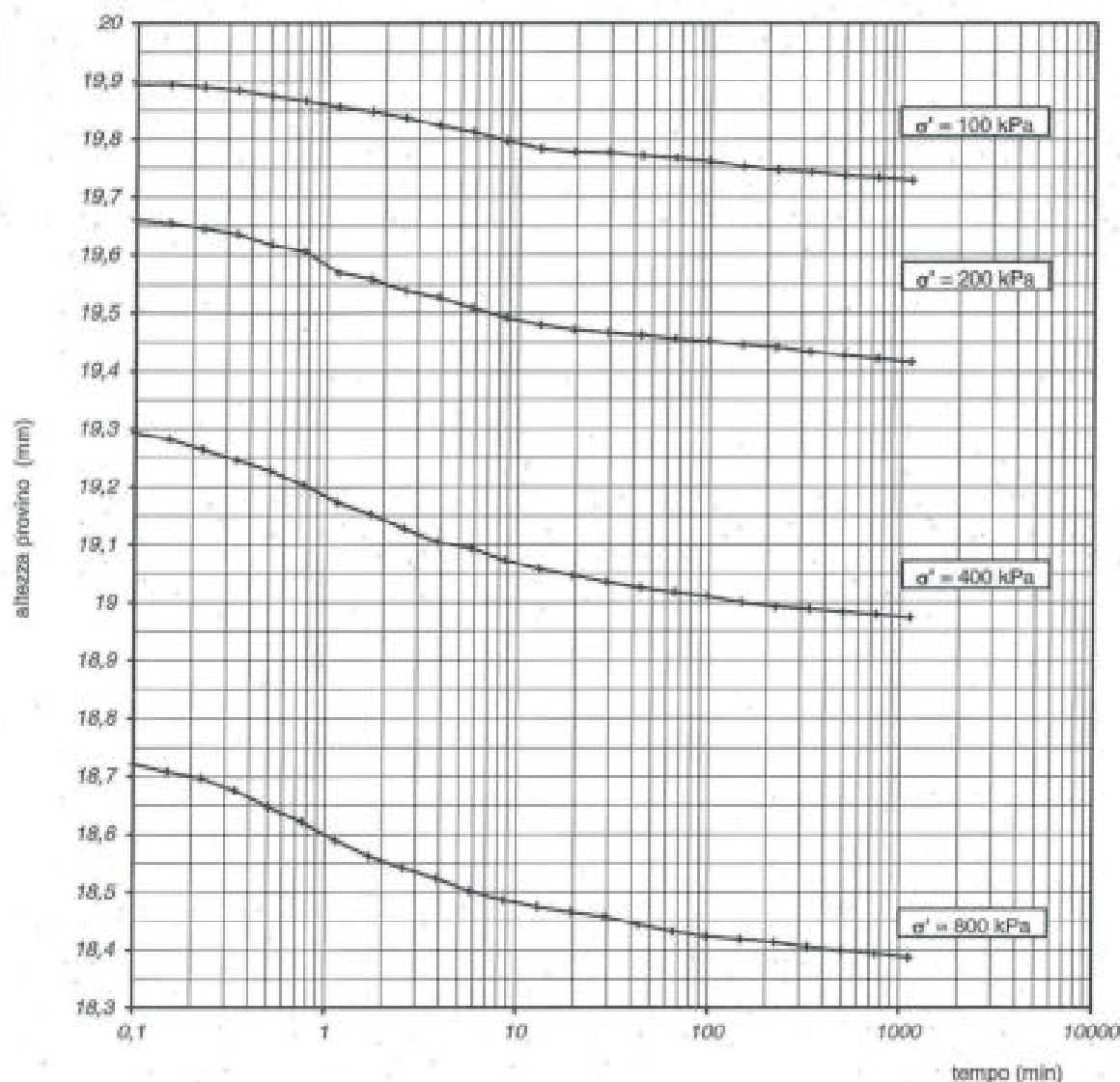


# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16  
 PAG. 3 DI 9

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00 - 3,50  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 11/10-31/10/2016  
 Certificato n° A26579 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagrammi cedimenti - tempo



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_\alpha$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
50	100	$2,3 \times 10^{-7}$	$1,3 \times 10^{-3}$	5203	$4,4 \times 10^{-10}$
100	200	$2,7 \times 10^{-7}$	$1,7 \times 10^{-3}$	6290	$4,2 \times 10^{-10}$
200	400	$3,4 \times 10^{-7}$	$1,4 \times 10^{-3}$	8713	$3,9 \times 10^{-10}$
400	800	$3,8 \times 10^{-7}$	$1,7 \times 10^{-3}$	13070	$2,9 \times 10^{-10}$

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



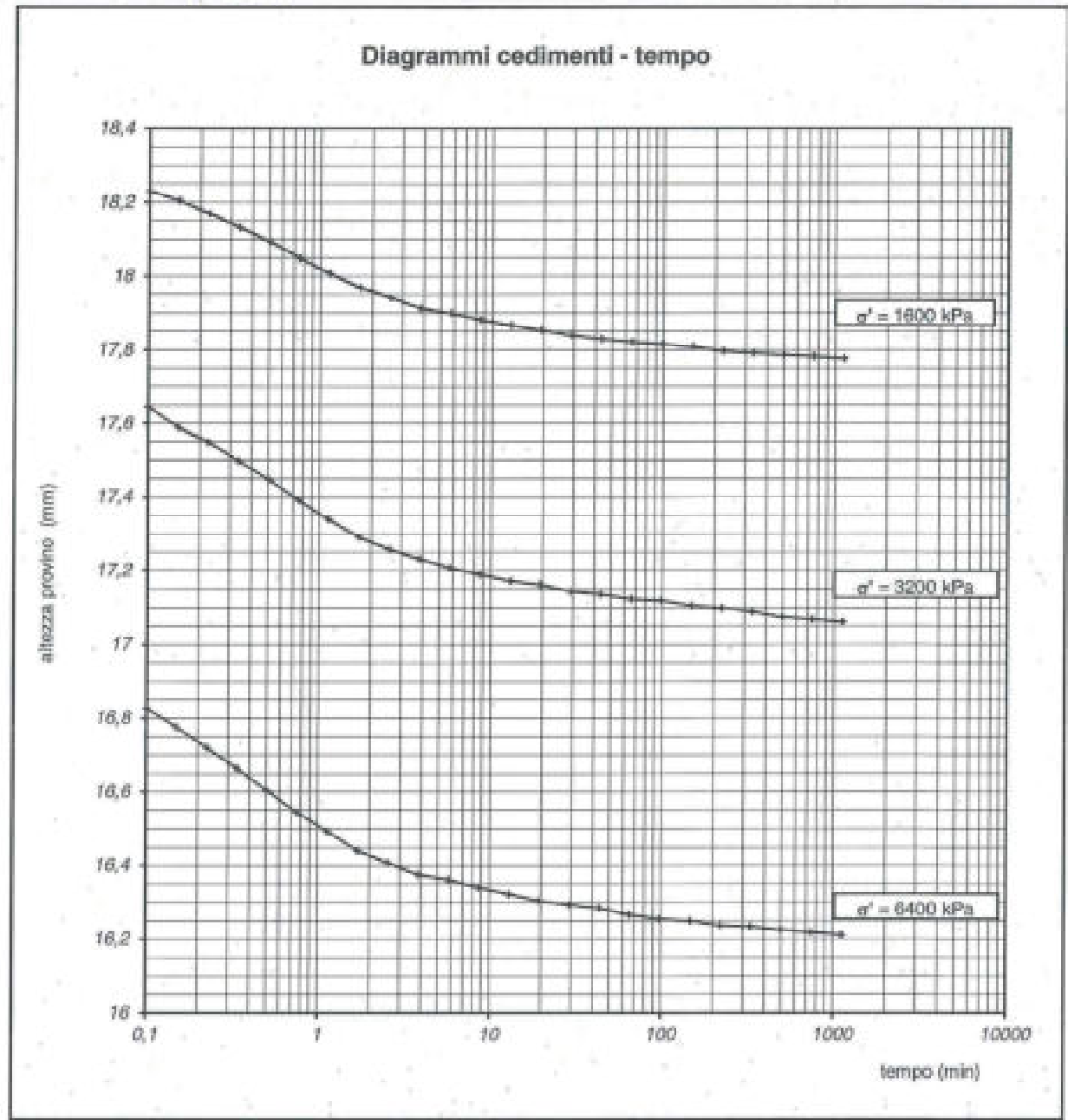
VICENZETTO S.r.l. Via Municipio, 18 35040 Villa Estense (PD) - Tel. 0429-91798 - Fax 0429-91200 - info@vicenzetto.it - P.IVA 01391790282  
 Laboratorio in concessione effettuazione e certificazione di prove geotecniche di laboratorio (sett. a) DPR 380/01 - CIRC. n. 761/ISTC/2010 Prot. n° 0000858 - 13/02/2014 - USCITA 55.01.02



# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 028cm16  
 PAG. 4 DI 9

Committente	SPEA ENGINEERING SPA				
Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE				
Sondaggio	IP5	Campione	CI 1	Profondità (m)	3,00 - 3,50
Data arrivo campione	22/09/2016		Data esecuzione prova		11/10-31/10/2016
Certificato n°	AL6579		Verbale di accettazione campioni n°		A077/16



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_\alpha$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
800	1600	$3,6 \times 10^{-7}$	$1,4 \times 10^{-3}$	23969	$1,5 \times 10^{-16}$
1600	3200	$5,0 \times 10^{-7}$	$2,6 \times 10^{-3}$	39730	$1,3 \times 10^{-16}$
3200	6400	$5,0 \times 10^{-7}$	$2,1 \times 10^{-3}$	64231	$7,9 \times 10^{-11}$







<b>Committente</b>	SPEA ENGINEERING SPA		
<b>Cantiere</b>	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE		
<b>Sondaggio</b>	IP5	<b>Campione</b>	CI 1
		<b>Profondità (m)</b>	3,00 - 3,50
<b>Data arrivo campione</b>	22/09/2016	<b>Data esecuzione prova</b>	11/10-31/10/2016
<b>Certificato n°</b>	AL6579	<b>Verbale di accettazione campioni n°</b>	A077/16

### TABELLE DATI

Incremento di carico da	200 kPa	a	400 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,2921		
0,15	19,2914		
0,23	19,2944		
0,34	19,2462		
0,51	19,2290		
0,76	19,2024		
1,14	19,1729		
1,71	19,1523		
2,56	19,1287		
3,84	19,1043		
5,77	19,0936		
8,66	19,0729		
12,97	19,0584		
19,46	19,0488		
29,19	19,0348		
43,79	19,0257		
65,68	19,0183		
98,53	19,0112		
147,79	19,0000		
221,68	19,9934		
332,52	19,9893		
498,78	19,9847		
748,18	19,9802		
1122,27	19,9748		

Incremento di carico da	400 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,9980		
0,15	19,9985		
0,23	19,9993		
0,34	19,9993		
0,51	19,9997		
0,76	19,9918		
1,14	19,9922		
1,71	19,9922		
2,56	19,9922		
3,84	19,9922		
5,77	19,9926		
8,66	19,9926		
12,97	19,9934		
19,46	19,9930		
29,19	19,9934		
43,79	19,9943		
65,68	19,9951		
98,53	19,9955		
147,79	19,9951		
221,68	19,9951		
332,52	19,9971		
498,78	19,9963		
748,18	19,9922		

Incremento di carico da	200 kPa	a	100 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,0224		
0,15	19,0232		
0,23	19,0245		
0,34	19,0253		
0,51	19,0269		
0,76	19,0307		
1,14	19,0307		
1,71	19,0316		
2,56	19,0327		
3,84	19,0327		
5,77	19,0336		
8,66	19,0344		
12,97	19,0340		
19,46	19,0348		
29,19	19,0356		
43,79	19,0369		
65,68	19,0373		
98,53	19,0377		
147,79	19,0385		
221,68	19,0395		
332,52	19,0402		
498,78	19,0410		
748,18	19,0427		

Incremento di carico da	100 kPa	a	50 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,0683		
0,15	19,0698		
0,23	19,0704		
0,34	19,0716		
0,51	19,0737		
0,76	19,0753		
1,14	19,0797		
1,71	19,0799		
2,56	19,0807		
3,84	19,0824		
5,77	19,0832		
8,66	19,0849		
12,97	19,0869		
19,46	19,0878		
29,19	19,0890		
43,79	19,0915		
65,68	19,0927		
98,53	19,0936		
147,79	19,0940		
221,68	19,0960		
332,52	19,0973		
498,78	19,0973		
748,18	19,0989		



Committente: SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere: PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio: IP5 Campione: CI 1 Profondità (m): 3,00 - 3,50

Data arrivo campione: 22/09/2016 Data esecuzione prova: 11/10-31/10/2016

Certificato n° A2657 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### TABELLE DATI

Incremento di carico da	50 kPa	a	30 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1147		
0,15	19,1171		
0,23	19,1142		
0,34	19,1147		
0,51	19,1147		
0,76	19,1147		
1,14	19,1159		
1,71	19,1167		
2,56	19,1171		
3,84	19,1171		
5,77	19,1171		
8,66	19,1188		
12,97	19,1184		
19,46	19,1196		
29,19	19,12		
43,79	19,1188		
66,68	19,1209		
98,53	19,1217		
147,79	19,1233		
221,68	19,1246		
332,52	19,1242		
498,78	19,1256		
748,18	19,1271		

Incremento di carico da	30 kPa	a	50 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,132		
0,15	19,132		
0,23	19,1316		
0,34	19,1304		
0,51	19,1312		
0,76	19,1275		
1,14	19,1279		
1,71	19,1287		
2,56	19,1279		
3,84	19,1279		
5,77	19,1279		
8,66	19,1279		
12,97	19,1283		
19,46	19,1304		
29,19	19,1275		
43,79	19,1275		
66,68	19,1275		
98,53	19,1271		
147,79	19,1275		
221,68	19,1275		
332,52	19,1275		
498,78	19,1275		
748,18	19,1275		
1122,27	19,1283		
1653,42	19,1275		

Incremento di carico da	50 kPa	a	100 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1078		
0,15	19,1088		
0,23	19,1047		
0,34	19,1060		
0,51	19,1060		
0,76	19,1036		
1,14	19,1018		
1,71	19,1018		
2,56	19,1018		
3,84	19,1018		
5,77	19,1018		
8,66	19,1022		
12,97	19,1014		
19,46	19,1010		
29,19	19,1002		
43,79	19,1002		
66,68	19,1006		
98,53	19,0993		
147,79	19,0989		
221,68	19,0998		
332,52	19,0989		
498,78	19,0985		
748,18	19,0973		
1122,27	19,0977		

Incremento di carico da	100 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,0826		
0,15	19,0814		
0,23	19,0497		
0,34	19,0485		
0,51	19,0464		
0,76	19,0423		
1,14	19,0394		
1,71	19,0385		
2,56	19,0373		
3,84	19,0369		
5,77	19,0360		
8,66	19,0352		
12,97	19,0352		
19,46	19,0344		
29,19	19,0344		
43,79	19,0327		
66,68	19,0331		
98,53	19,0327		
147,79	19,0315		
221,68	19,0307		
332,52	19,0298		
498,78	19,0298		
748,18	19,0278		
1122,27	19,0281		

Data: ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 8 DI 9

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP5** Campione **CI 1** Profondità (m) **3,00 - 3,50**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **11/10-31/10/2016**  
 Certificato n° **A26579** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## TABELLE DATI

Incremento di carico da	200 kPa	a	400 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,9890		
0,15	18,9832		
0,23	18,9570		
0,34	18,9562		
0,51	18,9612		
0,76	18,9483		
1,14	18,9429		
1,71	18,9392		
2,56	18,9359		
3,84	18,9314		
5,77	18,9276		
8,66	18,9252		
12,97	18,9235		
19,46	18,9196		
29,19	18,9173		
43,79	18,9152		
65,68	18,9132		
98,53	18,9103		
147,79	18,9078		
221,68	18,9049		
332,52	18,9016		
498,78	18,8970		
748,18	18,8908		
1122,27	18,8846		

Incremento di carico da	400 kPa	a	800 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,7207		
0,15	18,7073		
0,23	18,6904		
0,34	18,6753		
0,51	18,6471		
0,76	18,6211		
1,14	18,5892		
1,71	18,5615		
2,56	18,5420		
3,84	18,5242		
5,77	18,5023		
8,66	18,4882		
12,97	18,4742		
19,46	18,4655		
29,19	18,4581		
43,79	18,4440		
65,68	18,4320		
98,53	18,4233		
147,79	18,4183		
221,68	18,4134		
332,52	18,4055		
498,78	18,3993		
748,18	18,3936		
1122,27	18,3873		

Incremento di carico da	800 kPa	a	1600 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,2301		
0,15	18,2048		
0,23	18,1897		
0,34	18,1312		
0,51	18,0931		
0,76	18,0476		
1,14	18,0054		
1,71	17,9686		
2,56	17,9409		
3,84	17,9119		
5,77	17,8991		
8,66	17,8801		
12,97	17,8652		
19,46	17,8523		
29,19	17,8387		
43,79	17,8286		
65,68	17,8209		
98,53	17,8143		
147,79	17,8077		
221,68	17,7985		
332,52	17,7911		
498,78	17,7860		
748,18	17,7824		
1122,27	17,7786		

Incremento di carico da	1600 kPa	a	3200 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	17,6459		
0,15	17,5884		
0,23	17,5482		
0,34	17,4874		
0,51	17,4481		
0,76	17,3906		
1,14	17,3386		
1,71	17,2917		
2,56	17,2574		
3,84	17,2317		
5,77	17,2073		
8,66	17,1895		
12,97	17,1717		
19,46	17,1616		
29,19	17,1436		
43,79	17,1358		
65,68	17,1233		
98,53	17,1188		
147,79	17,1086		
221,68	17,0989		
332,52	17,0886		
498,78	17,0745		
748,18	17,0679		
1122,27	17,0609		



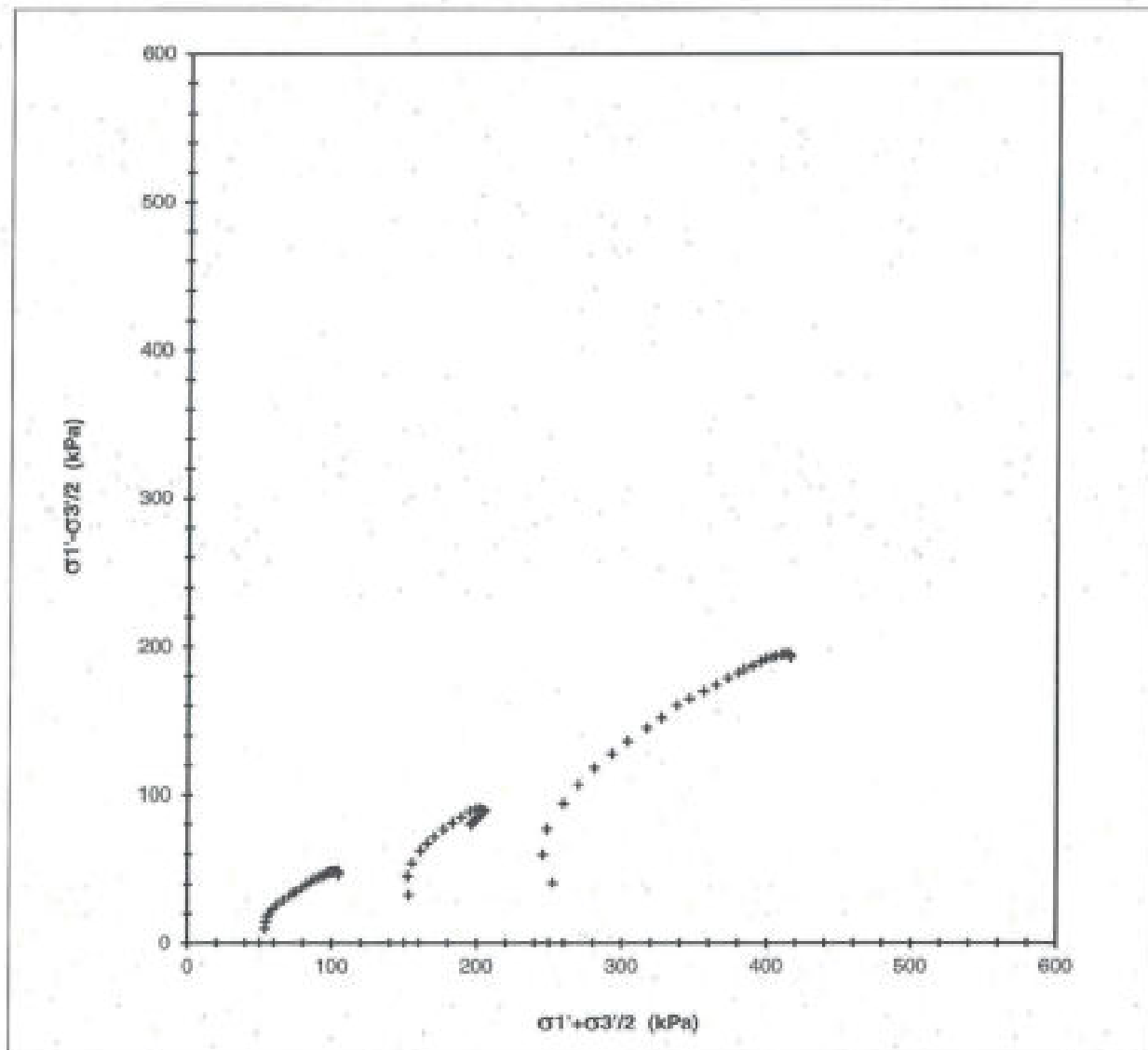


# Prova Triassiale CIU

Consolidata isotropicamente, non drenata, con misura della pressione dei pori

COMM. 029cm18 R. CO  
PAOL. 1 DI 10

Committente SPEA S.p.A.  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 24/10-31/10/16  
Certificato n° A26130 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Norma di riferimento: ASTM D 4767



$\sigma_3$ (kPa)	b.p. (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	u (kPa)	$\sigma'_3$ (kPa)	$\sigma'_1$ (kPa)	$\epsilon_r$ (%)	Wl (%)	Wf (%)
250	200	50	136	5	45	131	9,2	20,4	20,0
350	200	150	327	43	107	284	6,0	20,5	18,5
450	200	250	615	53	197	562	10,8	19,8	17,3

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasquale Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto

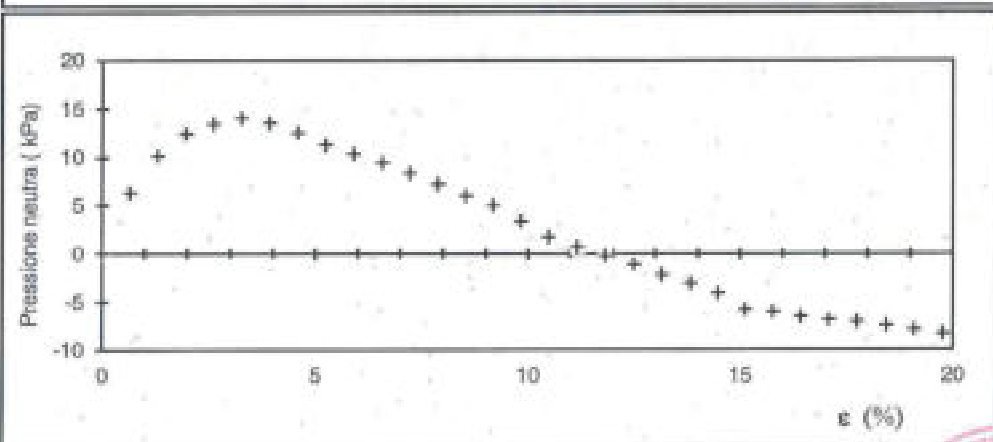
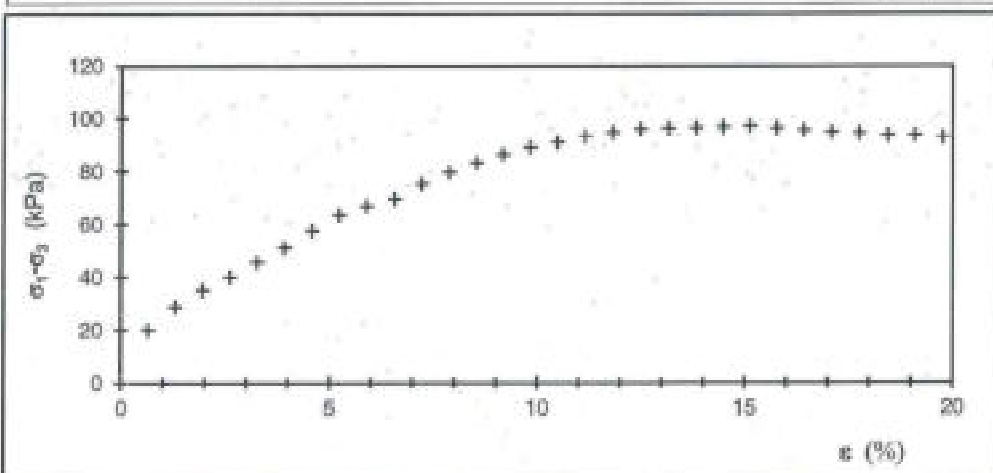
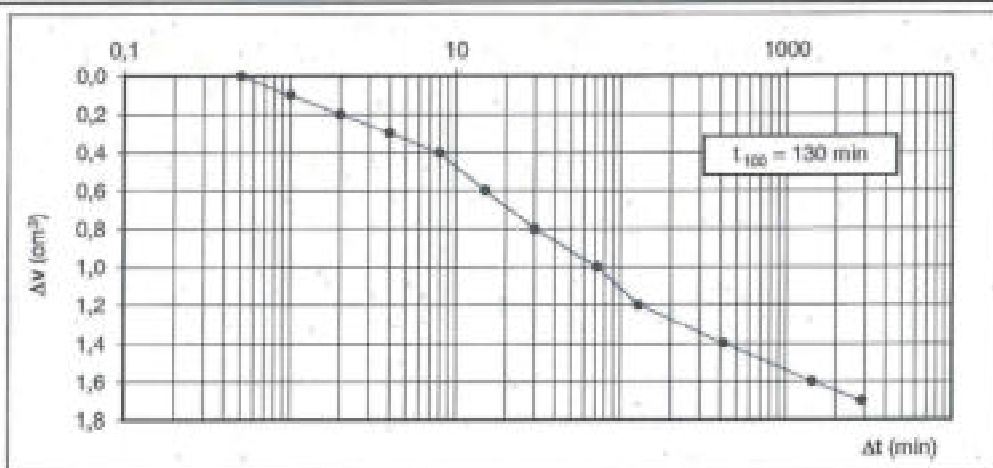


# Prova Triassiale CIU

Consolidata isotropicamente, non drenata, con misura della pressione dei pori

COMM. 025cm16  
 PAG. 2 DI 10

Committente SPEA S.p.A.  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 24/10-31/10/16  
 Certificato n° A26530 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 4767



Provino n°	Hl (mm)	Di (mm)	AV <sub>cons.</sub> (cm³)	Vp (mm/min)	σ <sub>c</sub> (kPa)	b.p. (kPa)	σ <sub>3</sub>	σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub>	ε <sub>r</sub>	Wl	WI
1	75,2	37,4	1,7	0,02	250	200	60	88,5	9,2	20,4	20,0

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetti Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto

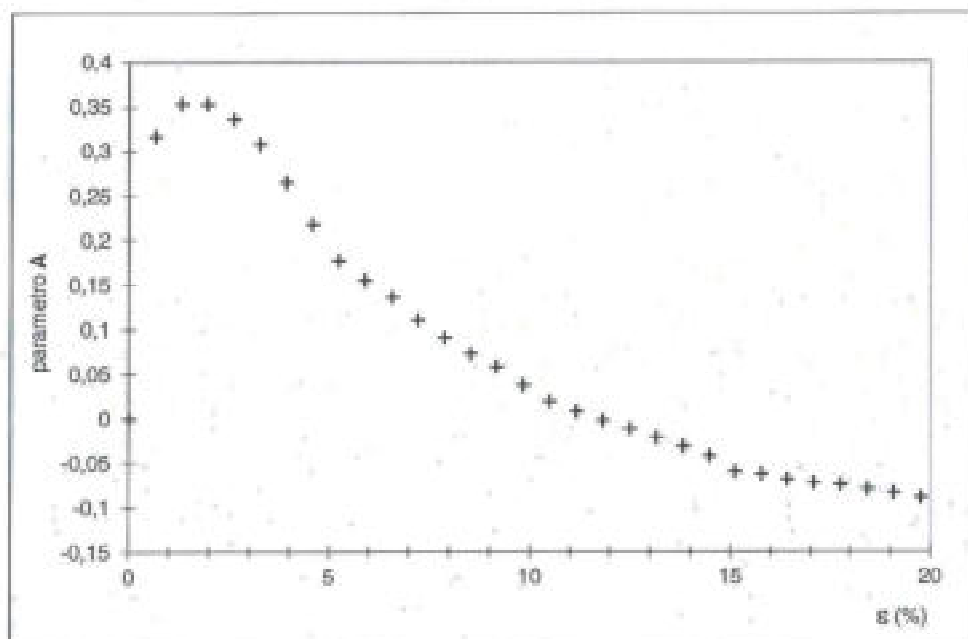
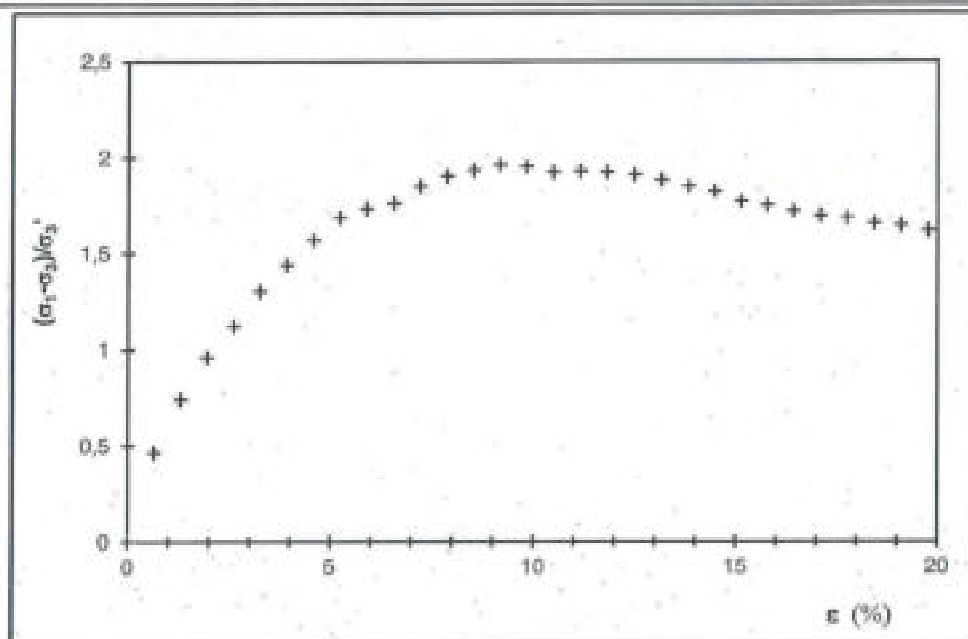


# Prova Triassiale CIU

Consolidata isotropicamente, non drenata, con misura della pressione dei pori

COMM. 008cm16 PL CO  
PAG. 3 DI 10

Committente SPEA S.p.A.  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 24/10-31/10/16  
Certificato n° A26580 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Norma di riferimento: ASTM D 4767



Provino n°	Hi (mm)	Di (mm)	$\Delta V_{cons.}$ (cm³)	Vp (mm/min)	$\sigma_c$ (kPa)	b.p. (kPa)	$\sigma_3$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\epsilon_r$	Wl	Wt
1	75,2	37,4	1,7	0,02	250	200	50	88,5	9,2	20,4	20,0

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasquale Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova Triassiale CIU

Consolidata isotropicamente, non drenata, con  
misura della pressione dei pori

COMM. 025cm16  
 PAG. 4 DI 10

Committente SPEA S.p.A.  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 24/10-31/10/16  
 Certificato n° A26580 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 4767

## PROVINO 1

FASE DI SATURAZIONE					
$\sigma_c$ (kPa)	bp (kPa)	$\Delta p$ (kPa)	$u_i$ (kPa)	$u_f$ (kPa)	B
50	40	100	0	88	0,88
100	90	100	0	90	0,90
150	140	100	0	92	0,92
200	190	100	0	95	0,95

FASE DI CONSOLIDAZIONE					
$\sigma_c$	250	(kPa)	bp	200	(kPa)
$\Delta t$	$\Delta v$				
min	cm <sup>3</sup>				
0,5	0,0				
1	0,1				
2	0,2				
4	0,3				
8	0,4				
15	0,6				
30	0,8				
72	1,0				
128	1,2				
420	1,4				
1440	1,6				
2880	1,7				

FASE DI ROTTURA					
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)	u (kPa)	$s^*$ (kPa)	$t^*$ (kPa)	A
0	0	0	50	0	0
19,9	0,7	6,3	53,7	10,0	0,317
28,8	1,3	10,2	54,2	14,4	0,353
35,2	2,0	12,4	55,2	17,6	0,353
40,0	2,6	13,4	56,6	20,0	0,336
45,6	3,3	14,0	58,8	22,8	0,308
51,1	3,9	13,5	62,0	26,6	0,266
57,5	4,6	12,5	66,2	28,7	0,218
63,7	5,2	11,3	70,6	31,9	0,177
67,0	5,9	10,4	73,1	33,5	0,155
69,6	6,6	9,5	75,3	34,8	0,136
75,4	7,2	8,3	79,3	37,7	0,111
79,6	7,9	7,2	82,6	39,8	0,091
83,2	8,5	6,0	85,6	41,6	0,072
86,5	9,2	5,0	88,2	43,2	0,056
89,1	9,8	3,4	91,2	44,6	0,038
90,9	10,5	1,7	93,7	45,5	0,019
93,2	11,2	0,7	95,9	46,6	0,008
94,7	11,8	-0,2	97,5	47,3	-0,002
95,8	12,5	-1,1	99,0	47,9	-0,012
96,4	13,2	-2,1	100,3	48,2	-0,022
96,4	13,8	-3,1	101,3	48,2	-0,032
96,7	14,5	-4,1	102,4	48,4	-0,042
97,0	15,1	-5,8	104,3	48,5	-0,060
96,3	15,8	-6,0	104,2	48,2	-0,062
95,6	16,4	-6,5	104,3	47,8	-0,068
94,8	17,1	-6,8	104,2	47,4	-0,072
94,5	17,8	-7,0	104,3	47,2	-0,074
93,7	18,4	-7,4	104,3	46,8	-0,079
93,6	19,1	-7,8	104,7	46,8	-0,084
92,9	19,8	-8,3	104,7	46,4	-0,089

Grado di saturazione iniziale (%)	89,06
Grado di saturazione finale (%)	92,11
Peso di volume iniziale (Mg/m3)	2,01





# Prova Triassiale CIU

Consolidata isotropicamente, non drenata, con misura della pressione dei pori

COMM. 026cm18 RL CO

PAG. 5 DI 10

Committente SPEA S.p.A.

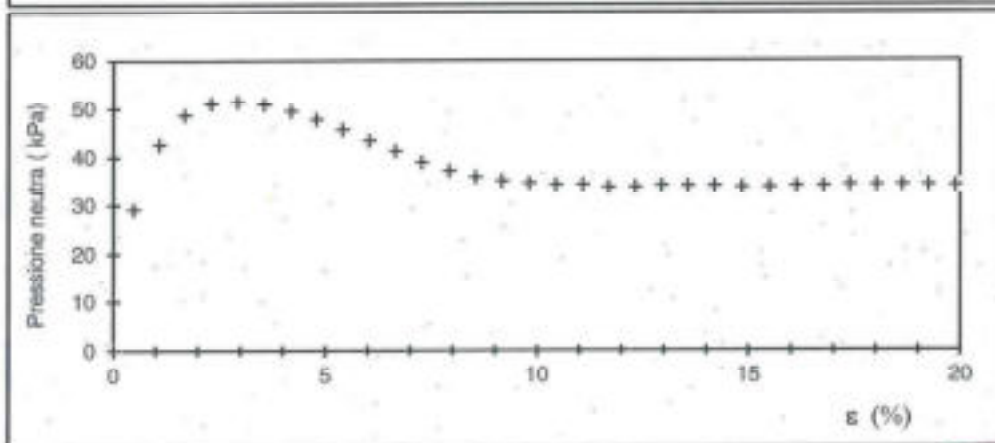
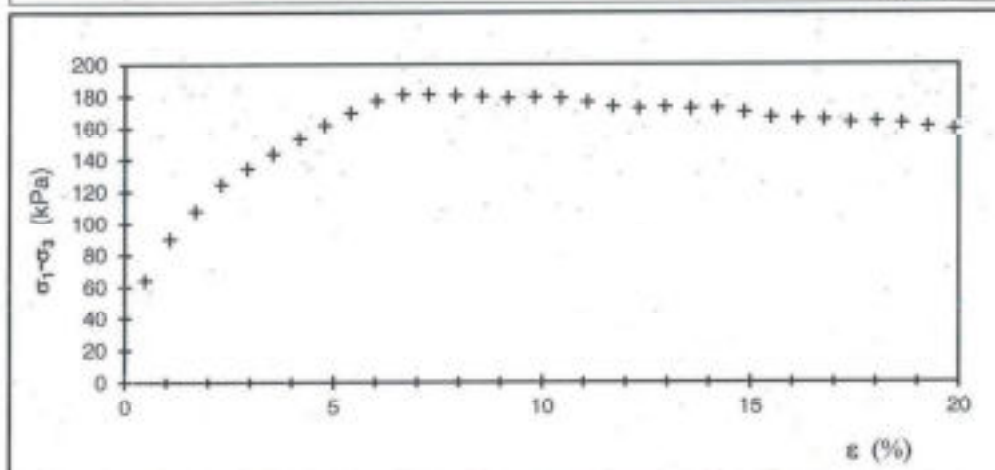
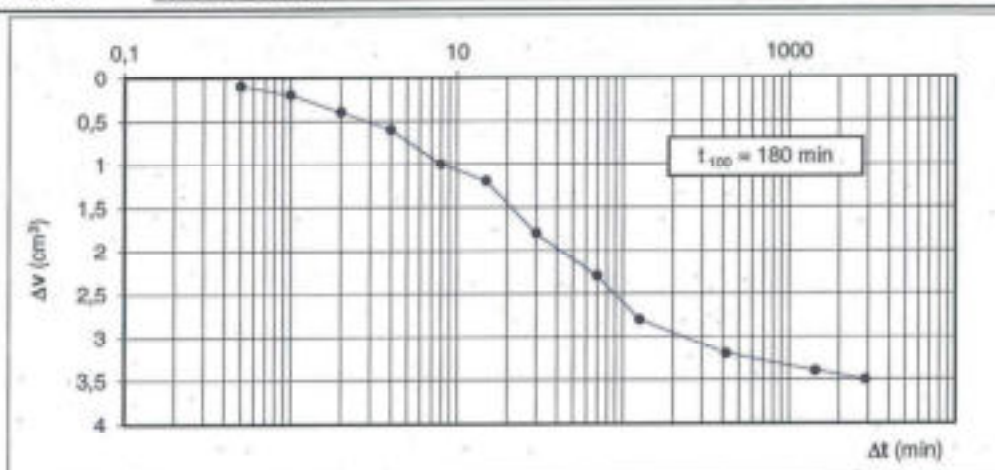
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 24/10-31/10/16

Certificato n° A26530 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Norma di riferimento: ASTM D 4767



Provino n°	Hi (mm)	Di (mm)	ΔV <sub>cons.</sub> (cm³)	Vp (mm/min)	σ <sub>c</sub> (kPa)	b.p. (kPa)	σ <sub>3</sub>	σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub>	ε <sub>r</sub>	W <sub>i</sub>	W <sub>f</sub>
2	75,0	36,8	3,5	0,02	350	200	150	177,3	6,0	20,5	18,5

Data	ott-16	Sperimentatore:	Dott. P. Pasqualetto	Direttore:	Dott. Geol. T. Vicenzetto
------	--------	-----------------	----------------------	------------	---------------------------



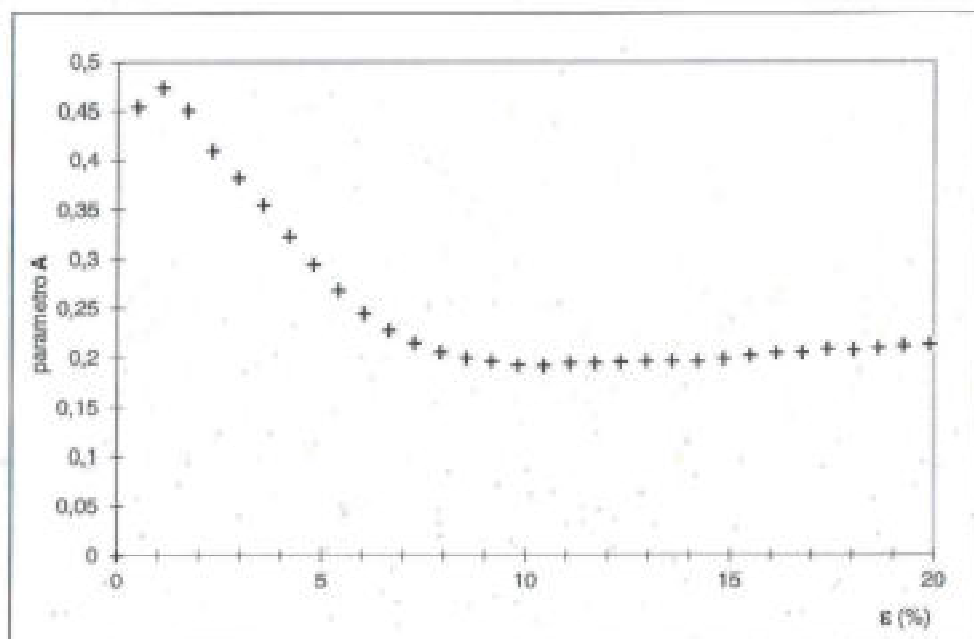
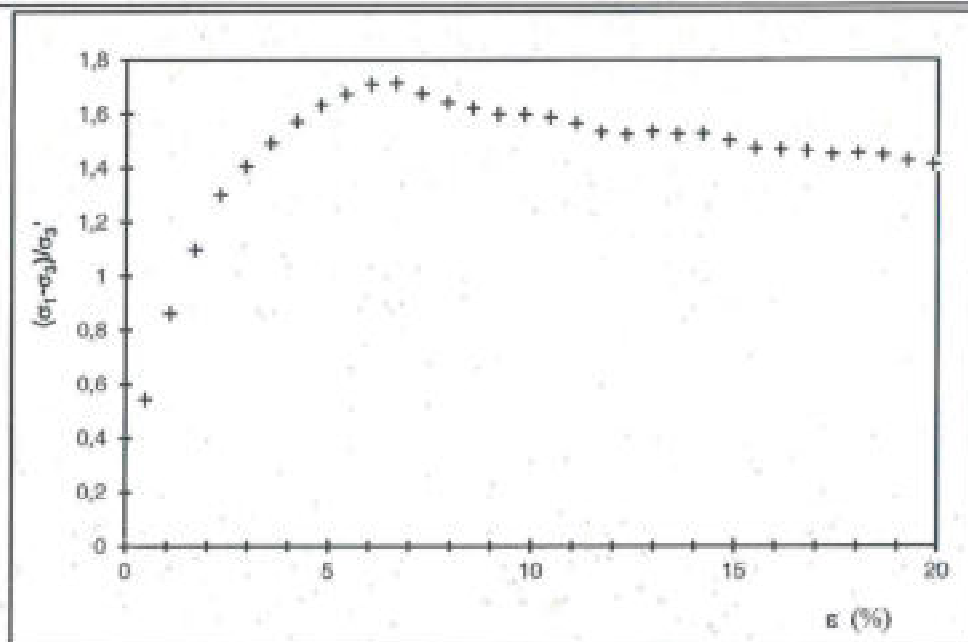
# Prova Triassiale CIU

Consolidata isotropicamente, non drenata, con misura della pressione dei pori

CDMM. 026cm16 R. 00

PAG. 5 DI 10

**Committente** SPEA S.p.A.  
**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
**Sondaggio** IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
**Data arrivo campione** 22/09/2016 **Data esecuzione prova** 24/10-31/10/16  
**Certificato n°** A26580 **Verbale di accettazione campioni n°** A077/16  
**Norma di riferimento:** ASTM D 4767



Provino n°	Hl (mm)	Di (mm)	$\Delta V_{cons.}$ (cm³)	Vp (mm/min)	$\sigma_c$ (kPa)	b.p. (kPa)	$\sigma_3$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\epsilon_s$	Wl	Wt
2	75,0	36,8	3,5	0,02	350	200	150	177,3	6,0	20,5	18,5

Data: ott-16      Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto      Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



# Prova Triassiale CIU Consolidata isotropicamente, non drenata, con misura della pressione dei pori

COMM. 026cm16 R. 00  
 PAG. 7 DI 10

Committente SPEA S.p.A.  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 24/10-31/10/16  
 Certificato n° A26580 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 4767

## PROVINO 2

FASE DI SATURAZIONE					
$\sigma_c$ (kPa)	bp (kPa)	$\Delta p$ (kPa)	$u_l$ (kPa)	$u_f$ (kPa)	B
50	40	100	0	87	0,87
100	90	100	0	89	0,89
150	140	100	0	93	0,93
200	190	100	0	96	0,96

FASE DI CONSOLIDAZIONE			
$\sigma_c$	350 (kPa)	bp	200 (kPa)
	$\Delta t$		$\Delta v$
	min		cm <sup>3</sup>
	0,5		0,1
	1		0,2
	2		0,4
	4		0,6
	8		1
	15		1,2
	30		1,6
	70		2,3
	128		2,8
	420		3,2
	1440		3,4
	2880		3,5

FASE DI ROTTURA					
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\varepsilon$ (%)	u (kPa)	$s'$ (kPa)	$t'$ (kPa)	A
0	0	0	150	0	0
84,2	0,5	29,1	153,0	32,1	0,454
90,0	1,1	42,6	152,4	45,0	0,473
108,0	1,7	48,7	155,3	54,0	0,451
124,8	2,3	51,1	161,3	62,4	0,410
134,5	2,9	51,4	165,8	67,3	0,382
143,5	3,6	50,9	170,8	71,7	0,355
153,3	4,2	49,5	177,1	76,6	0,323
162,0	4,8	47,8	183,2	81,0	0,295
169,7	5,4	45,6	189,2	84,9	0,269
177,3	6,0	43,4	195,2	88,7	0,245
181,2	6,7	41,3	199,3	90,6	0,228
181,2	7,3	39,0	201,6	90,6	0,215
180,5	7,9	37,1	203,1	90,3	0,206
180,2	8,5	35,9	204,2	90,1	0,199
178,9	9,2	35,1	204,4	89,5	0,196
179,7	9,8	34,6	205,2	89,8	0,193
179,0	10,4	34,3	205,2	89,5	0,192
176,6	11,1	34,3	204,0	88,3	0,194
173,7	11,7	33,8	203,0	86,8	0,195
172,7	12,3	33,8	202,8	86,4	0,198
173,4	12,9	34,1	202,6	86,7	0,197
172,5	13,6	34,0	202,2	86,2	0,197
172,9	14,2	34,0	202,4	86,4	0,197
170,2	14,9	33,8	201,3	85,1	0,198
167,0	15,5	33,8	199,7	83,5	0,202
166,0	16,1	34,0	199,0	83,0	0,205
165,6	16,6	34,0	198,8	82,8	0,205
163,8	17,4	34,3	197,6	81,9	0,209
164,4	18,0	34,2	198,0	82,2	0,208
163,4	18,6	34,3	197,4	81,7	0,210
161,1	19,3	34,2	196,4	80,6	0,212
159,6	19,9	34,1	195,7	79,8	0,214

Grado di saturazione iniziale (%)	108,29
Grado di saturazione finale (%)	112,18
Peso di volume iniziale (Mg/m3)	2,15



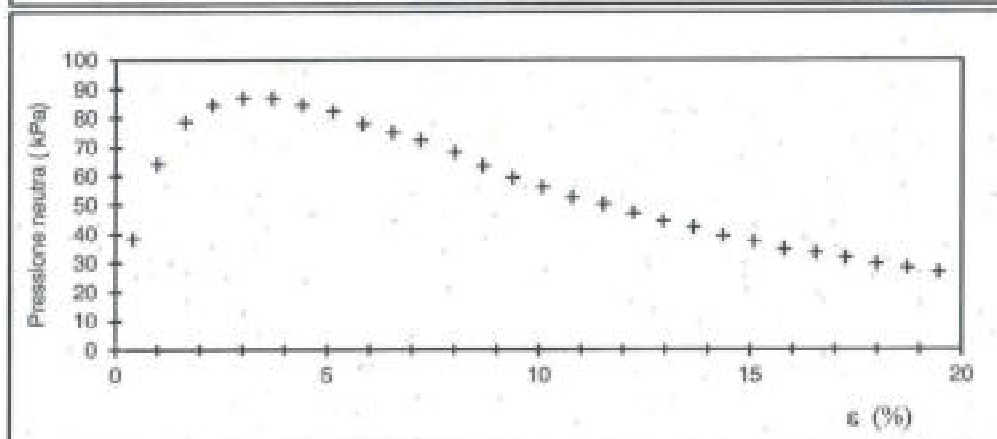
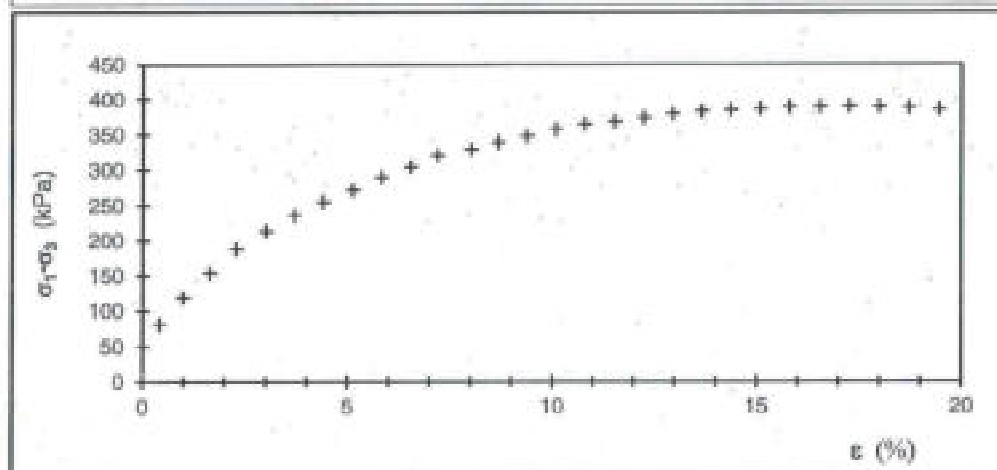
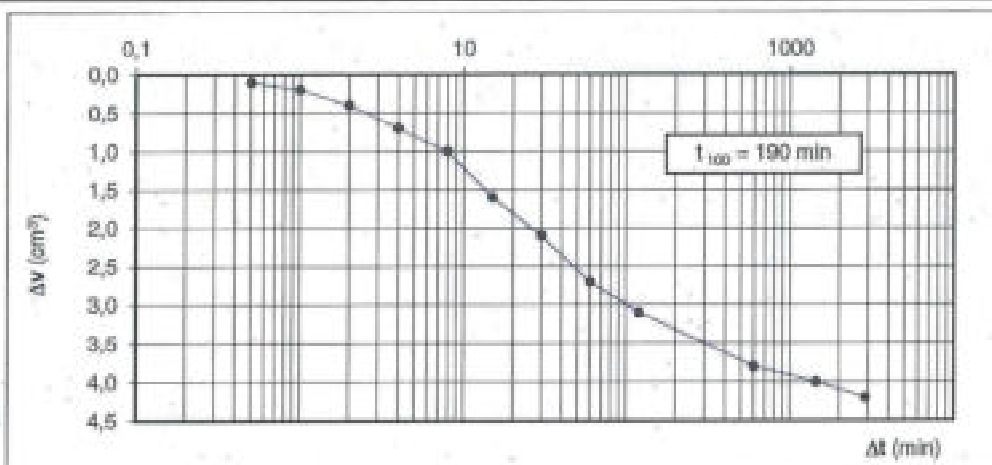


# Prova Triassiale CIU Consolidata isotropicamente, non drenata, con misura della pressione dei pori

COMM. 025cm16 R. 00

PAG. 8 DI 10

Committente SPEA S.p.A.  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 24/10-31/10/16  
 Certificato n° A26586 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 4767



Provino n°	Hi (mm)	Di (mm)	ΔV <sub>cons.</sub> (cm³)	Vp (mm/min)	σ <sub>c</sub> (kPa)	b.p. (kPa)	σ <sub>3</sub>	σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub>	ε (%)	W <sub>I</sub>	W <sub>I</sub>
3	75,2	37,4	4,1	0,02	450	200	250	364,7	10,8	10,8	17,3

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetti Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



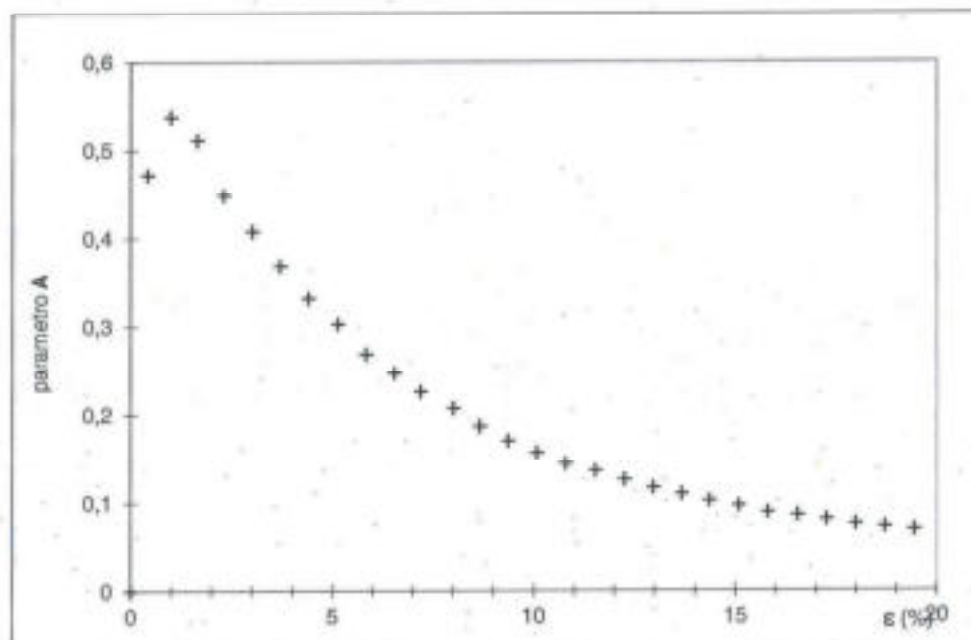
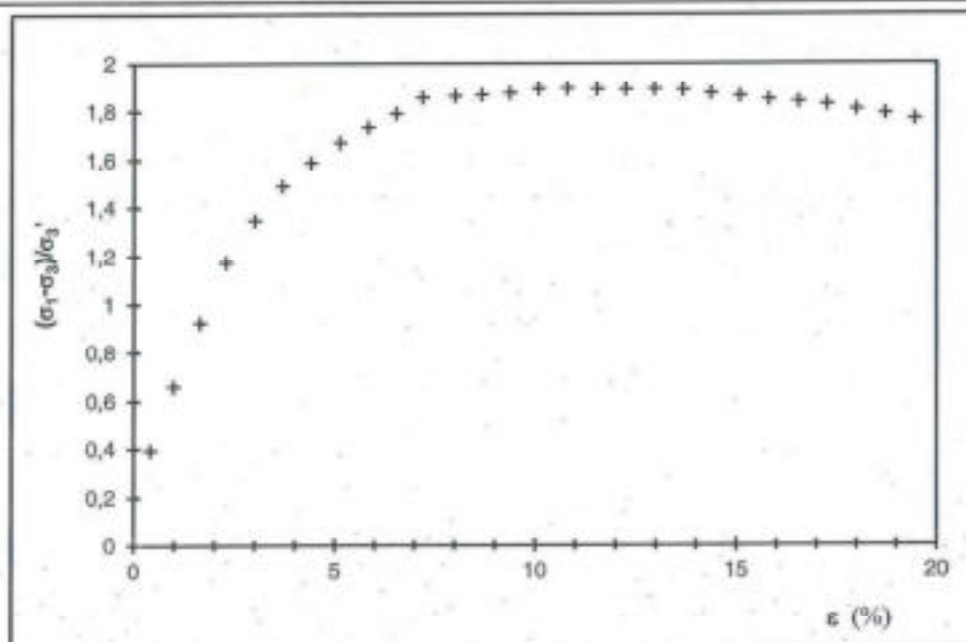


# Prova Triassiale CIU

Consolidata isotropicamente, non drenata, con misura della pressione dei pori

COMM. 026cm16 R. OO  
PAG. 9 DI 10

**Committente** SPEA S.p.A.  
**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
**Sondaggio** IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
**Data arrivo campione** 22/09/2016 **Data esecuzione prova** 24/10-31/10/16  
**Certificato n°** A26580 **Verbale di accettazione campioni n°** A077/16  
**Norma di riferimento:** ASTM D 4767



Provino n°	HI (mm)	DI (mm)	$\Delta V_{cons.}$ (cm³)	Vp (mm/min)	$\sigma_c$ (kPa)	b.p. (kPa)	$\sigma_3$	$\sigma_1 - \sigma_3$	$\epsilon$ (%)	Wl	Wt
3	75,2	37,4	4,1	0,02	450	200	250	364,7	10,8	19,8	17,3
Data	ott-16	Sperimentatore:	Dott. P. Pasqualetto	Direttore:	Dott. Geol. T. Vicenzetto						





# Prova Triassiale CIU

Consolidata isotropicamente, non drenata, con  
misura della pressione dei pori

COMM. 025cm18 R. 00  
 PAG. 10 DI 10

Committente SPEA S.p.A.  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP 5 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,50  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 24/10-31/10/16  
 Certificato n° **A26580** Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 4767

## PROVINO 3

FASE DI SATURAZIONE					
$\sigma_c$ (kPa)	bp (kPa)	$\Delta p$ (kPa)	$u_i$ (kPa)	$u_f$ (kPa)	B
50	40	100	0	87	0,87
100	90	100	0	89	0,89
150	140	100	0	92	0,92
200	190	100	0	95	0,95

FASE DI CONSOLIDAZIONE			
$\sigma_c$	450 (kPa)	bp	200 (kPa)
$\Delta t$		$\Delta v$	
min		cm <sup>3</sup>	
0,5		0,1	
1		0,2	
2		0,4	
4		0,7	
8		1,0	
15		1,6	
30		2,1	
60		2,7	
120		3,1	
600		3,8	
1440		4,0	
2880		4,2	

FASE DI ROTTURA					
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	e (%)	u (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	A
0	0	0	250	0	0
81,2	0,4	38,4	252,2	40,6	0,472
119,5	1,0	64,2	245,8	59,7	0,537
154,0	1,6	78,7	248,3	77,0	0,511
188,4	2,3	84,8	259,7	94,2	0,449
213,2	3,0	87,0	269,6	106,6	0,408
235,6	3,7	87,0	280,8	117,8	0,369
255,0	4,4	84,6	292,9	127,5	0,332
272,2	5,1	82,3	303,7	136,1	0,303
290,0	5,8	77,9	317,1	145,0	0,269
304,4	6,5	75,1	327,1	152,2	0,247
320,7	7,2	72,4	338,0	160,4	0,226
329,5	8,0	68,3	346,5	164,7	0,207
339,4	8,7	63,5	356,2	169,7	0,187
348,3	9,4	59,4	364,7	174,1	0,171
357,6	10,1	56,2	372,6	178,8	0,157
364,7	10,8	52,5	379,8	182,4	0,144
368,5	11,5	50,2	384,0	184,3	0,136
374,0	12,3	47,2	389,8	187,0	0,126
379,6	13,0	44,5	395,4	189,8	0,117
383,2	13,7	42,2	399,4	191,6	0,110
385,4	14,4	39,5	403,2	192,7	0,102
386,8	15,1	37,5	406,0	193,4	0,097
389,1	15,8	34,7	409,8	194,5	0,089
389,5	16,5	33,5	411,2	194,7	0,086
390,2	17,3	31,8	413,3	195,1	0,081
389,5	18,0	29,7	415,1	194,8	0,076
388,0	18,7	28,3	415,7	194,0	0,073
385,8	19,4	26,8	416,1	192,9	0,070

Grado di saturazione iniziale (%)	97,33
Grado di saturazione finale (%)	98,92
Peso di volume iniziale (Mg/m3)	2,09





# Apertura del Campione

descrizione geotecnica e prove di consistenza

COMM. 028CM18

PAG. 1 DI 1

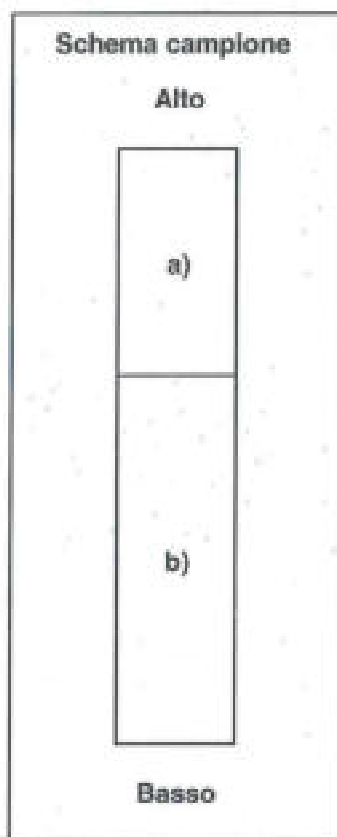
**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

**Sondaggio** IP5 **Campione** CI2 **Profondità** 7,80 - 8,40

**Verbale accettazione campioni** A077/16

Tipo di campione	Indisturbato	Tipo di contenitore	Fustella cilindrica inox
Data arrivo campione	22/09/2016	Data apertura campione	07/10/2016
Lunghezza dichiarata (mm)	800	Lunghezza reale (mm)	470
Diametro del campione (mm)	85		



## Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza

<b>a)</b> Spessore (mm) 180	Porzione di campione rimaneggiata	
	Pen. (kPa)	Tor. (kPa)
<b>b)</b> Spessore (mm) 290	Argilla con limo, debolmente sabbiosa, grigia	
	Pen. (kPa)	Tor. (kPa)
	70 - 110	25 - 28

### Prove eseguite - strato (b)

Contenuto naturale d'acqua ☒  
 Peso dell'unità di volume ☒  
 Limiti di Atterberg ☒  
 Peso specifico assoluto dei grani ☒  
 Analisi granulometrica per vagliatura meccanica ☒  
 Analisi granulometrica per sedimentazione ☒  
 Determinazione contenuto in sostanze organiche ☒  
 Determinazione contenuto in carbonati ☐  
 Prova di compressione con espansione laterale libera ☐

Prova edometrica ad incrementi di carico controllati ☒  
 Prova di taglio diretto con misura della resistenza max ☐  
 Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua ☐  
 Prova di taglio anulare ☐  
 Prova triassiale UU ☒  
 Prova triassiale CU ☐  
 Prova triassiale CID ☐  
 Provali colonna risante ☐  
 Prova di taglio torsionale ciclico ☐

Note:

Data: ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto







# Fotografia del Campione

COMM. 026CM16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 5 Campione CI2 Profondità (m) 7,80 - 8,40

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione foto 07/10/2016

Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Data ott-16 Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO  
NATURALE D'ACQUA**

COMM 026cm16 R. A  
PAG. 1 di 1

Committente	SPEA ENGINEERING SPA			
Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE			
Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	17/10/2016	
Certificato n°	A86531	Verbale di accettazione campioni n°	A077/16	

**NORMA ASTM D 2216**

Sondaggio	IP 5		
Campione	Cl 2 (b)		
Profondità	7,80-8,40		
Contenuto naturale d'acqua	Wn	(%)	27,9

**Provino 1**

peso umido lordo	103,799
peso secco lordo	84,908
peso tara	18,901
Wn	27,8

**Provino 2**

peso umido lordo	118,554
peso secco lordo	98,774
peso tara	18,895
Wn	28,0





# DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 17/10/2016

Certificato n° *A66582*

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA BS 1377

Sondaggio	IP5
Campione	Cl 2(b)
Profondità	7,80- 8,40
Peso dell'unità di volume $\gamma$ Mg/m <sup>3</sup>	1,98

### Provino 1

peso umido lordo	177,201
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,96

### Provino 2

peso umido lordo	178,662
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,99



Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto



## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 17/10/2016

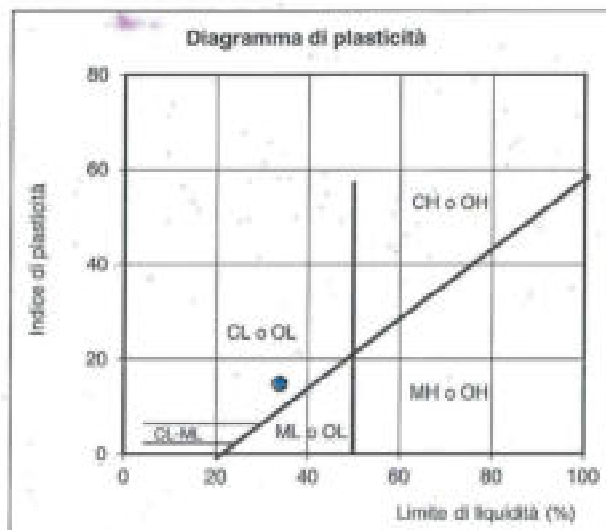
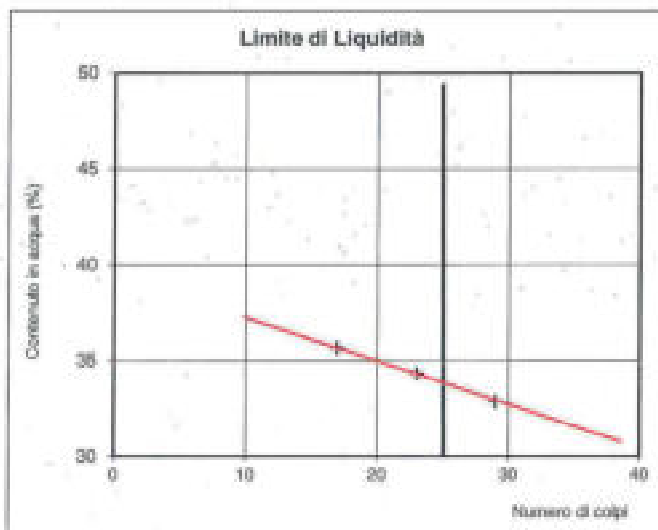
Certificato n° A26533

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	CI 2
Profondità	7,80-8,40

Limite di Liquidità	WI	(%)	33,8
Limite di plasticità	Wp	(%)	19,1
Indice di plasticità	Ip		14,7



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	40,144
peso secco lordo	34,461
peso tara	18,525
Numero colpi	17
Contenuto in acqua	35,66
WI	34,0

#### Provino 2

peso umido lordo	46,377
peso secco lordo	39,948
peso tara	21,213
Numero colpi	23
Contenuto in acqua	34,32
WI	34,0

#### Provino 3

peso umido lordo	42,445
peso secco lordo	35,919
peso tara	16,062
Numero colpi	29
Contenuto in acqua	32,86
WI	33,5

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	26,456
peso secco lordo	25,526
peso tara	20,611
Wp	18,9

#### Provino 2

peso umido lordo	21,764
peso secco lordo	20,897
peso tara	17,015
Wp	19,3



Data

ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto



## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO

COMM 028cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 18/10/2016

Certificato n° A26 586 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 854

Sondaggio	IP5
Campione	CI 2 (b)
Profondità	7,80-8,40
Peso specifico $\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2,70

	Provino 1	Provino 2
Temperatura di prova	24°	24°
Peso secco lordo	77,543	79,771
Peso tara	56,469	59,372
Peso picnometro finale	163,495	165,273
Taratura picnometro	150,216	152,461
Peso specifico $\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2,704	2,689

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. V. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE

COMM 03/BCM16 R. 00  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016 Data inizio prova 21/10/2016 Data fine prova 21/10/2016

Certificato n° A26585 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### Norma ASTM D 2974

Sondaggio	IP5
Campione	CI2
Profondità	7,80 - 8,40
Contenuto in sostanze Organiche (%)	1,6

#### Provino 1

peso secco lordo iniziale	47,425
peso secco lordo finale	47,108
peso tara	25,224
Temperatura di prova	440°C
% Sostanze organiche	1,4

#### Provino 2

peso secco lordo iniziale	52,754
peso secco lordo finale	52,227
peso tara	23,629
Temperatura di prova	440°C
% Sostanze organiche	1,8

Data ott-16

Sperimentatore: Dot. P. Pasqualetto

Direttore: Dot. Geol. T. Vicenzetto



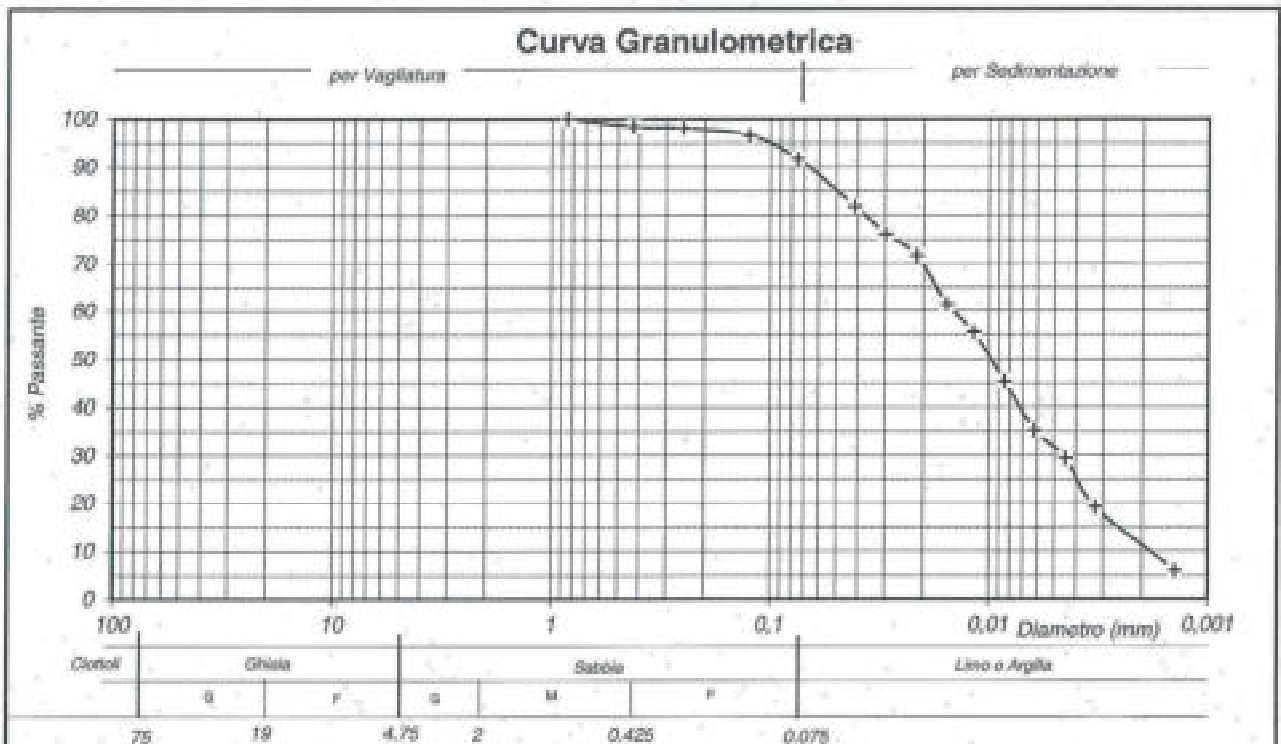




# Analisi Granulometrica

COMM. 026cm16 R. A  
PAG. 1 di 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
Sondaggio **IP5** Campione **CI 2 (b)** Profondità (m) **7,80 - 8,00**  
Certificato n° **A26586** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **21-23/10/2016**







## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 028cm16

PAG. 1 Di 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 2 (b) Profondità (m) 7,80 - 8,00

Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campione 22/08/2016 Data esecuzione prova 21-23/10/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	91,73

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

21-23/10/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
21/10/2016	24	1	31
		2	29
		4	27,5
		8	24
		15	22
		30	18,5
		60	15
		120	13
		240	9,5
22/10/2016		1440	5



Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P.Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto

Committente SPEA ENGINEERING SPA

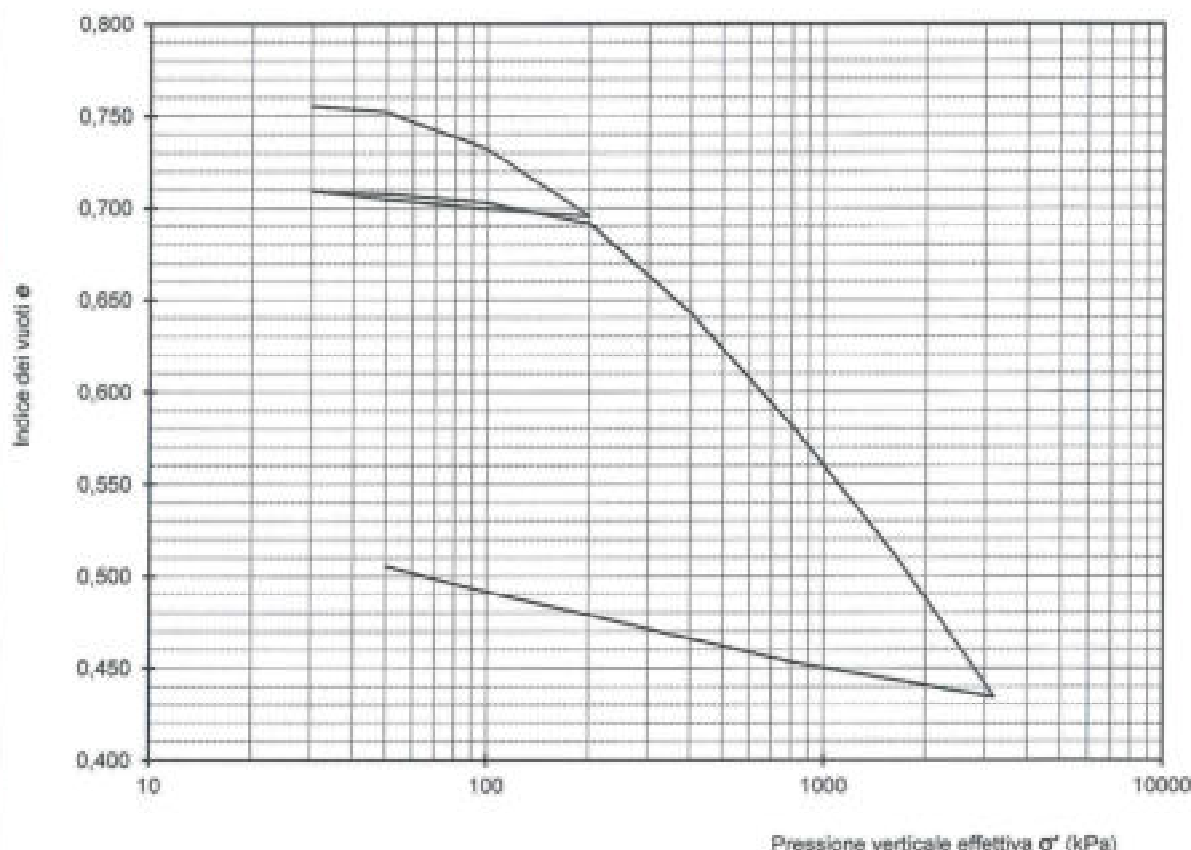
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,80- 8,40

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

 Certificato n° **A26587** Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagramma di compressibilità edometrica



Apparecchio n°	2
Diametro del provino (mm)	71,5
Altezza iniziale provino (mm)	20,0
Altezza finale provino (mm)	17,13
Contenuto in acqua iniziale (%)	28,6
Contenuto in acqua finale (%)	18,6
Indice di compressione	0,26
Grado di saturazione iniziale (%)	101,84
Grado di saturazione finale (%)	99,22
Peso di volume iniziale (Mg/m3)	1,98
Peso di volume finale (Mg/m3)	2,13

## DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL PROVINO

Argilla con limo, debolmente sabbiosa grigia

MASSA VOLUMICA DEI GRANI $\rho_s =$	2,70	Mg/m <sup>3</sup>
Valore assunto	<input type="checkbox"/>	
Valore determinato	<input checked="" type="checkbox"/>	

 TENSIONE DI RIGONFIAMENTO  $\sigma'_{rs}$  kPa

 Stimata all'incremento più prossimo  
determinata con apposita prova

☐  
☐

Pressione verticale effettiva $\sigma'$ (kPa)	Indice dei vuoti $e$
0	0,757
30	0,755
50	0,752
100	0,732
200	0,696
400	0,700
800	0,705
1600	0,709
3200	0,708
6400	0,703
12800	0,691
25600	0,643
51200	0,582
102400	0,513
204800	0,434
409600	0,453
819200	0,479
1638400	0,491
3276800	0,505

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



# Prova edometrica (ASTM D 2435)

COMM. 026cm16

## diagramma del Modulo edometrico

PAG. 2 DI 8

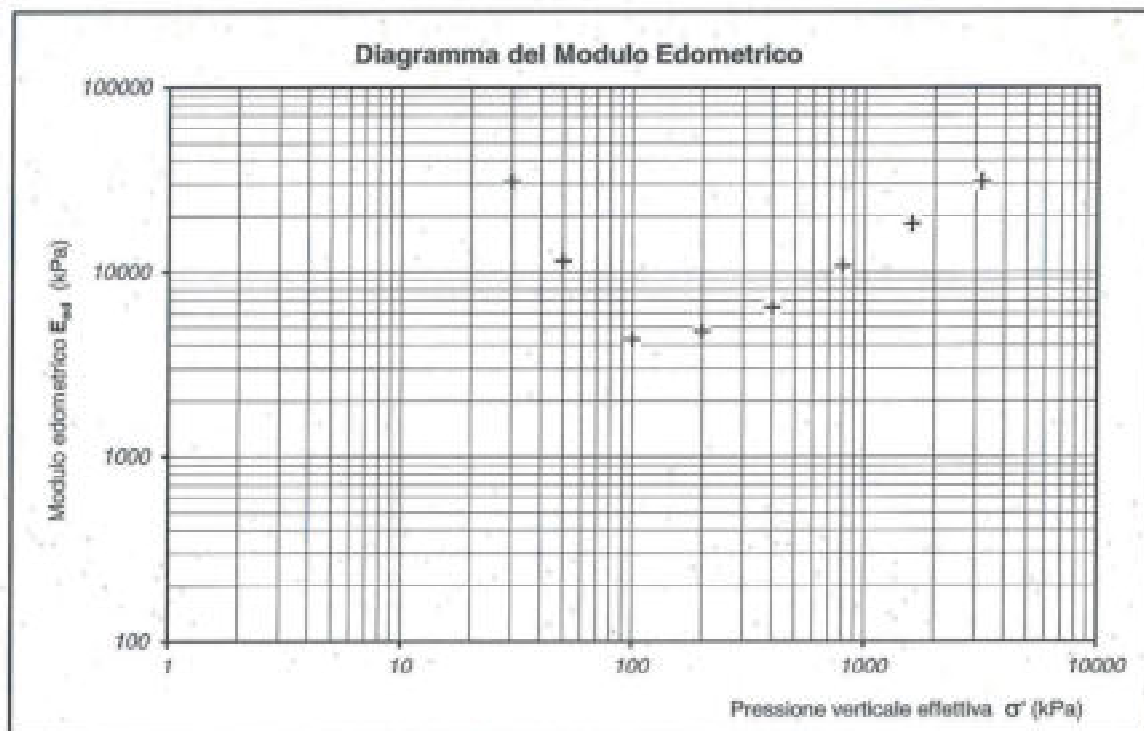
Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,80- 8,40

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° A26587 Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Pressione verticale effettiva $\sigma'$ (kPa)	Modulo Edometrico $E_{ed}$ (kPa)
30	30769
50	11485
100	4298
200	4771
400	6429
800	10801
1600	18283
3200	30856

Note:

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 028cm18

PAG. 3 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

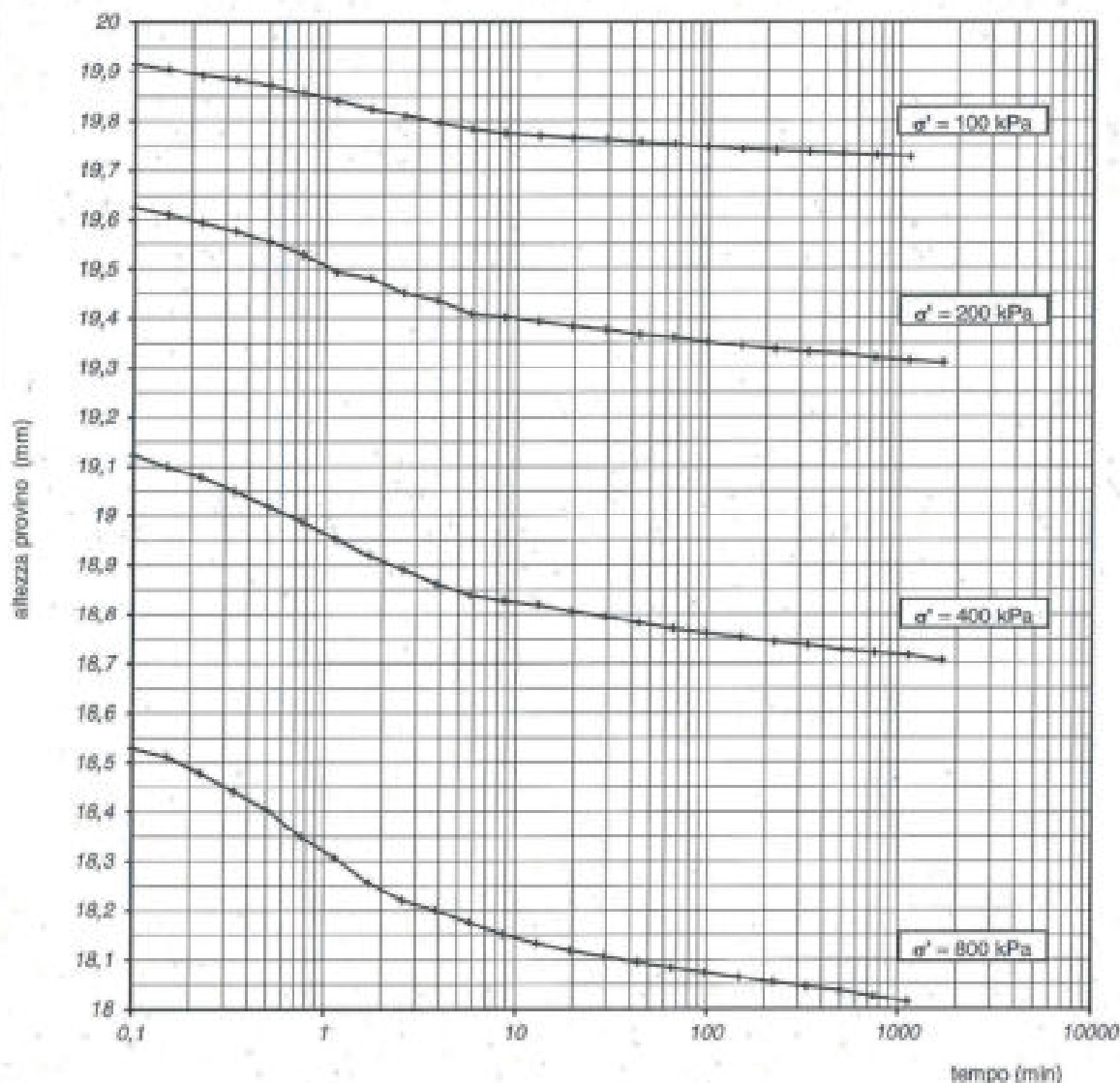
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,80- 8,40

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° A26 587 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagrammi cedimenti - tempo



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_{\alpha}$	$E_{ed}$	$K$
da	a	( $\text{m}^2/\text{s}$ )		(kPa)	( $\text{m/s}$ )
50	100	$5,0 \times 10^{-7}$	$1,4 \times 10^{-3}$	4298	$1,1 \times 10^{-6}$
100	200	$4,5 \times 10^{-7}$	$2,4 \times 10^{-3}$	4771	$9,4 \times 10^{-6}$
200	400	$3,9 \times 10^{-7}$	$1,4 \times 10^{-3}$	6429	$6,1 \times 10^{-6}$
400	800	$3,9 \times 10^{-7}$	$2,1 \times 10^{-3}$	10601	$3,7 \times 10^{-6}$

Data 01/16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 028cm18

PAG. 4 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

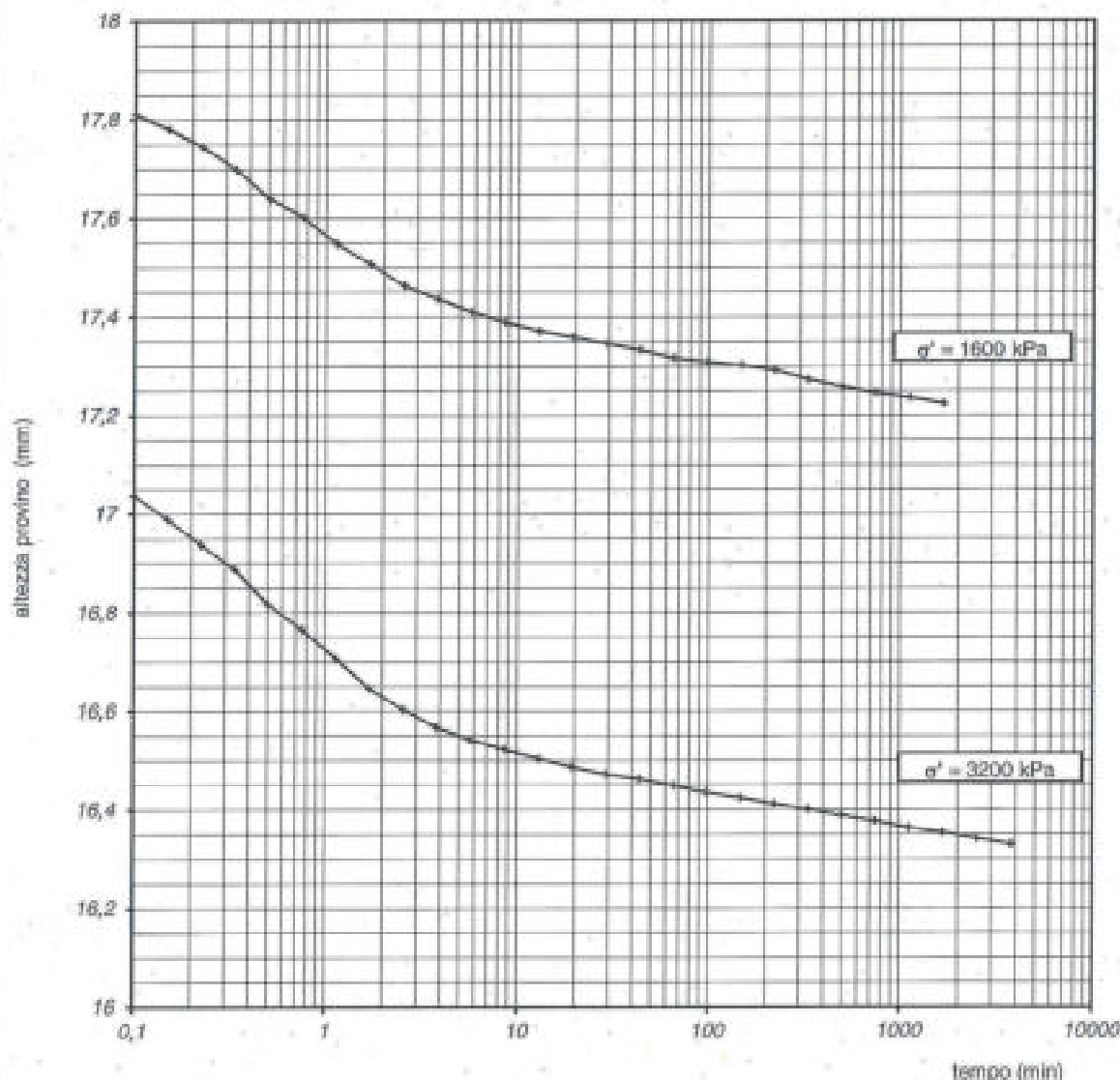
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IPS Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,80- 8,40

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° A26587 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagrammi cedimenti - tempo




Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_{\alpha}$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
800	1600	$5,1 \times 10^{-7}$	$3,2 \times 10^{-3}$	16726	$2,7 \times 10^{-16}$
1600	3200	$4,6 \times 10^{-7}$	$1,9 \times 10^{-3}$	28458	$1,5 \times 10^{-16}$

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





	Prova edometrica (ASTM D 2435)	COMM. 028cm16
	diagrammi cedimenti - tempo	PAG. 6 DI 8

Committente	SPEA ENGINEERING SPA		
Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE		
Sondaggio	IP5	Campione	CI 2(b) Profondità (m) 7,80- 8,40
Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	12/10-31/10/2016
Certificato n°	A077/16		

### TABELLE DATI

Incremento di carico da	200 kPa	a	100 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,3327		
0,15	19,3336		
0,23	19,3356		
0,34	19,3365		
0,51	19,3373		
0,76	19,3381		
1,14	19,3394		
1,71	19,3389		
2,56	19,3402		
3,84	19,3402		
5,77	19,341		
8,65	19,3422		
12,97	19,3422		
19,46	19,3439		
29,19	19,3435		
43,79	19,3439		
65,68	19,3439		
98,53	19,3447		
147,79	19,3443		
221,68	19,3447		
332,52	19,3447		
498,78	19,3455		
748,18	19,3451		

Incremento di carico da	100 kPa	a	50 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,3774		
0,15	19,3798		
0,23	19,3819		
0,34	19,3836		
0,51	19,3856		
0,76	19,3881		
1,14	19,3906		
1,71	19,3918		
2,56	19,3935		
3,84	19,3939		
5,77	19,3955		
8,65	19,3968		
12,97	19,3972		
19,46	19,3976		
29,19	19,3984		
43,79	19,3993		
65,68	19,4005		
98,53	19,4028		
147,79	19,4022		
221,68	19,4028		
332,52	19,4038		
498,78	19,4038		
748,18	19,4046		
1122,27	19,4034		
1683,42	19,4042		

Incremento di carico da	50 kPa	a	30 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,4232		
0,15	19,4278		
0,23	19,4307		
0,34	19,4323		
0,51	19,4352		
0,76	19,4377		
1,14	19,4402		
1,71	19,4422		
2,56	19,4427		
3,84	19,4435		
5,77	19,4435		
8,65	19,4439		
12,97	19,4443		
19,46	19,4447		
29,19	19,4447		
43,79	19,446		
65,68	19,4484		
98,53	19,4472		
147,79	19,448		
221,68	19,4484		
332,52	19,4493		
498,78	19,4501		
748,18	19,4508		
1122,27	19,4522		

Incremento di carico da	30 kPa	a	50 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,4451		
0,15	19,4443		
0,23	19,4435		
0,34	19,4431		
0,51	19,4427		
0,76	19,4427		
1,14	19,4422		
1,71	19,4418		
2,56	19,4427		
3,84	19,4418		
5,77	19,4422		
8,65	19,4414		
12,97	19,4410		
19,46	19,4427		
29,19	19,4418		
43,79	19,4418		
65,68	19,4410		
98,53	19,4410		
147,79	19,4414		
221,68	19,4414		
332,52	19,4410		
498,78	19,4406		
748,18	19,4398		
1122,27	19,4402		

Data	ott-16	Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto	Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto
------	--------	-------------------------------------	--------------------------------------







# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 7 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,80- 8,40

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° AIC587 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## TABELLE DATI

Incremento di carico da	50 kPa	a	100 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,3989		
0,15	19,3970		
0,23	19,3943		
0,34	19,3927		
0,51	19,3898		
0,76	19,3873		
1,14	19,3873		
1,71	19,386		
2,56	19,3856		
3,84	19,3852		
5,77	19,3844		
8,65	19,3836		
12,97	19,3836		
19,46	19,3836		
29,19	19,3827		
43,79	19,3827		
65,68	19,3823		
98,53	19,3832		
147,79	19,3832		
221,68	19,384		
332,52	19,384		
498,78	19,3836		
748,18	19,384		
1122,27	19,3832		

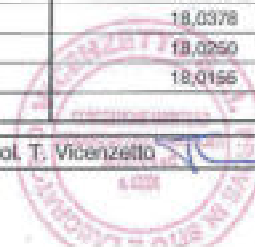
Incremento di carico da	100 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,3274		
0,15	19,3228		
0,23	19,3166		
0,34	19,3117		
0,51	19,3079		
0,76	19,3005		
1,14	19,2935		
1,71	19,2889		
2,56	19,2865		
3,84	19,284		
5,77	19,2823		
8,65	19,2807		
12,97	19,279		
19,46	19,2774		
29,19	19,2749		
43,79	19,2728		
65,68	19,2712		
98,53	19,2696		
147,79	19,2683		
221,68	19,2666		
332,52	19,2642		
498,78	19,2613		
748,18	19,2571		
1122,27	19,2546		

Incremento di carico da	200 kPa	a	400 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1224		
0,15	19,0993		
0,23	19,0762		
0,34	19,0493		
0,51	19,0183		
0,76	19,9999		
1,14	18,9526		
1,71	18,9187		
2,56	18,8898		
3,84	18,8613		
5,77	18,839		
8,65	18,8274		
12,97	18,8191		
19,46	18,8055		
29,19	18,7948		
43,79	18,7824		
65,68	18,7708		
98,53	18,7617		
147,79	18,7539		
221,68	18,7443		
332,52	18,7373		
498,78	18,7274		
748,18	18,722		
1122,27	18,7163		
1683,42	18,7059		

Incremento di carico da	400 kPa	a	800 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,5282		
0,15	18,5113		
0,23	18,4787		
0,34	18,4402		
0,51	18,4035		
0,76	18,3493		
1,14	18,3064		
1,71	18,2560		
2,56	18,2200		
3,84	18,2008		
5,77	18,1750		
8,65	18,1510		
12,97	18,1328		
19,46	18,1179		
29,19	18,1064		
43,79	18,0948		
65,68	18,0836		
98,53	18,0737		
147,79	18,0634		
221,68	18,0539		
332,52	18,0452		
498,78	18,0378		
748,18	18,0250		
1122,27	18,0156		

Data 01-16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualeto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



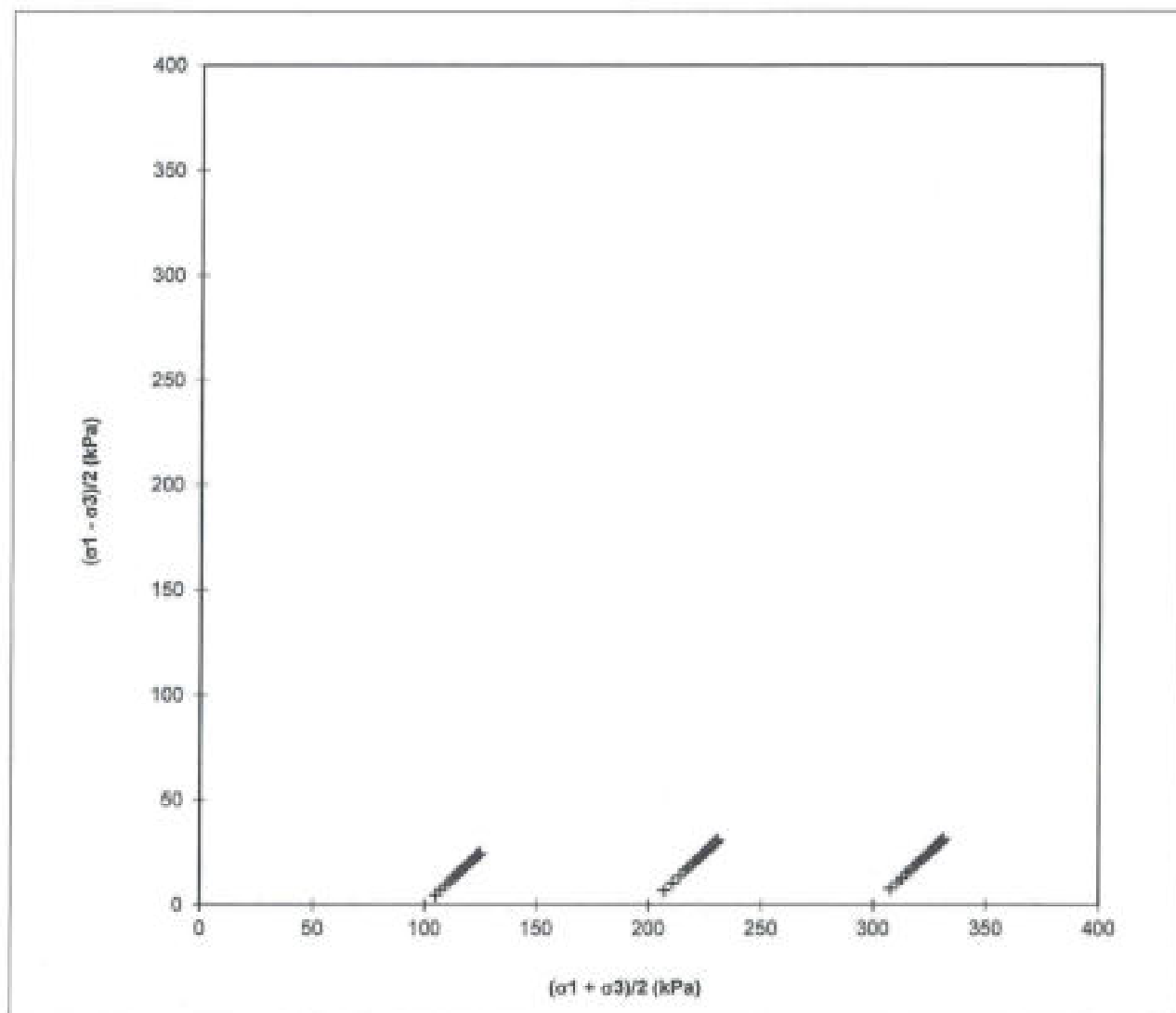




# Prova Triassiale UU non consolidata e non drenata

COMM. 026cm16  
 PAG. 1 DI 3

Committente SPEA S.p.A.  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP 5 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,80 - 8,40  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 20/10/2016  
 Certificato n° A26588 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 2850



$\sigma_c$ (kPa)	$b_p$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\varepsilon$ (rottura) (%)	$W_i$ (%)	$W_f$ (%)	$\rho$ (Mg/m <sup>3</sup> )
100	0	100	149	12,8	28,9	28,1	1,97
200	0	200	261	12,0	28,8	28,4	1,95
300	0	300	362	13,1	28,2	27,7	1,98

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



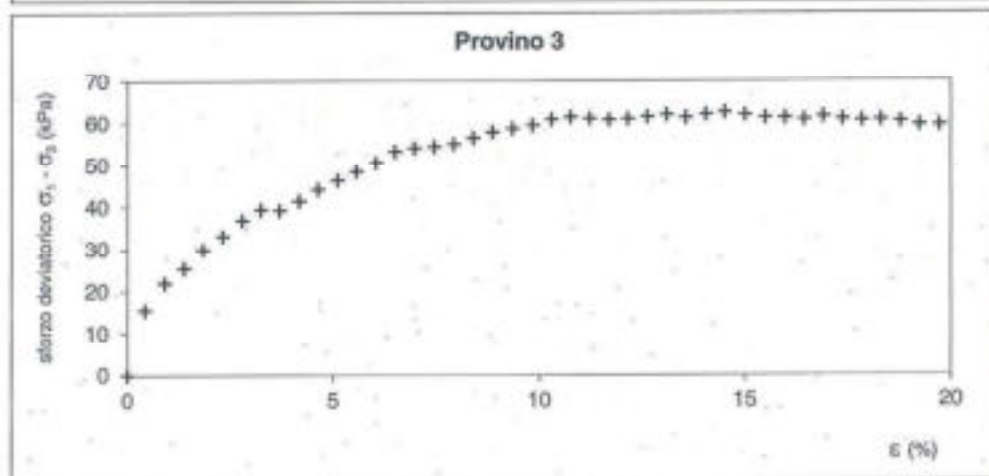
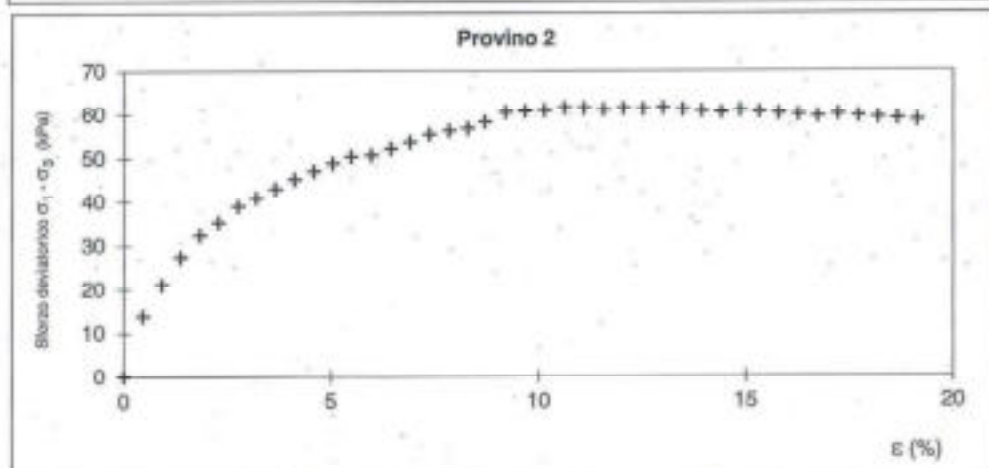
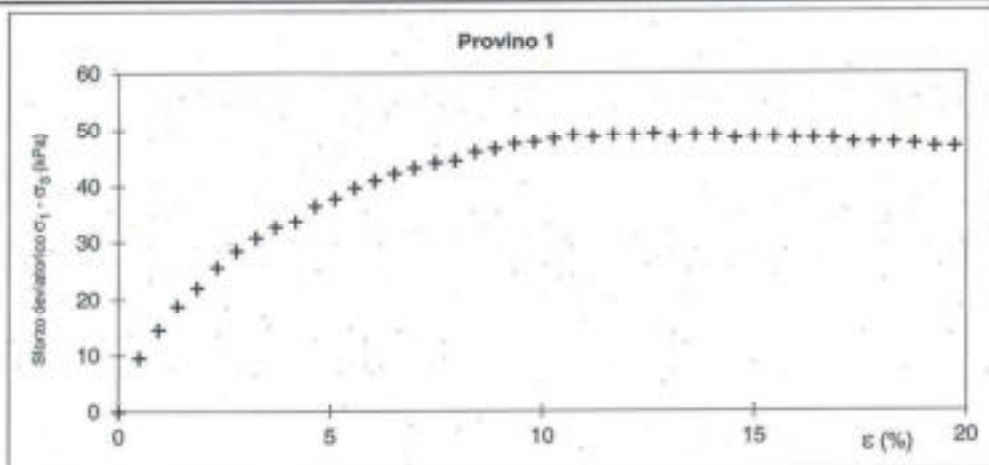


# Prova Triassiale UU non consolidata e non drenata

COMM. 026cm16

PAG. 2 DI 3

Committente SPEA S.p.A.  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 5 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,80 - 8,40  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 20/10/2016  
Certificato n° A26588 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Norma di riferimento: ASTM D 2850



	H (mm)	D(mm)	Vp (mm/min)	$\sigma_c$ (kPa)	b.p. (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon_x$ (%)	Wl	Wp
Provino 1	76,0	36,7	0,5	100	0	100	49,3	12,6	28,9	28,1
Provino 2	76,0	36,9	0,5	200	0	200	61,3	12,0	28,8	28,4
Provino 3	75,8	36,7	0,5	300	0	300	62,0	13,1	28,2	27,7

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova Triassiale UU

## non consolidata e non drenata

COMM. 026cm16

PAG. 3 DI 3

**Committente** SPEA S.p.A.  
**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
**Sondaggio** IP 5 **Campione** CI 2(b) **Profondità (m)** 7,80 - 8,40  
**Data arrivo campione** 22/09/2016 **Data esecuzione prova** 20/10/2016  
**Certificato n°** A26538 **Verbale di accettazione campioni n°** A077/16  
**Norma di riferimento:** ASTM D 2850

Provino 1	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
9,61	0,49
14,51	0,93
18,74	1,38
22,02	1,84
25,57	2,31
28,48	2,77
30,75	3,24
32,70	3,70
33,73	4,18
36,54	4,64
37,84	5,11
39,71	5,58
40,98	6,05
42,23	6,52
43,18	6,99
44,11	7,47
44,45	7,95
45,94	8,41
46,56	8,88
47,45	9,34
47,77	9,80
48,37	10,26
48,95	10,72
48,69	11,20
48,98	11,67
48,99	12,15
49,25	12,63
48,73	13,11
48,99	13,60
48,99	14,08
48,46	14,54
48,73	15,00
48,72	15,47
48,44	15,95
48,44	16,40
48,43	16,87
47,65	17,33
47,63	17,81
47,61	18,28
47,32	18,77
46,79	19,26
46,77	19,73

Provino 2	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
13,81	0,45
21,07	0,90
27,36	1,35
32,38	1,82
35,24	2,27
38,97	2,74
40,88	3,18
43,06	3,65
45,21	4,11
47,05	4,58
48,88	5,03
50,39	5,49
50,71	5,97
52,19	6,45
53,65	6,91
55,38	7,37
56,24	7,84
56,81	8,29
58,24	8,71
60,44	9,20
60,69	9,67
60,91	10,14
61,43	10,62
61,38	11,09
61,05	11,56
61,26	12,05
61,19	12,53
61,40	13,00
61,08	13,48
60,74	13,94
60,41	14,41
60,87	14,86
60,54	15,32
60,21	15,79
59,87	16,26
59,53	16,74
59,95	17,22
59,60	17,71
59,25	18,18
58,92	18,65
58,57	19,13

Provino 3	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
15,51	0,42
21,92	0,90
25,50	1,37
29,97	1,82
33,18	2,30
36,95	2,78
39,49	3,23
39,30	3,69
41,50	4,17
44,26	4,63
46,41	5,11
48,53	5,57
50,63	6,05
53,29	6,51
54,18	6,98
54,48	7,45
55,06	7,93
56,49	8,40
57,91	8,86
58,72	9,35
59,54	9,83
60,91	10,29
61,42	10,76
61,10	11,23
60,78	11,69
61,01	12,15
61,50	12,63
61,98	13,09
61,37	13,56
62,10	14,04
62,56	14,51
61,94	14,99
61,32	15,49
61,23	15,97
60,89	16,43
61,58	16,90
60,98	17,37
60,63	17,84
60,80	18,30
60,45	18,77
59,59	19,24
59,49	19,71





# Apertura del Campione

descrizione geotecnica e prove di consistenza

COMM. 026CM16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 5 Campione CI3 Profondità 14,75 - 15,15

Verbale accettazione campioni A077/16

Tipo di campione	Indisturbato	Tipo di contenitore	Fustella cilindrica inox
Data arrivo campione	22/09/2016	Data apertura campione	07/10/2016
Lunghezza dichiarata (mm)	400	Lunghezza reale (mm)	300
Diametro del campione (mm)	85		

## Schema campione

Alto



Basso

## Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza

a)	Argilla debolmente limosa grigia intercalata da rari livelli più limosi			
Spessore (mm)				
300	Pen. (kPa)	140 - 160	Pen. (kPa)	110 - 120
	Tor. (kPa)	56	Tor. (kPa)	48

## Prove eseguite

Contenuto naturale d'acqua ☒  
 Peso dell'unità di volume ☒  
 Limiti di Atterberg ☒  
 Peso specifico assoluto dei grani ☒  
 Analisi granulometrica per vagliatura meccanica ☒  
 Analisi granulometrica per sedimentazione ☒  
 Determinazione contenuto in sostanze organiche ☒  
 Determinazione contenuto in carbonati ☐  
 Prova di compressione con espansione laterale libera ☐

Prova edometrica ad incrementi di carico controllati ☒  
 Prova di taglio diretto con misura della resistenza max ☐  
 Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua ☐  
 Prova di taglio anulare ☐  
 Prova triassiale UU ☒  
 Prova triassiale CIU ☐  
 Prova triassiale CID ☐  
 Prova di colonna risonante ☐  
 Prova di taglio torsionale ciclico ☐

Note:

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualotto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Fotografia del Campione

COMM. 028CM16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 5 Campione CI3 Profondità (m) 14,75 - 15,15

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione foto 07/10/2016

Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Data ott-16

Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto







# DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

COMM. 026cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente	SPEA ENGINEERING SPA		
Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE		
Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	18/10/2016
Certificato n°	A26 589	Verbale di accettazione campioni n°	A077/16

## NORMA ASTM D 2216

Sondaggio	IP 5
Campione	CI 3
Profondità	14,75-15,15
Contenuto naturale d'acqua Wn (%)	30,2

### Provino 1

peso umido lordo	82,344
peso secco lordo	67,561
peso tara	18,146
Wn	29,9

### Provino 2

peso umido lordo	103,041
peso secco lordo	82,678
peso tara	15,963
Wn	30,5





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

COMM 026cm18

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova

17/10/2016

Certificato n° A26590

Verbale di accettazione campioni n°

A077/16

**NORMA BS 1377**

Sondaggio	IP5
Campione	Cl 3
Profondità	14,75 - 15,15
Peso dell'unità di volume $\gamma$ Mg/m <sup>3</sup>	1,95

**Provino 1**

peso umido lordo	176,224
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,94

**Provino 2**

peso umido lordo	177,318
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,95

Data ott-16

Sperimentatore:

Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 025cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Data arrivo campione **22/09/2016**

Data esecuzione prova **18/10/2016**

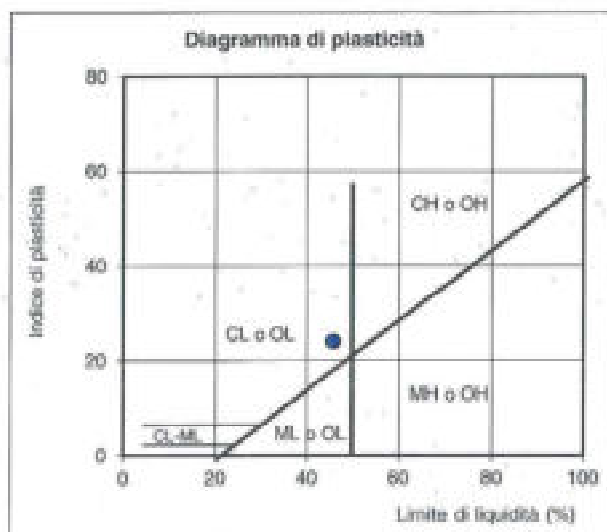
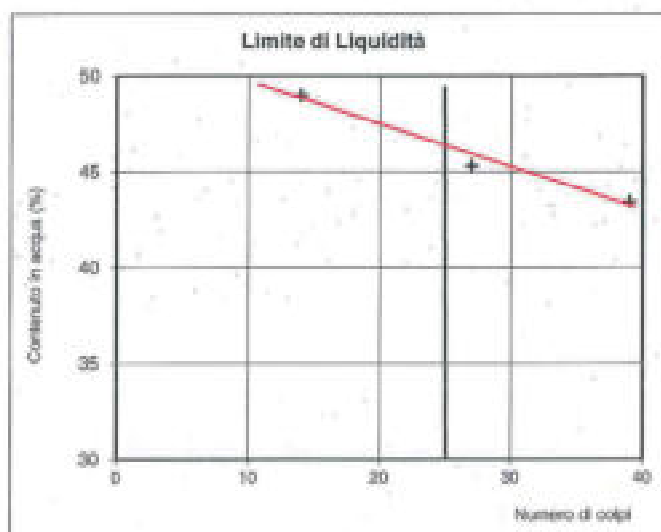
Certificato n° **AIG 591**

Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	CI3
Profondità	14,75-15,15

Limite di Liquidità	WI	(%)	45,7
Limite di plasticità	Wp	(%)	21,7
Indice di plasticità	Ip		24,0



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	39,831
peso secco lordo	32,972
peso tara	17,834
Numero colpi	27
Contenuto in acqua	45,31
WI	45,7

#### Provino 2

peso umido lordo	36,024
peso secco lordo	29,685
peso tara	15,091
Numero colpi	39
Contenuto in acqua	43,44
WI	45,8

#### Provino 3

peso umido lordo	42,256
peso secco lordo	35,145
peso tara	20,632
Numero colpi	14
Contenuto in acqua	49,00
WI	45,7

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	23,790
peso secco lordo	22,807
peso tara	18,245
Wp	21,5

#### Provino 2

peso umido lordo	23,285
peso secco lordo	22,495
peso tara	18,895
Wp	21,9

Data **ott-16**

Sperimentatore: Dott. P. Pasquale

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO

COMM. 028cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente	SPEA ENGINEERING SPA		
Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE		
Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	18/10/2016
Certificato n°	A6592	Verbale di accettazione campioni n°	A077/16

## NORMA ASTM D 854

Sondaggio	IP5		
Campione	CI 3		
Profondità	14,75-15,15		
Peso specifico	$\gamma_s$	Mg/m <sup>3</sup>	2,69

	Provino 1	Provino 2
Temperatura di prova	24°	24°
Peso secco lordo	81,769	92,425
Peso tara	58,854	71,421
Peso picnometro finale	166,317	178,052
Taratura picnometro	151,915	164,843
Peso specifico	$\gamma_s$	Mg/m <sup>3</sup>
	2,692	2,695





## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE

COMM 026CM16 FL 00  
PAOL 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016 Data inizio prova 21/10/2016 Data fine prova 21/10/2016

Certificato n° A26573 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### Norma ASTM D 2974

Sondaggio	IP5
Campione	CI3
Profondità	14,75 - 15,15
Contenuto in sostanze Organiche (%)	1,8

#### Provino 1

peso secco lordo iniziale	54,922
peso secco lordo finale	54,395
peso tara	28,757
Temperatura di prova	440°C
% Sostanze organiche	1,9

#### Provino 2

peso secco lordo iniziale	45,824
peso secco lordo finale	45,397
peso tara	21,828
Temperatura di prova	440°C
% Sostanze organiche	1,8

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualotto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



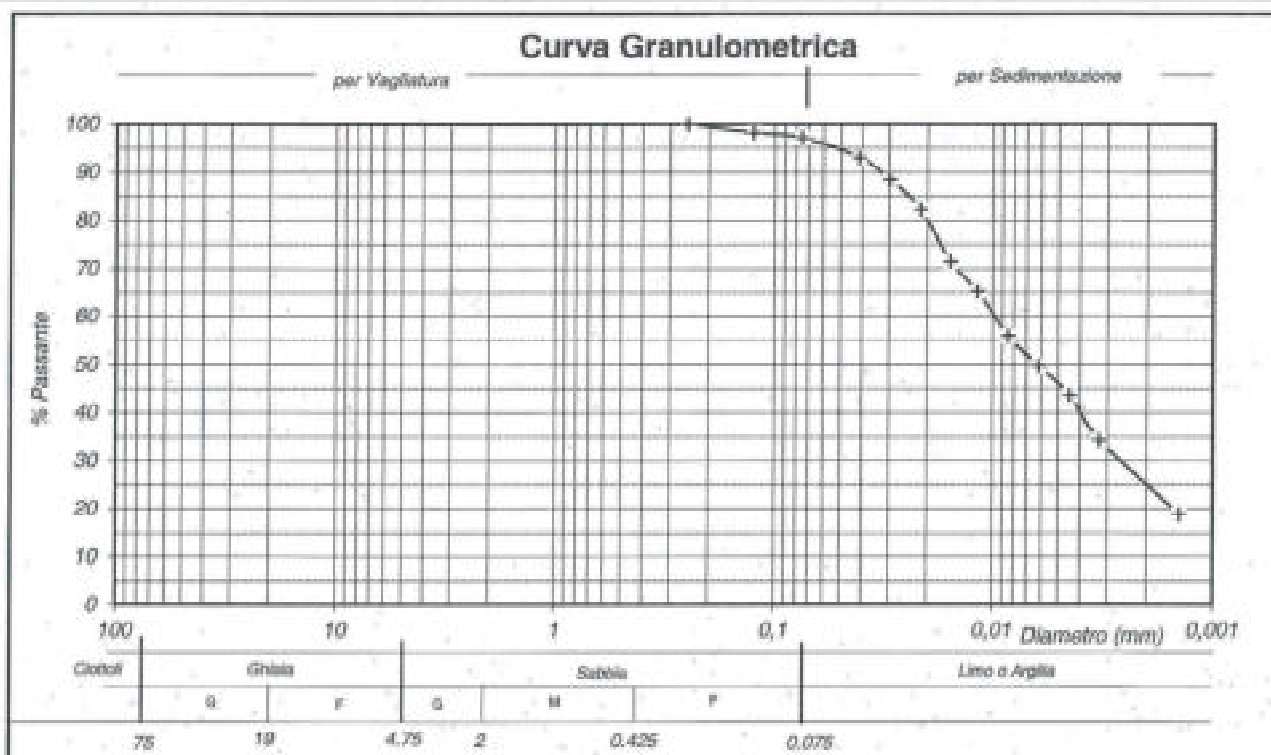
Committente SPEA ENGINEERING SPA

## Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio	IP5	Campione	Cl 3	Profondità (m)	14,75-15,15
-----------	-----	----------	------	----------------	-------------

Certificato n° A76 596 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	18-20/10/2016
----------------------	------------	-----------------------	---------------



Analisi granulometrica (ASTM D 422)

8022



setacci serie ASTM



unpublished



seneci serie UN

1

#### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densímetro (ASTM D 422)



metodo con pipetta Andreasen (BS 1377)

2

CLASSIFICAZIONE USCS	GL
----------------------	----

**CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006**

A-7-B

Peso del materiale analizzato	(gr)	165.43
-------------------------------	------	--------

Diametro massimo &lt;0.25 mm

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	
2,00	
0,85	
0,43	
0,25	100,0
0,125	98,2
0,075	97,2

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	93,1
0,0296	88,5
0,0215	82,3
0,0157	71,5
0,0117	65,3
0,0085	56,0
0,0062	49,8
0,0045	43,0
0,0030	34,3
0,0014	18,9

Data	ott-16	Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto
------	--------	--------------------------------------

## Discussion

Dott. Geol. T. Vicenzotto



## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 3 Profondità (m) 14,75-15,15

Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 18-20/10/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,69
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	97,18

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

18-20/10/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
18/10/2016	24	1	33
		2	31,5
		4	29,5
		8	26
		15	24
		30	21
		60	19
		120	17
		240	14
19/10/2016		1440	9



Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto

PP

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



Committente SPEA ENGINEERING SPA

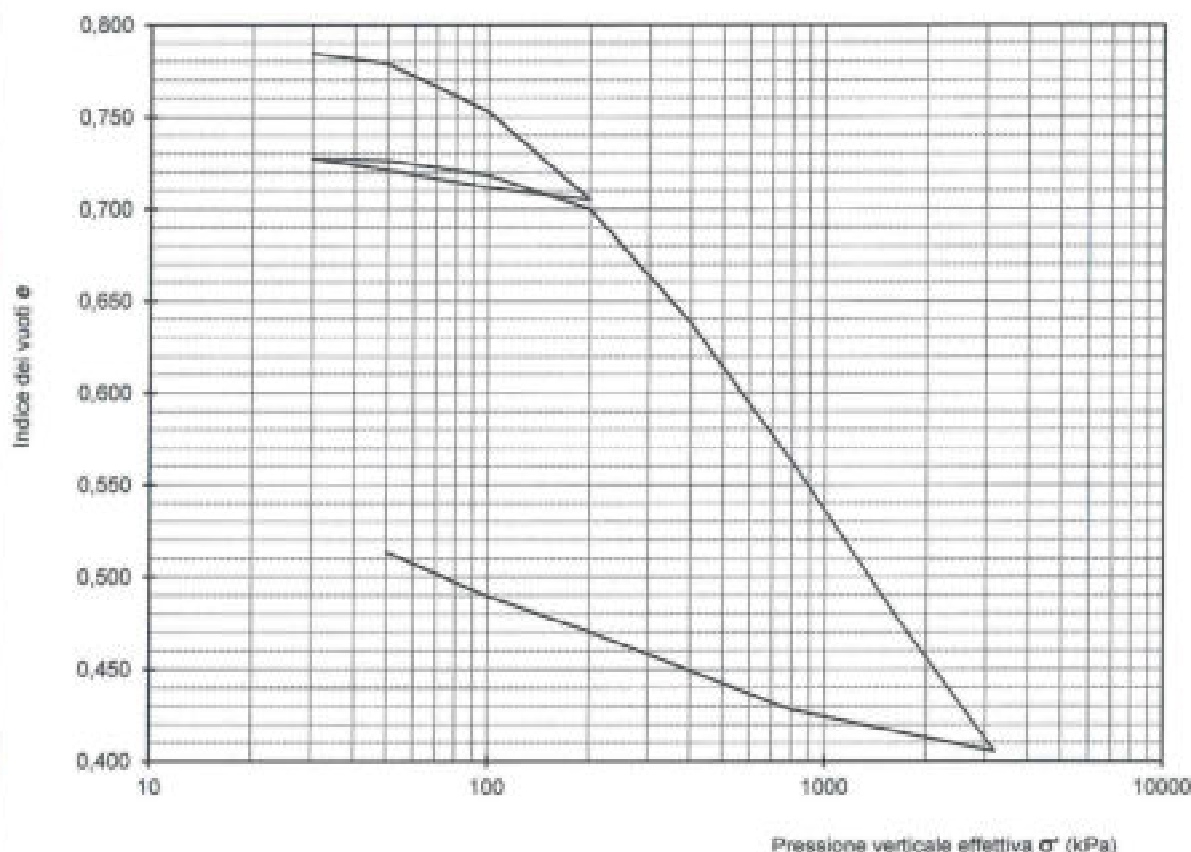
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 3 Profondità (m) 14,75 - 15,15

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° A26595 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagramma di compressibilità edometrica



Apparecchio n°	4
Diametro del provino (mm)	71,5
Altezza iniziale provino (mm)	20,0
Altezza finale provino (mm)	16,95
Contenuto in acqua iniziale (%)	29,7
Contenuto in acqua finale (%)	20,2
Indice di compressione	0,25
Grado di saturazione iniziale (%)	101,72
Grado di saturazione finale (%)	105,64
Peso di volume iniziale (Mg/m3)	1,95
Peso di volume finale (Mg/m3)	2,14

## DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL PROVINO

Argilla debolmente limosa grigia

 MASSA VOLUMICA DEI GRANI  $\rho_s = 2,69 \text{ Mg/m}^3$ 

Valore assunto

Valore determinato

 TENSIONE DI RIGONFIAMENTO  $\sigma'_{rs} =$  kPa

Stimata all'incremento più prossimo

determinata con apposita prova

Pressione verticale effettiva $\sigma'_v$ (kPa)	Indice dei vuoti $e$
0	0,786
30	0,784
50	0,779
100	0,753
200	0,706
100	0,712
50	0,721
30	0,727
50	0,726
100	0,718
200	0,700
400	0,638
800	0,562
1600	0,480
3200	0,406
800	0,428
200	0,470
100	0,490
50	0,514

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



# Prova edometrica (ASTM D 2435)

## diagramma del Modulo edometrico

COMM. 026cm16

PAG. 2 DI 8

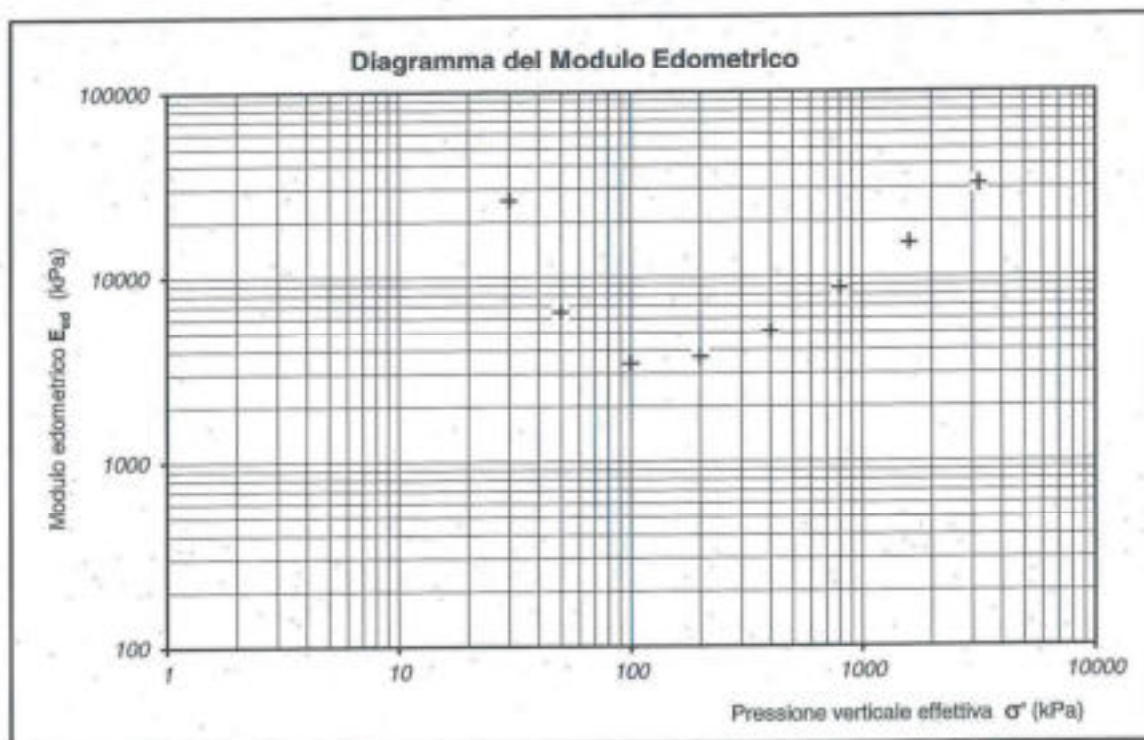
Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 3 Profondità (m) 14,75 - 15,15

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° A26 555 Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Pressione verticale effettiva $\sigma'$ (kPa)	Modulo Edometrico $E_{ed}$ (kPa)
30	26019
50	6505
100	3393
200	3673
400	5089
800	8674
1600	15225
3200	31494

Note:

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 3 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

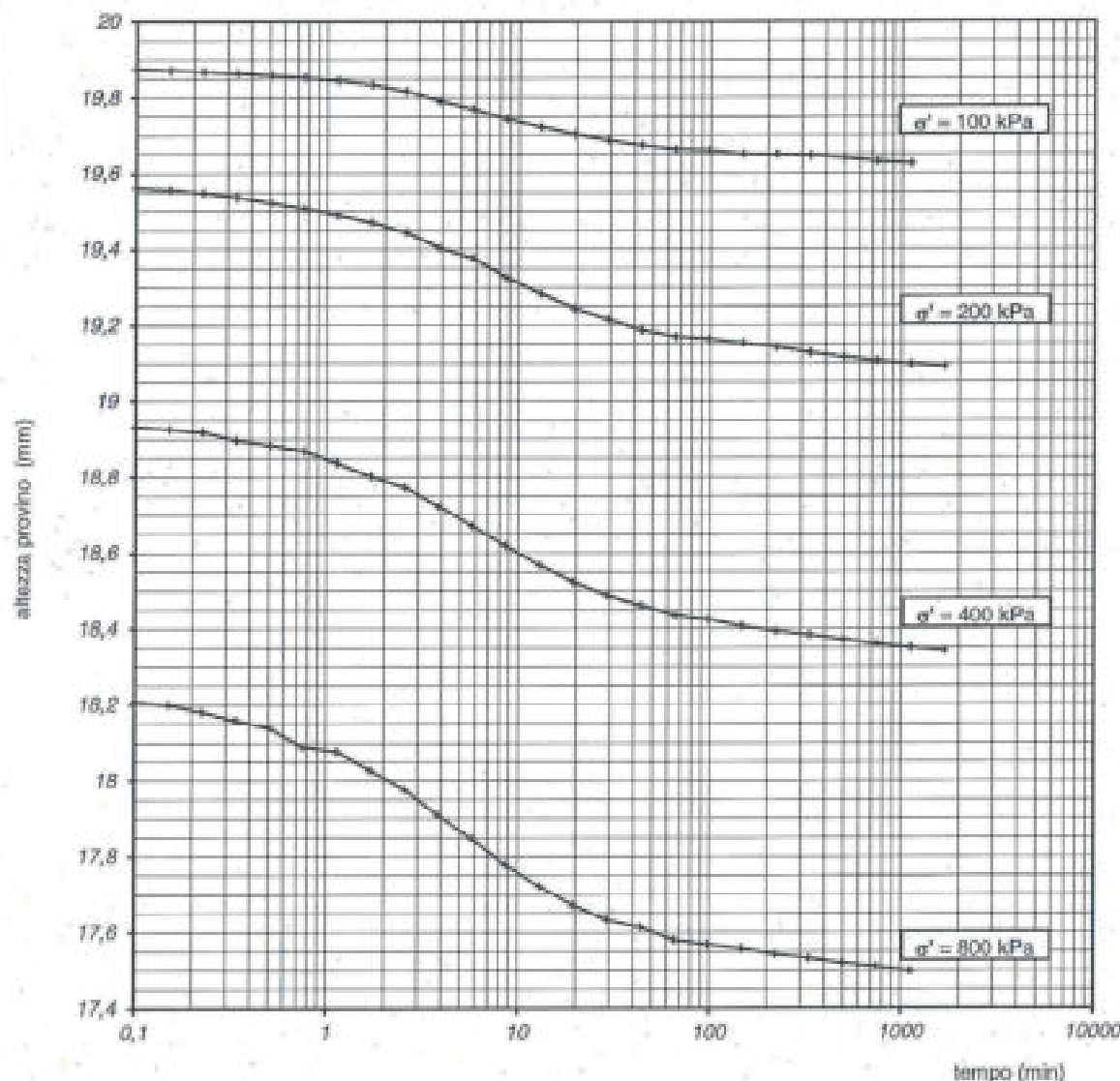
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IPS Campione CI 3 Profondità (m) 14,75 - 15,15

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° A26595 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagrammi cedimenti - tempo



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_{\alpha}$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
50	100	$7,4 \times 10^{-8}$	$2,9 \times 10^{-3}$	3393	$2,2 \times 10^{-16}$
100	200	$5,5 \times 10^{-8}$	$3,5 \times 10^{-3}$	3673	$1,4 \times 10^{-16}$
200	400	$6,3 \times 10^{-8}$	$2,4 \times 10^{-3}$	5089	$1,2 \times 10^{-16}$
400	800	$6,5 \times 10^{-8}$	$2,3 \times 10^{-3}$	8674	$7,6 \times 10^{-17}$

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 4 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

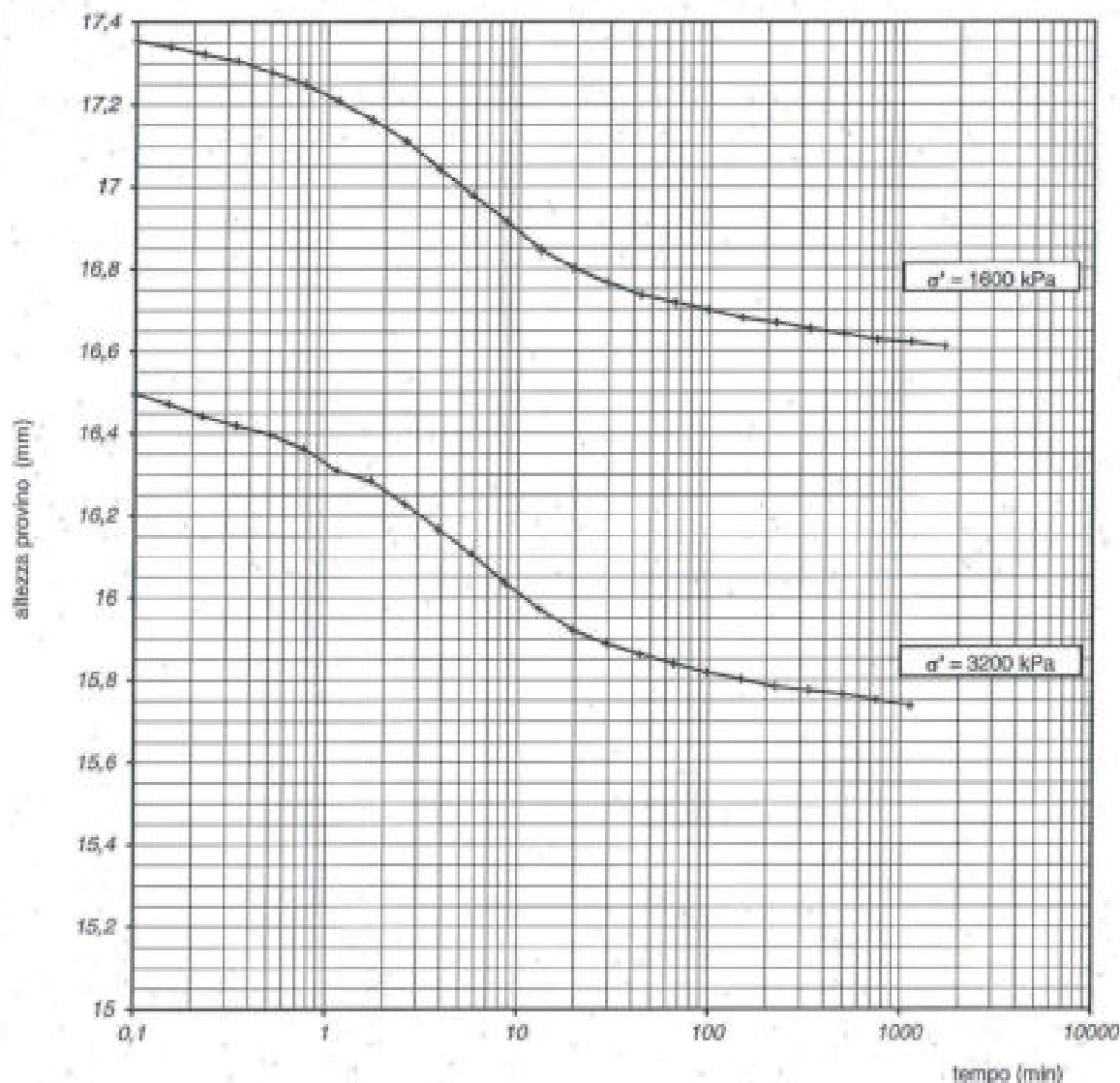
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IPS Campione CI 3 Profondità (m) 14,75 - 15,15

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° A26 595 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagrammi cedimenti - tempo



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_\alpha$	$E_{ed}$	$K$
da	a	( $m^2/s$ )		(kPa)	( $m/s$ )
800	1600	$7,0 \times 10^{-6}$	$3,0 \times 10^{-3}$	15225	$4,6 \times 10^{-11}$
1600	3200	$7,2 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-3}$	31494	$2,3 \times 10^{-11}$

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





Committente	SPEA ENGINEERING SPA
-------------	----------------------

<b>Cantiere</b>	<b>PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE</b>
-----------------	--

Sondaggio	IP5	Campione	Cl 3	Profondità (m)	14,75 - 15,15
-----------	-----	----------	------	----------------	---------------

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	12/10-31/10/2016
----------------------	------------	-----------------------	------------------

Certificato n° A26595 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### TABELLE DATI

[illegible]

Incremento di carico da	30 kPa	a	50 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,9947		
0,15	19,9939		
0,23	19,9935		
0,34	19,9919		
0,51	19,9915		
0,78	19,9903		
1,14	19,9858		
1,71	19,9821		
2,58	19,9776		
3,84	19,9723		
5,77	19,9646		
8,65	19,9588		
12,97	19,9531		
19,46	19,9498		
29,19	19,9458		
43,79	19,9392		
65,68	19,938		
98,53	19,938		
147,78	19,9331		
221,69	19,9315		
332,52	19,9278		
498,78	19,9233		
748,18	19,9209		
0,00			

Incremento di carico da	50 kPa	a	100 Kpa
Tempo (min.)			Altezza provino
0,10			19,8743
0,15			19,8711
0,23			19,8678
0,34			19,8641
0,51			19,8584
0,76			19,8527
1,14			19,8446
1,71			19,8335
2,56			19,816
3,84			19,7907
5,77			19,7699
8,65			19,7437
12,97			19,7221
19,46			19,7029
29,19			19,6878
43,79			19,674
65,68			19,6621
96,53			19,6597
147,79			19,6499
221,68			19,6486
332,52			19,6458
498,78			19,6397
748,18			19,6307
1122,27			19,6254

Incremento di carico da	100 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,5617		
0,15	19,5576		
0,23	19,5491		
0,34	19,5372		
0,51	19,5229		
0,76	19,507		
1,14	19,4895		
1,71	19,4703		
2,56	19,445		
3,84	19,403		
5,77	19,3764		
8,65	19,325		
12,97	19,2826		
19,46	19,2434		
29,19	19,2152		
43,79	19,1871		
65,68	19,1699		
96,53	19,1622		
147,79	19,152		
221,68	19,1418		
332,52	19,1271		
499,78	19,1156		
748,18	19,1054		
1122,27	19,0959		
1683,42	19,0907		

Data	ott-16	Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto
------	--------	-------------------------------------

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto

Committente	SPEA ENGINEERING SPA		
Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE		
Sondaggio	IP5	Campione	CI 3
			Profondità (m)
Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	12/10-31/10/2016
Certificato n°	A26595	Verbale di accettazione campioni n°	A077/16

### TABELLE DATI

Incremento di carico da	200 kPa	a	100 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1152		
0,15	19,1173		
0,23	19,1205		
0,34	19,1226		
0,51	19,1262		
0,76	19,1296		
1,14	19,134		
1,71	19,1413		
2,56	19,1454		
3,84	19,1479		
5,77	19,1511		
8,66	19,1536		
12,97	19,1552		
19,46	19,1584		
29,19	19,1573		
43,79	19,1589		
65,66	19,1601		
98,53	19,1609		
147,79	19,1613		
221,66	19,1628		
332,52	19,1634		
498,78	19,1634		
748,18	19,1609		

Incremento di carico da	100 kPa	a	50 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1799		
0,15	19,1781		
0,23	19,1809		
0,34	19,1842		
0,51	19,1891		
0,76	19,192		
1,14	19,196		
1,71	19,2042		
2,56	19,2119		
3,84	19,2193		
5,77	19,2254		
8,66	19,2311		
12,97	19,2442		
19,46	19,2434		
29,19	19,2442		
43,79	19,247		
65,66	19,2495		
98,53	19,2524		
147,79	19,2556		
221,66	19,2597		
332,52	19,2613		
498,78	19,2646		
748,18	19,2622		
1122,27	19,2639		
1683,42	19,2642		

Incremento di carico da	50 kPa	a	30 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,2883		
0,15	19,2867		
0,23	19,2875		
0,34	19,2903		
0,51	19,2911		
0,76	19,2928		
1,14	19,2948		
1,71	19,2972		
2,56	19,2989		
3,84	19,3013		
5,77	19,3038		
8,66	19,3066		
12,97	19,3099		
19,46	19,3132		
29,19	19,316		
43,79	19,3193		
65,66	19,3217		
98,53	19,3238		
147,79	19,3258		
221,66	19,3283		
332,52	19,3291		
498,78	19,3319		
748,18	19,334		
1122,27	19,3364		

Incremento di carico da	30 kPa	a	50 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,3332		
0,15	19,3332		
0,23	19,3323		
0,34	19,3323		
0,51	19,3323		
0,76	19,3323		
1,14	19,3319		
1,71	19,3315		
2,56	19,3311		
3,84	19,3315		
5,77	19,3311		
8,66	19,3307		
12,97	19,3303		
19,46	19,3299		
29,19	19,3296		
43,79	19,3295		
65,66	19,3287		
98,53	19,3291		
147,79	19,3291		
221,66	19,3287		
332,52	19,3287		
498,78	19,3279		
748,18	19,3283		
1122,27	19,3283		





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 7 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CI 3 Profondità (m) 14,75 - 15,15

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 12/10-31/10/2016

Certificato n° A26595 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## TABELLE DATI

Incremento di carico da	50 kPa	a	100 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,3006		
0,15	19,2989		
0,23	19,2988		
0,34	19,2932		
0,51	19,2899		
0,76	19,2858		
1,14	19,2777		
1,71	19,2724		
2,56	19,2658		
3,84	19,2609		
5,77	19,2589		
8,65	19,256		
12,97	19,2536		
19,46	19,2499		
29,19	19,2458		
43,79	19,2409		
65,68	19,2428		
98,53	19,243		
147,79	19,2428		
221,68	19,2428		
332,52	19,2428		
498,78	19,243		
748,18	19,2417		
1122,27	19,2405		

Incremento di carico da	100 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1854		
0,15	19,1773		
0,23	19,174		
0,34	19,1699		
0,51	19,1679		
0,76	19,1622		
1,14	19,1475		
1,71	19,1413		
2,56	19,1222		
3,84	19,112		
5,77	19,094		
8,65	19,0899		
12,97	19,0828		
19,46	19,0777		
29,19	19,0732		
43,79	19,0699		
65,68	19,0658		
98,53	19,0628		
147,79	19,0603		
221,68	19,0568		
332,52	19,0518		
498,78	19,045		
748,18	19,0389		
1122,27	19,0338		

Incremento di carico da	200 kPa	a	400 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,9307		
0,15	18,925		
0,23	18,9181		
0,34	18,9065		
0,51	18,8934		
0,76	18,8887		
1,14	18,8385		
1,71	18,801		
2,56	18,772		
3,84	18,7222		
5,77	18,6708		
8,65	18,6185		
12,97	18,5687		
19,46	18,5228		
29,19	18,4871		
43,79	18,461		
65,68	18,4357		
98,53	18,4243		
147,79	18,4087		
221,68	18,3932		
332,52	18,3834		
498,78	18,3716		
748,18	18,3594		
1122,27	18,35		
1883,42	18,3418		

Incremento di carico da	400 kPa	a	800 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,2075		
0,15	18,1890		
0,23	18,1802		
0,34	18,1582		
0,51	18,1388		
0,76	18,0890		
1,14	18,0757		
1,71	18,0263		
2,56	17,9761		
3,84	17,9088		
5,77	17,8478		
8,65	17,7794		
12,97	17,7210		
19,46	17,6717		
29,19	17,6329		
43,79	17,6133		
65,68	17,5784		
98,53	17,5678		
147,79	17,5570		
221,68	17,5423		
332,52	17,5317		
498,78	17,5184		
748,18	17,5103		
1122,27	17,4986		

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





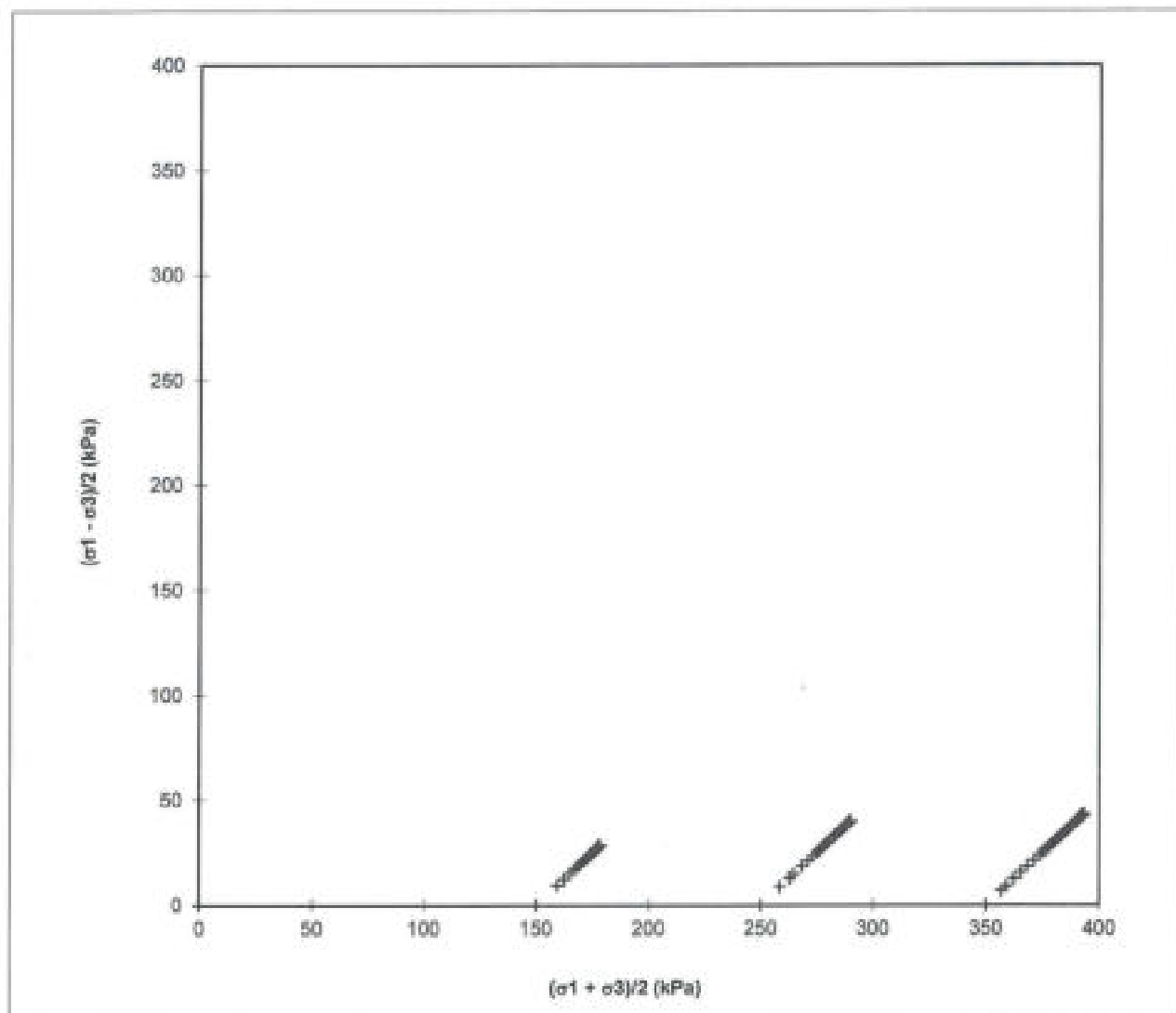




# Prova Triassiale UU non consolidata e non drenata

COMM. 026cm18  
 PAG. 1 DI 3

Committente SPEA S.p.A.  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP 5 Campione CI 3 Profondità (m) 14,75 - 15,15  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 19/10/2016  
 Certificato n° **A26596** Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 2850



$\sigma_c$ (kPa)	bp (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\epsilon$ (rottura) (%)	$W_i$ (%)	$W_f$ (%)	$\rho$ (Mg/m3)
150	0	150	208	11,1	28,3	28,1	2,02
250	0	250	330	16,2	28,9	28,8	1,96
350	0	350	436	15,3	28,8	28,8	1,97

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova Triassiale UU non consolidata e non drenata

COMM. 026cm16

PAG. 2 DI 3

Committente SPEA S.p.A.

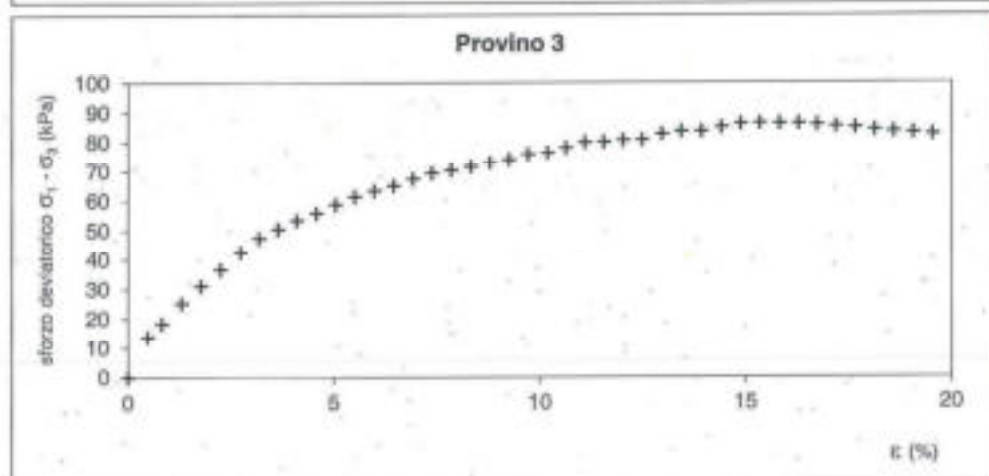
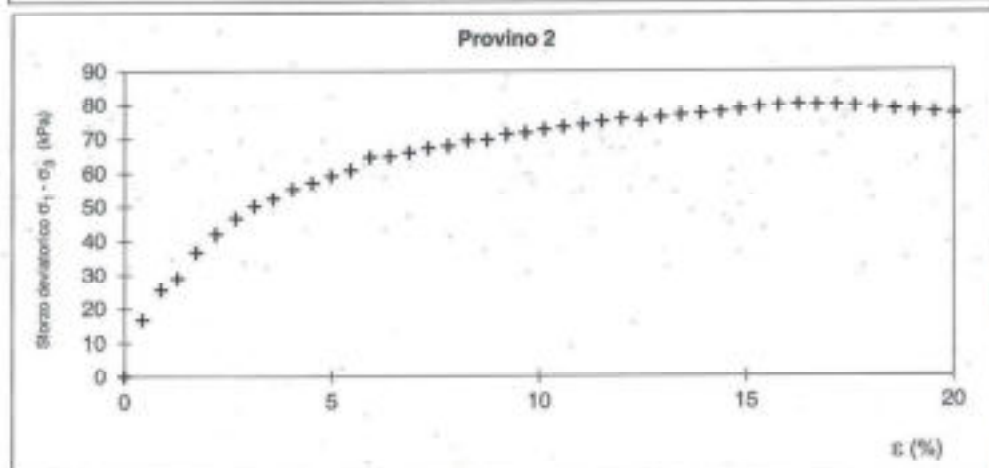
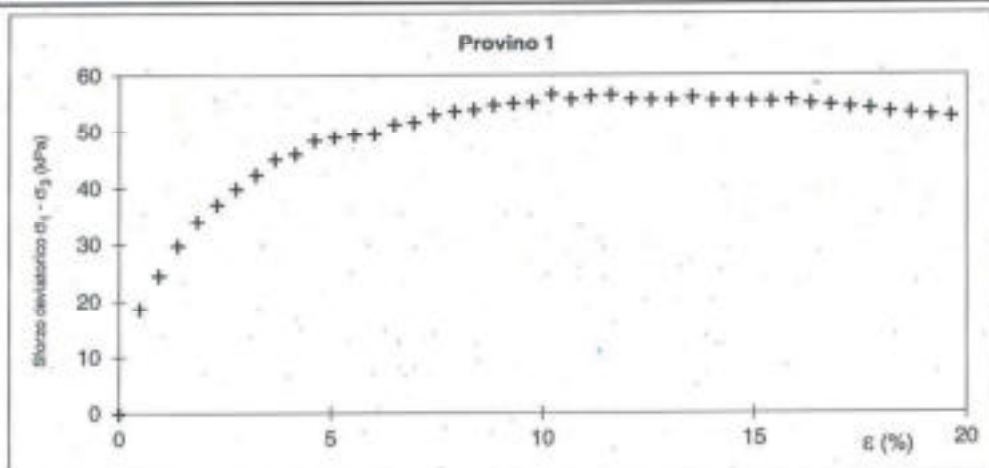
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 5 Campione CI 3 Profondità (m) 14,75 - 15,15

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 19/10/2016

Certificato n° A26596 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Norma di riferimento: ASTM D 2850



	H (mm)	D(mm)	Vp (mm/min)	$\sigma_c$ (kPa)	b.p. (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon_f$ (%)	W <sub>i</sub>	W <sub>f</sub>
Provino 1	76,4	37,3	0,5	150	0	150	56,3	11,1	28,3	28,1
Provino 2	75,8	37,0	0,5	250	0	250	80,0	16,2	28,9	28,8
Provino 3	75,9	36,9	0,5	350	0	350	86,4	15,3	28,8	28,6

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualeto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova Triassiale UU non consolidata e non drenata

COMM. 026cm16

PAG. 3 DI 3

Committente SPE S.p.A.  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 5 Campione CI 3 Profondità (m) 14,75 - 15,15  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 19/10/2016  
Certificato n° A26596 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Norma di riferimento: ASTM D 2850

Provino 1	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
18,61	0,49
24,50	0,93
29,75	1,38
34,05	1,83
37,13	2,30
39,89	2,76
42,33	3,22
45,03	3,68
45,96	4,16
48,33	4,61
48,95	5,08
49,38	5,55
49,60	6,02
51,33	6,49
51,64	6,95
53,05	7,43
53,61	7,90
53,89	8,37
54,72	8,83
54,99	9,29
55,26	9,75
56,60	10,21
55,77	10,67
56,28	11,14
56,52	11,61
55,88	12,09
55,65	12,56
55,80	13,04
56,07	13,52
55,51	14,00
55,46	14,47
55,42	14,93
55,37	15,39
55,57	15,87
55,02	16,32
54,72	16,78
54,41	17,24
54,10	17,72
53,55	18,19
53,23	18,67
52,91	19,16
52,61	19,62

Provino 2	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
16,79	0,42
25,52	0,87
29,05	1,27
36,75	1,71
41,96	2,19
46,53	2,67
50,17	3,12
52,29	3,58
55,27	4,05
57,04	4,52
59,10	4,98
60,83	5,45
64,56	5,92
64,81	6,39
65,91	6,86
67,29	7,32
67,78	7,80
69,39	8,28
69,60	8,74
71,19	9,21
71,65	9,67
72,66	10,12
73,38	10,59
74,08	11,06
75,04	11,52
75,72	11,99
75,31	12,47
76,23	12,93
76,87	13,42
77,23	13,90
77,84	14,38
78,46	14,84
79,32	15,31
79,64	15,77
79,97	16,24
79,79	16,70
79,84	17,16
79,40	17,61
78,93	18,10
78,48	18,56
78,01	19,04
77,54	19,53
77,08	20,00

Provino 3	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
13,80	0,47
18,34	0,82
25,24	1,30
31,18	1,77
36,75	2,24
42,56	2,72
47,43	3,18
50,47	3,64
53,48	4,09
55,86	4,56
58,80	5,04
61,43	5,50
63,43	5,97
65,13	6,44
67,38	6,91
69,33	7,37
70,40	7,84
71,71	8,33
73,03	8,79
74,06	9,25
75,90	9,72
76,34	10,18
78,15	10,64
79,93	11,10
80,06	11,56
80,71	12,03
80,82	12,49
82,79	12,97
83,66	13,44
83,73	13,92
85,10	14,41
86,19	14,88
86,37	15,34
86,27	15,83
86,31	16,29
85,84	16,74
85,37	17,19
84,88	17,66
84,09	18,13
83,61	18,59
83,11	19,07
82,63	19,54





# Apertura campioni rimaneggiati

## descrizione geotecnica e prove eseguite

COMM 026cm16

PAG. 1 Di 1 2

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campioni 22/09/2016

Data apertura campioni 26/09/2016

Tipo di contenitori Sacchetto in plastica

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove eseguite
IP 5	SPT 1	1,40 - 1,60	Argilla deb.te limosa nocciola inglobante rari granuli sabbiosi	LL-GR-GRs
	SPT 3	4,50 - 4,70	Argilla con sabbia, limosa, grigia	LL-GR-GRs
	SPT 4	6,20 - 6,40	Argilla limosa nocciola	LL-GR-GRs
	CR3	12,00-12,30	Argilla limosa nocciola inglobante rari noduli calcarei	LL-GR-GRs
	SPT 8	16,85-17,05	Argilla sabbiosa, limosa, ghiaiosa, grigia	LL-GR-GRs
	SPT 9	18,00-18,20	Sabbia medio-fine, ghiaiosa, debolmente limosa, nocciola	GR
	CR5	21,70 - 22,00	Ghiaia, in prevalenza fine, sabbiosa, debolmente limosa, nocciola	GR
	SPT 11	25,00-25,20	Sabbia con ghiaia, limoso-argillosa, nocciola	LL-GR-GRs

### LEGENDA

Wn Contenuto in acqua  
 LL Limiti di Atterberg  
 γ Peso di volume

GR Analisi granulometrica per vagliatura  
 GRs Analisi granulometrica per sedimentazione  
 DS Prova di Taglio diretto

DSr Prova di Taglio diretto residuo  
 RS Prova di Taglio indiretto  
 Ig Indice di gruppo

Data 09-16

Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto







# Apertura campioni rimaneggiati

## descrizione geotecnica e prove eseguite

COMM 028cm18

PAG. 2 Di 1 2

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campioni 22/09/2016

Data apertura campioni 26/09/2016

Tipo di contenitori Sacchetto in plastica

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove eseguite
IP 5	CR6	28,00 - 28,40	Sabbia con ghiaia, limoso-argillosa, nocciola	LL-GR-GRs
	SPT 14	31,45-31,65	Sabbia con ghiaia, limoso-argillosa, nocciola	LL-GR-GRs
	CR7	34,00-34,30	Sabbia con ghiaia, limoso-argillosa, nocciola	LL-GR-GRs
	CR8	36,00-36,30	Ghiaia, in prevalenza fine, sabbiosa, debolmente limosa, nocciola	GR

### LEGENDA

Wn Contenuto in acqua  
 LL Limiti di Atterberg  
 γ Peso di volume

GR Analisi granulometrica per vagliatura  
 GRs Analisi granulometrica per sedimentazione  
 DS Prova di Taglio diretto

DSr Prova di Taglio diretto-residuo  
 RS Prova di Taglio anulare  
 Ig Indice di gruppo

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm16 RL A  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 27/09/2016

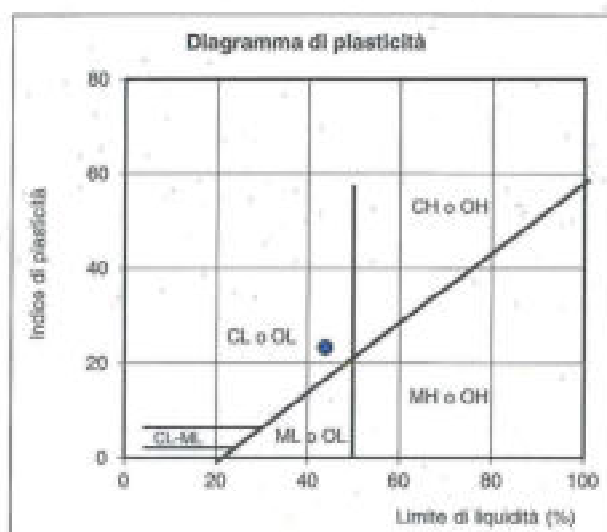
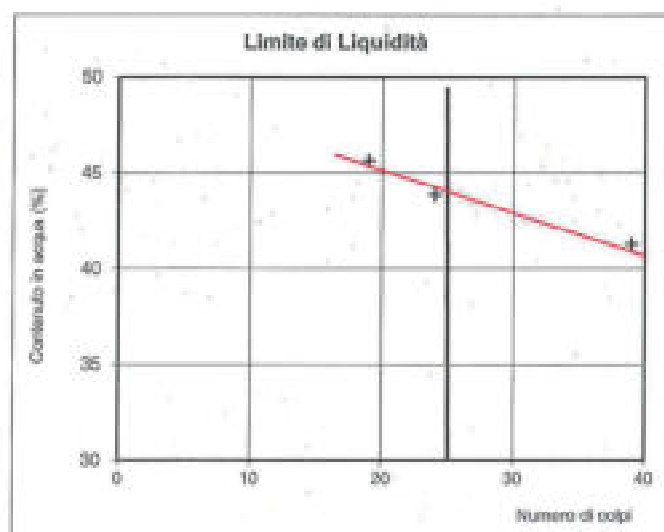
Certificato n° A76 592

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	SPT1
Profondità	1,40-1,60

Limite di Liquidità	WI	(%)	43,8
Limite di plasticità	Wp	(%)	20,5
Indice di plasticità	Ip		23,3



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	40,241
peso secco lordo	34,305
peso tara	19,924
Numero colpi	39
Contenuto in acqua	41,28
WI	43,6

#### Provino 2

peso umido lordo	42,132
peso secco lordo	35,785
peso tara	21,307
Numero colpi	24
Contenuto in acqua	43,84
WI	43,6

#### Provino 3

peso umido lordo	42,002
peso secco lordo	34,888
peso tara	19,293
Numero colpi	19
Contenuto in acqua	45,64
WI	44,1

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	22,461
peso secco lordo	21,841
peso tara	18,873
Wp	20,9

#### Provino 2

peso umido lordo	21,931
peso secco lordo	21,207
peso tara	17,598
Wp	20,0



Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasquale

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



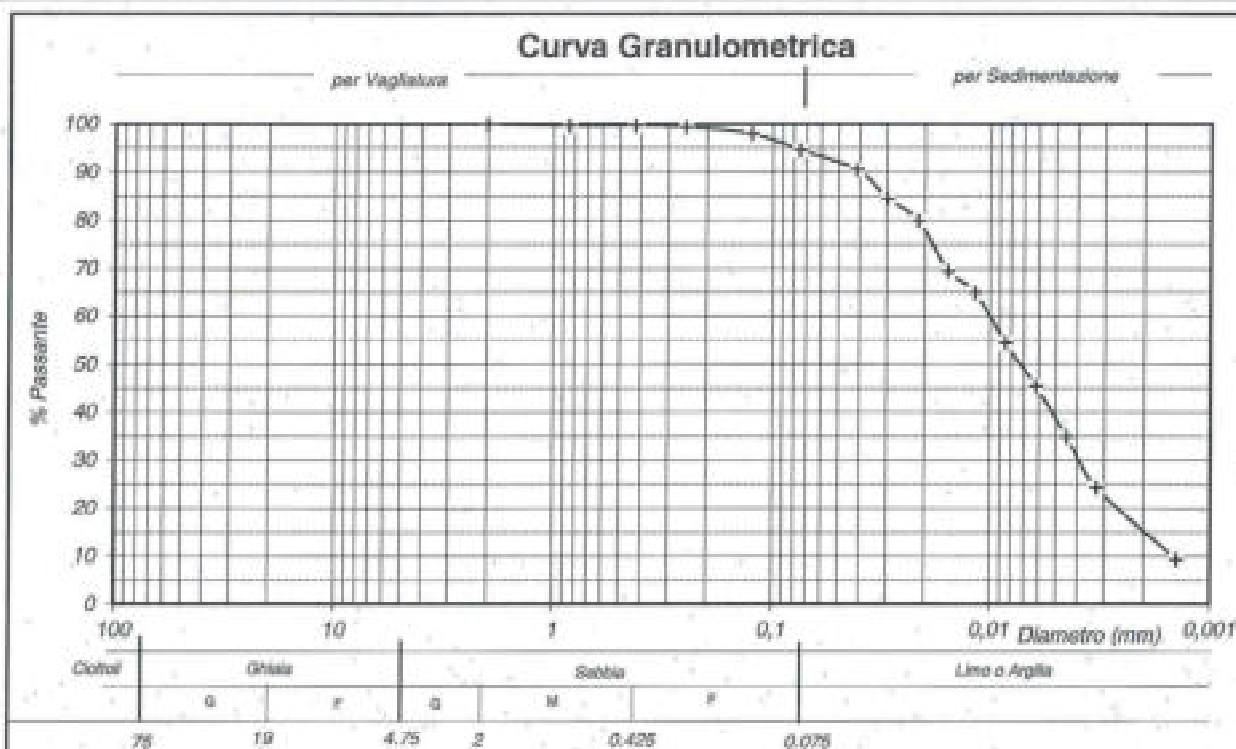
Committente SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio	IP5	Campione	SPT1	Profondità (m)	1,40-1,60
-----------	-----	----------	------	----------------	-----------

Certificato n°	A26598	Verbale di accettazione campioni n°	A077/16
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	11-14/10/2016
----------------------	------------	-----------------------	---------------



Analisi granulometrica (ASTM D 422)

55000

--	--

spinnaci serie ASTM



united



entoci serie LMI



#### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro (ASTM D 422)



metodo con pipetta Andreasen (BS 1377)

7

CLASSIFICAZIONE USCS	CL
----------------------	----

CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006

474

Peso del materiale analizzato	(gr)	358,79
-------------------------------	------	--------

**Diametro massimo**  $\leq 2$  mm

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	
2,00	100,0
0,85	99,7
0,43	99,7
0,25	99,4
0,125	98,0
0,075	94,7

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	90,5
0,0298	84,5
0,0215	80,0
0,0157	69,5
0,0117	65,0
0,0085	54,4
0,0062	45,4
0,0045	34,9
0,0033	24,4
0,0014	8,3

Data	ott-16	Sperimentatore:	Dott. P.Pasqualetto
------	--------	-----------------	---------------------

## Directors

Dott. Geol. T. Vicenzetto



## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 028cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP5 Campione SPT1 Profondità (m) 1,40-1,60  
Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 11-14/10/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	94,67

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

11-14/10/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
11/10/2016	24	1	33
		2	31
		4	29,5
		8	26
		15	24,5
		30	21
		60	18
		120	14,5
		240	11
12/10/2016		1440	6



Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P.Pasqualetto

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto



## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 029cm16 R. A  
 PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Data arrivo campione **22/09/2016**

Data esecuzione prova **27/09/2016**

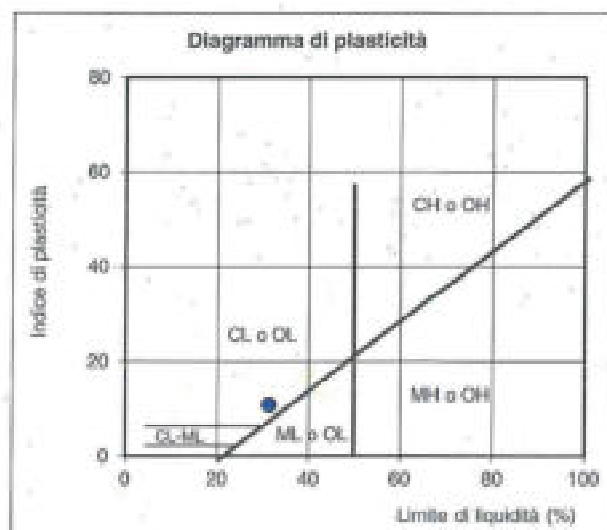
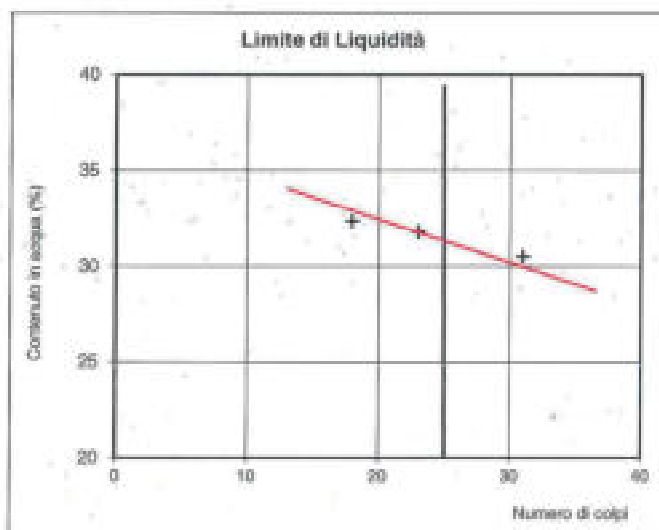
Certificato n° **A26599**

Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	SPT3
Profondità	4,50-4,70

Limite di Liquidità	WI	(%)	31,3
Limite di plasticità	Wp	(%)	20,5
Indice di plasticità	Ip		10,8



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	45,537
peso secco lordo	39,745
peso tara	20,761
Numero colpi	31
Contenuto in acqua	30,51
WI	31,3

#### Provino 2

peso umido lordo	44,786
peso secco lordo	38,952
peso tara	20,611
Numero colpi	23
Contenuto in acqua	31,81
WI	31,5

#### Provino 3

peso umido lordo	42,359
peso secco lordo	36,532
peso tara	18,525
Numero colpi	18
Contenuto in acqua	32,36
WI	31,1

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	22,461
peso secco lordo	21,845
peso tara	18,873
Wp	20,7

#### Provino 2

peso umido lordo	21,941
peso secco lordo	21,209
peso tara	17,596
Wp	20,3



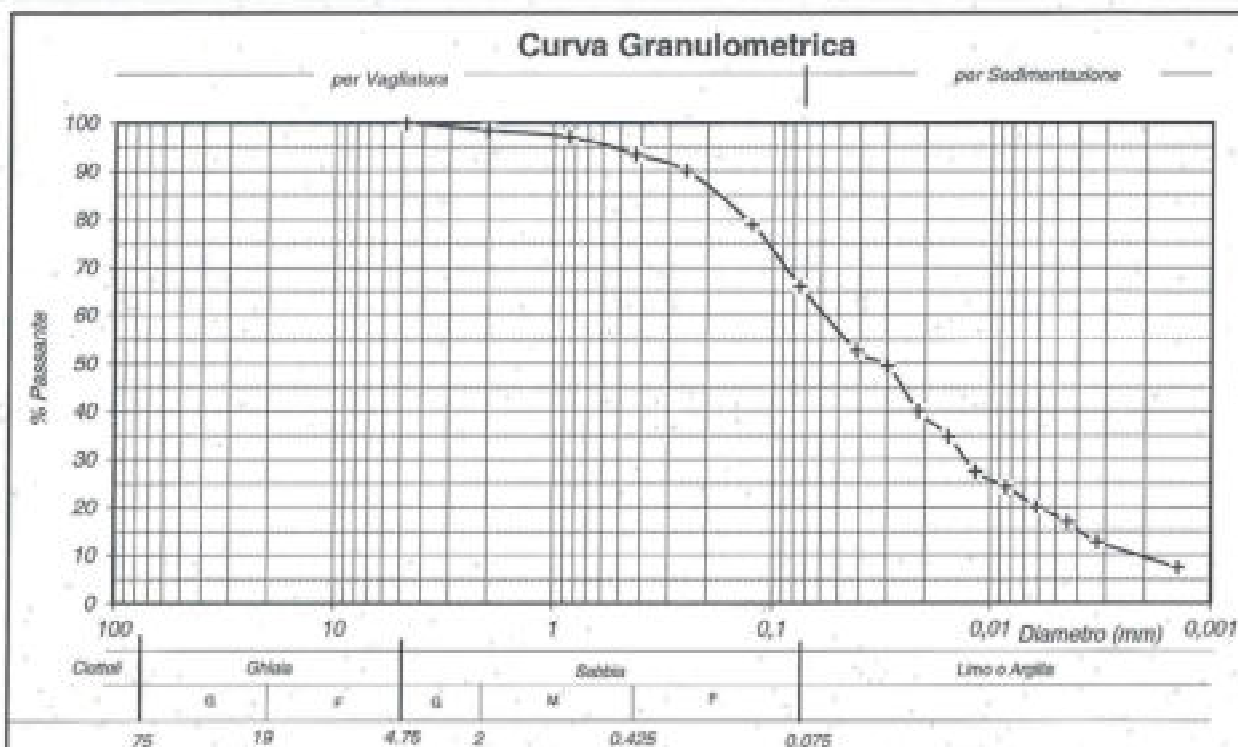
Committente	SPEA ENGINEERING SPA
-------------	----------------------

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio	IP5	Campione	SPT3	Profondità (m)	4.50-4.70
-----------	-----	----------	------	----------------	-----------

Certificato n°	A76600	Verbale di accettazione campioni n°	A077/16
----------------	--------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	03-08/10/2016
----------------------	------------	-----------------------	---------------



Analisi granulometrica (ASTM D 422)

**Abstract**

gotacci sorlo ASTM

umida

sacchi serie UNI

#### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densímetro (ASTM D 422)

metodo con pipetta Andreasen (BS 1377)

CLASSIFICAZIONE USCS

CL

CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10005

A-6

Peso del materiale analizzato	(gr)	180,93
-------------------------------	------	--------

Diametro massima  $\varnothing$  mm

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	100,0
2,00	96,5
0,85	97,1
0,43	93,5
0,25	90,1
0,125	78,9
0,075	66,1

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	52,7
0,0298	49,5
0,0216	40,1
0,0157	34,8
0,0117	27,5
0,0085	24,4
0,0062	20,2
0,0045	17,0
0,0033	12,8
0,0014	7,6

Data	ott-16	Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto
------	--------	---------------------------------------

Directorio

Dott. Geol. T. Vignozzetta



## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm18

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione SPT3 Profondità (m) 4,50-4,70

Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/18

Data arrivo campione 22/09/2018 Data esecuzione prova 03-06/10/2018

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	66,09

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

03-06/10/2018

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
03/10/2018	24	1	28
		2	26,5
		4	22
		8	19,5
		15	16
		30	14,5
		60	12,5
		120	11
		240	9
04/10/2018		1440	6,5



Data 03-10-18 Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto



## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 028cm16 R. A  
PAG. 1 Di 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2018

Data esecuzione prova 27/09/2018

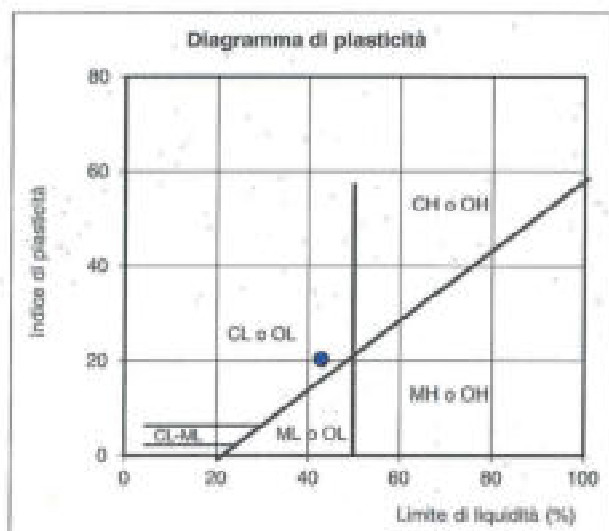
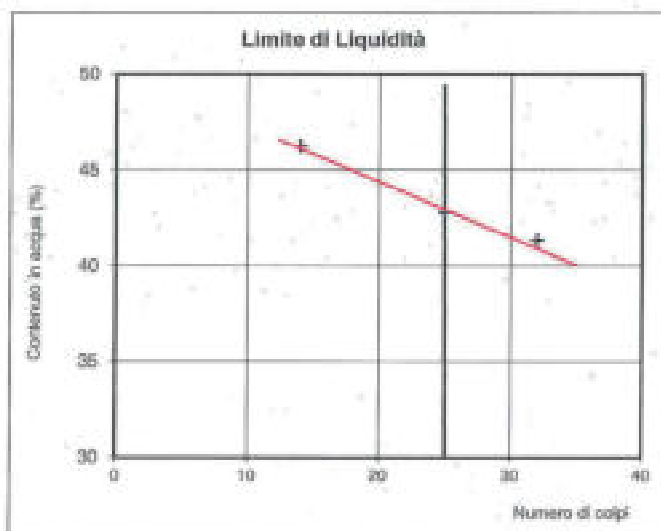
Certificato n° A20501

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	SPT4
Profondità	6,20-6,40

Limite di Liquidità	WI	(%)	42,8
Limite di plasticità	Wp	(%)	22,5
Indice di plasticità	Ip		20,3



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	40,449
peso secco lordo	33,881
peso tara	19,684
Numero colpi	14
Contenuto in acqua	46,26
WI	43,1

#### Provino 2

peso umido lordo	38,916
peso secco lordo	32,540
peso tara	17,638
Numero colpi	25
Contenuto in acqua	42,79
WI	42,8

#### Provino 3

peso umido lordo	40,834
peso secco lordo	34,108
peso tara	17,834
Numero colpi	32
Contenuto in acqua	41,33
WI	42,6

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	21,814
peso secco lordo	21,014
peso tara	17,480
Wp	22,6

#### Provino 2

peso umido lordo	20,457
peso secco lordo	19,820
peso tara	15,875
Wp	22,3



Data ott-18

Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto

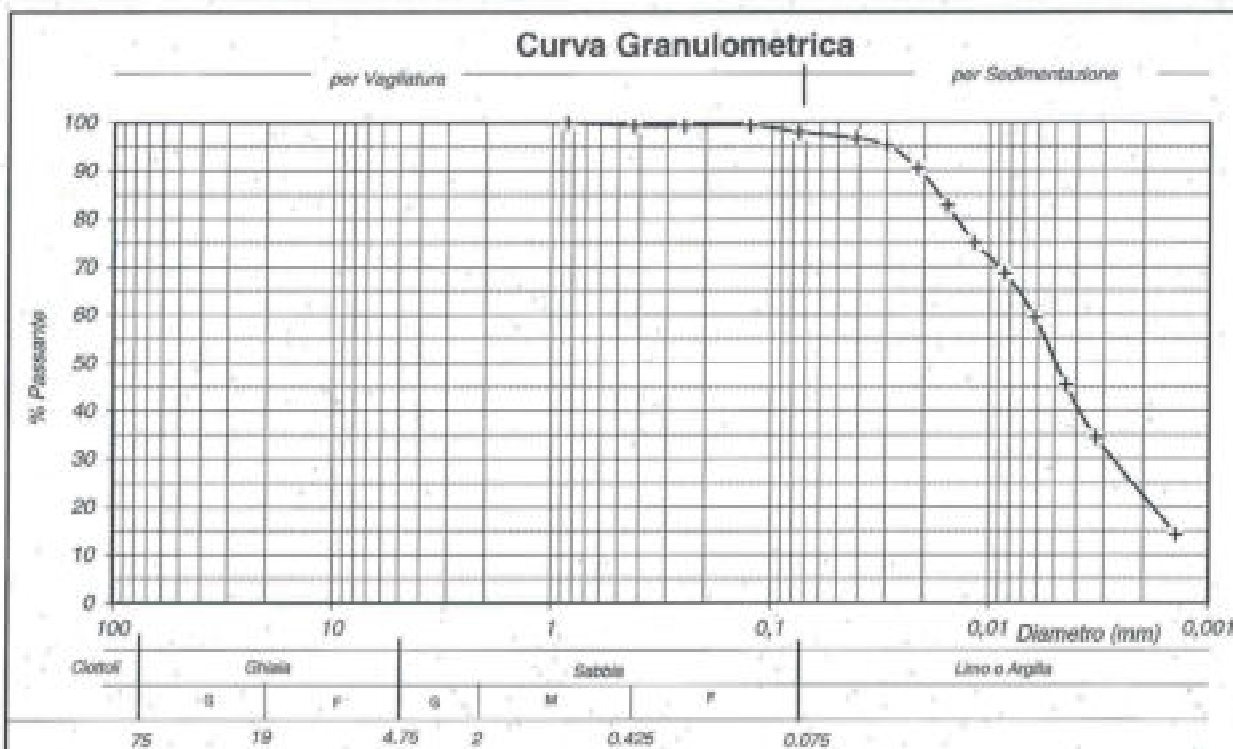
Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio	IP5	Campione	SPT4	Profondità (m)
-----------	-----	----------	------	----------------

Certificato n°	A/K 667	Verbale di accettazione campioni n°	A077/16
----------------	---------	-------------------------------------	---------

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	11-14/10/2016
----------------------	------------	-----------------------	---------------



Analisi granulometrica (ASTM D 422)

2004年12月20日

setacci serie ASTM

**Current Evidence**

setacci serie UNI

#### Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densímetro (ASTM D 422)

metodo con pipetta Andreasen (BS 1377)

CLASSIFICAZIONE USCS	CL
----------------------	----

CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10008

A746

Peso del materiale analizzato	(gr)	178.2
-------------------------------	------	-------

Diametro massimo	<0,85 mm
------------------	----------

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	
2,00	
0,85	100,0
0,43	99,3
0,25	99,3
0,125	99,3
0,075	98,0

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	98,8
0,0298	95,3
0,0215	90,6
0,0157	82,8
0,0117	75,0
0,0085	68,8
0,0062	59,5
0,0045	45,4
0,0033	34,6
0,0014	14,3

Data	ott-16	Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto
------	--------	---------------------------------------

## Directions

(Dott. Geol. T. Vicenzetto)







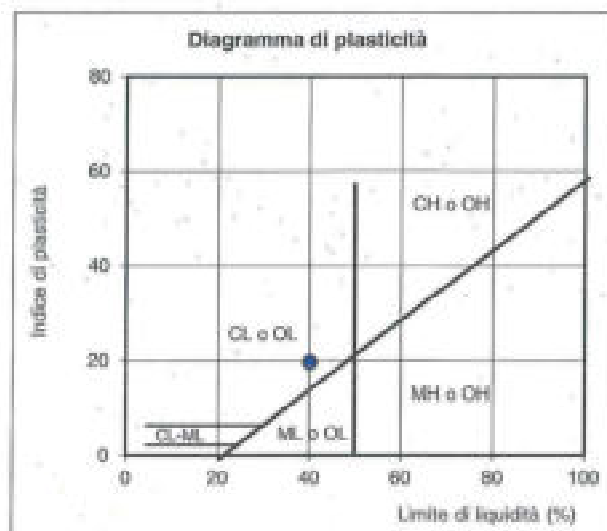
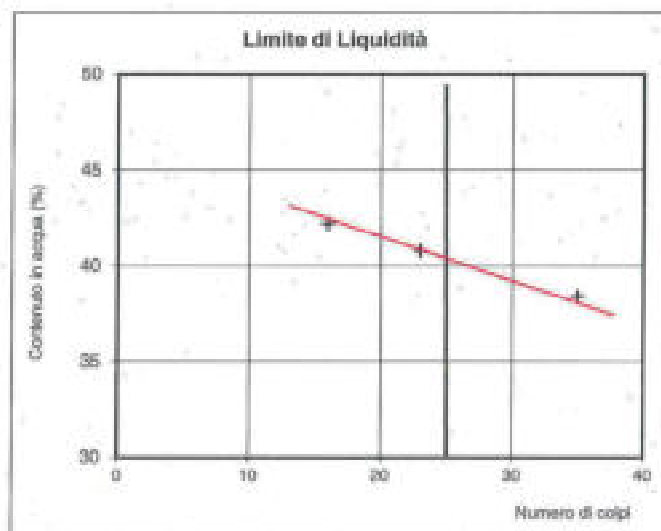
# DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm18 RL A  
 PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 28/09/2016  
 Certificato n° A26603 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio			IP 5
Campione			CR3
Profondità			12,00-12,30
Limite di Liquidità	WI	(%)	40,1
Limite di plasticità	Wp	(%)	20,6
Indice di plasticità	Ip		19,5



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	42,509
peso secco lordo	36,084
peso tara	19,343
Numero colpi	35
Contenuto in acqua	38,38
WI	40,0

#### Provino 2

peso umido lordo	40,607
peso secco lordo	34,317
peso tara	18,895
Numero colpi	23
Contenuto in acqua	40,79
WI	40,4

#### Provino 3

peso umido lordo	39,167
peso secco lordo	32,309
peso tara	16,062
Numero colpi	16
Contenuto in acqua	42,21
WI	40,0

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	21,683
peso secco lordo	20,884
peso tara	16,924
Wp	20,3

#### Provino 2

peso umido lordo	21,345
peso secco lordo	20,627
peso tara	17,189
Wp	20,9

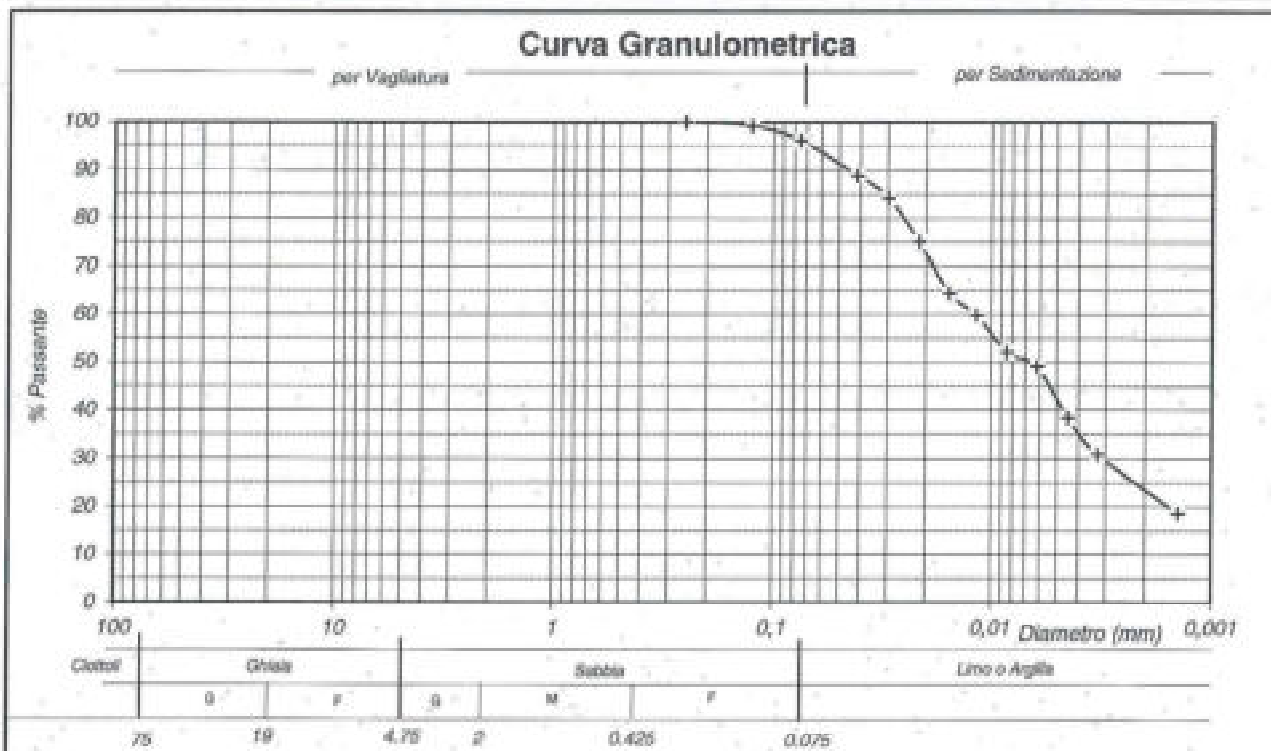




# Analisi Granulometrica

COMM. 026cm16 R. A  
PAG. 1 di 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
Sondaggio **IP5** Campione **CR3** Profondità (m) **12,00-12,30**  
Certificato n° **A26 604** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **28-30/09/2016**



Analisi granulometrica (ASTM D 422)	secca <input type="checkbox"/>	setacci serie ASTM <input checked="" type="checkbox"/>
	umida <input checked="" type="checkbox"/>	setacci serie UNI <input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	metodo con densimetro (ASTM D 422) <input checked="" type="checkbox"/>	
	metodo con pipetta Andreasen (BS 1377) <input type="checkbox"/>	
CLASSIFICAZIONE USCS	CL	CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006
		A-7-6

Peso del materiale analizzato (gr) **120,62**      Diametro massimo **<0,25 mm**

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
60,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	
2,00	
0,85	
0,43	
0,25	100,0
0,125	99,1
0,075	98,1

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	88,8
0,0298	84,3
0,0215	75,1
0,0157	64,4
0,0117	59,8
0,0085	52,2
0,0063	49,2
0,0045	38,5
0,0033	30,8
0,0014	18,6





## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 Di 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP5** Campione **CR3** Profondità (m) **12,00-12,30**  
 Certificato n° **-** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **28-30/09/2016**

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	96,11

Soluzione disperdente : **Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio**  
 Data di preparazione soluzione disperdente: **28-30/09/2016**

Densimetro n°: **ASTM 151H**

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
28/09/2016	24	1	32
		2	30,5
		4	27,5
		8	24
		15	22,5
		30	20
		60	19
		120	15,5
		240	13
29/09/2016		1440	9





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 028cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Data arrivo campione **22/09/2016**

Data esecuzione prova **04/10/2016**

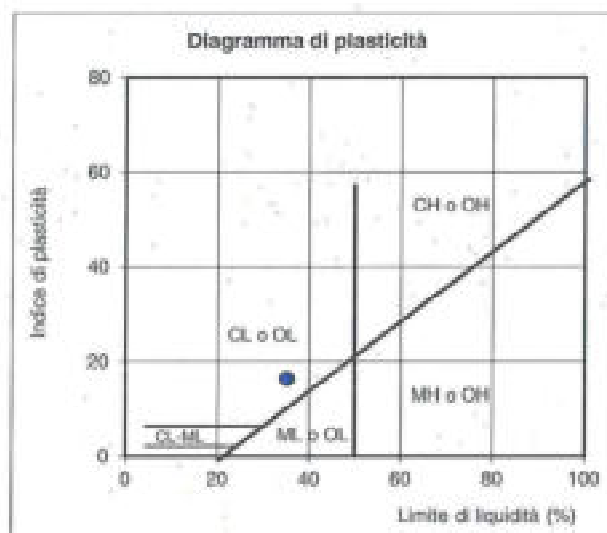
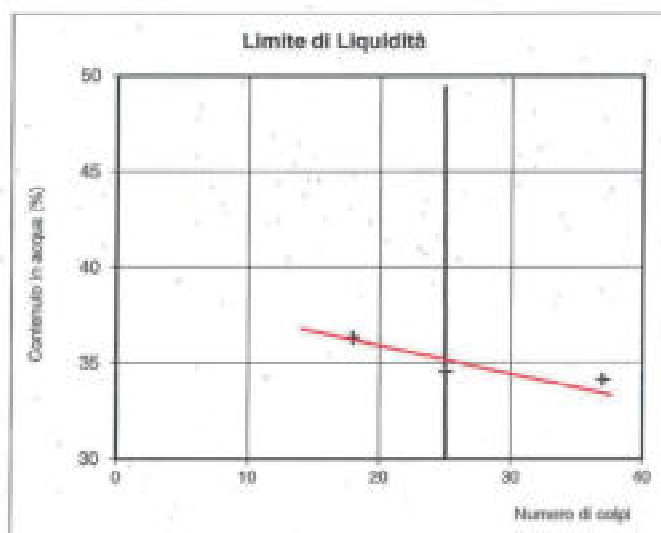
Certificato n° **A26 605**

Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	SPT8
Profondità	16,85-17,05

Limite di Liquidità	WI	(%)	35,1
Limite di plasticità	Wp	(%)	18,7
Indice di plasticità	Ip		16,4



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	43,131
peso secco lordo	36,390
peso tara	17,834
Numero colpi	18
Contenuto in acqua	36,33
WI	34,9

#### Provino 2

peso umido lordo	44,739
peso secco lordo	38,261
peso tara	19,293
Numero colpi	37
Contenuto in acqua	34,15
WI	35,8

#### Provino 3

peso umido lordo	45,789
peso secco lordo	39,325
peso tara	20,632
Numero colpi	25
Contenuto in acqua	34,58
WI	34,6

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	20,764
peso secco lordo	20,012
peso tara	16,062
Wp	19,0

#### Provino 2

peso umido lordo	23,440
peso secco lordo	22,732
peso tara	18,895
Wp	18,5

Data **ott-16**

Sperimentatore: **Dott. P.Pasqualetto**

Direttore: **Dott. Geol. T. Vicenzetto**







## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione SPT8 Profondità (m) 16,85-17,85

Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 11-14/10/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m <sup>3</sup> )	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	64,29

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

11-14/10/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
11/10/2016	24	1	33
		2	31
		4	30
		8	27
		15	26
		30	24
		60	20
		120	16
		240	12
12/10/2016		1440	5



Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto



Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	28/09/2016
----------------------	------------	-----------------------	------------

[illegible]





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm18 R. A  
 PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Data arrivo campione **22/09/2016**

Data esecuzione prova **18/10/2016**

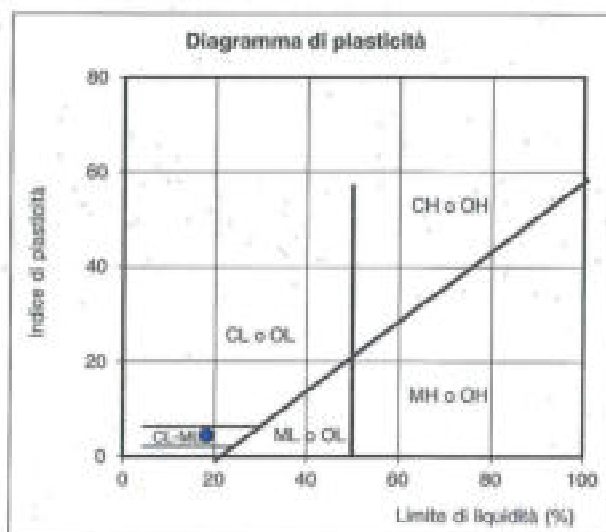
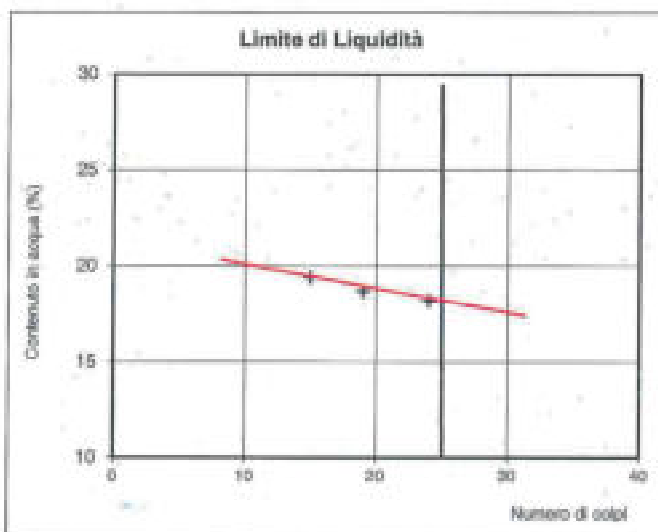
Certificato n° **A25609**

Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	SPT11
Profondità	25,00-25,20

Limite di Liquidità	WI	(%)	18,1
Limite di plasticità	Wp	(%)	13,6
Indice di plasticità	Ip		4,5



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	43,556
peso secco lordo	39,246
peso tara	17,045
Numero colpi	15
Contenuto in acqua	19,41
WI	18,2

#### Provino 2

peso umido lordo	48,123
peso secco lordo	43,307
peso tara	17,520
Numero colpi	18
Contenuto in acqua	18,68
WI	18,1

#### Provino 3

peso umido lordo	49,588
peso secco lordo	44,847
peso tara	18,873
Numero colpi	24
Contenuto in acqua	18,18
WI	18,1

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	27,791
peso secco lordo	28,948
peso tara	20,591
Wp	13,3

#### Provino 2

peso umido lordo	25,155
peso secco lordo	24,441
peso tara	19,343
Wp	14,0



Data **ott-18**

Sperimentatore: **Dott. P. Pasqualetto**

Direttore: **Dott. Geol. T. Vicenzetto**



# Analisi Granulometrica

COMM. 026cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

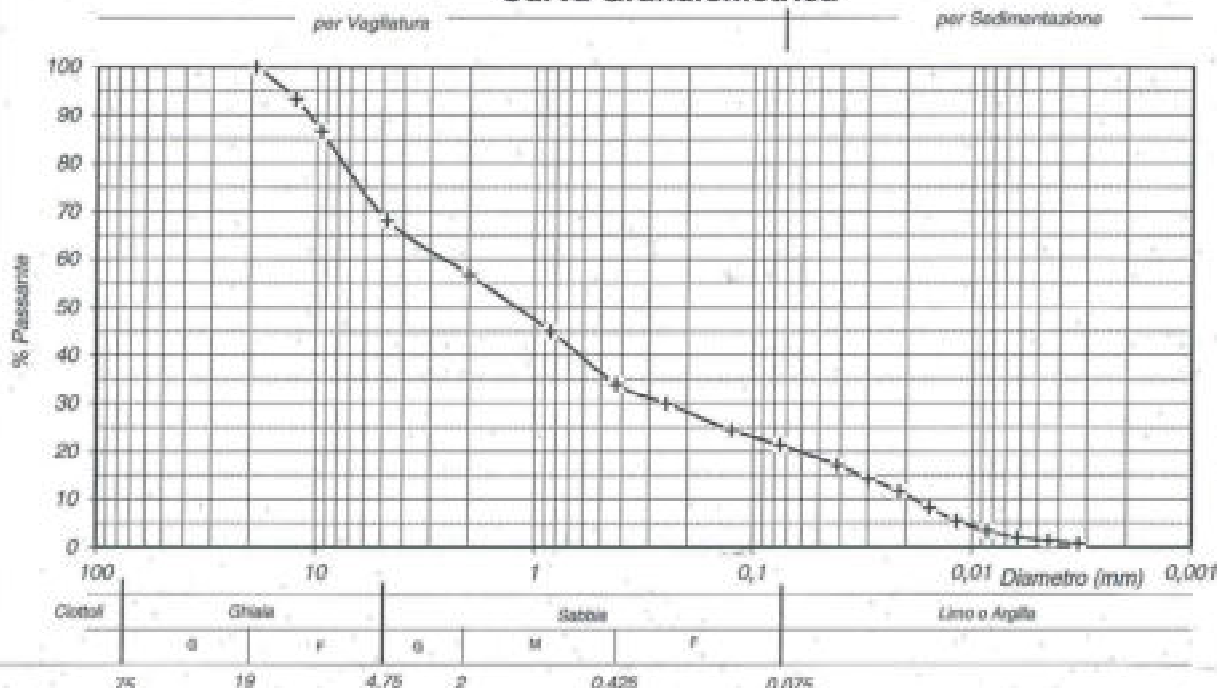
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione SPT11 Profondità (m) 25,00-25,20

Certificato n° A25610 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 28-30/09/2016

## Curva Granulometrica



Analisi granulometrica (ASTM D 422)

secca ☐

setacci serie ASTM ☒

umida ☒

setacci serie UNI ☐

Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro (ASTM D 422) ☒

metodo con pipetta Andreasen (BS 1377) ☐

CLASSIFICAZIONE USCS SC

CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006

A-1-b

Peso del materiale analizzato (gr) 239,68

Diametro massimo 16 mm

### Analisi granulometrica per vagliatura

Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	100,0
12,50	93,4
9,50	86,6
4,75	69,2
2,00	56,7
0,85	45,0
0,43	34,0
0,25	26,0
0,125	24,4
0,075	21,4

### Analisi granulometrica per sedimentazione

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	17,1
0,0298	14,3
0,0215	11,6
0,0157	8,2
0,0117	5,5
0,0085	3,5
0,0062	2,1
0,0045	1,4
0,0033	0,7



Data ott-16 Spesimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto



## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP5** Campione **SPT11** Profondità (m) **25,00-25,20**  
 Certificato n° **-** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **28-30/09/2016**

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	21,4

Soluzione disperdente : **Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio**  
 Data di preparazione soluzione disperdente: **28-30/09/2016**

Densimetro n°: **ASTM 151H**

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
28/09/2016	24	1	28
		2	24
		4	20
		8	15
		15	11
		30	8
		60	6
		120	5
29/09/2016		240	4
		1440	-



Data **ott-16** Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto



## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm16 R. A  
 PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Data arrivo campione **22/09/2016**

Data esecuzione prova **18/10/2016**

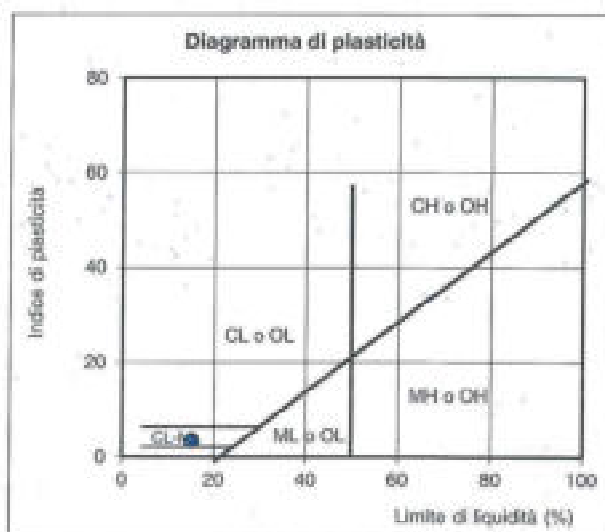
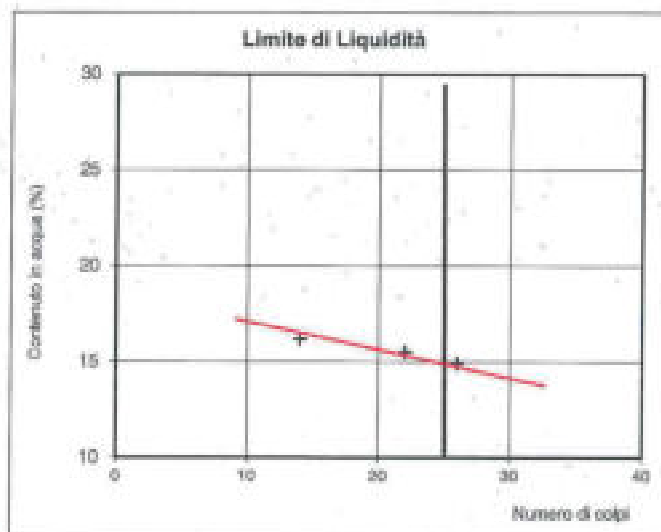
Certificato n° **A26644**

Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	CR6
Profondità	28,00-28,40

Limite di Liquidità	WI	(%)	15,1
Limite di plasticità	Wp	(%)	11,7
Indice di plasticità	Ip		3,4



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	56,823
peso secco lordo	51,509
peso tara	18,624
Numero colpi	14
Contenuto in acqua	16,16
WI	15,1

#### Provino 2

peso umido lordo	51,275
peso secco lordo	46,968
peso tara	19,189
Numero colpi	22
Contenuto in acqua	15,50
WI	15,3

#### Provino 3

peso umido lordo	53,300
peso secco lordo	48,982
peso tara	19,924
Numero colpi	26
Contenuto in acqua	14,94
WI	15,0

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	27,618
peso secco lordo	26,897
peso tara	20,611
Wp	11,5

#### Provino 2

peso umido lordo	27,294
peso secco lordo	26,586
peso tara	20,632
Wp	11,9

Data **ott-16**

Sperimentatore: **Dott. P. Pasqualetto**

Direttore:

**Dott. Geol. T. Vicenzetto**









## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CR6 Profondità (m) 28,00-28,40

Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 17-18/10/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	17,46

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

17-18/10/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
17/10/2016	24	1	29,5
		2	27
		4	24
		8	21
		15	18
		30	15
		60	12
		120	10
		240	8
18/10/2016		1440	4

Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm16 R. A  
 PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 05/10/2016

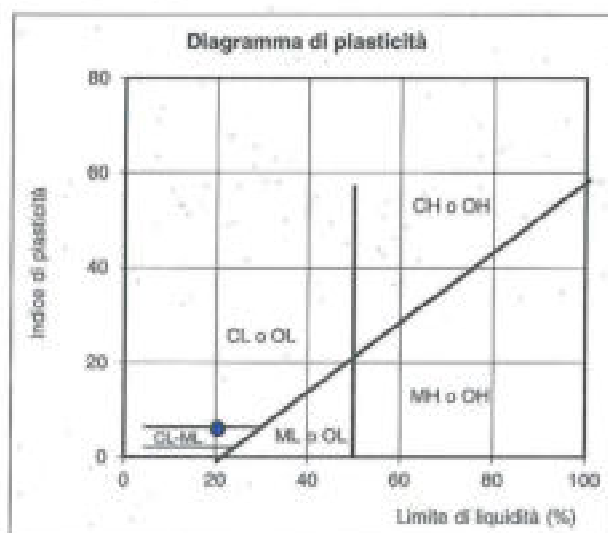
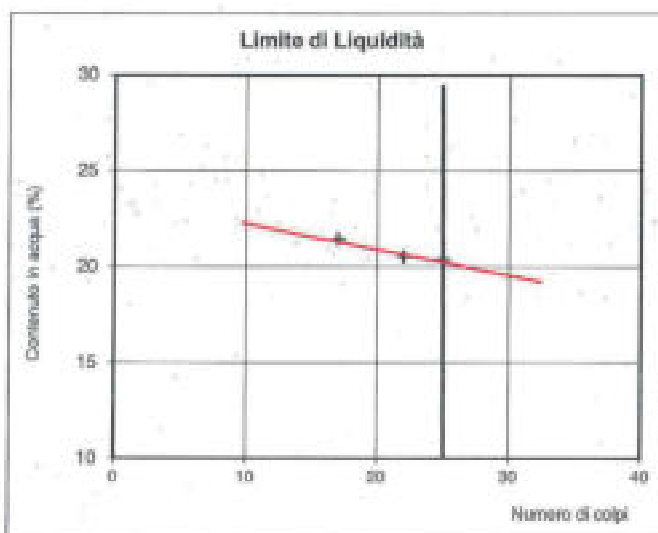
Certificato n° A76 G-13

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 5
Campione	SPT14
Profondità	31,45-31,65

Limite di Liquidità	WI	(%)	20,4
Limite di plasticità	Wp	(%)	14,3
Indice di plasticità	Ip		6,1



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	40,984
peso secco lordo	37,151
peso tara	18,360
Numero colpi	25
Contenuto in acqua	20,40
WI	20,4

#### Provino 2

peso umido lordo	45,992
peso secco lordo	41,283
peso tara	19,343
Numero colpi	17
Contenuto in acqua	21,48
WI	20,5

#### Provino 3

peso umido lordo	51,300
peso secco lordo	45,562
peso tara	17,596
Numero colpi	22
Contenuto in acqua	20,52
WI	20,2

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	24,040
peso secco lordo	23,407
peso tara	18,895
Wp	14,0

#### Provino 2

peso umido lordo	22,793
peso secco lordo	22,123
peso tara	17,520
Wp	14,6

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetti

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	12-14/10/2016
----------------------	------------	-----------------------	---------------



<b>Diametro massimo</b>	43 mm
-------------------------	-------

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	17,0
0,0298	15,1
0,0215	12,4
0,0157	9,2
0,0117	6,6
0,0085	4,0
0,0062	2,7
0,0045	2,0
0,0033	1,4

Dott. Geol. T. Vicenzello

Committente: SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE
----------	---

<b>Sondaggio</b>	<b>IP5</b>	<b>Campione</b>	<b>SPT14</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>31,45-31,65</b>
------------------	------------	-----------------	--------------	-----------------------	--------------------

Certificato n°	A077/16
----------------	---------

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	12-14/10/2016
----------------------	------------	-----------------------	---------------

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	20,52

**Soluzione dipendente :**

**Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio**

Data di preparazione soluzione disperdente:

12-14/10/2016

Densímetro n°: ASTM 151H

[illegible]





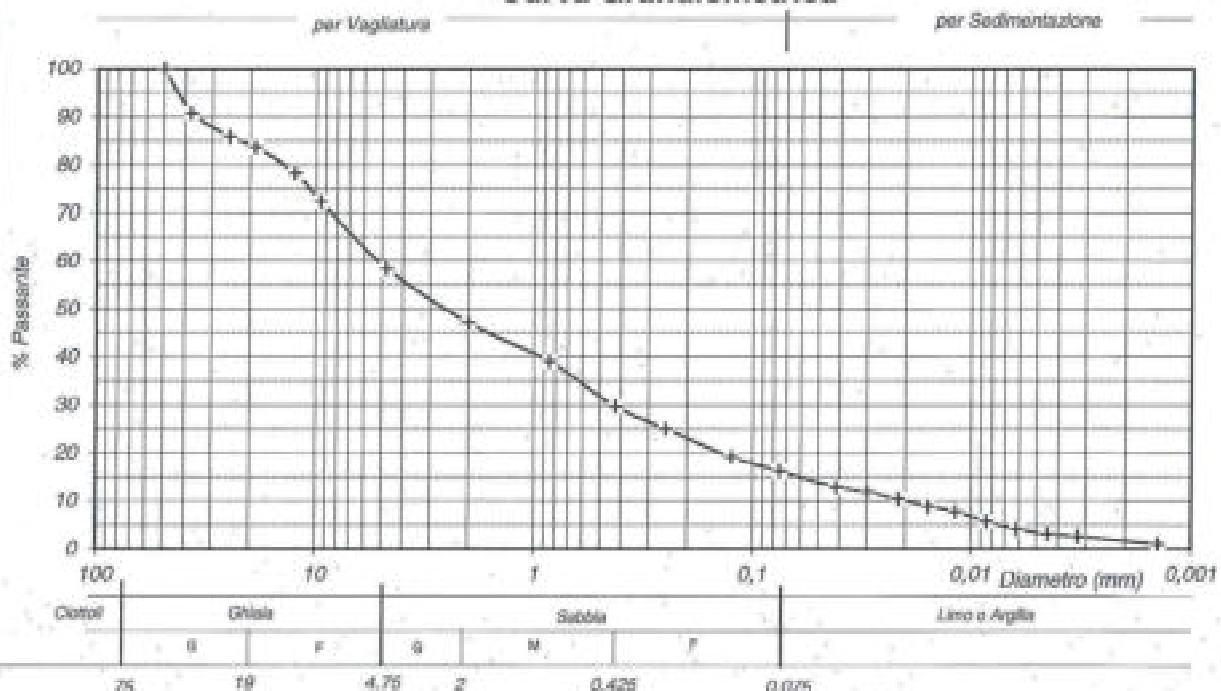


# Analisi Granulometrica

COMM. 026cm16 R. A  
PAG. 1 di 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP5 Campione CR7 Profondità (m) 34,00-34,30  
Certificato n° A76 G16 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 18-21/10/2016

## Curva Granulometrica





## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 028cm18

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP5 Campione CR7 Profondità (m) 34,00-34,30

Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 18-21/10/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	16,22

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

18-21/10/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
18/10/2016	24	1	28
		2	26
		4	23
		8	20
		15	18
		30	14
		60	11
		120	9
		240	8
19/10/2016		1440	5



Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto

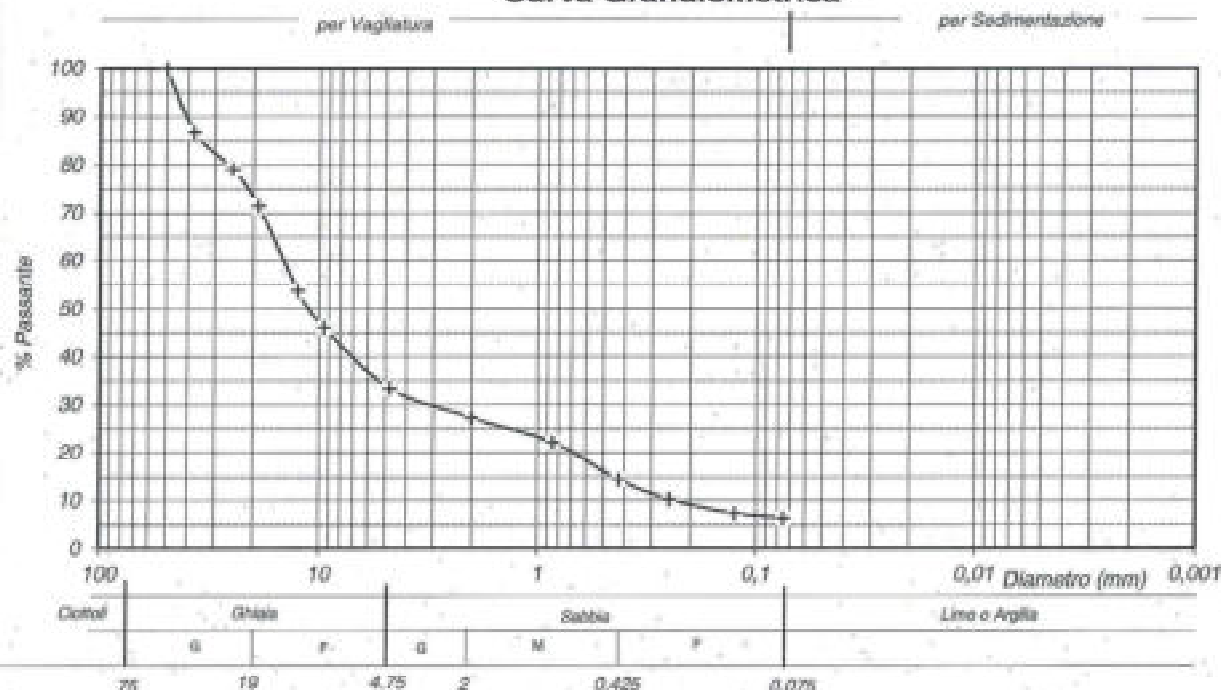


# Analisi Granulometrica

COMM. 026cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP5 Campione CR8 Profondità (m) 36,00-36,30  
Certificato n° A25 G-13 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 06/10/2016

## Curva Granulometrica



Analisi granulometrica (ASTM D 422)

secca

☐

setacci serie ASTM

☒

umida

☒

setacci serie UNI

☐

Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro (ASTM D 422)

☐

metodo con pipetta Andressen (BS 1377)

☐

CLASSIFICAZIONE USCS

GW

CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006

A-1-a

Peso del materiale analizzato

(gr)

2058,6

Diametro massimo

43 mm

### Analisi granulometrica per vagliatura

Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	100,0
37,50	88,8
25,00	79,1
19,00	71,4
12,50	53,8
9,50	48,1
4,75	33,4
2,00	27,3
0,85	22,1
0,43	14,5
0,25	10,3
0,125	7,4
0,075	6,4

### Analisi granulometrica per sedimentazione

Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Riepilogo dei risultati delle prove di laboratorio

COMM.

029CM16

**Committente:** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere:** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

<b>Sondaggio</b>			IP6	IP6	IP6	IP6	IP6	IP6	IP6
<b>Campione</b>			SPT1	C11	SPT2	SPT3	SPT4	C12	SPT6
<b>Profondità</b>	da m		1,50	3,00	3,45	4,80	6,60	7,60	11,15
	a m		1,70	3,45	3,65	6,00	6,70	8,10	11,35
<b>Consistenza</b>	Pen.	kPa						160-170	
	Tor.	kPa						75	
<b>Contenuto naturale d'acqua</b>			Wn	%	25,7			28,9	
<b>Peso dell'unità di volume</b>			$\gamma$	Mg/m <sup>3</sup>	1,89			1,95	
<b>Peso specifico</b>			Gs	Mg/m <sup>3</sup>	2,70			2,71	
<b>Limite di liquidità</b>			WL	%	28,3	28,6	28,9	51,4	37,0
<b>Limite di plasticità</b>			Wp	%	19,5	19,7	20,5	21,0	18,5
<b>Indice di plasticità</b>			Ip		8,8	8,9	5,4	30,4	18,5
<b>Sostanze organiche</b>				%					
<b>Classificazione USCS</b>					CL	ML	CL	SM	CL
<b>Classificazione CNR UNI 10006</b>					A4	A4	A4	A-1-b	A6
<b>Analisi granulometrica</b>			% ciottoli + massi						
			% Ghiaia					34,4	7,4
			% Sabbia		27,0	26,7	30,0	62,0	5,8
			% Limo + Argilla		73,0	74,3	70,0	38,0	18,1
<b>Prova di compres. semplice (ELL)</b>	qu1	kPa							
	qu2	kPa							
<b>Prova Edometrica</b>	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 100 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>						0,50	
	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 200 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		13				0,51	
	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 400 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		10				0,59	
	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 800 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		8,2				0,61	
	C <sub>v</sub> ( $\sigma$ 1600 kPa)	m <sup>2</sup> /s x10 <sup>-7</sup>		7,6				0,36	
	K ( $\sigma$ 100 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>						1,2	
	K ( $\sigma$ 200 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		17				1,1	
	K ( $\sigma$ 400 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		12				0,8	
	K ( $\sigma$ 800 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		6,6				0,55	
	K ( $\sigma$ 1600 kPa)	m/s x10 <sup>-10</sup>		4,1				0,19	
	C <sub>c</sub>			0,31				0,25	
<b>Prova di taglio diretto (DS)</b>	$\phi'$	(°)		30					
	c'	kPa		0					
	$\phi_r$	(°)							
	c <sub>r</sub>	kPa							
<b>Prova di taglio anulare (RS)</b>	$\phi_r$	(°)							
	c <sub>r</sub>	kPa							
<b>Prova triassiale (TxUU)</b>	C <sub>u1</sub>	kPa						59	
	C <sub>u2</sub>	kPa						64	
	C <sub>u3</sub>	kPa						66	
<b>Prova triassiale (TxCIU)</b>	$\phi'$	(°)							
	c'	kPa							





# Riepilogo dei risultati delle prove di laboratorio

COMM.

028CM16

**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

<b>Sondaggio</b>			IP6	IP6	IP6	IP6	IP6	IP6	IP6
<b>Campione</b>			SPT7	CI3	SPT8	SPT10	SPT12	SPT14	SPT16
<b>Profondità</b>	da m		14,75	16,00	16,00	24,70	30,00	35,00	39,60
	a m		14,96	16,50	16,20	24,90	30,20	35,20	39,80
<b>Consistenza</b>	Pen.	kPa		80-100					
	Tor.	kPa		40-45					
<b>Contenuto naturale d'acqua</b>			Wn	%					
<b>Peso dell'unità di volume</b>			$\gamma$	Mg/m <sup>3</sup>					
<b>Peso specifico</b>			Gs	Mg/m <sup>3</sup>					
<b>Limite di liquidità</b>			WL	%	30,2	44,5	121,9		16,5
<b>Limite di plasticità</b>			Wp	%	18,3	20,6	60,7		12,8
<b>Indice di plasticità</b>			Ip		17,9	23,7	61,2		3,7
<b>Sostanze organiche</b>				%		1,5			
<b>Classificazione USCS</b>					CL	CL	OH	A-1-a	A-1-a
<b>Classificazione CNR UNI 10006</b>					A5	A-7-6	A5	GP-GM	GP-GM
<b>Analisi granulometrica</b>	% ciottoli + massi								
	% Ghiaia					54,5	47,5	61,2	41,9
	% Sabbia		4,9	1,2		38,3	47,9	31,3	34,6
	% Limo + Argilla		95,1	98,8		7,2	4,6	7,5	23,5
<b>Prova di compres. semplice (ELL)</b>	qu1	kPa							
	qu2	kPa							
<b>Prova Edometrica</b>	$C_v (\sigma 100 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x 10 <sup>-7</sup>		0,36					
	$C_v (\sigma 200 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x 10 <sup>-7</sup>		0,21					
	$C_v (\sigma 400 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x 10 <sup>-7</sup>		0,24					
	$C_v (\sigma 800 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x 10 <sup>-7</sup>		0,24					
	$C_v (\sigma 1600 \text{ kPa})$	m <sup>2</sup> /s x 10 <sup>-7</sup>		0,27					
	$K (\sigma 100 \text{ kPa})$	m/s x 10 <sup>-10</sup>		1,0					
	$K (\sigma 200 \text{ kPa})$	m/s x 10 <sup>-10</sup>		0,58					
	$K (\sigma 400 \text{ kPa})$	m/s x 10 <sup>-10</sup>		0,47					
	$K (\sigma 800 \text{ kPa})$	m/s x 10 <sup>-10</sup>		0,28					
	$K (\sigma 1600 \text{ kPa})$	m/s x 10 <sup>-10</sup>		0,17					
	Cc			0,24					
<b>Prova di taglio diretto (DS)</b>	$\phi'$	(°)							
	c'	kPa							
	$\phi_r$	(°)							
	c <sub>r</sub>	kPa							
<b>Prova di taglio anulare (RS)</b>	$\phi_r$	(°)							
	c <sub>r</sub>	kPa							
<b>Prova triassiale (TxUU)</b>	c <sub>ult</sub>	kPa		42					
	c <sub>10</sub>	kPa		46					
	c <sub>15</sub>	kPa		36					
<b>Prova triassiale (TxCIU)</b>	$\phi'$	(°)							
	c'	kPa							

Data nov-16

Sperimentatore:

Dott. P. Pasquale

Direttore:

Dott. Geol. Vicenzetto





# Apertura del Campione

descrizione geotecnica e prove di consistenza

COMM. 026CM16

PAG. 1 DI 1

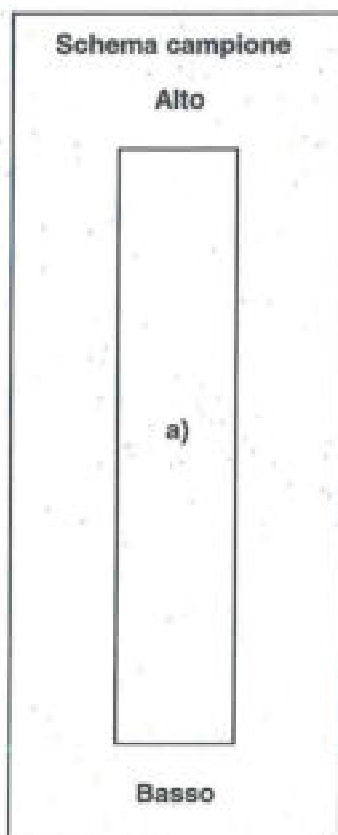
**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

**Sondaggio** IP 8 **Campione** CI 1 **Profondità** 3,00 - 3,45

**Verbale accettazione campioni** A077/18

Tipo di campione	Indisturbato	Tipo di contenitore	Fustella cilindrica inox
Data arrivo campione	22/09/2016	Data apertura campione	14/10/2016
Lunghezza dichiarata (mm)	450	Lunghezza reale (mm)	340
Diametro del campione (mm)	85		



## Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza

a) Spessore (mm) 340	Limo con sabbia nocciola intercalato da livelli e laminazioni argillosi	
	Pen. (kPa)	Pen. (kPa)
	Tor. (kPa)	Tor. (kPa)

### Prove eseguite

Contenuto naturale d'acqua ☒  
Peso dell'unità di volume ☒  
Limiti di Atterberg ☐  
Peso specifico assoluto dei grani ☒  
Analisi granulometrica per vagliatura meccanica ☒  
Analisi granulometrica per sedimentazione ☒  
Determinazione contenuto in sostanze organiche ☐  
Determinazione contenuto in carbonati ☐  
Prova di compressione con espansione laterale libera ☐

Prova edometrica ad incrementi di carico controllati ☒  
Prova di taglio diretto con misura della resistenza max ☒  
Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua ☐  
Prova di taglio anulare ☐  
Prova triassiale UU ☐  
Prova triassiale CIU ☐  
Prova triassiale CID ☐  
Prova di colonna risonante ☐  
Prova di taglio torsionale ciclico ☐

**Note:**

Data nov-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geo. T. Vicenzetto







# Fotografia del Campione

COMM. 026CM16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 6 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00 - 3,45

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione foto 14/10/2016

Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Data nov-16

Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto





**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO  
 NATURALE D'ACQUA**

COMM 028cm16

PAG. 1 DI 1

**Committente** SPEA ENGINEERING SPA

**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

**Data arrivo campione** 22/09/2016

**Data esecuzione prova** 04/11/2016

**Certificato n°** A26712

**Verbale di accettazione campioni n°** A077/16

**NORMA ASTM D 2216**

Sondaggio	IP 6
Campione	CI 1
Profondità	3,00-3,45
<b>Contenuto naturale d'acqua</b> <b>Wn (%)</b>	<b>25,7</b>

**Provino 1**

peso umido lordo	97,015
peso secco lordo	80,491
peso tara	17,015
<b>Wn</b>	<b>26,0</b>

**Provino 2**

peso umido lordo	102,927
peso secco lordo	86,315
peso tara	20,591
<b>Wn</b>	<b>25,3</b>



**Data** nov-16

**Sperimentatore:** Dott. P Pasqualeto

**Direttore:** Dott. Geol. T. Vicenzetto



# DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

COMM 026cm18  
 PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 04/11/2016  
 Certificato n° A26713 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA BS 1377

Sondaggio	IP 6
Campione	CI 1
Profondità	3,00 - 3,45
Peso dell'unità di volume $\gamma$ Mg/m <sup>3</sup>	1,89

Provino 1

peso umido lordo	174,141
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,91

Provino 2

peso umido lordo	172,316
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,87





## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 04/11/2016

Certificato n° A26744

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 854

Sondaggio	IP6
Campione	Cl 1
Profondità	3,00-3,45
Peso specifico $\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2,70

	Provino 1	Provino 2
Temperatura di prova	24°	24°
Peso secco lordo	94,454	92,186
Peso tara	73,088	70,276
Peso picnometro finale	176,962	171,886
Taratura picnometro	163,490	158,078
Peso specifico $\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2,707	2,702

Data nov-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geo. F. Vicenzetto



Dott. Geol. T. Vicenzietto





Committente SPEA ENGINEERING SPA

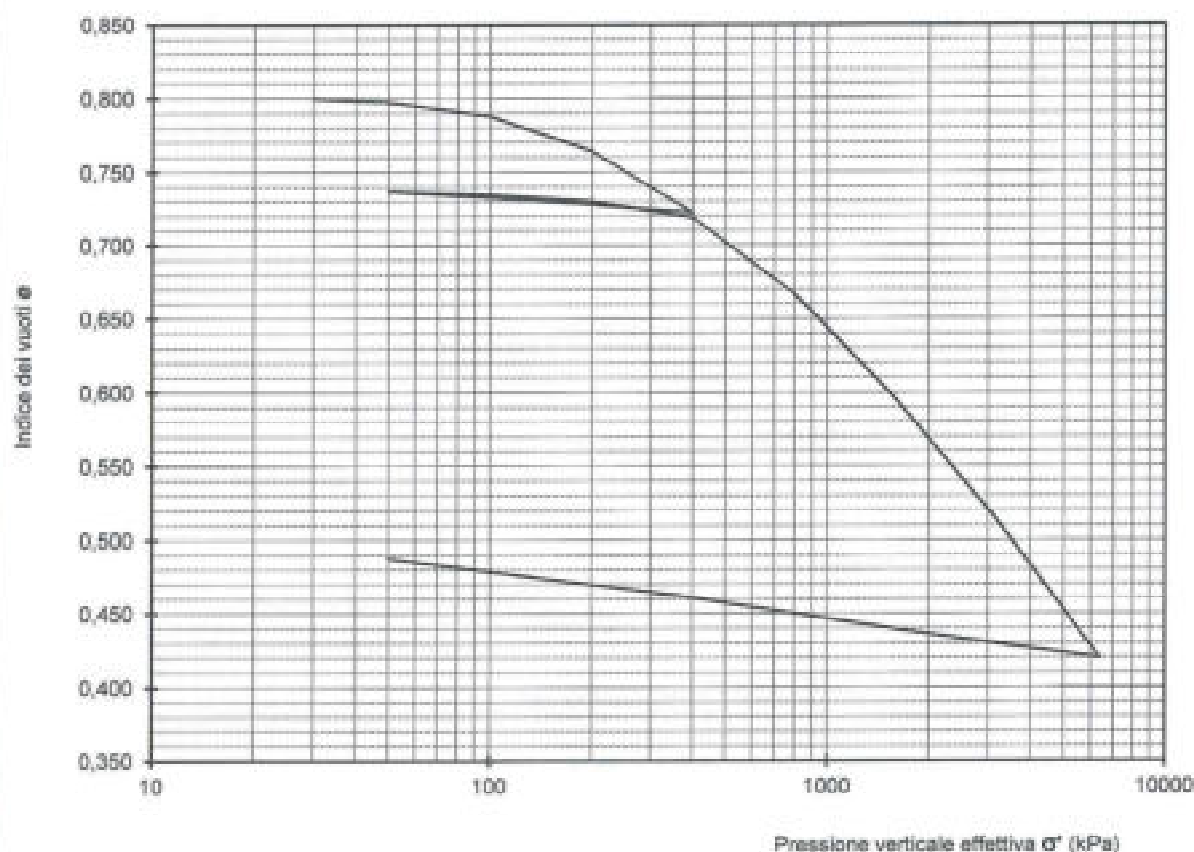
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP6 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,45

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 7-21/11/2016

Certificato n° A26716 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagramma di compressibilità edometrica



Apparecchio n°	1
Diametro del provino (mm)	71,5
Altezza iniziale provino (mm)	20,0
Altezza finale provino (mm)	16,53
Contenuto in acqua iniziale (%)	27,6
Contenuto in acqua finale (%)	17,2
Indice di compressione	0,31
Grado di saturazione iniziale (%)	93,24
Grado di saturazione finale (%)	95,27
Peso di volume iniziale (Mg/m3)	1,91
Peso di volume finale (Mg/m3)	2,13

## DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL PROVINO

Limo con sabbia nocciola

MASSA VOLUMICA DEI GRANI  $\rho_s = 2,70$  Mg/m<sup>3</sup>

Valore assunto ☐

Valore determinato ☒

TENSIONE DI RIGONFIAMENTO  $\sigma'_{s,s}$  kPa

Stimata all'incremento più prossimo ☐

determinata con apposita prova ☐

Pressione verticale  
effettiva  $\sigma'_v$  (kPa)

Indice  
dei vuoti  $e$ 

0	0,800
30	0,800
50	0,797
100	0,788
200	0,764
400	0,722
200	0,728
100	0,733
50	0,737
100	0,735
200	0,730
400	0,719
800	0,687
1600	0,595
3200	0,513
6400	0,420
1600	0,439
400	0,461
150	0,473
50	0,487



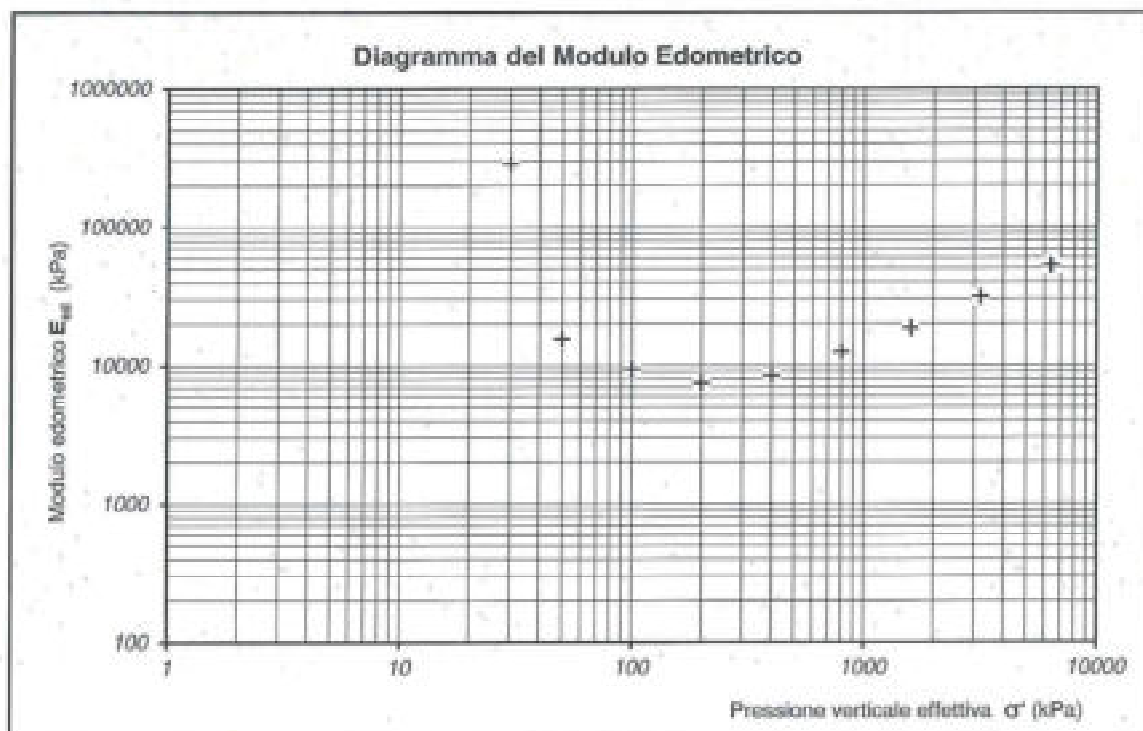
# Prova edometrica (ASTM D 2435)

## diagramma del Modulo edometrico

COMM. 026cm16

PAG. 2 Di 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP6 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,45  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 7-21/11/2016  
Certificato n° A26716 Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Pressione verticale effettiva $\sigma'$ (kPa)	Modulo Edometrico $E_{ed}$ (kPa)
30	288878
50	15521
100	9415
200	7487
400	8427
800	12444
1600	18574
3200	30941
6400	52261

Note:

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. Vicenzetto



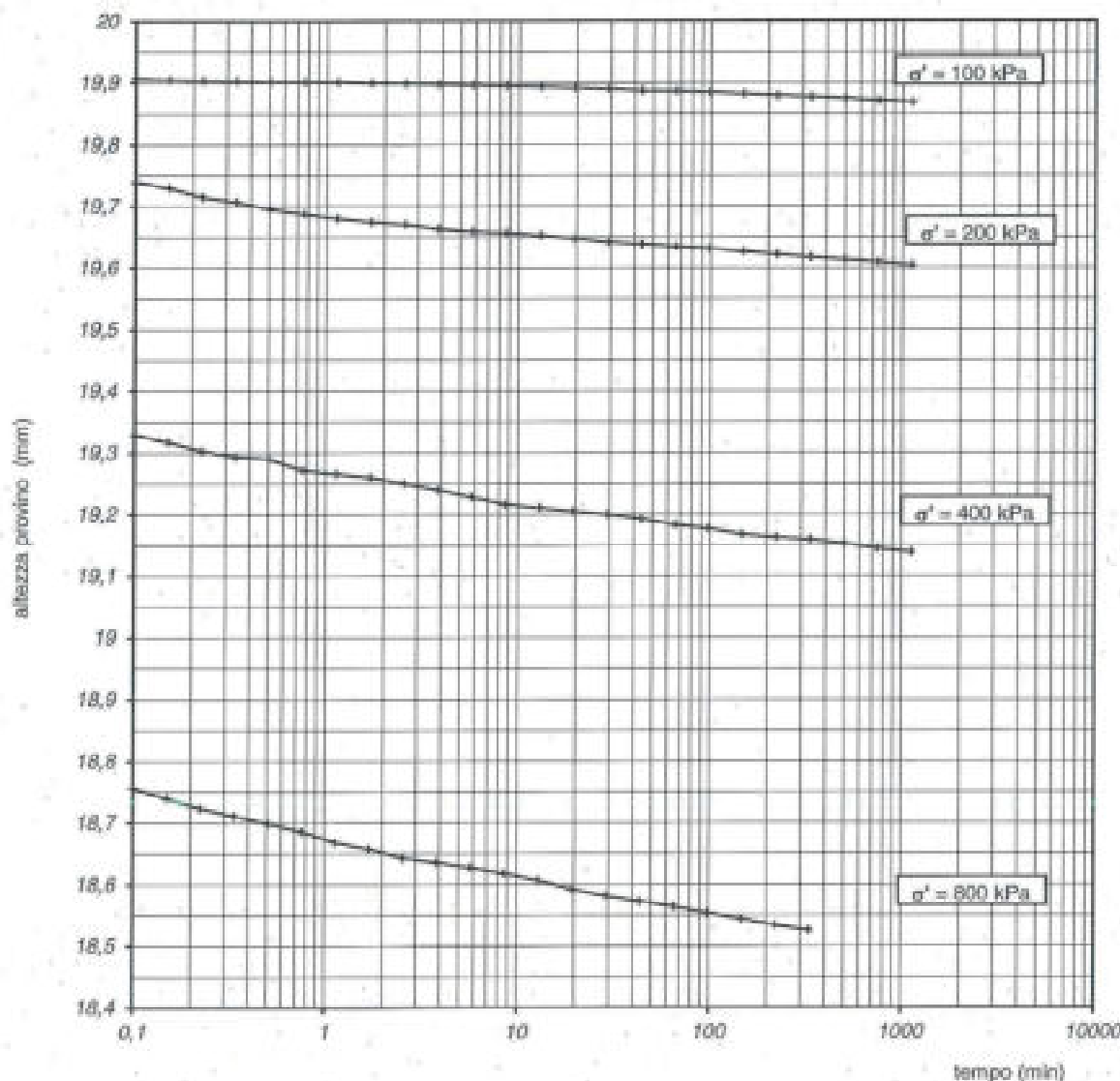


# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16  
 PAG. 3 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP6 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,45  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 7-21/11/2016  
 Certificato n° A07716 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Diagrammi cedimenti - tempo



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_\alpha$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
50	100			9415	
100	200	$1,3 \times 10^{-6}$	$1,2 \times 10^{-3}$	7487	$1,7 \times 10^{-9}$
200	400	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-3}$	8427	$1,2 \times 10^{-9}$
400	800	$8,2 \times 10^{-7}$	$2,7 \times 10^{-3}$	12444	$6,6 \times 10^{-10}$

Data nov-18 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 4 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

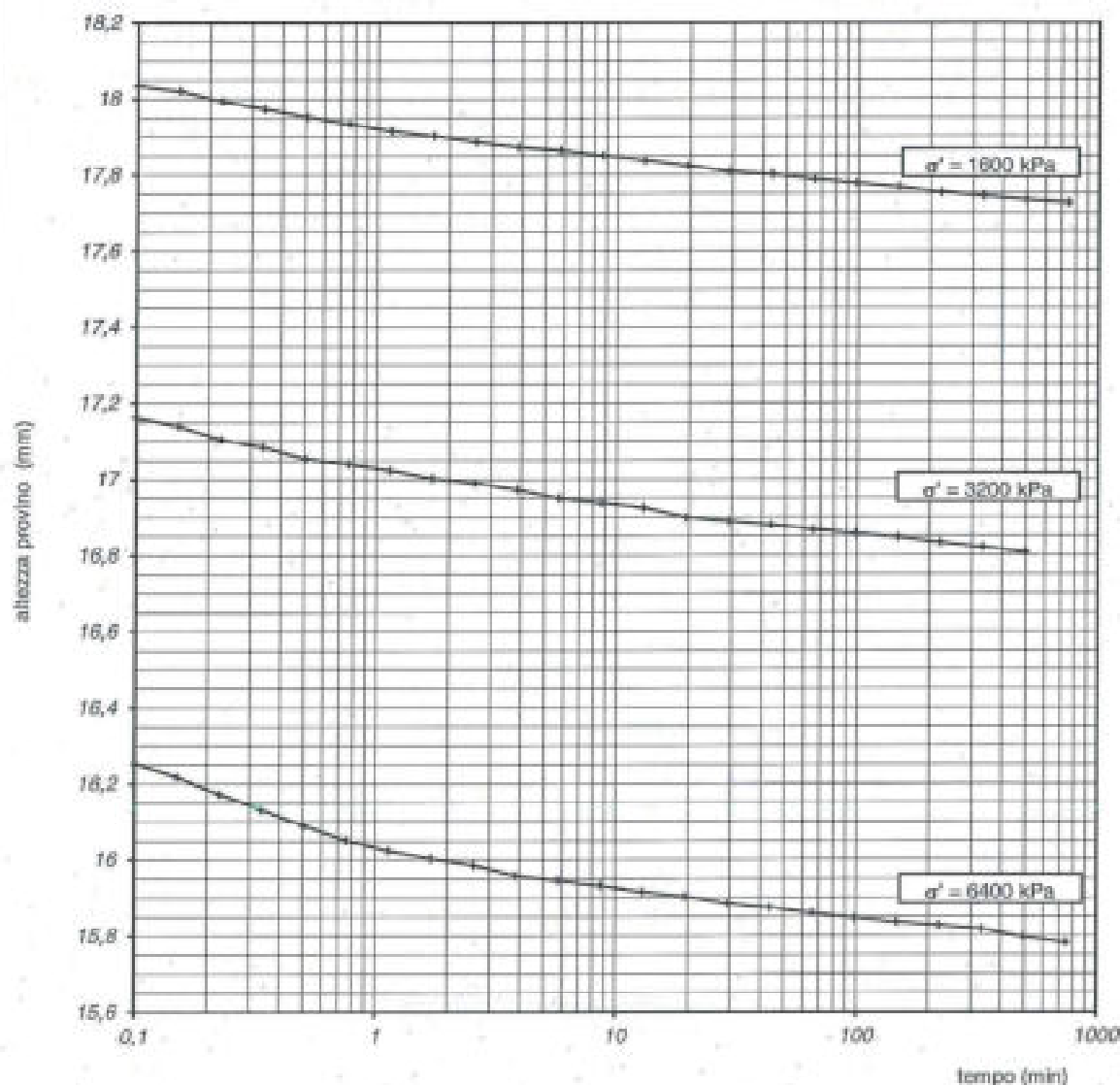
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP6 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,45

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 7-21/11/2016

Certificato n° A26716 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## Diagrammi cedimenti - tempo



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_{\alpha}$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
800	1600	$7,6 \times 10^{-7}$	$2,9 \times 10^{-3}$	18574	$4,1 \times 10^{-10}$
1600	3200	$6,9 \times 10^{-7}$	$3,7 \times 10^{-3}$	30941	$2,0 \times 10^{-10}$
3200	6400	$6,1 \times 10^{-7}$	$4,3 \times 10^{-3}$	52261	$1,2 \times 10^{-10}$

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto







# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm18

PAG. 6 DI 8

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP6** Campione **CI 1** Profondità (m) **3,00-3,45**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **7-21/11/2016**  
 Certificato n° **A16710** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## TABELLE DATI

Incremento di carico da	200 kPa	a	400 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,3289		
0,15	19,3170		
0,23	19,3027		
0,34	19,2937		
0,51	19,2898		
0,76	19,2720		
1,14	19,2662		
1,71	19,2605		
2,56	19,2501		
3,84	19,2397		
5,77	19,2280		
8,65	19,2162		
12,97	19,2104		
19,46	19,2047		
29,19	19,1998		
43,79	19,1924		
65,68	19,1827		
96,53	19,1764		
147,79	19,1671		
221,68	19,1626		
332,52	19,1589		
498,78	19,1524		
748,18	19,1450		
1122,27	19,1389		

Incremento di carico da	400 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1835		
0,15	19,1839		
0,23	19,1843		
0,34	19,1851		
0,51	19,1858		
0,76	19,1888		
1,14	19,1892		
1,71	19,1882		
2,56	19,1892		
3,84	19,1892		
5,77	19,1888		
8,65	19,1892		
12,97	19,1905		
19,46	19,1909		
29,19	19,1913		
43,79	19,1921		
65,68	19,1937		
96,53	19,1942		
147,79	19,1948		
221,68	19,1950		
332,52	19,1954		
498,78	19,1970		
748,18	19,1974		
1122,27	19,1970		

Incremento di carico da	200 kPa	a	100 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,2384		
0,15	19,2392		
0,23	19,2392		
0,34	19,2392		
0,51	19,2400		
0,76	19,2404		
1,14	19,2412		
1,71	19,2417		
2,56	19,2417		
3,84	19,2421		
5,77	19,2425		
8,65	19,2425		
12,97	19,2429		
19,46	19,2437		
29,19	19,2445		
43,79	19,2453		
65,68	19,2462		
96,53	19,2462		
147,79	19,2478		
221,68	19,2490		
332,52	19,2490		
498,78	19,2498		
748,18	19,2507		
1122,27	19,2507		

Incremento di carico da	100 kPa	a	50 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,2879		
0,15	19,2879		
0,23	19,2887		
0,34	19,2896		
0,51	19,2908		
0,76	19,2904		
1,14	19,2916		
1,71	19,2912		
2,56	19,2912		
3,84	19,2924		
5,77	19,2916		
8,65	19,2937		
12,97	19,2933		
19,46	19,2937		
29,19	19,2937		
43,79	19,2937		
65,68	19,2948		
96,53	19,2953		
147,79	19,2965		
221,68	19,2969		
332,52	19,2966		

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. Vicenzetto



<b>Committente</b>	SPEA ENGINEERING SPA
--------------------	----------------------

Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE
----------	---

Sondaggio	IP6	Campione	C1	Profondità (m)	3,00-3,45
-----------	-----	----------	----	----------------	-----------

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	7-21/11/2016
----------------------	------------	-----------------------	--------------

Certificato n° 47636 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### TABELLE DATI

Incremento di carico da	50 kPa	a	100 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,2758		
0,15	19,2761		
0,23	19,2761		
0,34	19,2761		
0,51	19,2748		
0,76	19,2761		
1,14	19,2748		
1,71	19,2752		
2,56	19,2752		
3,84	19,2748		
5,77	19,2748		
8,65	19,274		
12,97	19,2752		
19,46	19,2752		
29,19	19,2756		
43,79	19,2748		
65,88	19,2756		
98,53	19,2752		
147,79	19,2752		
221,65	19,2752		
332,52	19,2744		
496,78	19,274		
748,18	19,2756		

Incremento di carico da	100 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,00	0		
0,00	0		
0,10	19,2266		
0,16	19,2266		
0,23	19,2261		
0,34	19,2273		
0,51	19,2273		
0,76	19,2273		
1,14	19,2273		
1,71	19,2269		
2,56	19,2269		
3,64	19,2269		
5,77	19,2273		
8,65	19,2265		
12,97	19,2261		
19,46	19,2266		
29,19	19,2257		
43,79	19,2257		
65,68	19,2253		
98,53	19,2253		
147,79	19,2246		
221,66	19,2236		
332,52	19,2236		

Incremento di carico da	200 kPa	a	400 KPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1282		
0,15	19,1290		
0,23	19,1270		
0,34	19,1249		
0,51	19,1237		
0,76	19,1229		
1,14	19,1221		
1,71	19,1221		
2,50	19,1217		
3,84	19,1213		
5,77	19,1200		
8,65	19,1192		
12,97	19,1180		
19,48	19,1168		
29,19	19,1155		
43,79	19,1149		
65,68	19,1123		
98,53	19,1110		
147,79	19,1094		
221,68	19,1063		
332,52	19,1032		
493,78	19,1012		
748,10	19,0983		

Incremento di carico da	400 kPa	a	800 KPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,7580		
0,15	18,7388		
0,23	18,7232		
0,34	18,7109		
0,51	18,6991		
0,76	18,6860		
1,14	18,6693		
1,71	18,6573		
2,56	18,6421		
3,84	18,6356		
5,77	18,6274		
8,65	18,6176		
12,97	18,6085		
19,46	18,5918		
29,19	18,5815		
43,79	18,5721		
65,68	18,5636		
98,53	18,5533		
147,79	18,5439		
221,00	18,5336		
332,52	18,5254		

Data: nov-18

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Director: Dott. Gad. T. Vicenzello





Committente	SPEA ENGINEERING SPA
-------------	----------------------

Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE
----------	---

<b>Sondaggio</b>	<b>IP6</b>	<b>Campione</b>	<b>Cl 1</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>3,00-3,45</b>
------------------	------------	-----------------	-------------	-----------------------	------------------

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	7-21/11/2016
----------------------	------------	-----------------------	--------------

Certificato n° A634A Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### TABELLE DATI

Incremento di carico da	800 kPa	a	1600 kPa
Tempo (min.)			Altezza provino
0,10			18,0333
0,15			18,0199
0,23			17,9931
0,34			17,9734
0,51			17,9530
0,76			17,9345
1,14			17,9153
1,71			17,9026
2,66			17,8870
3,84			17,8731
5,77			17,8649
8,65			17,8510
12,97			17,8379
19,48			17,8231
29,19			17,8076
43,79			17,8006
65,68			17,7879
98,53			17,7773
147,79			17,7679
221,68			17,7527
332,52			17,7433
498,78			17,7343
748,18			17,7265

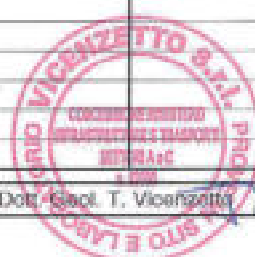
Incremento di carico da	1600 kPa	a	3200 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	17,1822		
0,15	17,1401		
0,23	17,1032		
0,34	17,0840		
0,51	17,0545		
0,78	17,0406		
1,14	17,0230		
1,71	17,0026		
2,56	16,9910		
3,84	16,9734		
5,77	16,9497		
8,66	16,9370		
12,97	16,9247		
19,46	16,8993		
29,19	16,8891		
43,79	16,8768		
66,68	16,8685		
99,53	16,8559		
147,79	16,8485		
221,88	16,8326		
332,52	16,8203		
498,78	16,8072		

Incremento di carico da	3200 kPa	a	6400 kPa
Tempo (min.)			Altezza provino
0,10			16,2527
0,15			16,2177
0,23			16,1720
0,34			16,1311
0,51			16,0901
0,76			16,0516
1,14			16,0234
1,71			16,0026
2,66			15,9863
3,84			15,9683
5,77			15,9456
8,66			15,9317
12,97			15,9145
19,46			15,9026
29,19			15,8846
43,79			15,8735
66,68			15,8588
98,53			15,8461
147,79			15,8350
221,68			15,8208
332,62			15,8166
496,76			15,7961
748,16			15,7810

[illegible]

Data	nov-18	Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto
------	--------	--------------------------------------

Direttore: Dott. Gaetano Vicenzotto



Committente SPEA S.p.A.

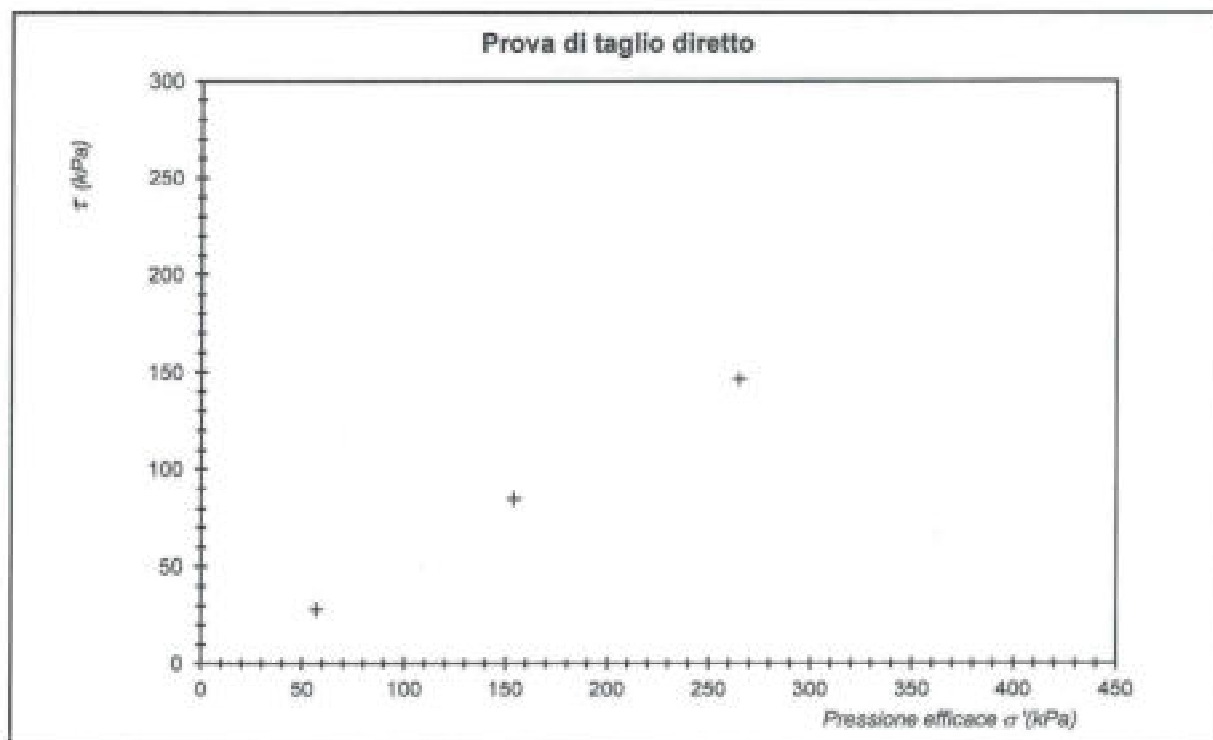
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 6 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,45

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 4-7/11/2016

 Certificato n° A26717 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Norma di riferimento: ASTM D 3080

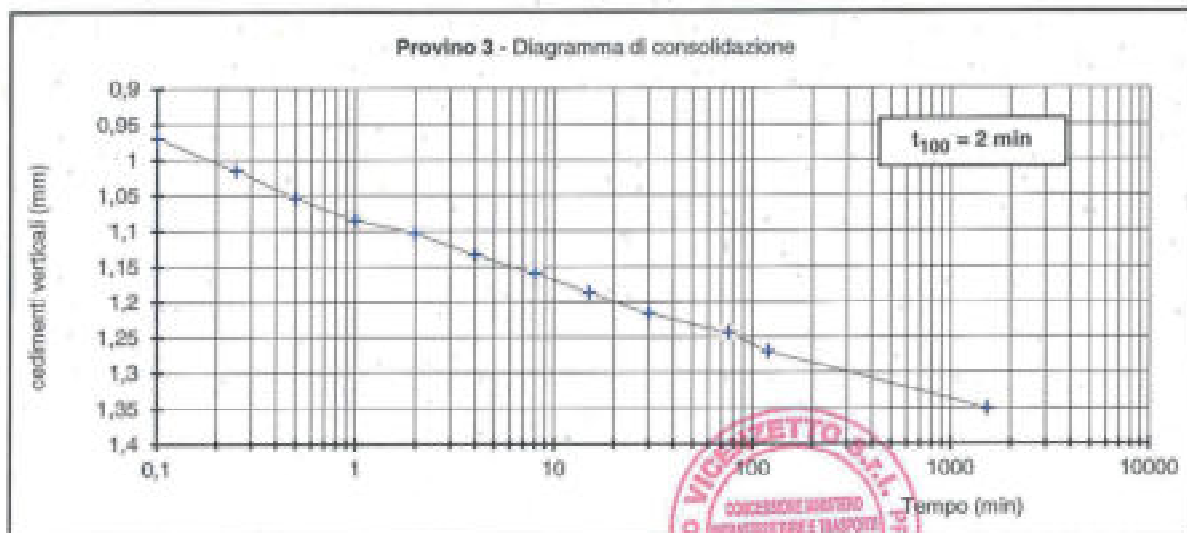
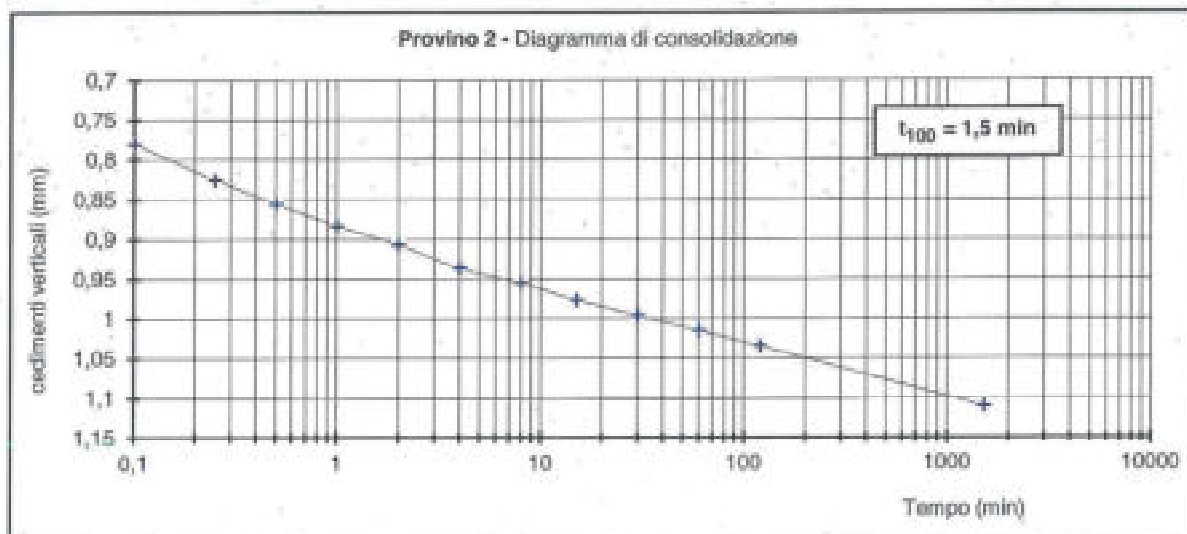
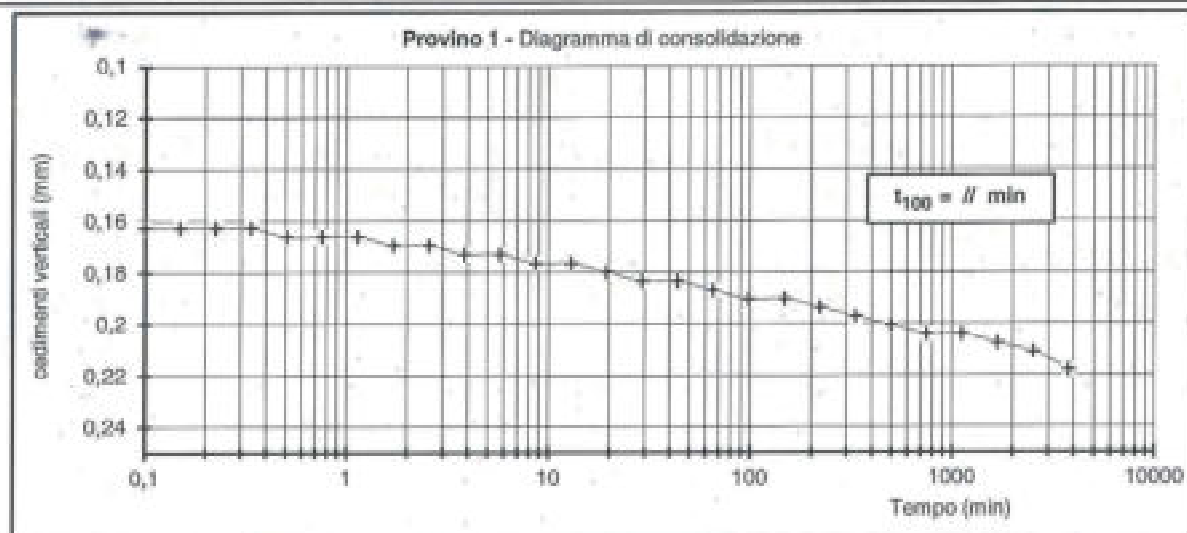


$\sigma'$ (kPa)	$\tau$ (kPa)	$s_{rot}$ (mm)	Altezza (mm)	Lato (mm)	Wi (%)	Wf (%)	Sr i (%)	Sr f (%)	$\rho_i$ (Mg/m <sup>3</sup> )	$\rho_f$ (Mg/m <sup>3</sup> )
57	27,8	6,9	30,0	60,0	26,3	22,3	82,1	70,8	1,83	1,78
154	85,0	5,7	30,0	60,0	25,6	21,6	84,8	78,0	1,87	1,88
265	146,2	6,8	30,0	60,0	26,6	20,5	84,0	71,7	1,84	1,84



Data	nov-16	Sperimentatore:	Dott. P. Pasqualetto	Direttore:	Dott. Geol. T. Vicenzetto
------	--------	-----------------	----------------------	------------	---------------------------

Committente SPEA S.p.A.  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 6 Campione CI 1 Profondità (m) 3,00-3,45  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 4-7/11/2016  
Certificato n° A26717 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Norma di riferimento: ASTM D 3080



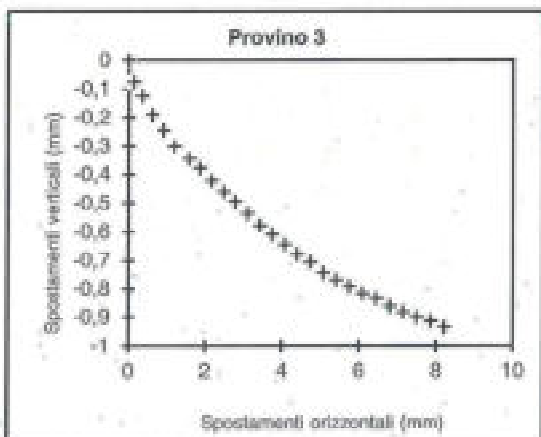
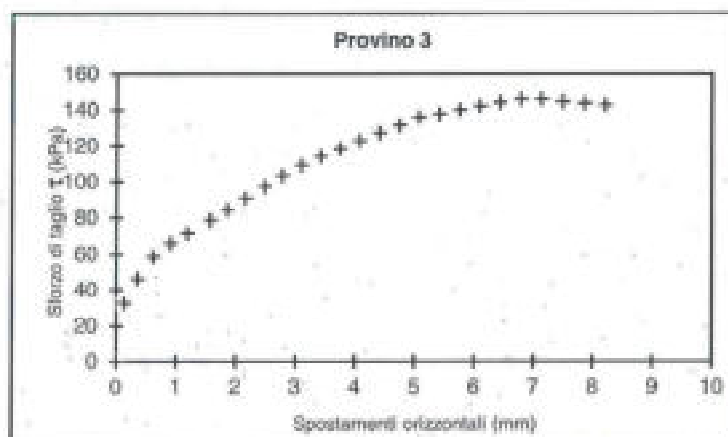
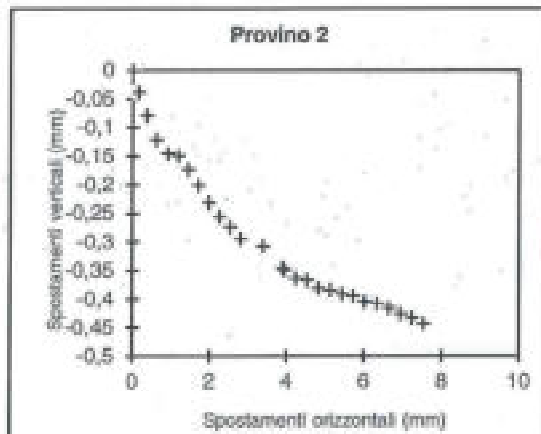
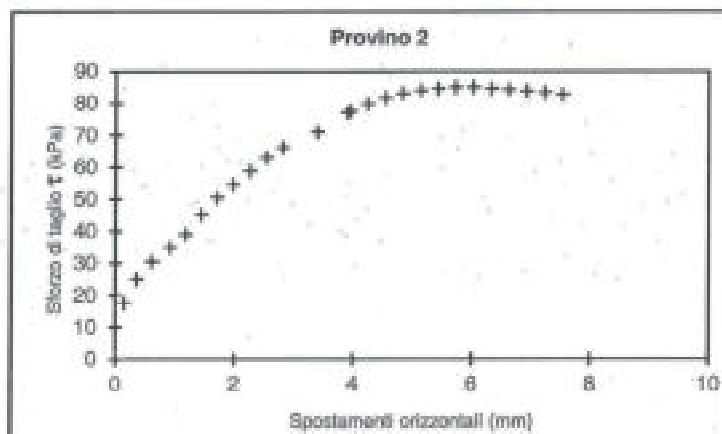
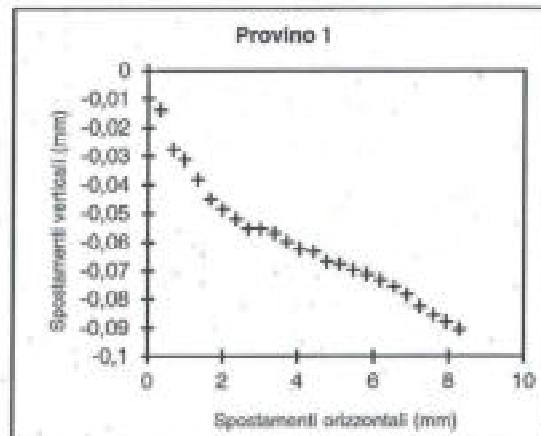
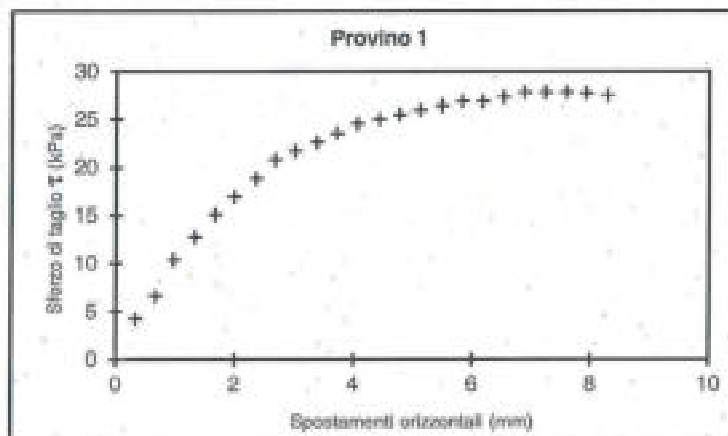


# Prova di Taglio diretto consolidata e drenata

COMM. 025cm16

PAG. 3 DI 4

**Committente** SPEA S.p.A.  
**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
**Sondaggio** IP 6 **Campione** CI 1 **Profondità (m)** 3,00-3,45  
**Data arrivo campione** 22/09/2016 **Data esecuzione prova** 4-7/11/2016  
**Certificato n°** A26717 **Verbale di accettazione campioni n°** A077/16  
**Norma di riferimento:** ASTM D 3080



	H (mm)	L (mm)	$\sigma$ (kPa)	$\tau_c$ (kPa)	Sr (mm)	Vp(mm/min)	WI	WI -
Provino 1	30	60	57	27,8	6,9	0,002	26,3	22,3
Provino 2	30	60	154	85,0	5,7	0,002	26,6	21,6
Provino 3	30	60	265	148,2	6,8	0,002	29,5	20,5

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto







# Apertura del Campione

descrizione geotecnica e prove di consistenza

COMM. 026CM16

PAG. 1 DI 1

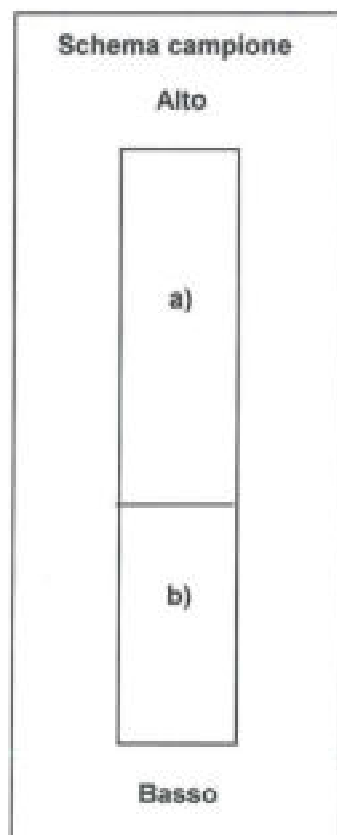
Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio **IP6** Campione **C12** Profondità **7,60 - 8,10**

Verbale accettazione campioni **A077/16**

Tipo di campione	Indisturbato	Tipo di contenitore	Fustella cilindrica inox
Data arrivo campione	22/08/2016	Data apertura campione	14/10/2016
Lunghezza dichiarata (mm)	500	Lunghezza reale (mm)	500
Diametro del campione (mm)	85		



## Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza

a)	Argilla debolmente limosa grigia inglobante numerosi noduli calcarei			
Spessore (mm)	300			
	Pen. (kPa)	70 - 80	Tor. (kPa)	32
b)	Argilla debolmente limosa grigio-nerastra			
Spessore (mm)	200			
	Pen. (kPa)	160 - 170	Tor. (kPa)	75

### Prove eseguite - strato (a)

Prova di colonna risonante



### Prove eseguite - strato (b)

Contenuto naturale d'acqua



Peso dell'unità di volume



Limiti di Atterberg



Peso specifico assoluto dei grani



Analisi granulometrica per vagliatura meccanica



Analisi granulometrica per sedimentazione



Determinazione contenuto in sostanze organiche



Determinazione contenuto in carbonati



Prova edometrica ad incrementi di carico controllati



Prova di taglio diretto con misura della resistenza max.



Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua



Prova di taglio anulare



Prova triassiale UU



Prova triassiale CU



Prova triassiale CID



Prova di colonna risonante



Note:

Data nov-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geo. T. Vicenzetto





# Fotografia del Campione

COMM. 026CM16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 6 Campione CI 2 Profondità (m) 7,60 - 8,10

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione foto 14/10/2016

Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Data nov-16

Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto







**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO  
NATURALE D'ACQUA**

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Data arrivo campione **22/09/2016**

Data esecuzione prova **03/11/2016**

Certificato n° **A26718**

Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

**NORMA ASTM D 2216**

Sondaggio	IP 6
Campione	CI 2 (b)
Profondità	7,60-8,10
Contenuto naturale d'acqua Wn (%)	28,6

**Provino 1**

peso umido lordo	94,623
peso secco lordo	77,086
peso tara	15,091
Wn	28,6

**Provino 2**

peso umido lordo	96,363
peso secco lordo	79,340
peso tara	19,924
Wn	28,7



Data **nov-16**

Sperimentatore: **Dott. P Pasqualetto**

Direttore: **Dott. Geol. T. Vicenzetto**



# DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

COMM 028cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 04/11/2016

Certificato n° A26719 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA BS 1377

Sondaggio	IP 6
Campione	Cl 2(b)
Profondità	7,60 - 8,10
Peso dell'unità di volume $\gamma$ $Mg/m^3$	1,95

### Provino 1

peso umido lordo	175,542
peso tara	68,518
volume fustella ( $mm^3$ )	5539
$\gamma$ ( $Mg/m^3$ )	1,93

### Provino 2

peso umido lordo	177,408
peso tara	68,518
volume fustella ( $mm^3$ )	5539
$\gamma$ ( $Mg/m^3$ )	1,97

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetta

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto





# DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 07/11/2016

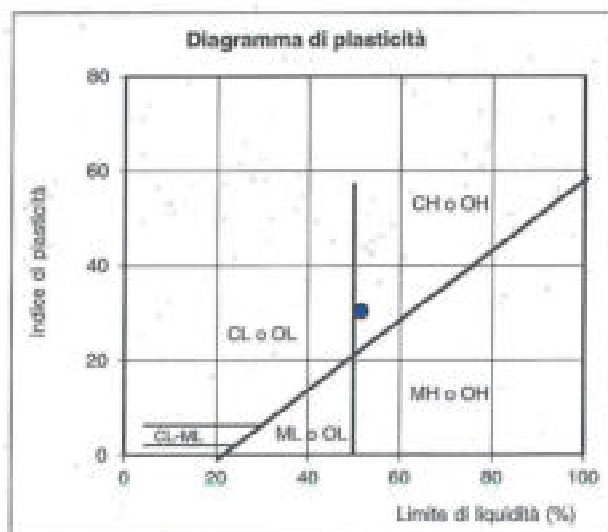
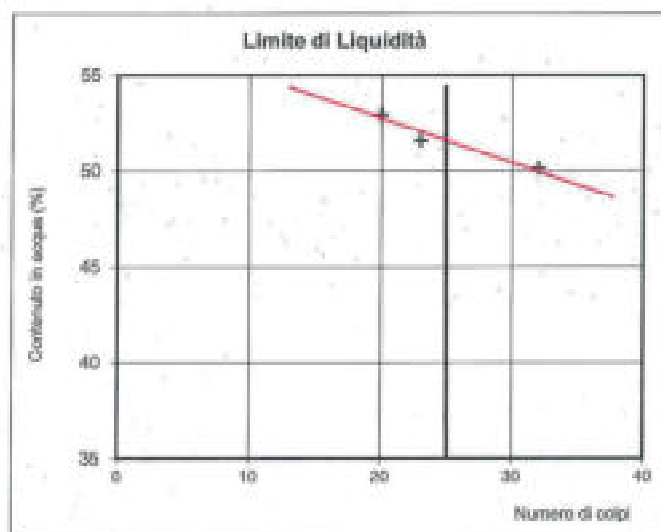
Certificato n° A24720

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 6
Campione	Cl 2(b)
Profondità	7,60-8,10

Limite di Liquidità	WI	(%)	51,4
Limite di plasticità	Wp	(%)	21,0
Indice di plasticità	Ip		30,4



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	37,087
peso secco lordo	30,225
peso tara	18,544
Numero colpi	32
Contenuto in acqua	50,16
WI	51,7

#### Provino 2

peso umido lordo	42,410
peso secco lordo	35,081
peso tara	20,878
Numero colpi	23
Contenuto in acqua	51,60
WI	51,1

#### Provino 3

peso umido lordo	44,012
peso secco lordo	35,474
peso tara	19,343
Numero colpi	20
Contenuto in acqua	52,93
WI	51,5

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	25,084
peso secco lordo	24,301
peso tara	20,591
Wp	21,1

#### Provino 2

peso umido lordo	22,794
peso secco lordo	21,794
peso tara	17,015
Wp	20,9



Data nov-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualeto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto



## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 04/11/2016

Certificato n° A26721

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 854

Sondaggio	IP6
Campione	Cl 2(b)
Profondità	7,60-8,10
<b>Peso specifico</b>	<b><math>\gamma_s</math> Mg/m<sup>3</sup> 2,71</b>

	Provino 1	Provino 2
Temperatura di prova	24°	24°
Peso secco lordo	84,007	104,689
Peso tara	63,166	83,903
Peso picnometro finale	163,320	182,354
Taratura picnometro	150,194	169,215
Peso specifico $\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2,701	2,723

Data nov-16

Sperimentatore: Dott. P Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto

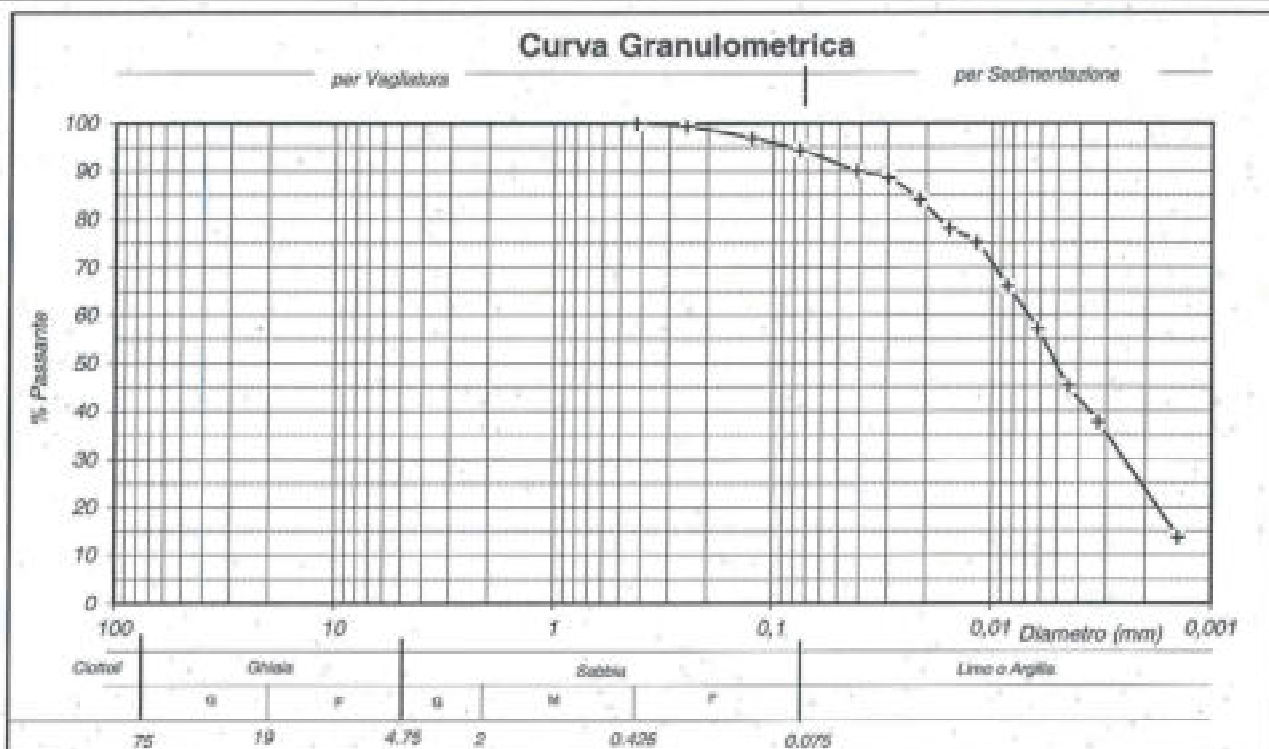




# Analisi Granulometrica

COMM. 026cm16 R. A  
 PAG. 1 Di 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP 6** Campione **CI2 (b)** Profondità (m) **7,60 - 8,10**  
 Certificato n° **A26721** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **08-11/11/2016**



Analisi granulometrica (ASTM D 422)	secca <input type="checkbox"/>	setacci serie ASTM <input checked="" type="checkbox"/>
	umida <input checked="" type="checkbox"/>	setacci serie UNI <input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	metodo con densimetro (ASTM D 422) <input checked="" type="checkbox"/>	
	metodo con pipetta Andreasen (BS 1377) <input type="checkbox"/>	
CLASSIFICAZIONE USCS	CH	CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006
		A-7-6

Peso del materiale analizzato (gr) **174,31**      Diametro massimo **<0,425 mm**

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	
2,00	
0,85	
0,43	100,0
0,25	99,3
0,125	96,8
0,075	94,4

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	90,1
0,0298	88,8
0,0215	84,1
0,0167	78,1
0,0117	75,1
0,0085	66,1
0,0062	57,1
0,0045	45,2
0,0033	37,7
0,0014	13,8



## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP 6** Campione **CI2 (b)** Profondità (m) **7,60 - 8,10**  
 Certificato n° **-** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **08-11/11/2016**

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,71
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	94,39

Soluzione disperdente : **Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio**  
 Data di preparazione soluzione disperdente: **08-11/11/2016**

Densimetro n°: **ASTM 151H**

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
08/11/2016	24	1	33
		2	32,5
		4	31
		8	29
		15	28
		30	25
		60	22
		120	18
		240	15,5
09/11/2016		1440	7,5



Data **ott-16** Sperimentatore : **Dott. P. Pasqualetto**

Direttore **Dott. Geol. T. Vicenzetto**

Committente SPEA ENGINEERING SPA

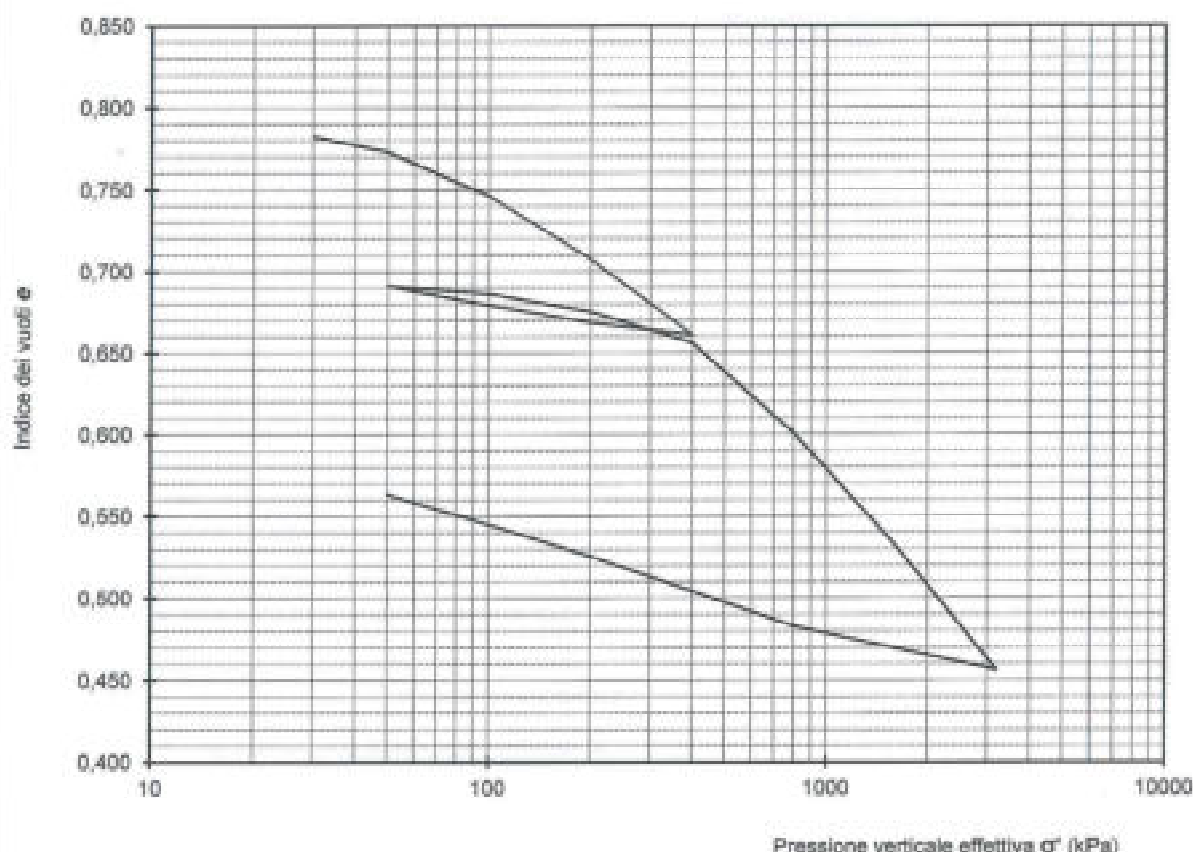
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP6 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,60-8,10

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 3-21/11/2016

Certificato n° A26723 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## Diagramma di compressibilità edometrica



Apparecchio n°	7
Diametro del provino (mm)	71,5
Altezza iniziale provino (mm)	20,0
Altezza finale provino (mm)	17,50
Contenuto in acqua iniziale (%)	29,0
Contenuto in acqua finale (%)	21,2
Indice di compressione	0,25
Grado di saturazione iniziale (%)	99,85
Grado di saturazione finale (%)	101,92
Peso di volume iniziale (Mg/m3)	1,96
Peso di volume finale (Mg/m3)	2,10

### DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL PROVINO

Argilla debolmente limosa grigio-nerastra

MASSA VOLUMICA DEI GRANI $\rho_s =$	2,71	Mg/m <sup>3</sup>
Valore assunto	<input type="checkbox"/>	
Valore determinato	<input checked="" type="checkbox"/>	

### TENSIONE DI RIGONFIAMENTO $\sigma'_{rg}$ kPa

Stimata all'incremento più prossimo  
determinata con apposita prova

☐  
☐

Pressione verticale effettiva $\sigma'$ (kPa)	Indice dei vuoti e
0	0,787
30	0,782
50	0,773
100	0,746
200	0,707
400	0,681
200	0,669
100	0,679
50	0,691
100	0,686
200	0,675
400	0,658
800	0,601
1600	0,533
3200	0,458
800	0,483
200	0,526
100	0,545
50	0,563







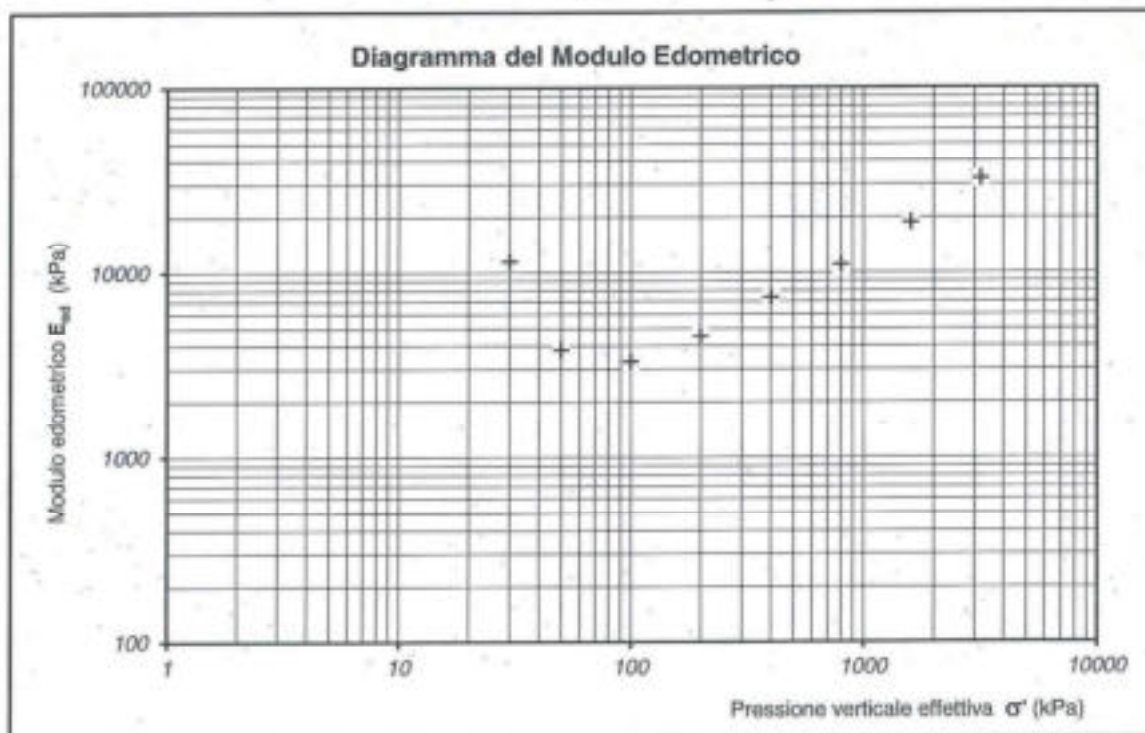
# Prova edometrica (ASTM D 2435)

## diagramma del Modulo edometrico

COMM. 028cm16

PAG. 2 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP6 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,60-8,10  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 3-21/11/2016  
Certificato n° A26723 Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Pressione verticale effettiva $\sigma'$ (kPa)	Modulo Edometrico $E_{ed}$ (kPa)
30	11490
50	3801
100	3288
200	4530
400	7353
800	11032
1600	18768
3200	32161

Note:

Data nov-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 028cm18

PAG. 3 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

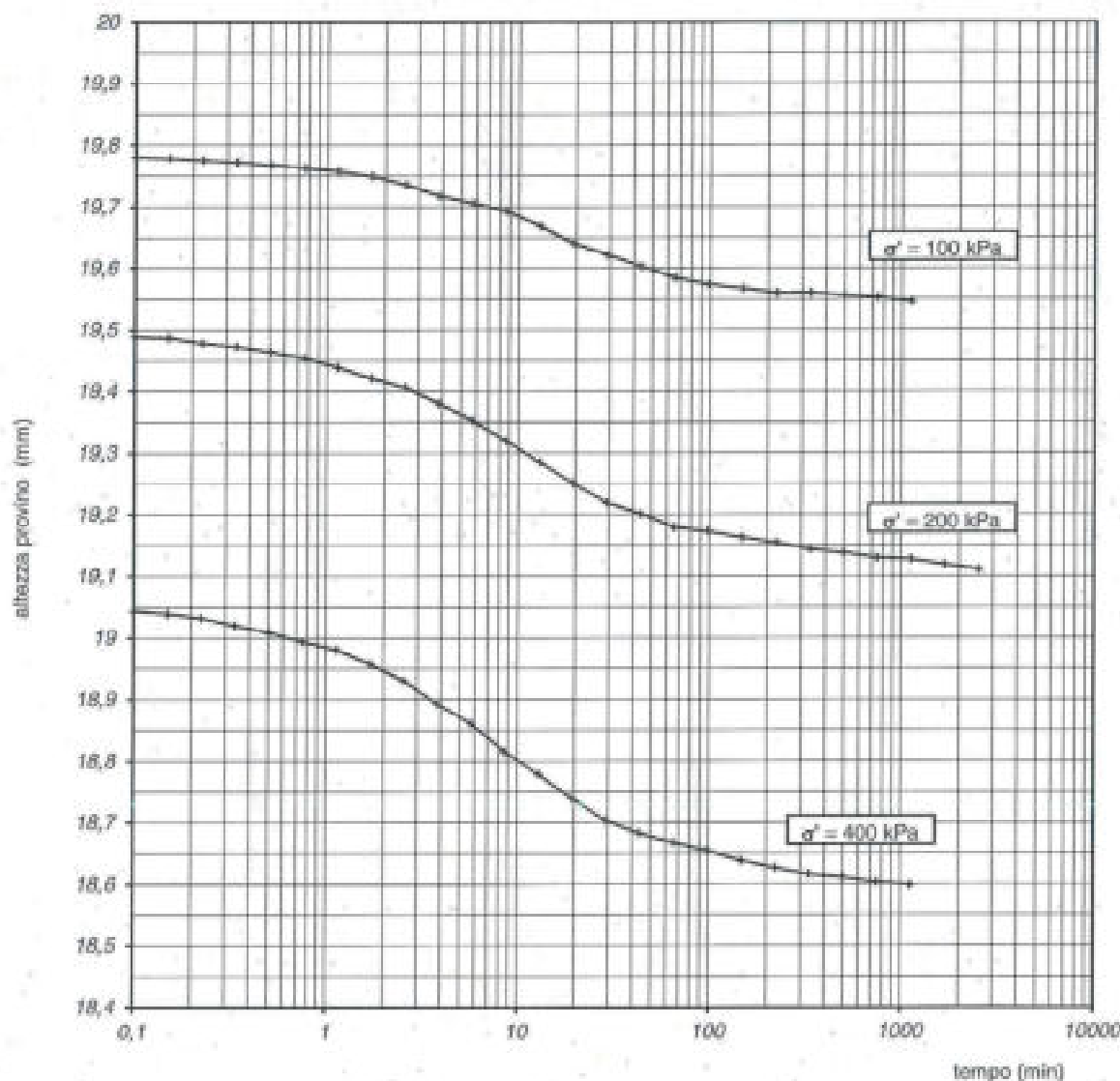
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP6 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,60-8,10

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 3-21/11/2016

Certificato n° A26723 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## Diagrammi cedimenti - tempo



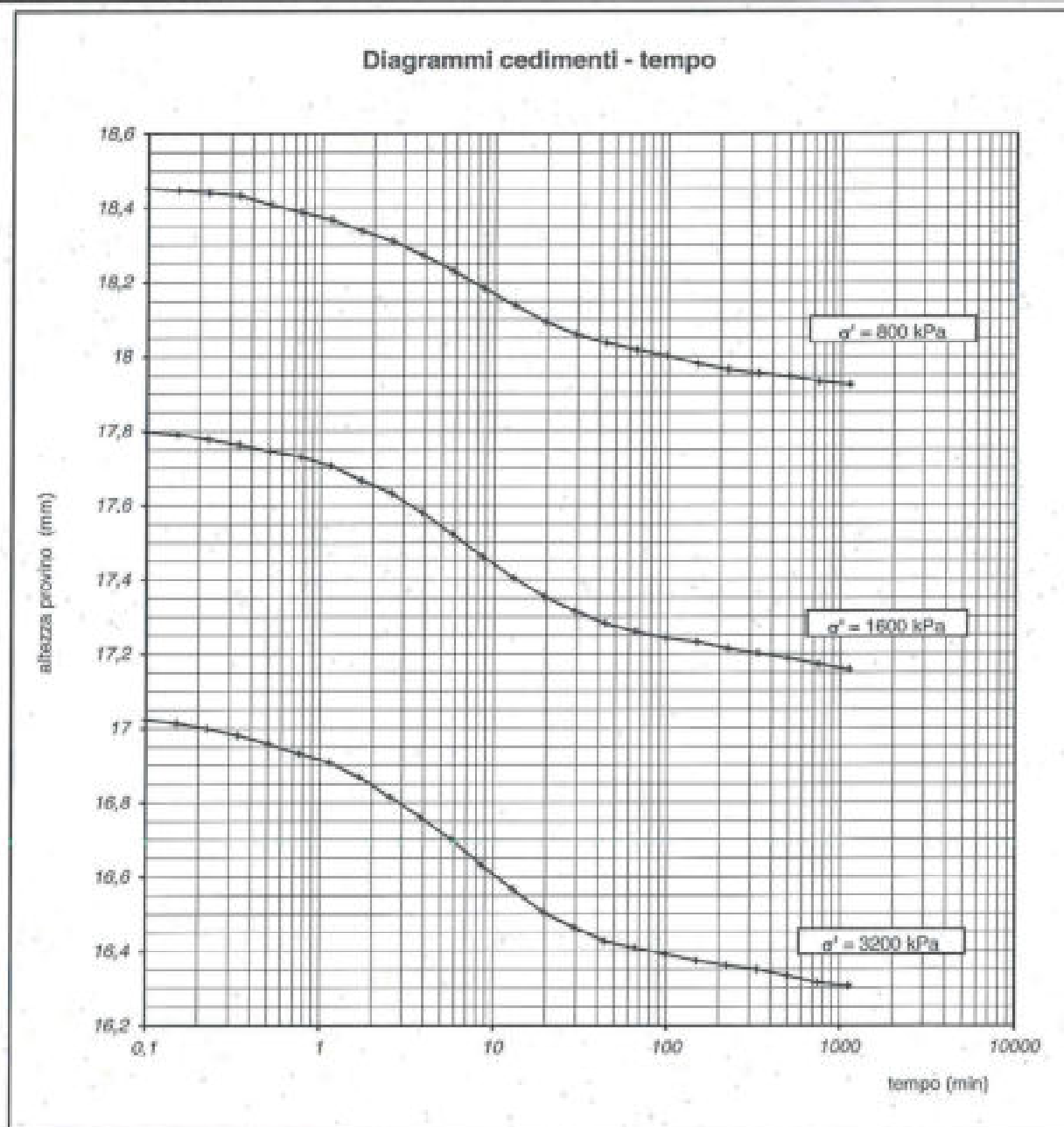
Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_\alpha$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
50	100	$3,5 \times 10^{-8}$	$9,9 \times 10^{-4}$	2985	$1,2 \times 10^{-10}$
100	200	$5,1 \times 10^{-8}$	$1,3 \times 10^{-3}$	4530	$1,1 \times 10^{-10}$
200	400	$5,9 \times 10^{-8}$	$1,6 \times 10^{-3}$	7353	$8,0 \times 10^{-11}$

Data nov-18 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geo. T. Vicenzetto



Committente	SPEA ENGINEERING SPA				
Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE				
Sondaggio	IP6	Campione	Cl 2(b)	Profondità (m)	7,80-8,10
Data arrivo campione	22/09/2016		Data esecuzione prova	3-21/11/2016	
Certificato n°	A26723		Verbale di accettazione campioni n°	A077/16	



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_\alpha$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
400	800	$6,1 \times 10^{-5}$	$2,9 \times 10^{-3}$	11032	$5,5 \times 10^{-11}$
800	1600	$3,6 \times 10^{-5}$	$3,1 \times 10^{-3}$	18768	$1,9 \times 10^{-11}$
1600	3200	$5,7 \times 10^{-5}$	$4,2 \times 10^{-3}$	32161	$1,8 \times 10^{-11}$

<b>Committente</b>	SPEA ENGINEERING SPA
--------------------	----------------------

Cantiere	PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE
----------	---

<b>Sondaggio</b>	<b>IP6</b>	<b>Campione</b>	<b>Cl 2(b)</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>7,60-8,10</b>
------------------	------------	-----------------	----------------	-----------------------	------------------

Data arrivo campione	22/09/2016	Data esecuzione prova	3-21/11/2016
----------------------	------------	-----------------------	--------------

Certificato n° A)(711) Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### TABELLE DATI

[illegible]

Incremento di carico da	30 kPa	50 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino	
0,10	19,9947	
0,15	19,945	
0,20	19,9421	
0,34	19,9373	
0,51	19,9233	
0,76	19,9171	
1,14	19,9109	
1,71	19,9047	
2,68	19,8985	
3,84	19,8923	
5,77	19,8861	
8,65	19,8799	
12,97	19,8747	
19,46	19,8696	
29,19	19,8643	
43,79	19,8591	
65,68	19,8539	
98,53	19,8477	
147,79	19,8429	

Incremento di carico da	50 kPa	a	100 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,78		
0,15	19,7784		
0,23	19,7747		
0,34	19,7718		
0,51	19,7673		
0,76	19,7628		
1,14	19,7574		
1,71	19,7492		
2,56	19,7352		
3,84	19,7175		
5,77	19,7056		
8,65	19,6924		
12,97	19,6676		
19,46	19,6394		
29,19	19,6209		
43,79	19,6024		
65,66	19,5843		
98,53	19,5736		
147,79	19,567		
221,68	19,5696		
332,62	19,56		
498,70	19,5555		
748,18	19,5522		
1122,27	19,546		

Incremento di carico da	100 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,4889		
0,15	19,4872		
0,23	19,4786		
0,34	19,4728		
0,51	19,4642		
0,76	19,4539		
1,14	19,4391		
1,71	19,4214		
2,56	19,4062		
3,84	19,3903		
5,77	19,3623		
8,66	19,3194		
12,97	19,2849		
19,46	19,2512		
29,19	19,2191		
43,79	19,201		
66,68	19,1788		
99,63	19,1722		
147,79	19,1624		
221,88	19,1541		
332,52	19,1434		
498,78	19,1377		
748,18	19,1286		
1122,27	19,1272		

Data	nov-16	Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto
------	--------	--------------------------------------

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm18

PAG. 6 Di 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP6 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,60-8,10

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 3-21/11/2016

Certificato n° A2673 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## TABELLE DATI

Incremento di carico da 200 kPa a 400 Kpa	
Tempo (min.)	Altezza provino
0,10	19,0434
0,15	19,0394
0,23	19,0320
0,34	19,0182
0,51	19,0081
0,76	18,9937
1,14	18,9806
1,71	18,9571
2,56	18,9296
3,84	18,8922
5,77	18,8601
8,65	18,8153
12,97	18,7778
19,46	18,7388
29,19	18,7034
43,79	18,6620
65,68	18,6176
98,53	18,5641
147,79	18,5376
221,88	18,5261
332,52	18,5158
498,78	18,5109
748,18	18,5031
1122,27	18,5009

Incremento di carico da 400 kPa a 200 Kpa	
Tempo (min.)	Altezza provino
0,10	18,6191
0,15	18,6203
0,23	18,6238
0,34	18,6240
0,51	18,6265
0,76	18,6323
1,14	18,6372
1,71	18,6425
2,56	18,6483
3,84	18,6581
5,77	18,6598
8,65	18,6615
12,97	18,6643
19,46	18,6696
29,19	18,6680
43,79	18,6684
65,68	18,6697
98,53	18,6709
147,79	18,6713
221,88	18,6721
332,52	18,6730
498,78	18,6738
748,18	18,6738
1122,27	18,6750

Incremento di carico da 200 kPa a 100 Kpa	
Tempo (min.)	Altezza provino
0,10	18,6981
0,15	18,6997
0,23	18,7013
0,34	18,7034
0,51	18,7083
0,76	18,7133
1,14	18,7188
1,71	18,7231
2,56	18,7301
3,84	18,7379
5,77	18,7470
8,65	18,7519
12,97	18,7593
19,46	18,7659
29,19	18,7725
43,79	18,7776
65,68	18,7799
98,53	18,7815
147,79	18,7832
221,88	18,7861
332,52	18,7889
498,78	18,7908
748,18	18,7928
1122,27	18,7939

Incremento di carico da 100 kPa a 50 kPa	
Tempo (min.)	Altezza provino
0,10	18,8116
0,15	18,8128
0,23	18,8144
0,34	18,8148
0,51	18,8165
0,76	18,8188
1,14	18,8223
1,71	18,8288
2,56	18,8364
3,84	18,8428
5,77	18,8506
8,65	18,8597
12,97	18,8617
19,46	18,8712
29,19	18,8815
43,79	18,8913
65,68	18,8979
98,53	18,9034
147,79	18,9086
221,88	18,9119
332,52	18,9156
498,78	18,9181
748,18	18,9209
1122,27	18,9230

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. J. Vicenzetto



Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP6** Campione **CI 2(b)** Profondità (m) **7,60-8,10**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **3-21/11/2016**  
 Certificato n° **A2673** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

### TABELLE DATI

Incremento di carico da	50 kPa	a	100 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,9144		
0,15	18,9136		
0,23	18,9129		
0,34	18,9111		
0,51	18,9098		
0,76	18,9078		
1,14	18,9049		
1,71	18,9029		
2,56	18,8975		
3,84	18,8993		
5,77	18,8901		
8,66	18,8872		
12,97	18,8876		
19,46	18,8843		
29,19	18,8823		
43,79	18,8816		
66,66	18,8802		
98,53	18,8779		
147,79	18,8779		
221,66	18,8774		
332,52	18,8782		
498,78	18,8785		
748,18	18,8757		
1122,27	18,8737		

Incremento di carico da	100 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,8469		
0,15	18,8453		
0,23	18,8418		
0,34	18,8386		
0,51	18,8317		
0,76	18,8243		
1,14	18,8167		
1,71	18,8111		
2,56	18,8042		
3,84	18,7939		
5,77	18,7877		
8,66	18,7803		
12,97	18,7777		
19,46	18,7688		
29,19	18,7655		
43,79	18,7634		
66,66	18,7606		
98,53	18,7581		
147,79	18,7566		
221,66	18,7573		
332,52	18,7556		
498,78	18,7544		
748,18	18,7526		
1122,27	18,7507		

Incremento di carico da	200 kPa	a	400 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,6976		
0,15	18,6948		
0,23	18,6898		
0,34	18,6833		
0,51	18,6776		
0,76	18,6713		
1,14	18,6643		
1,71	18,6483		
2,56	18,6323		
3,84	18,6166		
5,77	18,6076		
8,66	18,5977		
12,97	18,5866		
19,46	18,5772		
29,19	18,5743		
43,79	18,5714		
66,66	18,5666		
98,53	18,5615		
147,79	18,5562		
221,66	18,5508		
332,52	18,5471		
498,78	18,5410		
748,18	18,5381		
1122,27	18,5364		

Incremento di carico da	400 kPa	a	800 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,4616		
0,15	18,4476		
0,23	18,4410		
0,34	18,4332		
0,51	18,4094		
0,76	18,3884		
1,14	18,3687		
1,71	18,3386		
2,56	18,3107		
3,84	18,2728		
5,77	18,2292		
8,66	18,1828		
12,97	18,1375		
19,46	18,0931		
29,19	18,0602		
43,79	18,0365		
66,66	18,0170		
98,53	18,0018		
147,79	17,9800		
221,66	17,9644		
332,52	17,9648		
498,78	17,9471		
748,18	17,9327		
1122,27	17,9237		





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 8 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiero PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP6 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,60-8,10

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 3-21/11/2016

Certificato n° A26723 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## TABELLE DATI

Incremento di carico da	800 kPa	a	1600 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	17,7967		
0,15	17,7904		
0,23	17,7773		
0,34	17,7621		
0,51	17,7480		
0,76	17,7306		
1,14	17,7067		
1,71	17,6887		
2,56	17,6621		
3,84	17,5795		
5,77	17,6219		
8,65	17,4810		
12,97	17,4035		
19,46	17,3533		
29,19	17,3148		
43,79	17,2817		
65,68	17,2591		
98,53	17,2419		
147,79	17,2308		
221,68	17,2135		
332,52	17,2011		
498,78	17,1880		
748,18	17,1711		
1122,27	17,1571		

Incremento di carico da	1600 kPa	a	3200 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	17,0222		
0,15	17,0132		
0,23	16,9992		
0,34	16,9803		
0,51	16,9577		
0,76	16,9322		
1,14	16,9063		
1,71	16,8672		
2,56	16,8142		
3,84	16,7595		
5,77	16,7002		
8,65	16,6312		
12,97	16,5658		
19,46	16,5049		
29,19	16,4642		
43,79	16,4264		
65,68	16,4083		
98,53	16,3918		
147,79	16,3737		
221,68	16,3602		
332,52	16,3495		
498,78	16,3330		
748,18	16,3145		
1122,27	16,3055		

Incremento di carico da	kPa	a	kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		

Incremento di carico da	a
Tempo (min.)	Altezza provino

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualeto

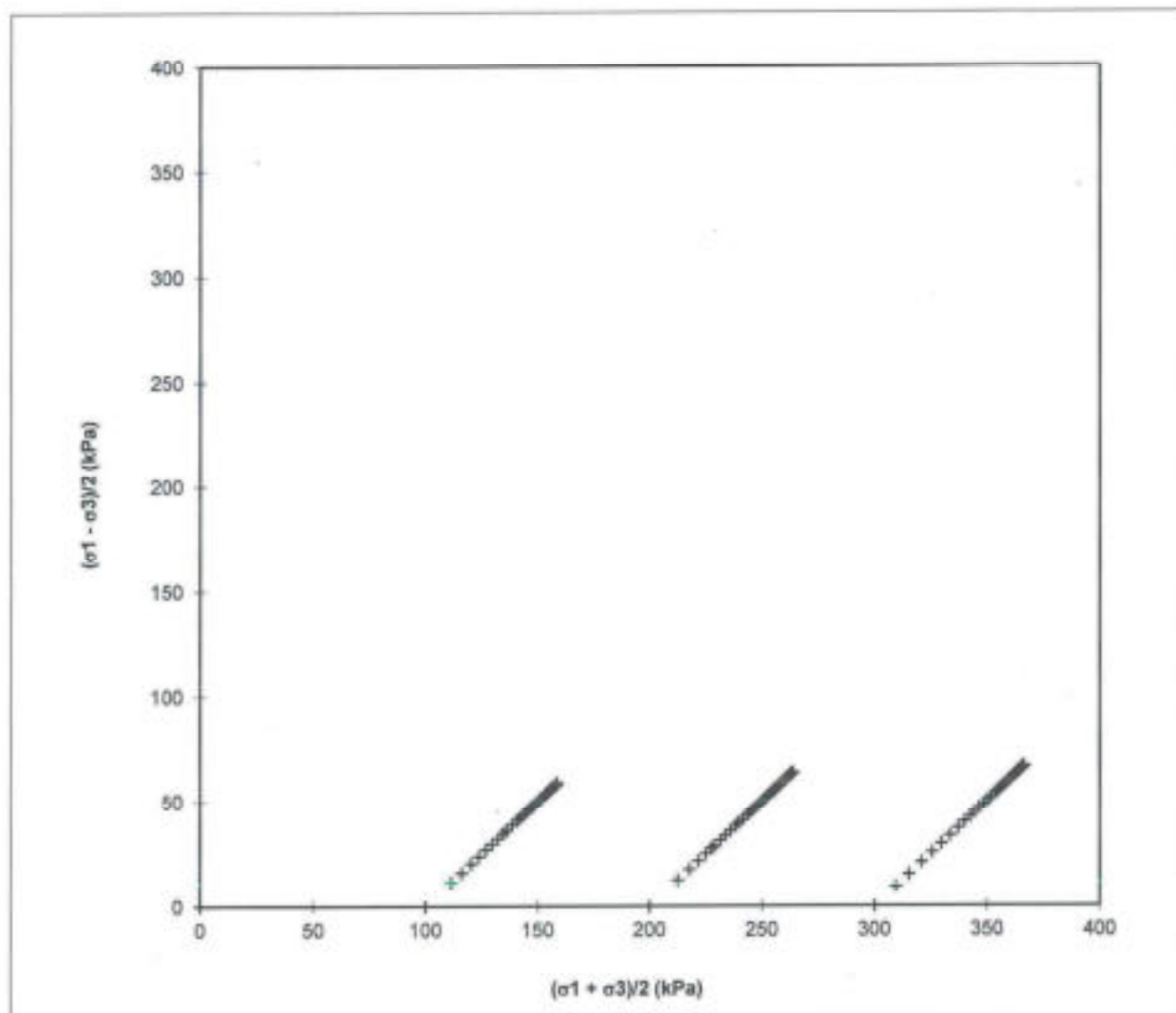
Direttore:

Dott. Geol. Vicenzetto





Committente SPEA S.p.A.  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio IP 6 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,60 - 8,10  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 07/11/2016  
 Certificato n° A26724 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 2850



$\sigma_c$ (kPa)	$b_p$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\varepsilon$ (rottura) (%)	$W_i$ (%)	$W_f$ (%)	$\rho$ (Mg/m <sup>3</sup> )
100	0	100	217	17,6	28,1	27,7	1,96
200	0	200	327	17,7	27,8	27,4	1,98
300	0	300	433	14,5	27,5	27,3	2,03

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto

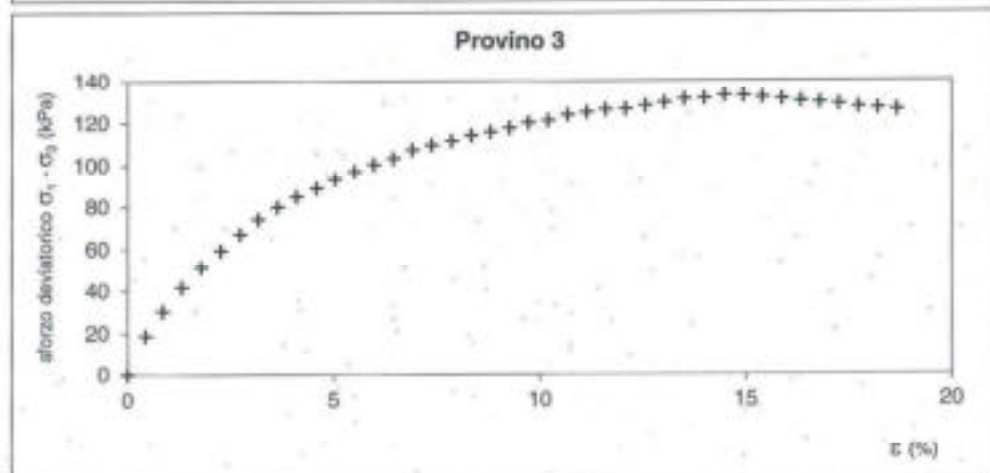
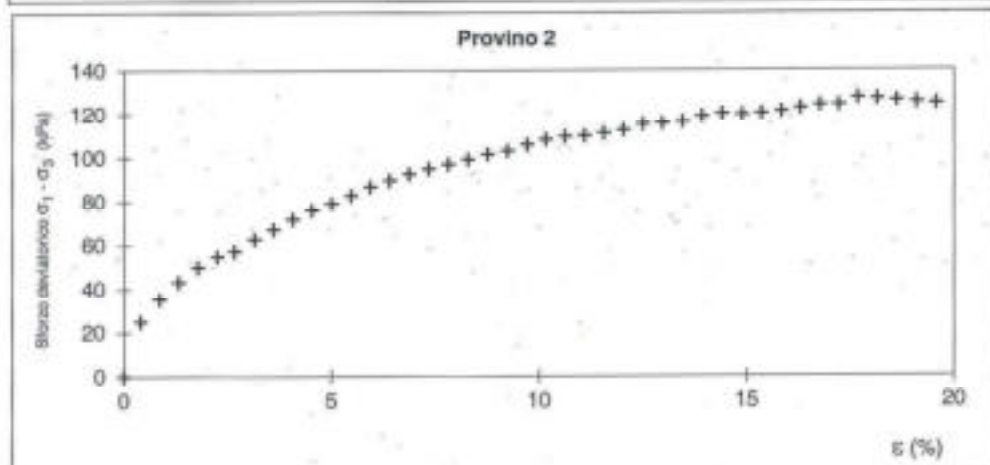
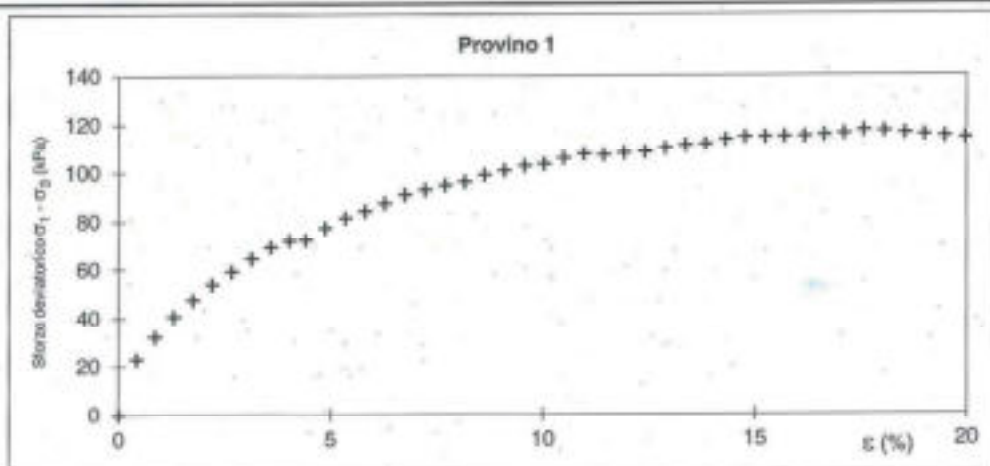




# Prova Triassiale UU non consolidata e non drenata

COMM. 026cm16  
PAG. 2 DI 3

Committente: SPEA S.p.A.  
Cantiere: PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio: IP 6 Campione: CI 2(b) Profondità (m): 7,60 - 8,10  
Data arrivo campione: 22/09/2016 Data esecuzione prova: 07/11/2016  
Certificato n° *A26724* Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Norma di riferimento: ASTM D 2850



	H (mm)	D (mm)	Vp (mm/min)	σ <sub>c</sub> (kPa)	b.p. (kPa)	σ <sub>3</sub> (kPa)	σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> (kPa)	ε <sub>r</sub> (%)	W <sub>i</sub>	W <sub>f</sub>
Provino 1	75,8	37,2	0,5	100	0	100	117,5	17,6	28,1	27,7
Provino 2	75,8	37,0	0,5	200	0	200	127,4	17,7	27,8	27,4
Provino 3	75,8	37,0	0,5	300	0	300	132,9	14,5	27,5	27,3

Data: 07-16    Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto    Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Prova Triassiale UU non consolidata e non drenata

COMM. 028cm16

PAG. 3 DI 3

Committente SPEA S.p.A.  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 6 Campione CI 2(b) Profondità (m) 7,60 - 8,10  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 07/11/2016  
Certificato n° A26726 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Norma di riferimento: ASTM D 2850

Provino 1	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
22,95	0,42
32,17	0,85
40,71	1,29
47,67	1,75
53,98	2,19
59,33	2,66
64,63	3,12
69,29	3,58
71,89	4,02
72,18	4,41
77,31	4,87
81,52	5,34
84,26	5,81
87,53	6,28
91,05	6,76
93,11	7,23
94,88	7,70
96,35	8,17
99,18	8,63
100,89	9,09
102,83	9,56
103,67	10,03
106,12	10,49
107,72	10,97
107,41	11,44
108,18	11,91
108,63	12,41
110,15	12,89
111,38	13,37
111,83	13,83
113,56	14,30
114,75	14,77
114,84	15,23
114,79	15,69
114,90	16,17
115,52	16,63
116,12	17,10
117,48	17,57
117,02	18,05
118,32	18,54
115,87	19,00
114,98	19,48
114,29	19,97

Provino 2	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
25,04	0,40
35,26	0,85
43,26	1,31
49,98	1,77
54,84	2,24
57,29	2,65
62,65	3,14
67,08	3,59
71,75	4,06
76,09	4,52
79,20	5,00
82,87	5,47
86,79	5,93
89,80	6,40
92,48	6,88
94,85	7,35
96,91	7,82
99,22	8,29
101,51	8,77
103,21	9,24
106,00	9,71
108,21	10,16
109,69	10,62
110,09	11,09
111,41	11,56
112,70	12,03
115,32	12,50
115,76	12,97
116,45	13,45
118,98	13,92
120,16	14,40
119,74	14,89
120,38	15,36
121,24	15,84
122,90	16,29
124,23	16,77
124,32	17,22
127,42	17,68
126,94	18,15
126,22	18,62
125,47	19,10
124,74	19,57

Provino 3	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon$ (%)
0,00	0,00
18,85	0,42
30,39	0,84
41,75	1,30
51,18	1,77
59,32	2,25
67,09	2,71
74,20	3,16
80,05	3,63
84,86	4,09
88,91	4,57
93,14	5,03
97,02	5,50
100,28	5,97
103,22	6,45
107,28	6,91
109,58	7,38
111,54	7,86
114,08	8,34
115,72	8,80
117,64	9,26
120,08	9,72
121,11	10,20
123,76	10,67
125,01	11,13
126,27	11,59
126,86	12,08
128,10	12,56
129,56	13,02
131,22	13,51
131,54	13,99
132,90	14,47
132,69	14,93
131,97	15,40
131,22	15,87
130,20	16,33
129,48	16,80
128,76	17,26
127,46	17,74
126,74	18,20
126,01	18,67





## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **C12**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### DATI INIZIALI

Altezza:	140,00	mm
Diametro:	70,00	mm
Raggio eq.:	24,745	mm
Massa:	1067,5	g
W:	24,6	%
$\gamma$ :	19,44	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_s$ :	15,60	-
e:	0,70	-

### DATI DI PROVA

<i>Tipo di campione:</i>	Argilla deb.te griglia, punti sabbiosi	
<i>Fattore Raggio Eq.:</i>	0,707	-
<i>Coefficiente B:</i>	0,96	%
<i>Pressione cella:</i>	550	kPa
<i>Contropressione:</i>	450	kPa

### DATI FINALI

Altezza:	139,68	mm
Diametro:	69,84	mm
Raggio eq.:	24,693	mm
Massa:	1063,9	g
W:	26,5	%
$\gamma$ :	19,88	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_s$ :	15,72	-
e:	0,72	-

	Frequenza Risonanza (Hz)	Momento Torcente (Nm)	Def. Taglio max (%)	Vel. Onde Taglio $V_s$ (m/s)	Modulo Taglio G (MPa)	G/G <sub>o</sub>	Rapporto Smorz. D (%)	$\Delta U/\sigma^3$
Test 1*	130,00	0,0001	1,20E-05	158,06	49,66	1,000	1,66	0,000
Test 2	130,00	0,0002	3,30E-05	158,06	49,66	1,000	1,47	0,001
Test 3	130,00	0,0004	5,60E-05	158,06	49,66	1,000	1,47	0,000
Test 4	130,00	0,0006	8,50E-05	158,06	49,66	1,000	1,59	0,000
Test 5	130,00	0,0010	1,39E-04	158,06	49,66	1,000	1,58	0,000
Test 6	130,00	0,0025	3,35E-04	158,06	49,66	1,000	1,58	0,000
Test 7	129,00	0,0050	6,78E-04	156,84	48,90	0,985	1,82	0,000
Test 8	128,00	0,0075	1,01E-03	155,62	48,14	0,969	1,80	0,000
Test 9	126,00	0,0300	2,87E-03	153,19	46,65	0,939	1,50	0,004
Test 10	122,00	0,0500	5,74E-03	148,33	43,74	0,881	2,33	0,009
Test 11	118,50	0,0750	8,59E-03	144,07	41,26	0,831	2,59	0,013
Test 12	106,00	0,2000	1,94E-02	128,88	33,02	0,665	5,74	0,026
Test 13	89,00	0,5000	4,53E-02	108,21	23,28	0,469	9,77	0,073
Test 14	78,50	0,7000	6,86E-02	95,44	18,11	0,365	11,66	0,092
Test 15	71,00	0,8995	9,76E-02	88,32	14,81	0,298	13,35	0,154
Test 16	62,50	1,1485	1,36E-01	75,99	11,48	0,231	15,27	0,211
Test 17	54,00	1,4000	1,91E-01	65,65	8,57	0,173	16,30	0,289
Test 18	45,50	1,6989	2,72E-01	55,32	6,08	0,122	17,11	0,380

\* Test 1 corrispondente al valore G<sub>o</sub>

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

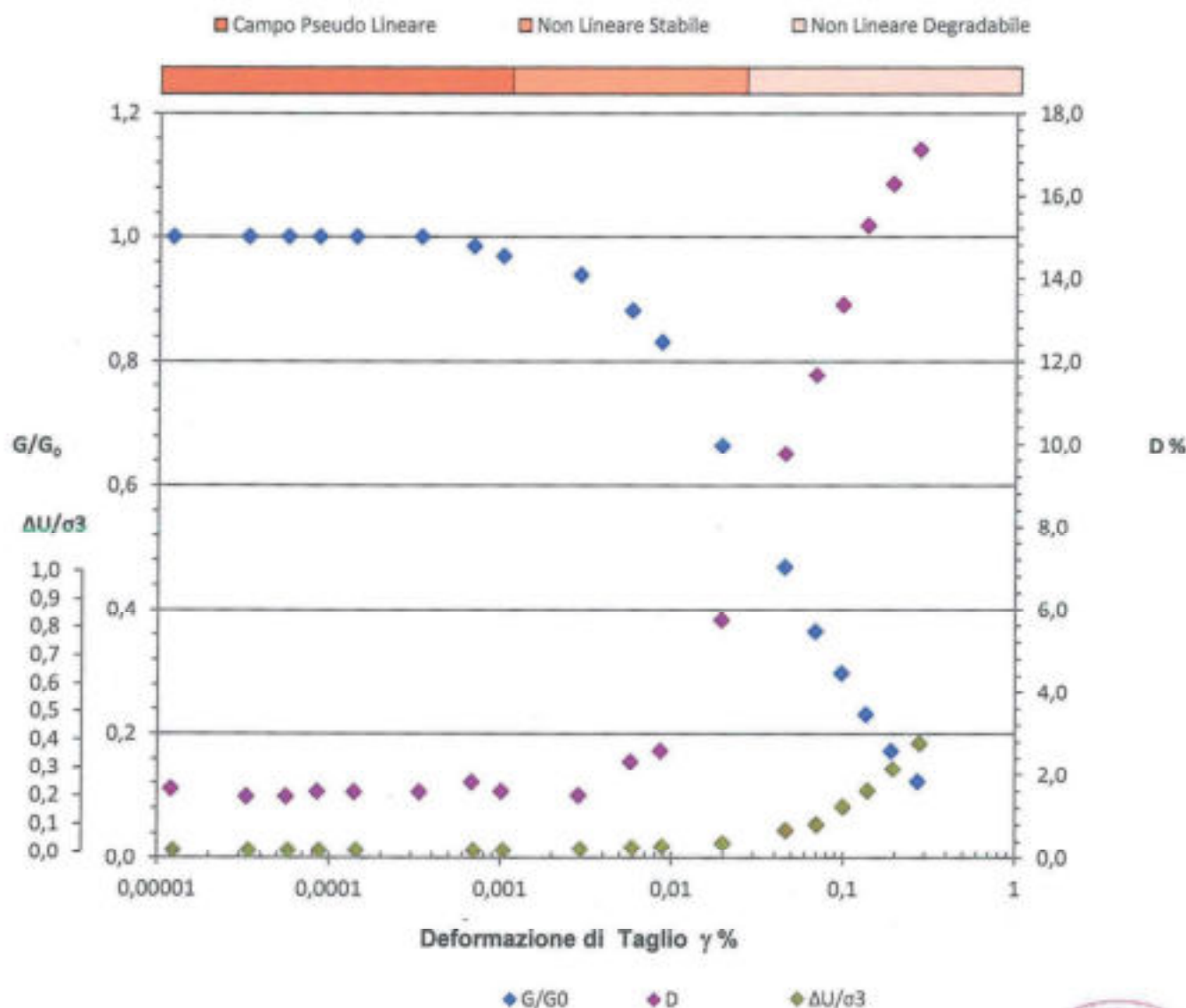
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Legge Costitutiva del Terreno



Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

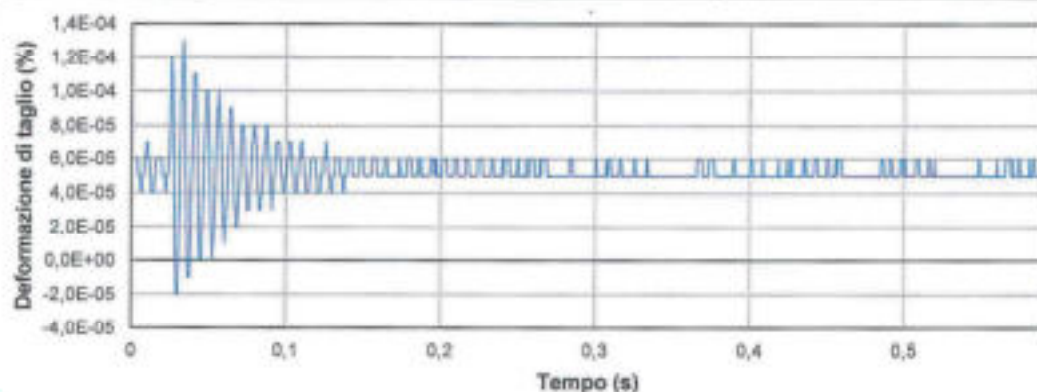
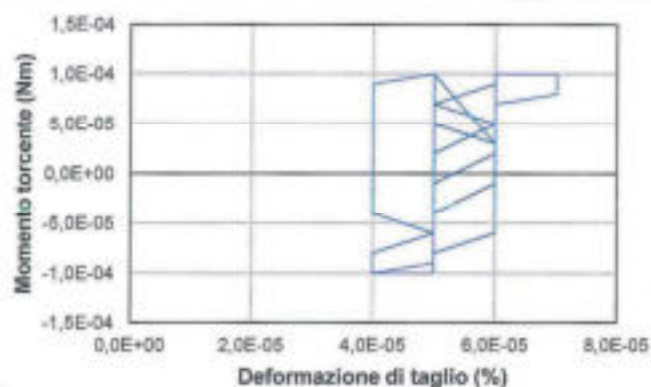
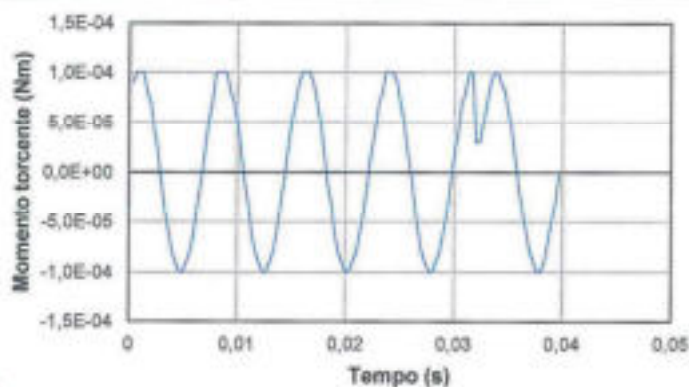
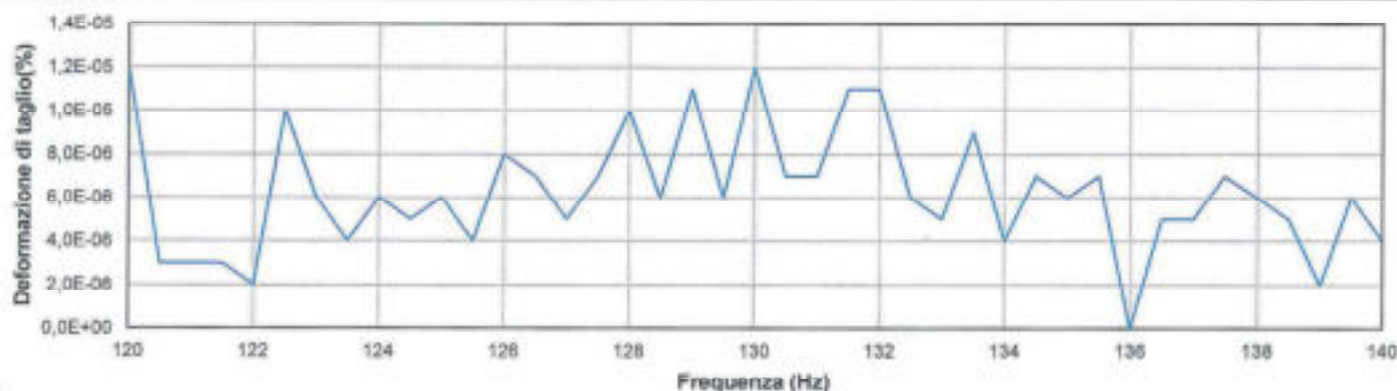
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 1



**1** Campo delle frequenze indagate

**2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

**3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

**4** Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **C12**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

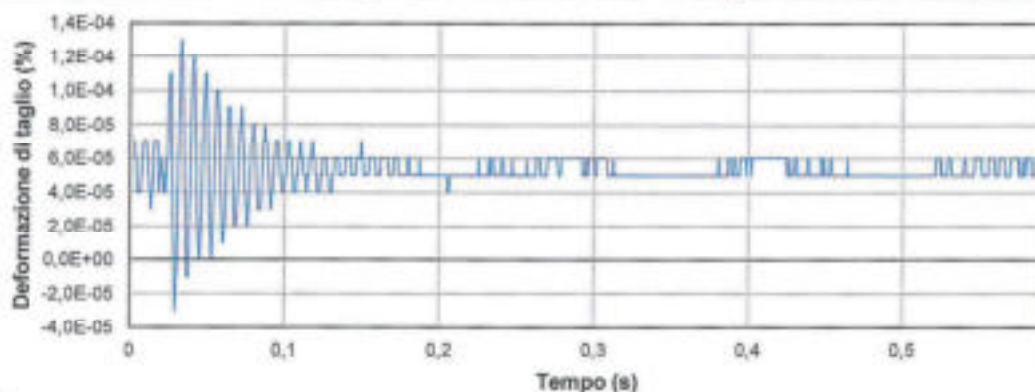
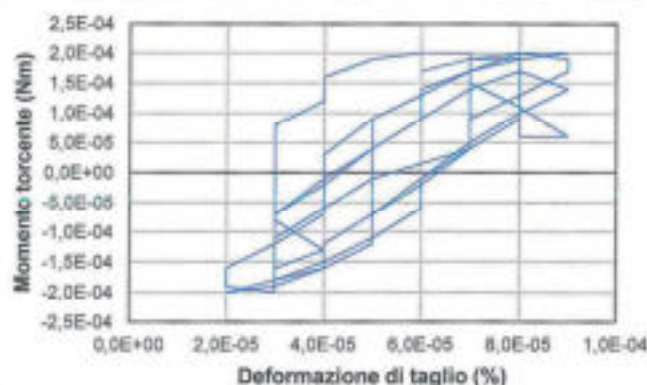
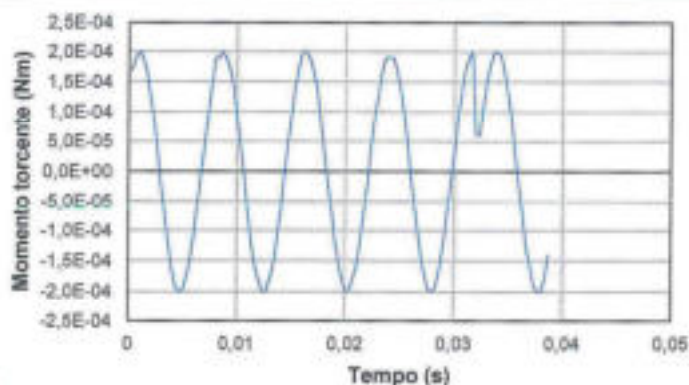
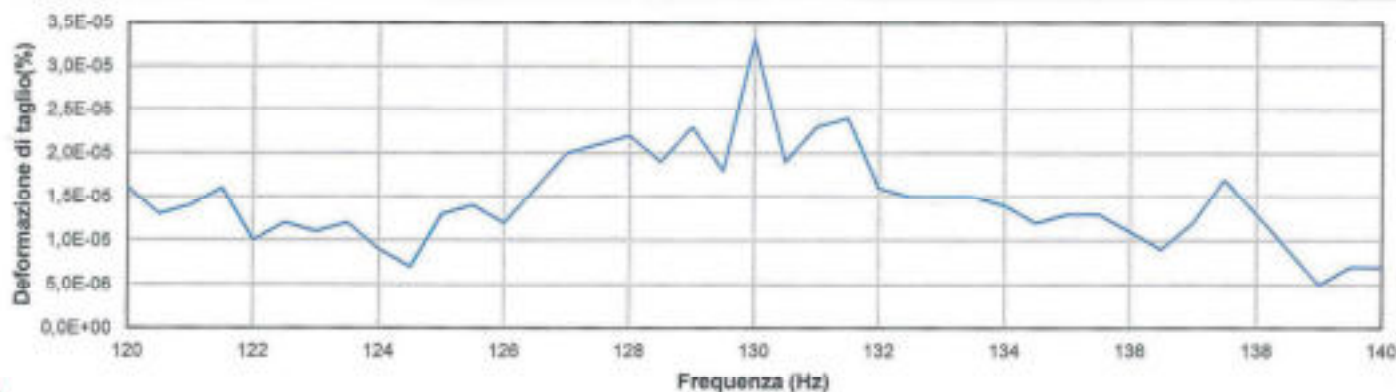
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 2



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

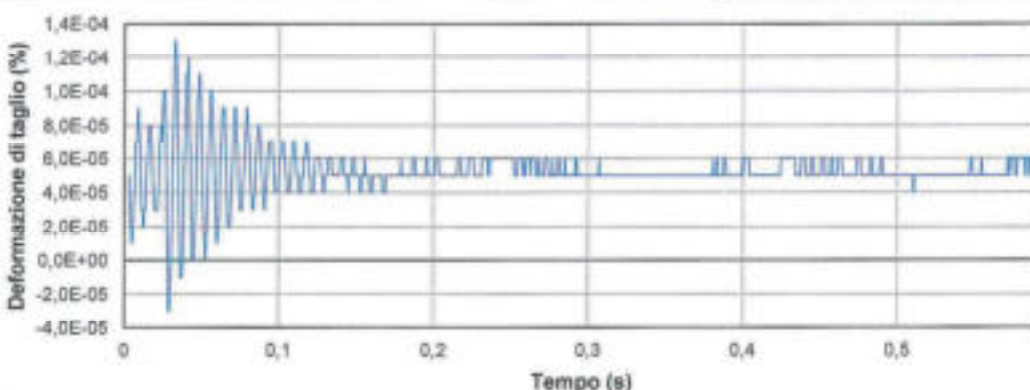
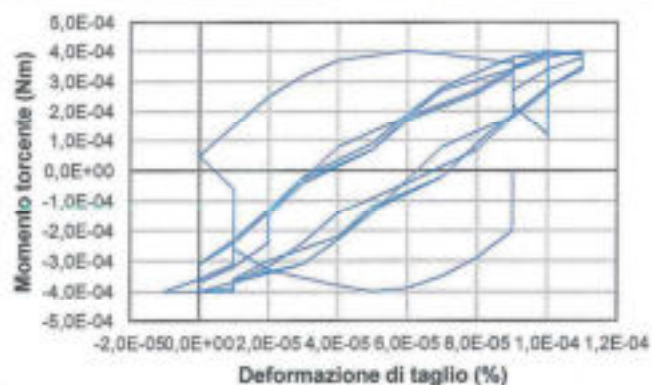
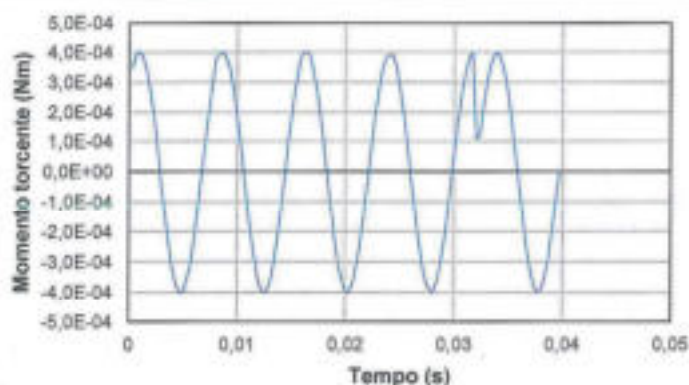
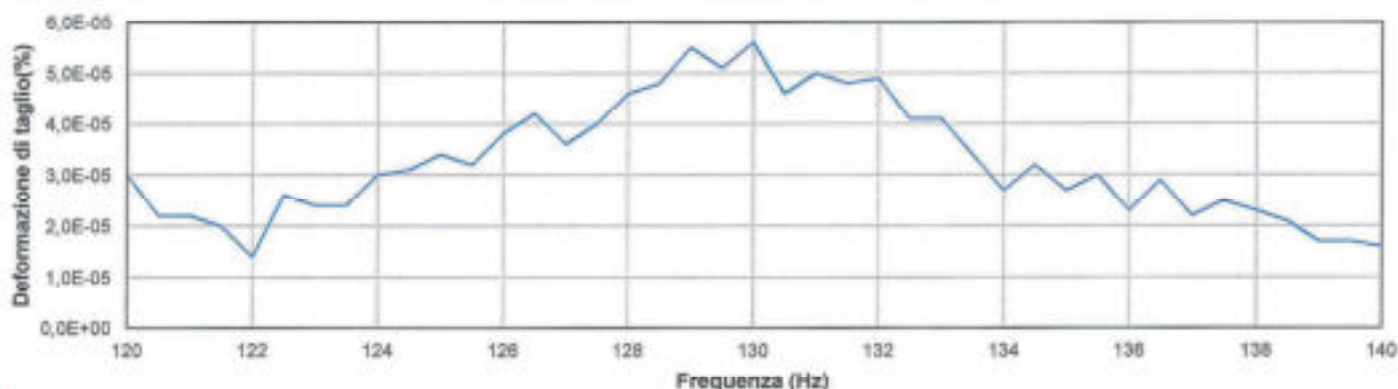
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 3



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

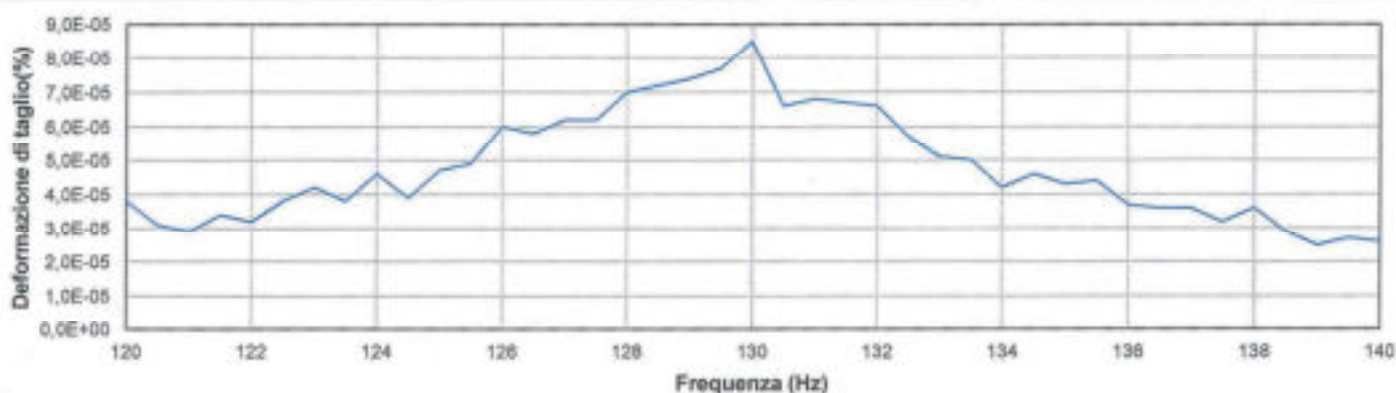
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

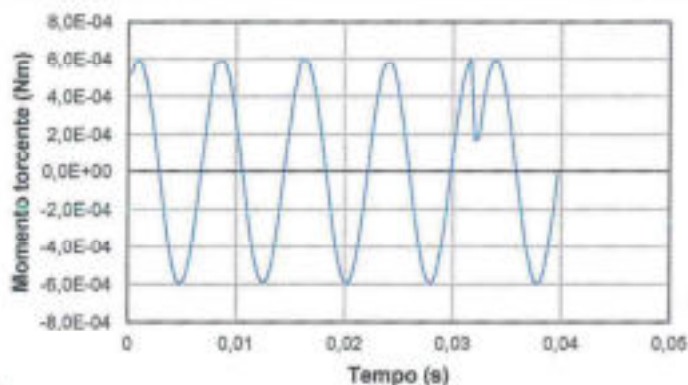
Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

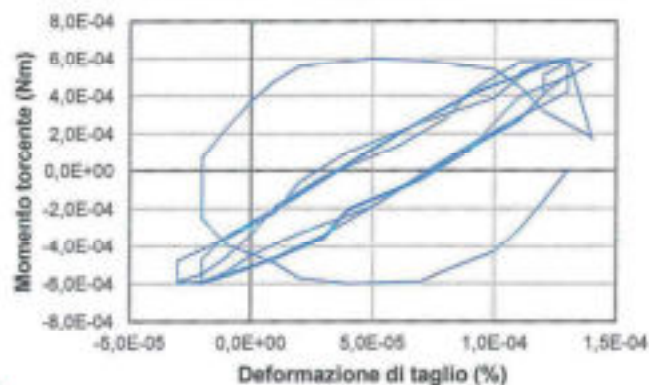
### Test 4



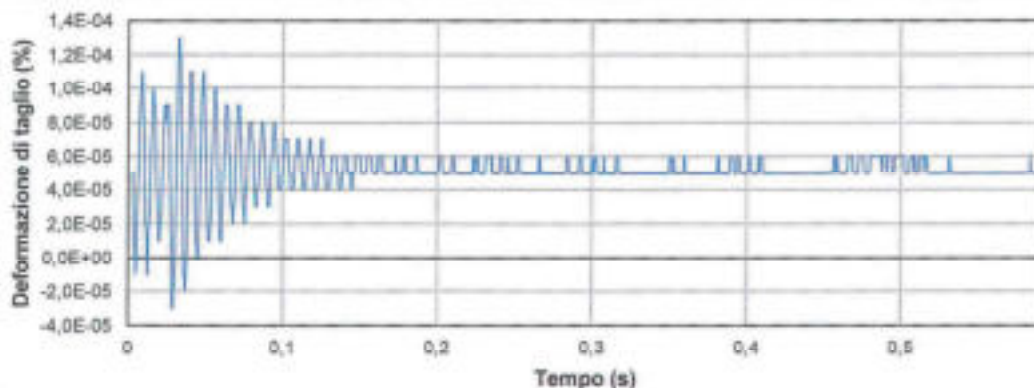
1



2



3



4

1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto



Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

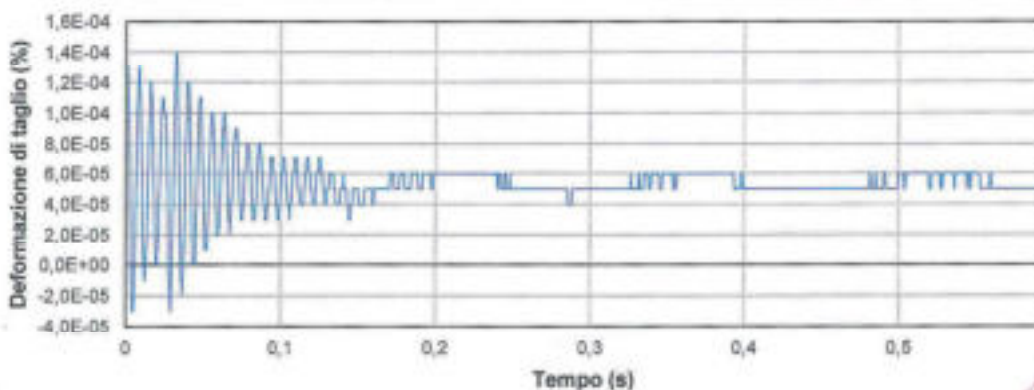
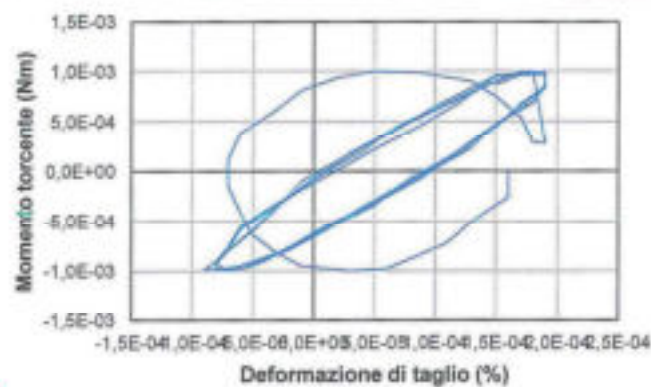
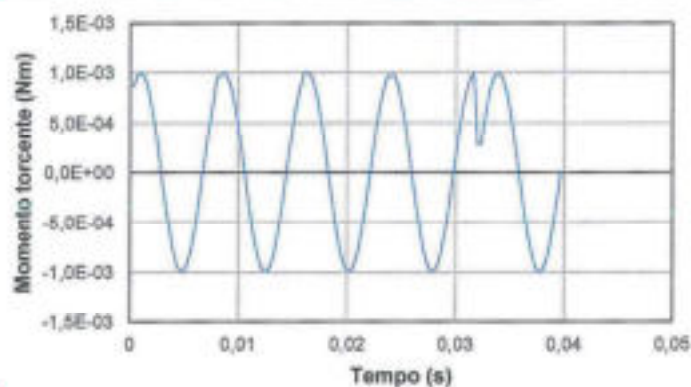
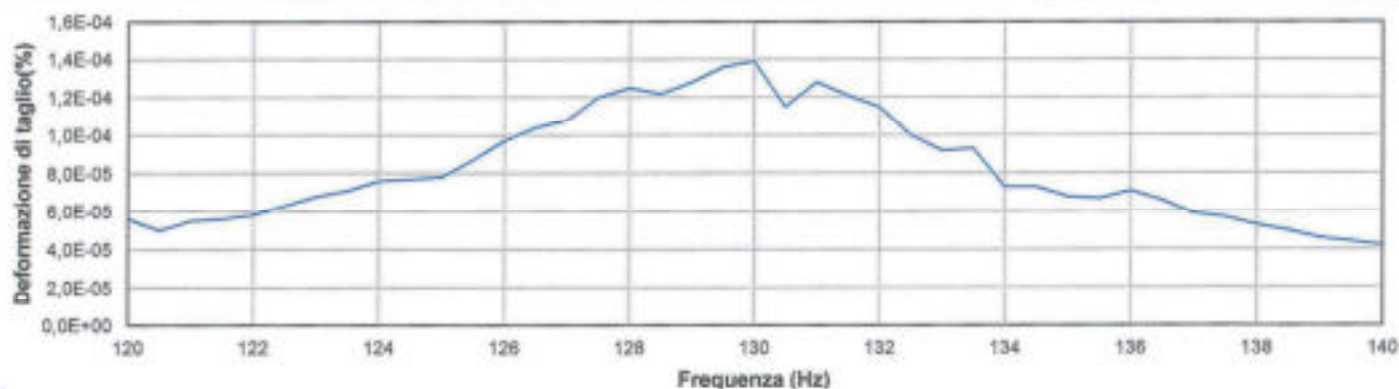
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 5



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

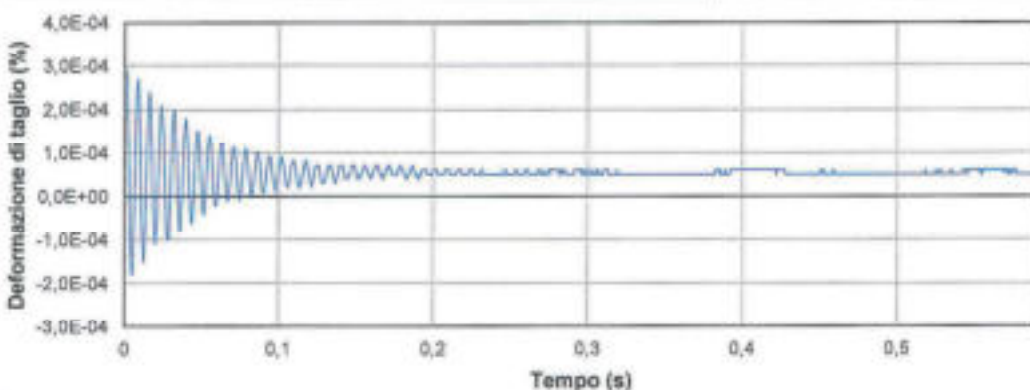
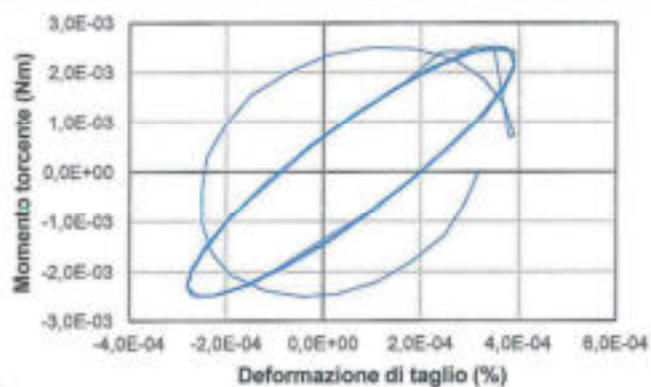
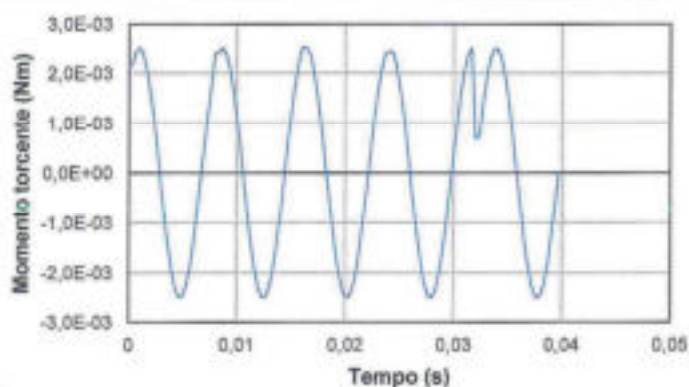
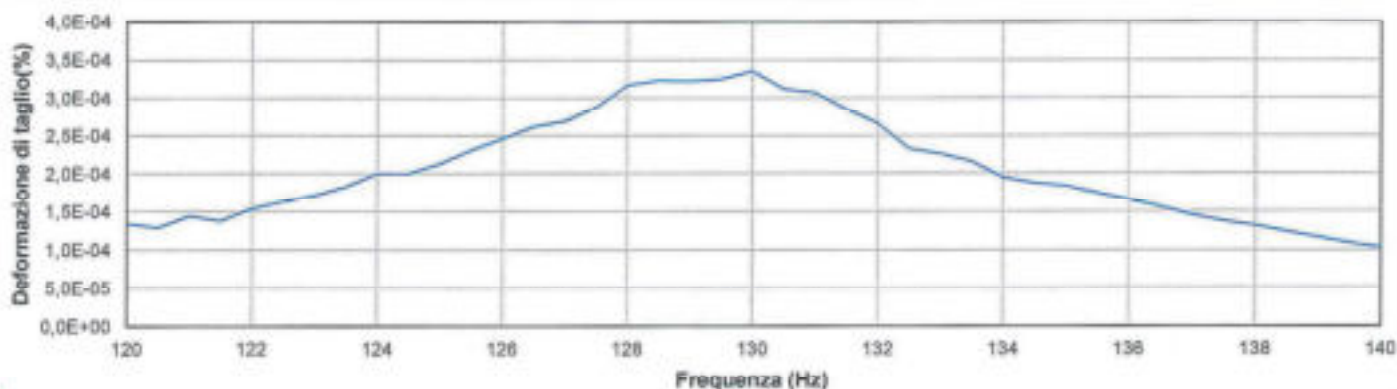
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 6



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

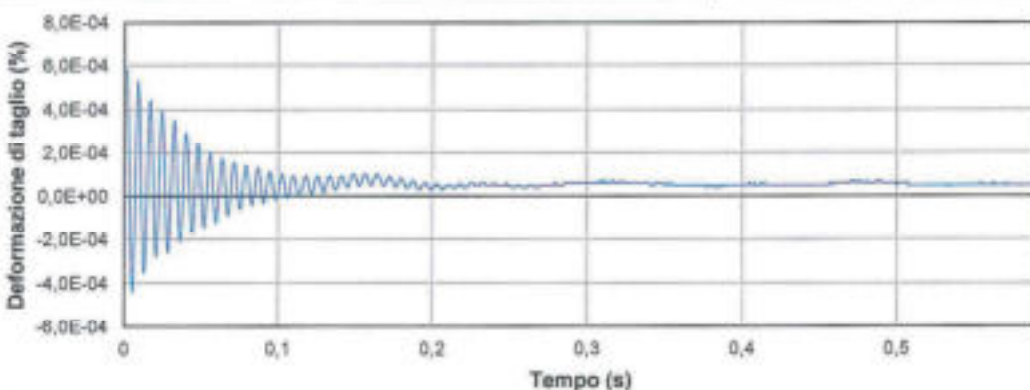
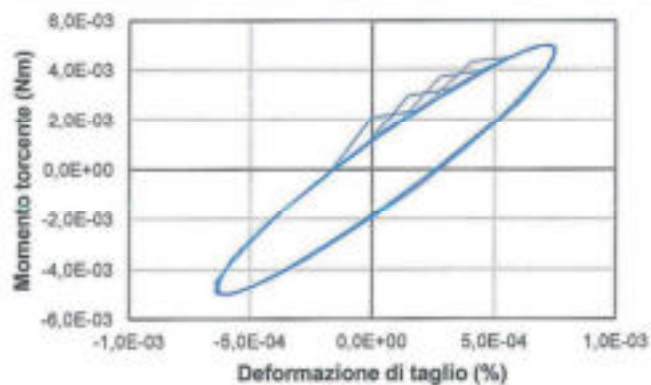
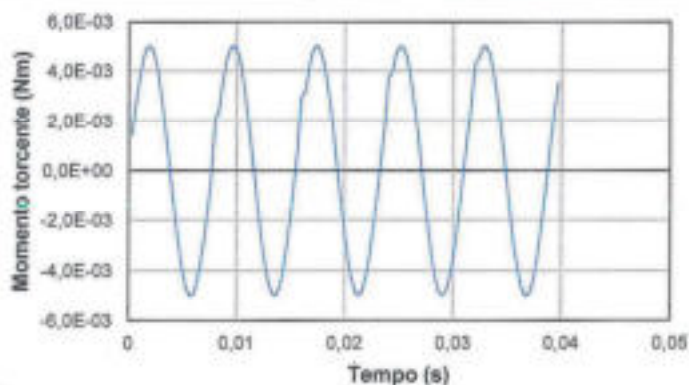
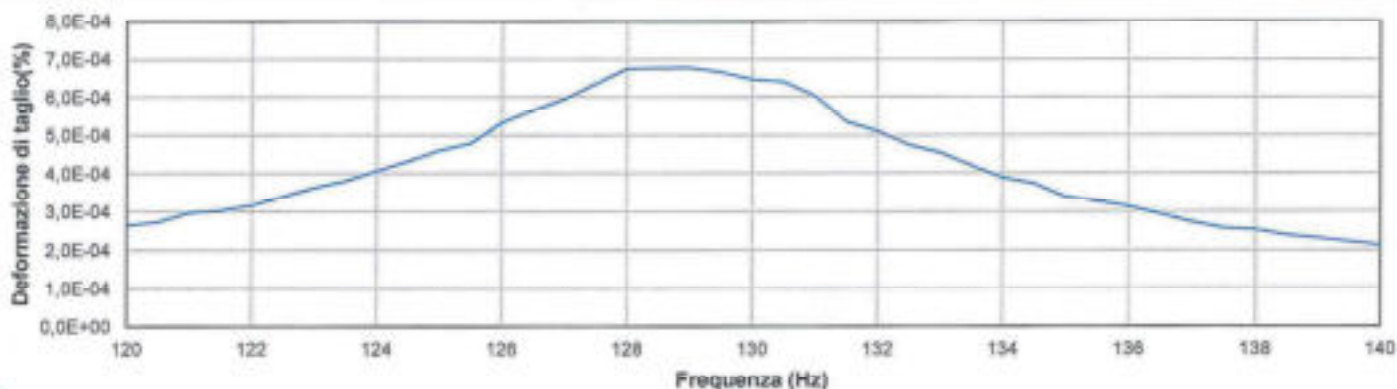
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 7



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

**Committente:** SPEA ENGINEERING SPA

**Località:** BOLOGNA

**Cantiere:** PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE

**Sondaggio:** IP6

**Campione:** CI2

**Profondità (m):** 7.60 - 8.10

**Certificato di prova N°:** A27199

**Verbale di accettazione N°:** A077/16

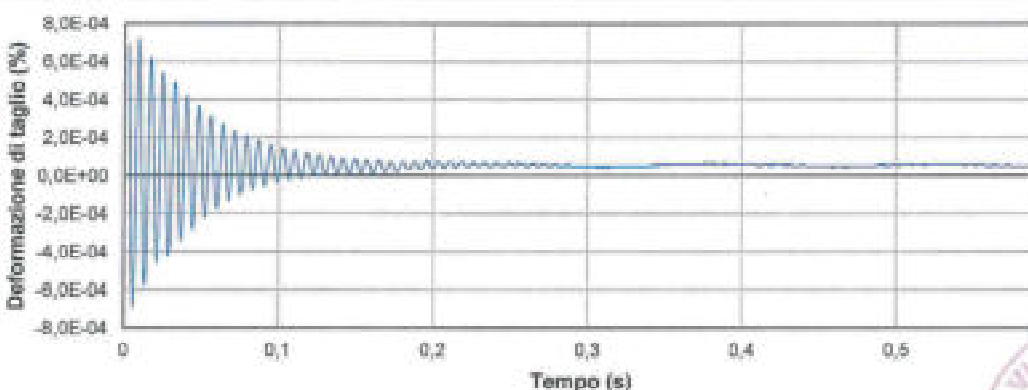
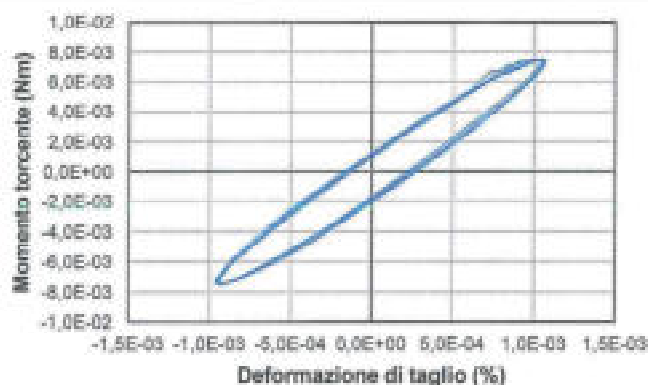
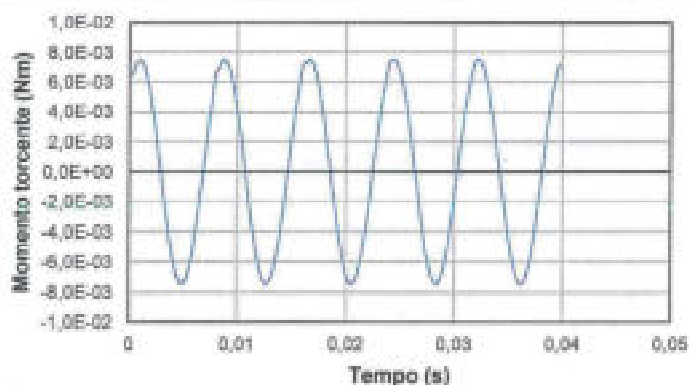
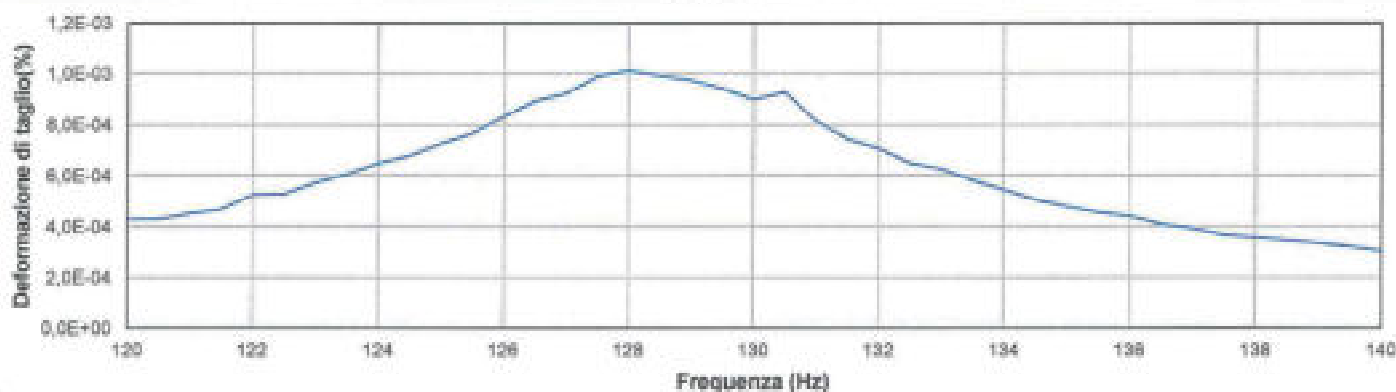
**Commessa:** 028cm16

**Data ricevimento campione:** 22/09/16

**Data prova:** 19/12/16

**Data emissione certificato:** 28/12/16

### Test 8



**1** Campo delle frequenze indagate

**2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

**3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

**4** Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

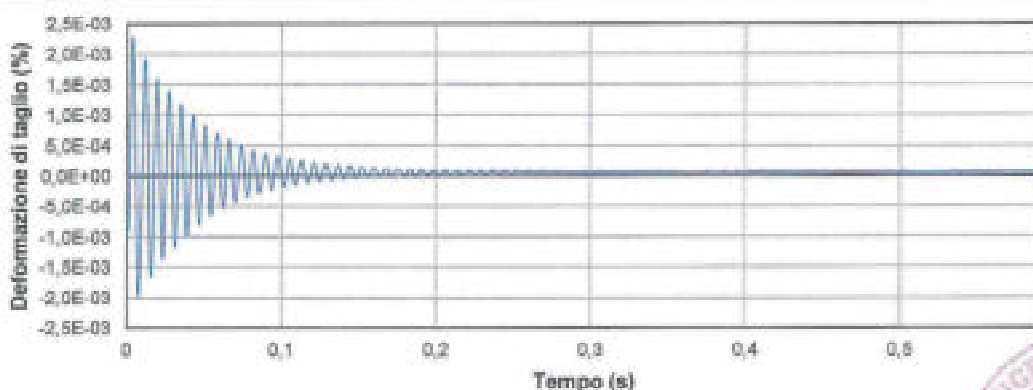
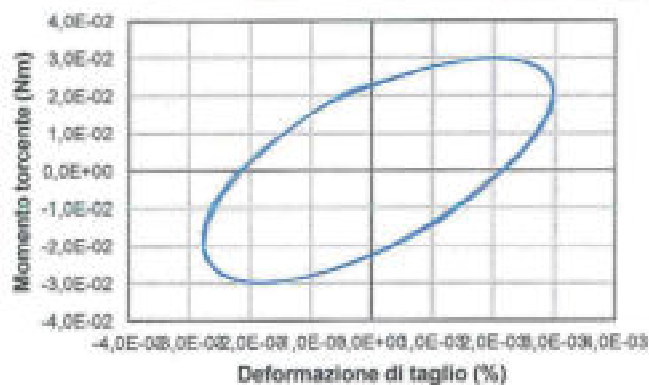
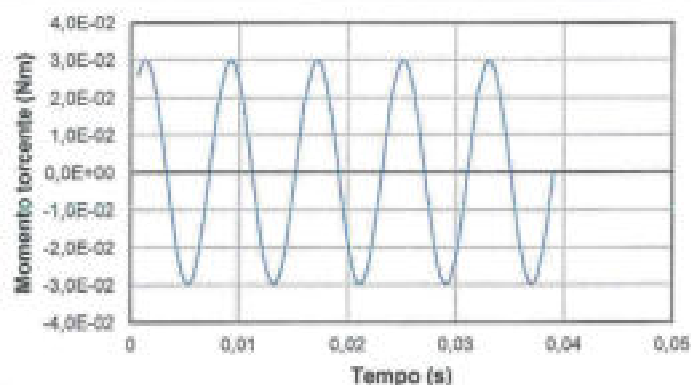
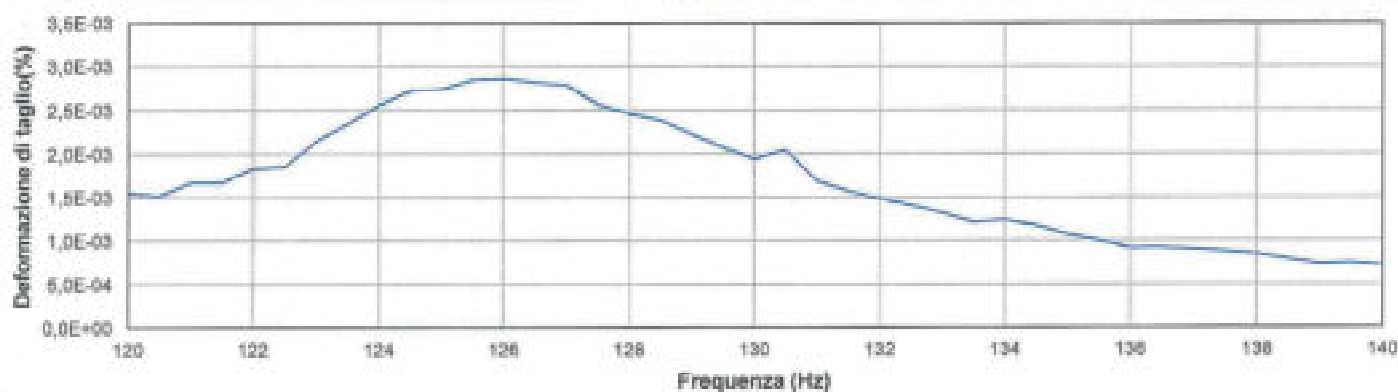
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 9



**1** Campo delle frequenze indagate

**2** Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

**3** Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

**4** Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

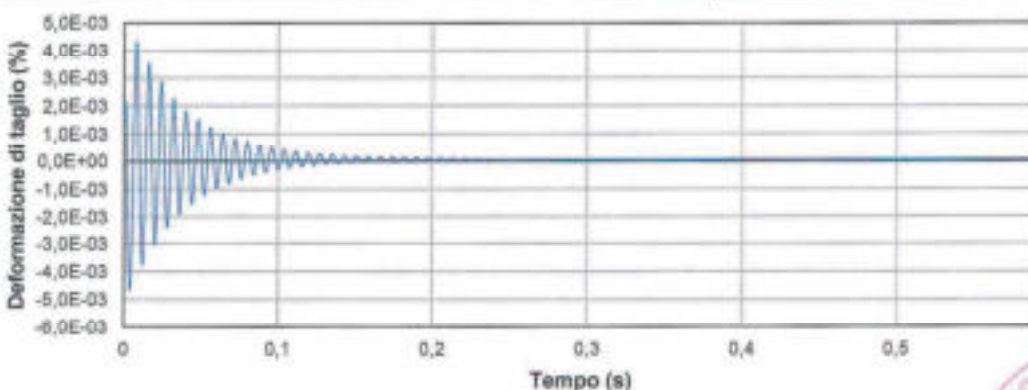
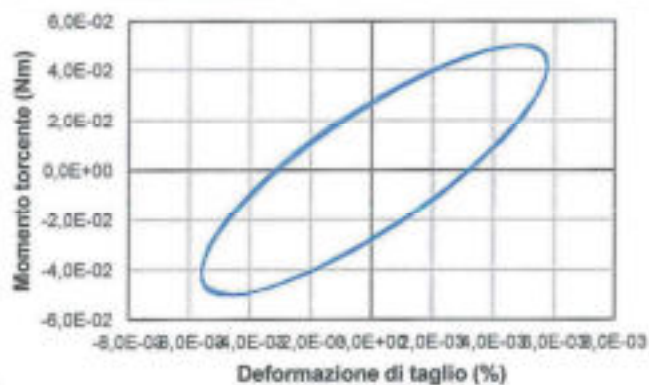
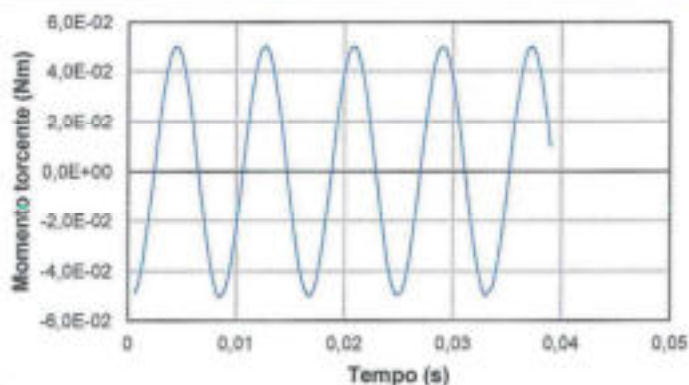
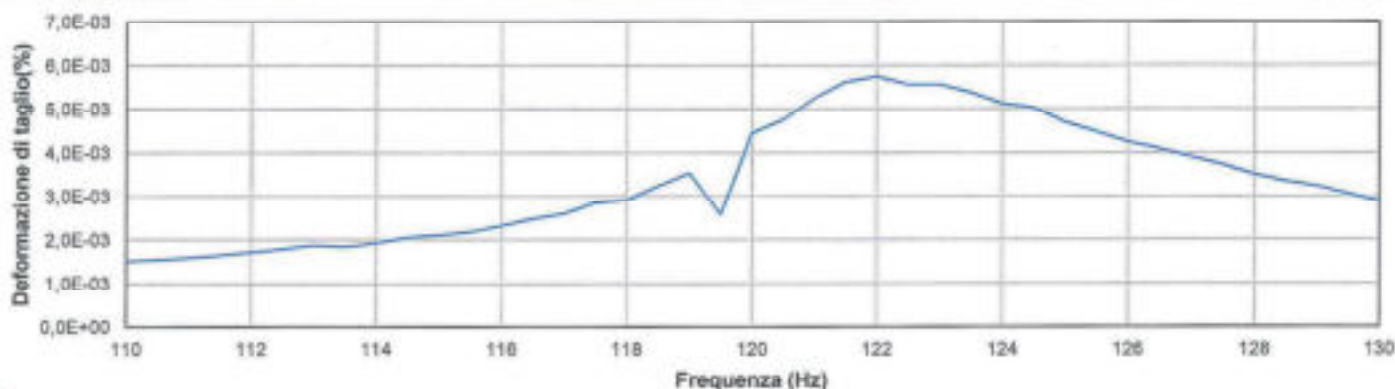
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 10



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **C12**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077116**

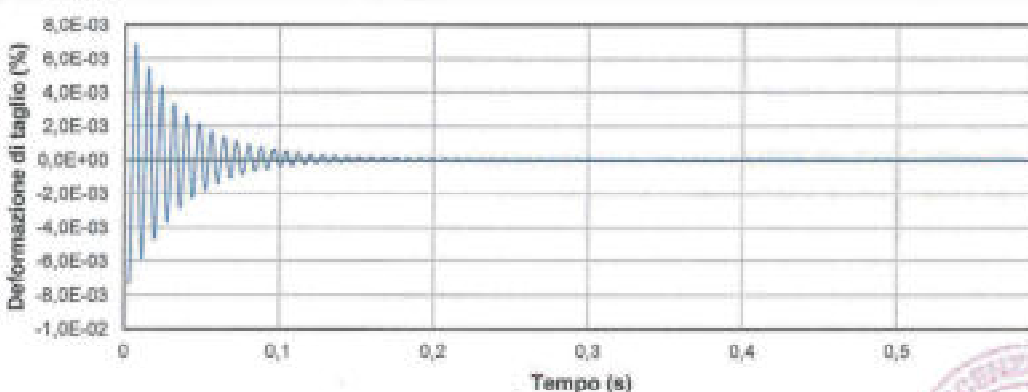
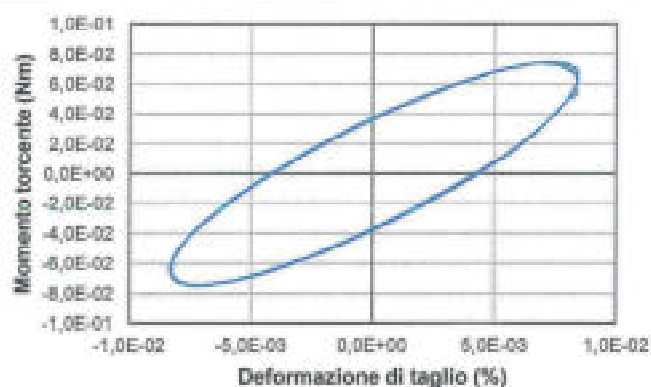
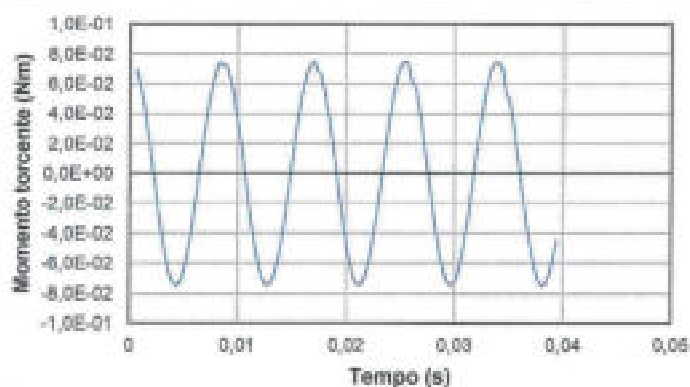
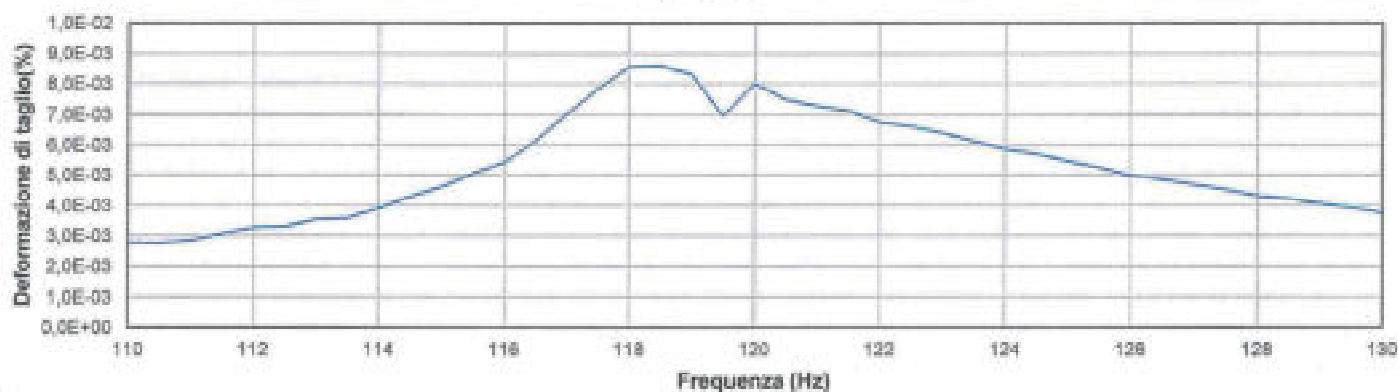
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 11



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

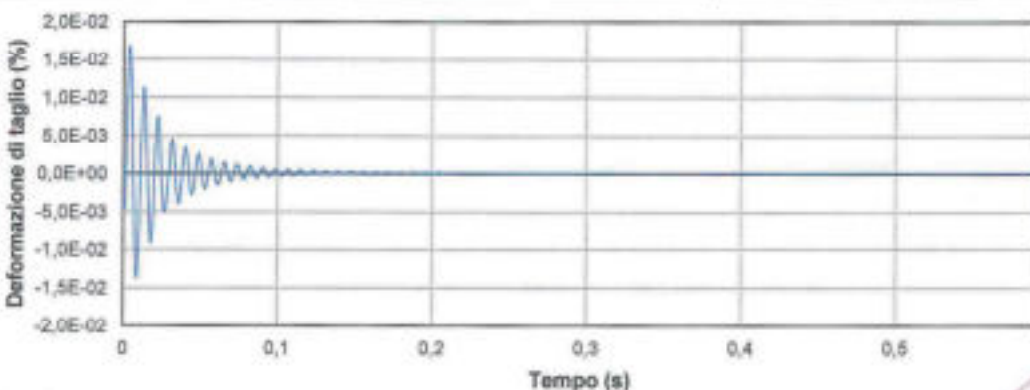
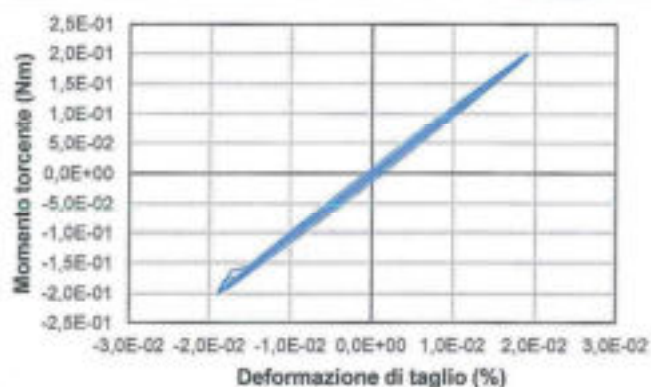
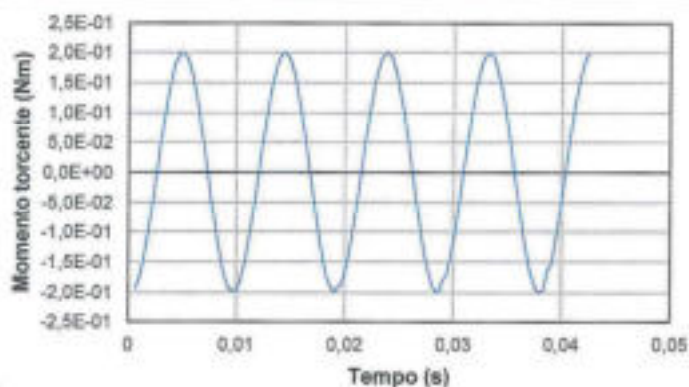
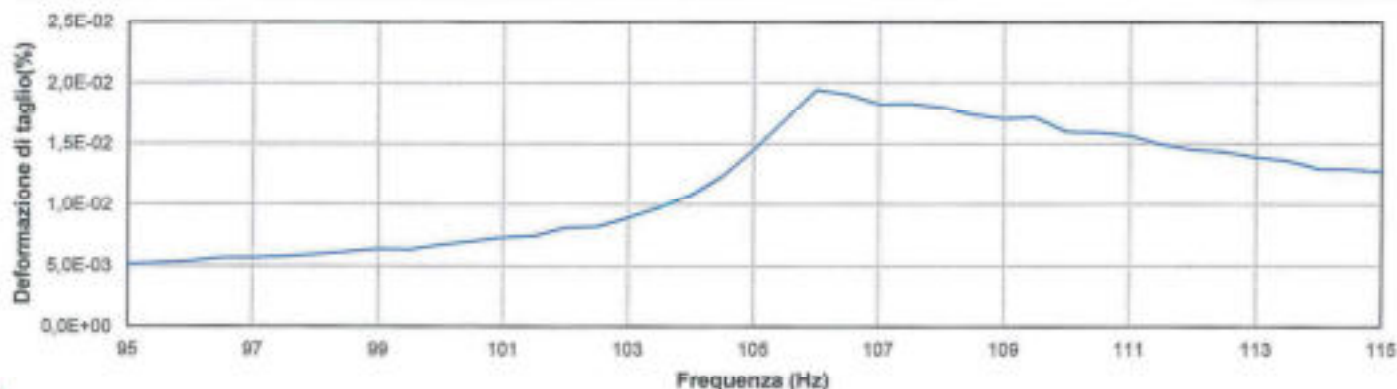
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 12



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

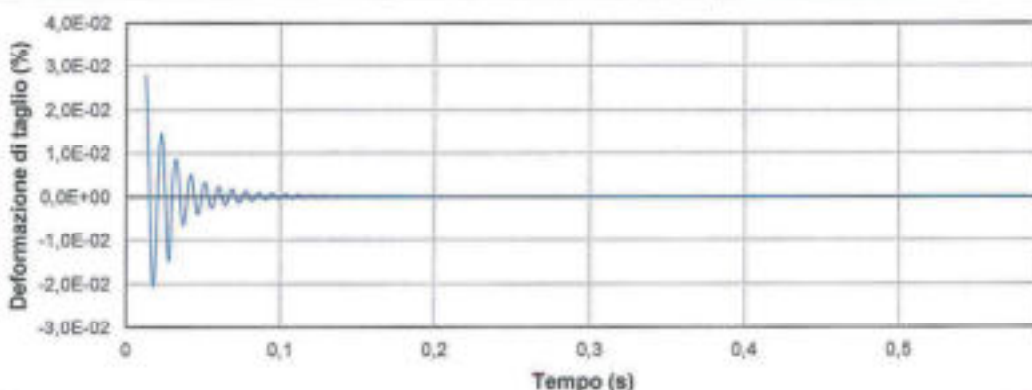
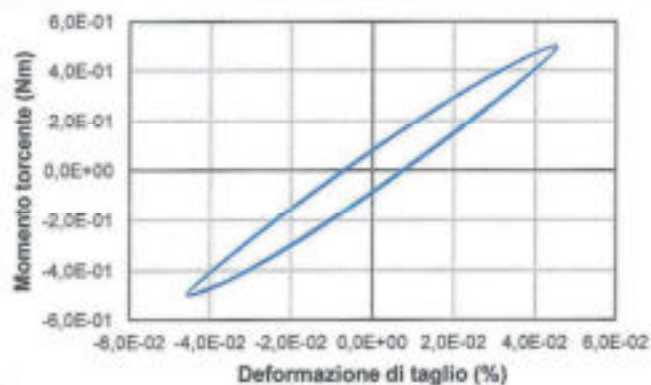
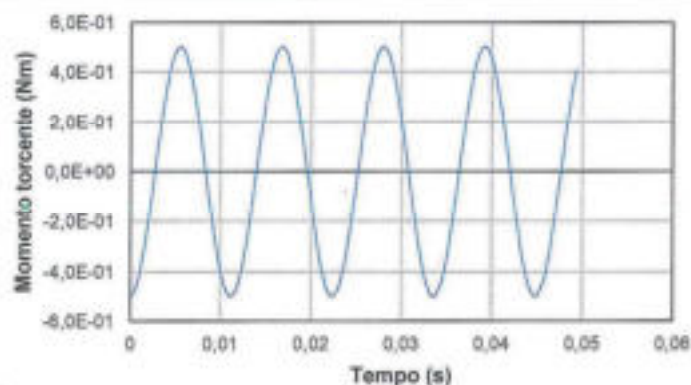
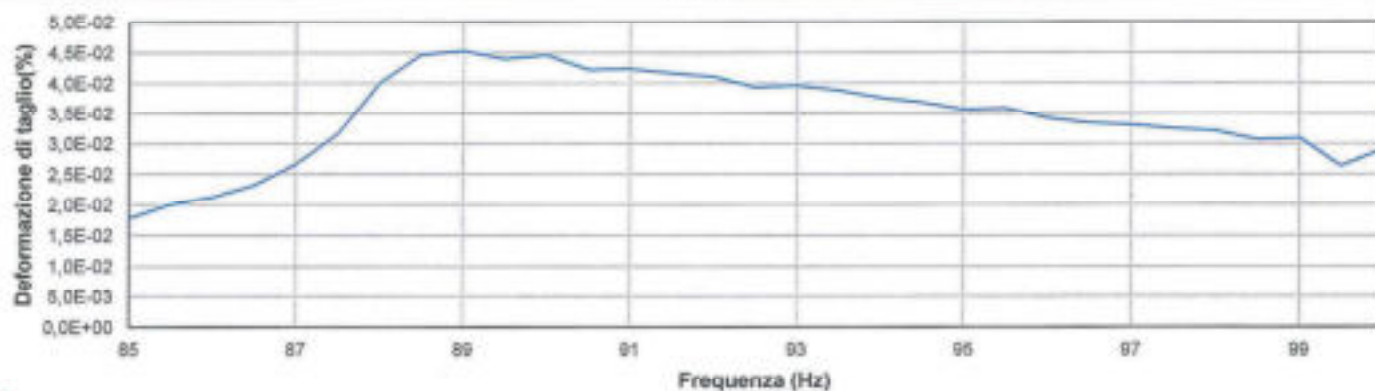
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 13



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

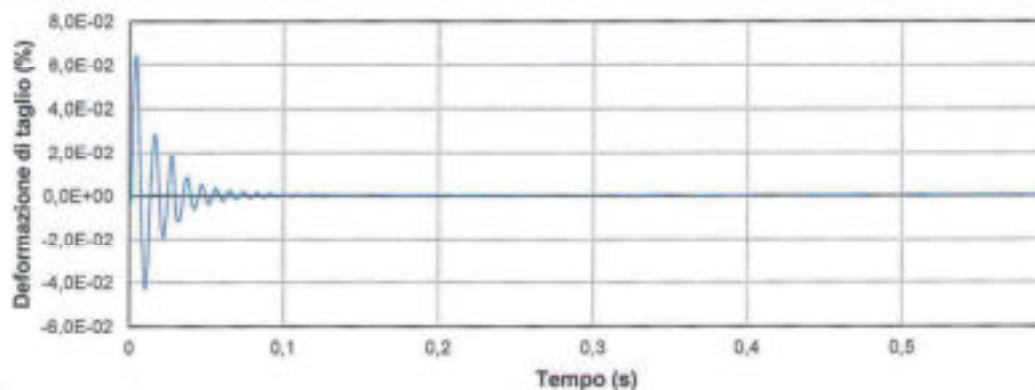
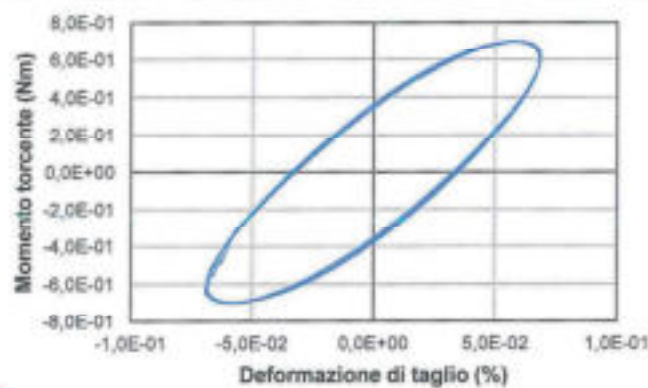
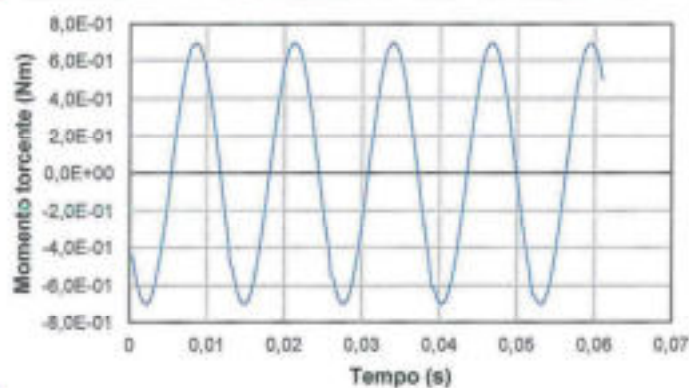
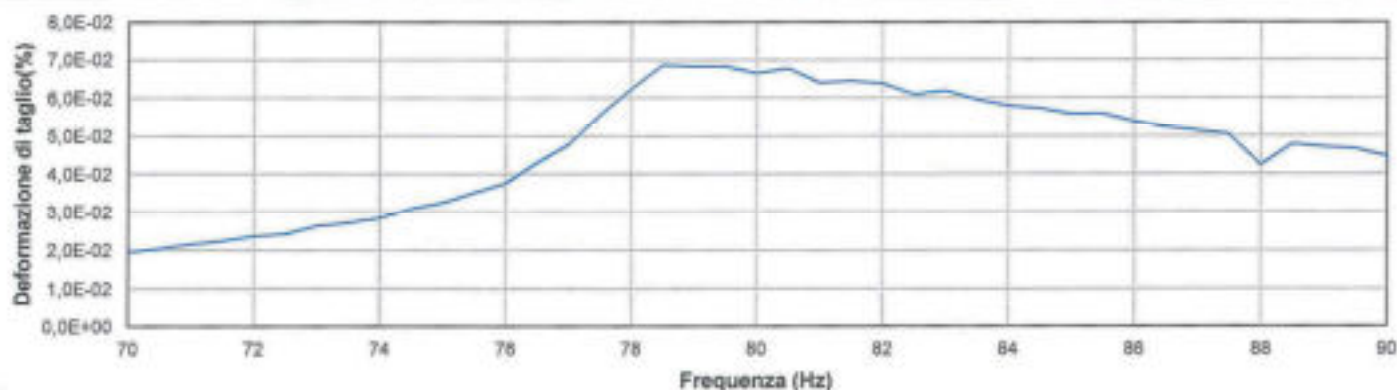
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 14



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

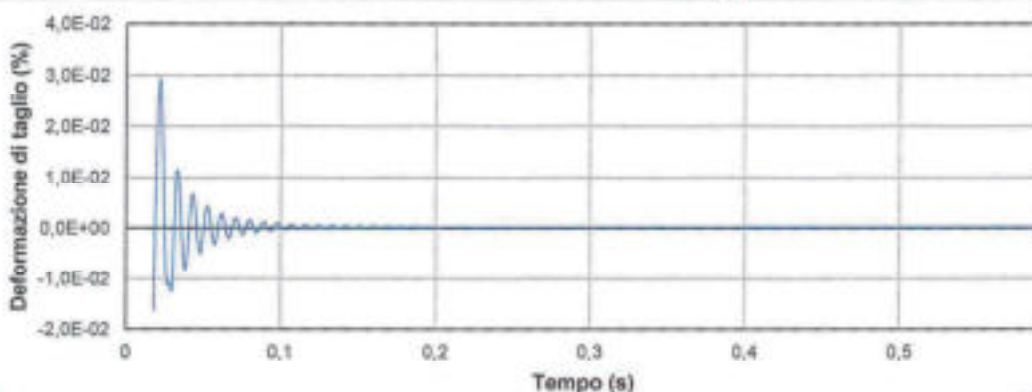
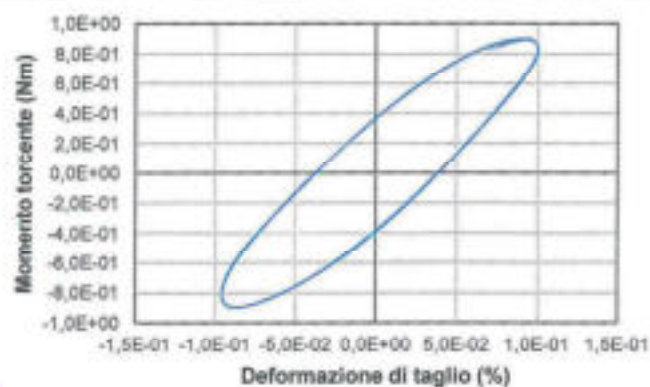
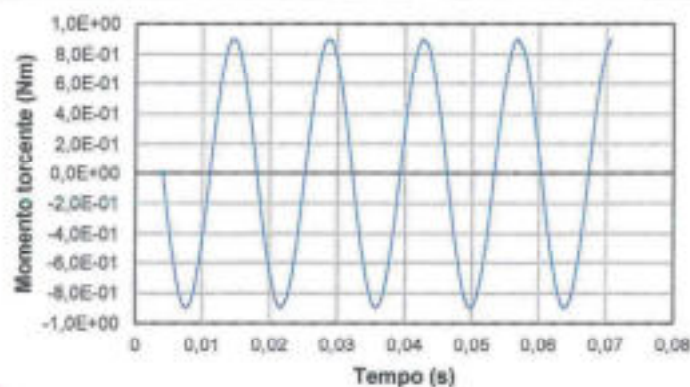
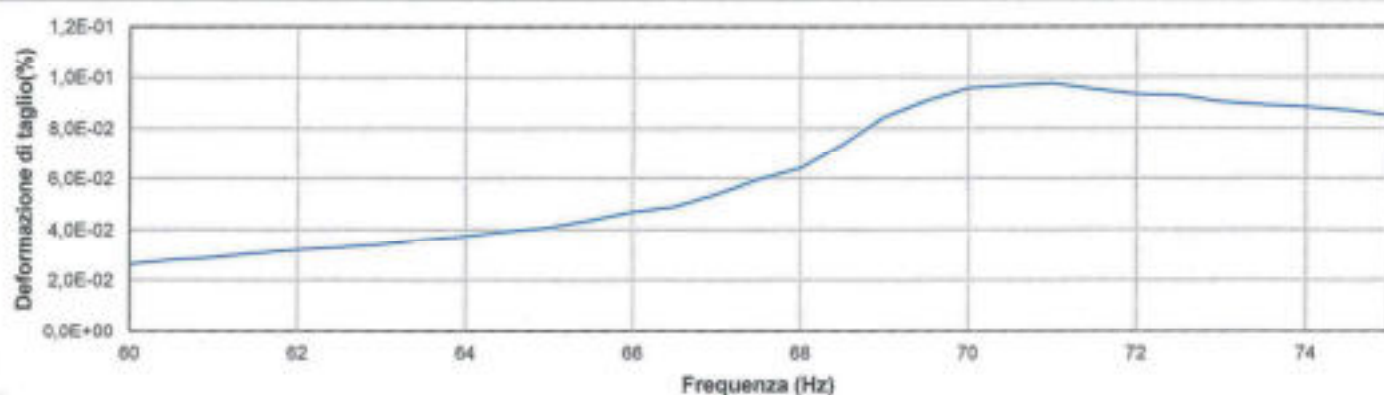
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 15



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **C12**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

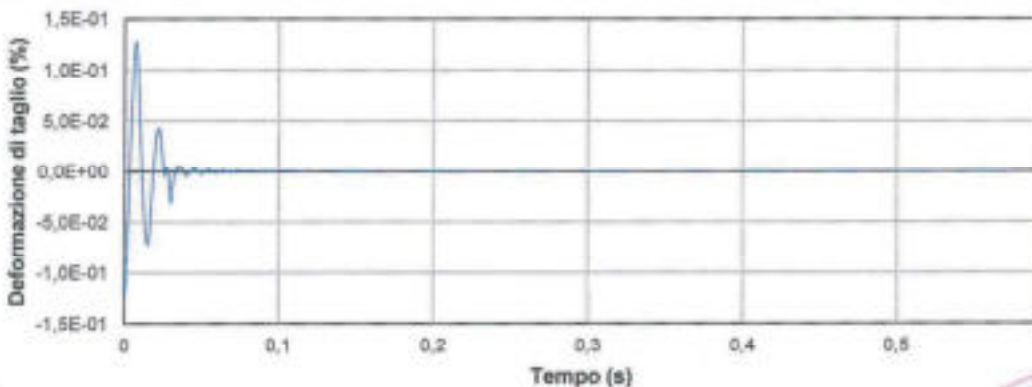
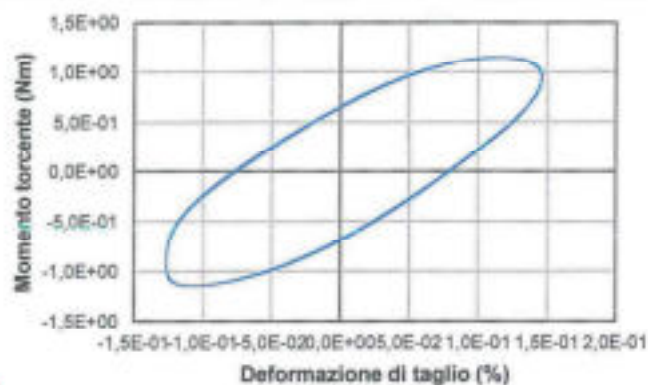
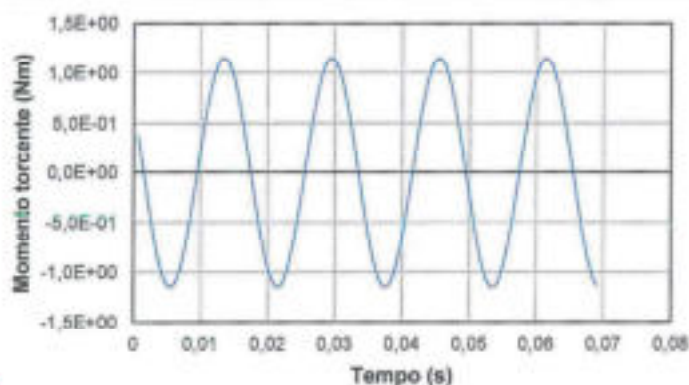
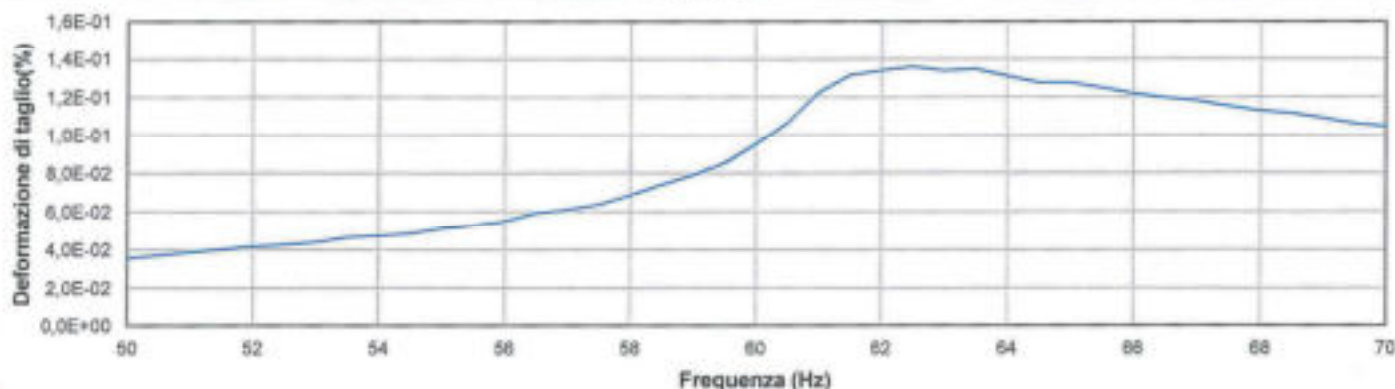
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 16



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

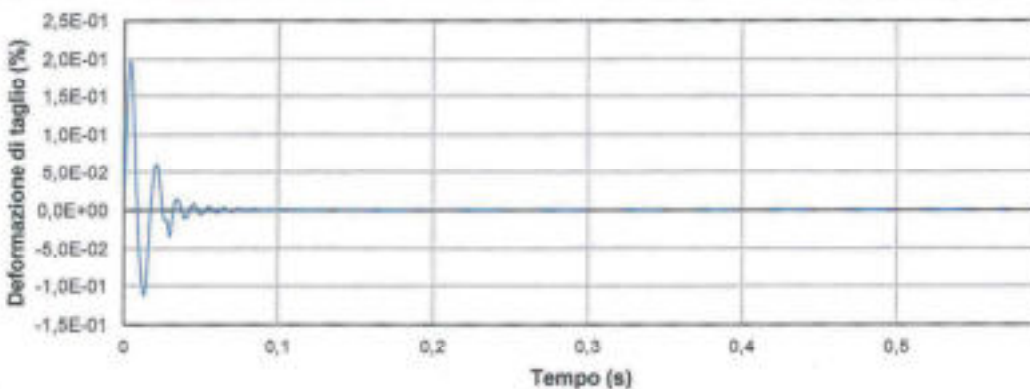
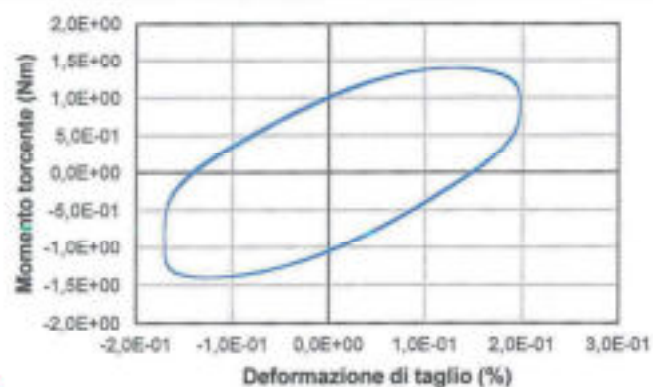
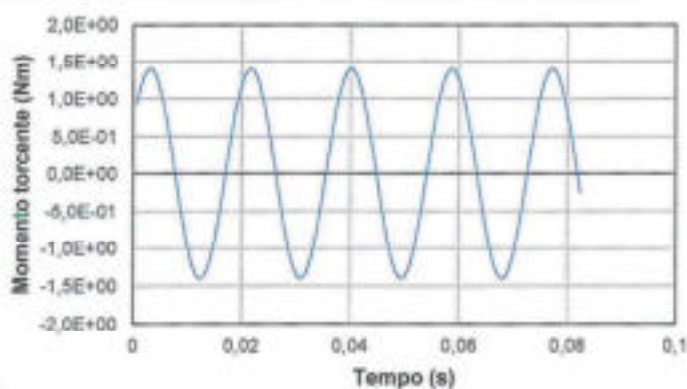
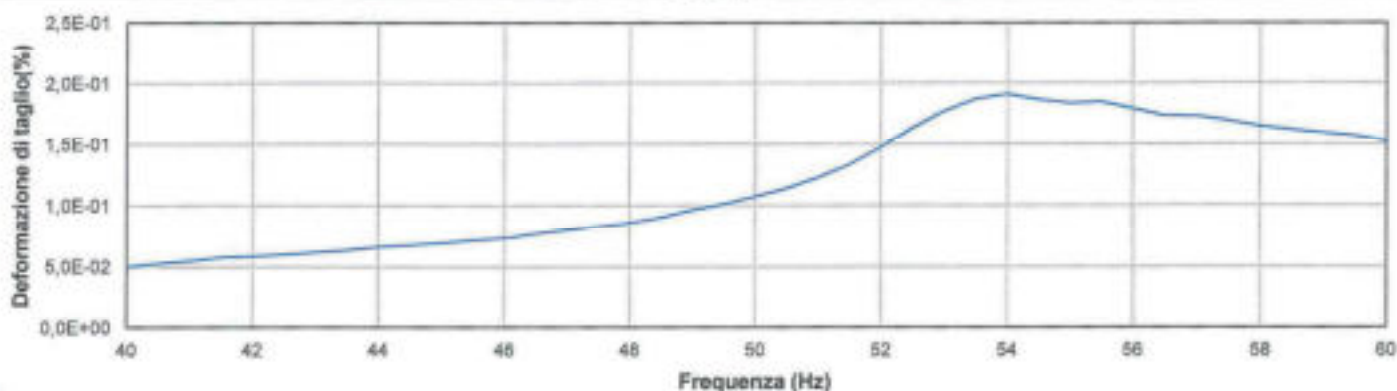
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 17



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI COLONNA RISONANTE (ASTM D 4015)

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP6**

Campione: **CI2**

Profondità (m): **7.60 - 8.10**

Certificato di prova N°: **A27199**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

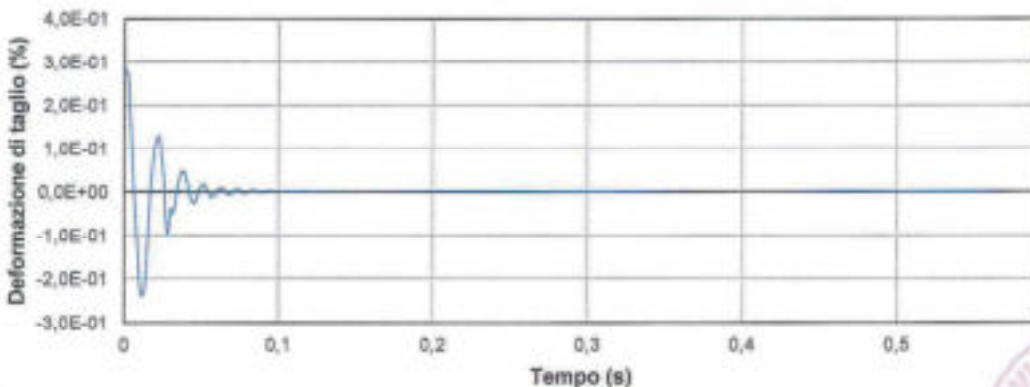
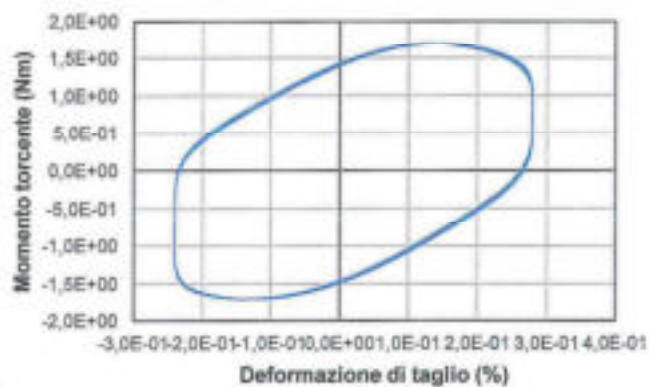
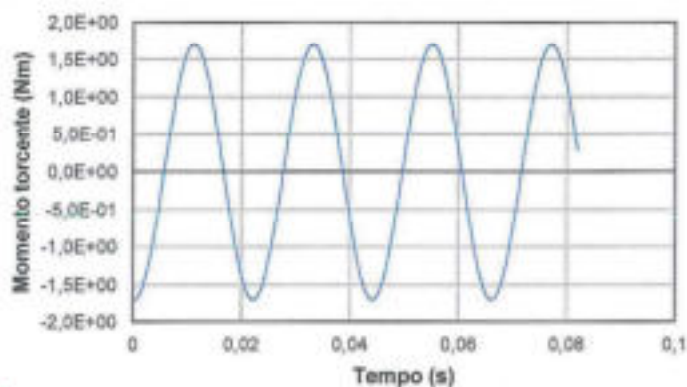
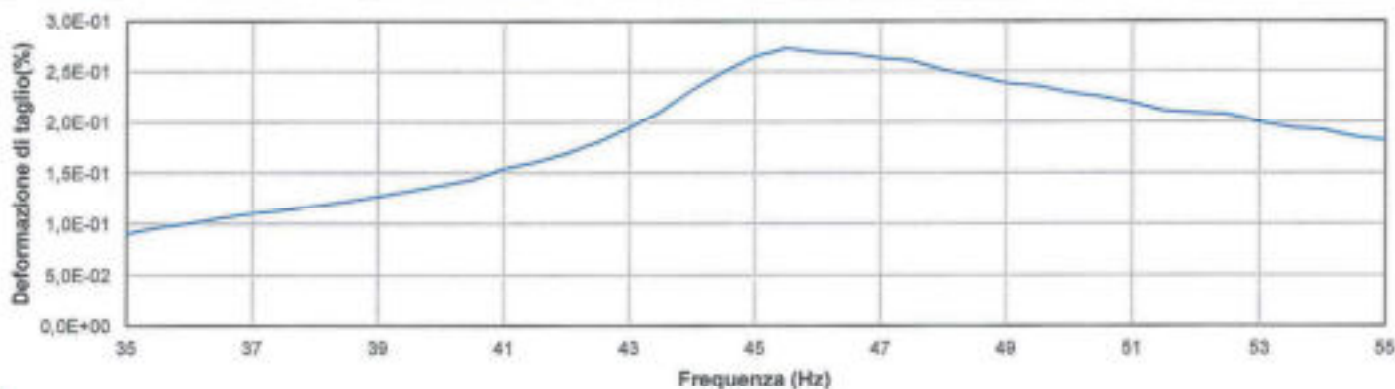
Commessa: **026cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/16**

Data prova: **19/12/16**

Data emissione certificato: **28/12/16**

### Test 18



1 Campo delle frequenze indagate

2 Ampiezza momento torcente in condizioni di oscillazioni forzate

3 Cicli di isteresi alla frequenza di risonanza

4 Smorzamento per oscillazioni libere

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



# Apertura del Campione

descrizione geotecnica e prove di consistenza

COMM. 028CM/16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 6 Campione CI 3 Profondità 16,00 - 16,50

Verbale accettazione campioni A077/16

Tipo di campione	Indisturbato	Tipo di contenitore	Fustella cilindrica inox
Data arrivo campione	22/09/2016	Data apertura campione	19/09/2016
Lunghezza dichiarata (mm)	450	Lunghezza reale (mm)	340
Diametro del campione (mm)	85		

## Schema campione

Alto



Basso

## Descrizione Geotecnica del campione ed eventuali Prove di Consistenza

Argilla debolmente limosa grigia

a)  
Spessore  
(mm)  
340

Pen. (kPa) 90 - 100  
Tor. (kPa) 45

Pen. (kPa) 80 - 100  
Tor. (kPa) 40

## Prove eseguite

Contenuto naturale d'acqua ☒  
 Peso dell'unità di volume ☒  
 Limiti di Atterberg ☒  
 Peso specifico assoluto dei grani ☒  
 Analisi granulometrica per vagliatura meccanica ☒  
 Analisi granulometrica per sedimentazione ☒  
 Determinazione contenuto in sostanze organiche ☒  
 Determinazione contenuto in carbonelli ☐  
 Prova di compressione con espansione laterale libera ☐

Prova edometrica ad incrementi di carico controllati ☒  
 Prova di taglio diretto con misura della resistenza max ☐  
 Prova di taglio diretto con misura della resistenza residua ☐  
 Prova di taglio snulere ☐  
 Prova triassiale UU ☒  
 Prova triassiale CIU ☐  
 Prova triassiale CID ☐  
 Provali colonna /sonante ☐  
 Prova di taglio torsionale ciclico ☒

Note:

Data nov-16

Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geo. M. Vicenzetto







# Fotografia del Campione

COMM. 026CM16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 6 Campione CI 3 Profondità (m) 16,00 - 16,50

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione foto 14/10/2016

Verbale di accettazione campioni n° A077/16



Data nov-16 Sperimentatore: Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 17/10/2016

Certificato n° A077/16 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 2216

Sondaggio	IP 6
Campione	CI 3
Profondità	16,00-16,50
Contenuto naturale d'acqua Wn (%)	29,0

### Provino 1

peso umido lordo	95,143
peso secco lordo	78,208
peso tara	19,217
Wn	28,7

### Provino 2

peso umido lordo	111,894
peso secco lordo	90,593
peso tara	17,838
Wn	29,3

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P Pasqualotto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

COMM 026cm18  
 PAG. 1 Di 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
 Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 17/10/2016  
 Certificato n° A26726 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA BS 1377

Sondaggio	IP 6
Campione	CI 3
Profondità	16,00 - 16,50
Peso dell'unità di volume $\gamma$ Mg/m <sup>3</sup>	1,93

Provino 1

peso umido lordo	176,276
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,95

Provino 2

peso umido lordo	175,009
peso tara	68,518
volume fustella (mm <sup>3</sup> )	5539
$\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	1,92







## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 17/10/2016

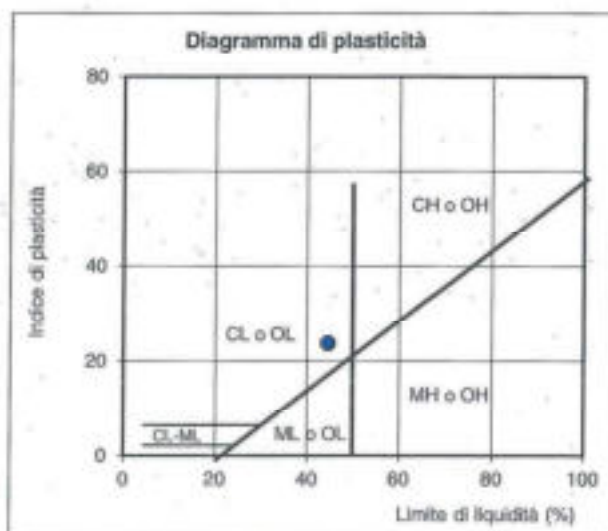
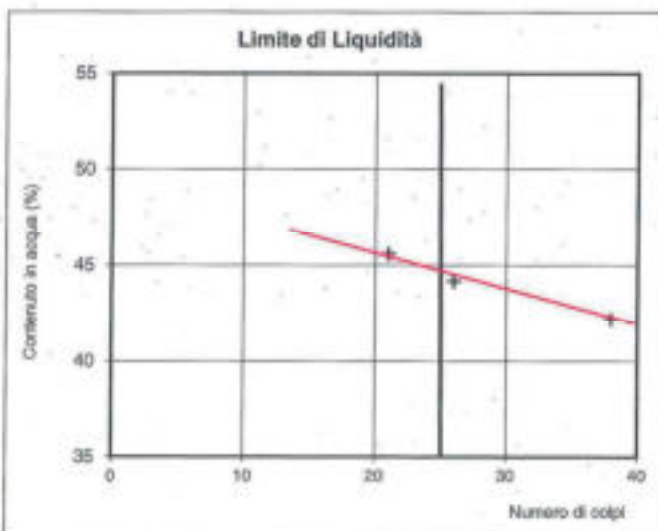
Certificato n° A26721

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 6
Campione	CI 3
Profondità	16,00-16,50

Limite di Liquidità	WI	(%)	44,5
Limite di plasticità	Wp	(%)	20,8
Indice di plasticità	Ip		23,7



#### Limite di liquidità

##### Provino 1

peso umido lordo	43,628
peso secco lordo	36,577
peso tara	19,868
Numero colpi	38
Contenuto in acqua	42,20
WI	44,4

##### Provino 2

peso umido lordo	38,563
peso secco lordo	32,103
peso tara	17,480
Numero colpi	26
Contenuto in acqua	44,16
WI	44,4

##### Provino 3

peso umido lordo	38,483
peso secco lordo	31,612
peso tara	16,544
Numero colpi	21
Contenuto in acqua	45,60
WI	44,6

#### Limite di plasticità

##### Provino 1

peso umido lordo	23,073
peso secco lordo	22,303
peso tara	18,525
Wp	20,4

##### Provino 2

peso umido lordo	21,486
peso secco lordo	20,690
peso tara	16,924
Wp	21,1



Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO

COMM 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 18/10/2016

Certificato n° A26728

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 854

Sondaggio	IP6
Campione	CI 3
Profondità	16,00-16,50
Peso specifico	$\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup> 2,73

	Provino 1	Provino 2
Temperatura di prova	24°	24°
Peso secco lordo	93,056	99,571
Peso tara	72,320	77,161
Peso picnometro finale	177,390	183,553
Taratura picnometro	164,277	169,304
Peso specifico	$\gamma_s$ Mg/m <sup>3</sup> 2,720	2,746

Data nov-16

Sperimentatore: Dott. P Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE

COMM 029CM16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016 Data inizio prova 28/10/2016 Data fine prova 28/10/2016

Certificato n° A26729 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

### Norma ASTM D 2974

Sondaggio	IP6
Campione	CI3
Profondità	16,00 - 16,50
Contenuto in sostanze Organiche (%)	1,5

#### Provino 1

peso secco lordo iniziale	52,305
peso secco lordo finale	51,895
peso tara	26,758
Temperatura di prova	440°C
% Sostanze organiche	1,6

#### Provino 2

peso secco lordo iniziale	40,636
peso secco lordo finale	40,373
peso tara	21,828
Temperatura di prova	440°C
% Sostanze organiche	1,4

Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzatto



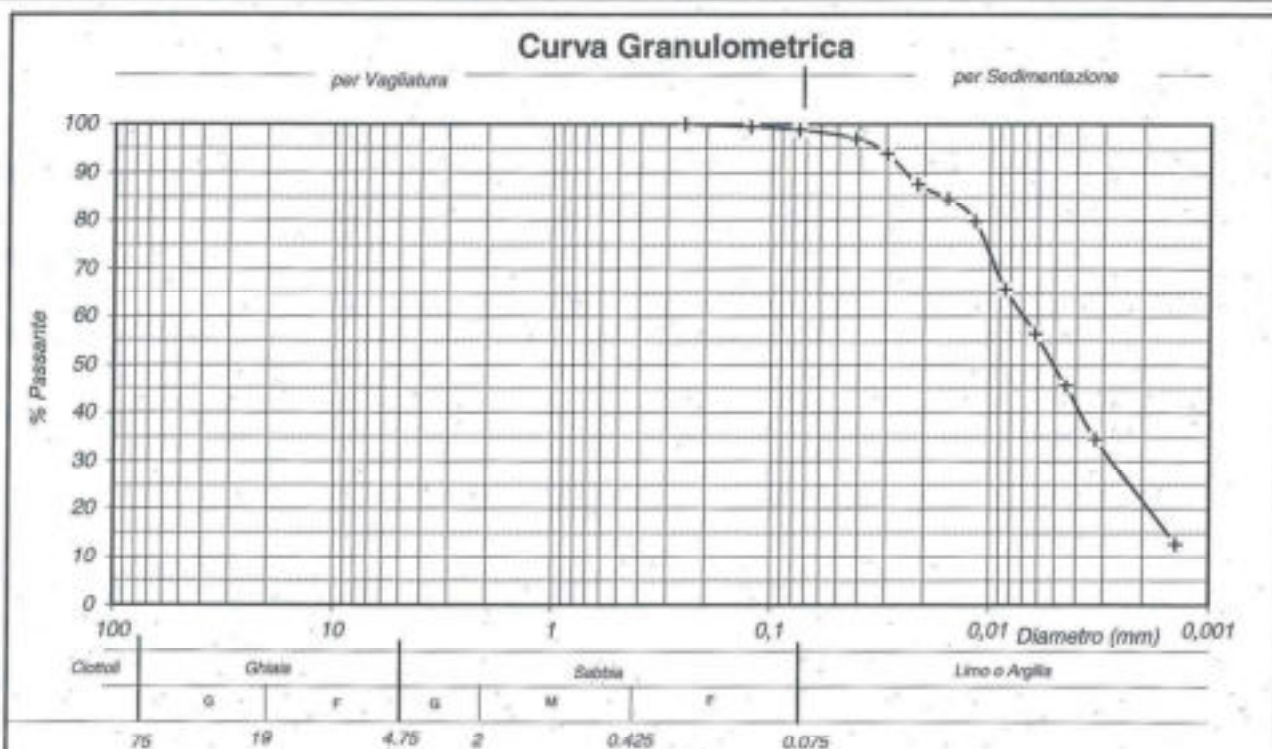




# Analisi Granulometrica

COMM. 028cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 6 Campione C13 Profondità (m) 16,00 - 16,50  
Certificato n° 426730 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 18-21/10/2016



Analisi granulometrica (ASTM D 422)	secca <input type="checkbox"/>	setacci serie ASTM <input checked="" type="checkbox"/>
	umida <input checked="" type="checkbox"/>	setacci serie UNI <input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	metodo con densimetro (ASTM D 422) <input checked="" type="checkbox"/>	
	metodo con pipetta Andreasen (BS 1377) <input type="checkbox"/>	
CLASSIFICAZIONE USCS	CL	CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006
		A-7-6

Peso del materiale analizzato (gr) 218,43      Diametro massimo <0,85 mm

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	
2,00	
0,85	
0,43	
0,25	100,0
0,125	99,4
0,075	98,8

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	97,0
0,0298	93,9
0,0215	87,7
0,0157	84,5
0,0117	79,9
0,0085	65,8
0,0062	56,5
0,0045	45,5
0,0033	34,6
0,0014	12,8



Data 08-16      Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto      Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto



## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP 6** Campione **CI3** Profondità (m) **16,00 - 16,50**  
 Certificato n° **-** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **18-21/10/2016**

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,73
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	98,85

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

18-21/10/2016

Densimetro n°: **ASTM 151H**

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
18/10/2016	24	1	34
		2	33
		4	31
		8	30
		15	28,5
		30	24
		60	21
		120	17,5
		240	14
19/10/2016		1440	7

Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P.Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto

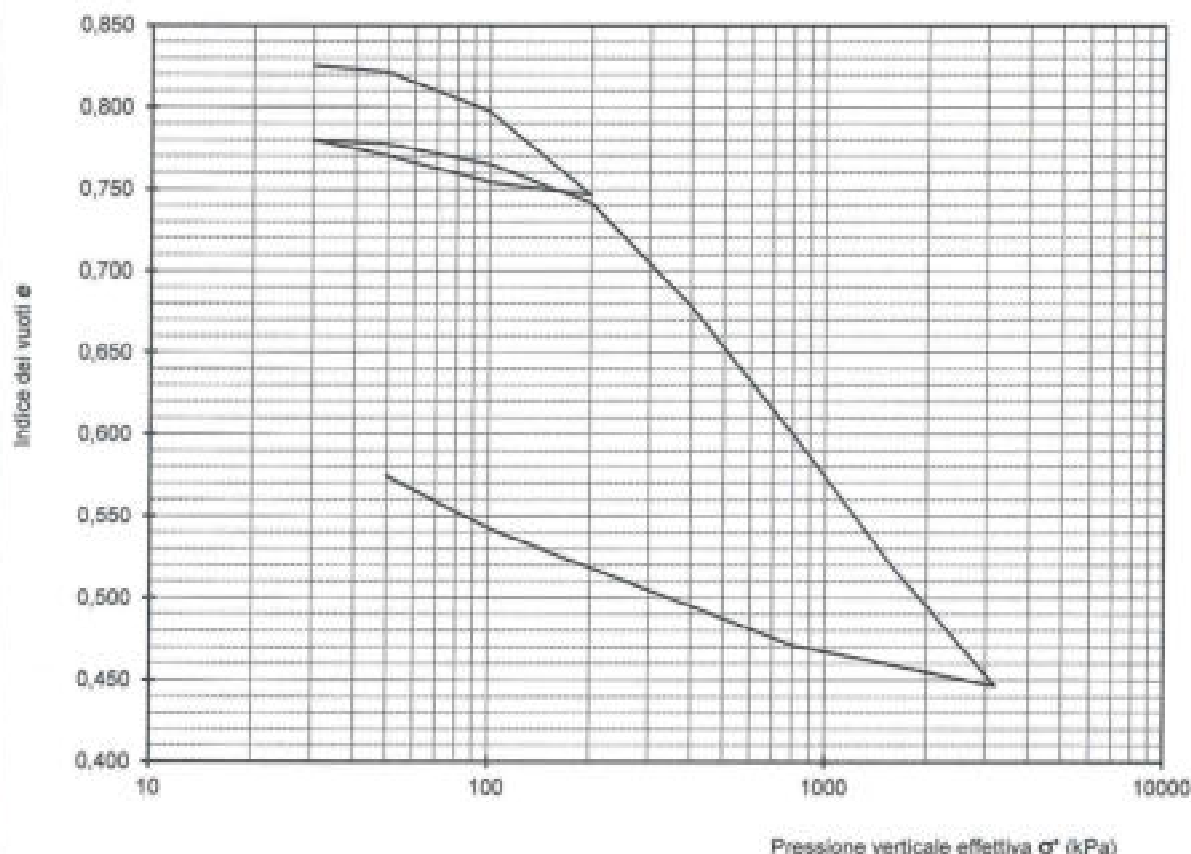


Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio **IP6** Campione **CI 3** Profondità (m) **16,00-16,50**

Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **17/10-7/11/2016**

Certificato n° **A26731** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**
**Diagramma di compressibilità edometrica**


Apparecchio n°	3
Diametro del provino (mm)	71,5
Altezza iniziale provino (mm)	20,0
Altezza finale provino (mm)	17,24
Contenuto in acqua iniziale (%)	30,0
Contenuto in acqua finale (%)	21,1
Indice di compressione	0,24
Grado di saturazione iniziale (%)	99,14
Grado di saturazione finale (%)	100,40
Peso di volume iniziale (Mg/m3)	1,94
Peso di volume finale (Mg/m3)	2,10

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL PROVINO**

Argilla debolmente limosa grigia

MASSA VOLUMICA DEI GRANI $\rho_s =$	2,73	Mg/m <sup>3</sup>
Valore assunto	<input type="checkbox"/>	
Valore determinato	<input checked="" type="checkbox"/>	

TENSIONE DI RIGONFIAMENTO $\sigma'_s =$		kPa
Stimata all'incremento più prossimo	<input type="checkbox"/>	
determinata con apposita prova	<input type="checkbox"/>	

Pressione verticale effettiva $\sigma'_v$ (kPa)	Indice dei vuoti $e$
0	0,828
30	0,825
50	0,821
100	0,797
200	0,746
100	0,754
50	0,770
30	0,780
50	0,777
100	0,765
200	0,742
400	0,678
800	0,600
1600	0,518
3200	0,446
800	0,471
200	0,519
100	0,543
50	0,574



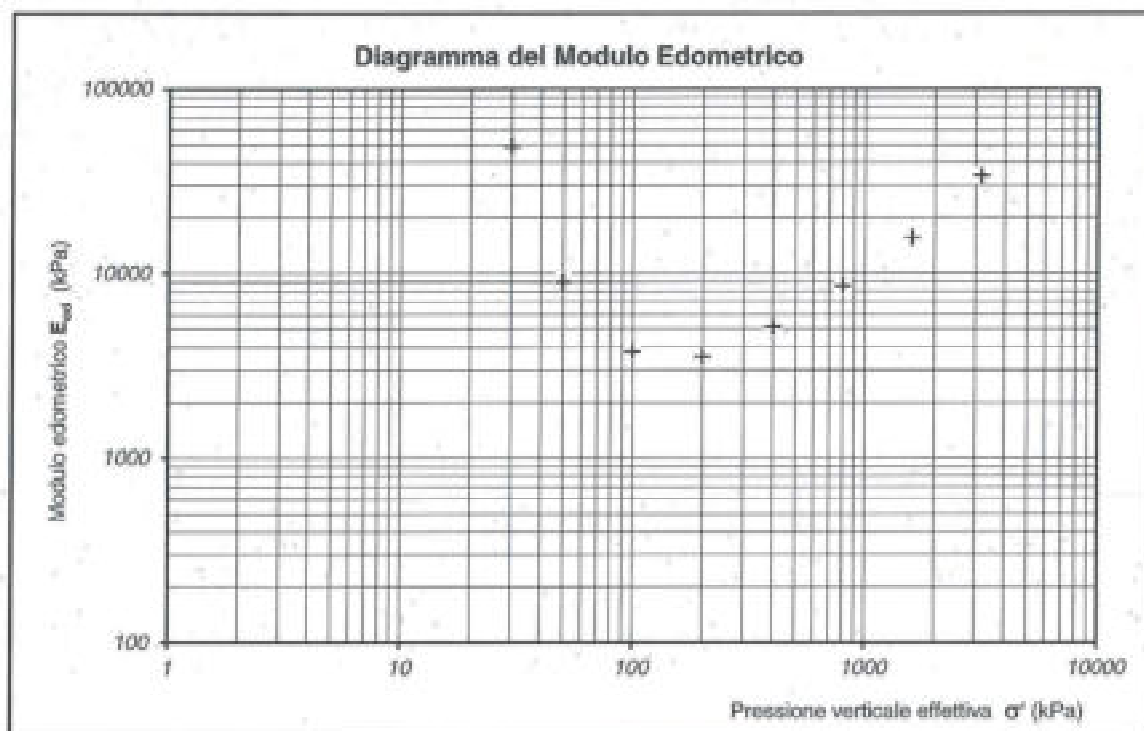


# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagramma del Modulo edometrico

COMM. 026cm16

PAG. 2 DI 8

**Committente** SPEA ENGINEERING SPA  
**Cantiere** PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
**Sondaggio** IP6 **Campione** CI 3 **Profondità (m)** 16,00-16,50  
**Data arrivo campione** 22/09/2016 **Data esecuzione prova** 17/10-7/11/2016  
**Certificato n°** A26731 **Verbale di accettazione campioni n°** A077/16



Pressione verticale effettiva $\sigma'_v$ (kPa)	Modulo Edometrico $E_{ed}$ (kPa)
30	49100
50	8992
100	3776
200	3545
400	5112
800	8593
1600	15598
3200	33954

Note:

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geo. Vicenzetto





# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 3 DI 8

Committente SPEA ENGINEERING SPA

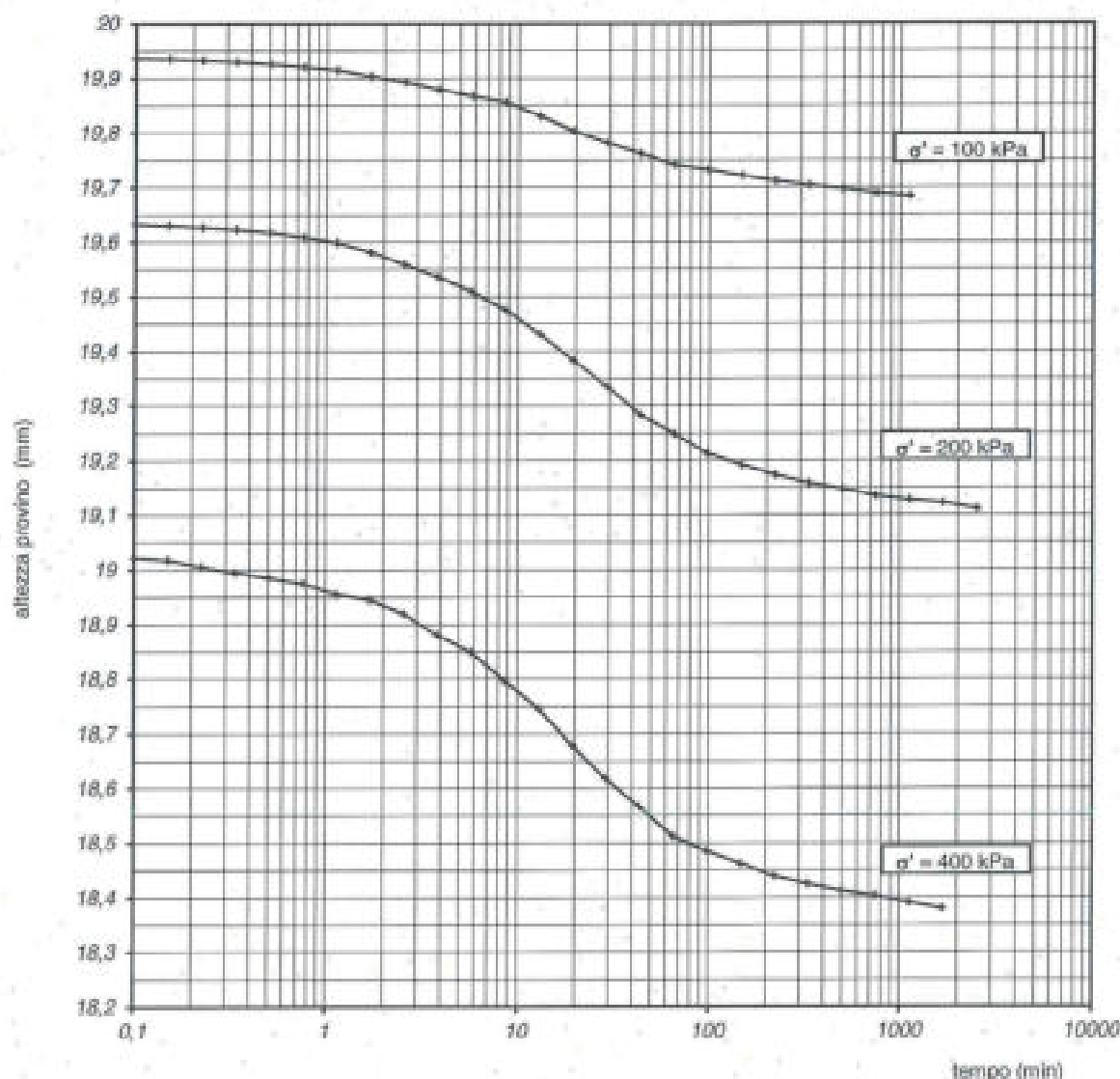
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP6 Campione CI 3 Profondità (m) 16,00-16,50

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 17/10-7/11/2016

Certificato n° A0773 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## Diagrammi cedimenti - tempo



Incremento di carico (kPa)		$C_v$	$C_{\alpha}$	$E_{ed}$	$K$
da	a	(m <sup>2</sup> /s)		(kPa)	(m/s)
50	100	$3,6 \times 10^{-8}$	$1,8 \times 10^{-3}$	3514	$1,0 \times 10^{-10}$
100	200	$2,1 \times 10^{-8}$	$2,3 \times 10^{-3}$	3545	$5,8 \times 10^{-11}$
200	400	$2,4 \times 10^{-8}$	$3,0 \times 10^{-3}$	5112	$4,7 \times 10^{-11}$

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P.Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto









# Prova edometrica (ASTM D 2435) diagrammi cedimenti - tempo

COMM. 026cm16

PAG. 6 DI 6

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP6 Campione CI 3 Profondità (m) 16,00-16,50

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 17/10-7/11/2016

Certificato n° 42431 Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## TABELLE DATI

Incremento di carico da	200 kPa	a	100 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,1373		
0,15	19,1365		
0,23	19,1368		
0,34	19,1414		
0,51	19,1447		
0,76	19,1487		
1,14	19,1532		
1,71	19,1552		
2,56	19,1605		
3,84	19,1663		
5,77	19,1732		
8,65	19,1785		
12,97	19,1850		
19,46	19,1923		
29,19	19,1980		
43,79	19,2009		
65,68	19,2037		
98,53	19,2058		
147,79	19,2060		
221,68	19,2082		
332,52	19,2070		
498,78	19,2082		
748,16	19,2090		

Incremento di carico da	100 kPa	a	50 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,2380		
0,15	19,2396		
0,23	19,2408		
0,34	19,2441		
0,51	19,2489		
0,76	19,2531		
1,14	19,2547		
1,71	19,2612		
2,56	19,2673		
3,84	19,2742		
5,77	19,2820		
8,65	19,2881		
12,97	19,2954		
19,46	19,3109		
29,19	19,3284		
43,79	19,3403		
65,68	19,3472		
98,53	19,3529		
147,79	19,3590		
221,68	19,3623		
332,52	19,3655		
498,78	19,3676		
748,16	19,3745		
1122,27	19,3792		

Incremento di carico da	50 kPa	a	30 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,4026		
0,15	19,4038		
0,23	19,4036		
0,34	19,4034		
0,51	19,4051		
0,76	19,4055		
1,14	19,4112		
1,71	19,4116		
2,56	19,4144		
3,84	19,4185		
5,77	19,4214		
8,65	19,4253		
12,97	19,4291		
19,46	19,4340		
29,19	19,4405		
43,79	19,4442		
65,68	19,4483		
98,53	19,4540		
147,79	19,4589		
221,68	19,4642		
332,52	19,4699		
498,78	19,4772		
748,16	19,4817		
1122,27	19,4862		

Incremento di carico da	30 kPa	a	50 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,4829		
0,15	19,4829		
0,23	19,4825		
0,34	19,4821		
0,51	19,4817		
0,76	19,4809		
1,14	19,4794		
1,71	19,4784		
2,56	19,4768		
3,84	19,4764		
5,77	19,4739		
8,65	19,4727		
12,97	19,4703		
19,46	19,4678		
29,19	19,4668		
43,79	19,4658		
65,68	19,4646		
98,53	19,4637		
147,79	19,4637		
221,68	19,4621		
332,52	19,4617		
498,78	19,4605		
748,16	19,4603		
1122,27	19,4605		

Data nov-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP6** Campione **CI 3** Profondità (m) **16,00-16,50**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **17/10-7/11/2016**  
 Certificato n° **A26731** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

### TABELLE DATI

Incremento di carico da	50 kPa	a	100 kPa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,4405		
0,15	19,4397		
0,23	19,4377		
0,34	19,436		
0,51	19,4344		
0,76	19,4307		
1,14	19,4267		
1,71	19,423		
2,56	19,4148		
3,84	19,4091		
5,77	19,3981		
8,65	19,3875		
12,97	19,3782		
19,46	19,3635		
29,19	19,3566		
43,79	19,3506		
65,68	19,3456		
98,53	19,3427		
147,79	19,3411		
221,68	19,3382		
332,52	19,3362		
498,78	19,3337		
748,18	19,3317		
1122,27	19,3289		

Incremento di carico da	100 kPa	a	200 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	19,2885		
0,15	19,2865		
0,23	19,284		
0,34	19,282		
0,51	19,2763		
0,76	19,2726		
1,14	19,2653		
1,71	19,2543		
2,56	19,2368		
3,84	19,2196		
5,77	19,2046		
8,65	19,1834		
12,97	19,1634		
19,46	19,143		
29,19	19,1312		
43,79	19,1283		
65,68	19,1182		
98,53	19,1112		
147,79	19,1015		
221,68	18,3402		
332,52	19,0909		
498,78	19,0847		
748,18	19,0786		
1122,27	19,0746		

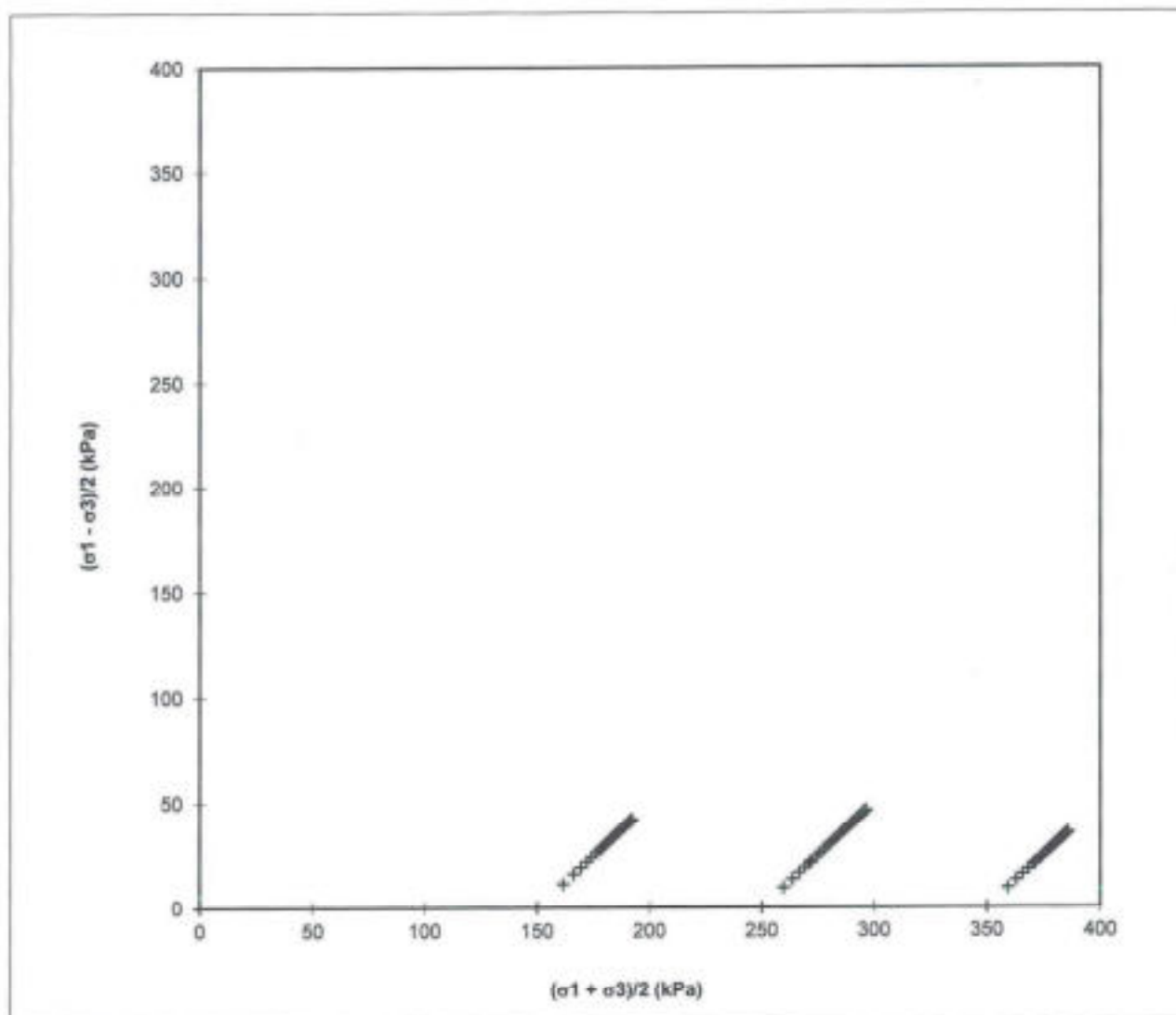
Incremento di carico da	200 kPa	a	400 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,0216		
0,15	18,0171		
0,23	18,0063		
0,34	18,9947		
0,51	18,9853		
0,76	18,9747		
1,14	18,9651		
1,71	18,9454		
2,56	18,9189		
3,84	18,8906		
5,77	18,8496		
8,65	18,7958		
12,97	18,7457		
19,46	18,6784		
29,19	18,6173		
43,79	18,5656		
65,68	18,5118		
98,53	18,4853		
147,79	18,4612		
221,68	18,4382		
332,52	18,4246		
498,78	18,4119		
748,18	18,4030		
1122,27	18,3911		

Incremento di carico da	400 kPa	a	800 Kpa
Tempo (min.)	Altezza provino		
0,10	18,3080		
0,15	18,3007		
0,23	18,2921		
0,34	18,2819		
0,51	18,2648		
0,76	18,2526		
1,14	18,2245		
1,71	18,1898		
2,56	18,1609		
3,84	18,1246		
5,77	18,0700		
8,65	18,0085		
12,97	17,9388		
19,46	17,8614		
29,19	17,7807		
43,79	17,7089		
65,68	17,6515		
98,53	17,6254		
147,79	17,5887		
221,68	17,5659		
332,52	17,5545		
498,78	17,5439		
748,18	17,5329		
1122,27	17,5251		





Committente SPEA S.p.A.  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 6 Campione CI 3 Profondità (m) 16,00 - 16,50  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 20/10/2016  
Certificato n° A26732 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Norma di riferimento: ASTM D 2850



$\sigma_c$ (kPa)	$b_p$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\epsilon$ (rottura) (%)	$W_l$ (%)	$W_f$ (%)	$\rho$ (Mg/m <sup>3</sup> )
150	0	150	234	15,8	27,4	27,1	1,97
250	0	250	343	14,1	27,7	27,5	1,99
350	0	350	421	12,7	27,8	27,6	1,98

Data ott-16 Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto AP Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto TV

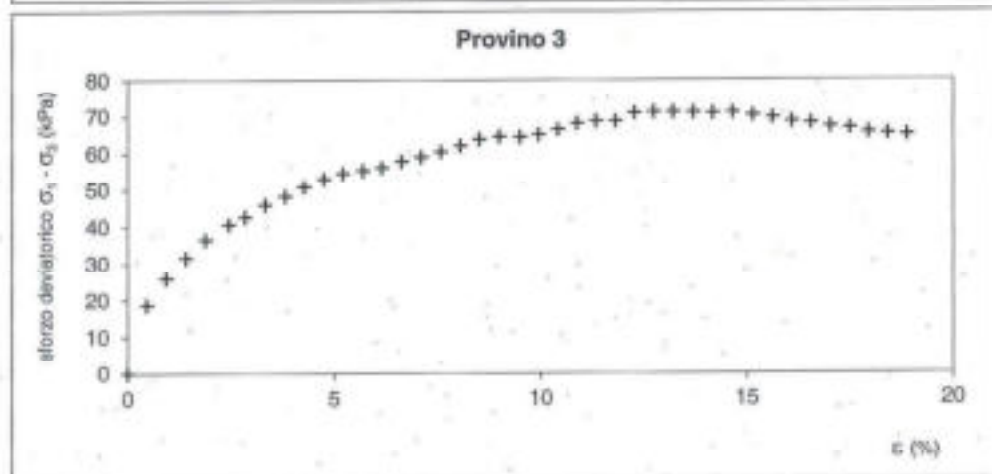
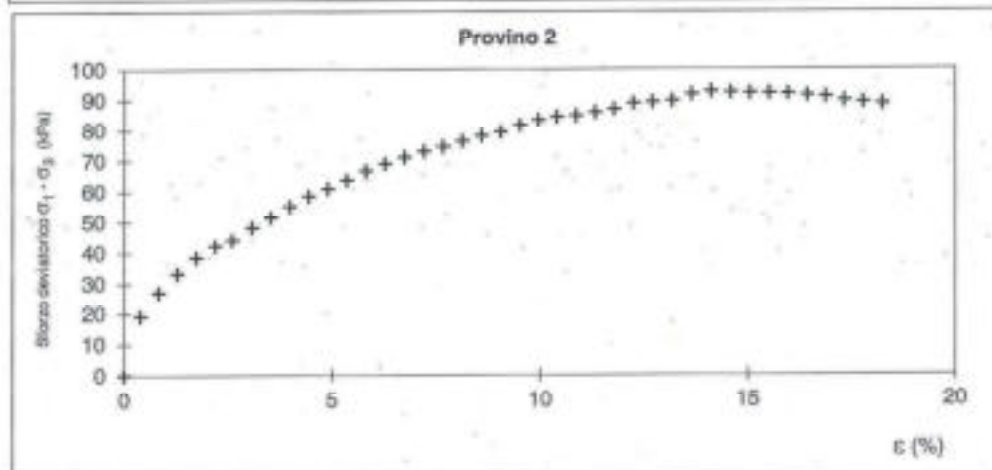
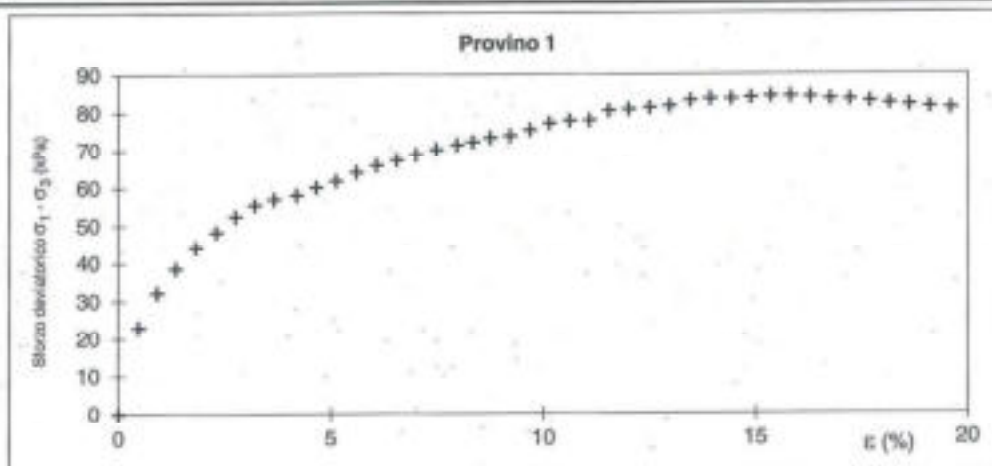




# Prova Triassiale UU non consolidata e non drenata

COMM. 028cm18  
 PAG. 2 DI 3

Committente: SPEA S.p.A.  
 Cantiere: PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio: IP 6 Campione: CI 3 Profondità (m): 16,00 - 16,50  
 Data arrivo campione: 22/09/2016 Data esecuzione prova: 20/10/2016  
 Certificato n° 426732 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 2850



	H (mm)	D (mm)	Vp (mm/min)	$\sigma_a$ (kPa)	b.p. (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\epsilon_p$ (%)	Wt	Wt
Provino 1	75,8	37,2	0,5	150	0	150	84,2	15,8	27,4	27,1
Provino 2	75,8	37,0	0,5	250	0	250	92,8	14,1	27,7	27,5
Provino 3	76,0	37,1	0,5	350	0	350	71,2	12,7	27,8	27,6

Data: ott-16      Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto      Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





Committente: SPEA S.p.A.  
 Cantiere: PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
 Sondaggio: IP 6 Campione: CI 3 Profondità (m): 16,00 - 16,50  
 Data arrivo campione: 22/09/2016 Data esecuzione prova: 20/10/2016  
 Certificato n°: A26732 Verbale di accettazione campioni n°: A077/16  
 Norma di riferimento: ASTM D 2850

Provino 1	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\varepsilon$ (%)
0,00	0,00
22,94	0,47
32,15	0,90
38,59	1,34
44,07	1,81
48,29	2,29
52,50	2,74
55,48	3,20
56,96	3,66
58,12	4,19
60,14	4,65
61,86	5,12
64,13	5,59
66,08	6,07
67,45	6,54
68,81	7,00
70,14	7,48
71,45	7,96
72,23	8,33
73,33	8,74
73,78	9,21
75,32	9,68
77,12	10,14
77,79	10,61
77,92	11,08
80,47	11,54
80,85	12,01
81,20	12,50
81,66	12,97
83,09	13,45
83,54	13,93
83,57	14,42
83,90	14,88
84,19	15,35
84,24	15,81
84,03	16,28
83,55	16,75
83,34	17,22
82,87	17,68
82,39	18,16
81,93	18,62
81,44	19,10
80,94	19,59

Provino 2	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\varepsilon$ (%)
0,00	0,00
19,27	0,39
27,13	0,83
33,30	1,28
38,48	1,73
42,22	2,19
44,11	2,60
48,24	3,07
51,66	3,52
55,26	3,98
58,61	4,43
61,01	4,90
63,84	5,36
66,87	5,82
69,19	6,27
71,27	6,74
73,10	7,20
74,70	7,66
76,49	8,13
78,26	8,59
79,58	9,05
81,74	9,52
83,46	9,96
84,53	10,40
84,93	10,87
85,96	11,33
86,96	11,79
88,99	12,25
89,35	12,71
89,89	13,18
91,85	13,65
92,78	14,11
92,46	14,59
92,22	15,05
92,15	15,52
91,97	15,96
91,46	16,43
90,97	16,88
89,70	17,33
89,20	17,78
88,70	18,25

Provino 3	
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	$\varepsilon$ (%)
0,00	0,00
18,73	0,46
25,95	0,93
31,64	1,40
36,56	1,88
40,67	2,44
42,65	2,83
46,01	3,32
48,27	3,80
50,86	4,27
53,07	4,74
54,56	5,20
55,33	5,68
56,09	6,15
57,88	6,62
58,95	7,10
60,36	7,57
62,09	8,05
63,80	8,51
64,47	8,99
64,46	9,49
65,13	9,94
66,44	10,41
68,07	10,88
68,70	11,34
68,67	11,81
70,90	12,27
71,17	12,73
71,13	13,21
71,02	13,69
70,89	14,17
71,02	14,65
70,30	15,14
69,68	15,62
68,65	16,08
68,19	16,55
67,20	17,02
66,81	17,49
65,66	17,94
65,31	18,41
64,94	18,88



## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### DATI INIZIALI

Altezza: **100,00** mm  
Diametro: **50,00** mm  
Raggio eq.: **17,675** mm  
Massa: **379,5** g  
W: **27,4** %  
 $\gamma$ : **18,96** kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_s$ : **14,88** -  
e: **0,75** -

### DATI DI PROVA

Tipo di campione: **Argilla deb limosa  
grigia**  
Forma d'onda: **Sinusoidale -**  
N. cicli: **10** -  
Freq. Investigata: **1** Hz  
Coefficiente B: **0,96** %  
Pressione cella: **630** kPa  
Contropressione: **450** kPa

### DATI FINALI

Altezza: **99,59** mm  
Diametro: **49,80** mm  
Raggio eq.: **17,606** mm  
Massa: **377,1** g  
W: **28,1** %  
 $\gamma$ : **19,44** kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_s$ : **15,18** -  
e: **0,75** -

	Momento Torcente	Def. Taglio max	Modulo Taglio G	G/G <sub>0</sub>	Rapporto Smorz. D	$\Delta U/\sigma^2$
	(Nm)	(%)	(MPa)		(%)	
Test 1*	0,007	1,08E-03	59,73	1,000	2,79	-0,039
Test 2	0,016	1,67E-03	58,80	0,984	2,59	-0,040
Test 3	0,030	3,32E-03	56,65	0,948	3,13	-0,039
Test 4	0,042	4,56E-03	55,57	0,930	2,97	-0,038
Test 5	0,075	7,91E-03	54,82	0,918	3,50	-0,038
Test 6	0,100	1,14E-02	50,68	0,848	3,89	-0,037
Test 7	0,147	1,85E-02	46,20	0,773	4,98	-0,037
Test 8	0,199	2,73E-02	42,22	0,707	6,17	-0,036
Test 9	0,249	3,76E-02	38,46	0,644	7,25	-0,034
Test 10	0,344	5,02E-02	34,39	0,576	8,25	-0,032
Test 11	0,344	6,55E-02	31,04	0,520	9,34	-0,028
Test 12	0,393	8,44E-02	27,71	0,464	10,52	-0,024
Test 13	0,492	1,33E-01	22,41	0,375	12,68	-0,016
Test 14	0,591	2,04E-01	17,79	0,298	14,56	-0,002
Test 15	0,690	3,05E-01	14,02	0,235	16,14	0,018
Test 16	0,787	4,48E-01	11,01	0,184	17,39	0,042
Test 17	0,884	6,63E-01	8,53	0,143	18,36	0,072
Test 18	0,979	1,05E+00	6,09	0,102	19,40	0,107
Test 19						
Test 20						

\* Test 1 corrispondente al valore G<sub>0</sub>

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

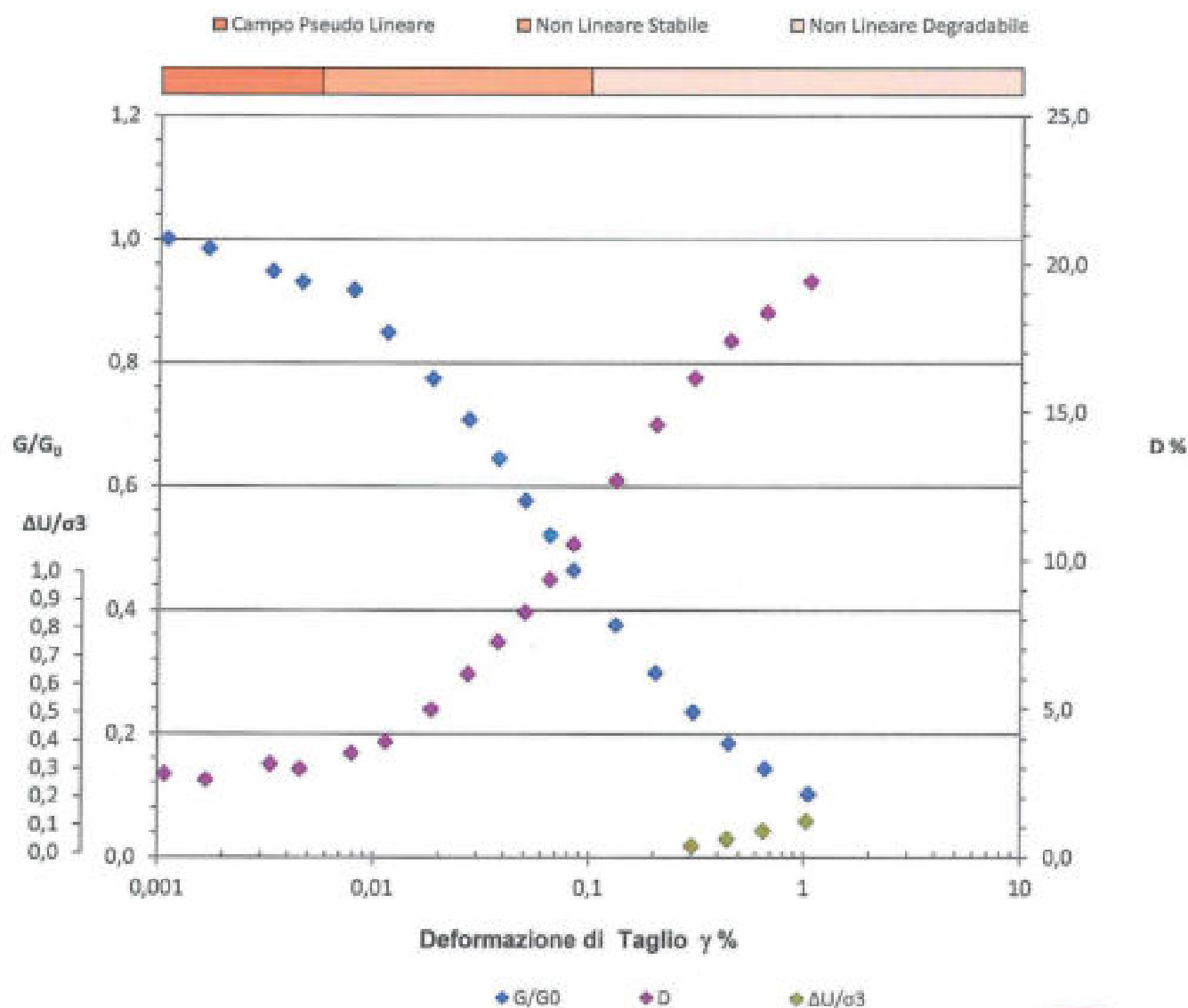
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Legge Costitutiva del Terreno



Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

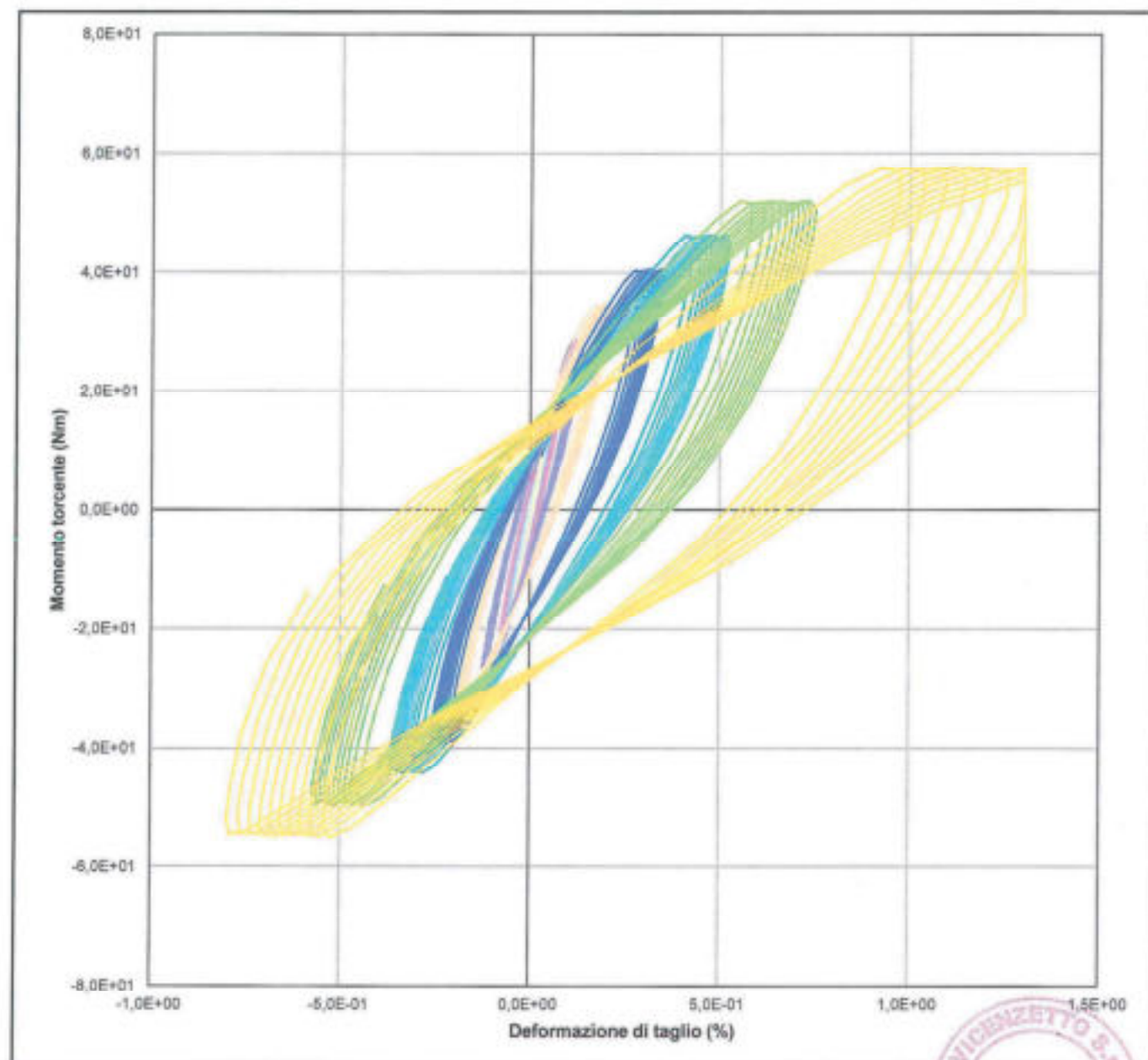
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Cicli di Isteresi



Sperimentatore  
 Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
 Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

**Committente:** SPEA ENGINEERING SPA

**Località:** BOLOGNA

**Cantiere:** PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE

**Sondaggio:** IP 6

**Campione:** CI3

**Profondità (m):** 16,00 - 16,50

**Rapporto di prova N°:** A27201

**Verbale di accettazione N°:** A077/16

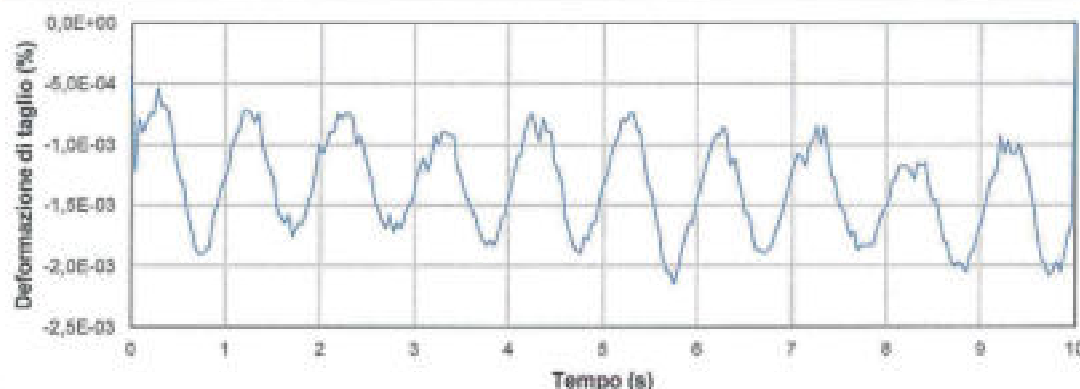
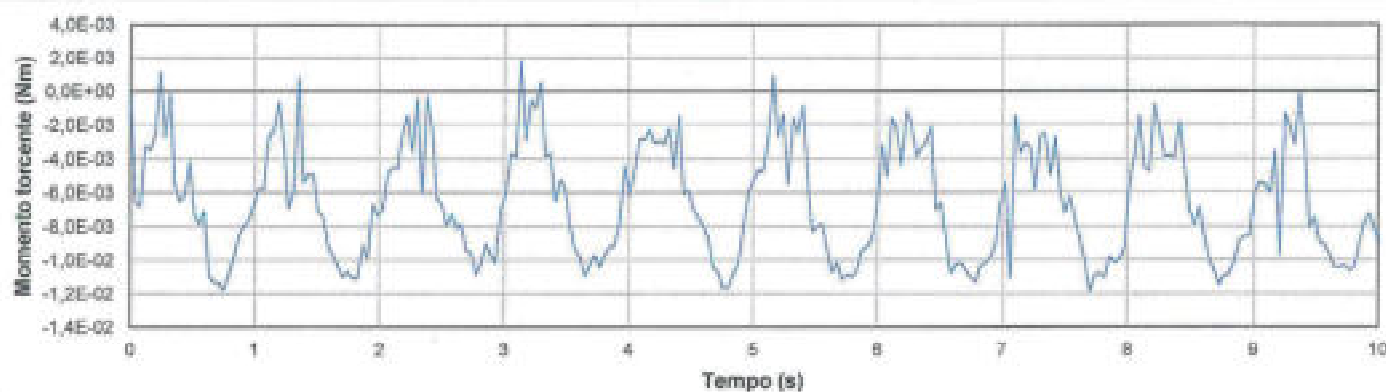
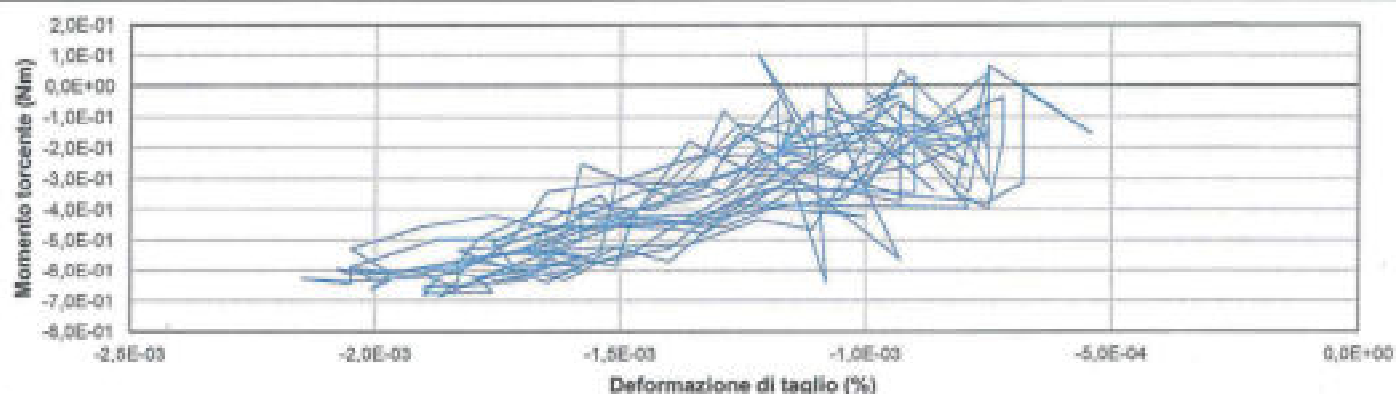
**Commessa:** A26cm16

**Data ricevimento campione:** 22/09/2016

**Data prova:** 21/12/2016

**Data emissione certificato:** 28/12/2016

### Test 1



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

**Committente:** SPEA ENGINEERING SPA

**Località:** BOLOGNA

**Cantiere:** PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE

**Sondaggio:** IP 6

**Campione:** CI3

**Profondità (m):** 16,00 - 16,50

**Rapporto di prova N°:** A27201

**Verbale di accettazione N°:** A077/16

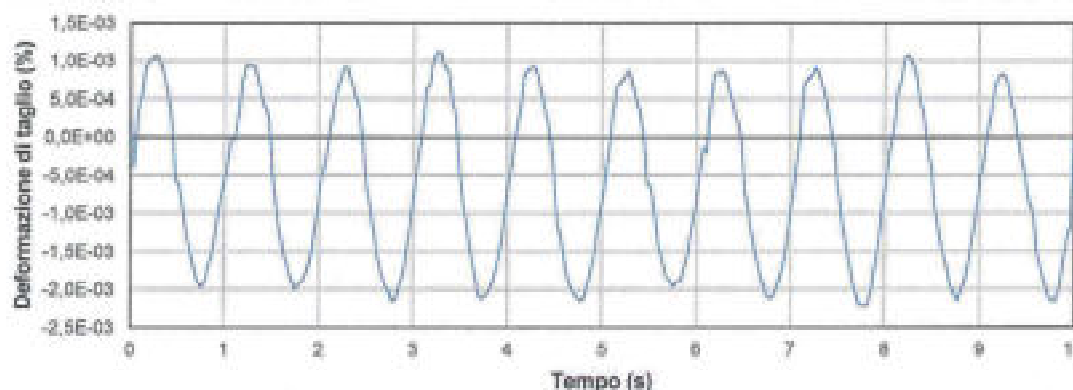
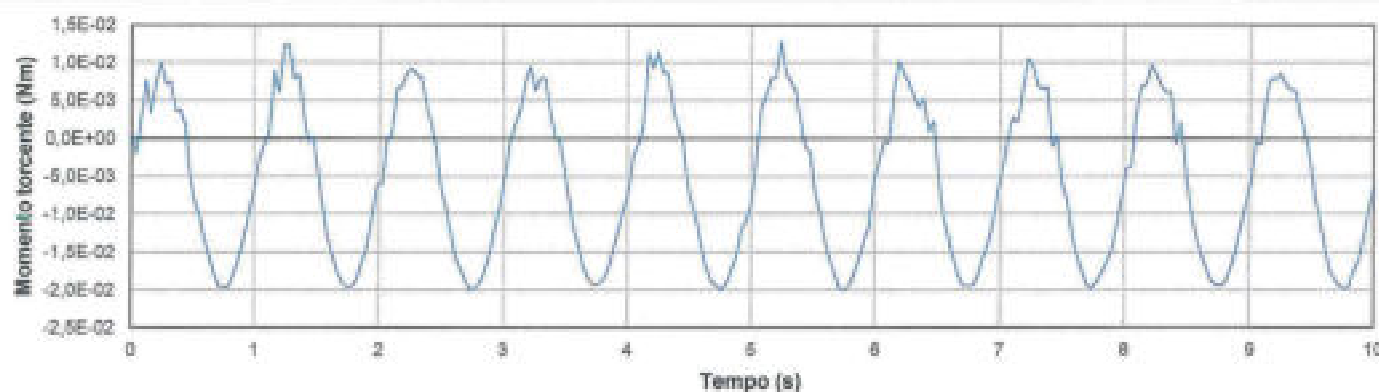
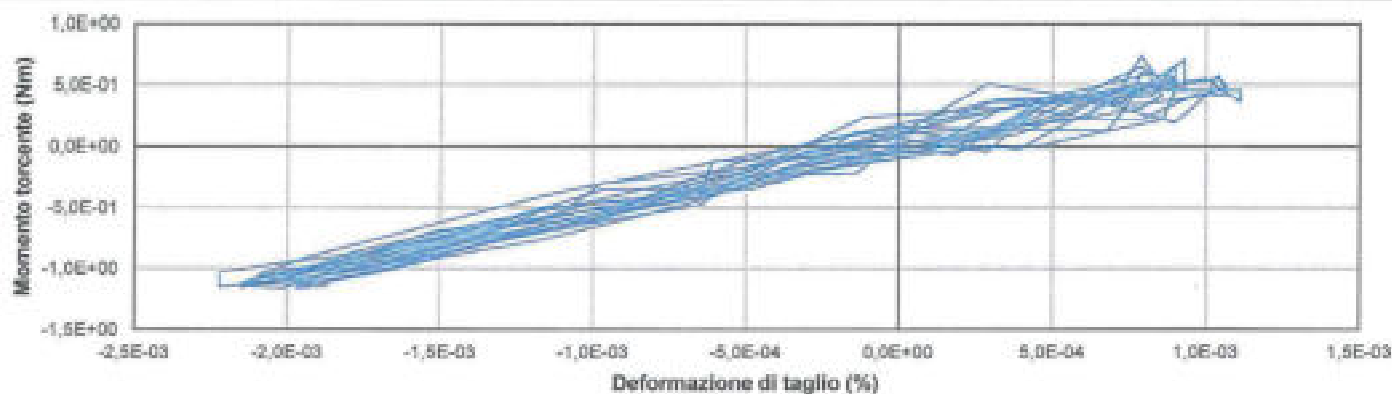
**Commessa:** A26cm16

**Data ricevimento campione:** 22/09/2016

**Data prova:** 21/12/2016

**Data emissione certificato:** 28/12/2016

### Test 2



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

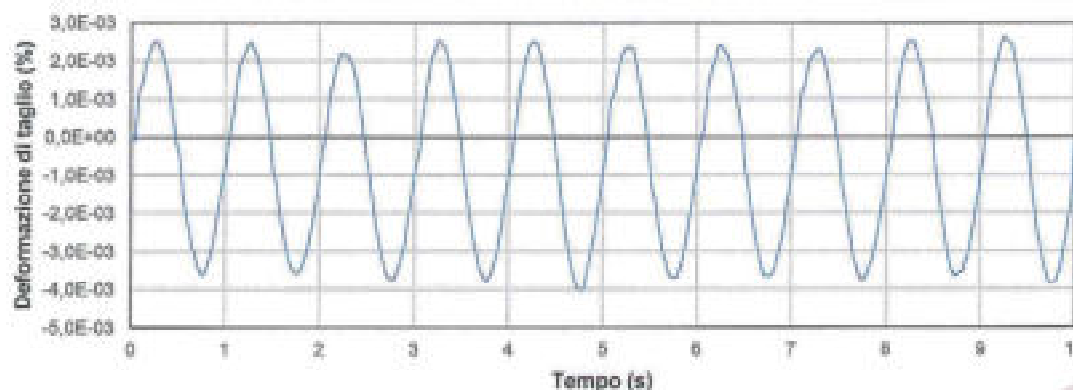
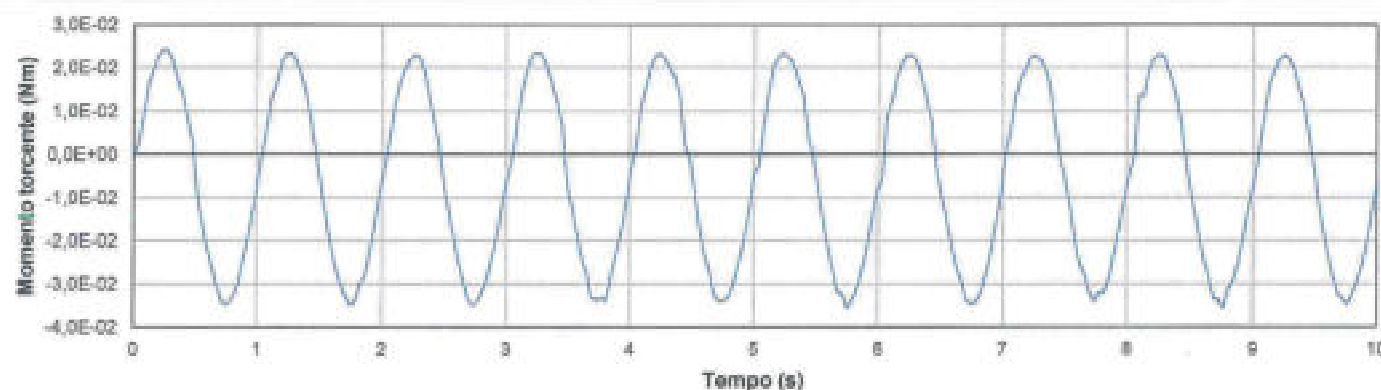
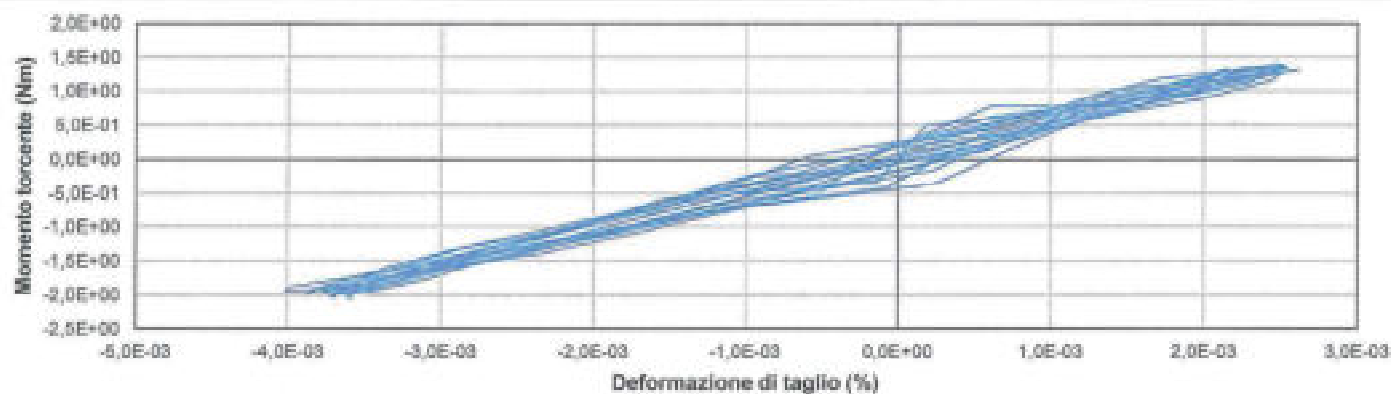
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 3



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetta

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

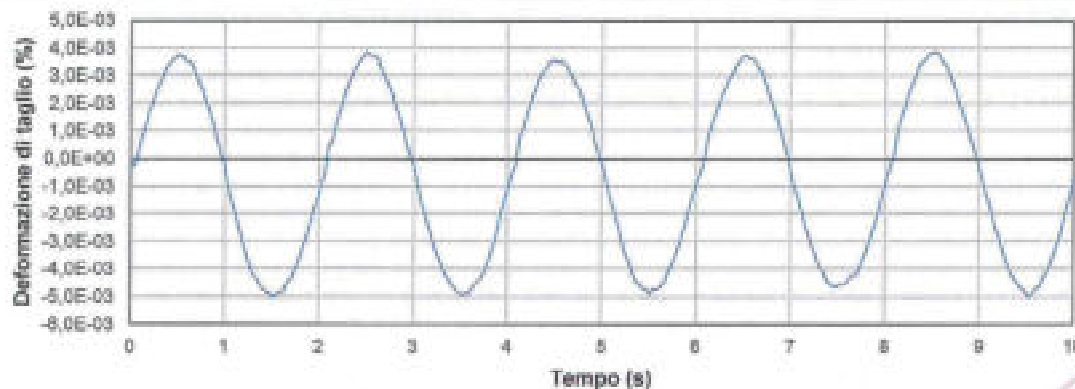
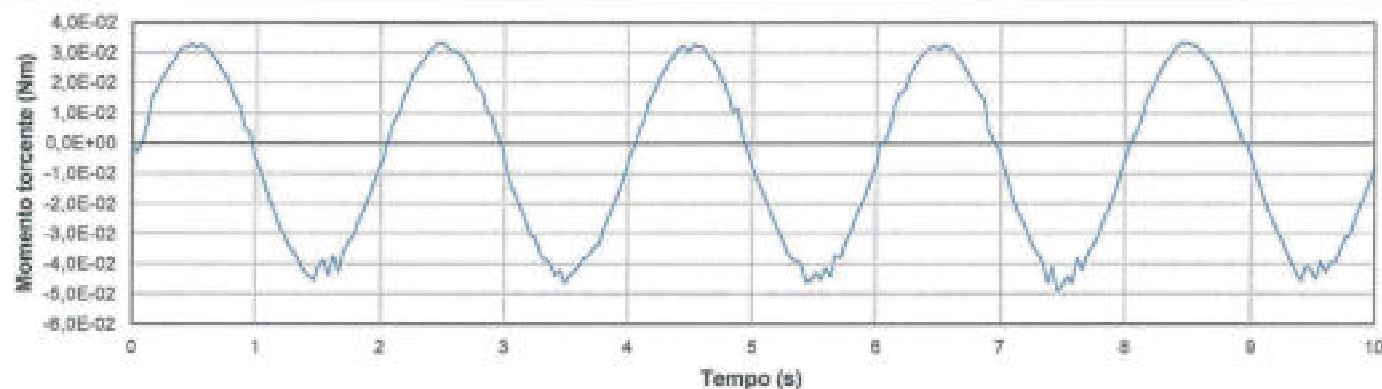
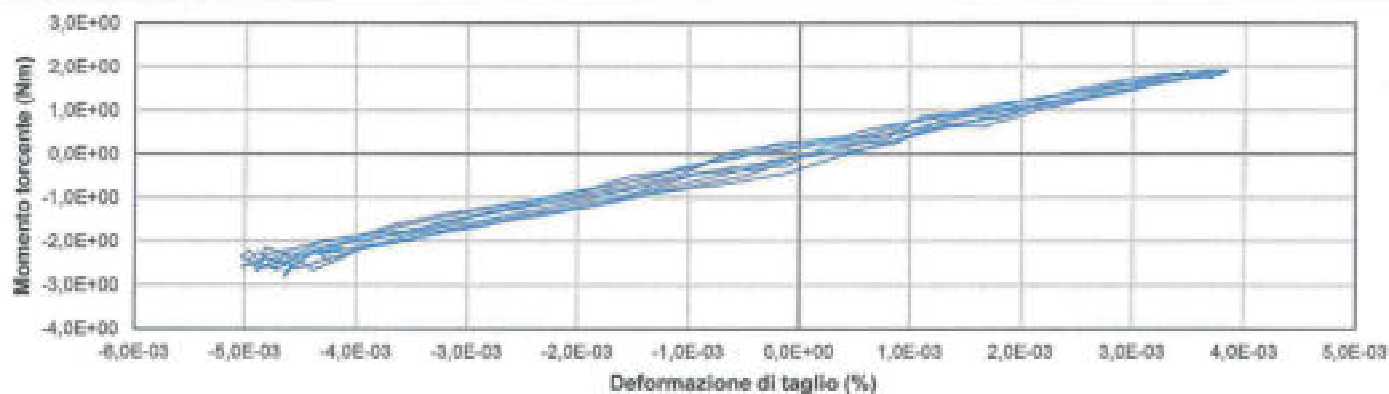
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 4



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

**Committente:** SPEA ENGINEERING SPA

**Località:** BOLOGNA

**Cantiere:** PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE

**Sondaggio:** IP 6

**Campione:** CI3

**Profondità (m):** 16,00 - 16,50

**Rapporto di prova N°:** A27201

**Verbale di accettazione N°:** A077/16

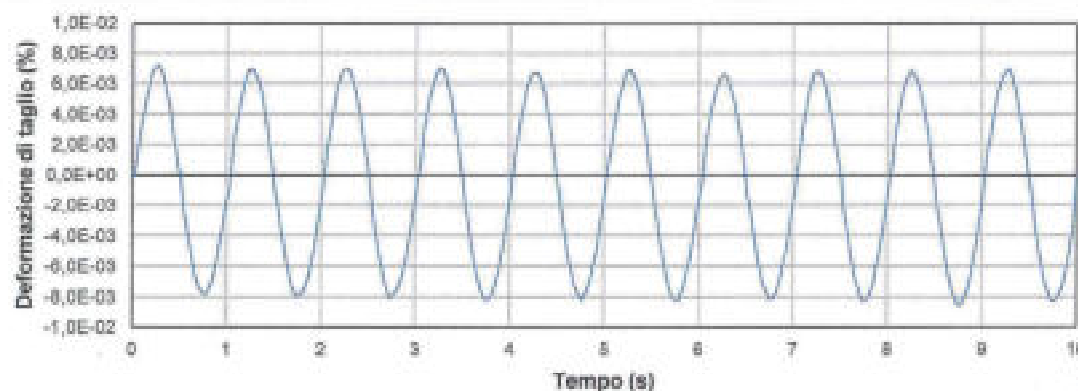
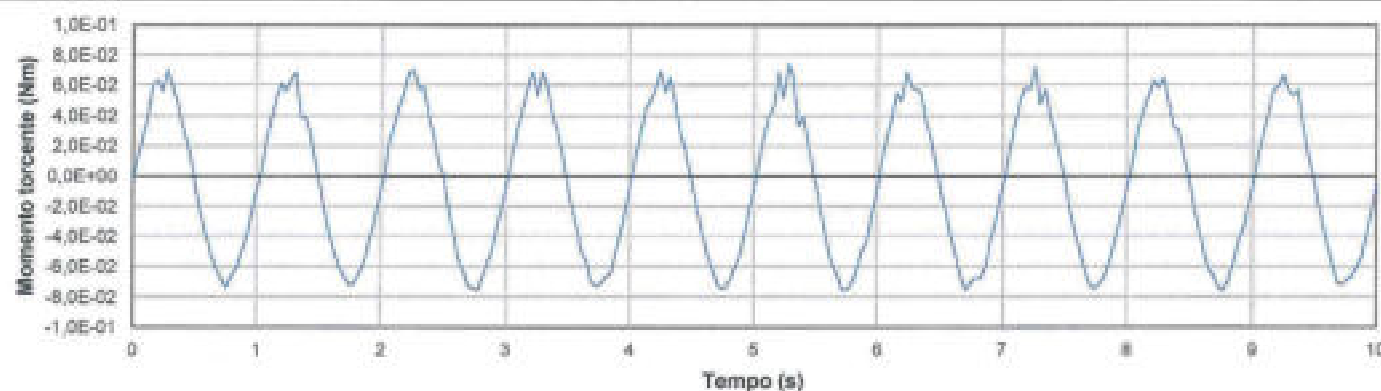
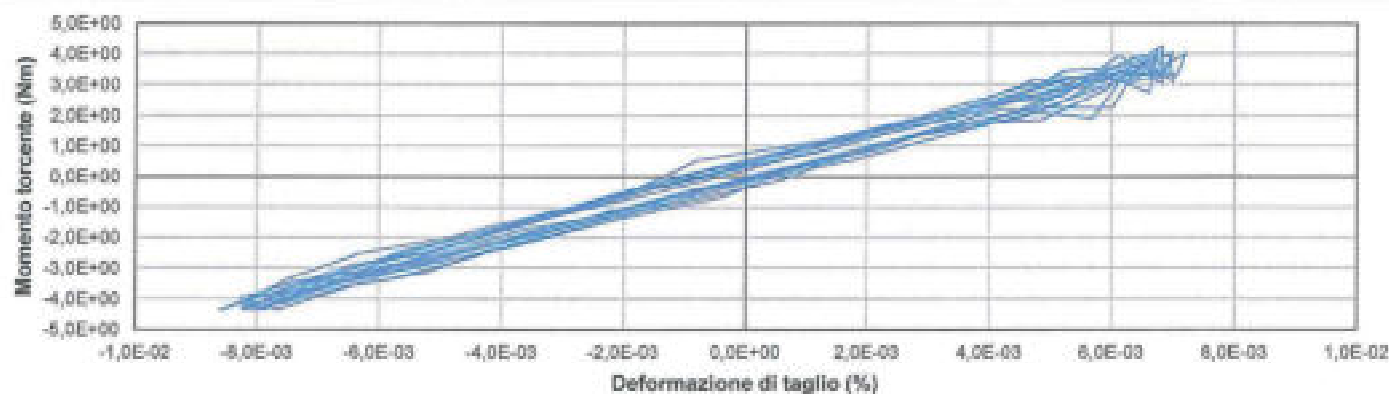
**Commessa:** A26cm16

**Data ricevimento campione:** 22/09/2016

**Data prova:** 21/12/2016

**Data emissione certificato:** 28/12/2016

### Test 5



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

**Committente:** SPEA ENGINEERING SPA

**Località:** BOLOGNA

**Cantiere:** PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE

**Sondaggio:** IP 6

**Campione:** CI3

**Profondità (m):** 16,00 - 16,50

**Rapporto di prova N°:** A27201

**Verbale di accettazione N°:** A077/16

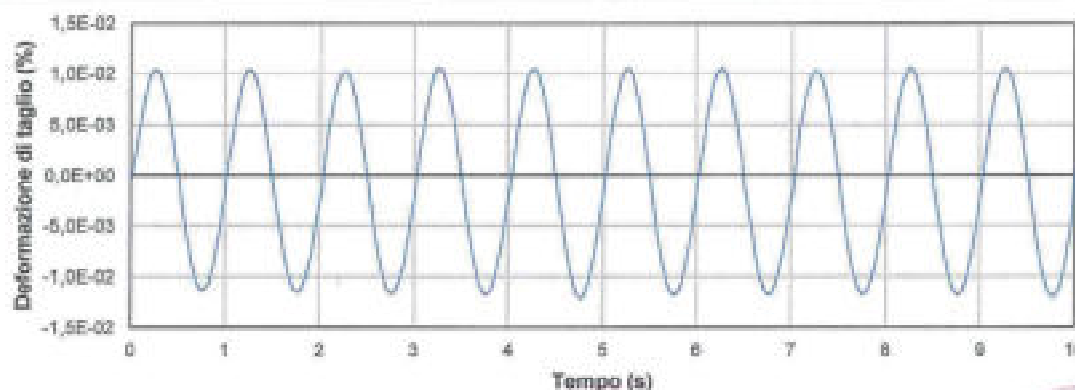
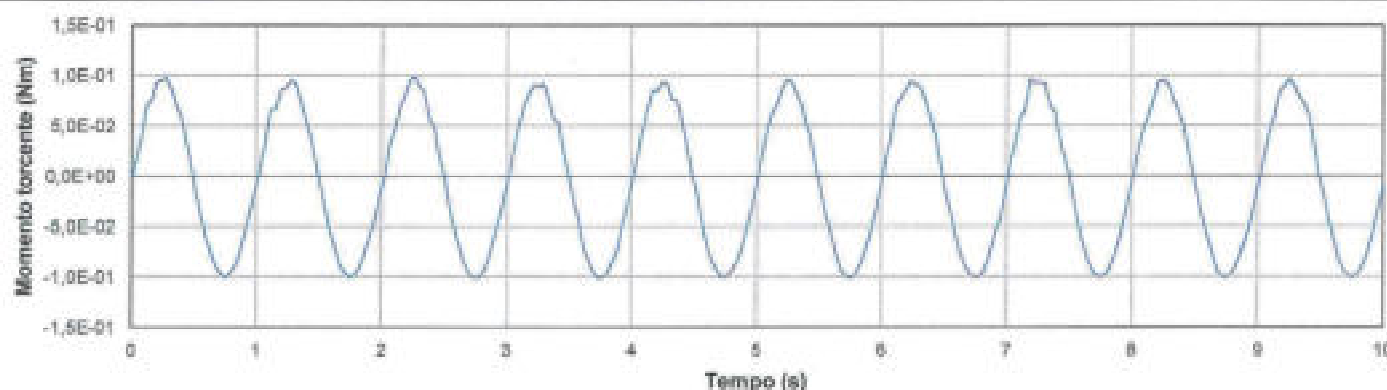
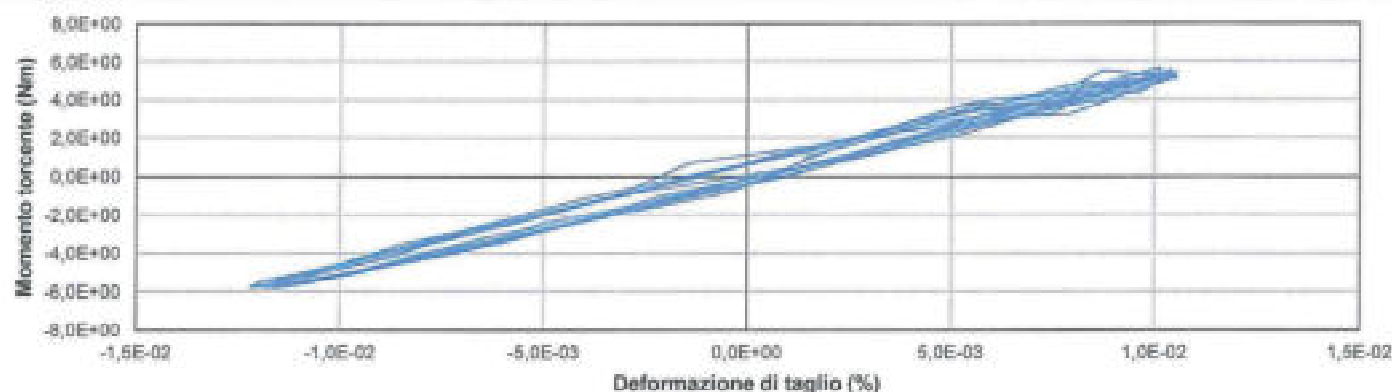
**Commessa:** A26cm16

**Data ricevimento campione:** 22/09/2016

**Data prova:** 21/12/2016

**Data emissione certificato:** 28/12/2016

### Test 6



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

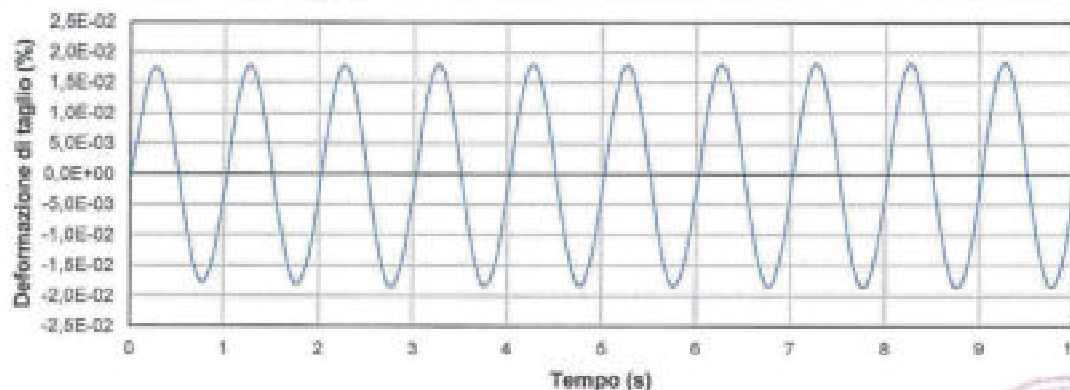
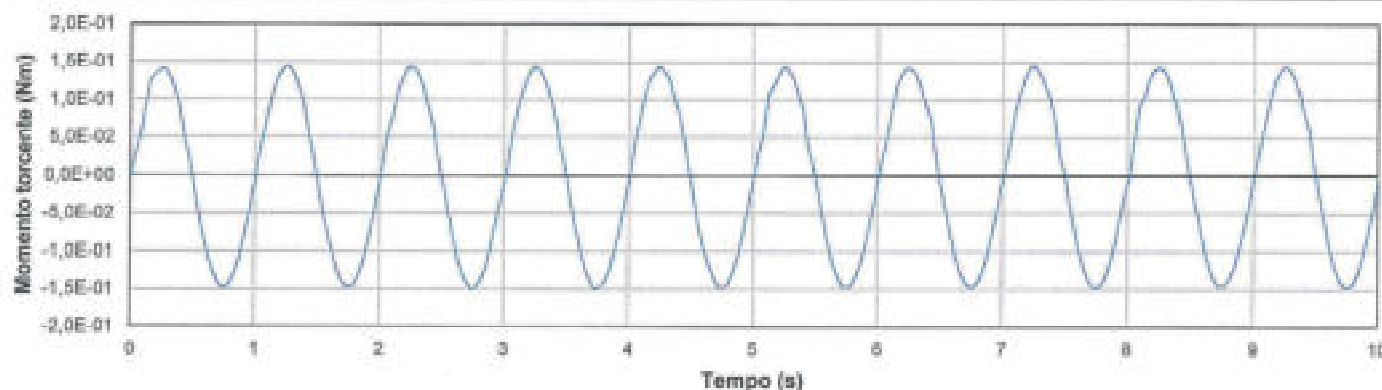
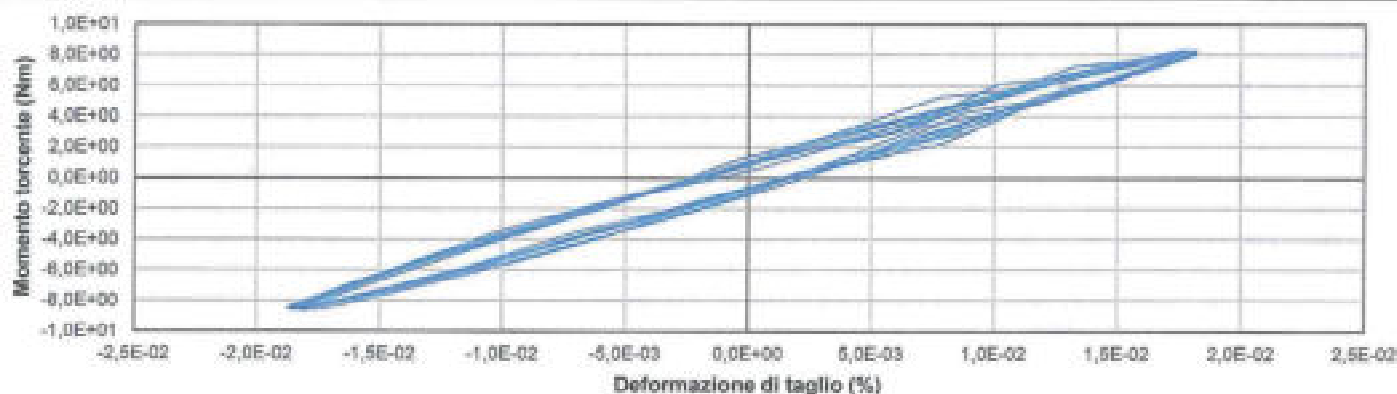
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 7



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
 Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
 Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

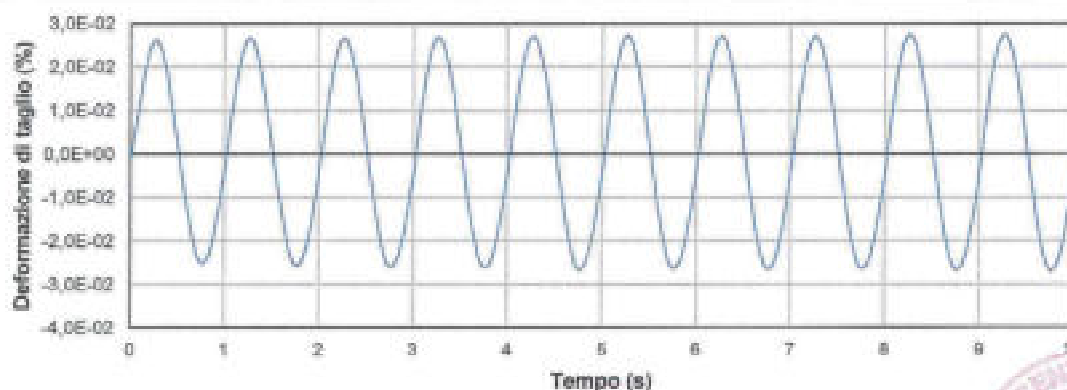
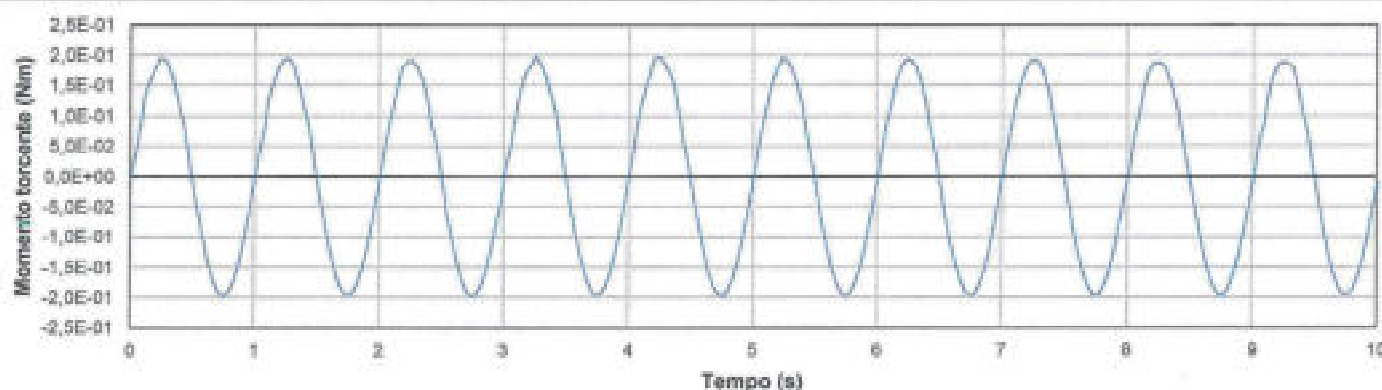
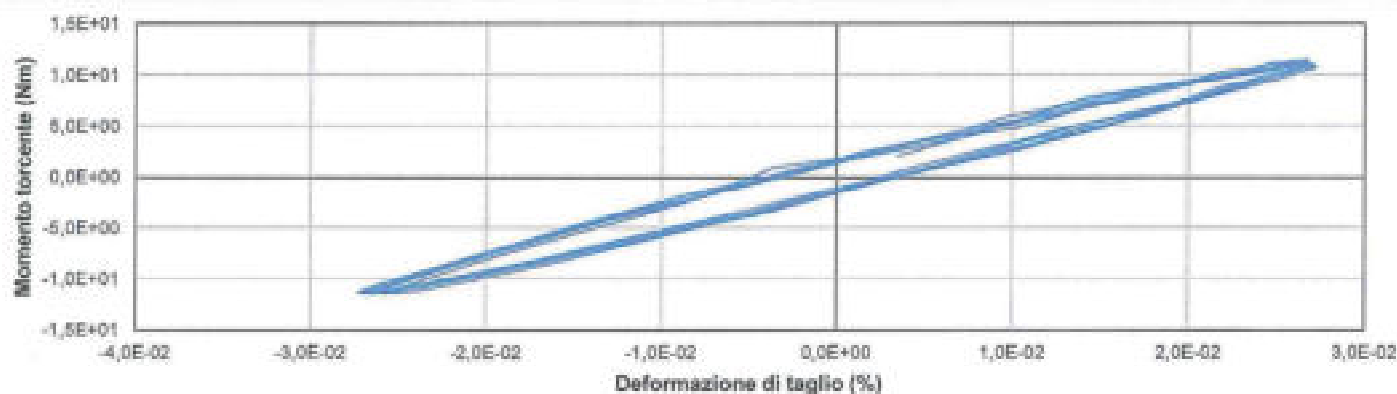
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 8



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

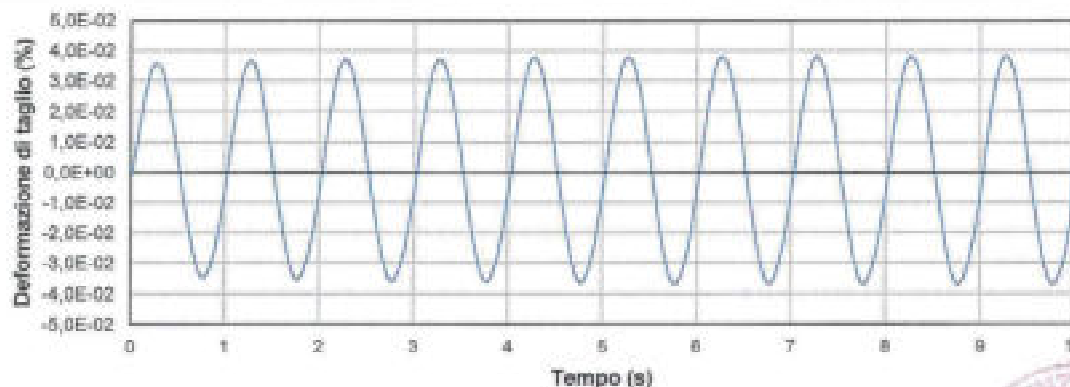
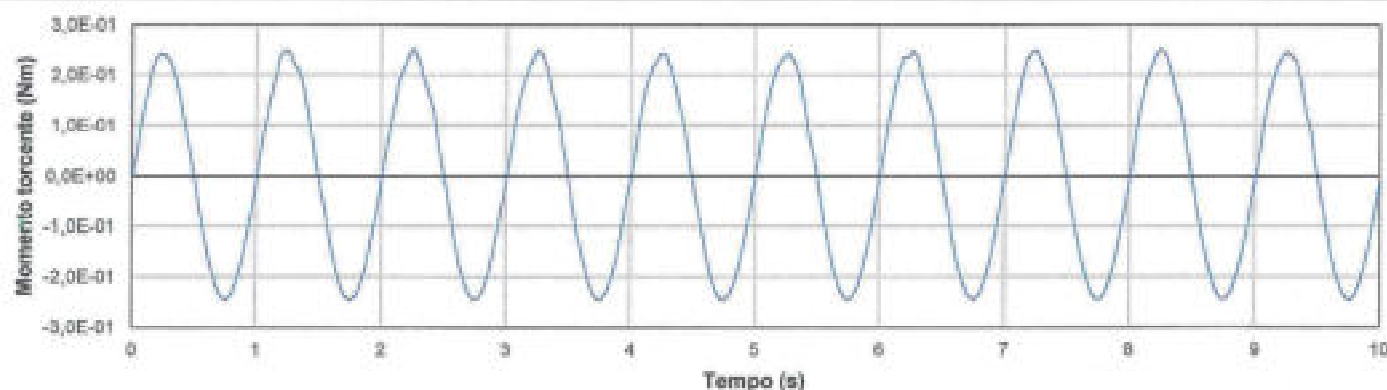
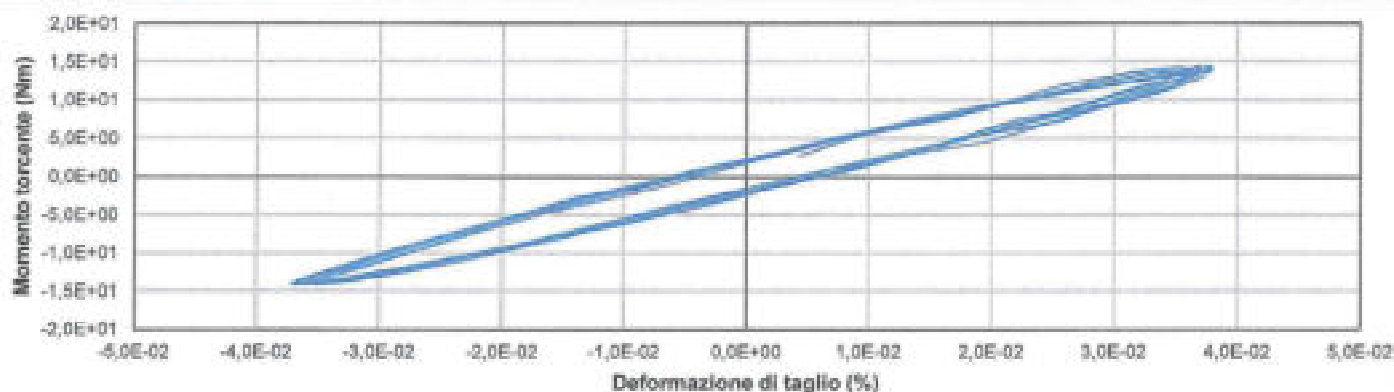
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 9



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

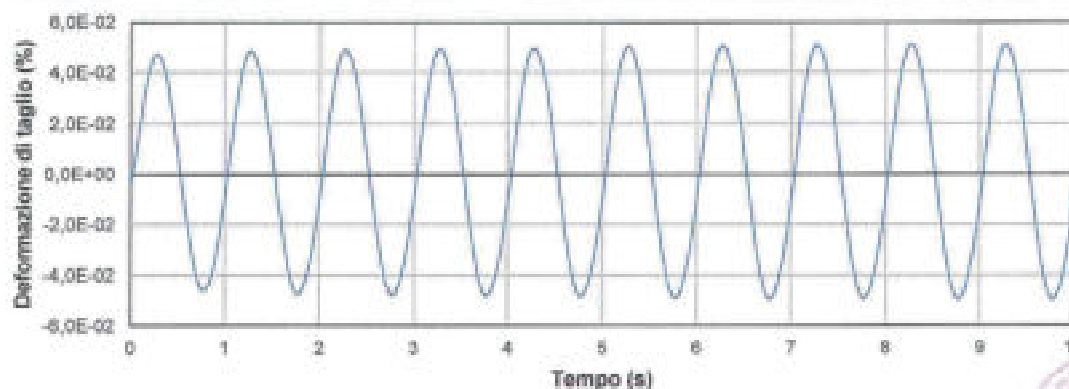
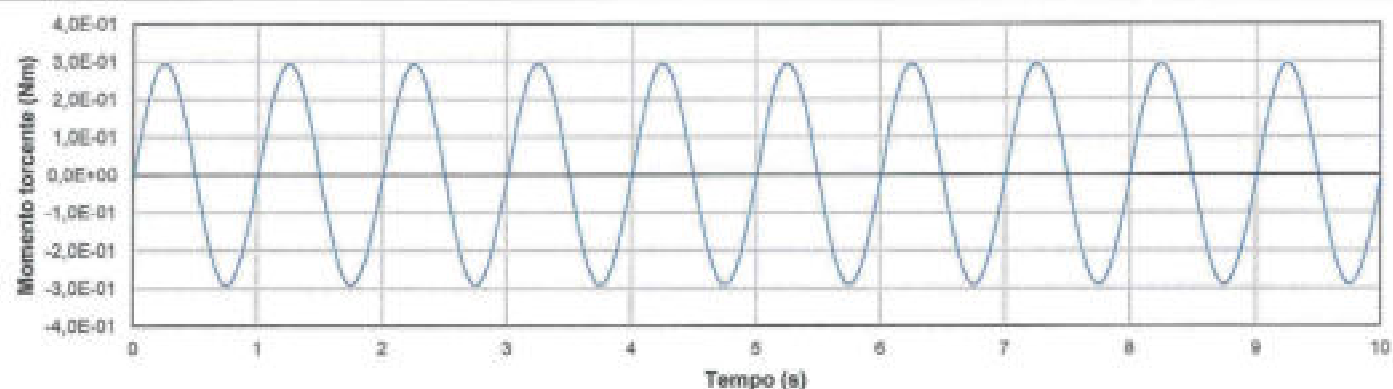
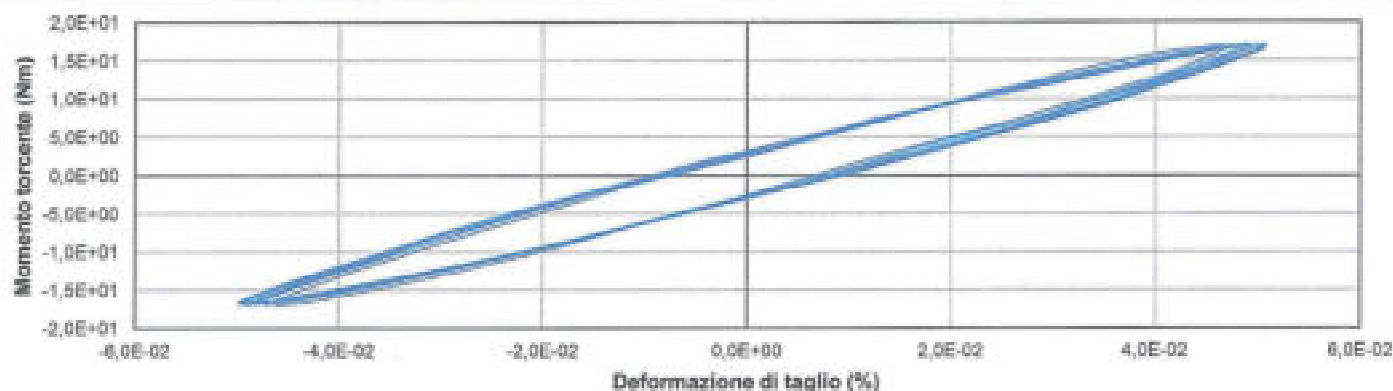
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 10



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

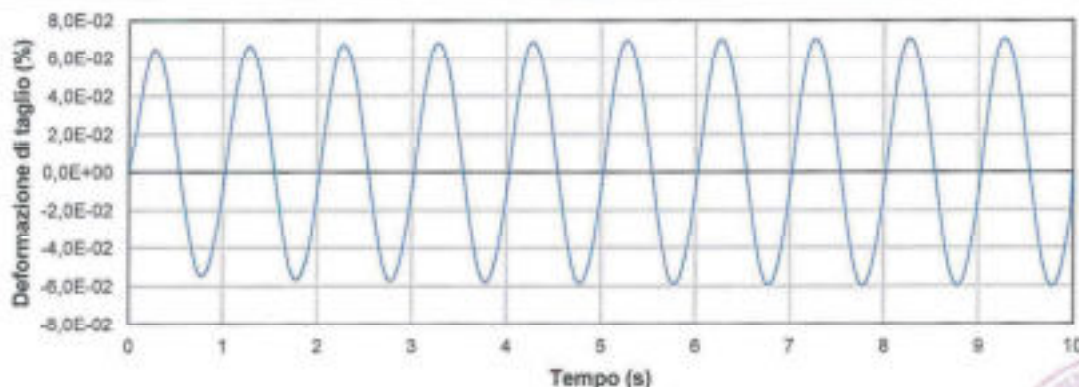
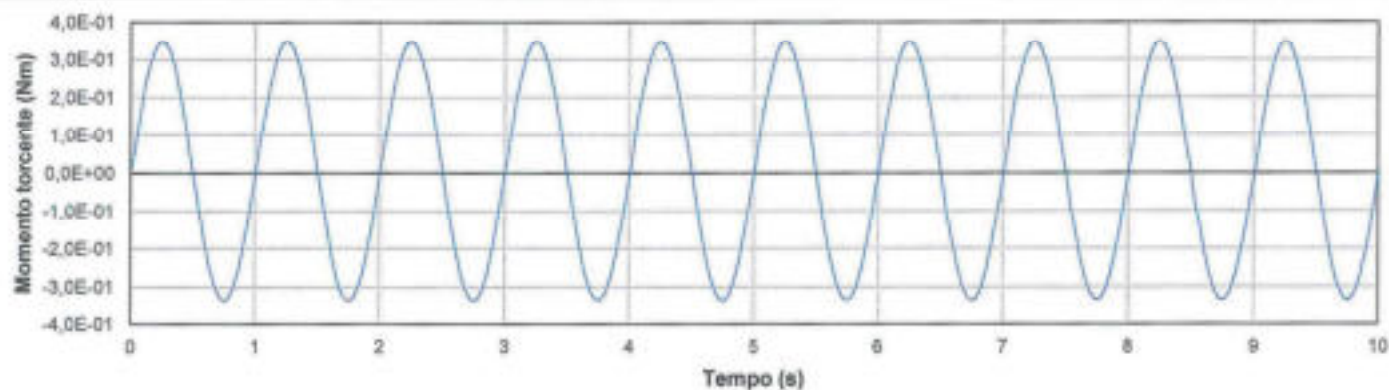
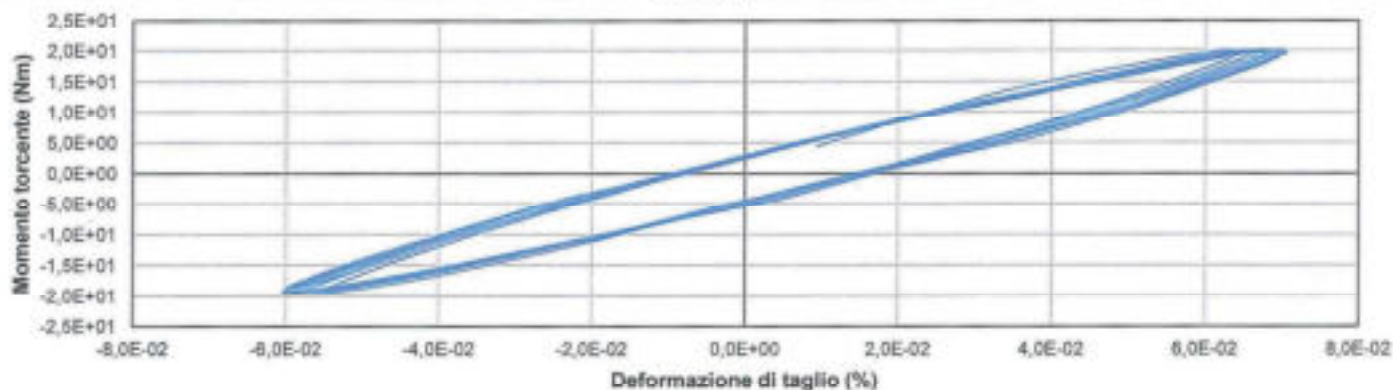
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 11



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

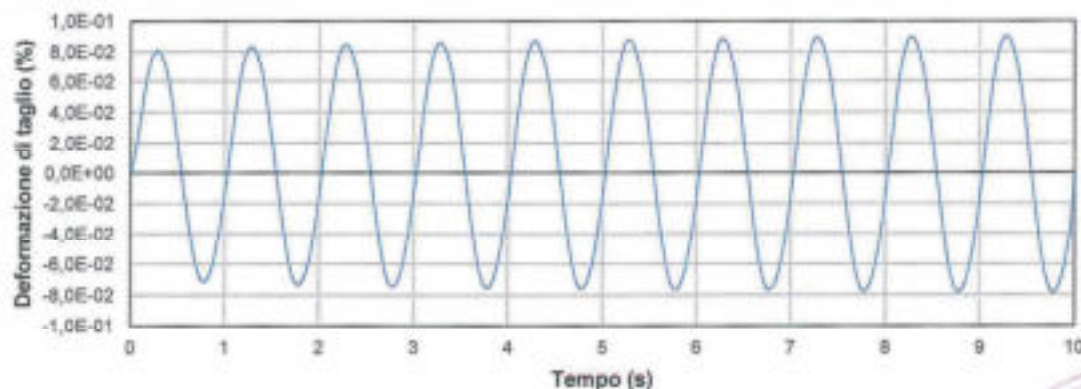
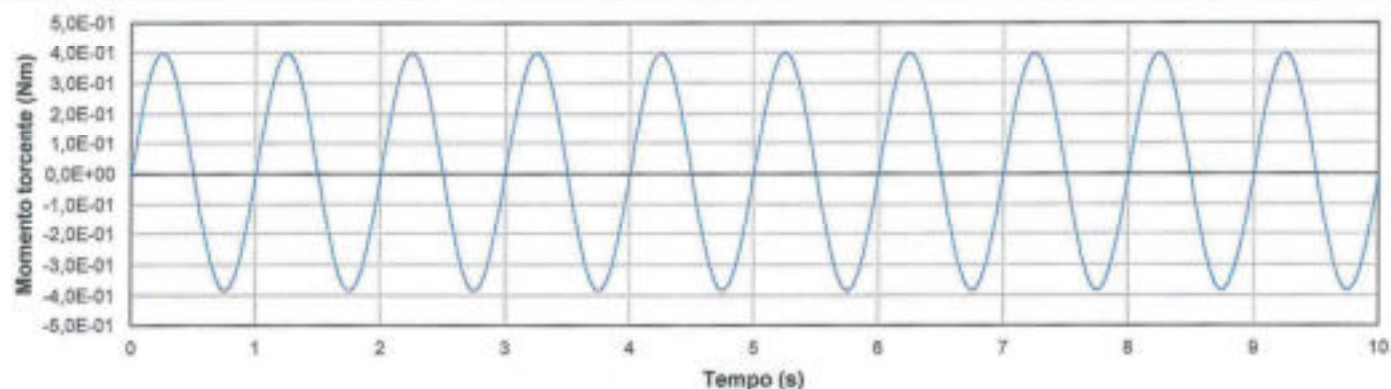
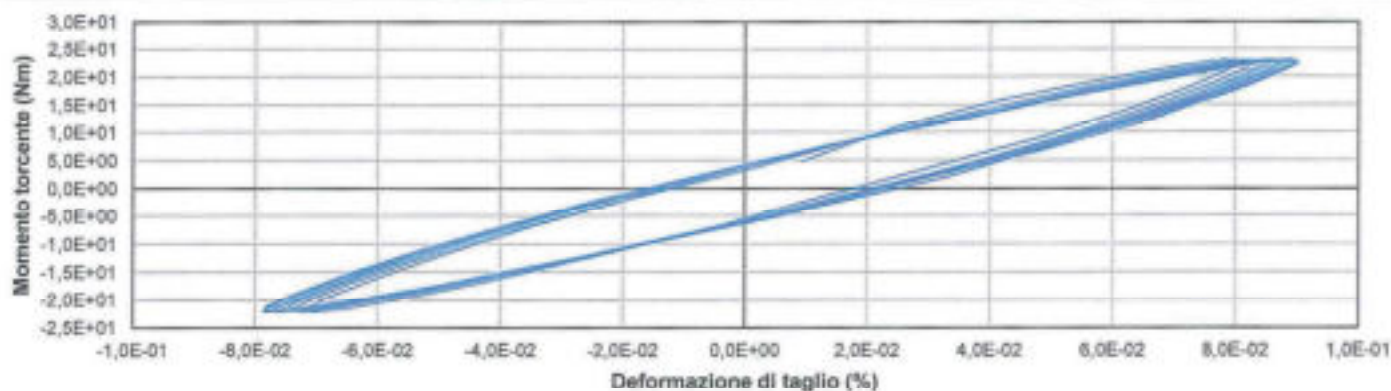
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 12



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

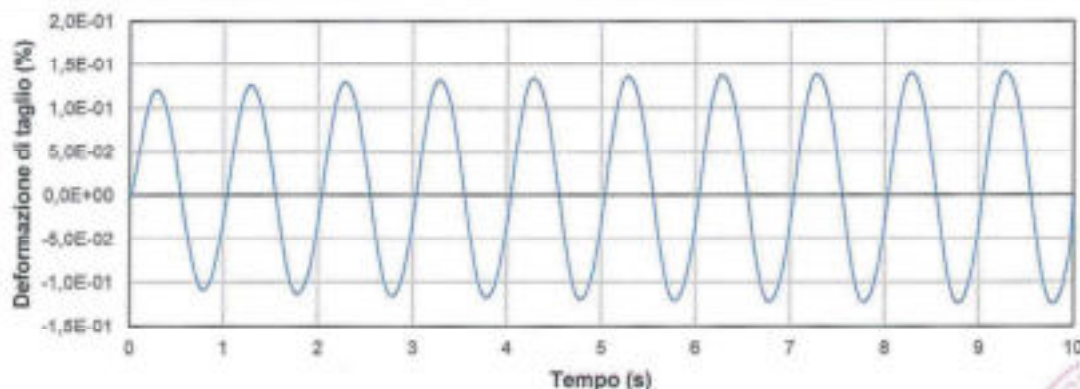
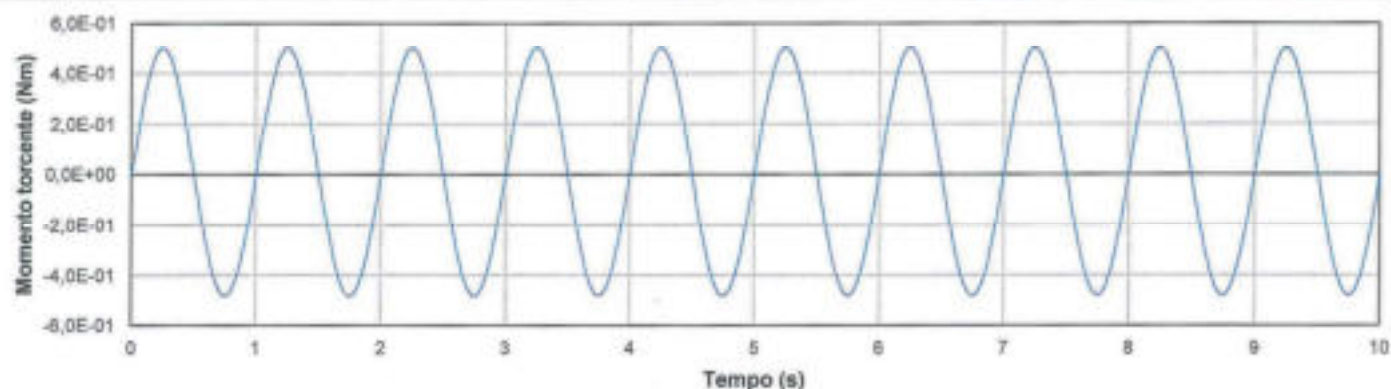
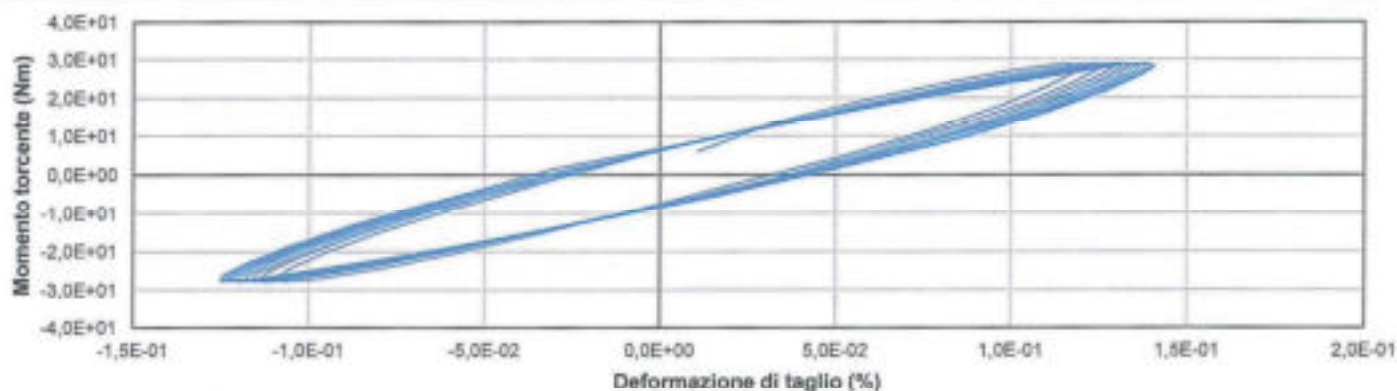
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 13



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

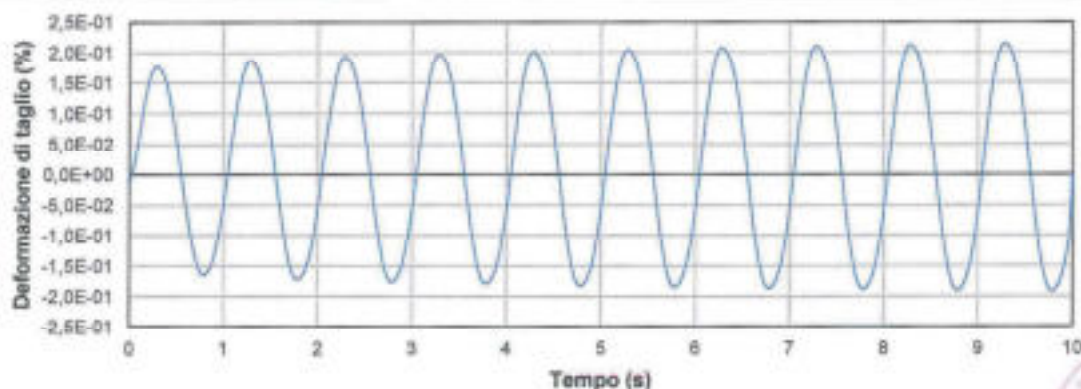
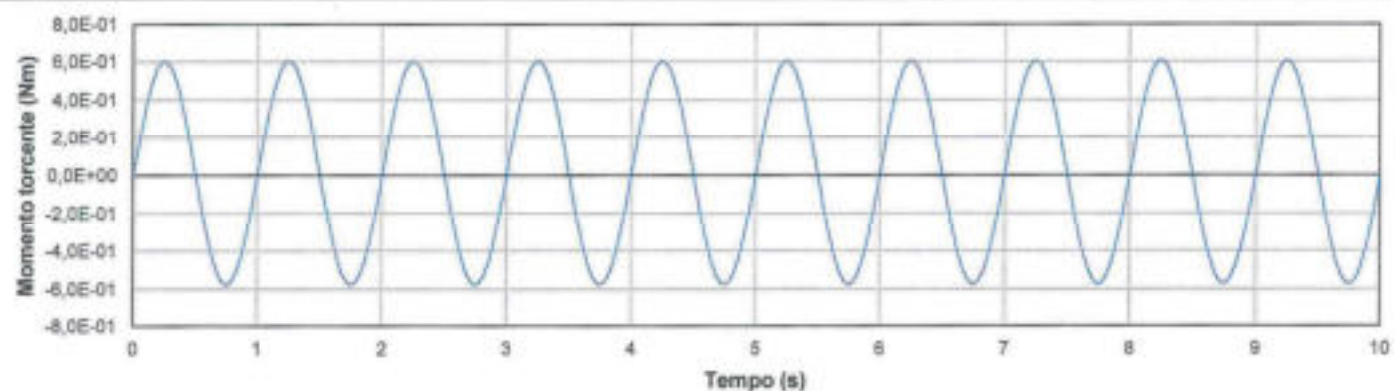
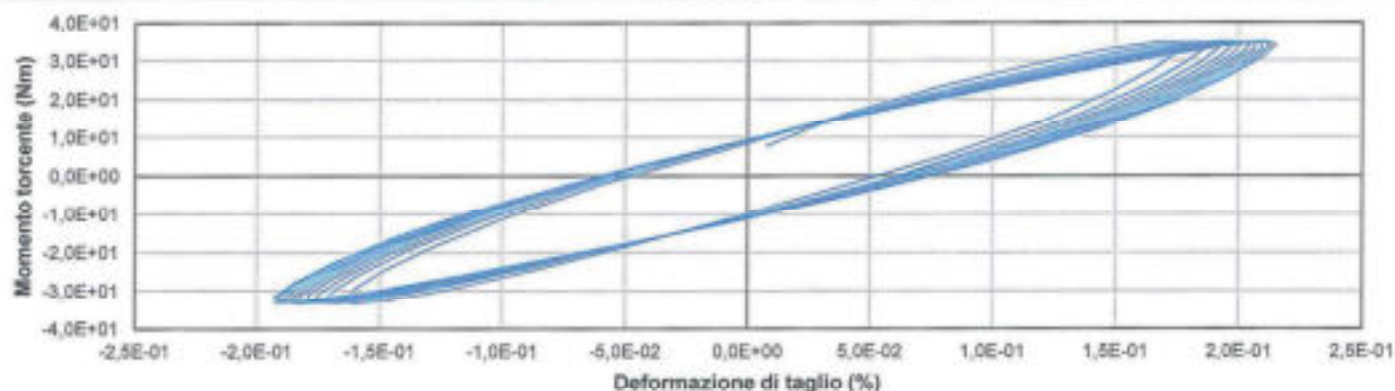
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 14



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

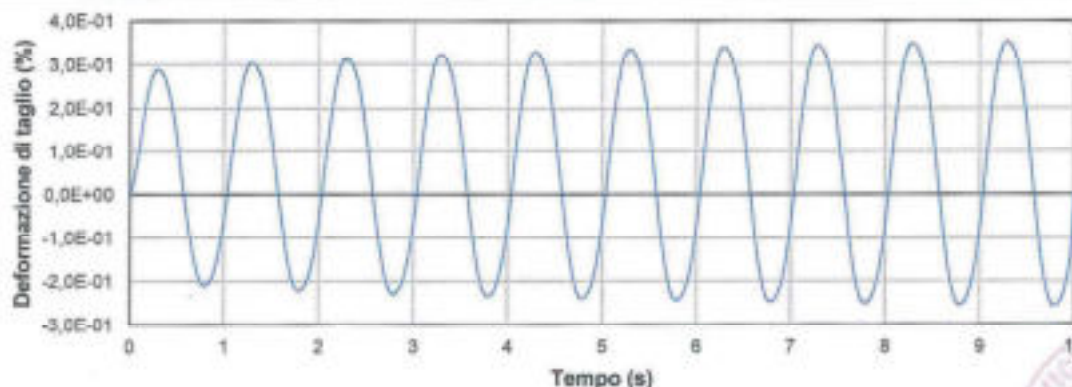
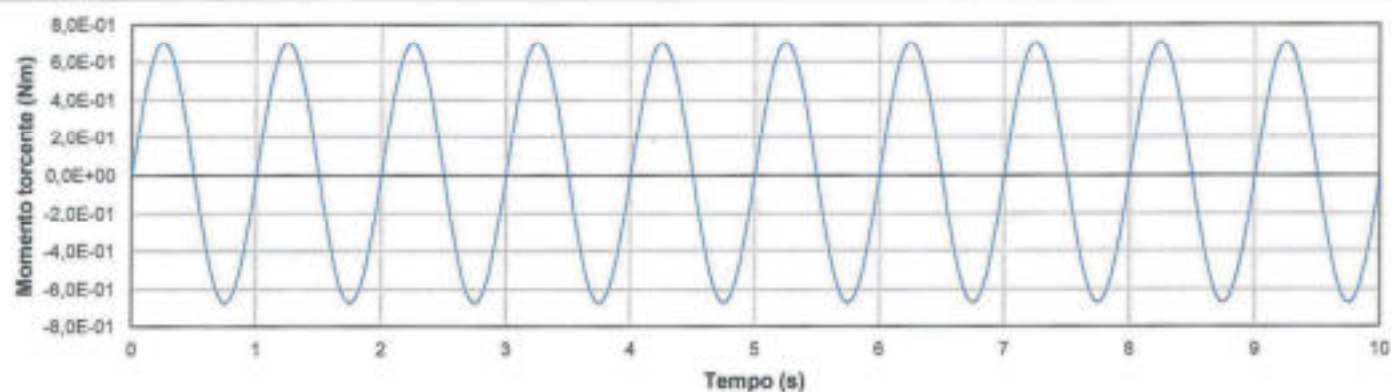
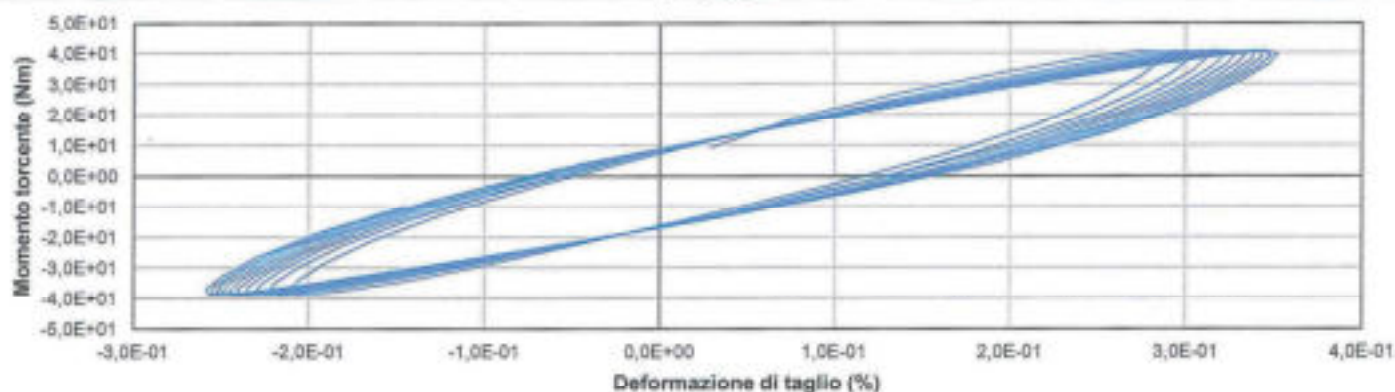
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 15



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore

Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

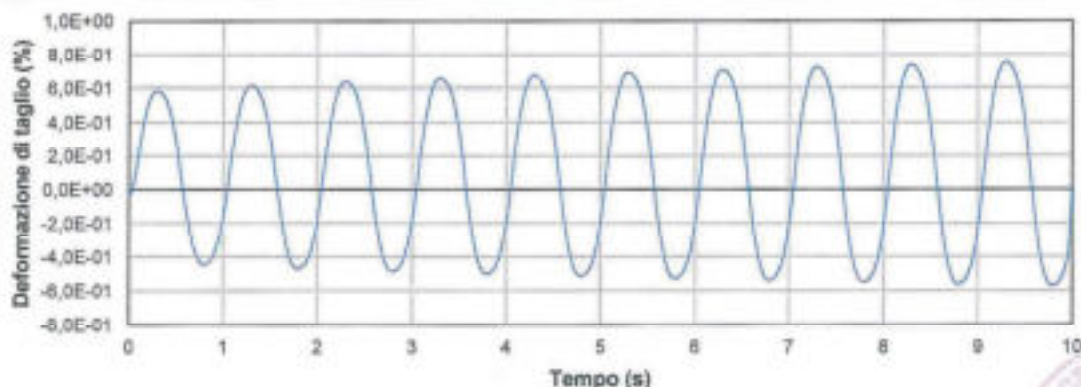
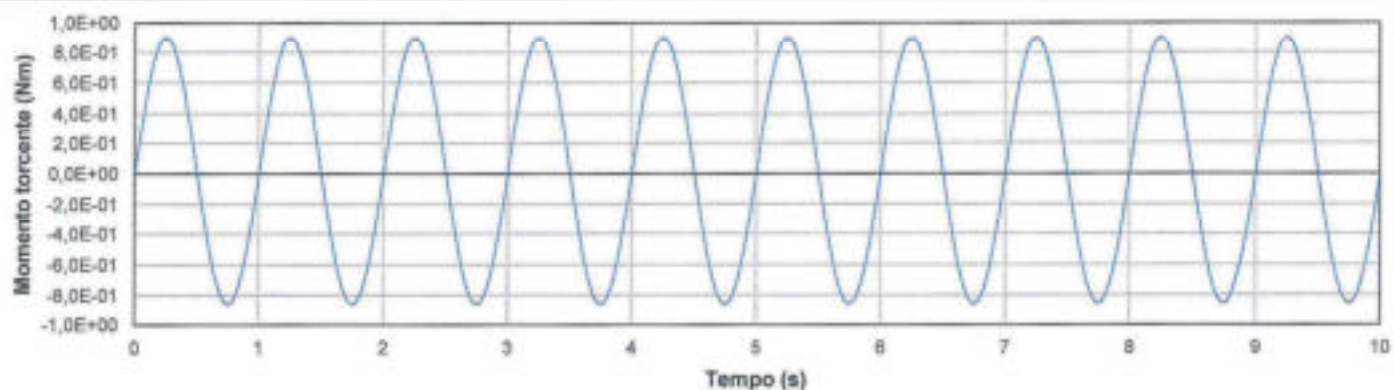
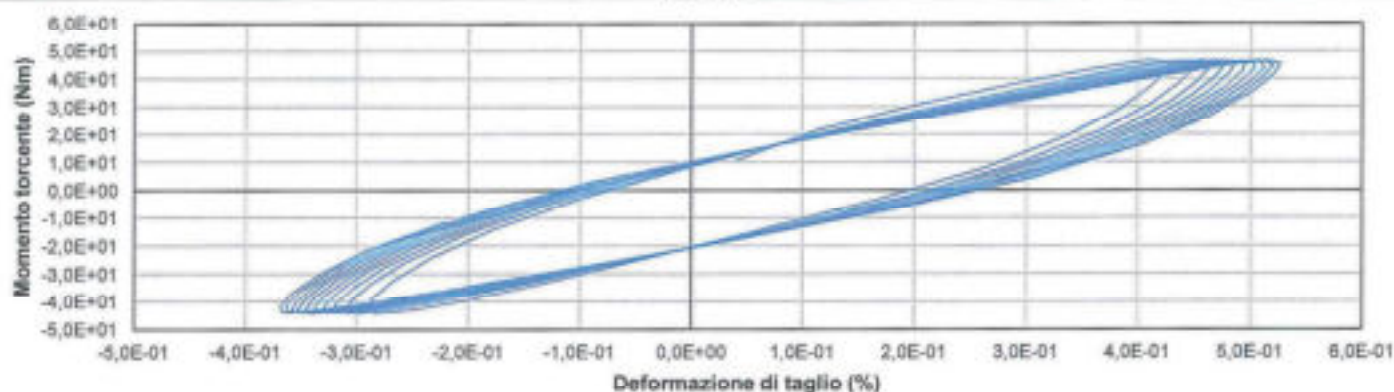
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 16



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
 Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
 Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto

## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

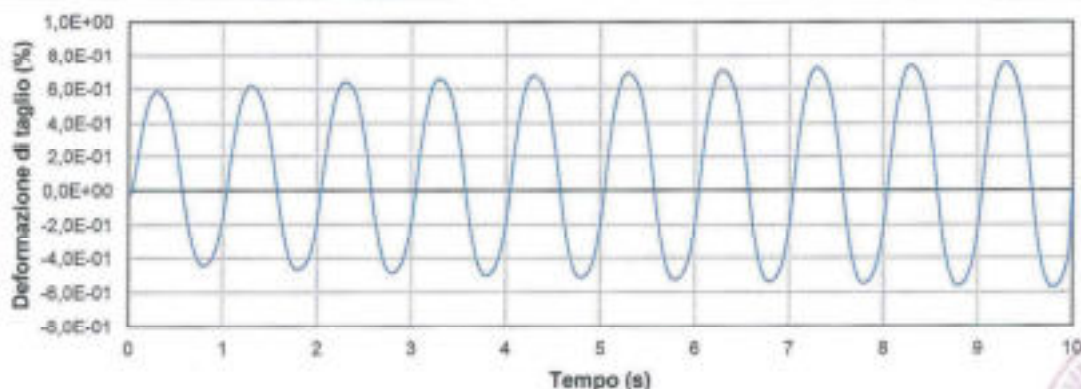
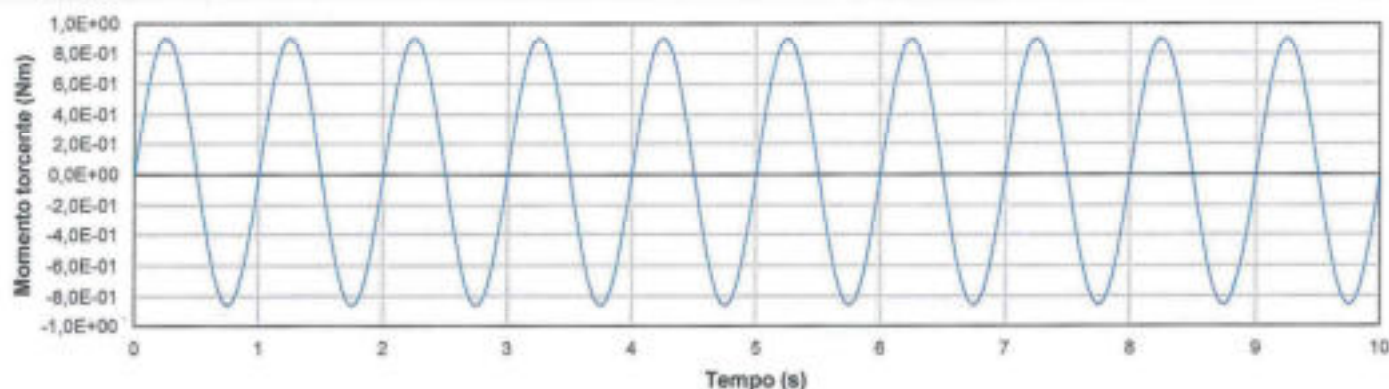
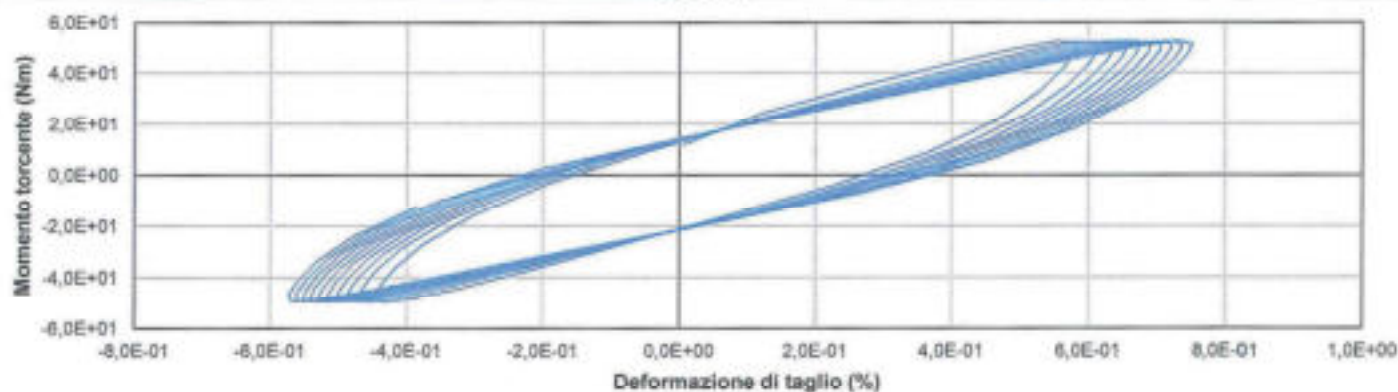
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 17



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



## PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO

Committente: **SPEA ENGINEERING SPA**

Località: **BOLOGNA**

Cantiere: **PASSANTE DI MEZZO - OPERE COMPENSATIVE**

Sondaggio: **IP 6**

Campione: **CI3**

Profondità (m): **16,00 - 16,50**

Rapporto di prova N°: **A27201**

Verbale di accettazione N°: **A077/16**

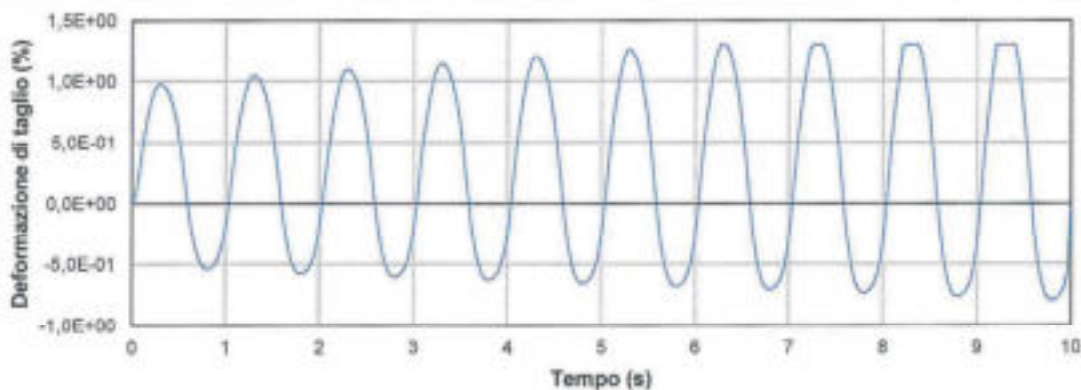
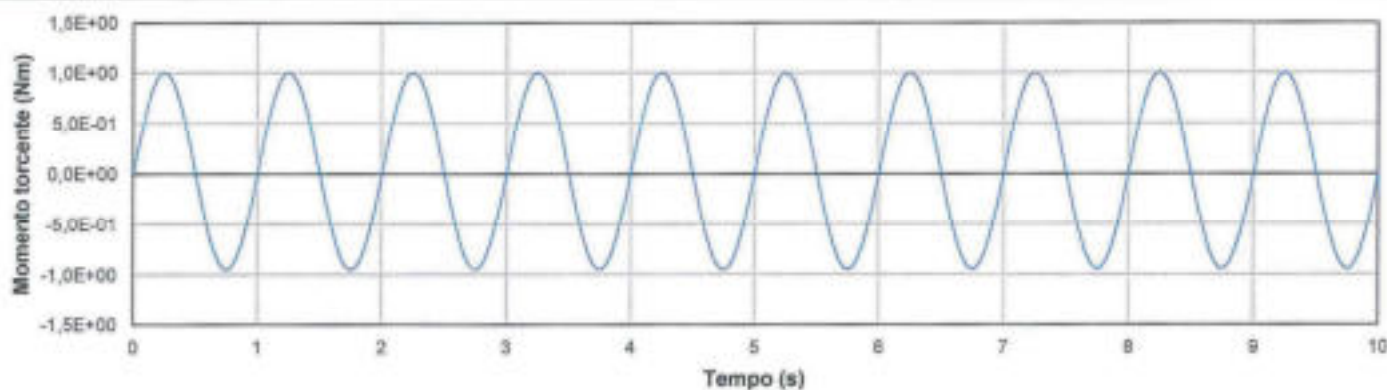
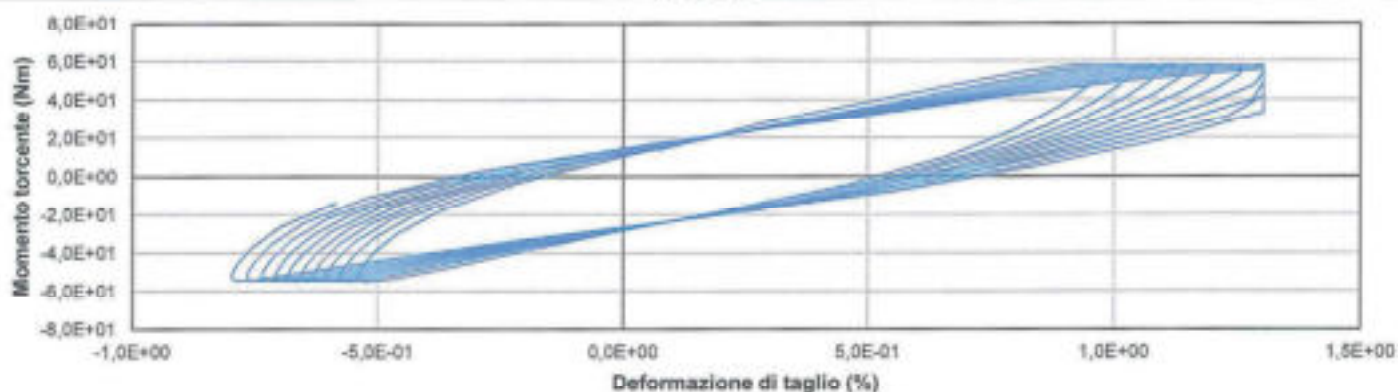
Commessa: **A26cm16**

Data ricevimento campione: **22/09/2016**

Data prova: **21/12/2016**

Data emissione certificato: **28/12/2016**

### Test 18



**1** Ciclo di isteresi -  $\tau / \gamma$

**2** Ampiezza sforzo di taglio nel tempo -  $\tau / t$

**3** Ampiezza deformazione di taglio nel tempo -  $\gamma / t$

Sperimentatore  
Dott. Geol. Paolo Pasqualetto

Direttore  
Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto



# Apertura campioni rimaneggiati

## descrizione geotecnica e prove eseguite

COMM 026cm16  
 PAG. 1 DI 1 2

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campioni 22/09/2016

Data apertura campioni 26/09/2016

Tipo di contenitori Sacchetto in plastica

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove eseguite
IP 6	SPT 1	1,50 - 1,70	Limo argilloso con sabbia nocciola	LL-GR-GRs
	SPT 2	3,45 - 3,65	Limo argilloso con sabbia nocciola	LL-GR-GRs
	SPT 3	4,80 - 5,00	Sabbia fine con limo grigio-nocciola	GR-GRs
	SPT 4	6,50 - 6,70	Ghiaia, in prevalenza fine, sabbiosa, debolmente argillosa grigia	LL-GR-GRs
	SPT 6	11,15-11,35	Argilla limosa sabbiosa grigia, inglobante rari elementi di ghiaia	LL-GR-GRs
	SPT 7	14,75-14,95	Argilla limosa grigia	LL-GR-GRs
	SPT 8	18,00-18,20	Argilla limosa nerastra inglobante resti vegetali in decomposizione	LL-GR-GRs
	SPT 10	24,70-24,90	Ghiaia medio grossa sabbiosa deb.te limosa grigia	GR

### LEGENDA

Wn Contenuto in acqua  
 LL Limiti di Atterberg  
 γ Peso di volume

GR Analisi granulometrica per vagliatura  
 GRs Analisi granulometrica per sedimentazione  
 DS Prova di Taglio diretto

DSr Prova di Taglio diretto residuo  
 RS Prova di Taglio angolare  
 Ig Indice di gruppo

Data ott-16

Sperimentatore:

Dott. Geol. P. Pasquale

Direttore: Dott. Geol. T. Vicenzetto





# Apertura campioni rimaneggiati

## descrizione geotecnica e prove eseguite

COMM 026cm16  
 PAG. 2 DI 1 2

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

Data arrivo campioni 22/09/2016

Data apertura campioni 26/09/2016

Tipo di contenitori Sacchetto in plastica

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione geotecnica	Prove eseguite
IP 6	SPT 12	30,00-30,20	Sabbia mista a ghiaia, debolmente limosa grigia	GR
	SPT 14	35,00-35,20	Ghiaia medio grossa sabbiosa deb.te limosa grigia	GR
	SPT 16	39,60-39,80	Ghiaia medio grossa con sabbia argillosa-limosa grigia	LL-GR-GRs

### LEGENDA

Wn	Contenuto in acqua	GR	Analisi granulometrica per vagliatura	DSr	Prova di Taglio diretto residuo
LL	Limiti di Atterberg	GRs	Analisi granulometrica per sedimentazione	RS	Prova di Taglio anulare
γ	Peso di volume	DS	Prova di Taglio diretto	Ig	Indice di gruppo

Data nov-16

Sperimentatore:

Dott. Geol. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm18 R. A  
 PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 26/09/2016

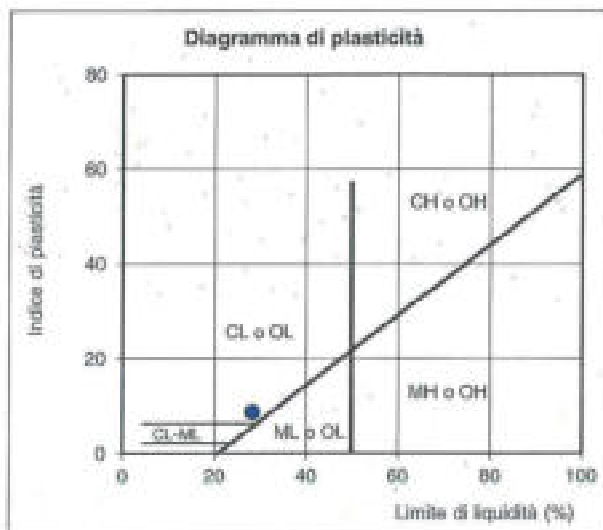
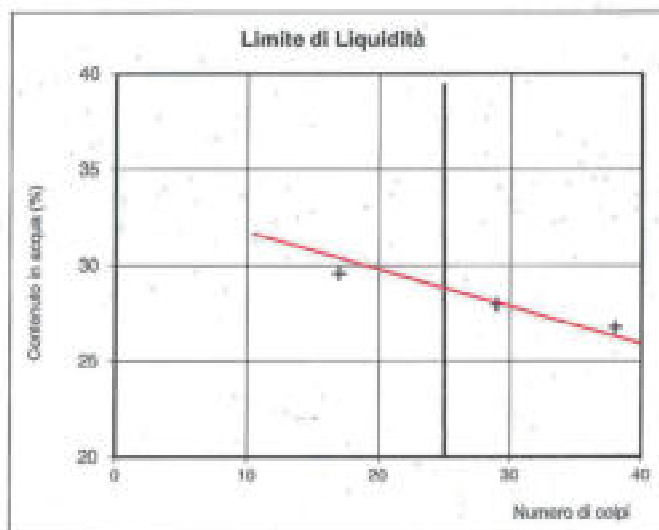
Certificato n° A26733

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 6
Campione	SPT 1
Profondità	1,50-1,70

Limite di Liquidità	WI	(%)	28,3
Limite di plasticità	Wp	(%)	19,5
Indice di plasticità	Ip		8,8



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	49,364
peso secco lordo	43,000
peso tara	18,217
Numero colpi	38
Contenuto in acqua	26,76
WI	28,1

#### Provino 2

peso umido lordo	41,558
peso secco lordo	36,095
peso tara	16,544
Numero colpi	29
Contenuto in acqua	27,94
WI	28,4

#### Provino 3

peso umido lordo	42,980
peso secco lordo	37,312
peso tara	18,146
Numero colpi	17
Contenuto in acqua	29,57
WI	28,2

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	23,738
peso secco lordo	23,078
peso tara	19,684
Wp	19,4

#### Provino 2

peso umido lordo	20,606
peso secco lordo	19,849
peso tara	15,963
Wp	19,5



Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. F. Vicenzetto

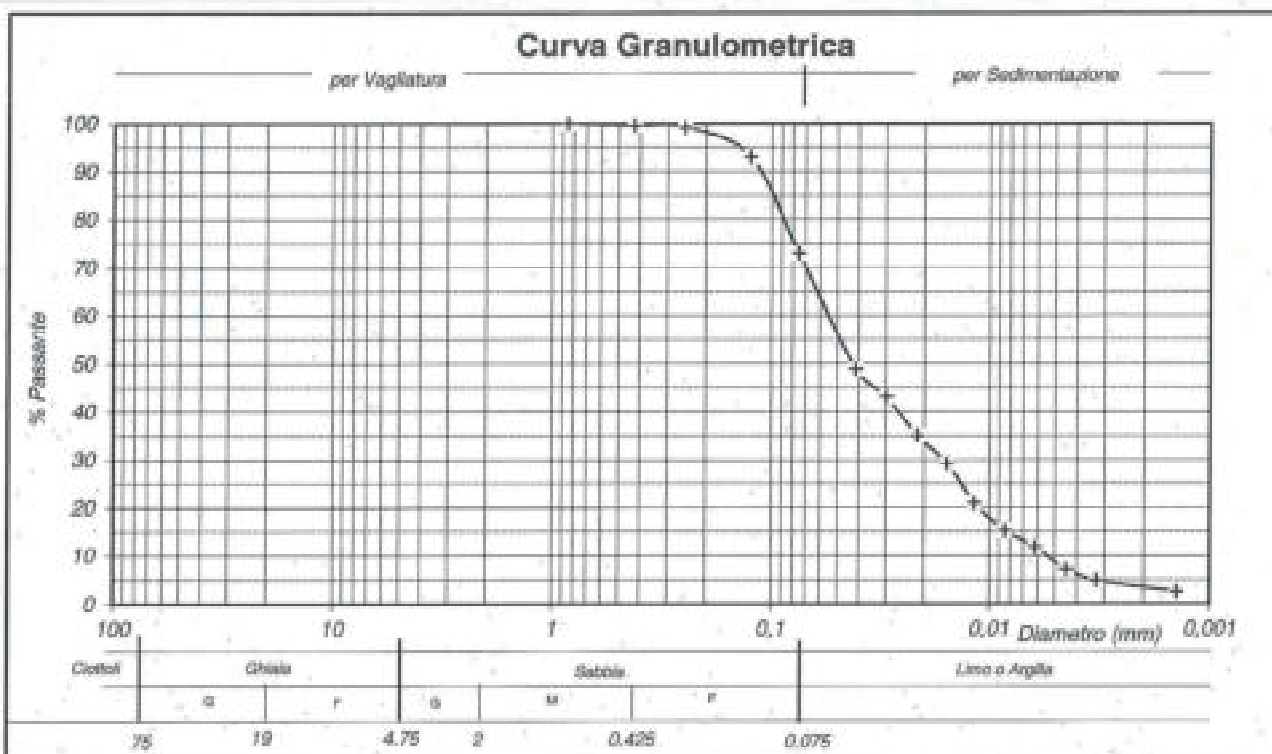


# Analisi Granulometrica

COMM. 026cm16 R. A

PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP 6** Campione **SPT 1** Profondità (m) **1,50-1,70**  
 Certificato n° **A26734** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **11-14/10/2016**



Analisi granulometrica (ASTM D 422)	secca <input type="checkbox"/>	setacci serie ASTM <input checked="" type="checkbox"/>
	umida <input checked="" type="checkbox"/>	setacci serie UNI <input type="checkbox"/>
Analisi granulometrica per sedimentazione	metodo con densimetro (ASTM D 422) <input checked="" type="checkbox"/>	
	metodo con pipetta Andreasen (BS 1377) <input type="checkbox"/>	
CLASSIFICAZIONE USCS	CL	CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006
		A4

Peso del materiale analizzato (gr) **295,5**      Diametro massimo **<0,85 mm**

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	
2,00	
0,85	100,0
0,43	99,8
0,25	99,2
0,125	93,0
0,075	73,0

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	48,9
0,0298	43,1
0,0215	35,0
0,0157	29,2
0,0117	21,1
0,0085	15,3
0,0062	11,8
0,0045	7,2
0,0033	4,9
0,0014	2,5





## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 6 Campione SPT 1 Profondità (m) 1,50-1,70  
Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 11-14/10/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	72,96

Soluzione disperdente : Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio  
Data di preparazione soluzione disperdente: 11-14/10/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
11/10/2016	24	1	24
		2	21,5
		4	18
		8	15,5
		15	12
		30	9,5
		60	8
		120	6
		240	5
12/10/2016		1440	4







## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm18 R. A  
 PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**

Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**

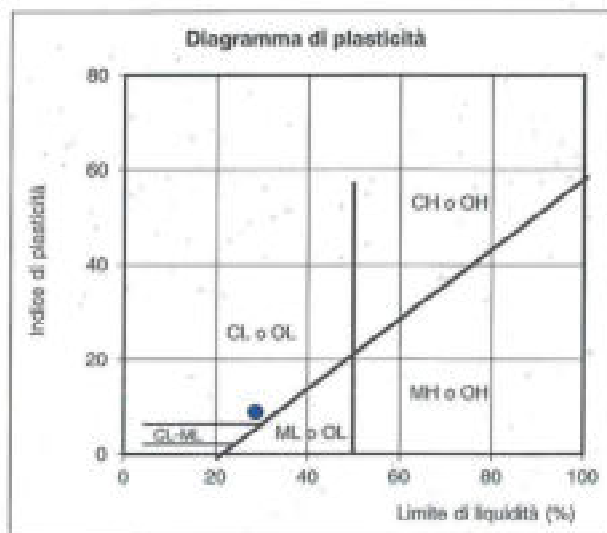
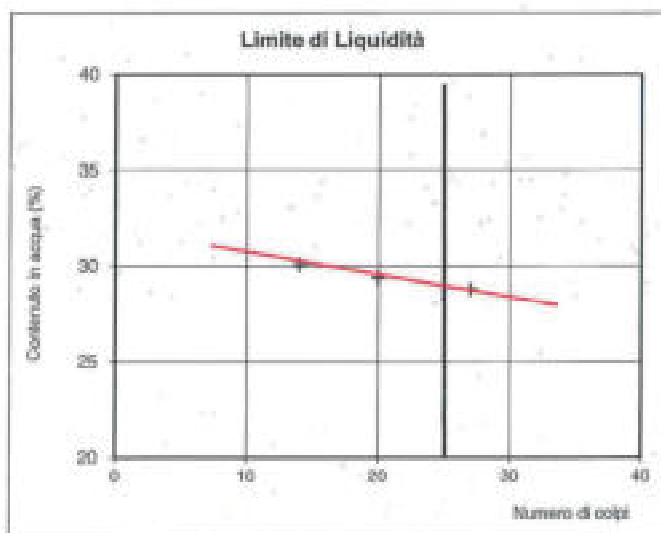
Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **26/09/2016**

Certificato n° **A26735** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 6
Campione	SPT 2
Profondità	3,45-3,65

Limite di Liquidità	WI	(%)	28,6
Limite di plasticità	Wp	(%)	19,7
Indice di plasticità	Ip		8,9



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	46,968
peso secco lordo	40,703
peso tara	18,933
Numero colpi	27
Contenuto in acqua	28,78
WI	29,0

#### Provino 2

peso umido lordo	47,689
peso secco lordo	41,876
peso tara	21,213
Numero colpi	20
Contenuto in acqua	29,38
WI	28,6

#### Provino 3

peso umido lordo	44,033
peso secco lordo	39,137
peso tara	19,868
Numero colpi	14
Contenuto in acqua	30,08
WI	28,0

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	21,687
peso secco lordo	21,050
peso tara	17,834
Wp	19,8

#### Provino 2

peso umido lordo	21,788
peso secco lordo	21,110
peso tara	17,638
Wp	19,5

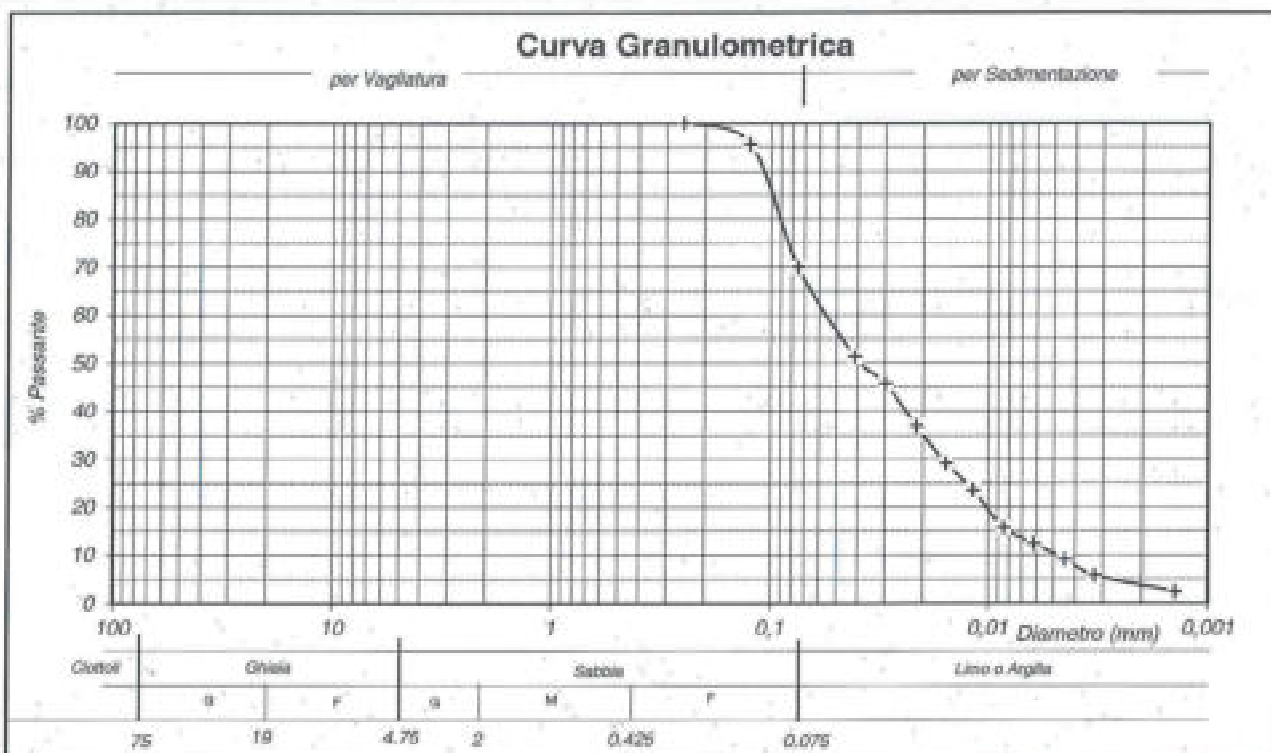




# Analisi Granulometrica

COMM. 028cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA  
Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE  
Sondaggio IP 6 Campione SPT 2 Profondità (m) 3,45-3,65  
Certificato n° 26736 Verbale di accettazione campioni n° A077/16  
Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 11-14/10/2016



Analisi granulometrica (ASTM D 422)

secca ☐



setacci serie ASTM



umida ☒



setacci serie UNI



Analisi granulometrica per sedimentazione

metodo con densimetro (ASTM D 422)



metodo con pipetta Andreasen (BS 1377)



CLASSIFICAZIONE USCS

CL

CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006

A-4

Peso del materiale analizzato (gr)

399,11

Diametro massimo

<0,25 mm

Analisi granulometrica per vagliatura	
Diametro vaglio (mm)	Percentuale passante (%)
50,00	
37,50	
25,00	
19,00	
12,50	
9,50	
4,75	
2,00	
0,85	
0,43	
0,25	100,0
0,125	95,6
0,075	70,0

Analisi granulometrica per sedimentazione	
Diametro (mm)	Percentuale pass. (%)
0,0412	51,4
0,0298	45,8
0,0215	36,9
0,0157	29,1
0,0117	23,8
0,0085	15,8
0,0062	12,5
0,0045	9,1
0,0033	5,8
0,0014	2,4

Data ott-16 Sperimentatore : Dott. P.Pasqualetto

Direttore

Dott. Geol. T. Vicenzetto





## Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 028cm16

PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
 Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
 Sondaggio **IP 6** Campione **SPT 2** Profondità (m) **3,45-3,85**  
 Certificato n° **-** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
 Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **11-14/10/2016**

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	70

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

11-14/10/2016

Densimetro n°: **ASTM 151H**

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
11/10/2016	24	1	26
		2	23,5
		4	19,5
		8	16
		15	13,5
		30	10
		60	8,5
		120	7
		240	5,5
12/10/2016		1440	4

Data **ott-16** Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto



Dott. Geol. T. Vicenzello





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 026cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 18/10/2016

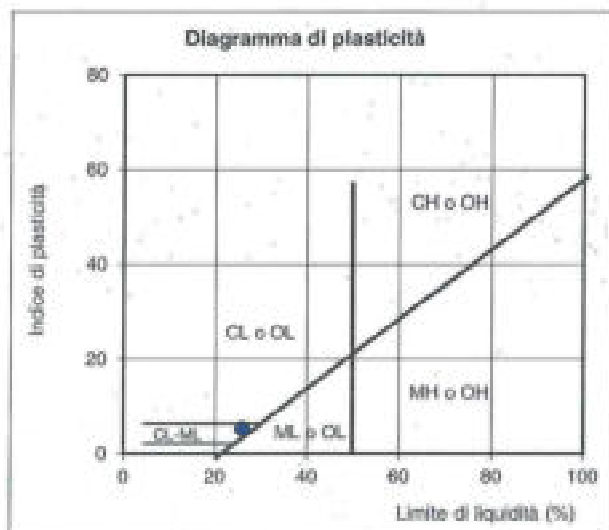
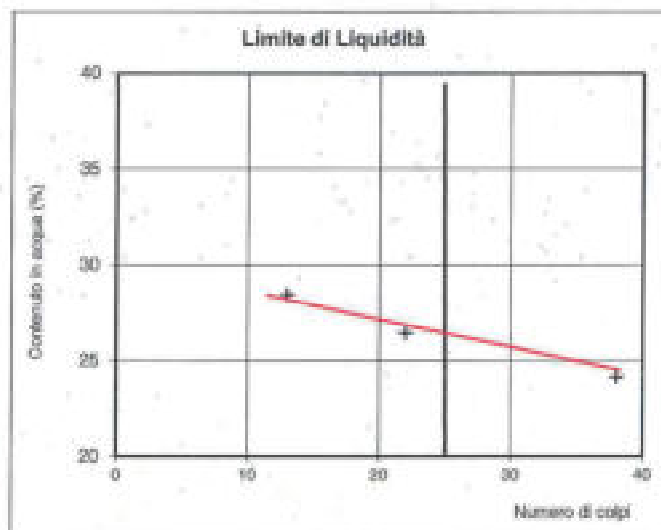
Certificato n° A26738

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 6
Campione	SPT 4
Profondità	6,50 -6,70

Limite di Liquidità	WI	(%)	25,9
Limite di plasticità	Wp	(%)	20,5
Indice di plasticità	Ip		5,4



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	45,228
peso secco lordo	39,624
peso tara	19,924
Numero colpi	13
Contenuto in acqua	28,45
WI	26,3

#### Provino 2

peso umido lordo	43,308
peso secco lordo	38,615
peso tara	19,189
Numero colpi	38
Contenuto in acqua	24,16
WI	25,4

#### Provino 3

peso umido lordo	45,218
peso secco lordo	40,216
peso tara	21,307
Numero colpi	22
Contenuto in acqua	26,45
WI	26,0

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	23,047
peso secco lordo	22,404
peso tara	19,293
Wp	20,7

#### Provino 2

peso umido lordo	22,608
peso secco lordo	22,093
peso tara	19,570
Wp	20,4



Data ott-16

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto

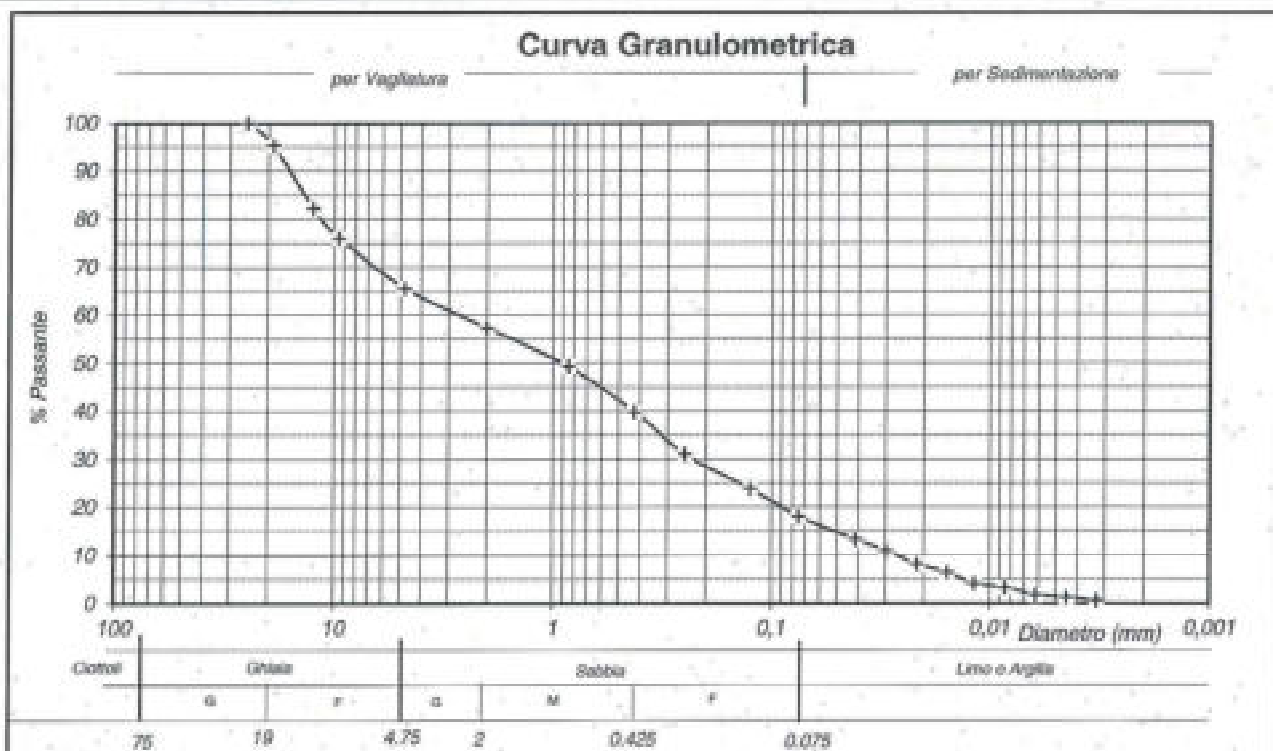




# Analisi Granulometrica

COMM. 028cm16 R. A  
PAG. 1 DI 1

Committente **SPEA ENGINEERING SPA**  
Cantiere **PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE**  
Sondaggio **IP 8** Campione **SPT 4** Profondità (m) **6,50-6,70**  
Certificato n° **A26719** Verbale di accettazione campioni n° **A077/16**  
Data arrivo campione **22/09/2016** Data esecuzione prova **28-30/09/2016**





# Analisi Granulometrica per sedimentazione

COMM. 026cm16

PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Sondaggio IP 8 Campione SPT 4 Profondità (m) 6,50-6,70

Certificato n° - Verbale di accettazione campioni n° A077/18

Data arrivo campione 22/09/2016 Data esecuzione prova 28-30/09/2016

Peso del materiale analizzato	(gr)	50,00
Peso specifico assoluto dei granuli	(Mg/m3)	2,7
Passante vaglio 0,075 mm	(%)	18,14

Soluzione disperdente :

Esametafosfato di sodio + Carbonato di sodio

Data di preparazione soluzione disperdente:

28-30/09/2016

Densimetro n°: ASTM 151H

Data	T (C°)	Δt (min)	Lettura densimetro
28/09/2016	24	1	26
		2	22
		4	17
		8	14
		15	10
		30	8,5
		60	6
		120	5
28/09/2016		240	4
		1440	-

Data 09-18 Sperimentatore : Dott. P. Pasqualetto

Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto





## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

COMM 028cm18 RL A  
 PAG. 1 DI 1

Committente SPEA ENGINEERING SPA

Cantiere PASSANTE DI MEZZO DI BOLOGNA - OPERE COMPENSATIVE

Data arrivo campione 22/09/2016

Data esecuzione prova 28/09/2016

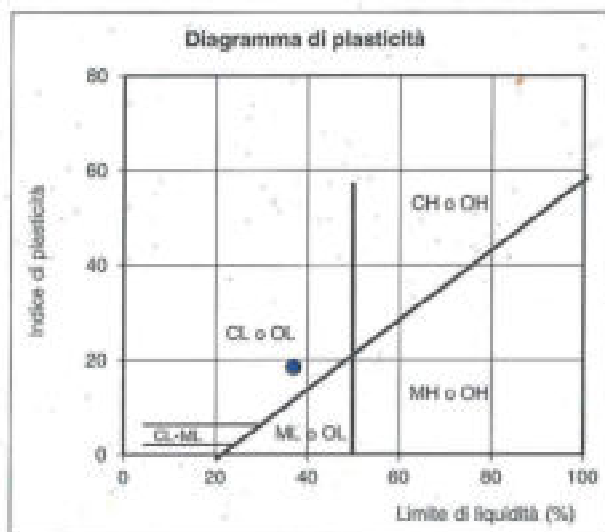
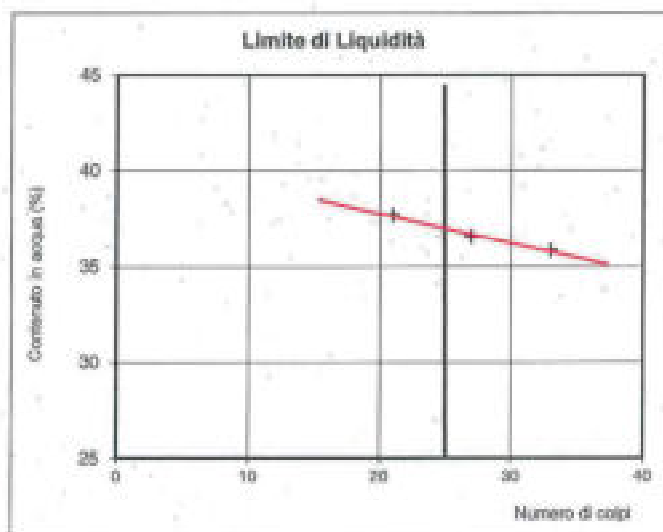
Certificato n° A26730

Verbale di accettazione campioni n° A077/16

## NORMA ASTM D 4318

Sondaggio	IP 6
Campione	SPT 6
Profondità	11,15-11,35

Limite di Liquidità	WI	(%)	37,0
Limite di plasticità	Wp	(%)	18,5
Indice di plasticità	Ip		18,5



### Limite di liquidità

#### Provino 1

peso umido lordo	44,573
peso secco lordo	38,156
peso tara	20,253
Numero colpi	33
Contenuto in acqua	35,84
WI	37,1

#### Provino 2

peso umido lordo	41,326
peso secco lordo	34,949
peso tara	17,520
Numero colpi	27
Contenuto in acqua	36,59
WI	36,9

#### Provino 3

peso umido lordo	42,877
peso secco lordo	36,113
peso tara	18,694
Numero colpi	21
Contenuto in acqua	37,88
WI	36,9

### Limite di plasticità

#### Provino 1

peso umido lordo	22,688
peso secco lordo	21,886
peso tara	17,590
Wp	18,7

#### Provino 2

peso umido lordo	24,994
peso secco lordo	24,079
peso tara	19,075
Wp	18,3



Data ott-18

Sperimentatore: Dott. P. Pasqualetto

Direttore:

Dott. Geol. T. Vicenzetto