Funded by the European Union NextGenerationEU

consorzio di bonifica di piacenza

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Strada Val Nure 3 – 29122 Piacenza

Titolo del programma:

PNRR MISSIONE 2 COMPONENTE 4 (M2C4).
Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvigionamento idrico dell'investimento 4.1, Missione 2, Componente C4 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

Titolo intervento:

Distretto irriguo Arda: rete di invasi Caolzio-Molinazzo-Moronasco sottesi alla diga di Mignano
LOTTO 2 - INVASO MOLINAZZO

Decreto di finanziamento: **MIMS - R. 0000517 in data 16-12-2021**

Soggetto attuatore: **CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA**

Localizzazione: Comuni di **CASTELL' ARQUATO** E **ALSENO** - Prov. di **Piacenza** - Regione **Emilia Romagna**

PROGETTO ESECUTIVO

Importo complessivo:
€ 11.000.000,00
COD. LOC: **00405**
CUP: **G17B20007720005**

Attività	Soggetto	Ente/Oe
PROGETTAZIONE		
Coordinatore dellla progettazione:	Ing. D. CASTELLI	STECI s.r.l.
GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Progettazione:	Ing. D. CASTELLI	STECI s.r.l.
Progetto idraulico:		
Elaborati grafici:		
Stime analitiche costo di costruzione:		
Sicurezza:		
Studio agronomico:		
COLLABORAZIONE		
Rilievi topografici:		
Sistemi telecontrollo:		
Sistema di esecuzione:		
Assistenza tecnico amministrativa:		

Redatto da:

STECI
SOCIETA' DI INGEGNERIA s.r.l.
13100 VERCELLI - C.so Liberta`, 162
Tel. +39 0161 215335 - Fax +39 0161 259070
email: info@stecisrl.it - pec: steci@pec.stecisrl.it

(Dott. Ing. Domenico CASTELLI)

L'impresa appaltatrice:

SOMOTER s.r.l.
Via XI Settembre, 23 Tel. 0171 266268
12011 BORGO SAN DALMAZZO (CN)
Partita IVA: 00604240042

RUP:
ARCH. PIERANGELO CARBONE

Gruppo Elaborati: **LOTTO 2**

Titolo:

Relazione geologica (progetto definitivo)

ELABORATO NUM.:
R18

DATA:
GENNAIO 2024

LIV. PROG:	LOTTO:	DOC:	PROGR:	TAV:	SCALA:	REV:	CODICE ELABORATI:
PE	2	.	.	.	.	1	.

Revisione:	Descrizione:	Redatto:	Data:	Verificato:	Data:	Approvato:	Data:
4							
3							
2							
1	RECEPIMENTO REPORT DI VERIFICA N°1 DEL 23-05-2024	STECI s.r.l.	GIUGNO 2024				
0	EMISSIONE		MARZO 2024				

URBER 5 della Bonifica

ANBI ASSOCIAZIONE NAZIONALE BONIFICHE IRRIGAZIONI

PREMESSA

Il progetto definitivo del "Distretto irriguo Arda: rete di invasi Caolzio-Molinazzo-Moronasco sottesi alla diga di Mignano - LOTTO 2 - INVASO MOLINAZZO" è stato positivamente sottoposto mediante conferenza dei servizi al Provvedimento Autorizzatorio Unico di VIA conclusosi mediante verbale conclusivo nella seduta del 21.03.2019 approvato con la Delibera di Giunta Regionale n. 717 del 13.05.2019.

Nell'ambito della succitata Conferenza dei servizi, trattandosi di provvedimenti Autorizzativo Unico, erano presenti, tra gli altri, gli Enti ed Uffici avente titolo ad esprimersi in merito alla conformità dei contenuti progettuali a:

- aspetti tecnici e rispetto delle normative in materia di opere di ritenuta;
- aspetti tecnici e rispetto delle normative in materia di idrogeologia;
- aspetti tecnici e rispetto delle normative in materia di idrologia;
- aspetti tecnici e rispetto delle normative in materia di archeologia.

Successivamente il progetto definitivo è stato oggetto di appalto integrato del quale è risultata aggiudicataria l'impresa Somoter s.r.l. formulando, tra l'altro, alcune migliorie di carattere ambientale ed organizzativo. Tali migliorie non hanno in alcun modo interessato gli aspetti tecnici o il rispetto delle normative nelle materie sopra elencate.

In tal senso lo sviluppo della progettazione esecutiva costituendo la mera ingegnerizzazione del livello precedente ne condivide i contenuti informativi e non necessita di sviluppare o approfondire ulteriormente tali relazioni tematiche in quanto esaustivamente trattate.

Al fine di una più comoda lettura di tutti i dati informativi del progetto esecutivo si allega di seguito la relazione geologica già approvata in sede di approvazione del progetto definitivo.

CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Titolo del programma:

PNRR MISSIONE 2 COMPONENTE 4 (M2C4).
Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico dell'Investimento 4.1, Missione 2, Componente C4 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

Titolo intervento:

Distretto irriguo Arda: rete di invasi Caolzio-Molinazzo-Moronasco sottesi alla diga di Mignano
LOTTO 2 - INVASO MOLINAZZO

Decreto di finanziamento: **MIMS – R. 0000517 in data 16-12-2021**

Soggetto attuatore: **CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA**

Localizzazione: Comuni di **CASTELL'ARQUATO** E **ALSENO** – Prov. di **Piacenza** – Regione **Emilia Romagna**

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

Importo complessivo:
€ 11.000.000,00
COD. LOC: **00405**
CUP:**G17B20007720005**

Attività	Soggetto	Ente/Oe
PROGETTAZIONE		
Coordinatore della progettazione:	D. SIVIERO	CBPC
GRUPPO DI PROGETTAZIONE		
Progettazione:	A. TERRET	CBPC
Progetto idraulico:		
Elaborati grafici:		
Stime analitiche costo costruzione:		
Sicurezza:		
Studio agronomico:		
COLLABORAZIONE		
Rilievi topografici:		
Sistemi telecontrollo:		
Sistema di esecuzione:		
Assistenza tecnico amministrativa:		

Redatto da:
ING. DEBORA SIVIERO

RUP:
ARCH. PIERANGELO CARBONE

Gruppo Elaborati: **LOTTO 2**

FILE:server/progettazione/progetti/PNRR/2021/00405

Titolo:

Relazione geologica

ELABORATO NUM.:
93

DATA:
22/12/2021

LIV. PROG:	LOTTO:	DOC:	PROGR:	TAV:	SCALA:	REV:	CODICE ELABORATO:
PD	2	B	6	0		2	2.B.6.0

Revisione:	Descrizione:	Redatto:	Data:	Verificato:	Data:	Approvato:	Data:
4							
3							
2	ADEGUAMENTO P.N.R.R.	D. SIVIERO	22/12/2021	--	22/12/2021	--	22/12/2021
1	--	--	--	--	--	--	--
0	EMISSIONE	A. TERRET	15/01/2018	PROMOTER ENG. PC	14/03/2018		D.G. RER 1497/2019

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

INDICE

1.0 - PREMESSA 4
2.0 - PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4
3.0 – GRUPPO DI LAVORO 4
4.0 – METODOLOGIA DI INDAGINE 5
5.0 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO 6
6.0 – ASSETTO CLIMATICO 6
7.0 – AREALE "MOLINAZZO" 9
7.1 – INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO 9
7.2. – ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE 12
7.2.1 - GEOLOGIA 12
7.2.2 - GEOMORFOLOGIA 12
7.3 – IDRO (GEO) LOGIA 14
7.3.1 - IDROGEOLOGIA 14
7.3.2 - IDROLOGIA 19
7.4 – USO DEL SUOLO 22
8.0 - INDAGINI SVOLTE 22
8.1 – DESCRIZIONE PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC" IN SITO 23
9.0 - CARATTERISTICHE DEI TERRENI ATTRAVERSATI 23
9.1 – MODELLO GEOLOGICO DI SITO 27
9.2 – INDAGINI GEOTECNICHE 28
9.3 – MODELLO GEOTECNICO DI SITO 31
10.0 – INQUADRAMENTO SISMICO 33
10.1 – SISMICITA' TERRITORIO COMUNALE 33
10.2 – SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE 38
10.2.1 – ANALISI DI II LIVELLO DI APPROFONDIMENTO 39
11.0 - CONCLUSIONI 44

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

ALLEGATI:

Cartografia:

Inquadramento Territoriale

Ubicazione sondaggi geognostici

Sezioni litologiche

Profili stratigrafici da sondaggi a carotaggio continuo

Schede Penetrometriche

Certificati di prove geotecniche di laboratorio Tecnologico

Schede Prove di permeabilità Lefranc

Inquadramento Fotografico

Relazione Sismica

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

1.0 - PREMESSA

Il Consorzio di Bonifica di Piacenza, con deliberazione del Comitato Amministrativo n.264 del 11 ottobre 2017, ai sensi dell'art.36 del D.Lgs n.50/2016, affida al dott. Massimo Mannini la redazione di n.1 Relazione Geologica e n.1 Piano di gestione materie di scavo per il sito ubicato nel distretto irriguo della Val d'Arda, nello specifico in località Lusurasco di Alseno e a Castell'Arquato (Pc).

Lo scopo della presente indagine, è di caratterizzare dal punto di vista geologico-geotecnico e sismico gli areali entro cui si vogliono realizzare le opere, come da progetto del Consorzio di Bonifica di Piacenza.
Il report che segue tratta il sito "Molinazzo" posto nel settore meridionale del territorio Comunale di Alseno (Pc). Nelle varie fasi di progettazione questo sito era stato denominato anche "Perego", da cui alcuni riferimenti nei report.

2.0 - PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- *D.M. 11-03-1988*
- *D.M. 16-01-1996*
- *O.P.C.M. 3274/2003*
- *D.M. 14-09-2005*
- *Euro Codice 7*
- *Euro Codice 8*
- *N.T.C. '08 (D.M. 14-01-2008) e succ.*
- *D.Lgs 152/06*
- *D.P.R. 13.06.2017 n.120*

3.0 – GRUPPO DI LAVORO

Come da incarichi esecutivi del Consorzio di Bonifica di Piacenza, l'inquadramento geologico, geotecnico e sismico per i siti di interesse ha interessato i seguenti soggetti incaricati, ciascuno per le proprie competenze:

- Dott. Massimo Mannini in qualità di Geologo;
- PARMAGEO Srl – Indagini Geognostiche, per la parte di indagini geognostiche in sito;
- MM Studio Tecnologico di Mazzoni Michele, per la parte delle analisi geotecniche e fisiche dei terreni campionati;
- Laboratorio di Analisi Chimiche Micro-B per la parte delle analisi chimiche dei terreni da escavare.

4.0 – METODOLOGIA DI INDAGINE

La metodologia di studio per i siti di indagine, ha comportato le seguenti fasi:

- indagini geognostiche con sonda MDT: sviluppo di differenti sondaggi a carotaggio continuo per ciascun sito di indagine spinti a 10.0 metri di profondità (con possibile accesso in funzione dello stato dei luoghi dei terreni presenti con arature e semine). Sulle "verticali" ritenute significative sono state sviluppate prove penetrometriche SPT a fondo foro, e/o campionamenti indisturbati con fustella Shelby per la successiva analisi presso il laboratorio tecnologico di riferimento (MM) e restituzione della parametrizzazione geotecnica significativa.
- Esecuzione su punti ritenuti significativi (e di possibile accesso in funzione dello stato dei luoghi dei terreni presenti con arature e semine) di prove penetrometriche sia dinamiche (DPHS), che statiche (10 Ton).
- Sviluppo di 2 piezometri entro le verticali di indagine per ciascun sito: 1 a monte ed 1 a valle rispetto la direzione della falda sotterranea locale.
- Esecuzione di uno stendimento sismico di tipo Masw e Hvsr per ciascun sito, per la corretta caratterizzazione sismica di sito (Vs30 di sito caratteristiche).
- Campionamento dei terreni "disturbati" dalle cassette catalogatrici per la successiva analisi presso laboratorio tecnologico MM, e determinazione dei principali parametri fisici dei terreni.
- Campionamento dei terreni dalle cassette catalogatrici per ciascun sito, per la successiva analisi chimica presso il laboratorio Micro-B.
- Rilievo geologico e geomorfologico entro il sito di indagine e nell'intorno significativo.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

5.0 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il sito in oggetto è ubicato nel Distretto Irriguo della Val d'Arda, e precisamente è associato al seguente nominativo:

1) "MOLINAZZO"

L'areale "Molinazzo – Perego 2", posto sempre nel settore sud-ovest del territorio comunale di Alseno, nel quadrante orientale dell'abitato di Lusurasco, delimitato a nord dalla Strada del Molinazzo ed a sud dal nucleo di "Terzolla".

6.0 – ASSETTO CLIMATICO

Il territorio del Comune di Alseno si colloca nella fascia pedecollinare in cui sono presenti la pianura, i primi rilievi appenninici e la valli dell'Arda, Ongina e Stirone. Dal punto di vista climatico si trova nella regione climatica della Pianura Padana, che è delimitata a nord ed a ovest dall'Arco Alpino ed ad est dal mare Adriatico, mentre a sud si ha la catena dell'Appennino.

All'interno del PSC Comunale, per studiare in dettaglio l'area, sono state prese in considerazione le principali stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche presenti sul territorio, sia da Stazioni del Servizio Meteorologico Regionale, che da quelle del Servizio Idrografico del MMLLPP, che da quelle della Rete Agrometeorologica della Provincia di Piacenza. Le stazioni ritenute significative sono quelle di S.Lazzaro Alberoni di Piacenza, Fiorenzuola d'Arda, Gariga, Castellana Groppo, Fidenza e Salsomaggiore Terme.

Il territorio comunale di Alseno può essere suddiviso climaticamente in due ambiti, uno riferibile alla pianura, per la quale si può utilizzare la stazione di S.Lazzaro Alberoni come stazione tipo, ed un ambito di collina per il quale può essere utilizzata come stazione di riferimento quella di Salsomaggiore Terme.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Precipitazioni mensili

Dalle varie stazioni pluviometriche prese in considerazione, si evidenzia l'esistenza di un regime pluviometrico caratterizzato da due massimi: un massimo relativo nei mesi di marzo-aprile ed un massimo nei mesi di ottobre-novembre, mentre si hanno due minimi relativi ai mesi di gennaio-febbraio ed uno assoluto nel mese di luglio, tipici del clima sublitoraneo appenninico.

Combinando i caratteri termici e pluviometrici delle stazioni di riferimento, sono stati costruiti dei diagrammi (climogrammi) in cui in ascisse viene riportato il valore medio mensile delle temperature, mentre in ordinate le precipitazioni medie mensili. Il diagramma, inoltre, è suddiviso in quattro quadranti utilizzando i valori medi annui dei due parametri, in questo modo si possono definire in modo relativo quattro diverse vocazioni climatiche nel corso dell'anno: il primo quadrante definisce il clima caldo-umido, il secondo quello caldo-secco, il terzo quello freddo-secco ed il quarto quello freddo-umido.

Nelle stazioni di riferimento si ha la prevalenza di climi caldi-umidi e freddi umidi.

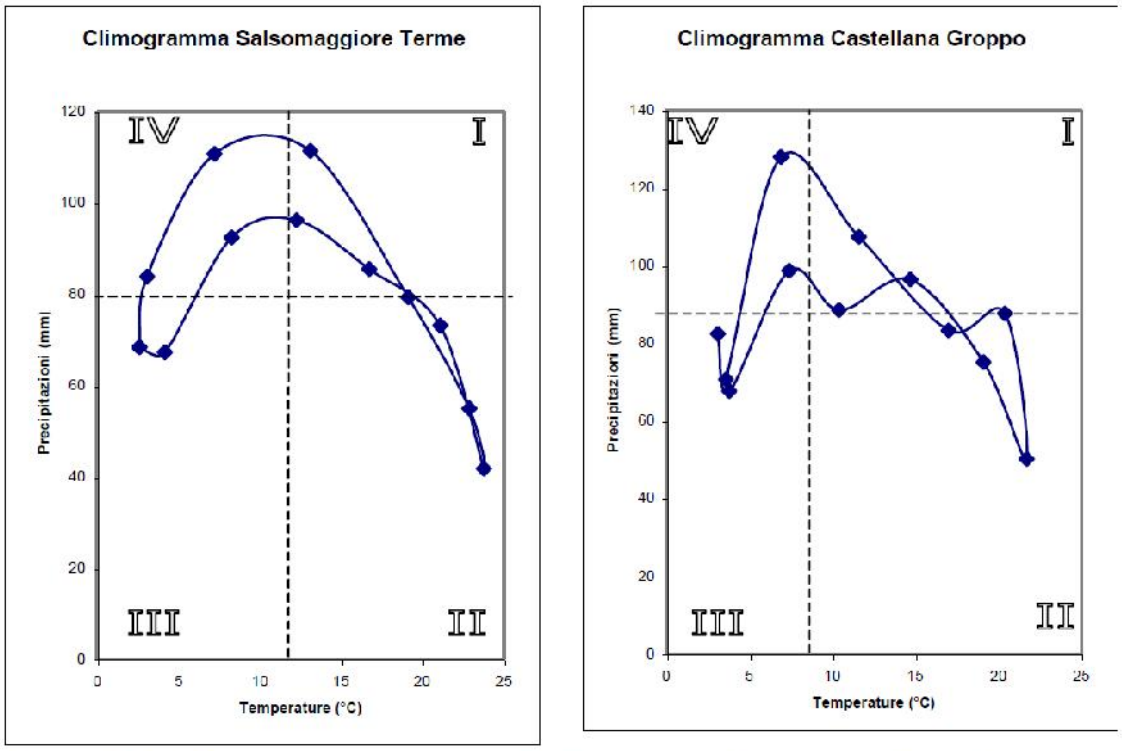


Figura B.12. Climogrammi per le stazioni di Salsomaggiore Terme e Castellana Groppo

Inoltre, sono stati definiti gli Indici di Aridità di DeMartonne:

$$i = \frac{2h}{t+10}$$

In cui t e h sono rispettivamente la temperatura e le precipitazioni medie mensili.

Dai dati estrapolati esiste un solo mese (luglio) in cui l'indice di aridità è inferiore a 20, valore critico che indica un clima semi-arido.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

7.0 – AREALE "MOLINAZZO"

7.1 – INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

L'areale "Molinazzo" si trova all'interno del territorio comunale di Alseno, e precisamente si trova ubicato all'estremità sud-ovest del territorio comunale nel quadrante orientale dell'abitato di Lusurasco, delimitato a nord dalla Strada del Molinazzo ed a sud dal nucleo di "Terzolla".

Cartograficamente l'area è compresa nella Sezione C.T.R. n° 180111 "Castell'Arquato" alla scala 1:10.000 e nella Tavola 180-SE della Carta Topografica Regionale alla scala 1:25.000.

L'ambito si estende complessivamente su una superficie di circa 59.196,53 mq.

L'area resta compresa tra la frazione di Terzolla a sud, il corso del Rio Molino ad est, la Strada di Molinazzo a nord e delimitato nel settore occidentale da un canale irriguo consortile.

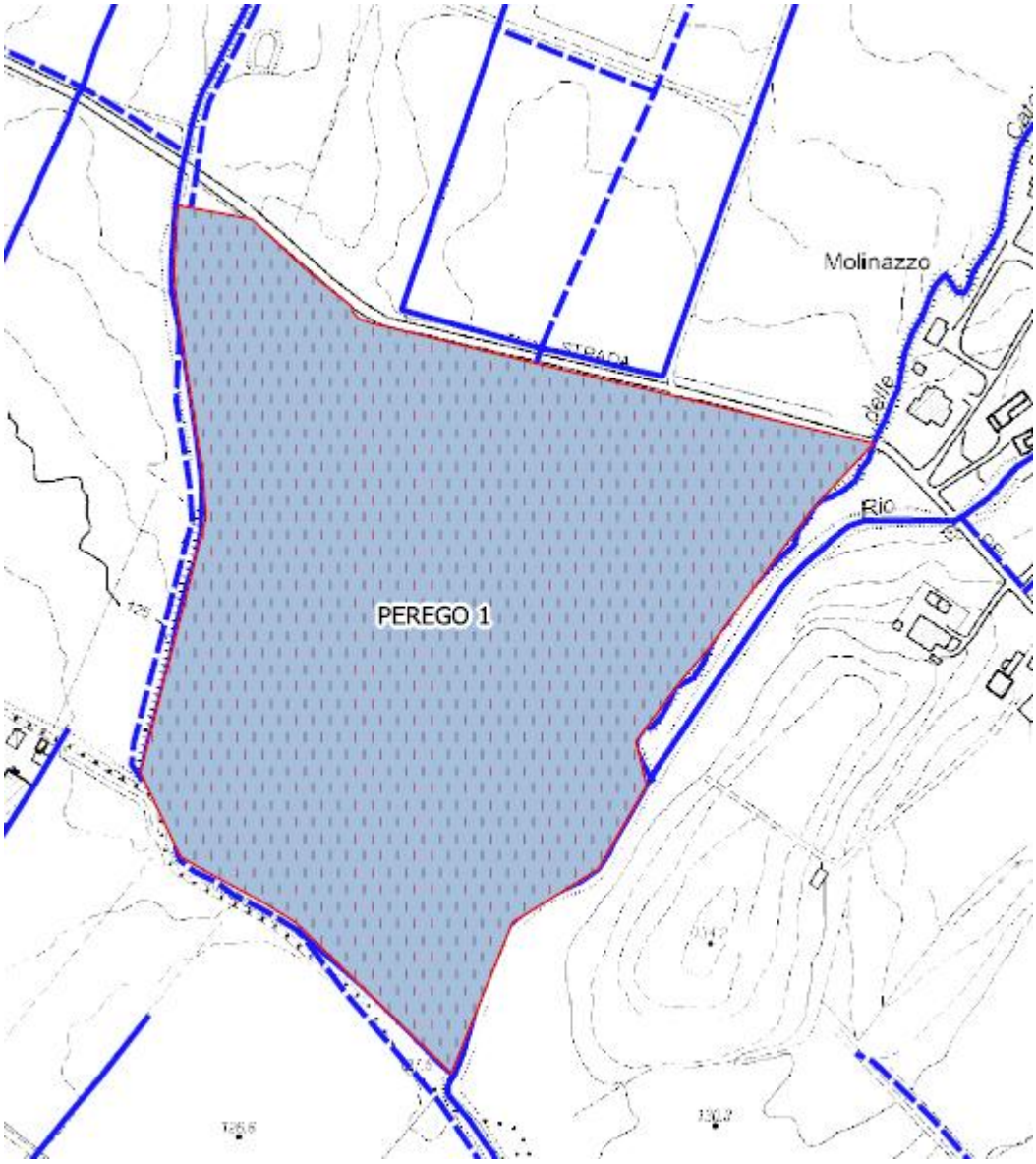
Nella figura che segue, si ha una vista dell'areale in oggetto, da google earth.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it



Vista aerea dell'area in oggetto.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it



Planimetria area intervento

7.2. – ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE

7.2.1 - GEOLOGIA

Segue la caratterizzazione geolitologica emersa dalla Carta Geologica a scala 1:10.000 redatta dalla Regione Emilia Romagna: la Banca Dati della Carta Geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna.

L'areale in oggetto si trova entro i depositi alluvionali associabili all'unità del Sistema Emiliano Romagnolo superiore (AES), unità costituita da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide. Dove non è suddivisa in subsistemi l'unità è rappresentata da ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, localmente cementate: depositi alluvionali terrazzati. Lo spessore dei depositi terrazzati non supera i 25 metri; il profilo di alterazione è molto evoluto e raggiunge i 7-8 m di profondità.

L'unità geologica caratterizzante l'area in oggetto, corrisponde alle "coperture quaternarie" appartenenti all'Unità di Vignola, tipico di ambiente di pianura, "AES7b": ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Il profilo di alterazione presenta uno spessore fino ad 1.5-2 m. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 20 m. *Pleistocene sup.*

7.2.2 - Geomorfologia

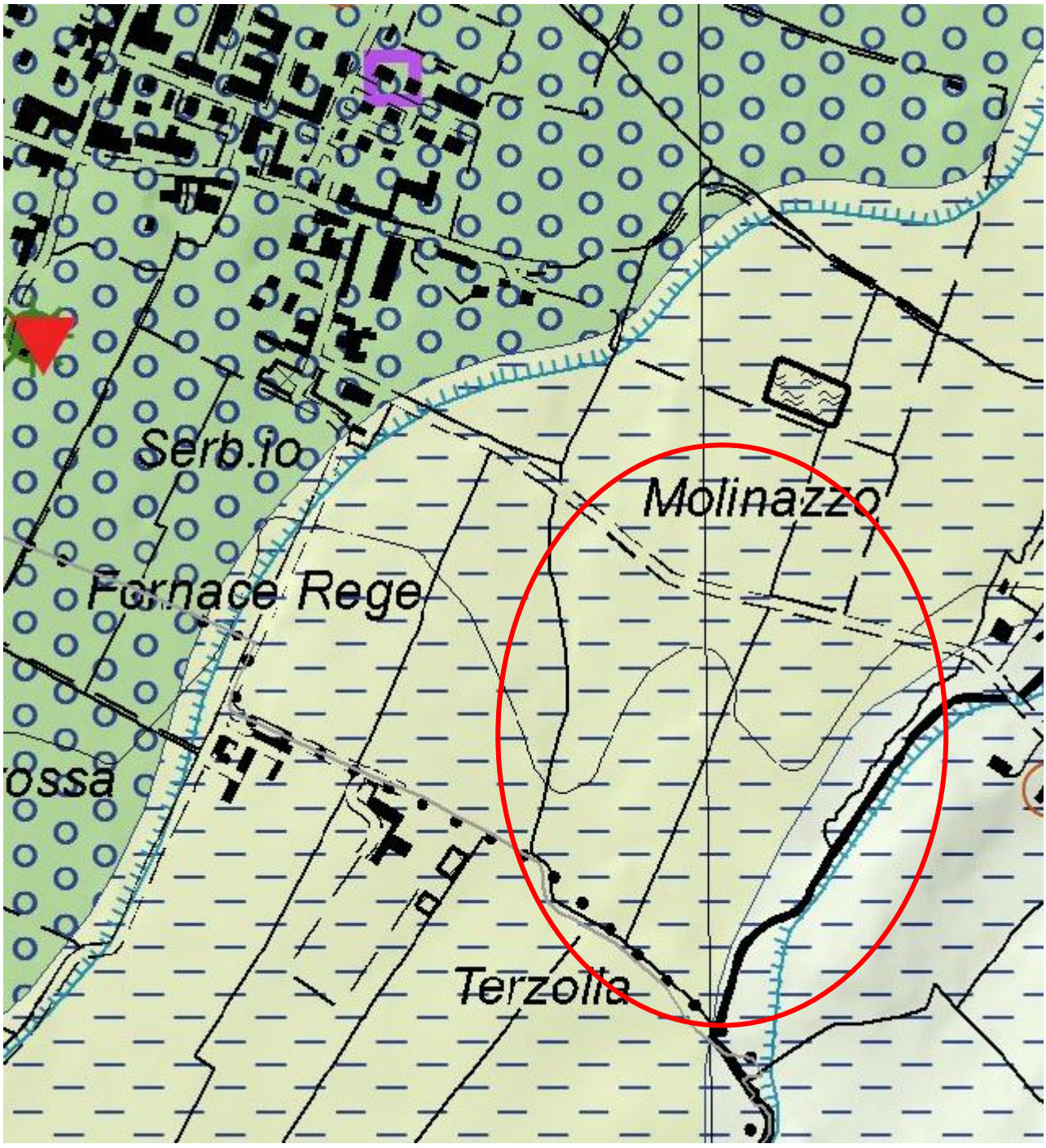
Morfologicamente l'area in studio si trova ad un'altezza s.l.m che varia da circa 128.0-126.0 metri nel settore di monte a circa 120.40 metri, nella porzione di valle occidentale a 124.90 in quella orientale, con una pendenza media del terreno che converge da sud verso nord, nord-est, regimando il deflusso delle acque superficiali.

Questo settore si trova entro un settore di interposizione tra le pendici collinari presenti ad est dell'area, ed i caratteri dell'alta-media pianura.

Localmente si ha la presenza di un terrazzo morfologico nella porzione ad est del sito in oggetto con un dislivello metrico rispetto alla porzione pianeggiante della pianura più recente.

In questo sistema di pianura si hanno pendenze medie naturali impercettibili verso il quadrante nord-occidentale, con locali interferenze, ad est con il terrazzo morfologico ed il Rio del Molino inciso situato ad est.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it



Estratto Carta Geologica area intervento

Dalla Tavola QCB10 "Carta Geomorfologica" estratta dal PSC Comunale si evince che questo settore di pianura è caratterizzato da conoidi di deiezione fossili.

Entro questo tratto non si hanno evidenze di dissesti gravitativi, come conferma anche l'inquadramento geologico emerso dalle principali cartografie geologiche e del dissesto comunale e sovra-comunale:

- PTCP – Tavola A3-6
- PAI – Foglio 180-2
- Carta Geologica e del Dissesto Regione Emilia-Romagna
- PSC Carta del Dissesto.

Tuttavia la formazione geologica che caratterizza questo settore di pianura, è associata a dissesto potenziale come deposito alluvionale terrazzato (Art.31 comma 8-12 delle NTA del PTCP). Occorre precisare che questi depositi caratterizzano quasi tutto il territorio di Castell'Arquato.

7.3 – IDRO (GEO) LOGIA

7.3.1 - IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico (falde sotterranee), nell'area in esame il sistema acquifero si configura associato agli arricchimenti sabbiosi e maggiormente in quelli ghiaiosi permeabili, anche alterati. Al contatto tra differenti litologie si possono avere anche circolazioni idriche imposte entro le discontinuità deposizionali.

Variazioni del livello delle falde superficiali possono essere indotte anche dal regime pluviometrico incidente direttamente sul terreno, che porta ad un'escursione media annua che può oscillare di qualche metro.

Dalla Tavola QC-B13 "Carta Idrogeologica" estratta dal PSC comunale, di Alseno, rappresentata nella figura seguente, questo settore è inquadrato dal punto di vista idrogeologico nelle aree con profondità della falda freatica che vanno dai 5.0-6.0 fino a circa 8.0 metri dal p.c.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

La direzione della falda sotterranea, appartenente al complesso acquifero A1b, risulta con direzione generale dal quadrante sud-ovest verso quello nord-est.

Considerando che il limite meridionale dell'areale in oggetto confina con il territorio comunale di Castell'Arquato, ed osservando la carta di inquadramento idrogeologico del PSC di Castell'Arquato (Tavola 3a "Inquadramento Idrogeologico), emerge che si ha un settore caratterizzato da una profondità della prima falda tra 5.0 ed 8.0 metri dal p.c.

Dai rilievi piezometrici eseguiti durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, e dallo sviluppo dei due piezometri, è stato e sarà possibile monitorare il reale livello piezometrico all'interno dell'areale in oggetto: dai rilievi eseguiti durante le fasi di realizzazione, in data 16-21 novembre 2017, il livello piezometrico risultava il seguente:

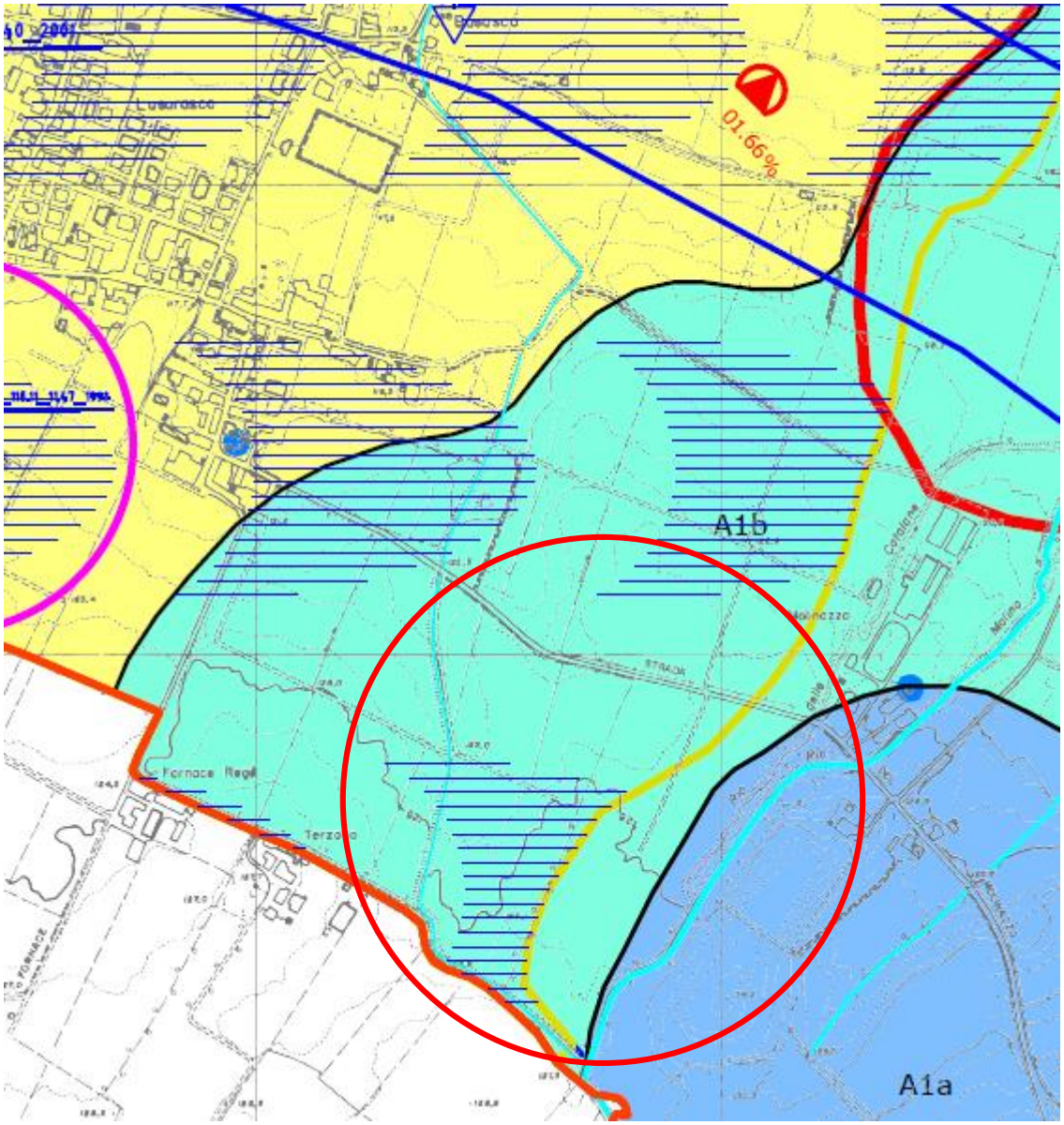
Sondaggio 1: 6.30 metri dal p.c. (quota del terreno s.l.m. = 128.00 metri

Sondaggio 2: 4.40 metri dal p.c. (quota del terreno s.l.m. = 126.00 metri) – successivamente sviluppato a Piezometro (PZ1)
Successivo rilievo piezometrico in data 29.12.2017: 3.90 metri

Sondaggio 3: 7.80 metri dal p.c. - (quota del terreno s.l.m. = 121.70 metri)

Sondaggio 4: 9.50 metri dal p.c. (quota del terreno s.l.m. = 125.00 metri) – successivamente sviluppato a Piezometro (PZ2)
Successivo rilievo piezometrico in data 29.12.2017: 9.50 metri

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it



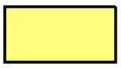
Estratto Carta Idrogeologica da PSC Comunale – Tavola QCB13

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

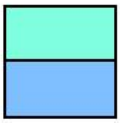
LEGENDA CARTA IDROGEOLOGICA

UNITA' IDROGEOLOGICHE

GRUPPO ACQUIFERO A

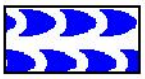

Complesso acquifero A0 = AES8

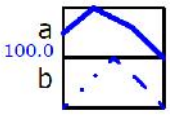
Compleso acquifero A1 = AES7


Complesso acquifero A1b = AES7b

Complesso acquifero A1a = AES7a


Complesso acquifero A2 = AES3


Area di ricarica diretta dei complessi acquiferi A0 e A1b



Isopieza del complesso acquifero A1b in m slm
a = equidistanza 5.0 m; b = equidistanza 1.0 m

Alla luce di quanto emerso non si possono escludere oscillazioni del livello freatico naturale o di circolazioni idriche sotterranee, e/o presenza di sacche acquifere entro le formazioni litologiche maggiormente permeabili, soprattutto a seguito di particolari eventi meteorici. Tali oscillazioni risultano difficili da quantificare, tuttavia si possono considerare oscillazioni di qualche metro, entro le litologie maggiormente permeabili ghiaiose (delineate soprattutto entro i Sondaggi geognostici 3 e 4 nel settore di valle). Il monitoraggio dei piezometri sviluppati sarà di estrema importanza al fine di tale quantificazione.

Dalla Tavola delle curve isopieze redatta da ARPA (anno 2012) si evidenzia nella figura seguente un tetto del livello freatico a circa 82.0 metri s.l.m., pertanto, considerando una quota del terreno media di 120-125 metri, si ha una profondità della prima falda a profondità superiori i 40.0 metri dal p.c.,

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

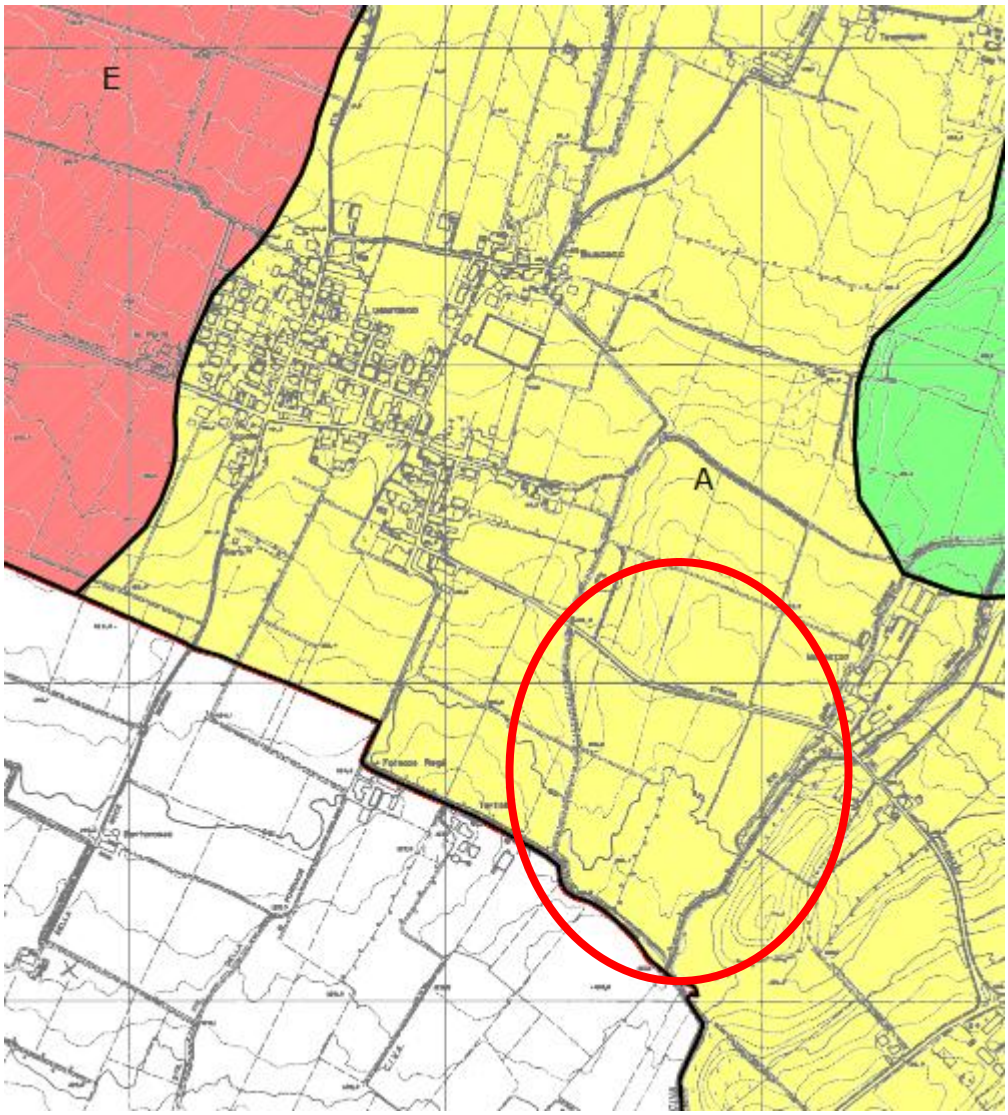
associabile ad un acquifero più profondo rispetto a quello superficiale locale delineato.



Carta delle isopieze, da dati piezometrici raccolti da ARPA Piacenza – anno 2012 su pozzi della rete provinciale.

Dalla Tavola QC-B15 "Carta della Vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee" estratta dal PSC Comunale, questo settore risulta associato alle zone di vulnerabilità intrinseca alta dell'acquifero superficiale.
Per quanto riguarda le aree di ricarica degli acquiferi di pianura, questo settore è associato nel settore orientale dai settori di ricarica di tipo B indiretto. Dalla tavola del PSC emerge che questo settore risulta associato alle aree di ricarica diretta dei complessi acquiferi A0 e A1b, con una classe di capacità di attenuazione dei suoli media.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it



Estratto Carta di Vulnerabilità Acquifero superficiale da PSC Comunale – Tavola QCB15

7.3.2 - IDROLOGIA

L'idrografia superficiale (regime idrologico) è regimata dalla pendenza del terreno e le principali acque sono raccolte principalmente dai rii minori presenti nell'area e canalizzazioni irrigue:

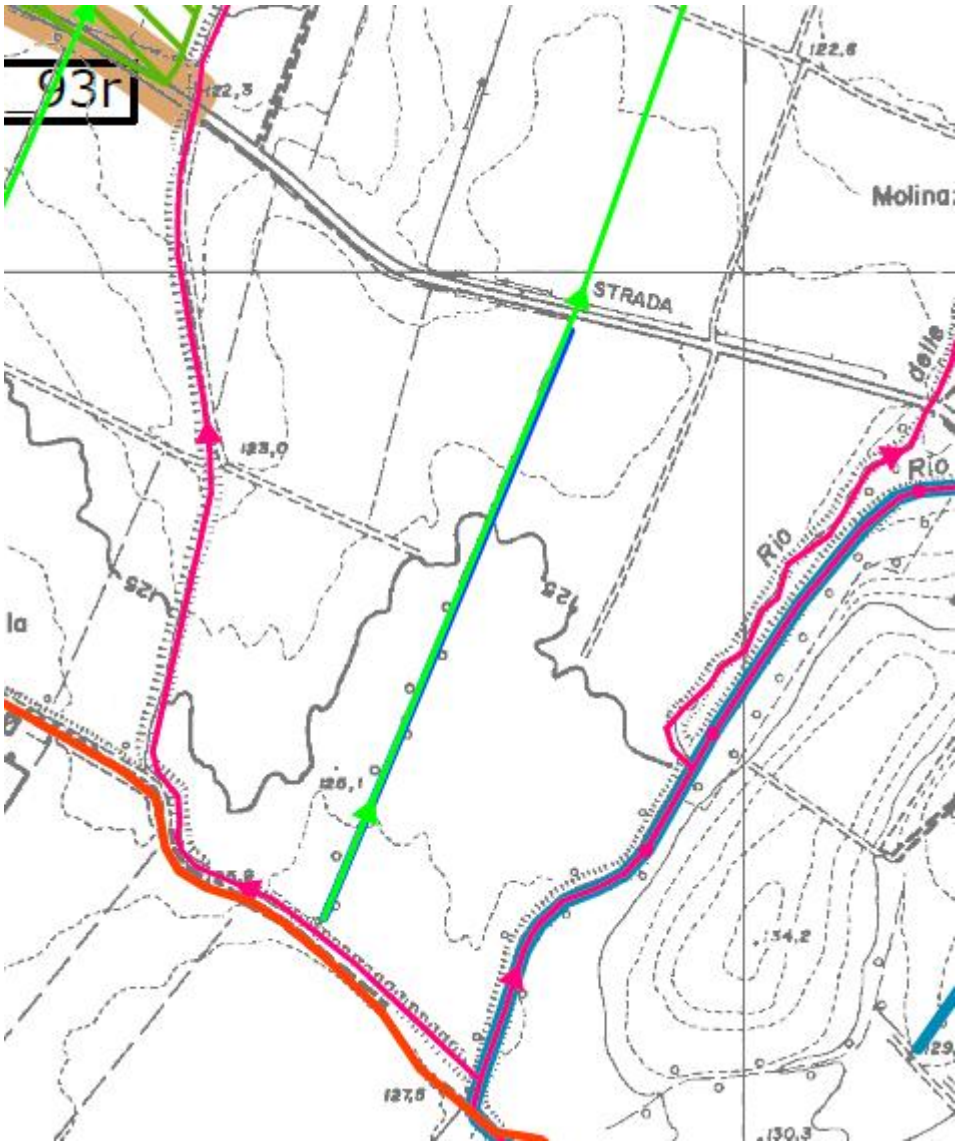
Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

- nel settore di confine ovest si ha un canale irriguo consortile, dalla Tavola QC-B12 "Carta Idrografica e dell'esondabilità" del PSC Comunale, questo corso d'acqua è classificato come Canale di Bonifica e promiscuo del Consorzio di Bonifica.
- nel settore di confine est si ha Il Rio Molino, sempre dal PSC Comunale questo corso d'acqua è classificato come Canale di Bonifica e promiscuo del Consorzio di Bonifica.
- Al centro dell'areale si ha un canale di drenaggio.

LEGENDA CARTA IDROGRAFICA



Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it



Estratto Carta Idrografica e dell'esondabilità da PSC Comunale – Tavola QCB12

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

7.4 – USO DEL SUOLO

L'uso attuale del suolo che caratterizza l'areale in oggetto in località Molinazzo, risulta agricolo a seminativo, come si evince dalla Tavola dell'Allegato C3.3T "Sintesi dell'uso del suolo" estratta dal PTCP Provinciale vigente.
L'area in oggetto è ricompresa entro l'Unità di paesaggio dell'alta pianura piacentina (sub-unità dell'alta pianura 2a), come si evince dalla Tavola T1 "Ambiti di riferimento delle unità di paesaggio provinciali" estratta dal PTCP Provinciale.

8.0 - INDAGINI SVOLTE

Al fine d'ottenere una inquadramento litotecnico dei terreni che interessano il sottosuolo di questo settore, è stata condotta una campagna di indagini geognostiche in sito, comportanti:

- n.4 sondaggi a carotaggio continuo spinti a 10.0 metri di profondità;
- n.2 campionamento con fustella Shelby di terreni indisturbati e 1 successiva analisi presso laboratorio tecnologico per la parametrizzazione geotecnica,
- n.4 campionamento di terreni disturbati per successiva analisi presso laboratorio tecnologico per la caratterizzazione fisica dei terreni,
- realizzazione di 2 piezometri di controllo livello piezometrico,
- realizzazione di n.1 uno stendimento sismico con tecnica Masw per la delineazione delle Vs30 di sito.
- Realizzazione di n.1 prova penetrometrica statica e di n.2 prove pentrometriche dinamiche DPHS.

Per la realizzazione dei sondaggi a carotaggio continuo è stata utilizzata una trivella idraulica modello MDT 80, con diametro di perforazione di 101 mm. I campioni di terreno sono stati depositati entro cassette catalogatrici a norma da 5 metri.

Successivamente sono stati prelevati, alle profondità significative, campioni di terreno (nella frazione granulometrica coesiva fine) indisturbati mediante fustella Shelby, opportunamente sigillata e spedita presso il laboratorio tecnologico per le analisi geotecniche dei terreni.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

In corrispondenza delle singole verticali di sondaggio, inoltre, sono state realizzate delle prove di permeabilità Lefranc.

La strumentazione utilizzata per lo sviluppo delle prove penetrometriche dalla superficie, consiste di un penetrometro statico/dinamico, le cui caratteristiche standard sono a norma A.G.I.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica di sito, è stato realizzato uno stendimento sismico con tecnica Masw, come da relazione sismica allegata.

8.1 – Descrizione Prova di permeabilità "Lefranc" in sito

Tale prova permette di determinare la permeabilità di terreni al fondo di fori di sondaggio.

La prova si esegue misurando gli assorbimenti di acqua nel terreno, facendo filtrare quest'ultima attraverso un tratto di foro predeterminato. È una prova da eseguirsi in fase di avanzamento della perforazione, alla profondità prescelta, saturando con acqua il terreno. Per l'esecuzione della prova è necessario che le pareti del foro siano rivestite con tubo di rivestimento per tutto il tratto non interessato alla prova, la prova è stata eseguita a carico variabile.

Nelle schede allegate viene illustrata la geometria ed i parametri significativi della prova di permeabilità "Lefranc" eseguita.

9.0 - CARATTERISTICHE DEI TERRENI ATTRAVERSATI

Dai singoli sondaggi geognostici emergono le seguenti successioni litologiche:

SONDAGGIO S1 (eseguito nel settore sud-est dell'area)

0.00-3.90 metri: Coltre di ricoprimento caratterizzata dalla coticizzazione di varie litologie: limo-sabbiose, limo-argillose e sabbiose di colore marrone, da rossastro a giallastro, ad indicare prolungati fenomeni di alterazione ed ossidazione dell'ammasso terroso. Tali fenomeni

trovano conferma anche nel forte grado di alterazione delle ghiaie inglobate nella matrice, a clasti spesso spigolosi in quanto friabili e facilmente disgregabili. A tratti, la matrice risulta decisamente intrisa di clasti millimetrici con queste caratteristiche

3.90-4.70 metri: limi e limi sabbiosi di colore marrone

4.70-7.45 metri: Argille alternate a limi argillosi e argille limose. Colorazione marrone con variegature grigiognole e screziature ocracee. Qualche puntinatura organica

7.45-10.00 metri: depositi argillosi e limosi (subordinati) di colore grigio

Dal sondaggio geognostico eseguito si è rilevato un livello freatico a circa 6.30 metri dal p.c. naturale (data esecuzione rilevamento piezometrico: 16 novembre 2017).

SONDAGGIO S2 (eseguito nel settore sud-ovest dell'area)

0.00-1.80 metri: Coltre di ricoprimento di natura prevalentemente limosa e limo-argillosa di colore marrone rossastro. Tasche e passate sabbiose molto sottili con i tipici colori di alterazione giallastro e brunastro. Fanno la loro comparsa piccole concrezioni calcaree e minuti clasti di ghiaia.

1.80-3.50 metri: Depositi geneticamente analoghi ai soprastanti ma contraddistinti dalla comparsa di ghiaie eterometriche a clasti sovente spigolosi e alterati e taglie prevalentemente minute al tetto e in progressivo aumento oltre la metà del livello. In questo tratto compare anche del ciottolame e la matrice, di colore marrone-rossastro, diviene nettamente limo-sabbiosa

3.50-4.65 metri: Limi sabbiosi, a tratti debolmente argillosi, di colore marrone-giallastro. Ricorrenti tasche di ossidazione ocracee e puntinature organiche

4.65-5.30 metri: Limi sabbiosi di colore beige con ghiaie eterometriche (soprattutto minute)

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

5.30-7.95 metri: Argille, localmente limose, di colore beige cosparse di concrezioni calcaree, quantitativamente importanti attorno ai sette metri di profondità

7.95-10.00 metri: Depositi argillosi di colore grigio. Da notare la presenza di residui carboniosi oltre i 9.50 m

Dal sondaggio geognostico eseguito si è rilevato un livello freatico a circa 4.40 metri dal p.c. naturale (data esecuzione rilevamento piezometrico: 17 novembre 2017).

SONDAGGIO S3 (eseguito nel settore nord-ovest dell'area)

0.00-0.15 metri: terreno vegetale

0.15-0.60 metri: capezzagna carrabile in materiali terrosi frammisti a ghiaie, sabbie e frammenti di laterizi

0.60-0.80 metri: coltre di copertura di natura limosa-sabbiosa di colore marrone

0.80-2.00 metri: alluvioni granulometricamente grossolane a base ghiaiosa in abbondante matrice limo-sabbiosa di colore marrone

2.00-3.00 metri: limi sabbiosi, ghiaiosi o debolmente ghiaiosi, di colore marrone leggermente rossastro

3.00-8.40 metri: alluvioni caratterizzate da clasti generalmente alterati ed immersi in abbondante matrice limo-sabbiosa marrone leggermente rossastra o giallastra. Da segnalare la presenza di un masso di oltre 20 cm alla base del livello. Si segnala come visivamente risulti molto difficile stabilire nei vari tratti quale delle due frazioni, fine e grossolana, prevalga sull'altra

8.40-10.00 metri: depositi prevalentemente argillosi di colore marrone, da grigiastro a giallo rossastro. Notare la presenza di residui carboniosi e calcinelli calcarei

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Dal sondaggio geognostico eseguito si è rilevato un livello freatico a circa 7.80 metri dal p.c. naturale (data esecuzione rilevamento piezometrico: 20 novembre 2017).

SONDAGGIO S4 (eseguito nel settore nord-est dell'area)

0.00-1.10 metri:	coltre di ricoprimento di colore marrone scuro e natura litologica variabile da argillosa al tetto a limo-sabbiosa alla base, verso la quale compare, in forma sempre più consistente, anche una frazione ghiaiosa molto alterata
1.10-3.00 metri:	alluvioni granulometricamente grossolane a base ghiaioso/ciottolosa, in matrice prevalentemente sabbiosa
3.00-5.50 metri:	alluvioni di nuovo ghiaiose ma con percentuali di limo decisamente superiori rispetto al livello soprastante, la matrice prima grigiastra ora assume colorazione marrone
5.50-6.35 metri:	intervallo di argille/argille limose passanti a limi sabbiosi. Colore marrone
6.35-10.00 metri:	ghiaie eterometriche, spesso alterate, in abbondante matrice limo-sabbiosa di colore a tratti leggermente rossastro o giallastro. Dal semplice esame speditivo di campagna risulta alquanto difficile stabilire le proporzioni relative di frazione fine e frazione grossolana presenti nel sedimento

Dal sondaggio geognostico eseguito si è rilevato un livello freatico a circa 9.50 metri dal p.c. naturale (data esecuzione rilevamento piezometrico: 21 novembre 2017).

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

9.1 – MODELLO GEOLOGICO DI SITO

Dalle risultanze dei vari sondaggi geognostici eseguiti all'interno dell'area in oggetto, emerge il seguente modello geologico di sito.

Dalle indagini emerge che questo areale è caratterizzato da una differenza litologica tra il settore sud (Sondaggio S1 e S2 e prova penetrometrica Cpt1), e quello nord (Sondaggio S3 e S4 e prove penetrometriche Scpt1 e Scpt2:

nel settore sud si ha una coltre superficiale limosa, limosa sabbiosa - **ORIZZONTE A**, fino a profondità di circa 4.70-5.30 metri; per poi passare in profondità ad un orizzonte argilloso limoso **ORIZZONTE B**, sino alle massime profondità indagate (10.0 metri).

Nel settore sud-ovest (in corrispondenza di S2), sono stati rinvenuti interstrati ghiaiosi alterati con spessori variabili **ORIZZONTE C**, a profondità da 1.80 metri circa fino a circa 5.30 metri.

nel settore nord si ha una litologia ghiaiosa prevalente in matrice limosa sabbiosa **ORIZZONTE C**, fino alle massime profondità indagate (10.0 metri), sovrastata da una coltre di copertura **ORIZZONTE O** limosa sabbiosa con spessori di 0.60-1.00 metri dal p.c.

Nel settore nord-ovest (in corrispondenza di S3), è stato rinvenuto un orizzonte argillosa da 8.40 metri fino alle massime profondità **ORIZZONTE B**.

Le prove penetrometriche confermano tale assetto litologico con presenza nel settore nord di abbondante matrice ghiaiosa.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

9.2 – INDAGINI GEOTECNICHE

Per ciascuna verticale di indagine sono state eseguite le seguenti prove di caratterizzazione geotecnica dei terreni:

Profondità [m]	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**
3.20-3.90			SHELBY	
0.00-1.00	Campione disturbato			Campione disturbato
2.50-3.20	SHELBY			
1.00-2.00		Campione disturbato	Campione disturbato	
4.10-4.60	LEFRANC			
2.20-3.00			LEFRANC	
4.30-5.30		LEFRANC		
5.85-7.00		LEFRANC		
6.00-6.70				LEFRANC

Sono stati prelevati campioni indisturbati in corrispondenza del sondaggio S1 alla profondità di 2.50-3.20 metri e su S3 tra 3.20 e 3.90 metri di profondità.

Nella tabella seguente, sono mostrate le risultanze delle prove di permeabilità di tipo "Lefranc" eseguite in ogni foro di sondaggio, alle rispettive profondità, entro i livelli litologici non ghiaiosi (entro cui si è avuta la perdita del carico idraulico istantaneo, con perdita di significatività della prova stessa).

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Profondità [m]	**S1** K [m/s]	**S2** K [m/s]	**S3** K [m/s]	**S4** K [m/s]
4.10-4.60 (limo sabbioso)	$1.83x10^{-6}$			
4.30-5.30 (limo sabbioso)		$1.62x10^{-7}$		
5.85-7.00 (argille e limi)		$4.59x10^{-8}$		
2.20-3.00 (limi, sabbie ghiaie)			$2.14x10^{-7}$	
6.00-6.70 (argille e limi)				$1.50x10^{-6}$

Segue uno schema con le principali classificazioni dei terreni in funzione del coefficiente di permeabilità.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Dalle prove di analisi in laboratorio tecnologico sui campioni di terreno, sia indisturbati (S1CI1 tra 2.50 e 3.20 metri di profondità), che disturbati (S1CR1 tra 0.0 e 1.00 metri, S2CR1 tra 1.0 e 2.0 metri di profondità, S3CR1 tra 1.0 e 2.0 metri, S4CR1 tra 0.0 e 1.0 metri di profondità) sono state eseguite prove per ricavare i coefficienti di permeabilità dei terreni, delineando i seguenti valori:

S1CI1 (2.5-3.2 metri) terreno limo sabbioso e argilloso: K = 4.20 $x10^{-10}$ [m/s]

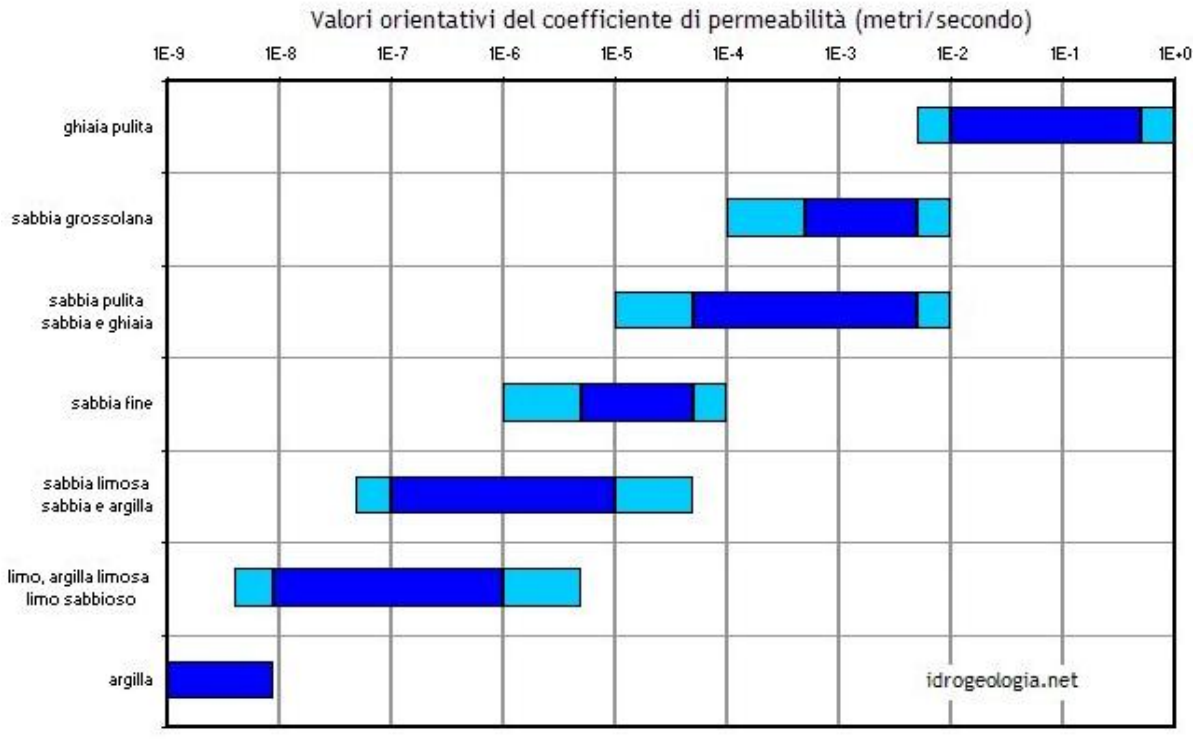
S1CR1 (0.0-1.0 metri) terreno limo sabbioso e argilloso: K = 1.20 $x10^{-9}$ [m/s]

S2CR1 (1.0-2.0 metri) terreno limo argillosa: K = 2.50 $x10^{-10}$ [m/s]

S3CR1 (1.0-2.0 metri) terreno limo sabbioso e ghiaia: K = 1.60 $x10^{-9}$ [m/s]

S4CR1 (0.0-1.0 metri) terreno argilla e sabbia: K = 2.80 $x10^{-10}$ [m/s]

Delineando una classe di permeabilità per i limi e argille superficiali dell'ordine di $x10^{-9-10}$.



9.3 – MODELLO GEOTECNICO DI SITO

Dalle prove penetrometriche eseguite in sito, e dalle risultanze delle prove geotecniche eseguite presso il laboratorio tecnologico "MM" sui campioni di terreno autoctono, sia disturbato che indisturbato, emerge il seguente modello geotecnico di sito dove è stato possibile determinare le caratteristiche medie geotecniche dei livelli litologici definiti nel modello geologico di sito.

Applicando i vari autori, emerge la seguente parametrizzazione geotecnica alle varie profondità per gli orizzonti litologici delineati.

Segue una tabella in cui si riassumono le risultanze delle varie elaborazioni per i differenti parametri geotecnici significativi.

Unità litologica	**O**	**A**	**B**	**C**
Densità Relativa Dr [%]			55%	45%
Angolo di attrito di picco - φ			25°	
Angolo di attrito residuale - φ	24.8°	27.8°		31.1°
Modulo Elastico E' [Kg/cmq]		62	106	200
Coesione non drenata – Cu [Kg/cmq]	0.70	0.76		0.72
Coesione drenata – C' [Kg/cmq]	0.15	0.18		0.14
Modulo Edometrico – Eu [Kg/cmq]	48	48		
Peso di Volume secco – γ [Ton/mc]	1.56	1.73	1.60	1.74
Peso di Volume saturo– γ [Ton/mc]	1.96	2.01	2.00	2.02

*1 daN = 1 Kg/cmq

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Dalle analisi di laboratorio sui campioni sia disturbati che indisturbati, sono emersi i parametri fisici e meccanici dei terreni, alle rispettive profondità di campionamento, come da certificati di analisi allegati:

La classe di terreno risulta compresa tra la A6 e la A76 come da seguente scheda.

Geotecnica: Classificazione dei terreni HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006)

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa							Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 >35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1 a	A1 b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 80												
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 80	≥80										
0,075 UNI 2332 %	≤15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	>10 (IP>LL30)	>10 (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤4		≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone					Da mediocre a scadente							Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				media	elevata	Media	elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

10.0 – INQUADRAMENTO SISMICO

Al fine della caratterizzazione sismica del sito, è stato eseguito uno stendimento sismico con tecnica Masw all'interno dell'area in oggetto, delineando la Vs30 di sito.

10.1 – SISMICITA' TERRITORIO COMUNALE

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" pubblicata sul Supplemento Ordinario n.72 della Gazzetta Ufficiale n.105 dell'8 maggio 2003 il Comune di Alseno viene classificato in zona 3.

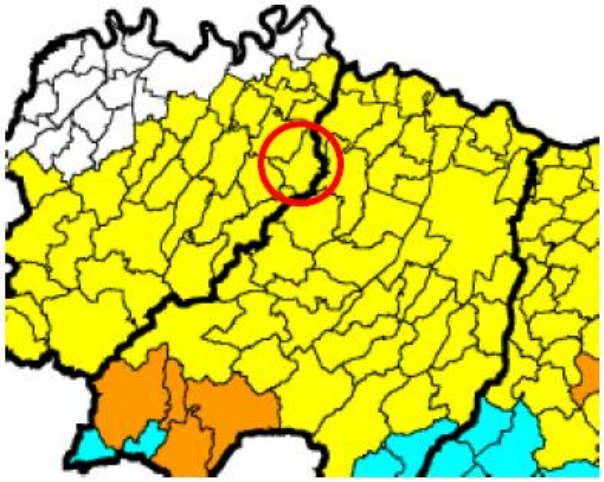


Figura 1.1. Classificazione sismica dell'Emilia-Romagna in base all'Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003, il n° di comuni si riferisce all'intero territorio regionale.

Tra le valutazioni di pericolosità di base si evidenzia come il territorio comunale di Alseno, nella zonazione sismogenetica si viene a trovare per la maggior parte del suo territorio nella zona sismogenetica 913, solo una porzione limitata nei pressi del T.Arda ricade all'interno della zona 911. Questa fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo, Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna. Il terremoto di riferimento nelle aree sismogenetiche 911 e 913 evidenzia una magnitudo Mw pari a 6.14.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

La nuova mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale è riportata nella figura che segue, elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. In tale cartografia il Comune di Alseno ricade in una zona con accelerazione massima al suolo (amax) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi (Vs30 > 800 m/s; Cat.A) compresa tra 0.125 e 0.150g.

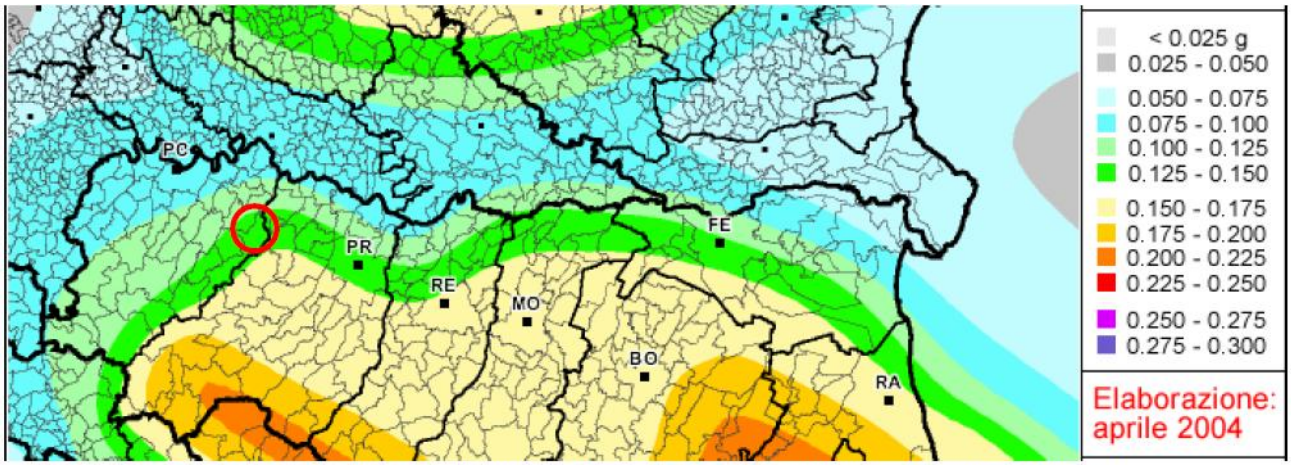


Figura E.2.2. Estratto da "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" riferimento Ordinanza del 20 marzo 2003 n.3274 All.1. espressa in termine di accelerazione massima al suolo (amax) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi (V_{s30}>800 m/s; cat .A .All.2.3.1)

CARATTERI LITOLOGICI AREA D'INTERVENTO

Dall'Indagine Sismica emerge una Vs30 media di circa 387 m/s, associata ad un passaggio litosismico a circa 2.0 metri di profondità, con incremento delle Vs da circa 200 m/s a 400 m/s (passaggio tra al litologia superficiale limosa a quella sottostante a componente ghiaiosa).
In conformità al capo 3.1 delle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" dell'Ordinanza P.C.M. 3274/03, con riferimento alla caratterizzazione litologica, a tale situazione stratigrafica può essere fatta corrispondere la categoria di suolo di fondazione di tipo C (Vs30 tra 180 e 360 m/s) o B (Vs tra 360 e 800 m/s).
Alla luce delle risultanze dei sondaggi a carotaggio eseguiti nel sito, con differenza tra il settore sud (con maggiore presenza di litologie limose) e nord (con maggiore presenza di litologie ghiaiose), a tale settore, in via precauzionale si potrebbe anche associare la classe litosismica di tipo C.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Non si hanno effetti litologici di amplificazione sismica, per l'assenza di litologie sabbiose sature nei primi 30.0 metri significativi.

REQUISITI PER LA SCELTA DEL PIANO DI POSA FONDAZIONALE

Il sito di fondazione deve essere scelto in modo che, in caso d'evento sismico, sia minimo il pericolo di collasso, instabilità, liquefazione, nonché d'eccessivo addensamento terreno.
L'area in oggetto, non si trova in corrispondenza di faglie tettoniche attive, ne di condizioni tettoniche-morfologiche che possono amplificare i pericoli derivanti da un eventuale evento sismico "per condizioni morfologiche".

Per la situazione morfologica presente al sito, si ha un parametro di correzione topografica St pari a 1.00, ne risulta, pertanto modificata l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito:

amax = Ss*St*ag

Il moto sismico in superficie nel sito, è definito dall'amax attesa e da una forma spettrale ancorata ad essa.

Dalle indagini geognostiche eseguite sul sito, a confermare indagini eseguite in aree limitrofe e stratigrafie emerse da pozzi idrici, l'area è inquadrata con un terreno appartenente alla categoria sismica di tipo "C", a tale categoria viene associato un parametro litologico Ss = 1.50.

Ne deriva che l'accelerazione massima al sito = 1.00*1.50 * ag = 1.50*ag

Dove ag = accelerazione massima orizzontale su sito di riferimento (suolo rigido con terreno di tipo A, pianeggiante T1 e free field cioè campo aperto privo di strutture).

La correzione eseguita per la determinazione dell'amax sul sito, permette di considerare le condizioni litologiche e morfologiche che possono alterare l'arrivo dell'onda sismica in sito, sempre in riferimento allo stato limite di riferimento.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

SISMICITA' TERRITORIO

I parametri sismici del sito d'intervento, sono riportati nel paragrafo precedente. Il Comune di Alseno è classificato in classe 3 rispetto alla precedente normativa sismica in materia OPCM 3274.

Seguono i parametri sismici di sito ipotizzati:

Sito in esame.

latitudine:	44,883472
longitudine:	9,916693
Classe:	4
Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 14934	Lat: 44,8808	Lon: 9,8935	Distanza: 1848,815
Sito 2 ID: 14935	Lat: 44,8829	Lon: 9,9640	Distanza: 3726,825
Sito 3 ID: 14713	Lat: 44,9328	Lon: 9,9610	Distanza: 6505,620
Sito 4 ID: 14712	Lat: 44,9307	Lon: 9,8906	Distanza: 5642,528

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	100anni
Coefficiente cu:	2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	60	[anni]
ag:	0,057	g
Fo:	2,479	
Tc*:	0,252	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	101	[anni]
ag:	0,072	g
Fo:	2,465	
Tc*:	0,264	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	949	[anni]
ag:	0,168	g
Fo:	2,525	
Tc*:	0,286	[s]

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1950 [anni]
ag: 0,208 g
Fo: 2,559
Tc*: 0,294 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:
Ss: 1,500
Cc: 1,650
St: 1,000
Kh: 0,017
Kv: 0,009
Amax: 0,841
Beta: 0,200

SLD:
Ss: 1,500
Cc: 1,630
St: 1,000
Kh: 0,022
Kv: 0,011
Amax: 1,060
Beta: 0,200

SLV:
Ss: 1,450
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,058
Kv: 0,029
Amax: 2,382
Beta: 0,240

SLC:
Ss: 1,380
Cc: 1,570
St: 1,000
Kh: 0,080
Kv: 0,040
Amax: 2,818
Beta: 0,280

LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

In accordo con l'Euro Codice 8 "UNI-ENV 1998-5-1998" al p.to 4.1.3 "terreni potenzialmente liquefacibili", si hanno le norme per la verifica alla liquefazione dei terreni.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Si definisce liquefazione, la riduzione di resistenza e/o rigidezza causata durante il sisma, dall'aumento delle pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi, tale da provocare deformazioni permanenti significative o persino da indurre nel terreno una condizione di sforzi efficaci quasi nulli.
Al p.to 4.1.10: nel caso di edifici aventi fondazioni superficiali, la verifica della suscettibilità alla liquefazione può essere omessa se il terreno sabbioso saturo (condizione litologica peggiore), si trova a profondità superiore a 15 metri.

Non è stata eseguita la verifica alla potenziale liquefazione dei terreni granulari, per la presenza di litologie ghiaiose e/o limose prevalenti, che si trovano ben al di fuori del campo litologico di potenziale liquefazione.

10.2 – SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Le condizioni che si hanno in sito, possono portare a modificazioni dell'azione sismica di riferimento, che è definita dall'accelerazione massima attesa in sito (amax) e dalle relative forme spettrali di riferimento.

Scenari di pericolosità sismica locale, possono essere dati da faglie, instabilità gravitative, liquefazione sabbie sature, amplificazioni sismiche, addensamento terreni a grana grossa, subsidenza terreni molli a grana fina.

Nel sito di riferimento, gli unici caratteri significativi derivano dalle condizioni litologiche con effetti che possono portare ad una amplificazione dell'azione sismica, tuttavia, già determinata precedentemente sull'azione sismica massima al sito con il parametro Ss, e dalle condizioni topografiche di amplificazione.

Dalle coordinate geografiche di riferimento e dalla caratterizzazione litosismica e topografica del sito si ricavano i relativi spettri elastici di risposta sismica del sito cui il progettista applicherà il coefficiente di struttura in funzione della dilatanza della struttura stessa ricavando i relativi spettri di risposta inelastici sito-struttura.
Lo spettro elastico fornisce le forze sismiche necessarie per garantire un comportamento elastico, mentre lo spettro di progetto fornisce le forze sismiche di progetto ridotte corrispondenti ad un livello di plasticizzazione compatibile con la sopravvivenza della struttura.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

10.2.1 – Analisi di II livello di approfondimento

In accordo con la Delibera Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 02-05-2007, sono stati illustrati i Criteri per la individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la Microzonazione sismica del territorio.

La pianificazione territoriale e urbanistica deve essere incentrata verso la riduzione del rischio sismico, attraverso l'analisi della pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica, orientando la pianificazione verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.

Lo studio della pericolosità di base e della pericolosità locale hanno come obiettivo:

- l'individuazione delle aree dove, in occasione di terremoti attesi possono verificarsi effetti locali,
- stimare l'entità della Risposta Sismica Locale (RSL) dei depositi litologici e della morfologia presente (Analisi della RSL),
- suddivisione del territorio in sottozone a differente pericolosità sismica locale, tramite Microzonazione Sismica (MZS).

Gli studi di RSL e MZS vanno condotti a differenti livelli di Approfondimento, secondo le finalità e applicazioni, nonché degli scenari di pericolosità locale individuati.

Dalla Tavola PSC GEO2 "Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali" si evince che il settore in oggetto è caratterizzato da depositi detritici, alluvionali, ghiaiosi, limosi indistinti. Questa condizione necessita di un II livello di approfondimento in base alla Del. RER n.112.

In una prima fase di studio (Primo Livello di Approfondimento) si definiscono gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè le parti di territorio comunale suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc): occorre ricordare che nei Comuni classificati in zona 4, può risultare sufficiente tale grado di approfondimento, salvo individuazione di scenari di pericolosità significativi.

Nella seconda fase di approfondimento (Secondo Livello di Approfondimento), sarà eseguito uno studio di Microzonazione Sismica (MZS), limitatamente alle aree urbanizzate (la città esistente) o suscettibili di urbanizzazione (le parti di territorio potenzialmente sottoposte a trasformazioni urbanistiche sostanziali

per l'espansione della città), le fasce di territorio riguardanti le reti infrastrutturali (acquedotto, fogne, energia, e relativi impianti tecnologici), ricadenti nelle aree potenzialmente soggette ad effetti locali individuate nella prima fase di studio.

In tale fase occorre definire i parametri di amplificazione dell'azione sismica del sito.

Il fattore di amplificazione FA viene ricavato secondo i dettami dell'Allegato A2 della Del.n.112/07. Occorre definire il valore della Vs30 del sito: in questo settore di Alseno ai fini dell'inquadramento sismico comunale è stato eseguito un rilievo sismico con Vs30 = 387 m/s associando a questo sito una categoria litosismica di tipo B o C.

Per la successiva determinazione del fattore di amplificazione stratigrafico (FA), il sito in oggetto è inquadrato entro l'ambito di "PIANURA 1" come da PTCP Tavola dell'Allegato B16(T), caratterizzato da ghiaie e sabbie affioranti e substrato profondo minore di 100 metri dal p.c.

Dall'Allegato A2 della Del n.112/07 si utilizzano le seguenti tabelle:

F.A. P.G.A.

Vs30	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0

Da cui deriva, che per l'area in oggetto, avendo delineato una Vs30 di 387 [m/s], si ha un:

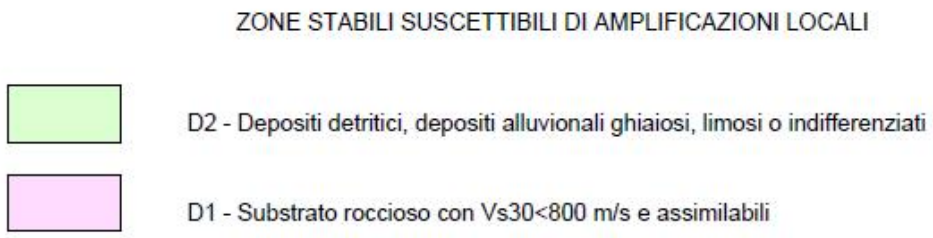
F.A. (P.G.A) = 1.6

Il fattore di amplificazione topografico St risulta essere pari a 1.00.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

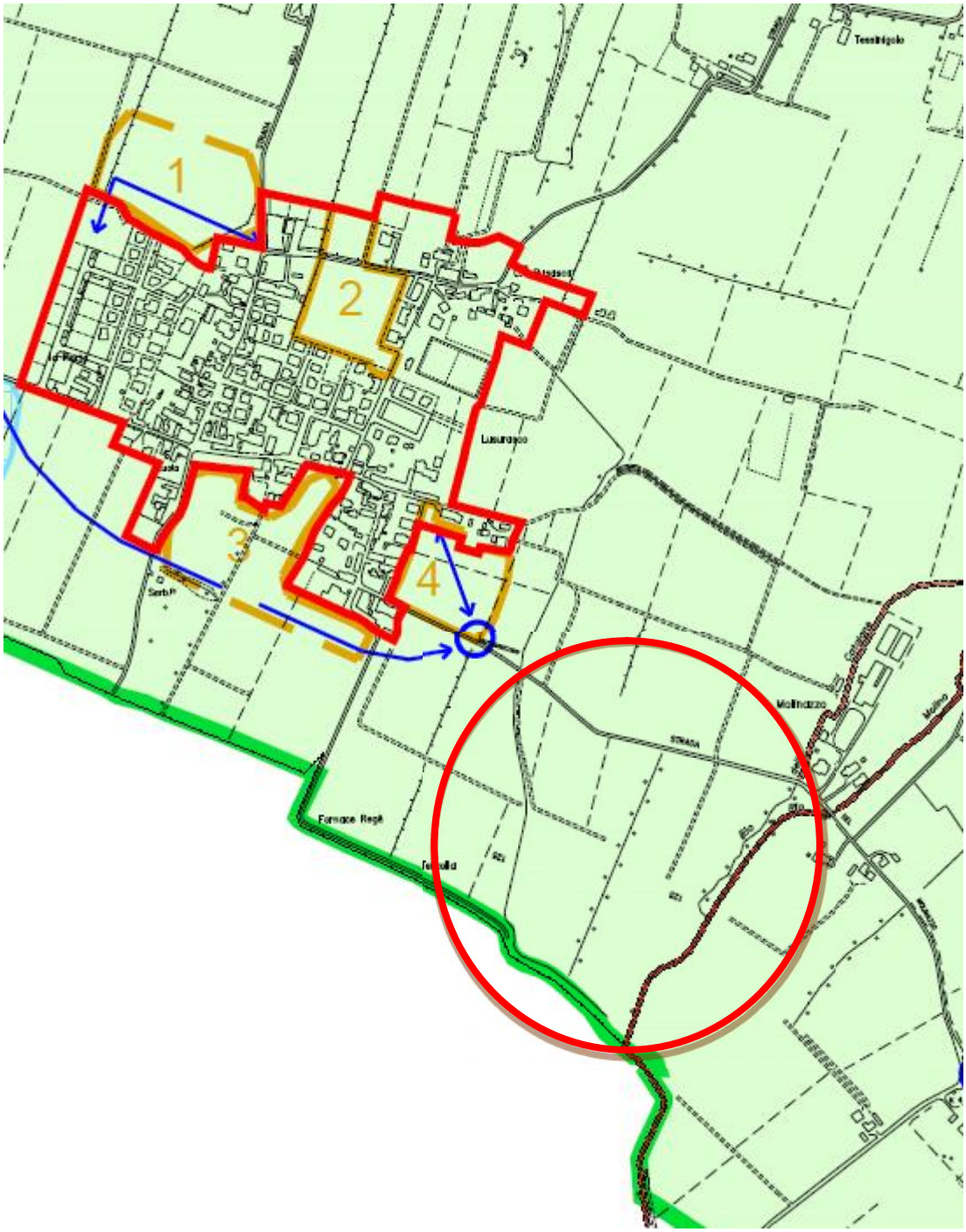
Sempre dal dall'entrata in vigore della Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della R.E.R. del 2 maggio 2007 n.112 inerente i nuovi indirizzi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna, vengono definiti per ciascun Comune della Regione i valori di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo (All. A della Del. 112/2007) espressa in funzione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), ed al Comune di Alseno si ha un valore di 0.139g.

Dalla Tavola PSC 7ter "Carta delle aree suscettibili di effetti sismici locali" estratta dal PSC, l'areale in oggetto è associato a depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati – D2, che necessità di un II livello di approfondimento sismico per effetti di sito locali per amplificazioni litologiche.



Legenda PSC 7ter.

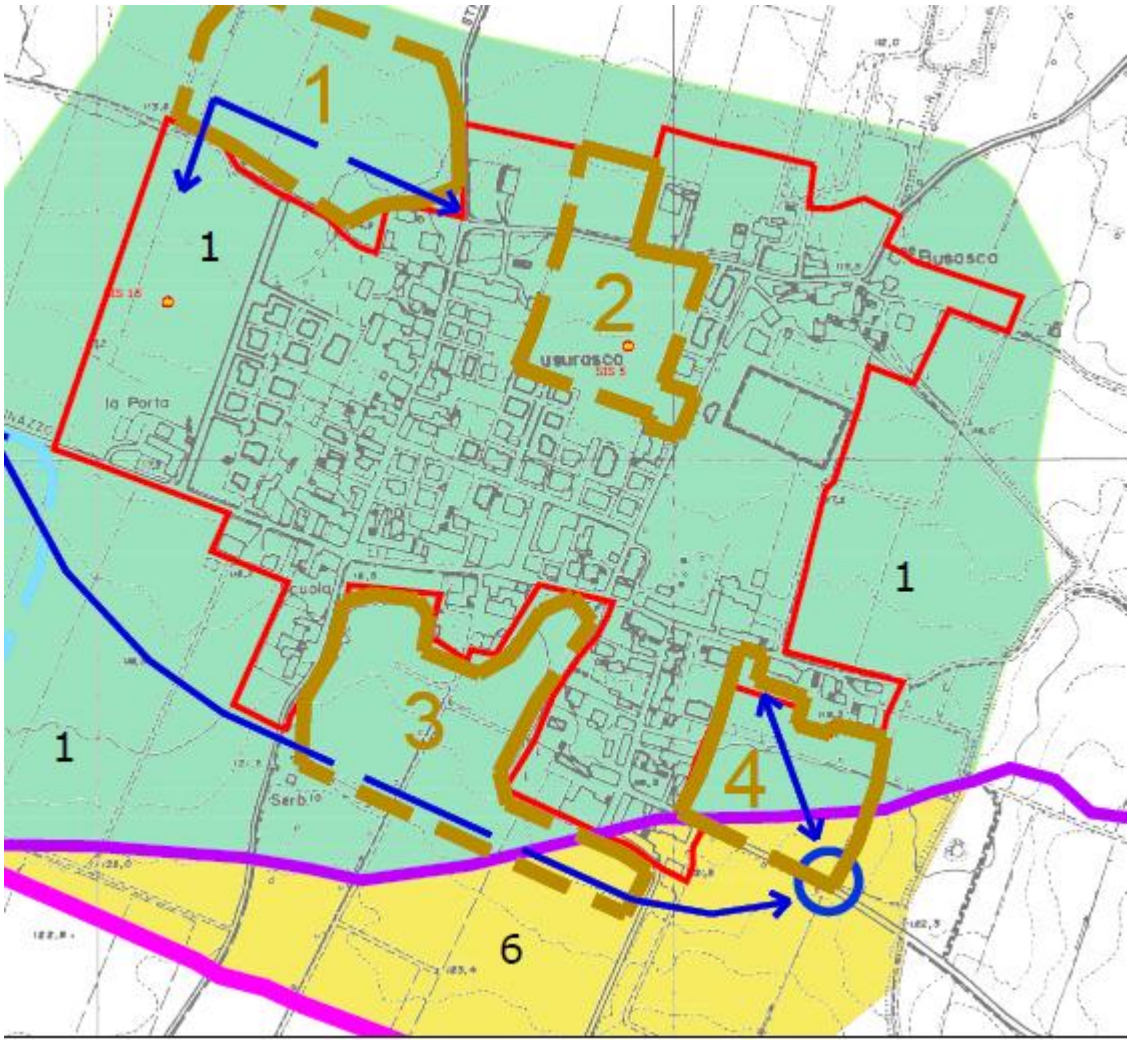
Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it



Estratto Tavola PSC 7ter del PSC.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

Dalla Carta di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale – Tavola PSC9.2, si evince che questo settore del territorio comunale risulta associato alla Zona 6 – Pianura 1, con una Vs30 caratteristica di 350 m/s, in accordo con quanto delineato dalle indagini di sito.



Estratto Tavola PSC9.2 del PSC.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

11.0 - CONCLUSIONI

La caratteristica principale del sito in oggetto è la disomogeneità litologica delineata tra il settore di monte (sud) e quello di valle (nord), con maggiore presenza di litologie ghiaiose permeabili in quest'ultimo settore di valle a partire da profondità prossime il piano campagna.

Dalla visione della carta geologica di questo settore di pianura, si ha un cambio della tessitura dei terreni, con maggiore presenza di orizzonti ghiaiosi, ma, a livello cartografico, ben più a est rispetto l'areale in oggetto.

Dalle differenti prove di permeabilità eseguite in sito, sia da prove dirette in foro (Lefranc), che da analisi di laboratorio su campioni indisturbati e disturbati, emerge che la matrice argillosa limosa e sabbiosa risulta associata a coefficienti di permeabilità K dell'ordine dei 10-6-10-10 m/s (Orizzonte A e B), mentre l'orizzonte ghiaioso con matrice limosa sabbiosa (Orizzonte C), è caratterizzato da valori del coefficiente di permeabilità K elevati, alla luce dell'impossibilità di realizzare le prove Lefranc in sito per perdita istantanea dell'acqua del carico di prova sul foro.

Il livello freatico delineato risulta associato all'Orizzonte C maggiormente permeabile ed anche alle litologie con arricchimenti sabbiosi più superficiali; attualmente è impostato a profondità tra i 4.40 (3.90) metri dall'attuale p.c. nel settore sud ed i 9.50 metri nel settore nord. Tali variazioni di quota del livello freatico possono essere associati anche ad un certo carattere artesiano superficiale, con presenza di terreno maggiormente impermeabile nel settore sud che induce un certo confinamento della falda sottostante.

Nell'areale in oggetto non si hanno segni di dissesti gravitativi, alla luce del carattere di pianura del settore entro cui si inserisce il sito in oggetto.

Occorrerà prestare attenzione alla presenza di piccole scarpate associate sia al corso d'acqua nel settore est che a quelle minori presenti nel settore ovest.

Sede legale: 29122 Piacenza – strada Val Nure, 3 – tel. 0523 464811 – fax 0523 464800 – C.F. 91096830335
info@cbpiacenza.it – www.cbpiacenza.it
e-mail certificata: cbpiacenza@pec.it

In allego si hanno le risultanze delle varie prove geognostiche e delle analisi eseguite in sito.



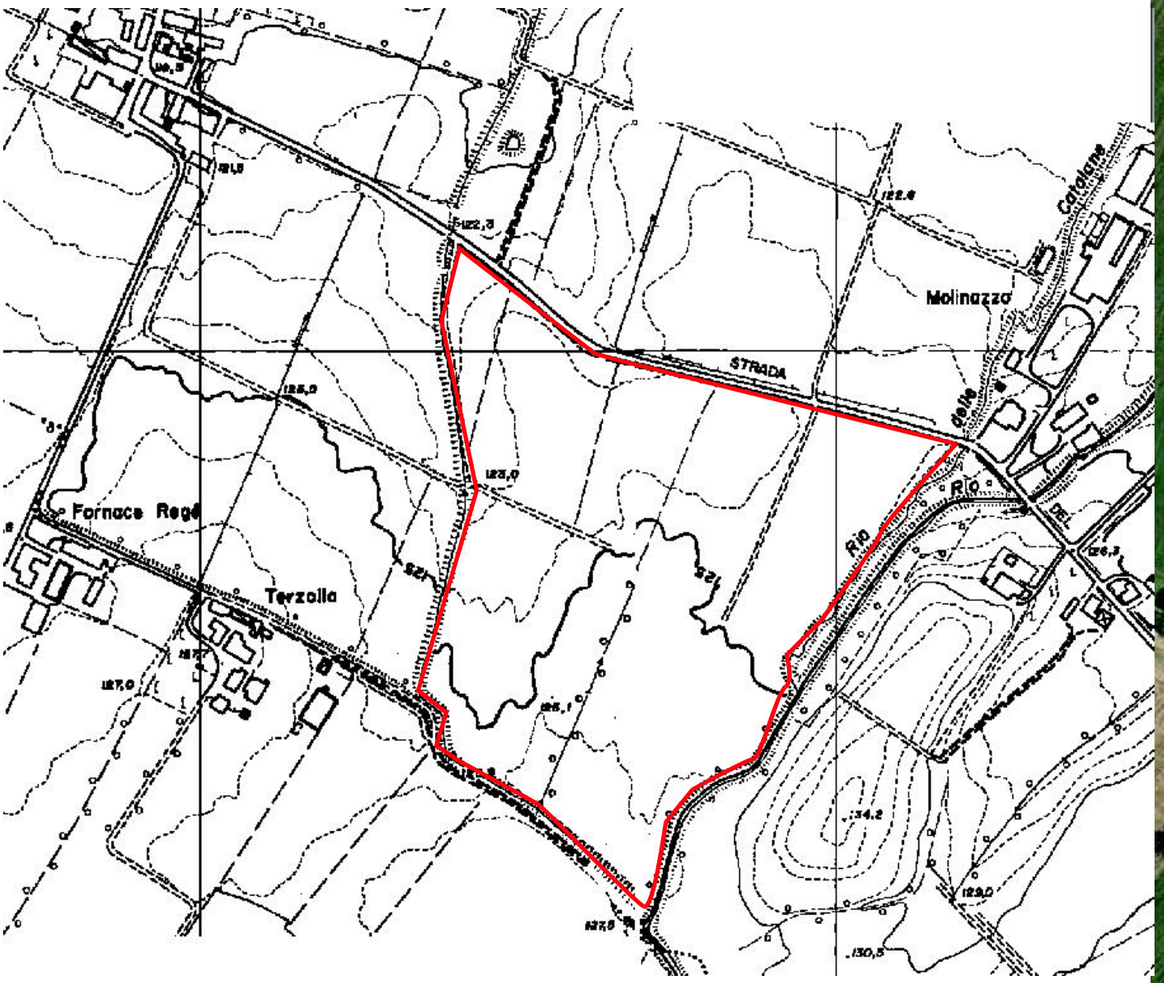
Nel dichiararmi a disposizione per eventuali chiarimenti, colgo l'occasione per porgere i più distinti saluti.

Fiorenzuola d'Arda

27 dicembre 2017

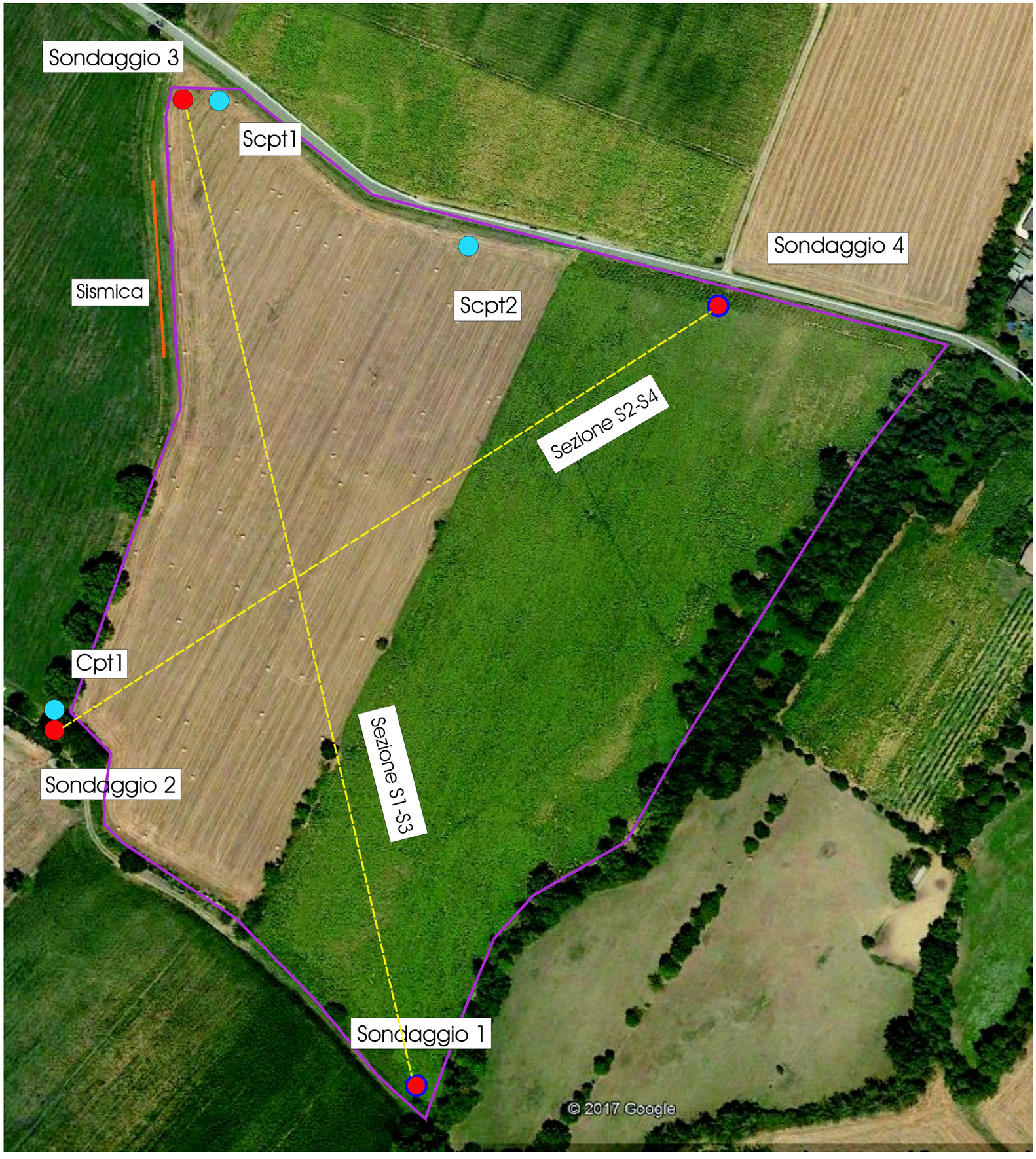
Massimo dott. Mannini geologo

INVASO ACQUIFERO DI PROGETTO
"MOLINAZZO"
Comune di Alseno - Pc





INVASO ACQUIFERO DI PROGETTO
"MOLINAZZO"
Comune di Alseno - Pc

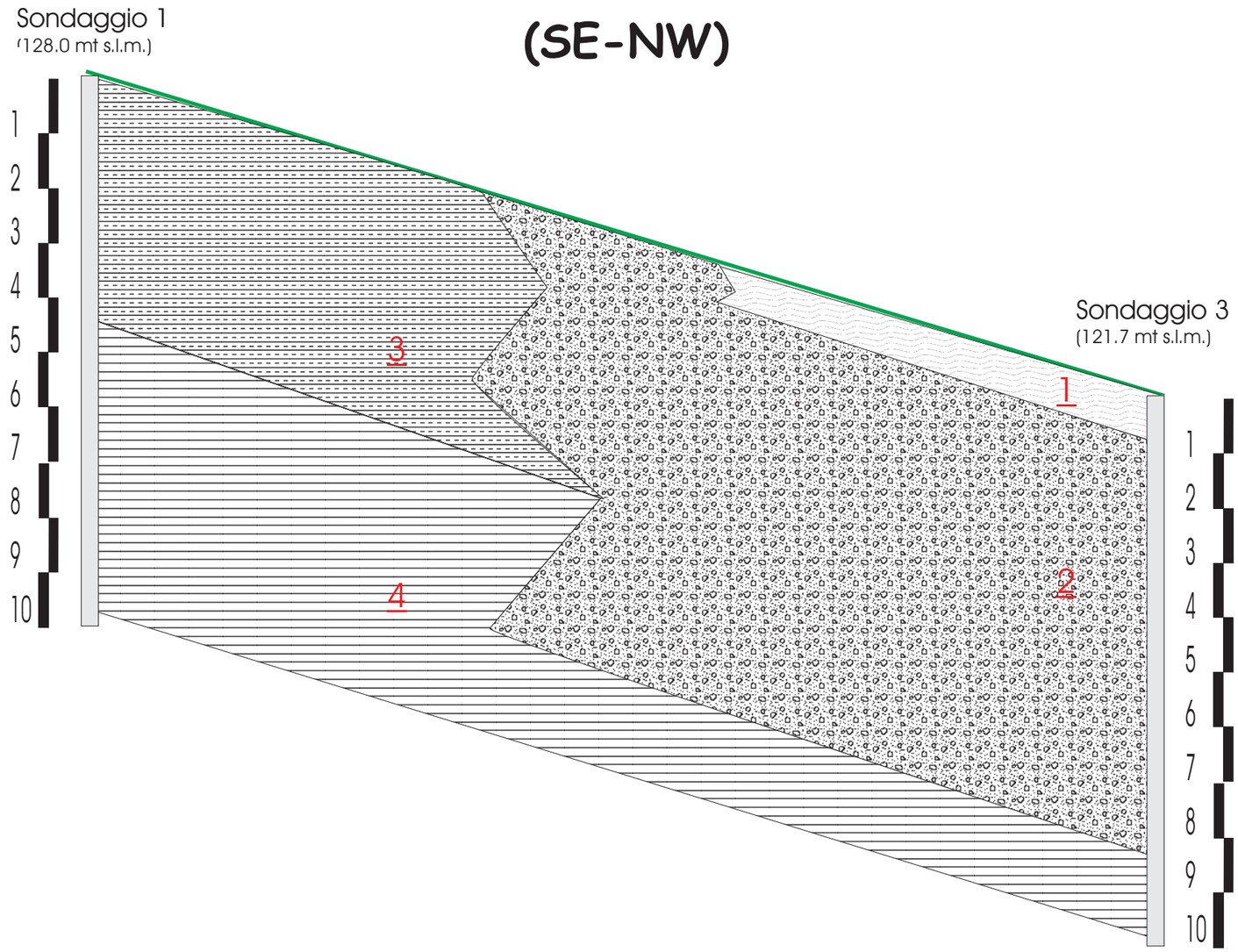


Sondaggi Geognostici

- Sondaggio a carotaggio continuo
- Sondaggio a carotaggio continuo con installazione piezometro
- Prove penetrometriche statiche e dinamiche
- Indagine sismica
- Tracce sezioni litologiche

Nord

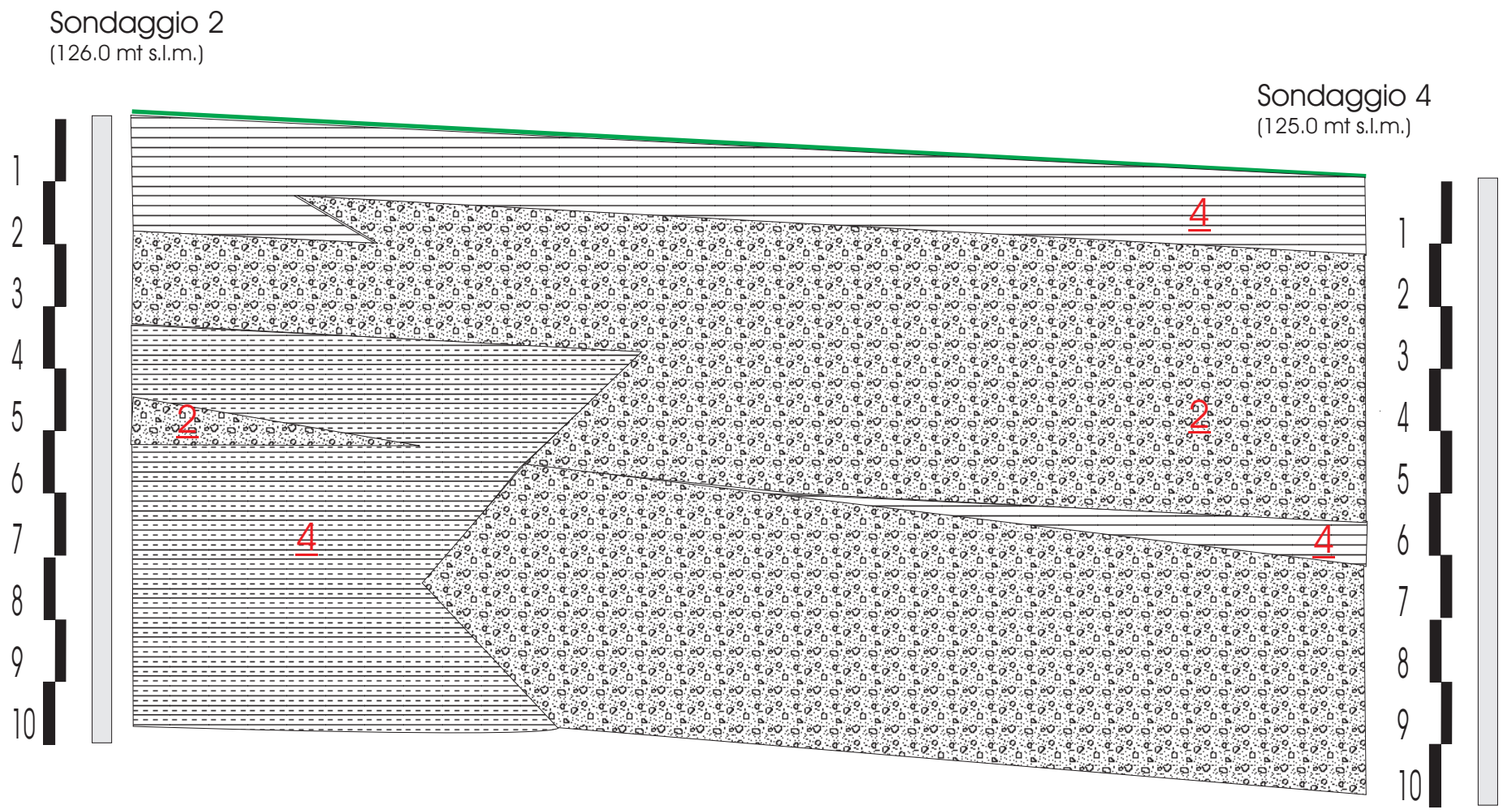
SEZIONE LITOLOGICA
(SE-NW)



1		Coltre di copertura
2		Ghiaia con sabbia e limo
3		Sabbia e limo
4		Argilla e limo

Scala verticale 1:150
Scala orizzontale 1:2.500

SEZIONE LITOLOGICA
(SW-NE)



Scala verticale 1:150
Scala orizzontale 1:2.500

1		Coltre di copertura
2		Ghiaia con sabbia e limo
3		Sabbia e limo
4		Argilla e limo

REPORT SONDAGGI ESEGUITI IN SITO

PARMAGEO S.r.l.
indagini geognostiche
V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR)
☎ 0521.681030 • 0521.1550449
info@parmageo.com • www.parmageo.com
C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347
REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Committente: CONSORZIO DELLA BONIFICA DI PIACENZA		Sondaggio N°: Pe_S1	Pag: 1/1
Località: Lago "Perego 1"		Certificato di prova N°: 17/102.G_Pe_S1	
Cantiere: Val D'Arda (PC)		Data inizio: 16/11/2017	Data fine: 17/11/2017
Il geologo di cantiere: Dr. S. Verduri	Fluido perf.: acqua	Metodo: carotaggio cont.	Quota inizio: p.c.
Il direttore del laboratorio: Dr. E. Faccini	Perforatrice: MDT "80 "	Coordinate:	

Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Nspt	Campioni	Cassetta	Carotaggio %	Tubo aperto	Falda
		Coltre di ricoprimento caratterizzata dalla coticizzazione di varie litologie: limo-sabbiose, limo-argillose e sabbiose di colore marrone, da rossastro a giallastro, ad indicare prolungati fenomeni di alterazione ed ossidazione dell'ammasso terroso. Tali fenomeni trovano conferma anche nel forte grado di alterazione delle ghiaie inglobate nella matrice, a clasti spesso spigolosi in quanto friabili e facilmente disgregabili. A tratti, la matrice risulta decisamente intrisa di clasti millimetrici con queste caratteristiche.	1 2 3 4		2.50 CI 1 3.20	1	100		
3.90		Limi e limi sabbiosi di colore marrone.							
4.70		Argille alternate a limi argillosi e argille limose. Colorazione marrone con variegature grigiognole e screziature ocracee. Qualche puntinatura organica.	5 6 7						6.30
7.00									
7.45		Depositi argillosi e limosi (subordinati) di colore grigio.	8 9 10			2			
8.50									
9.00									
10.00									

1) Prova di permeabilità LEFRANC eseguita tra - 4.10 e - 4.60 m da p.c..

IMPRESA ESECUTRICE:

PARMAGEO S.r.l.

Indagini Geognostiche

Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. e Fax 0521.681030
www.parmageo.com - info@parmageo.com

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA PIACENZA

LOCALITÁ: VAL D'ARDA

CANTIERE: LAGO PEREGO 1

SONDAGGIO N°: S1

CASSA N°: 1

da m: 0.00 a m: 5.00

CI 1
M. 2.50 ÷ 3.20

IMPRESA ESECUTRICE:

PARMAGEO S.r.l.

Indagini Geognostiche

Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. e Fax 0521.681030
www.parmageo.com - info@parmageo.com

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA PIACENZA

LOCALITÁ: VAL D'ARDA

CANTIERE: LAGO PEREGO 1

SONDAGGIO N°: S1

CASSA N°: 2

da m: 5.00 a m: 10.00

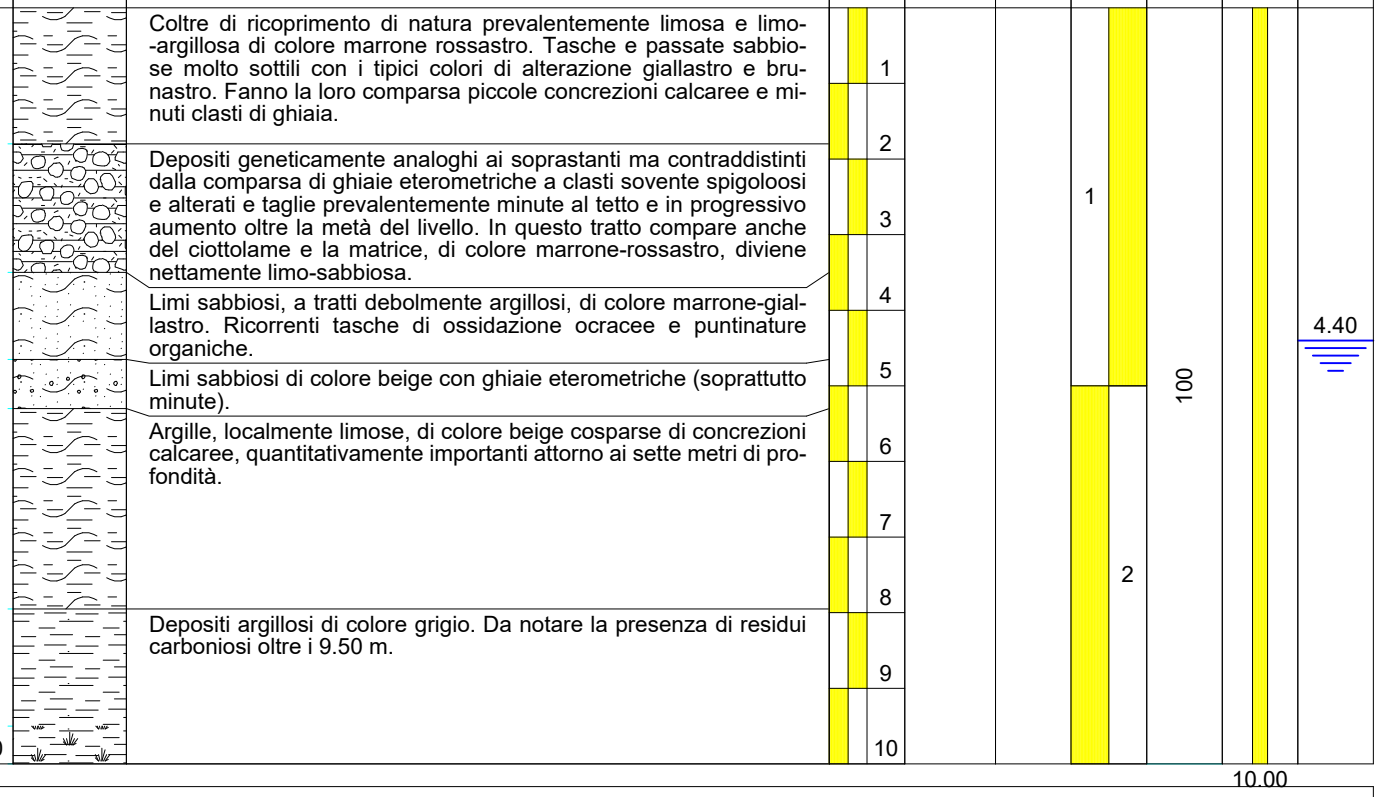



MDT 80 V
MDT 80 V
MDT
MDT

PARMAGEO S.r.l.
indagini geognostiche
V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR)
☎ 0521.681030 • 0521.1550449
info@parmageo.com • www.parmageo.com
C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347
REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Committente: CONSORZIO DELLA BONIFICA DI PIACENZA		Sondaggio N°: Pe_S2	Pag: 1/1
Località: Lago "Perego 1"		Certificato di prova N°: 17-102.G_Pe_S2	
Cantiere: Val D'Arda (PC)		Data inizio: 17/11/2017	Data fine: 17/11/2017
Il geologo di cantiere: Dr. S. Verduri	Fluido perf.: acqua	Metodo: carotaggio cont.	Quota inizio: p.c.
Il direttore del laboratorio: Dr. E. Faccini	Perforatrice: MDT "80 "	Coordinate:	

Profondita'	Stratigrafia	Descrizione
1.80		Coltre di ricoprimento di natura prevalentemente limosa e limo-argillosa di colore marrone rossastro. Tasche e passate sabbiose molto sottili con i tipici colori di alterazione giallastro e brunastro. Fanno la loro comparsa piccole concrezioni calcaree e minuti clasti di ghiaia.
3.50		Depositi geneticamente analoghi ai soprastanti ma contraddistinti dalla comparsa di ghiaie eterometriche a clasti sovente spigoloosi e alterati e taglie prevalentemente minute al tetto e in progressivo aumento oltre la metà del livello. In questo tratto compare anche del ciottolame e la matrice, di colore marrone-rossastro, diviene nettamente limo-sabbiosa.
4.65		Limi sabbiosi, a tratti debolmente argillosi, di colore marrone-giallastro. Ricorrenti tasche di ossidazione ocracee e puntinature organiche.
5.30		Limi sabbiosi di colore beige con ghiaie eterometriche (soprattutto minute).
7.95		Argille, localmente limose, di colore beige cosparse di concrezioni calcaree, quantitativamente importanti attorno ai sette metri di profondità.
9.50		Depositi argillosi di colore grigio. Da notare la presenza di residui carboniosi oltre i 9.50 m.
10.00		



Prove di permeabilità LEFRANC:
n. 1 eseguita tra - 4.30 e - 5.30 m da p.c.
n. 2 eseguita tra - 5.85 e - 7.00 m da p.c.

IMPRESA ESECUTRICE:

PARMAGEO S.r.l.

Indagini Geognostiche

Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. e Fax 0521.681030
www.parmageo.com - info@parmageo.com

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA PIACENZA

LOCALITÁ: VAL D'ARDA

CANTIERE: LAGO PEREGO 1

SONDAGGIO N°: S2

CASSA N°: 1

da m: 0.00 a m: 5.00

IMPRESA ESECUTRICE:

PARMAGEO S.r.l.

Indagini Geognostiche

Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. e Fax 0521.681030
www.parmageo.com - info@parmageo.com

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA PIACENZA

LOCALITÁ: VAL D'ARDA

CANTIERE: LAGO PEREGO 1

SONDAGGIO N°: S2

CASSA N°: 2

da m: 5.00 a m: 10.00





PARMAGEO S.r.l.
indagini geognostiche
V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR)
☎ 0521.681030 • 0521.1550449
info@parmageo.com • www.parmageo.com
C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347
REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Committente: CONSORZIO DELLA BONIFICA DI PIACENZA		Sondaggio N°: Pe_S3	Pag: 1/1
Località: Lago "Perego 1"		Certificato di prova N°: 17-102.G_Pe_S3	
Cantiere: Val D'Arda (PC)		Data inizio: 20/11/2017	Data fine: 20/11/2017
Il geologo di cantiere: Dr. S. Verduri	Fluido perf.: acqua	Metodo: carotaggio cont.	Quota inizio: p.c.
Il direttore del laboratorio: Dr. E. Faccini	Perforatrice: MDT "80 "	Coordinate:	

Profondita'	Stratigrafia	Descrizione
0.15		Terreno vegetale.
0.60		Capezzagna carrabile in materiali terrosi frammisti a ghiaie, sabbie e frammenti di laterizi.
0.80		Coltre di copertua di natura limo-sabbiosa di colore marrone.
		Alluvioni granulometricamente grossolane a base ghiaiosa in abbondante matrice limo-sabbiosa di colore marrone.
2.00		Limi sabbiosi, ghiaiosi o debolmente ghiaiosi, di colore marrone leggermente rossastro.
3.00		Alluvioni c.s. caratterizzate da clasti generalmente alterati ed immersi in abbondante matrice limo-sabbiosa marrone leggermente rossastra o giallastra. Da segnalare la presenza di un masso di oltre venti centimetri alla base del livello. Si segnala come visivamente risulti molto difficile stabilire nei vari tratti quale delle due frazioni, fine e grossolana, prevalga sull'altra.
8.40		Depositi prevalentemente argillosi di colore marrone, da grigiastro a giallo-rossastro. Notare la presenza di residui carboniosi e calcinelli calcarei.
10.00		

Scala 1:100 — 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Nspt

Campioni: 3.20 CI 1 3.90

Cassetta: 1 2

Carotaggio %: 100

Tubo aperto

Falda: 7.80

1) Prova di permeabilità LEFRANC eseguita tra - 2.20 e - 3.00 m da p.c..

IMPRESA ESECUTRICE:

PARMAGEO S.r.l.

Indagini Geognostiche

Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. e Fax 0521.681030
www.parmageo.com - info@parmageo.com

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA PIACENZA

LOCALITÁ: VAL D'ARDA

CANTIERE: LAGO PEREGO 1

SONDAGGIO N°: S3

CASSA N°: 1

da m: 0,00 a m: 5,00

C. I. 1
da m 3,20 - m 3,90

IMPRESA ESECUTRICE:

PARMAGEO S.r.l.
Indagini Geognostiche

Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. e Fax 0521.681030
www.parmageo.com - info@parmageo.com

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA PIACENZA

LOCALITÁ: VAL D'ARDA

CANTIERE: LAGO PEREGO 1

SONDAGGIO N°: S3

CASSA N°: 2

da m: 5.00 a m: 10.00



PARMAGEO S.r.l.
indagini geognostiche
V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR)
☎ 0521.681030 • 0521.1550449
info@parmageo.com • www.parmageo.com
C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347
REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Committente: CONSORZIO DELLA BONIFICA DI PIACENZA		Sondaggio N°: Pe_S4	Pag: 1/1
Località: Lago "Perego 1"		Certificato di prova N°: 17-102.G_Pe_S4	
Cantiere: Val D'Arda (PC)		Data inizio: 21/11/2017	Data fine: 21/11/2017
Il geologo di cantiere: Dr. S. Verduri	Fluido perf.: acqua	Metodo: carotaggio cont.	Quota inizio: p.c.
Il direttore del laboratorio: Dr. E. Faccini	Perforatrice: MDT "80 "	Coordinate:	

Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:100	Nspt	Campioni	Cassetta	Carotaggio %	Tubo aperto	Falda
0.80		Coltre di copertua di colore marrone scuro e natura litologica variabile da argillosa al tetto a limo-sabbiosa alla base, verso la quale compare, in forma sempre più consistente, anche una frazione ghiaiosa molto alterata.	1						
1.10		Alluvioni granulometricamente grossolane a base ghiaioso-ciottolosa e matrice prevalentemente sabbiosa.	2			1			
3.00		Alluvioni di nuovo ghiaiose ma con percentuali di limo decisamente superiori a quelle del livello soprastante; la matrice, prima grigiastra, ora assume colorazione marrone.	3 4 5						
5.50		Intervallo ad argille/argille-limose passanti a limi sabbiosi. Colore marrone.	6				100		
6.00									
6.35		Ghiaie eterometriche, spesso alterate, in abbondante matrice limo-sabbiosa di colore marrone a tratti leggermente rossastro o giallastro. Dal semplice esame speditivo di campagna risulta alquanto difficile stabilire le proporzioni relative di frazione fine e frazione grossolana presenti nel sedimento.	7 8 9			2			
10.00			10					10.00	9.50

1) Prova di permeabilità LEFRANC eseguita tra - 6.00 e - 6.70 m da p.c..

IMPRESA ESECUTRICE:

PARMAGEO S.r.l.

Indagini Geognostiche

Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. e Fax 0521.681030
www.parmageo.com - info@parmageo.com

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA PIACENZA

LOCALITÁ: VAL D'ARDA

CANTIERE: LAGO PEREGO 1

SONDAGGIO N°: S4

CASSA N°: 1

da m: 0.00 a m: 5.00

IMPRESA ESECUTRICE:

PARMAGEO S.r.l.

Indagini Geognostiche

Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. e Fax 0521.681030
www.parmageo.com - info@parmageo.com

COMMITTENTE: CONSORZIO BONIFICA PIACENZA

LOCALITÁ: VAL D'ARDA

CANTIERE: LAGO PEREGO 1

SONDAGGIO N°: S4

CASSA N°: 2

da m: 5,00 a m: 10,00




MDT 80 V
MDT 80 V

REPORT PROVE PENETROMETRICHE

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

Rifer. 17-102PE

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

2.010496-053

- committente : Consorzio di Bonifica di Piacenza
- lavoro : Val d'Arda
- località : Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)
- note :
- data : 29/11/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/Rl	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/Rl
m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	m	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-
0,20	----	----	--	------	----	2,80	200,0	263,0	200,0	3,67	55,0
0,40	----	----	--	0,93	----	**3,00**	140,0	195,0	140,0	3,00	47,0
0,60	14,0	28,0	14,0	0,87	16,0	3,20	46,0	91,0	46,0	0,73	63,0
0,80	18,0	31,0	18,0	2,60	7,0	3,40	30,0	41,0	30,0	0,87	35,0
1,00	84,0	123,0	84,0	1,87	45,0	3,60	23,0	36,0	23,0	1,07	22,0
1,20	80,0	108,0	80,0	4,00	20,0	3,80	22,0	38,0	22,0	2,73	8,0
1,40	127,0	187,0	127,0	3,73	34,0	**4,00**	89,0	130,0	89,0	2,73	33,0
1,60	112,0	168,0	112,0	6,27	18,0	4,20	103,0	144,0	103,0	2,33	44,0
1,80	68,0	162,0	68,0	2,60	26,0	4,40	65,0	100,0	65,0	1,53	42,0
2,00	36,0	75,0	36,0	1,47	25,0	4,60	51,0	74,0	51,0	1,40	36,0
2,20	45,0	67,0	45,0	1,60	28,0	4,80	46,0	67,0	46,0	1,40	33,0
2,40	42,0	66,0	42,0	1,60	26,0	**5,00**	49,0	70,0	49,0	-----	----
2,60	82,0	106,0	82,0	4,20	20,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

Rifer. 17-102PE

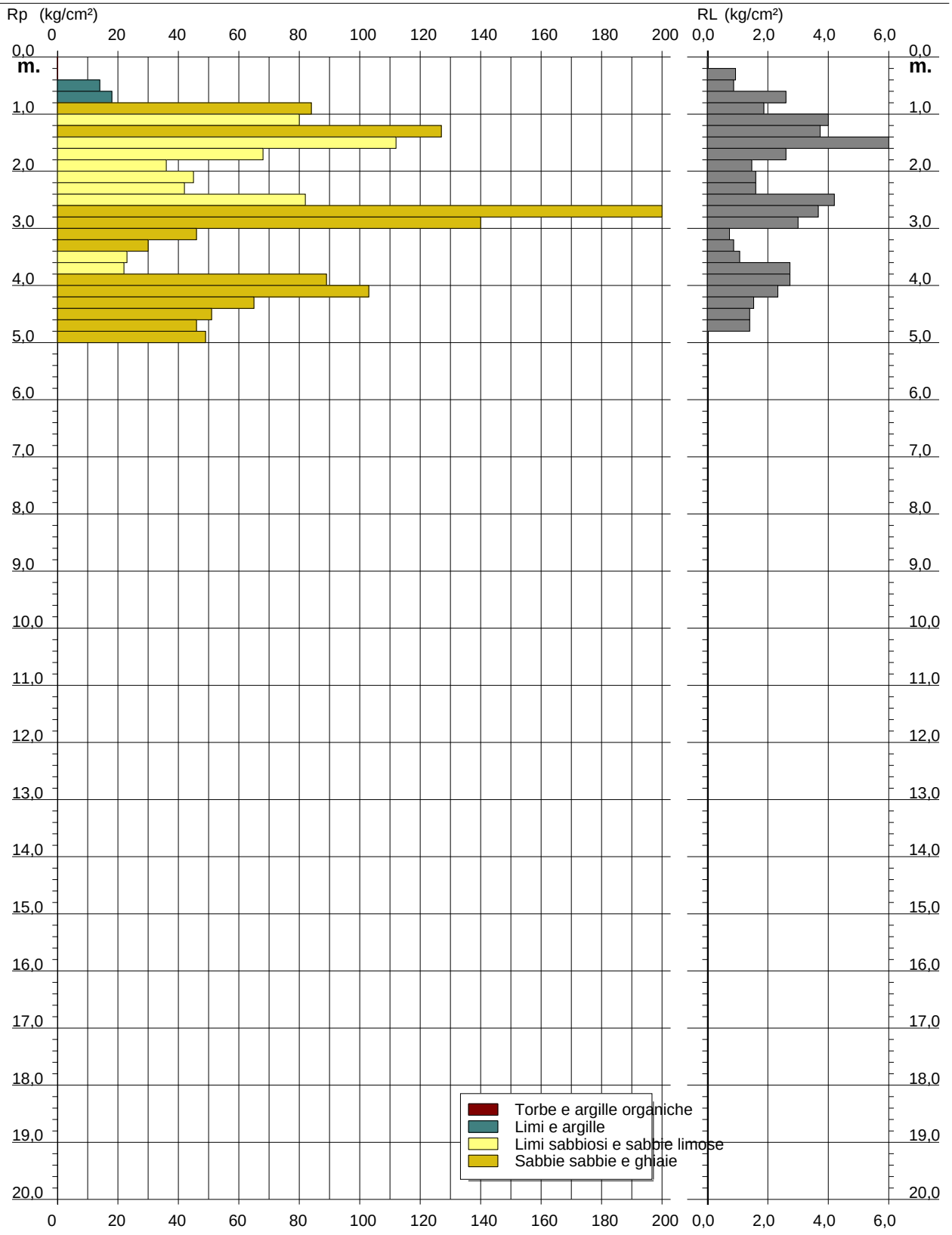
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-053

- committente : Consorzio di Bonifica di Piacenza
- lavoro : Val d'Arda
- località : Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)

- data : 29/11/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

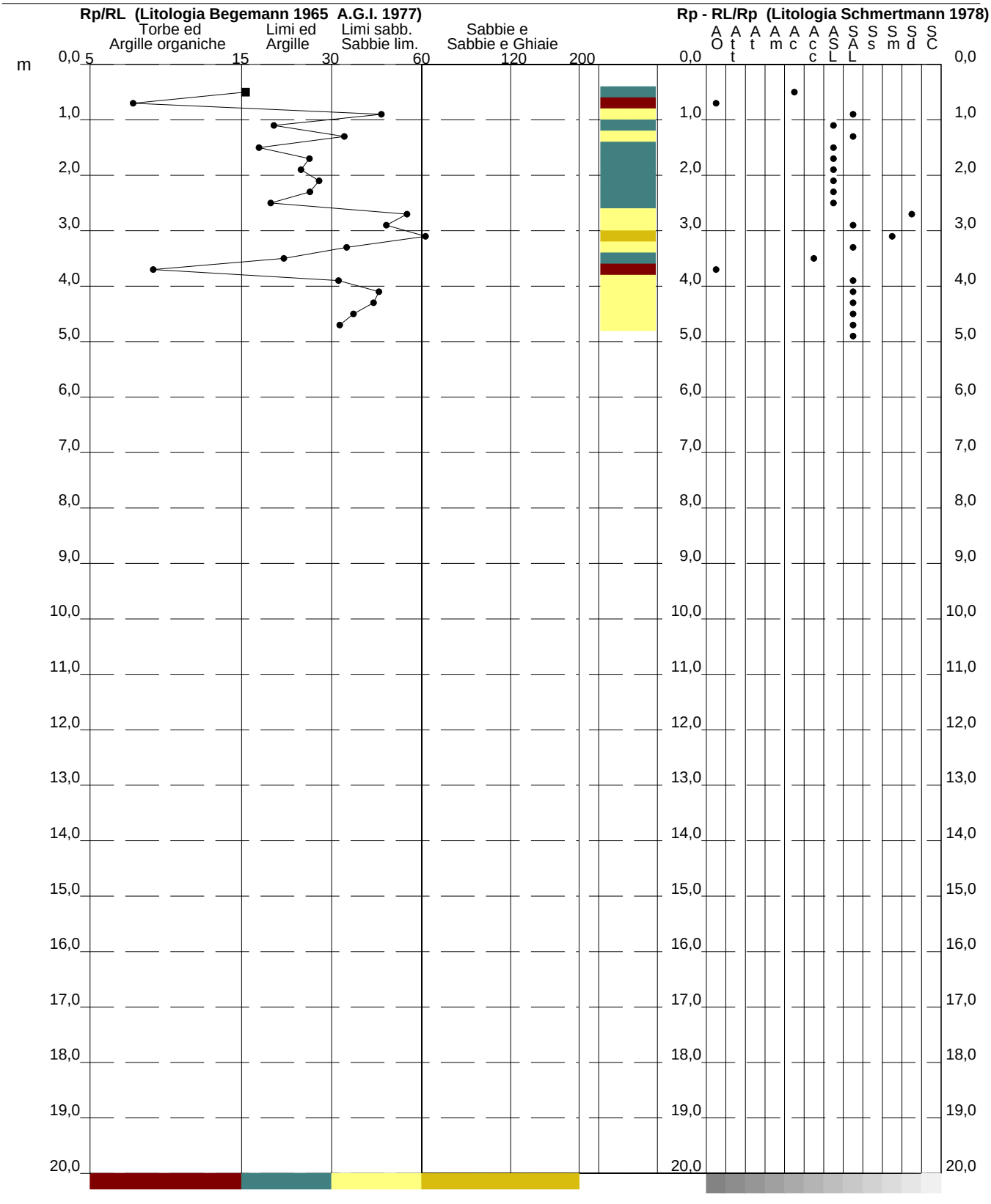
Rifer. 17-102PE

PROVA PENETROMETRICA STATICA — CPT 1
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

2.010496-053

- committente : Consorzio di Bonifica di Piacenza
- lavoro : Val d'Arda
- località : Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)
- note :

- data : 29/11/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

Rifer. 17-102PE

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

2.010496-053

- committente : Consorzio di Bonifica di Piacenza
- lavoro : Val d'Arda
- località : Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)
- note :
- data : 29/11/2017
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

											NATURA COESIVA							NATURA GRANULARE			
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	14	16	2////	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	18	7	2////	1,85	0,15	0,75	47,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	84	45	3::::	1,85	0,19	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	33	0,258	140	210	252
1,20	80	20	4/:/:	1,85	0,22	2,67	99,9	453	680	240	100	42	43	45	46	43	33	0,258	133	200	240
1,40	127	34	3::::	1,85	0,26	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	35	0,258	212	318	381
1,60	112	18	4/:/:	1,85	0,30	3,73	99,9	635	952	336	100	42	43	45	46	43	34	0,258	187	280	336
1,80	68	26	4/:/:	1,85	0,33	2,27	69,0	385	578	204	86	40	42	43	45	40	32	0,208	113	170	204
2,00	36	25	4/:/:	1,85	0,37	1,20	27,3	204	306	108	61	37	39	41	43	37	30	0,134	60	90	108
2,20	45	28	4/:/:	1,85	0,41	1,50	32,1	255	383	135	66	37	39	41	43	38	31	0,149	75	113	135
2,40	42	26	4/:/:	1,85	0,44	1,40	26,4	238	357	126	62	37	39	41	43	37	30	0,136	70	105	126
2,60	82	20	4/:/:	1,85	0,48	2,73	55,1	465	697	246	83	40	41	43	45	39	33	0,200	137	205	246
2,80	200	55	3::::	1,85	0,52	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	38	0,258	333	500	600
3,00	140	47	3::::	1,85	0,55	--	--	--	--	--	98	42	43	44	46	41	36	0,251	233	350	420
3,20	46	63	3::::	1,85	0,59	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	36	31	0,125	77	115	138
3,40	30	35	3::::	1,85	0,63	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	33	29	0,084	50	75	90
3,60	23	22	4/:/:	1,85	0,67	0,87	8,7	158	237	69	31	32	35	38	41	31	28	0,061	38	58	69
3,80	22	8	4/:/:	1,85	0,70	0,85	7,9	169	254	66	29	32	35	37	40	30	28	0,055	37	55	66
4,00	89	33	3::::	1,85	0,74	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	38	33	0,175	148	223	267
4,20	103	44	3::::	1,85	0,78	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	38	34	0,187	172	258	309
4,40	65	42	3::::	1,85	0,81	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	36	32	0,137	108	163	195
4,60	51	36	3::::	1,85	0,85	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	34	31	0,111	85	128	153
4,80	46	33	3::::	1,85	0,89	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	31	0,099	77	115	138
5,00	49	--	3::::	1,85	0,93	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	31	0,102	82	123	147

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).

Caratteristiche:

- punta conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura α= 60 ° -(area punta Ap = 10 cm²)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm²)
- velocità di avanzamento costante V = 2 cm / sec ($\pm$ 0,5 cm / sec)
- spinta max nominale dello strumento Smax variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.$\Rightarrow$ Spinta) Ct = SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA

fase 1 - resistenza alla punta Rp (Kg / cm²) = (L. punta) Ct /10

fase 2 - resistenza laterale locale RL (Kg / cm²) = [(L. laterale) - (L. punta)] Ct / 150

fase 3 - resistenza totale Rt (Kg) = (L. totale) Ct

Rp / RL = 'rapporto Begemann'

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione Ct .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale RL viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N ≈ 100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N ≈ 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa ≈ 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (MegaPascal) = 1 MN/m² = 1000 kN/m² = 1000 kPa ≈ 100 t / m2 = 10 kg/cm²

kg/cm² = 10 t/m² ≈ 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg ≈ 10 kN

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: **F = (Rp / RL)**

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = Rp / RL	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 < F ≤ 60	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
F > 60	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di Rp e di FR = (RL / Rp) % :

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- 1/3 ± 1/2 di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

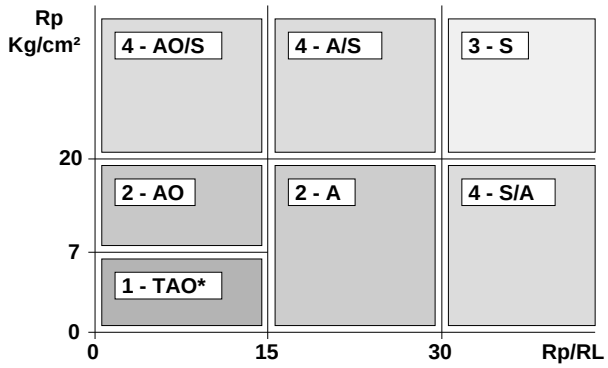
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto Rp / RL
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

Rp $\leq$ 20 kg/cm² : possibili terreni COESIVI anche se (Rp / RL) > 30

Rp $\geq$ 20 kg/cm² : possibili terreni GRANULARI anche se (Rp / RL) < 30



NATURA LITOLOGICA

1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
2 - COESIVA IN GENERE
3 - GRANULARE
4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - Rp - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
σ'vo = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - Rp]
OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - σ'vo]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - Rp]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'vo] (Schmertmann 1976)
Ø' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : Ø' - Dr - Rp - σ'vo]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
Ø1s - (Schmertmann) sabbia fine uniforme Ø2s - sabbia media unif./ fine ben gradata
Ø3s - sabbia grossa unif./ media ben gradata Ø4s - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
Ødm - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. Ømy - (Meyerhof) sabbie limose
Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **TG 73-100/200**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 73-100/200

PESO MASSA BATTENTE	M	= 75,00 kg	
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,75 m	
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms	= 0,71 kg	
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 51,00 mm	
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 20,43 cm²	
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 60 °	
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1,50 m	
PESO ASTE PER METRO	Ma	= 7,13 kg	
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,60 m	
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,30 m	
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(30) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 30 cm	
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI		
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q	= (MH)/(Aδ) = 9,18 kg/cm²	(prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	βt	= Q/Qspt = 1,172	(teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$\mathbf{Rpd = M^2 H / [A\ e\ (M+P)] = M^2 H N / [A\ \delta\ (M+P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm² 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

Riferimento: 17-102P

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente : Consorzio di Bonifica di Piacenza
- lavoro : Val d'Arda
- località : Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)
- note :
- data : 29/11/2017
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,30	13	103,6	1
0,30 - 0,60	14	111,5	1
0,60 - 0,90	6	42,5	2
0,90 - 1,20	9	63,8	2
1,20 - 1,50	5	35,4	2
1,50 - 1,80	7	49,6	2
1,80 - 2,10	5	35,4	2
2,10 - 2,40	4	25,5	3
2,40 - 2,70	6	38,3	3
2,70 - 3,00	6	38,3	3
3,00 - 3,30	5	31,9	3
3,30 - 3,60	5	31,9	3
3,60 - 3,90	7	40,7	4
3,90 - 4,20	4	23,2	4
4,20 - 4,50	4	23,2	4
4,50 - 4,80	4	23,2	4
4,80 - 5,10	6	34,9	4

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 73-100/200**
- M (massa battente)= **75,00** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [δ = 30 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

Riferimento: 17-102P

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente : Consorzio di Bonifica di Piacenza
- lavoro : Val d'Arda
- località : Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)
- note :
- data : 29/11/2017
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,30	3	23,9	1
0,30 - 0,60	3	23,9	1
0,60 - 0,90	8	56,7	2
0,90 - 1,20	6	42,5	2
1,20 - 1,50	18	127,6	2
1,50 - 1,80	10	70,9	2
1,80 - 2,10	12	85,1	2
2,10 - 2,40	10	63,9	3
2,40 - 2,70	9	57,5	3
2,70 - 3,00	9	57,5	3
3,00 - 3,30	7	44,7	3
3,30 - 3,60	6	38,3	3
3,60 - 3,90	6	34,9	4
3,90 - 4,20	6	34,9	4
4,20 - 4,50	7	40,7	4
4,50 - 4,80	5	29,0	4
4,80 - 5,10	5	29,0	4
5,10 - 5,40	5	26,6	5
5,40 - 5,70	----	----	5

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 73-100/200**
- M (massa battente)= **75,00** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [δ = 30 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

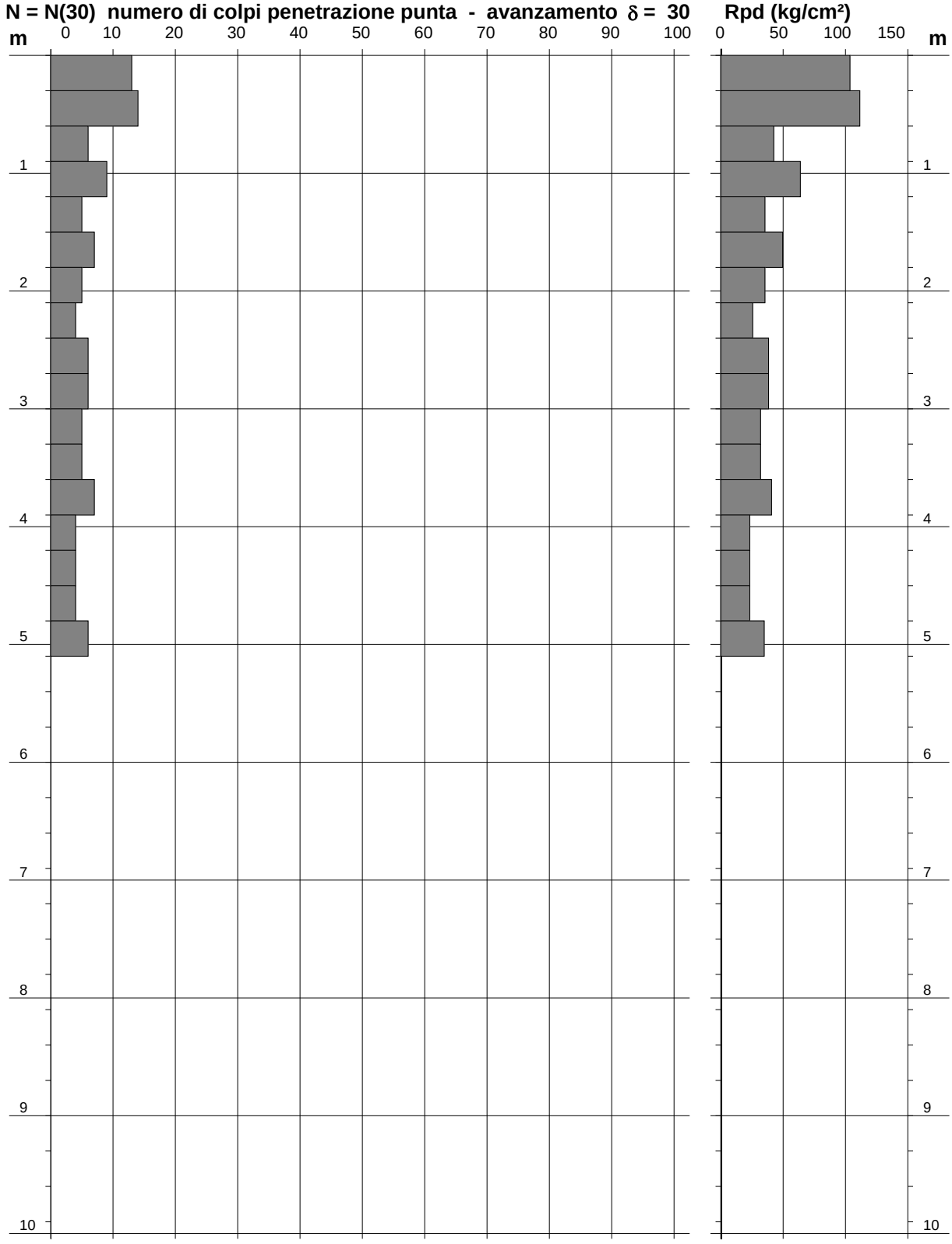
PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

Riferimento: 17-102P

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	Consorzio di Bonifica di Piacenza	- data :	29/11/2017
- lavoro :	Val d'Arda	- quota inizio :	p.c.
- località :	Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1



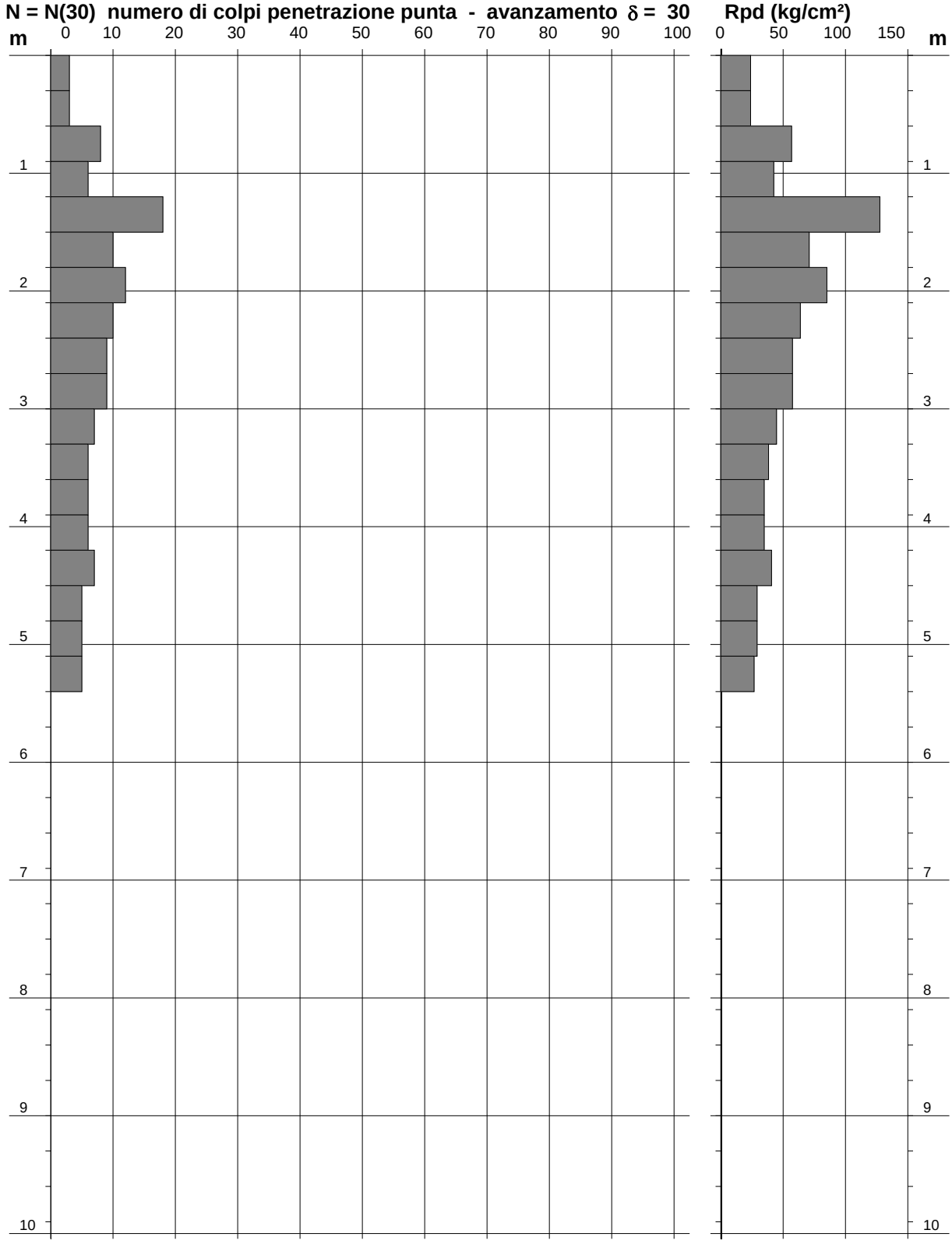
PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

Riferimento: 17-102P

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	Consorzio di Bonifica di Piacenza	- data :	29/11/2017
- lavoro :	Val d'Arda	- quota inizio :	p.c.
- località :	Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1



Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

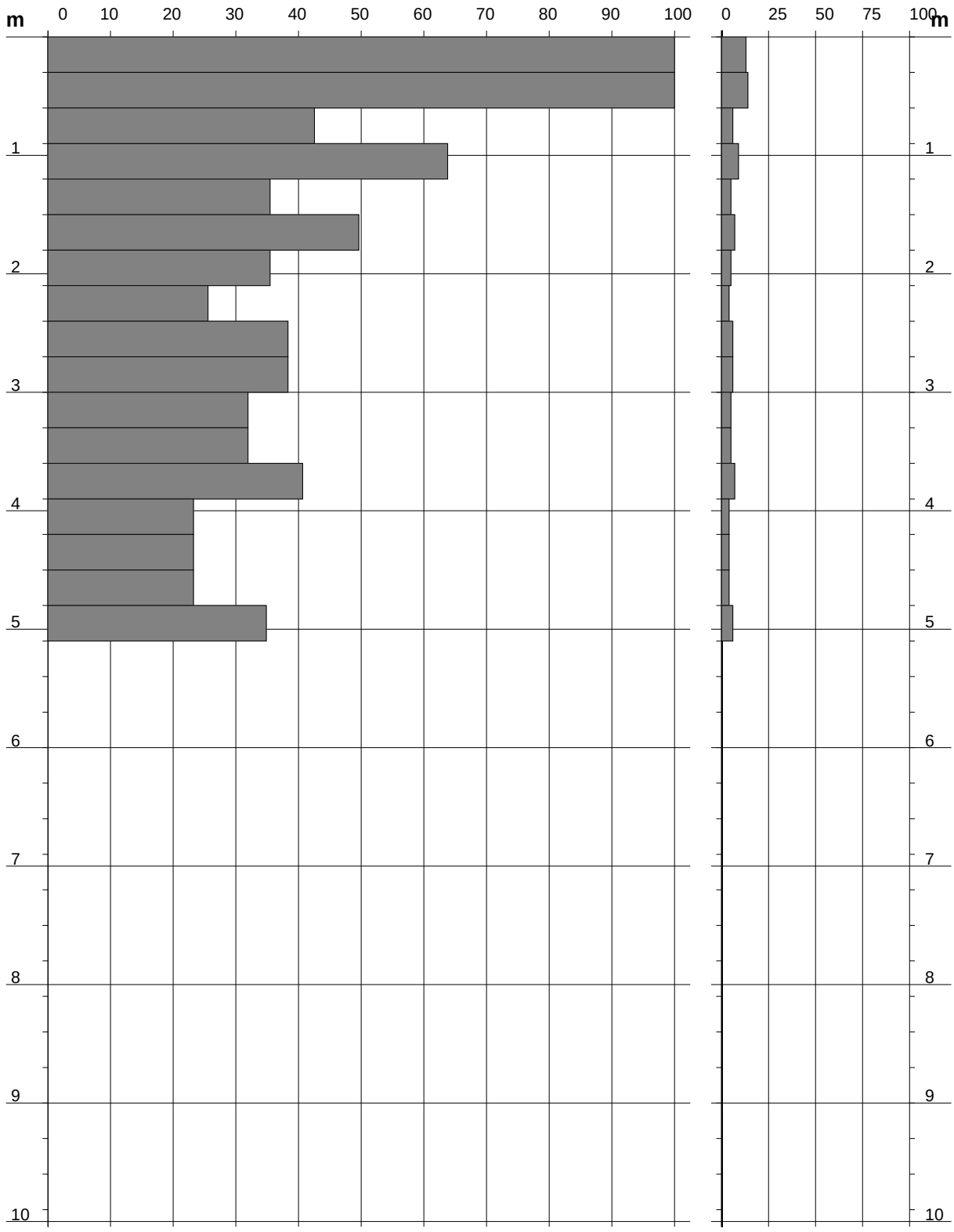
Riferimento: 17-102P

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Scala 1: 50

- committente :	Consorzio di Bonifica di Piacenza	- data :	29/11/2017
- lavoro :	Val d'Arda	- quota inizio :	p.c.
- località :	Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)	- prof. falda :	Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" **N = N(30) n° colpi δ = 30**



Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

PARMAGEO
V.le Nuovo, 7 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel. 0521-681030

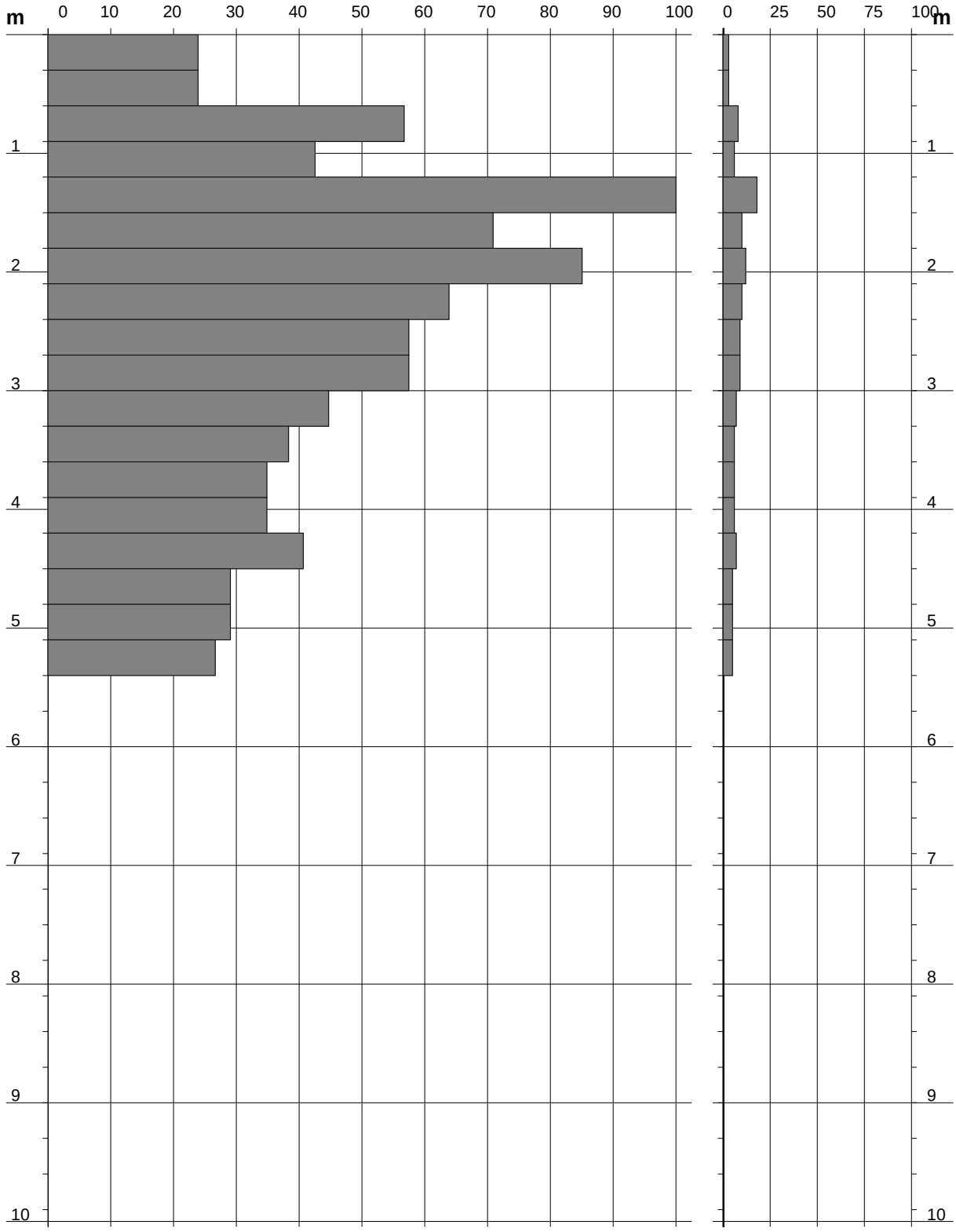
Riferimento: 17-102P

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Scala 1: 50

- committente :	Consorzio di Bonifica di Piacenza	- data :	29/11/2017
- lavoro :	Val d'Arda	- quota inizio :	p.c.
- località :	Lago Perego 1 - Lusurasco (PC)	- prof. falda :	Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" **N = N(30) n° colpi δ = 30**



Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820







REPORT CERTIFICATI ANALISI LABORATORIO

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Committente:	***CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA***

Prove geotecniche di laboratorio

Materiali:	*Terra - Campione indisturbato (Ricevuto 21/11/17)* *S1CI1 (2,50m-3,20m) del 16/11/2017*
	Terra - Campione rimaneggiato (Ricevuto 28/11/17) *S1CR1 (0-1)*
	Terra - Campione rimaneggiato (Ricevuto 28/11/17) *S2CR1 (1-2)*
	Terra - Campione rimaneggiato (Ricevuto 28/11/17) *S3CR1 (1-2)*
	Terra - Campione rimaneggiato (Ricevuto 28/11/17) *S4CR1 (0-1)*

Cantiere:	*PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE (PSR 2014-2020)* *Reg. (UE) del Parlamento Europeo e del Consiglio n.1305/2013* *Tipo di operazione 4.3.02 "Infrastrutture Irrigue"* *Bando unico regionale 2017* *CIG ZF5206DA68*

Località:	*Lago Perego, Val d'Arda (PC)*

Verbale di consegna N°:	*BCP_816-2017*

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 416.1 - rev 7 del 03/02/2011

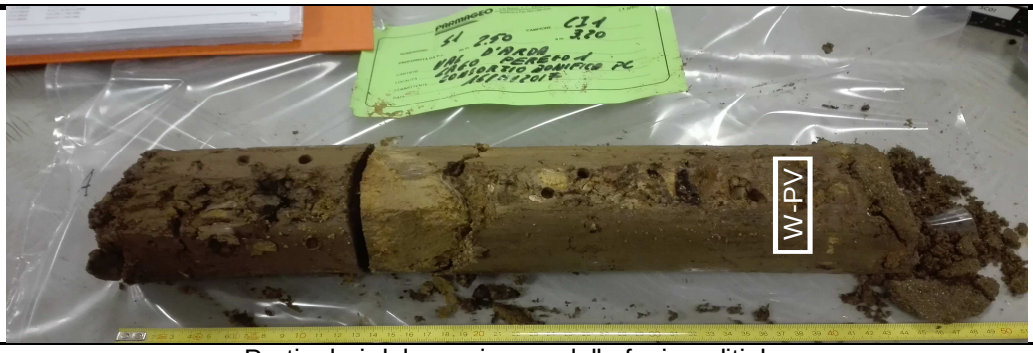
APERTURA CAMPIONE INDISTURBATO (Racc. A.G.I. 1977)

		Accettazione N°	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione indisturbato		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	22/11/2017	12/12/2017

DESCRIZIONE

Argilla limosa con ghiaia fino a 13cm dal tetto. Tra 13 e 19cm frammento litoide alterato. Da 19cm a base carota argilla limosa caoticizzata e ferritizzata, con abbondanti frammneti litoidi centimentici sovente fortemente alterati.
Classificazione del campione (Racc.A.G.I. 1977): Q5.
Lunghezza totale carota: 45cm

Resistenza alla penetrazione (pocket penetrometer)				**Resistenza al taglio non drenata c_u (vane test)**			
Valori (daN/cm^2)	1,0	1,8	2,0	Valori (daN/cm^2)	0,2	0,7	0,5
Posizione (cm da tetto carota)	8	23	36	Posizione (cm da tetto carota)	5	24	33



Particolari del campione e delle fasi analitiche

Lo Sperimentatore
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Scissometro da Laboratorio - Tecnotest (Codice interno SC01) Penetrometro da Laboratorio - Eurolab (Codice interno PP01)

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 415 - Rev 3 del 30/08/2011

CONTENUTO NATURALE DI UMIDITA' (CNR-UNI 10008)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_W1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione indisturbato*		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	22/11/2017 – 24/11/2017	12/12/2017

Massa naturale	**Massa secca**	**Umidità**
(g)	**(g)**	**(W %)**
342,51	281,40	21,72

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Note: *prova effettuata su porzione di carota priva di frammenti granulari di dimensioni superiori a 4mm

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 413 - Rev 4 del 30/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 2937-94)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PV1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione indisturbato*		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	22/11/2017 – 24/11/2017	12/12/2017

Massa volumica dell'acqua	g/cm^3	0,9987

Identificazione Campione	**Volume Campione**	**Massa Campione Umido**	**Massa Campione Secco**	**Peso di Volume Umido**	**Peso di Volume Secco**
	(cm^3)	(g)	(g)	(daN/dm^3)	(daN/dm^3)
S1CI1	40,00	80,14	65,84	**1,96**	**1,61**

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:	Bilancia - Bell Engineering (Codice interno BL014-C)

Note: *prova effettuata su porzione di carota priva di frammenti granulari di dimensioni superiori a 4mm

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 414 - Rev 6 del 27/02/2017

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013:1964)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PS1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione indisturbato rimaneggiato e vagliato nella frazione 0/4		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m) 0/4		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	22/11/2017 – 24/11/2017	12/12/2017

Peso dell'unutà di volume dell'acqua γ_w (daN/dm^3)	0,9797

Campione	Identificazione campione	Metodo utilizzato	Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato saturo	Massa del cestello immerso/picnometro saturo d'acqua, privi del campione	Massa secca	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi
			P1	**P2**	**P3**	**γ_s**
			(g)	(g)	(g)	(daN/dm^3)
S1CI1	A	picnometro	1833,4	1631,3	321,5	**2,64**
	B	picnometro	1750,7	1583,5	265,9	**2,64**

Lo Sperimentatore
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova:	Apparecchiature per massa volumica Picnomerto Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 404.9 - Rev 0 del 17/03/2017

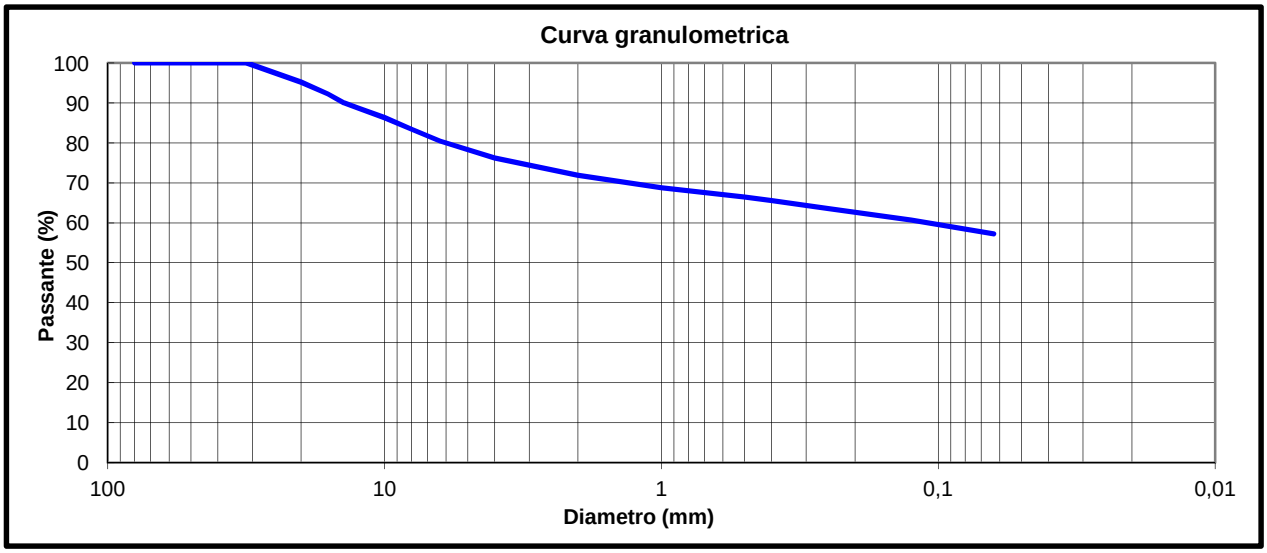
DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (UNI EN 933-1:2012)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione indisturbato		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	22/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa totale essicata M1 (g)	3190,8
Massa totale essicata M2 (g)	1408,8
Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g)	1782,0
Materiale nel recipiente di fondo P (g)	44,6

% Fini passanti allo staccio 0,063 mm	57,2

Setacci	Trattenuto	Trattenuto	Passante
mm	g	%	%
80	0,0	0,0	100,0
63	0,0	0,0	100,0
40	0,0	0,0	100,0
31,5	0,0	0,0	100,0
20	153,6	4,8	95,2
16	94,8	7,8	92,2
14	70,8	10,0	90,0
12,5	40,8	11,3	88,7
10	75,6	13,7	86,3
8	93,6	16,6	83,4
6,3	94,8	19,6	80,4
4	134,4	23,8	76,2
2	137,8	28,1	71,9
1	100,8	31,2	68,8
0,500	74,4	33,6	66,4
0,400	26,4	34,4	65,6
0,250	64,8	36,4	63,6
0,125	92,4	39,3	60,7
0,063	109,2	42,8	57,2



Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova	Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves da 80 mm a 4 mm (Codice interno SL4-C fino a SL80-C) e stacci a rete Tecnotest da 2 mm a 0,063 mm (Codice interno SR63-C fino a SR2000-C) .

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

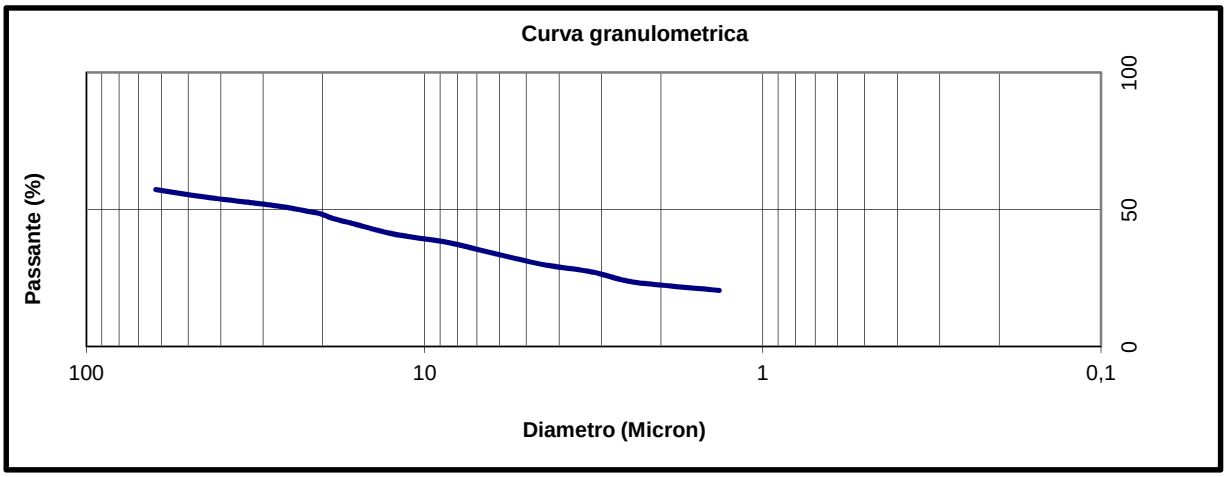
Mod Gt 404.21 - Rev 0 del 27/03/2017

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2004)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione indisturbato		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	22/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa iniziale secca	58,4
Massa trattenuta al vaglio 0,063mm secca	25,0
Passante %	57,2

Diametro equivalente dei grani (Micron)	Passante (%)
62,31	57,29
44,61	54,56
31,85	52,38
26,17	51,01
22,79	49,65
20,48	48,56
18,83	46,92
17,51	45,83
16,44	45,01
12,21	40,92
8,73	38,19
6,27	34,10
4,50	30,01
3,21	27,28
2,65	24,55
2,31	23,19
1,34	20,46



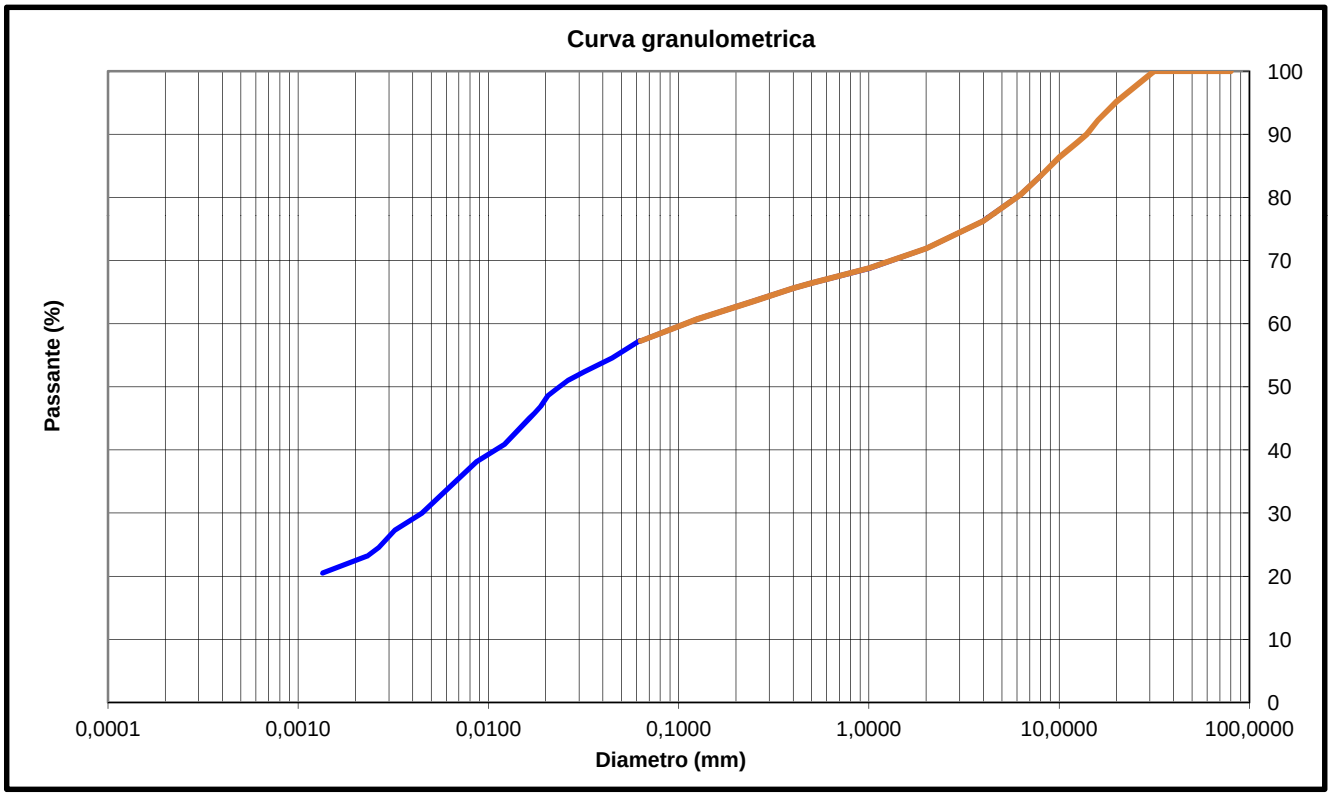
Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova	Setaccio a rete - Tecnotest 0,063 mm (Codice interno SR63-C) Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G1	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D1	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Curva granulometrica composita (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)



Note:

% Argilla (Racc. AGI 1990): 22,32

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

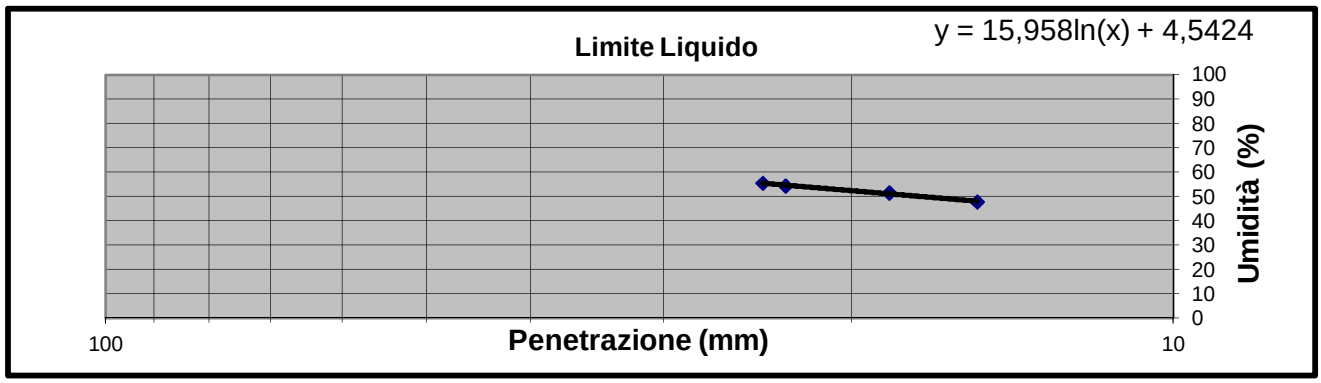
Mod.GT_403.2 - rev 0 del 04/10/2016

Determinazione dei limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione indisturbato		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	22/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Limite Liquido

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua	Penetrazione
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	mm
1	42,93	37,05	26,21	10,84	54,3	23,07
2	41,24	35,87	26,21	9,67	55,5	24,24
3	41,99	36,75	26,58	10,17	51,5	18,45
4	44,40	38,55	26,33	12,23	47,8	15,26



Limite Plastico

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)
4	38,48	35,99	26,30	9,68	25,7
5	37,47	35,21	26,59	8,63	26,1

Limite Liquido	Limite Plastico	Indice di Plasticità
%	%	%
52	26	26

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Penetrometro per limite di liquidità Controls (Codice interno PSD01) e attrezzatura per limite plastico (Codice interno CU02)

Note: utilizzato per la prova cono da 80g con angolo della punta di 30°; campione preparato per vagliatura ad umido al setaccio 0,4mm

Passante % al vaglio 0,425mm: 66

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G1	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM1	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (UNI 11531-1:2013)

	Risultati prove
Passante setaccio 2mm (%)	71,9
Passante setaccio 0,4mm (%)	65,6
Passante setaccio 0,063mm (%)	57,2
Limite Liquido	52
Indice Plastico	26
Indice di Gruppo	12

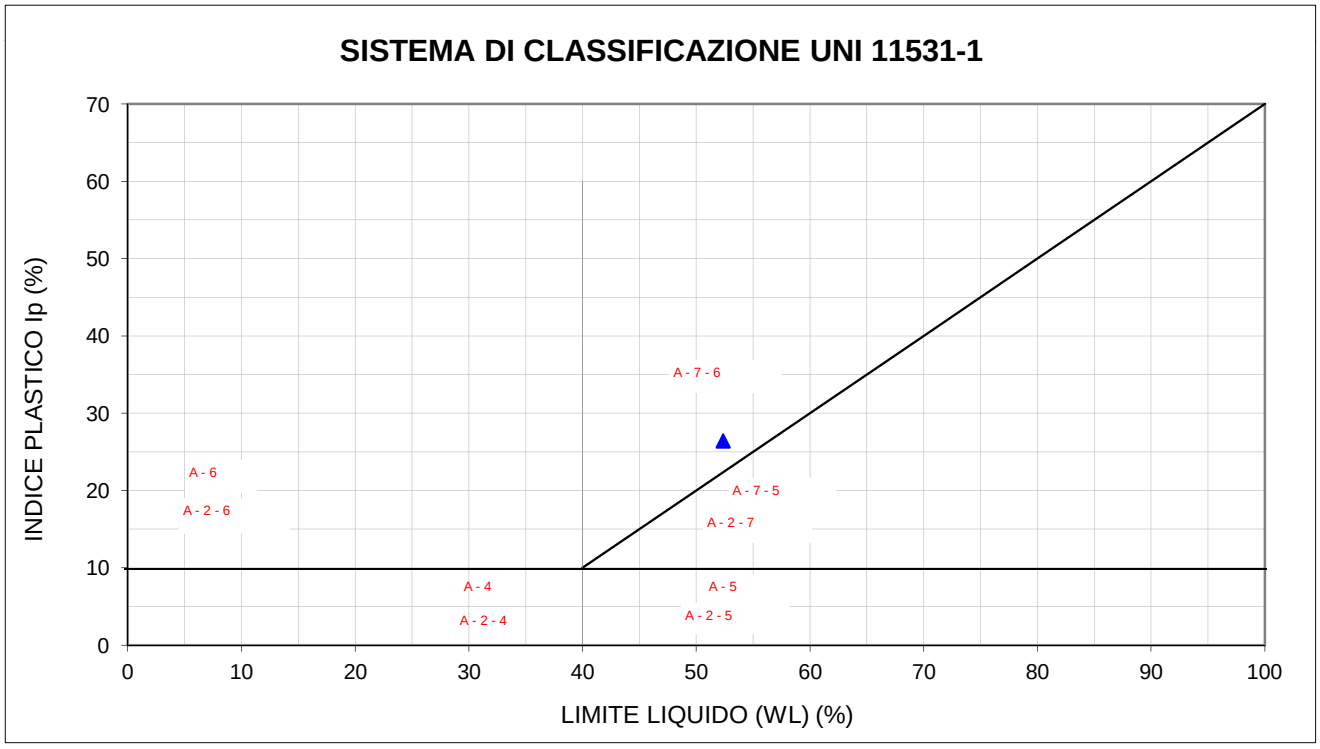


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione UNI 11531-1

Gruppo di classificazione	**A 7-6**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 403.1 - rev 4 del 06/09/11

Determinazione del limite di ritiro (CNR UNI 10014:1964)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LR1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione indisturbato		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	22/11/2017 – 07/12/2017	15/12/2017

LIMITE LIQUIDO (%)	52
UMIDITA' CAMPIONE (%)	58,40
DENSITA' DELL'ACQUA (daN/dm^3)	0,9797

PROVINO 1		**PROVINO 2**	
Volume Iniziale (cm^3)	19,24	Volume Iniziale (cm^3)	18,14
Volume Finale (cm^3)	10,92	Volume Finale (cm^3)	10,31
Massa secca (g)	18,98	Massa secca (g)	17,95
Limite di ritiro 1	**15**	**Limite di ritiro 2**	**15**

Limite di ritiro (valore medio)	**15**

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Apparecchiatura per limite di ritiro (Codice interno LR01)

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 409.2 - Rev 3 del 07/11/2011

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K
Metodo a Carico Variabile (UNI EN 17892-11:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PECV1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a densità ed umidità equivalenti a quelle naturali della frazione 0/4 (rif. Rapp.ti BPC_816-2017_W1 e BPC_816-2017_PV1)		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m) 0/4		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	12/12/2017 – 15/12/2017	18/12/2017

	Peso di volume umido	**Peso di volume secco**	**Peso di volume dei granuli solidi**	**Umidità**	**Indice dei vuoti**	**Porosità**	**Grado di saturazione**
	daN/dm^3	daN/dm^3	daN/dm^3	**%**	-	**%**	**%**
Condizioni Iniziali	1,96	1,61	2,64	21,72	0,64	39,0	91
Condizioni Finali	2,00	1,62	2,64	23,47	0,63	38,6	100

Carico verticale applicato	**Altezza iniziale provino**	**Sezione Campione**	**Sezione Buretta**	**Cedimento di consolidazione**	**Tempo (h_1 - h_0)**	**Battente idraulico iniziale**	**Battente idraulico finale**
	H_0	A	a	δH	Δt	h_1	h_2
daN/cm^2	cm	cm^2	cm^2	cm	s	cm	cm
0,49	2,00	20,00	0,50	0,0126	259200	50	40,2

Temperatura di prova	°K	293

$K(T) = 2,3*a/A*(H_0-\Delta H)*\log(h_1/h_2)/\Delta t$	m/s	4,20E-10

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M *Consulenza materie prime e prove materiali* Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Edometro - Tecnotest (Codice interno EDO4) Potenziometri - Leane (Codice interno PZCO1-T)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

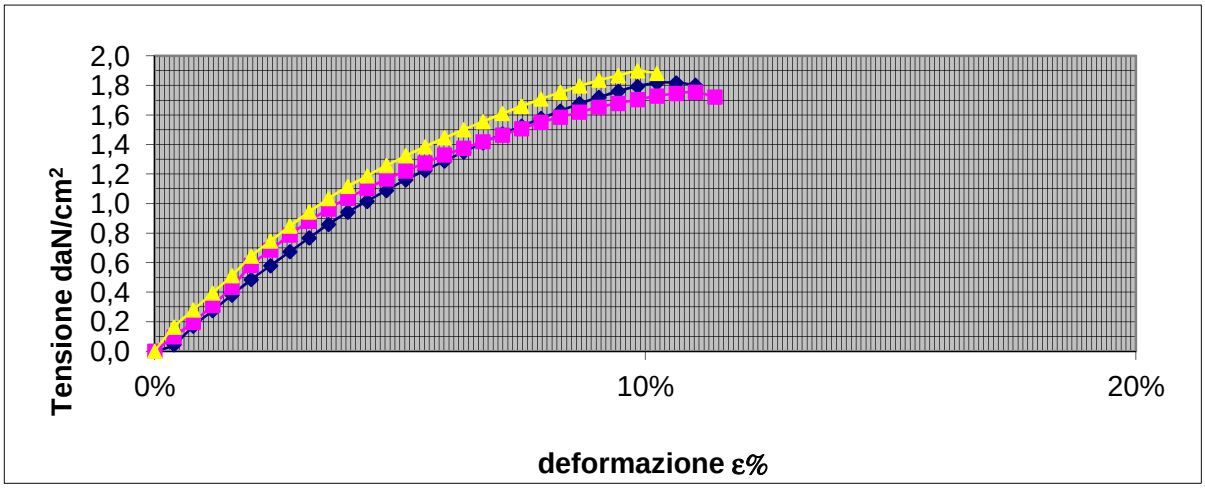
Mod Gt 406 - Rev 2 del 27/01/2011

Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166:2016)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a densità ed umidità equivalenti a quelle naturali della frazione 0/4 (rif. Rapp.ti BPC_816-2017_W1 e BPC_816-2017_PV1)		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m) 0/4		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	18/12/2017 – 20/12/2017	22/12/2017

CONDIZIONI INIZIALI

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (ρ_g)	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm³)	(daN/dm³)	(%)		%	%
1,96	2,64	21,7	0,64	39,1	91
1,96	2,64	21,8	0,64	39,1	91
1,96	2,64	21,6	0,64	38,9	91



Curva Sforzi-deformazioni

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

NOTE:

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL1	**Data emissione**	22/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

CONDIZIONI DI ROTTURA

Provino	**Tensione verticale**	**Coesione non drenata Cu**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	%
1	1,82	0,91	11
2	1,75	0,88	11
3	1,90	0,95	10
Valore Medio		**0,91**	**11**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Racc. AGI/94)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a densità ed umidità equivalenti a quelle naturali della frazione 0/4 (rif. Rapp.ti BPC_816-2017_W1 e BPC_816-2017_PV1)		
Identificazione campione	S1CI1 (2,50m-3,20m) 0/4		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
21/11/2017	22/11/2017	18/12/2017 – 27/12/2017	08/01/2018

CONDIZIONI INIZIALI

Campione	Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi	Contenuto in acqua
	(daN/dm^3)	(daN/dm^3)	(%)
Provino1	1,96	2,64	21,6
Provino2	1,96	2,64	21,8
Provino3	1,96	2,64	21,7

CONSOLIDAZIONE

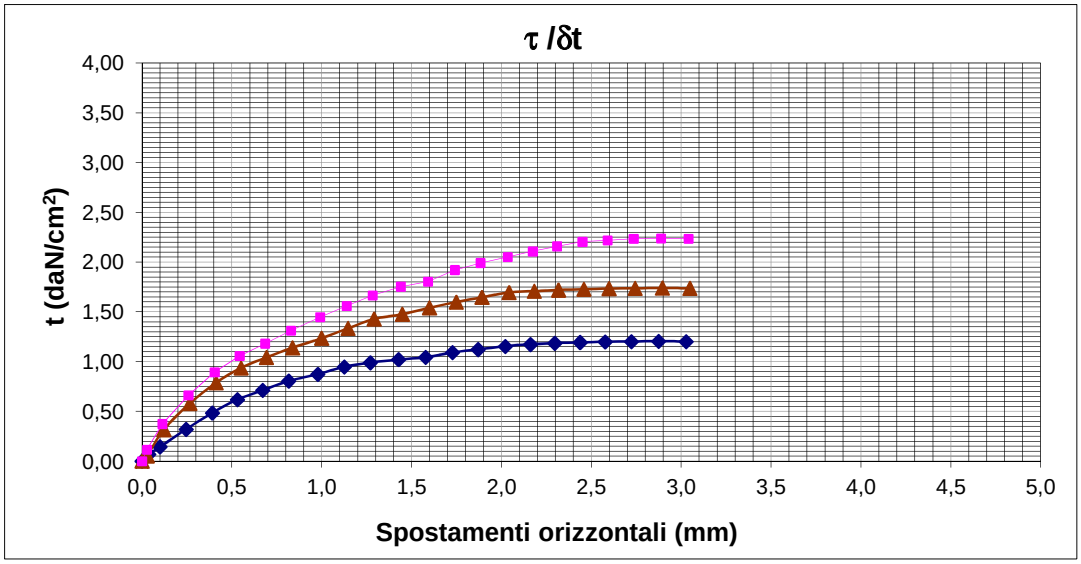
Provino	Tensione Verticale	Tempo di Consolidazione	Cedimento Finale
	(daN/cm^2)	(h)	(mm)
1	1,961	24	-0,97
2	2,942	24	-1,48
3	3,923	24	-2,07

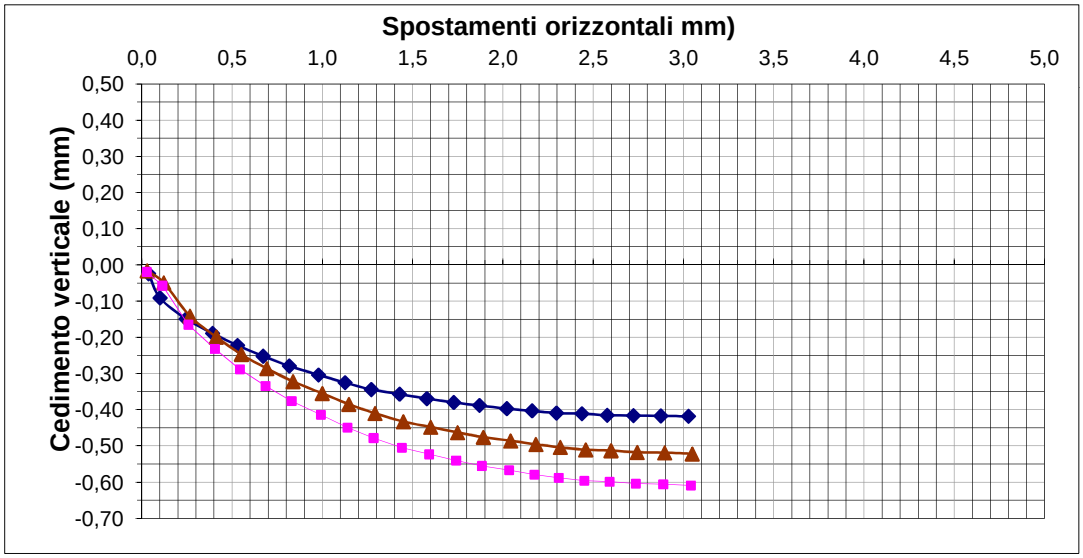
Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 412 - rev 4 del 17/02/12

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD1	**Data emissione**	08/01/2018





Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

NOTE:
Velocità di deformazione: 0,0025 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova	Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T) Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T) Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio (Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

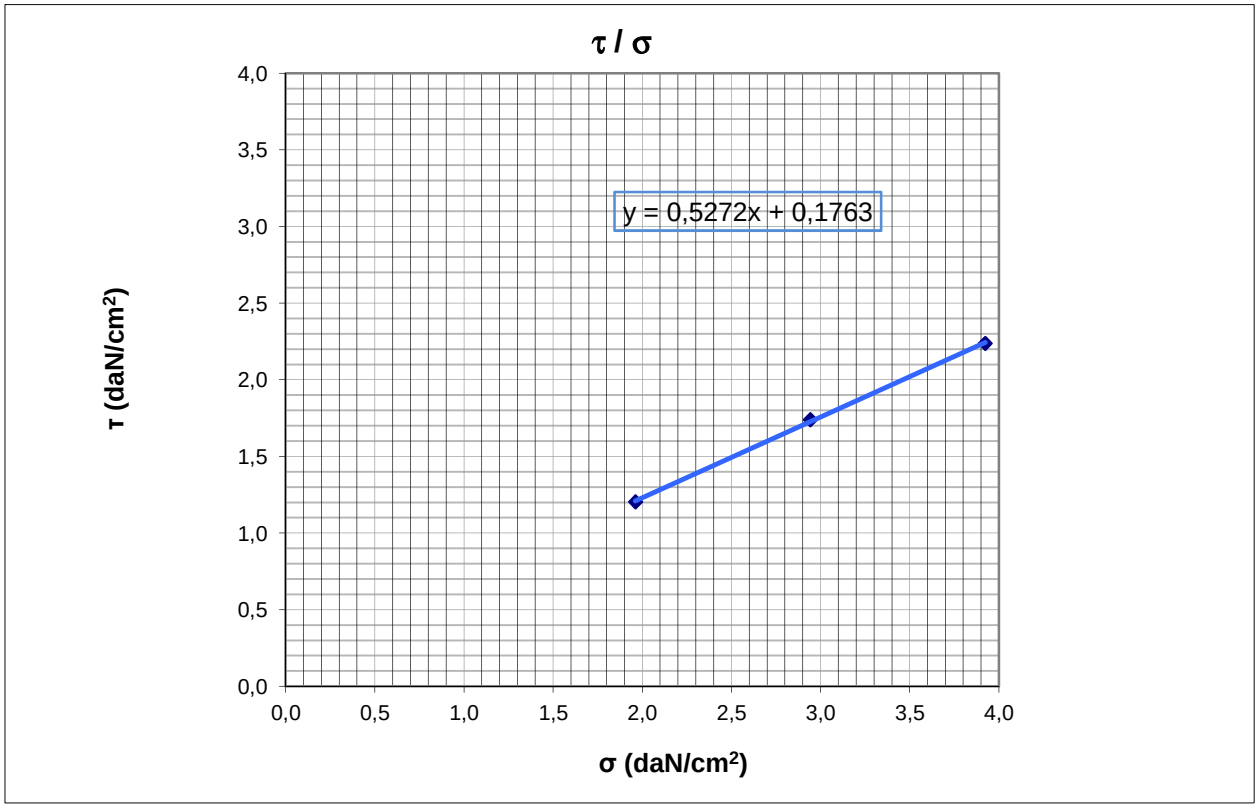
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD1	**Data emissione**	08/01/2018

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

Provino	**Sforzo di Taglio**	**Sforzo normale**	**Deformazione trasversale**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	(mm)	(mm)
1	1,204	1,961	2,87	-0,417
2	1,740	2,942	2,90	-0,519
3	2,238	3,923	2,89	-0,606

ANGOLO DI ATTRITO ϕ'	(gradi)	**27,8**
COESIONE C'	(daN/cm^2)	**0,18**



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ'.
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell inviluppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PS2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato 0/4mm		
Identificazione campione	S1CR1 (0-1) – 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 01/12/2017	12/12/2017

Peso dell'unutà di volume dell'acqua γ_w (daN/dm^3)	0,9797

Campione	Identificazione campione	Metodo utilizzato	Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato saturo	Massa del cestello immerso/picnometro saturo d'acqua, privi del campione	Massa secca	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi
			P1	**P2**	**P3**	**γ_s**
			(g)	(g)	(g)	(daN/dm^3)
S1CR1	A	picnometro	1779,2	1632,5	233,7	**2,63**
	B	picnometro	1753,3	1584,7	269,0	**2,63**

Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova:	Apparecchiature per massa volumica Picnomerto Tecnotest (Codice interno MP01-2)

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 404.9 - Rev 0 del 17/03/2017

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (UNI EN 933-1:2012)

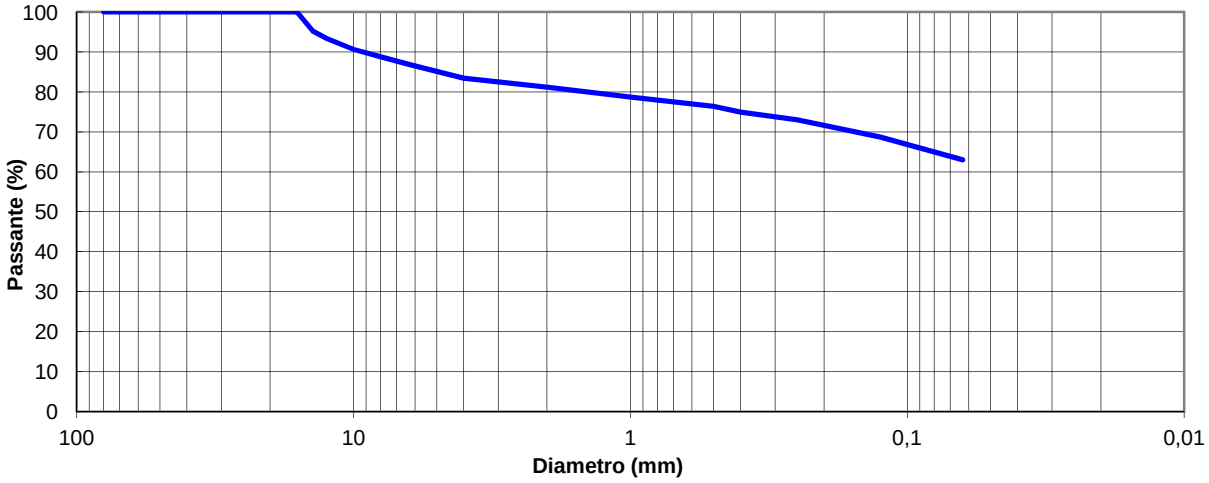
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S1CR1 (0-1)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa totale essicata M1 (g)	2172,5
Massa totale essicata M2 (g)	863,0
Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g)	1309,5
Materiale nel recipiente di fondo P (g)	60,0

% Fini passanti allo staccio 0,063 mm	63,0

Setacci	Trattenuto	Trattenuto	Passante
mm	g	%	%
80	0,0	0,0	100,0
63	0,0	0,0	100,0
40	0,0	0,0	100,0
31,5	0,0	0,0	100,0
20	0,0	0,0	100,0
16	0,0	0,0	100,0
14	104,5	4,8	95,2
12,5	40,5	6,7	93,3
10	58,0	9,3	90,7
8	41,0	11,2	88,8
6,3	41,5	13,1	86,9
4	74,0	16,5	83,5
2	49,0	18,8	81,2
1	54,0	21,3	78,7
0,500	51,5	23,7	76,3
0,400	31,0	25,1	74,9
0,250	41,0	27,0	73,0
0,125	93,5	31,3	68,7
0,063	123,5	37,0	63,0

Curva granulometrica



Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Michele Mazzoni
Strumentazione utilizzata per la prova	Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves da 80 mm a 4 mm (Codice interno SL4-C fino a SL80-C) e stacci a rete Tecnotest da 2 mm a 0,063 mm (Codice interno SR63-C fino a SR2000-C) .

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

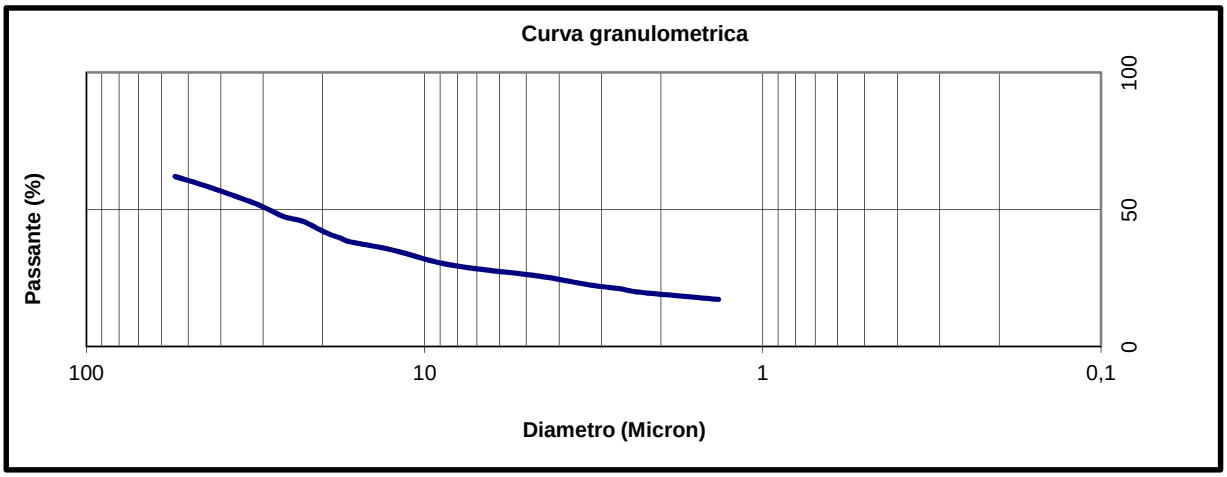
Mod Gt 404.21 - Rev 0 del 27/03/2017

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2004)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S1CR1 (0-1)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa iniziale secca	60,6
Massa trattenuta al vaglio 0,063mm secca	22,5
Passante %	63,0

Diametro equivalente dei grani (Micron)	Passante (%)
54,68	61,99
43,22	58,03
31,47	51,97
26,23	47,48
22,90	45,64
20,72	43,00
19,09	40,89
17,77	39,57
16,72	38,25
12,37	35,09
8,91	30,34
6,37	27,70
4,54	25,59
3,25	22,42
2,66	21,10
2,32	19,79
1,35	17,15



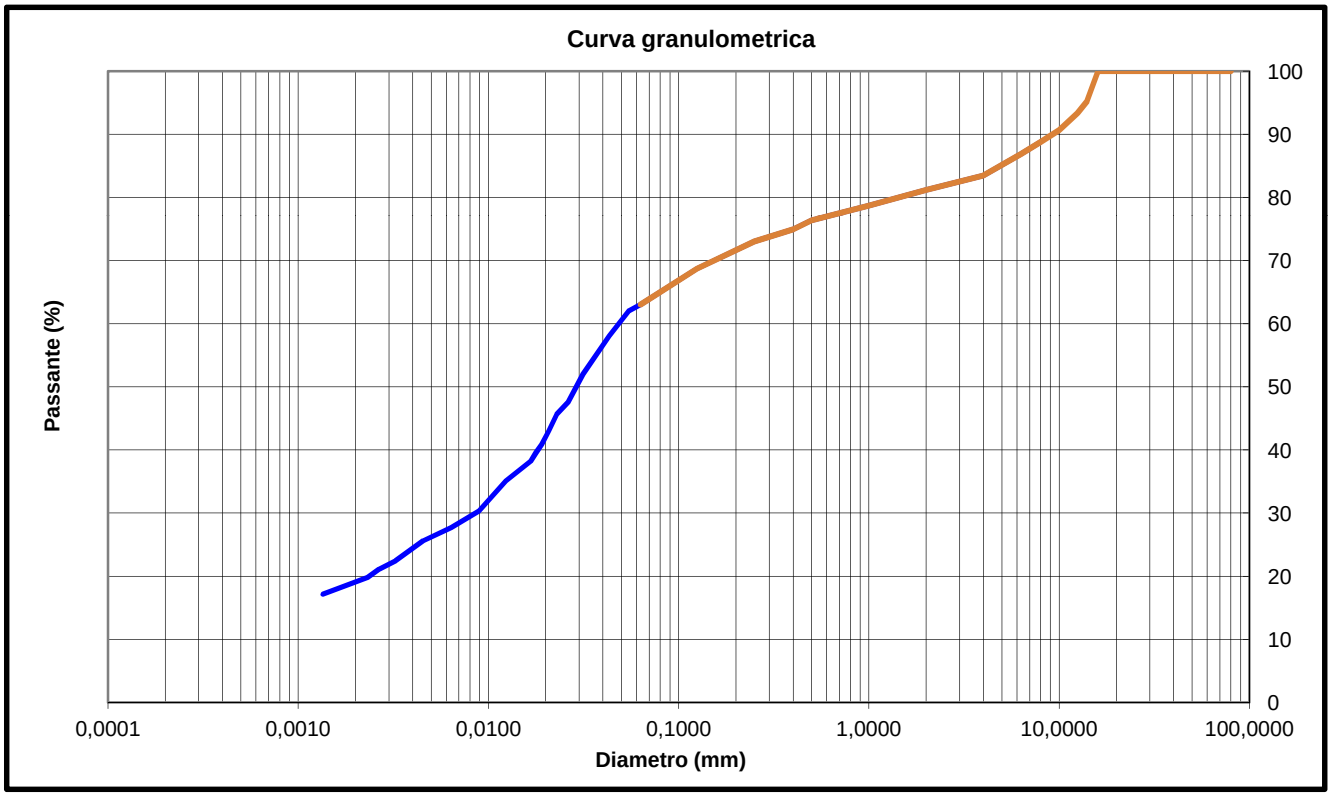
Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova	Setaccio a rete - Tecnotest 0,063 mm (Codice interno SR63-C) Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G2	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D2	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Curva granulometrica composita (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)



Note:

% Argilla (Racc. AGI 1990): 18,92

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

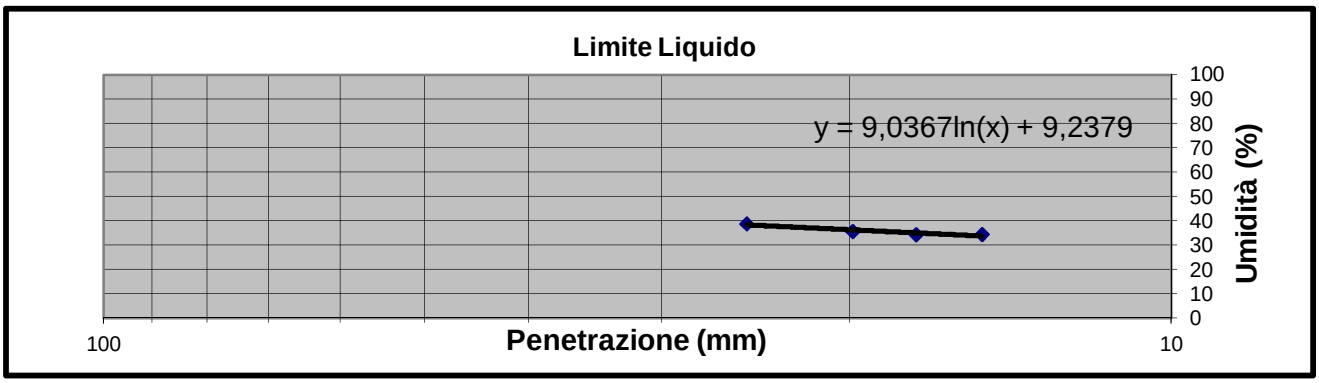
Mod.GT_403.2 - rev 0 del 04/10/2016

Determinazione dei limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S1CR1 (0-1)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Limite Liquido

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua	Penetrazione
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	mm
1	45,02	39,76	26,21	13,55	38,8	24,98
2	48,30	42,62	26,69	15,93	35,7	19,88
3	47,32	41,92	26,24	15,68	34,5	15,04
4	49,66	43,76	26,57	17,18	34,4	17,34



Limite Plastico

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)
4	34,89	33,40	26,59	6,81	21,9
5	36,42	34,63	26,54	8,09	22,1

Limite Liquido	Limite Plastico	Indice di Plasticità
%	%	%
36	22	14

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Penetrometro per limite di liquidità Controls (Codice interno PSD01) e attrezzatura per limite plastico (Codice interno CU02)

Note: utilizzato per la prova cono da 80g con angolo della punta di 30°; campione preparato per vagliatura ad umido al setaccio 0,4mm

Passante % al vaglio 0,4mm: 75

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G2	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM2	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (UNI 11531-1:2013)

	Risultati prove
Passante setaccio 2mm (%)	81,2
Passante setaccio 0,4mm (%)	74,9
Passante setaccio 0,063mm (%)	63,0
Limite Liquido	36
Indice Plastico	14
Indice di Gruppo	7

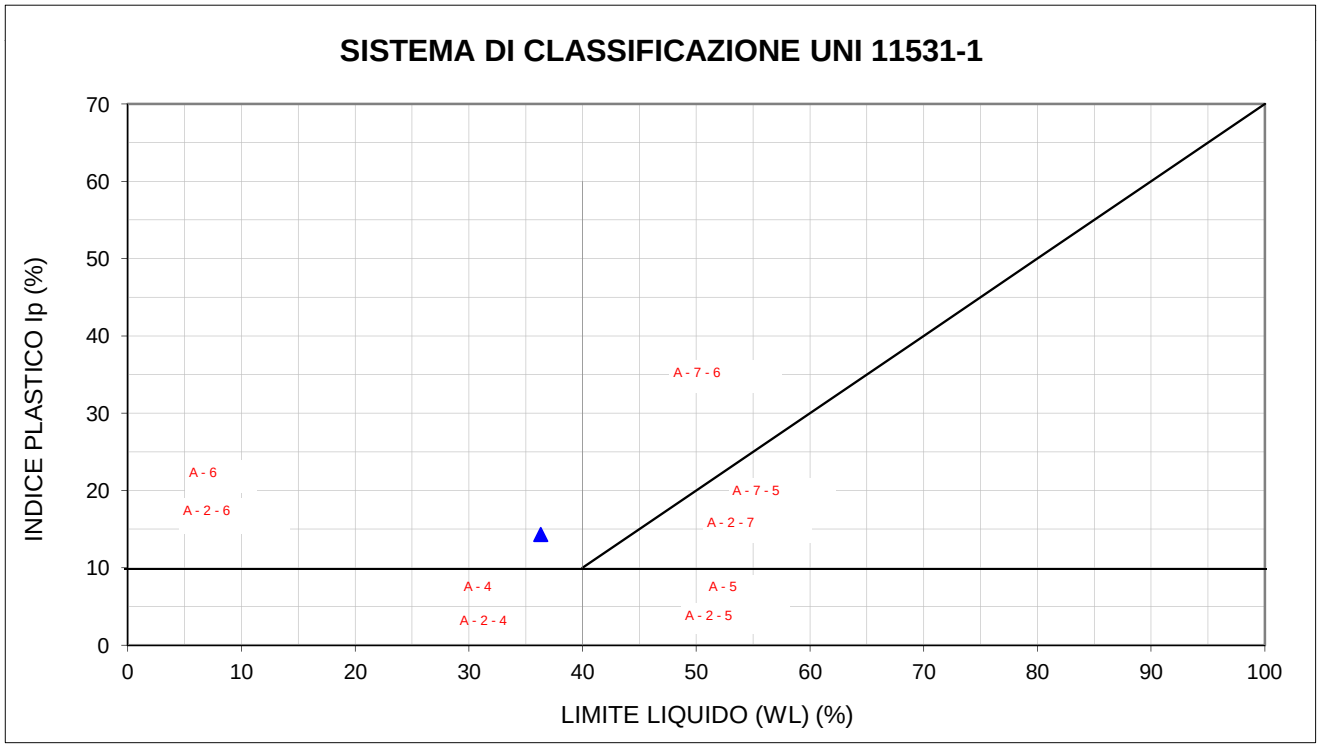


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione UNI 11531-1

Gruppo di classificazione	**A 6**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 403.1 - rev 4 del 06/09/11

Determinazione del limite di ritiro (CNR UNI 10014:1964)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LR2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S1CR1 (0-1)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	07/12/2017 – 15/12/2017	15/12/2017

LIMITE LIQUIDO (%)	36
UMIDITA' CAMPIONE (%)	41,20
DENSITA' DELL'ACQUA (daN/dm^3)	0,9797

PROVINO 1		**PROVINO 2**	
Volume Iniziale (cm^3)	19,22	Volume Iniziale (cm^3)	18,28
Volume Finale (cm^3)	13,77	Volume Finale (cm^3)	12,98
Massa secca (g)	23,15	Massa secca (g)	22,39
Limite di ritiro 1	**18**	**Limite di ritiro 2**	**18**

Limite di ritiro (valore medio)	**18**

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M *Consulenza materie prime e prove materiali* Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Apparecchiatura per limite di ritiro (Codice interno LR01)

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 407.1 - Rev 5 del 09/02/12

PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR (CNR B.U. n°69:2002)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PR1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato nella frazione 0/4mm		
Identificazione campione	S1CR1 (0-1) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 11/12/2017	18/12/2017

Provino	Massa Fustella + campione (g)	Massa Fustella (g)	Massa campione umido (g)	Massa campione secco (g)
1	3549	1778	200,1	182,1
2	3649	1778	199,9	178,5
3	3714	1778	200,1	174,9
4	3706	1778	200,0	172,0
5	3666	1778	200,1	168,9

NOTE: Prova effettuata su fustella da 4"; Compattazione AASHTO Std. T99

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

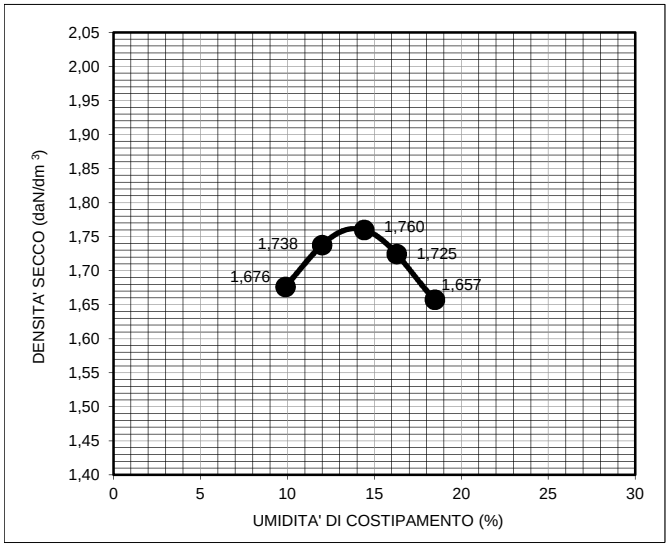
Strumenti utilizzati per la prova	Fustella proctor - Tecnotest (Codice interno FO01;FP02) Pestello/CompattatoreCBR - Controls (Codice interno PLCBR01)

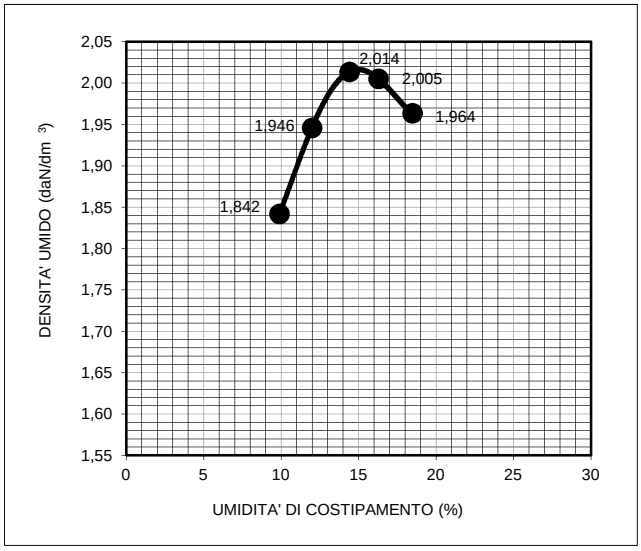
NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°:	**BPC_816-2017_PR1**
Data di emissione:	**18/12/2017**

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Di seguito sono riportati i grafici in cui si evidenziano gli andamenti delle densità del secco e dell'umido





Densità massima del secco (daN/dm^3)	1,76
Umidità ottima (%)	13,9

Densità massima dell'umido (daN/dm^3)	2,01
Acqua di impasto corrispondente (%)	14,5

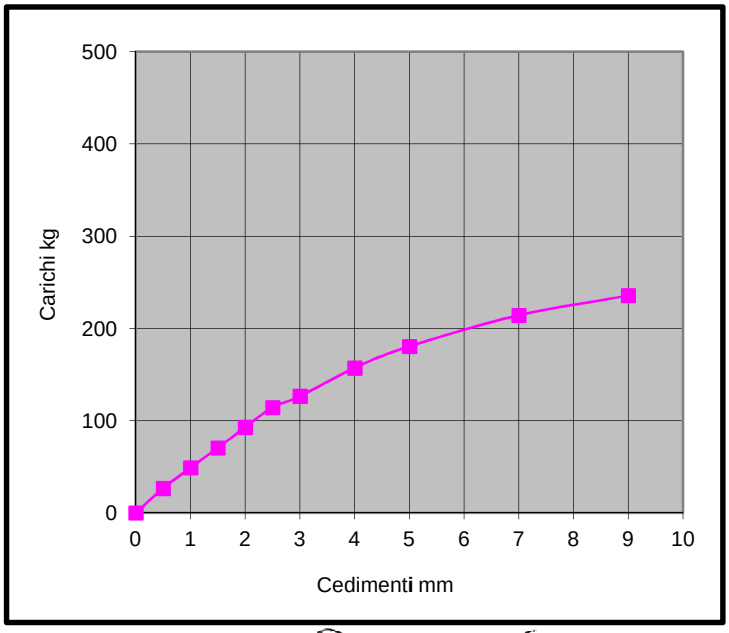
Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 402.1 - Rev 3 del 27/01/2011

INDICE DI PORTANZA CBR DI UNA TERRA (CNR UNI 10009/64)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_CBR1	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato nella frazione 0/4mm		
Identificazione campione	S1CR1 (0-1) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	11/12/2017 – 15/12/2017	18/12/2017

Trattenuto allo staccio 25 UNI 2334 %	0
Preparazione campione	Compattato AASHTO Standard, Saturato 4 giorni
Sovraccarico	standard (4540 g)
Massa fustella g	4240
Massa fustella + campione g	8584
Massa campione g	4344
Massa campione secco g	3814
Umidità %	13,9
Peso di volume secco daN/dm^3	1,76
Rigonfiamento %	1,19



Penetrazione mm	Carico kg
0	0
0,5	27
1	49
1,5	70
2	93
2,5	114
3	126
4	157
5	180
7	214
9	236

mm	carico kg	carico standard kg	CBR %
2,5	114	1360	8,4
5	180	2040	8,8

Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumenti utilizzati per la prova	Pressa multispeed - Matest (Codice interno PMS01) Cella di carico - Matest (Codice interno CC03-T) Fustelle CBR - Tecnotest (Codice interno FCn) Comparatori - Tecnotest (Codice interno CO08-C)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 409.2 - Rev 3 del 07/11/2011

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K
Metodo a Carico Variabile (UNI EN 17892-11:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PECV2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S1CR1 (0-1) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	12/12/2017 – 15/12/2017	18/12/2017

	Peso di volume umido	**Peso di volume secco**	**Peso di volume dei granuli solidi**	**Umidità**	**Indice dei vuoti**	**Porosità**	**Grado di saturazione**
	daN/dm^3	daN/dm^3	daN/dm^3	**%**	-	**%**	**%**
Condizioni Iniziali	2,01	1,72	2,63	16,30	0,52	34,4	83
Condizioni Finali	2,07	1,74	2,63	19,20	0,51	33,9	100

Carico verticale applicato	**Altezza iniziale provino**	**Sezione Campione**	**Sezione Buretta**	**Cedimento di consolidazione**	**Tempo (h_1 - h_0)**	**Battente idraulico iniziale**	**Battente idraulico finale**
	H_0	A	a	δH	Δt	h_1	h_2
daN/dm^2	cm	cm^2	cm^2	cm	s	cm	cm
0,49	2,00	20,00	0,50	0,0148	259200	50	26,3

Temperatura di prova	°K	293

$K(T) = 2,3*a/A*(H_0-\Delta H)*\log(h_1/h_2)/\Delta t$	m/s	1,23E-09

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M *Consulenza materie prime e prove materiali* Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Edometro - Tecnotest (Codice interno EDO5) Potenziometri - Leane (Codice interno PZCO2-T)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

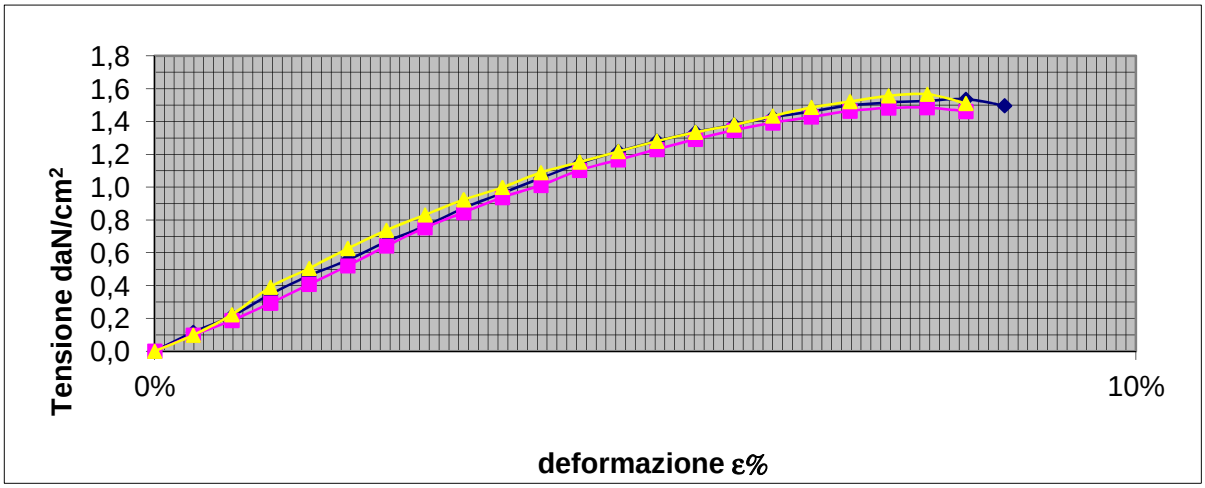
Mod Gt 406 - Rev 2 del 27/01/2011

Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166:2016)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S1CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	18/12/2017 – 20/12/2017	22/12/2017

CONDIZIONI INIZIALI

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (ρ_g)	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm³)	(daN/dm³)	(%)		%	%
2,02	2,63	16,2	0,52	34,0	84
2,01	2,63	16,4	0,52	34,2	85
2,02	2,63	16,3	0,52	34,0	85



Curva Sforzi-deformazioni

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

NOTE:

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL2	**Data emissione**	22/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

CONDIZIONI DI ROTTURA

Provino	**Tensione verticale**	**Coesione non drenata Cu**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	%
1	1,54	0,77	8
2	1,48	0,74	8
3	1,57	0,78	8
Valore Medio		**0,76**	**8**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Racc. AGI/94)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S2CR1 (0-1) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	01/12/2017 – 07/12/2017	22/12/2017

CONDIZIONI INIZIALI

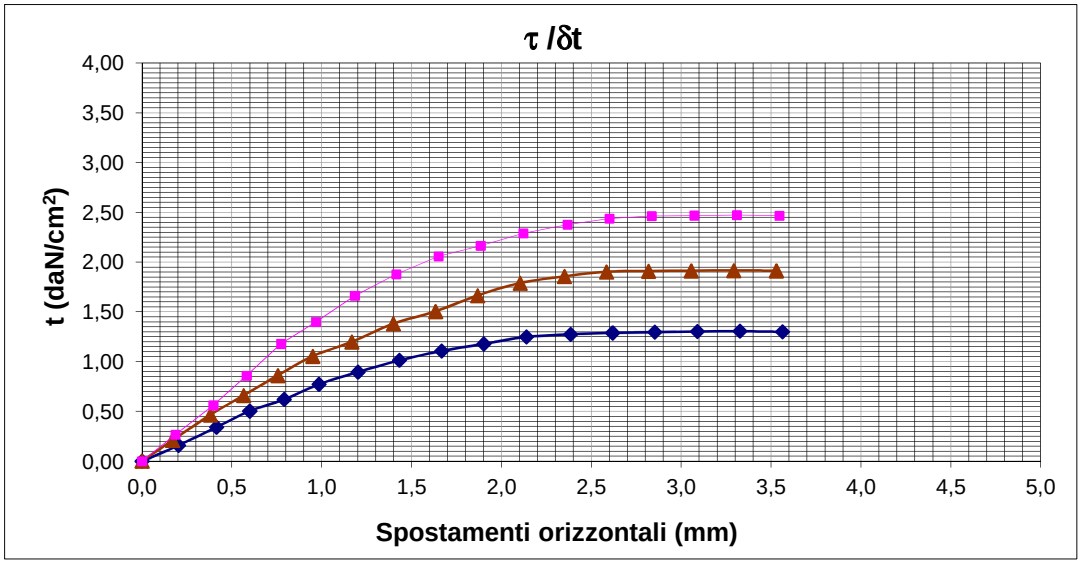
Campione	**Peso dell'unità di volume**	**Peso dell'unità di volume dei granuli solidi**	**Contenuto in acqua**
	(daN/dm^3)	(daN/dm^3)	(%)
Provino1	2,01	2,63	16,3
Provino2	2,01	2,63	16,2
Provino3	2,01	2,63	16,3

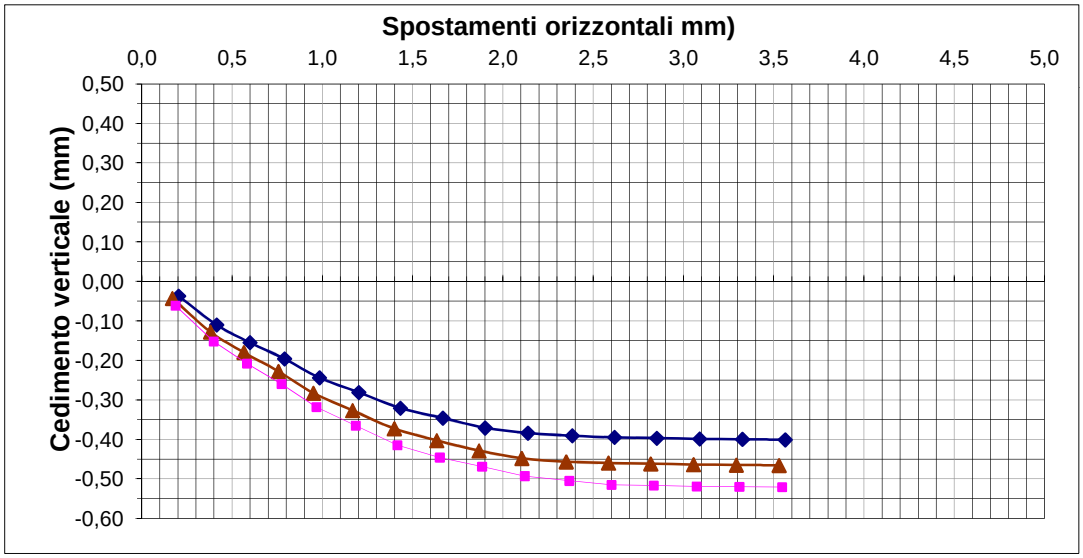
CONSOLIDAZIONE

Provino	**Tensione Verticale**	**Tempo di Consolidazione**	**Cedimento Finale**
	(daN/cm^2)	(h)	(mm)
1	1,961	24	-0,88
2	2,942	24	-1,43
3	3,923	24	-1,97

Note:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD2	**Data emissione**	22/12/2017





Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

NOTE:
Velocità di deformazione: 0,004 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova	Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T) Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T) Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio (Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

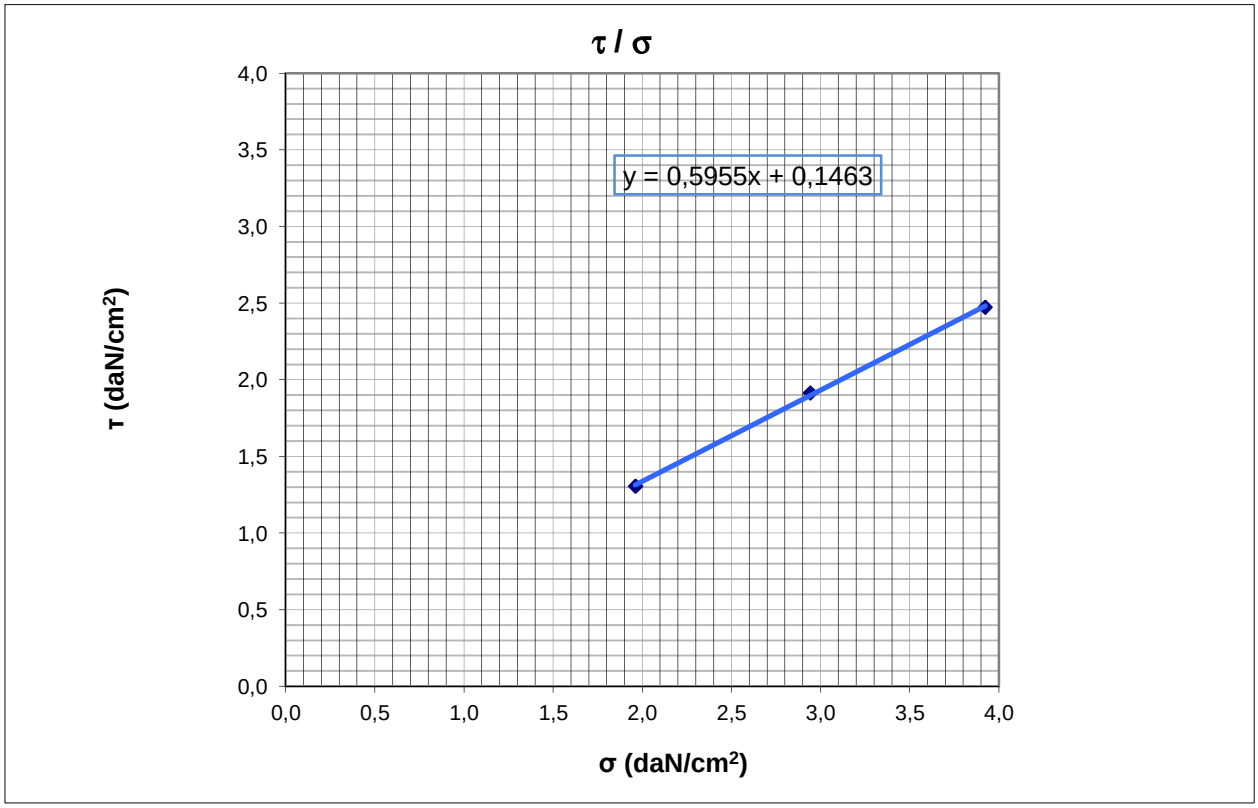
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD2	**Data emissione**	22/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

Provino	**Sforzo di Taglio**	**Sforzo normale**	**Deformazione trasversale**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	(mm)	(mm)
1	1,306	1,961	3,33	-0,400
2	1,915	2,942	3,29	-0,465
3	2,474	3,923	3,31	-0,520

ANGOLO DI ATTRITO ϕ'	(gradi)	**30,8**
COESIONE C'	(daN/cm^2)	**0,15**



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ'.
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell inviluppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PS3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato 0/4mm		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2) – 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 01/12/2017	12/12/2017

Peso dell'unutà di volume dell'acqua γ_w (daN/dm^3)	0,9797

Campione	Identificazione campione	Metodo utilizzato	Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato saturo	Massa del cestello immerso/picnometro saturo d'acqua, privi del campione	Massa secca	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi
			P1	**P2**	**P3**	γ_s
			(g)	(g)	(g)	(daN/dm^3)
S2CR1	A	picnometro	1851,3	1632,2	347,6	**2,65**
	B	picnometro	1776,3	1584,3	304,5	**2,65**

Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova:	Apparecchiature per massa volumica

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 404.9 - Rev 0 del 17/03/2017

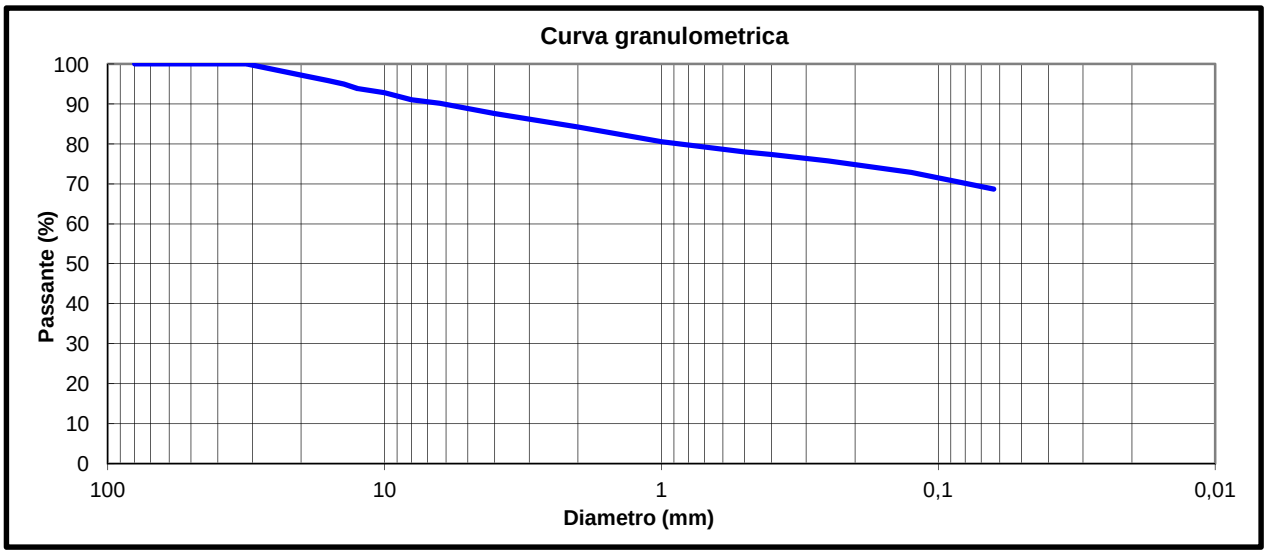
DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (UNI EN 933-1:2012)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa totale essicata M1 (g)	3588,8
Massa totale essicata M2 (g)	1188,8
Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g)	2400,0
Materiale nel recipiente di fondo P (g)	64,8

% Fini passanti allo staccio 0,063 mm	68,7

Setacci	Trattenuto	Trattenuto	Passante
mm	g	%	%
80	0,0	0,0	100,0
63	0,0	0,0	100,0
40	0,0	0,0	100,0
31,5	0,0	0,0	100,0
20	100,8	2,8	97,2
16	49,6	4,2	95,8
14	31,2	5,1	94,9
12,5	39,2	6,2	93,8
10	38,4	7,2	92,8
8	62,4	9,0	91,0
6,3	32,0	9,9	90,1
4	92,8	12,4	87,6
2	119,2	15,8	84,2
1	132,0	19,4	80,6
0,500	93,6	22,0	78,0
0,400	20,8	22,6	77,4
0,250	60,0	24,3	75,7
0,125	103,2	27,2	72,8
0,063	148,8	31,3	68,7



Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Michele Mazzoni
Strumentazione utilizzata per la prova	Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves da 80 mm a 4 mm (Codice interno SL4-C fino a SL80-C) e stacci a rete Tecnotest da 2 mm a 0,063 mm (Codice interno SR63-C fino a SR2000-C) .

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

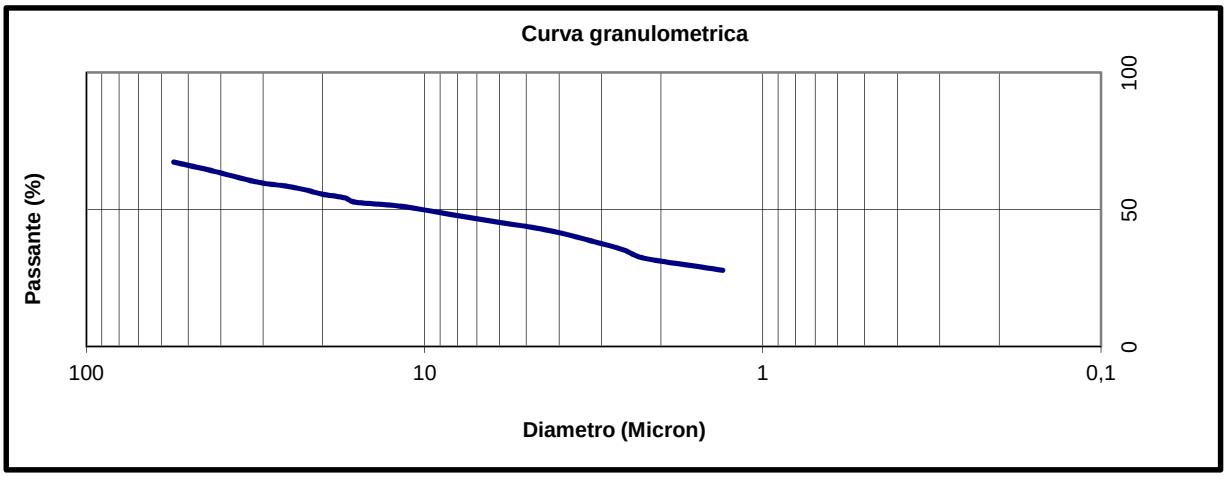
Mod Gt 404.21 - Rev 0 del 27/03/2017

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2004)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa iniziale secca	54,3
Massa trattenuta al vaglio 0,063mm secca	17,0
Passante %	68,7

Diametro equivalente dei grani (Micron)	Passante (%)
55,06	67,28
43,22	64,35
31,15	59,96
25,60	58,50
22,31	57,04
20,07	55,58
18,38	54,84
17,07	54,11
16,06	52,65
11,80	51,19
8,44	48,26
6,04	45,34
4,32	42,41
3,10	38,03
2,56	35,10
2,24	32,18
1,31	27,79



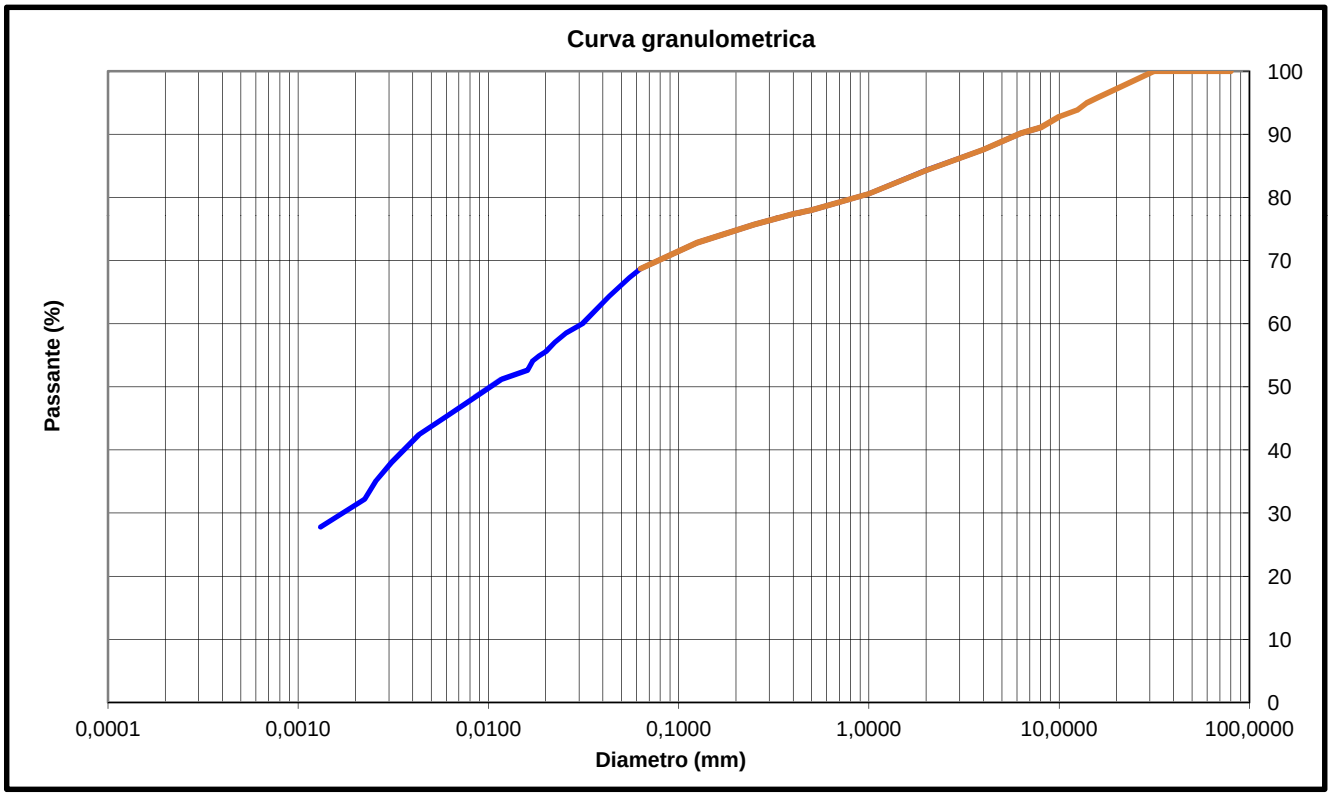
Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova	Setaccio a rete - Tecnotest 0,063 mm (Codice interno SR63-C) Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G3	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D3	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Curva granulometrica composita (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)



Note:

% Argilla (Racc. AGI 1990): 31,04

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

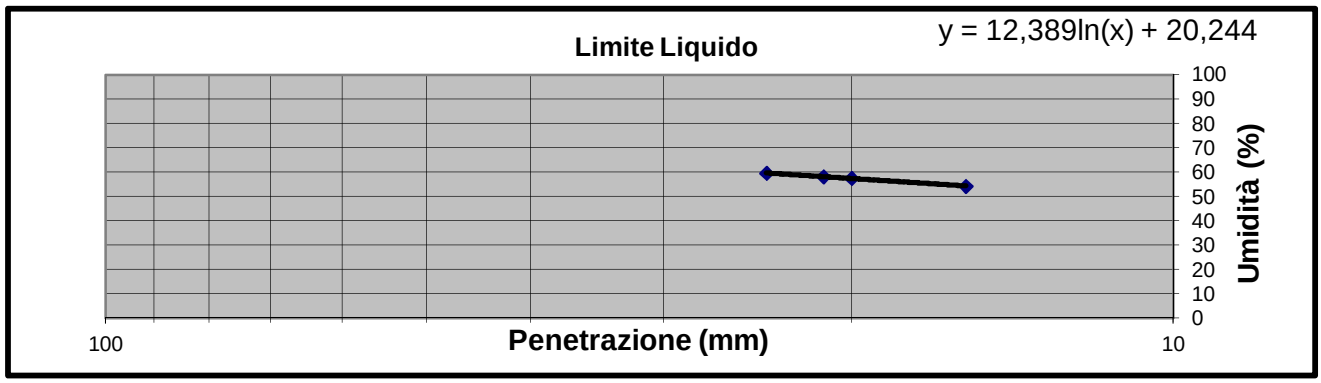
Mod.GT_403.2 - rev 0 del 04/10/2016

Determinazione dei limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Limite Liquido

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua	Penetrazione
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	mm
1	41,70	35,93	26,24	9,69	59,5	24,04
2	42,90	36,85	26,30	10,54	57,5	20,01
3	41,66	36,38	26,65	9,73	54,2	15,64
4	44,40	37,75	26,33	11,43	58,2	21,26



Limite Plastico

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)
4	29,58	28,83	26,21	2,62	28,9
5	36,59	34,25	26,31	7,94	29,4

Limite Liquido	Limite Plastico	Indice di Plasticità
%	%	%
57	29	28

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Penetrometro per limite di liquidità Controls (Codice interno PSD01) e attrezzatura per limite plastico (Codice interno CU02)

Note: utilizzato per la prova cono da 80g con angolo della punta di 30°; campione preparato per vagliatura ad umido al setaccio 0,4mm

Passante % al vaglio 0,4mm: 77

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G3	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM3	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (UNI 11531-1:2013)

	Risultati prove
Passante setaccio 2mm (%)	84,2
Passante setaccio 0,4mm (%)	77,4
Passante setaccio 0,063mm (%)	68,7
Limite Liquido	57
Indice Plastico	28
Indice di Gruppo	17

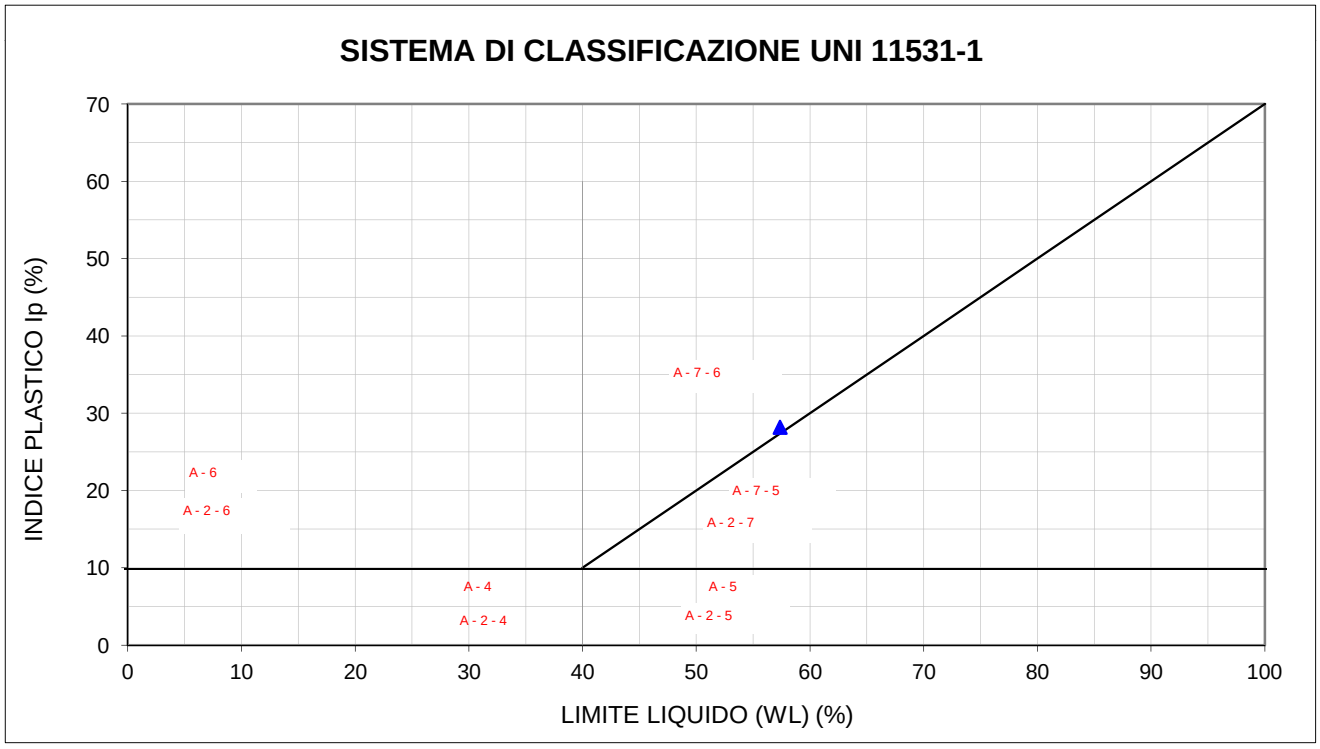


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione UNI 11531-1

Gruppo di classificazione	**A 7-6**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 403.1 - rev 4 del 06/09/11

Determinazione del limite di ritiro (CNR UNI 10014:1964)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LR3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	07/12/2017 – 15/12/2017	15/12/2017

LIMITE LIQUIDO (%)	57
UMIDITA' CAMPIONE (%)	59,35
DENSITA' DELL'ACQUA (daN/dm^3)	0,9797

PROVINO 1		**PROVINO 2**	
Volume Iniziale (cm^3)	19,25	Volume Iniziale (cm^3)	18,13
Volume Finale (cm^3)	10,02	Volume Finale (cm^3)	9,48
Massa secca (g)	19,47	Massa secca (g)	18,13
Limite di ritiro 1	**12**	**Limite di ritiro 2**	**12**

Limite di ritiro (valore medio)	**12**

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M *Consulenza materie prime e prove materiali* Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Apparecchiatura per limite di ritiro (Codice interno LR01)

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 407.1 - Rev 5 del 09/02/12

PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR (CNR B.U. n°69:2002)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PR2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato nella frazione 0/4mm		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 11/12/2017	18/12/2017

Provino	Massa Fustella + campione (g)	Massa Fustella (g)	Massa campione umido (g)	Massa campione secco (g)
1	3544	1778	200,4	172,9
2	3633	1778	200,3	169,4
3	3678	1778	200,5	166,8
4	3658	1778	200,6	164,6
5	3629	1778	200,2	162,5

NOTE: Prova effettuata su fustella da 4"; Compattazione AASHTO Std. T99

Lo Sperimentatore
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

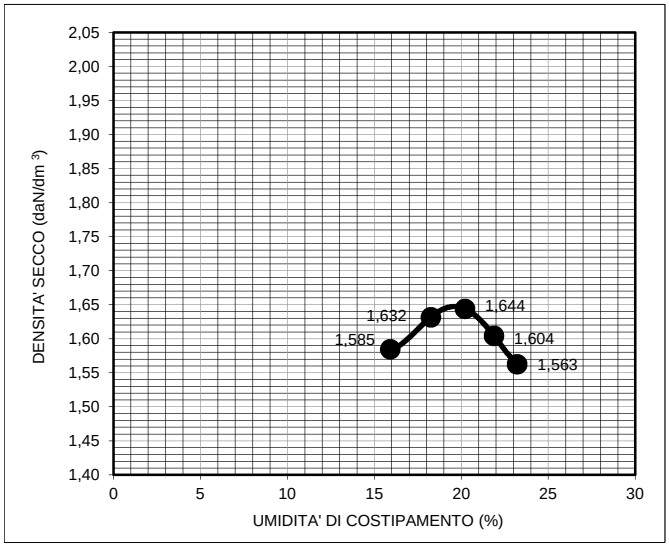
Strumenti utilizzati per la prova	Fustella proctor - Tecnotest (Codice interno FO01;FP02) Pestello/CompattatoreCBR - Controls (Codice interno PLCBR01)

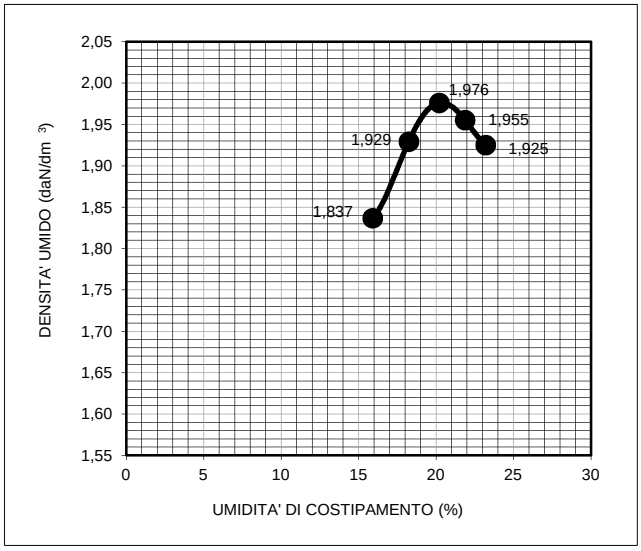
NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°:	**BPC_816-2017_PR2**
Data di emissione:	**18/12/2017**

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Di seguito sono riportati i grafici in cui si evidenziano gli andamenti delle densità del secco e dell'umido





Densità massima del secco (daN/dm^3)	1,65
Umidità ottima (%)	19,6

Densità massima dell'umido (daN/dm^3)	1,98
Acqua di impasto corrispondente (%)	20,3

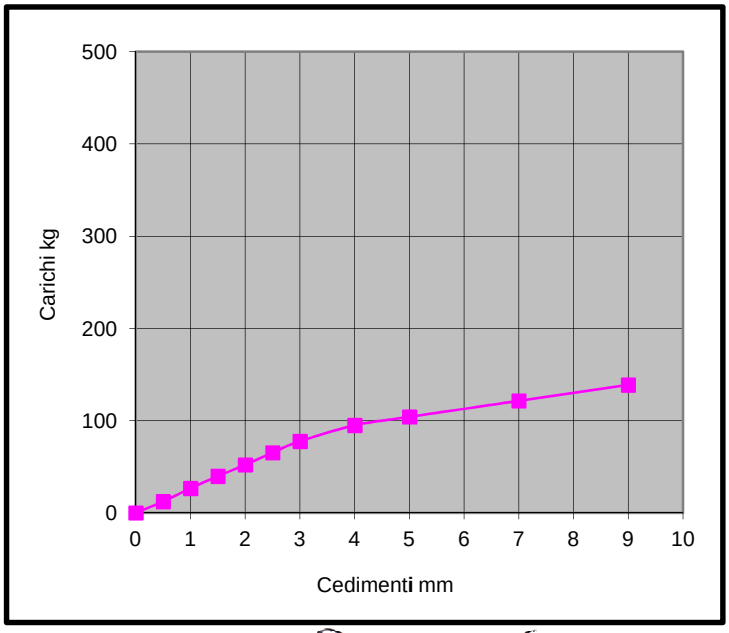
Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 402.1 - Rev 3 del 27/01/2011

INDICE DI PORTANZA CBR DI UNA TERRA (CNR UNI 10009/64)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_CBR2	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato nella frazione 0/4mm		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	11/12/2017 – 15/12/2017	18/12/2017

Trattenuto allo staccio 25 UNI 2334 %	0
Preparazione campione	Compattato AASHTO Standard, Saturato 4 giorni
Sovraccarico	standard (4540 g)
Massa fustella g	4271
Massa fustella + campione g	8522
Massa campione g	4251
Massa campione secco g	3561
Umidità %	19,4
Peso di volume secco daN/dm^3	1,65
Rigonfiamento %	1,74



Penetrazione mm	Carico kg
0	0
0,5	12
1	27
1,5	40
2	52
2,5	65
3	77
4	95
5	104
7	121
9	139

mm	carico kg	carico standard kg	CBR %
2,5	65	1360	4,8
5	104	2040	5,1

Lo Sperimentatore
Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica
Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumenti utilizzati per la prova	Pressa multispeed - Matest (Codice interno PMS01) Cella di carico - Matest (Codice interno CC03-T) Fustelle CBR - Tecnotest (Codice interno FCn) Comparatori - Tecnotest (Codice interno CO08-C)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 409.2 - Rev 3 del 07/11/2011

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K
Metodo a Carico Variabile (UNI EN 17892-11:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PECV3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	15/12/2017 – 18/12/2017	18/12/2017

	Peso di volume umido	**Peso di volume secco**	**Peso di volume dei granuli solidi**	**Umidità**	**Indice dei vuoti**	**Porosità**	**Grado di saturazione**
	daN/dm^3	daN/dm^3	daN/dm^3	**%**	-	**%**	**%**
Condizioni Iniziali	1,92	1,56	2,65	23,29	0,70	41,2	90
Condizioni Finali	1,98	1,58	2,65	24,97	0,67	40,2	100

Carico verticale applicato	**Altezza iniziale provino**	**Sezione Campione**	**Sezione Buretta**	**Cedimento di consolidazione**	**Tempo (h_1 - h_0)**	**Battente idraulico iniziale**	**Battente idraulico finale**
	H_0	A	a	δH	Δt	h_1	h_2
daN/dm^2	cm	cm^2	cm^2	cm	s	cm	cm
0,49	2,00	20,00	0,50	0,0324	259200	50	43,9

Temperatura di prova	°K	293

$K(T) = 2,3*a/A*(H_0-\Delta H)*\log(h_1/h_2)/\Delta t$	m/s	2,48E-10

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Edometro - Tecnotest (Codice interno EDO4) Potenziometri - Leane (Codice interno PZCO1-T)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

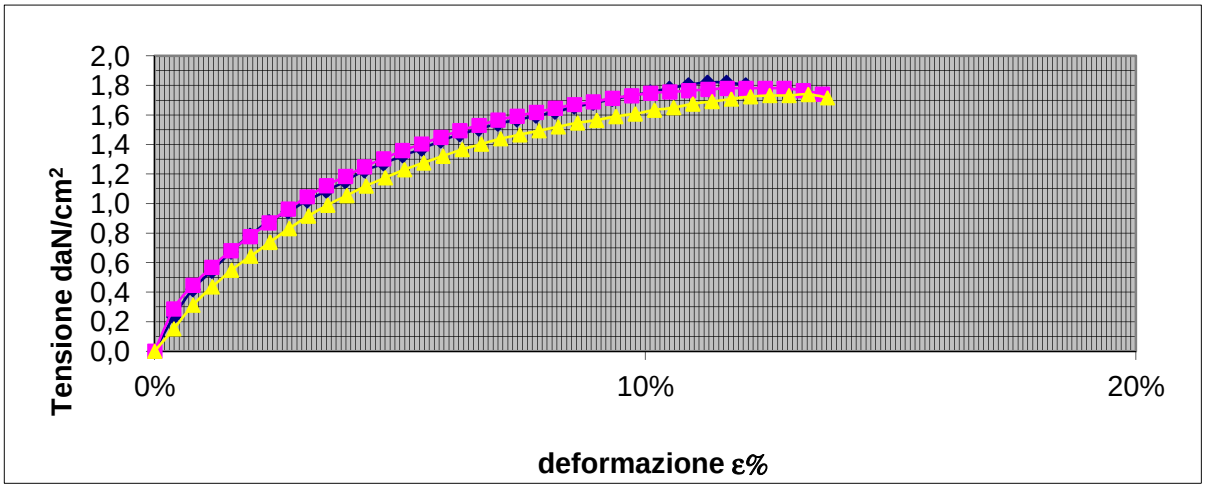
Mod Gt 406 - Rev 2 del 27/01/2011

Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166:2016)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	18/12/2017 – 20/12/2017	22/12/2017

CONDIZIONI INIZIALI

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (ρ_g)	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm³)	(daN/dm³)	(%)		%	%
1,92	2,65	23,5	0,70	41,2	91
1,92	2,65	23,7	0,70	41,2	91
1,92	2,65	23,9	0,71	41,5	91



Curva Sforzi-deformazioni

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

NOTE:

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL3	**Data emissione**	22/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

CONDIZIONI DI ROTTURA

Provino	**Tensione verticale**	**Coesione non drenata Cu**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	%
1	1,82	0,91	12
2	1,78	0,89	13
3	1,74	0,87	13
Valore Medio		**0,89**	**13**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Racc. AGI/94)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S2CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	07/12/2017 – 14/12/2017	22/12/2017

CONDIZIONI INIZIALI

Campione	Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi	Contenuto in acqua
	(daN/dm^3)	(daN/dm^3)	(%)
Provino1	1,92	2,65	23,0
Provino2	1,93	2,65	23,6
Provino3	1,92	2,65	23,4

CONSOLIDAZIONE

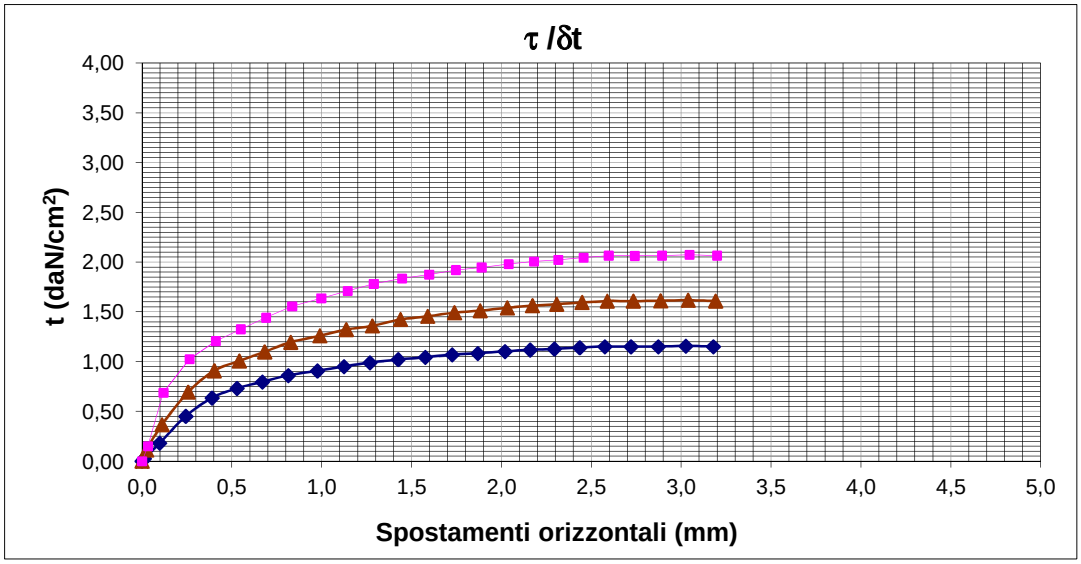
Provino	Tensione Verticale	Tempo di Consolidazione	Cedimento Finale
	(daN/cm^2)	(h)	(mm)
1	1,961	24	-1,22
2	2,942	24	-1,59
3	3,923	24	-2,14

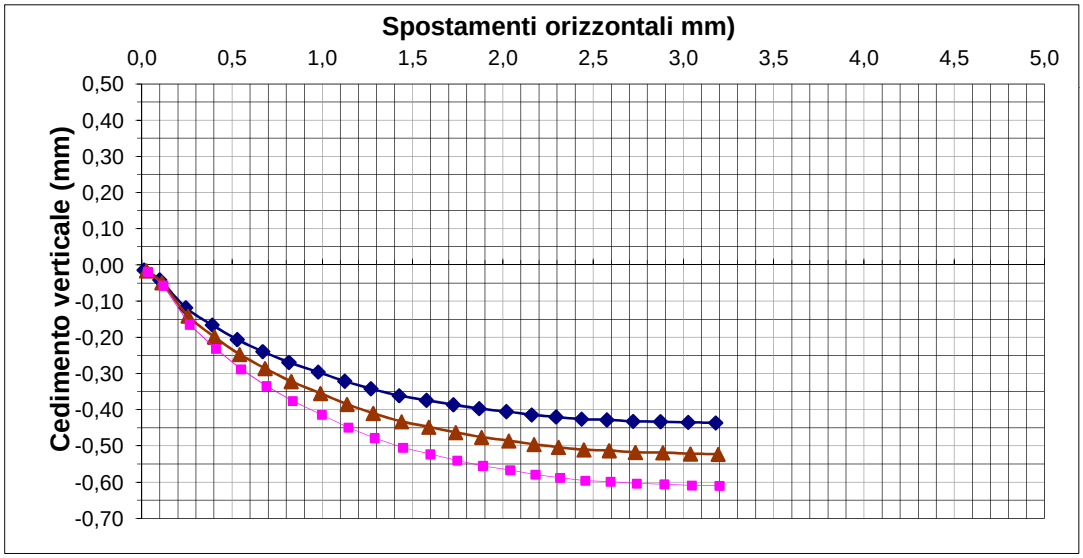
Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 412 - rev 4 del 17/02/12

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD3	**Data emissione**	22/12/2017





Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

NOTE:
Velocità di deformazione: 0,0025 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova	Taglio diretto - Tecnotest (Codice interno CC05-T) Potenziometri - Leane (Codice interno PZ03-T, PZ04-T) Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio (Codice interno TD02)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

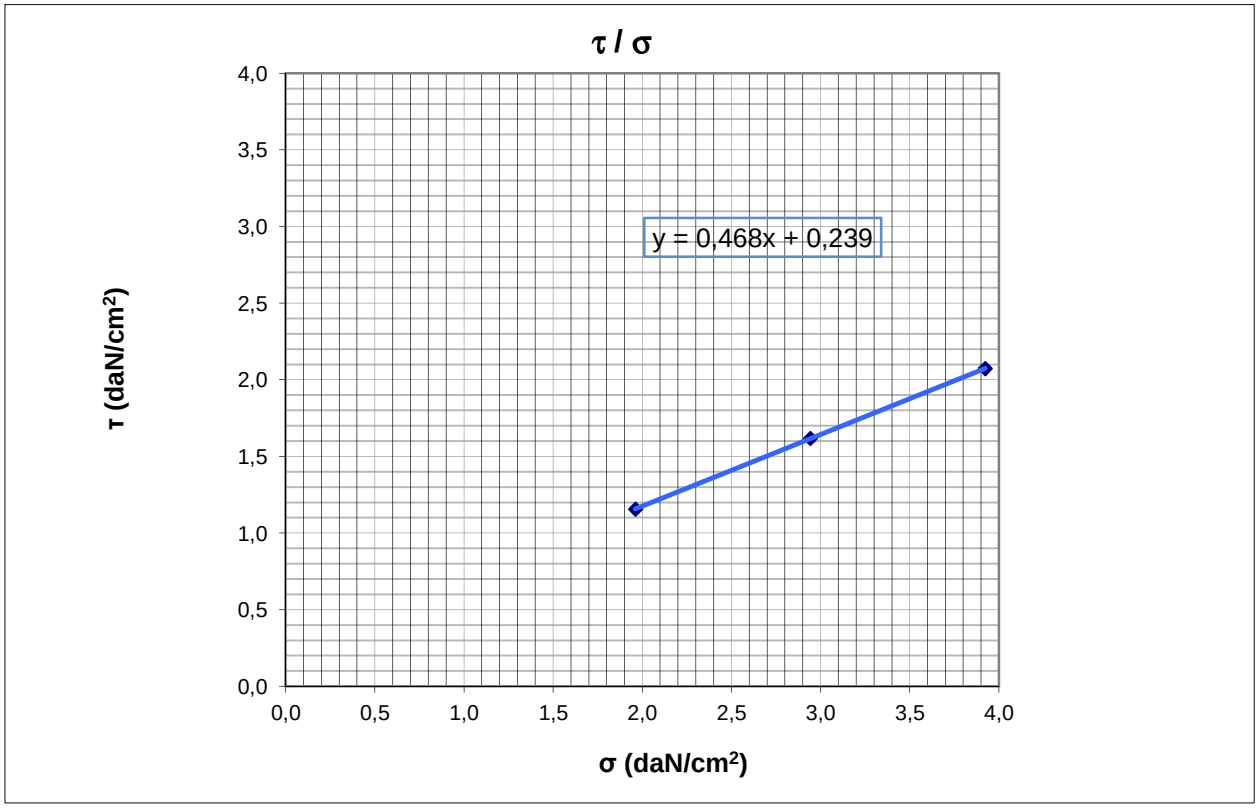
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD3	**Data emissione**	22/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

Provino	**Sforzo di Taglio**	**Sforzo normale**	**Deformazione trasversale**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	(mm)	(mm)
1	1,156	1,961	3,03	-0,435
2	1,618	2,942	3,04	-0,522
3	2,074	3,923	3,05	-0,609

ANGOLO DI ATTRITO ϕ'	(gradi)	**25,1**
COESIONE C'	(daN/cm^2)	**0,24**



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ'.
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell inviluppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PS4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato 0/4mm		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2) – 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 01/12/2017	12/12/2017

Peso dell'unutà di volume dell'acqua γ_w (daN/dm^3)	0,9797

Campione	Identificazione campione	Metodo utilizzato	Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato saturo	Massa del cestello immerso/picnometro saturo d'acqua, privi del campione	Massa secca	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi
			P1	**P2**	**P3**	**γ_s**
			(g)	(g)	(g)	(daN/dm^3)
S3CR1	A	picnometro	1858,5	1631,9	361,5	**2,63**
	B	picnometro	1810,2	1585,0	358,5	**2,63**

Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**Il Direttore Tecnico** Studio Tecnologico MM & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova:	Apparecchiature per massa volumica

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 404.9 - Rev 0 del 17/03/2017

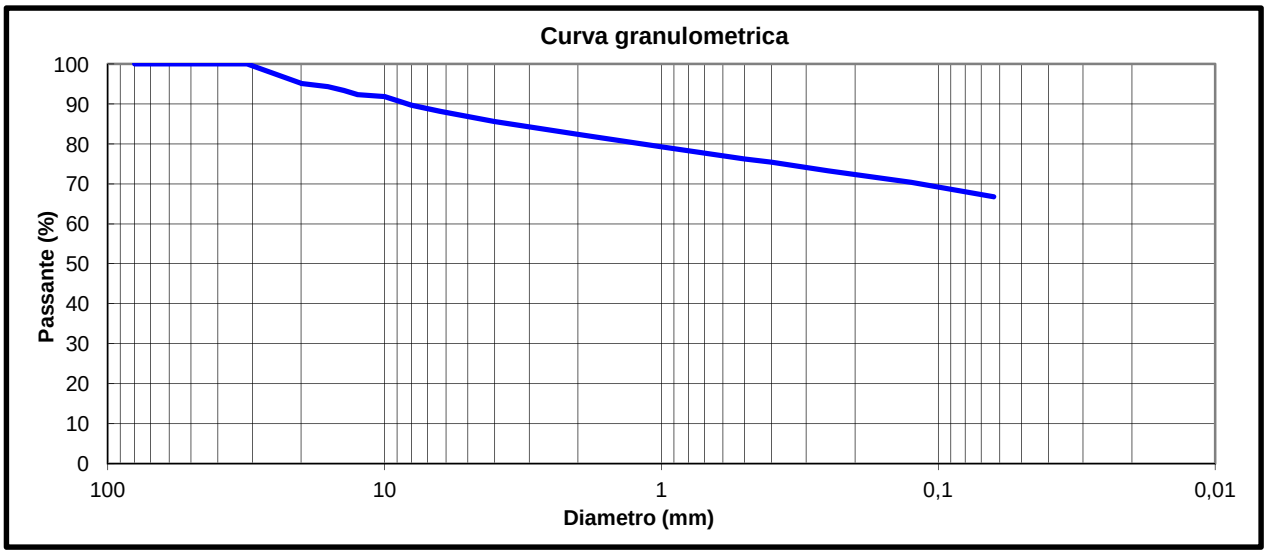
DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (UNI EN 933-1:2012)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa totale essicata M1 (g)	4605,6
Massa totale essicata M2 (g)	1640,8
Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g)	2964,8
Materiale nel recipiente di fondo P (g)	112,0

% Fini passanti allo staccio 0,063 mm	66,8

Setacci	Trattenuto	Trattenuto	Passante
mm	g	%	%
80	0,0	0,0	100,0
63	0,0	0,0	100,0
40	0,0	0,0	100,0
31,5	0,0	0,0	100,0
20	225,6	4,9	95,1
16	37,6	5,7	94,3
14	44,0	6,7	93,3
12,5	46,4	7,7	92,3
10	21,6	8,1	91,9
8	100,0	10,3	89,7
6,3	71,2	11,9	88,1
4	116,8	14,4	85,6
2	148,0	17,6	82,4
1	142,4	20,7	79,3
0,500	141,6	23,8	76,2
0,400	38,4	24,6	75,4
0,250	97,6	26,7	73,3
0,125	133,6	29,6	70,4
0,063	164,0	33,2	66,8



Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Michele Mazzoni
Strumentazione utilizzata per la prova	Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves da 80 mm a 4 mm (Codice interno SL4-C fino a SL80-C) e stacci a rete Tecnotest da 2 mm a 0,063 mm (Codice interno SR63-C fino a SR2000-C) .

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

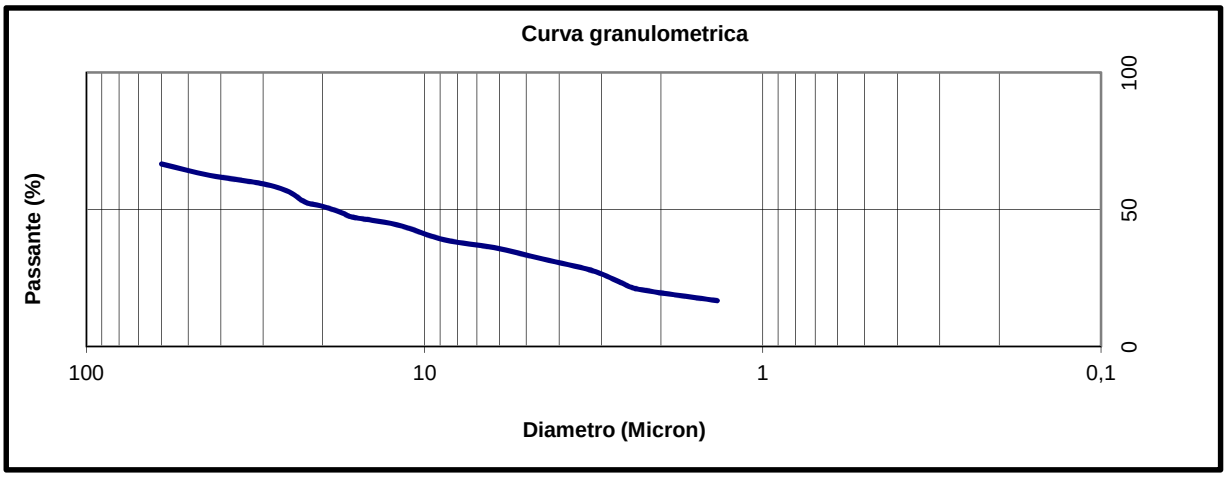
Mod Gt 404.21 - Rev 0 del 27/03/2017

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2004)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa iniziale secca	57,5
Massa trattenuta al vaglio 0,063mm secca	19,1
Passante %	66,8

Diametro equivalente dei grani (Micron)	Passante (%)
59,90	66,61
43,22	62,45
30,96	59,67
25,60	56,90
22,58	52,73
20,32	51,35
18,66	49,96
17,37	48,57
16,34	47,18
12,07	44,41
8,73	38,86
6,24	36,08
4,48	31,92
3,21	27,76
2,66	23,59
2,33	20,82
1,36	16,65



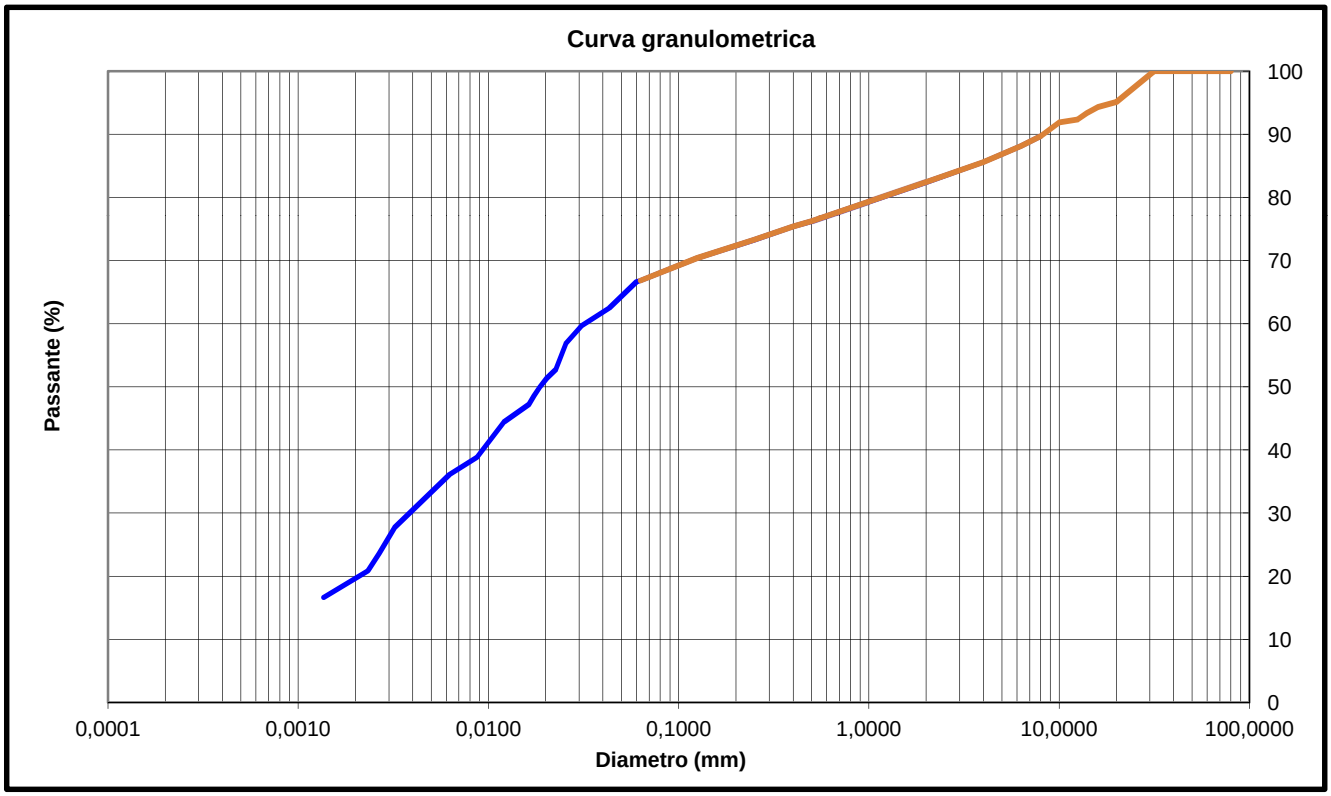
Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova	Setaccio a rete - Tecnotest 0,063 mm (Codice interno SR63-C) Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G4	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D4	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Curva granulometrica composita (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)



Note:

% Argilla (Racc. AGI 1990): 19,40

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

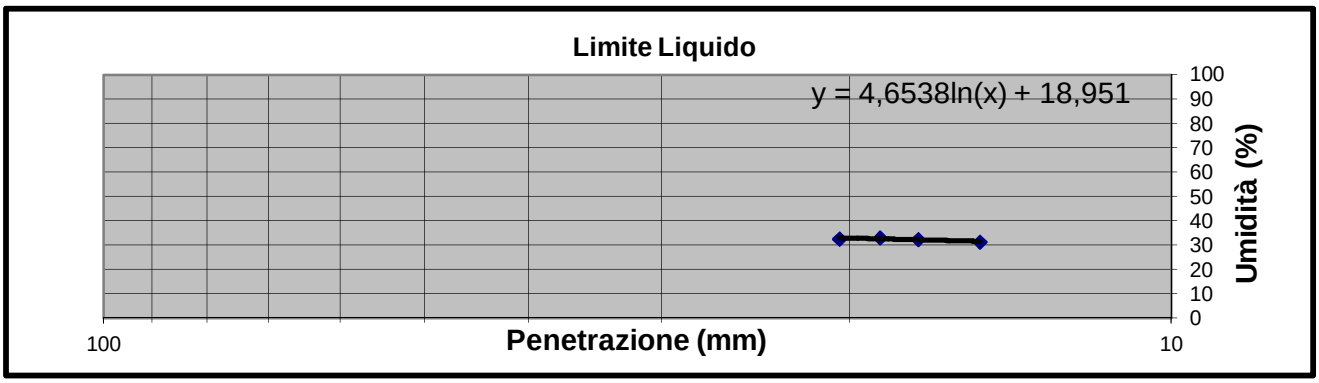
Mod.GT_403.2 - rev 0 del 04/10/2016

Determinazione dei limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Limite Liquido

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua	Penetrazione
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	mm
1	46,77	41,68	26,28	15,40	33,0	18,74
2	42,60	38,63	26,44	12,18	32,6	20,45
3	43,67	39,41	25,82	13,59	31,3	15,11
4	44,78	40,27	26,35	13,92	32,4	17,26



Limite Plastico

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)
4	34,96	33,49	26,59	6,90	21,2
5	35,24	33,70	26,38	7,32	21,0

Limite Liquido	Limite Plastico	Indice di Plasticità
%	%	%
33	21	12

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Penetrometro per limite di liquidità Controls (Codice interno PSD01) e attrezzatura per limite plastico (Codice interno CU02)

Note: utilizzato per la prova cono da 80g con angolo della punta di 30°; campione preparato per vagliatura ad umido al setaccio 0,4mm

Passante % al vaglio 0,4mm: 75

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G4	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM4	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (UNI 11531-1:2013)

	Risultati prove
Passante setaccio 2mm (%)	82,4
Passante setaccio 0,4mm (%)	75,4
Passante setaccio 0,063mm (%)	66,8
Limite Liquido	33
Indice Plastico	12
Indice di Gruppo	7

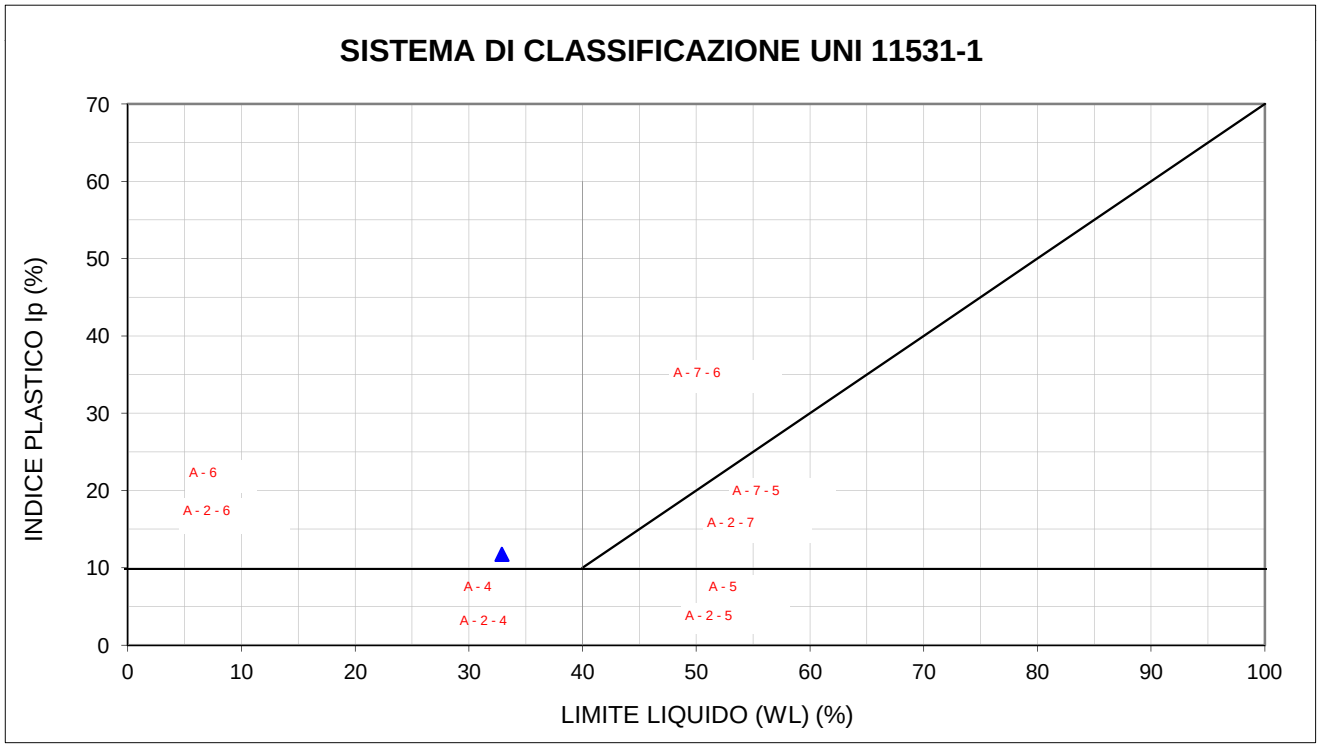


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione UNI 11531-1

Gruppo di classificazione	**A 6**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 403.1 - rev 4 del 06/09/11

Determinazione del limite di ritiro (CNR UNI 10014:1964)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LR4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	07/12/2017 – 15/12/2017	15/12/2017

LIMITE LIQUIDO (%)	33
UMIDITA' CAMPIONE (%)	39,73
DENSITA' DELL'ACQUA (daN/dm^3)	0,9797

PROVINO 1		**PROVINO 2**	
Volume Iniziale (cm^3)	18,27	Volume Iniziale (cm^3)	19,24
Volume Finale (cm^3)	13,00	Volume Finale (cm^3)	13,91
Massa secca (g)	23,99	Massa secca (g)	24,35
Limite di ritiro 1	**18**	**Limite di ritiro 2**	**18**

Limite di ritiro (valore medio)	**18**

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Apparecchiatura per limite di ritiro (Codice interno LR01)

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 407.1 - Rev 5 del 09/02/12

PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR (CNR B.U. n°69:2002)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PR3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato nella frazione 0/4mm		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 11/12/2017	18/12/2017

Provino	Massa Fustella + campione (g)	Massa Fustella (g)	Massa campione umido (g)	Massa campione secco (g)
1	3574	1778	200,1	183,3
2	3659	1778	200,4	180,2
3	3717	1778	200,6	177,2
4	3716	1778	200,3	172,8
5	3659	1778	200,4	169,8

NOTE: Prova effettuata su fustella da 4"; Compattazione AASHTO Std. T99

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

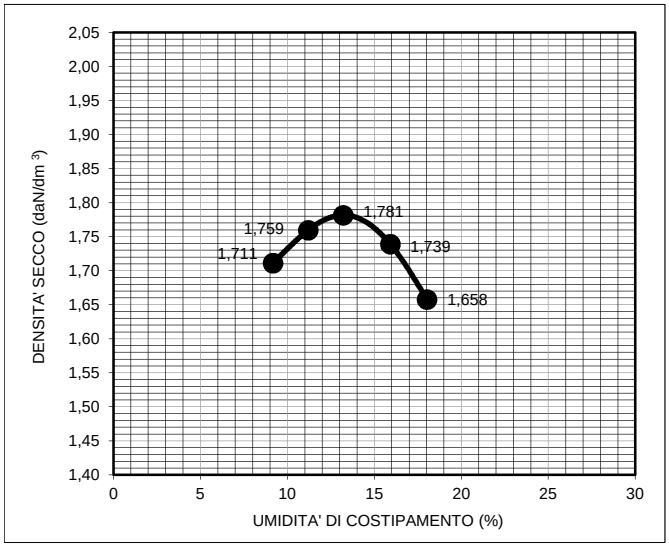
Strumenti utilizzati per la prova	Fustella proctor - Tecnotest (Codice interno FO01;FP02) Pestello/CompattatoreCBR - Controls (Codice interno PLCBR01)

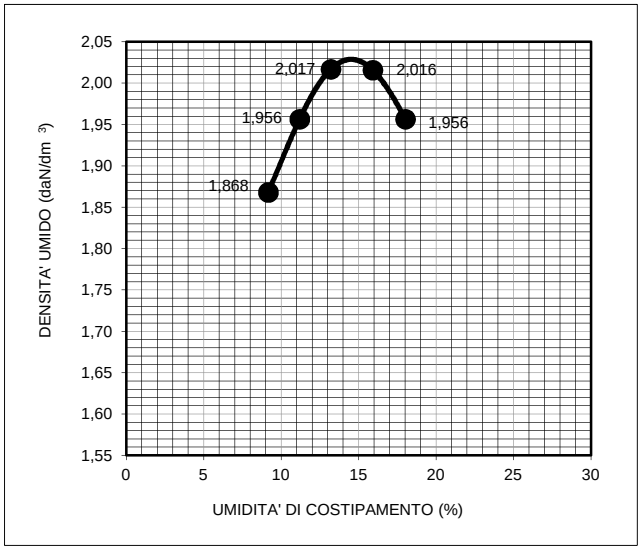
NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°:	**BPC_816-2017_PR3**
Data di emissione:	**18/12/2017**

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Di seguito sono riportati i grafici in cui si evidenziano gli andamenti delle densità del secco e dell'umido





Densità massima del secco (daN/dm^3)	1,78
Umidità ottima (%)	13,2

Densità massima dell'umido (daN/dm^3)	2,03
Acqua di impasto corrispondente (%)	14,4

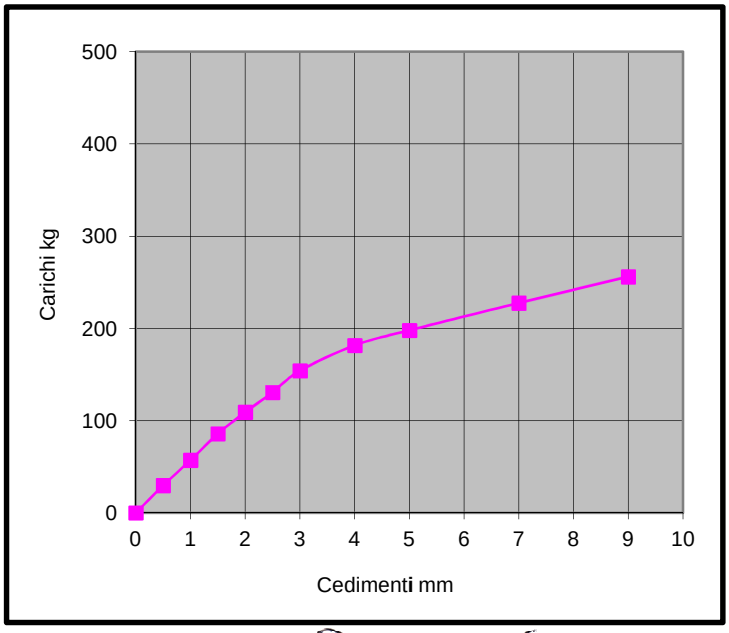
Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 402.1 - Rev 3 del 27/01/2011

INDICE DI PORTANZA CBR DI UNA TERRA (CNR UNI 10009/64)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_CBR3	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato nella frazione 0/4mm		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	11/12/2017 – 15/12/2017	18/12/2017

Trattenuto allo staccio 25 UNI 2334 %	0
Preparazione campione	Compattato AASHTO Standard, Saturato 4 giorni
Sovraccarico	standard (4540 g)
Massa fustella g	4312
Massa fustella + campione g	8661
Massa campione g	4349
Massa campione secco g	3842
Umidità %	13,2
Peso di volume secco daN/dm^3	1,78
Rigonfiamento %	1,10



Penetrazione mm	Carico kg
0	0
0,5	30
1	57
1,5	86
2	109
2,5	131
3	154
4	182
5	198
7	227
9	256

mm	carico kg	carico standard kg	CBR %
2,5	131	1360	9,6
5	198	2040	9,7

Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumenti utilizzati per la prova	Pressa multispeed - Matest (Codice interno PMS01) Cella di carico - Matest (Codice interno CC03-T) Fustelle CBR - Tecnotest (Codice interno FCn) Comparatori - Tecnotest (Codice interno CO08-C)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 409.2 - Rev 3 del 07/11/2011

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K
Metodo a Carico Variabile (UNI EN 17892-11:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PECV4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	12/12/2017 – 15/12/2017	18/12/2017

	Peso di volume umido	**Peso di volume secco**	**Peso di volume dei granuli solidi**	**Umidità**	**Indice dei vuoti**	**Porosità**	**Grado di saturazione**
	daN/dm^3	daN/dm^3	daN/dm^3	**%**	-	**%**	**%**
Condizioni Iniziali	2,02	1,74	2,63	15,93	0,51	33,7	84
Condizioni Finali	2,08	1,75	2,63	18,63	0,50	33,4	100

Carico verticale applicato	**Altezza iniziale provino**	**Sezione Campione**	**Sezione Buretta**	**Cedimento di consolidazione**	**Tempo (h_1 - h_0)**	**Battente idraulico iniziale**	**Battente idraulico finale**
	H_0	A	a	δH	Δt	h_1	h_2
daN/dm^2	cm	cm^2	cm^2	cm	s	cm	cm
0,49	2,00	20,00	0,50	0,0117	259200	50	21,9

Temperatura di prova	°K	293

$K(T) = 2,3*a/A*(H_0-\Delta H)*\log(h_1/h_2)/\Delta t$	m/s	1,59E-09

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M *Consulenza materie prime e prove materiali* Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Edometro - Tecnotest (Codice interno EDO6) Potenziometri - Leane (Codice interno PZCO3-T)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

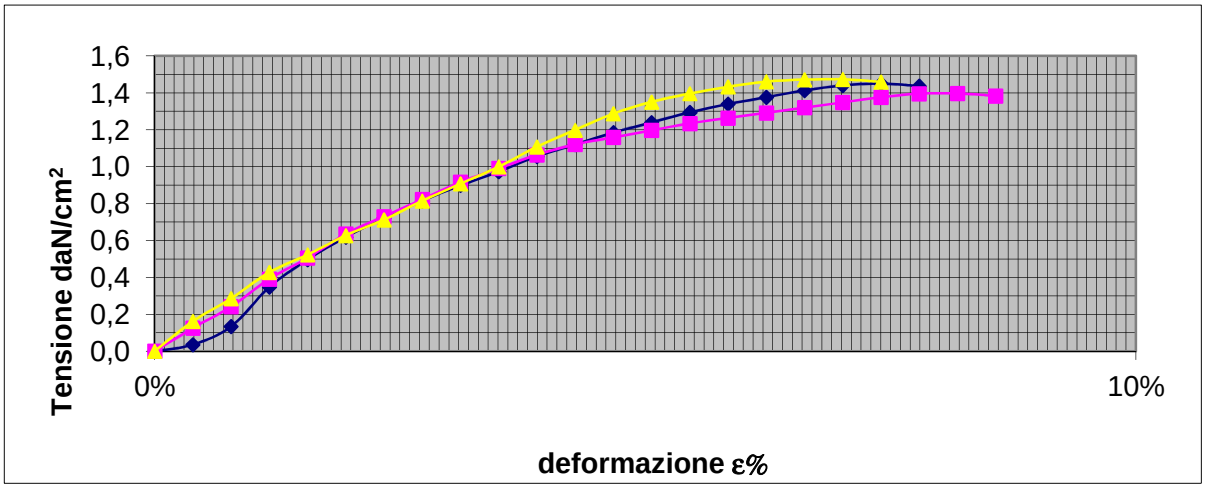
Mod Gt 406 - Rev 2 del 27/01/2011

Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166:2016)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	18/12/2017 – 20/12/2017	22/12/2017

CONDIZIONI INIZIALI

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (ρ_g)	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm³)	(daN/dm³)	(%)		%	%
2,01	2,63	15,9	0,52	34,0	83
2,02	2,63	16,2	0,52	34,0	84
2,01	2,63	15,8	0,51	33,9	83



Curva Sforzi-deformazioni

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

NOTE:

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL4	**Data emissione**	22/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

CONDIZIONI DI ROTTURA

Provino	**Tensione verticale**	**Coesione non drenata Cu**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	%
1	1,45	0,73	7
2	1,40	0,70	8
3	1,47	0,74	7
Valore Medio		**0,72**	**7**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Racc. AGI/94)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S3CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	01/12/2017 – 07/12/2017	22/12/2017

CONDIZIONI INIZIALI

Campione	**Peso dell'unità di volume**	**Peso dell'unità di volume dei granuli solidi**	**Contenuto in acqua**
	(daN/dm^3)	(daN/dm^3)	(%)
Provino1	2,01	2,63	15,7
Provino2	2,02	2,63	15,8
Provino3	2,02	2,63	15,9

CONSOLIDAZIONE

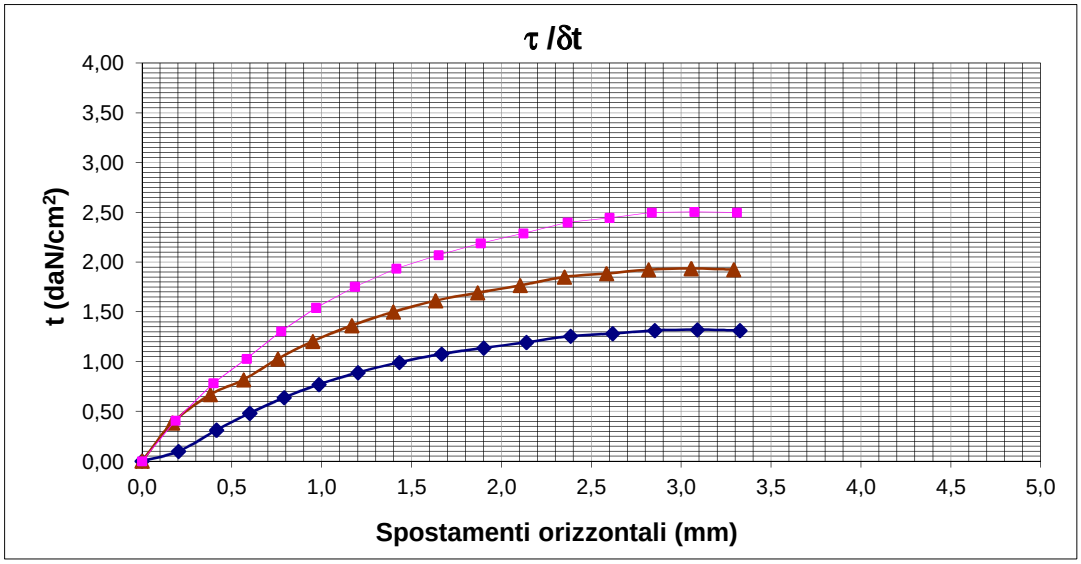
Provino	**Tensione Verticale**	**Tempo di Consolidazione**	**Cedimento Finale**
	(daN/cm^2)	(h)	(mm)
1	1,961	24	-0,71
2	2,942	24	-1,37
3	3,923	24	-1,85

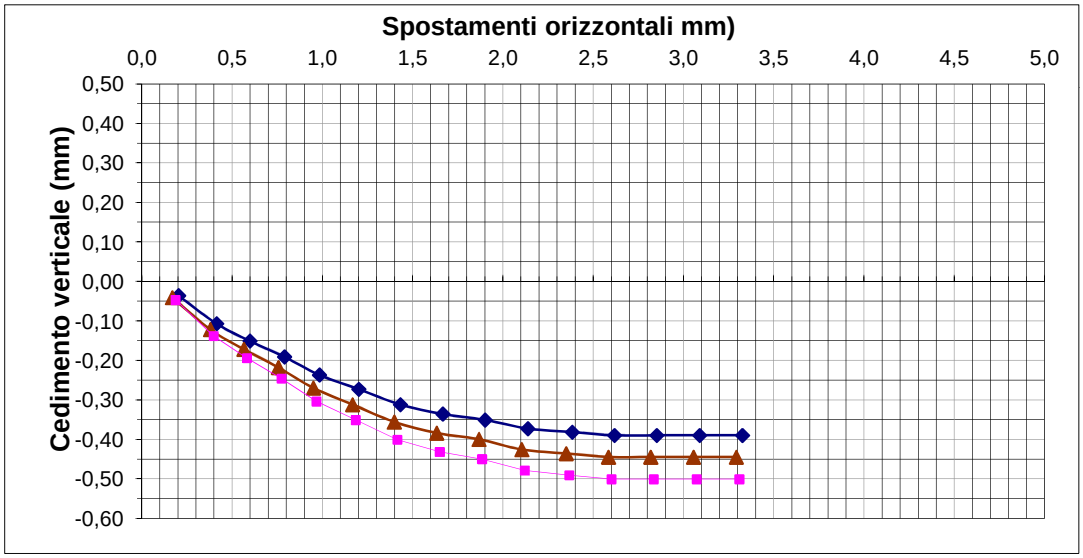
Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 412 - rev 4 del 17/02/12

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD4	**Data emissione**	22/12/2017





Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

NOTE:
Velocità di deformazione: 0,004 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova	Taglio diretto - Landi (Codice interno CC01-T) Potenziometri - Leane (Codice interno PZ01-T, PZ02-T) Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio (Codice interno TD01)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

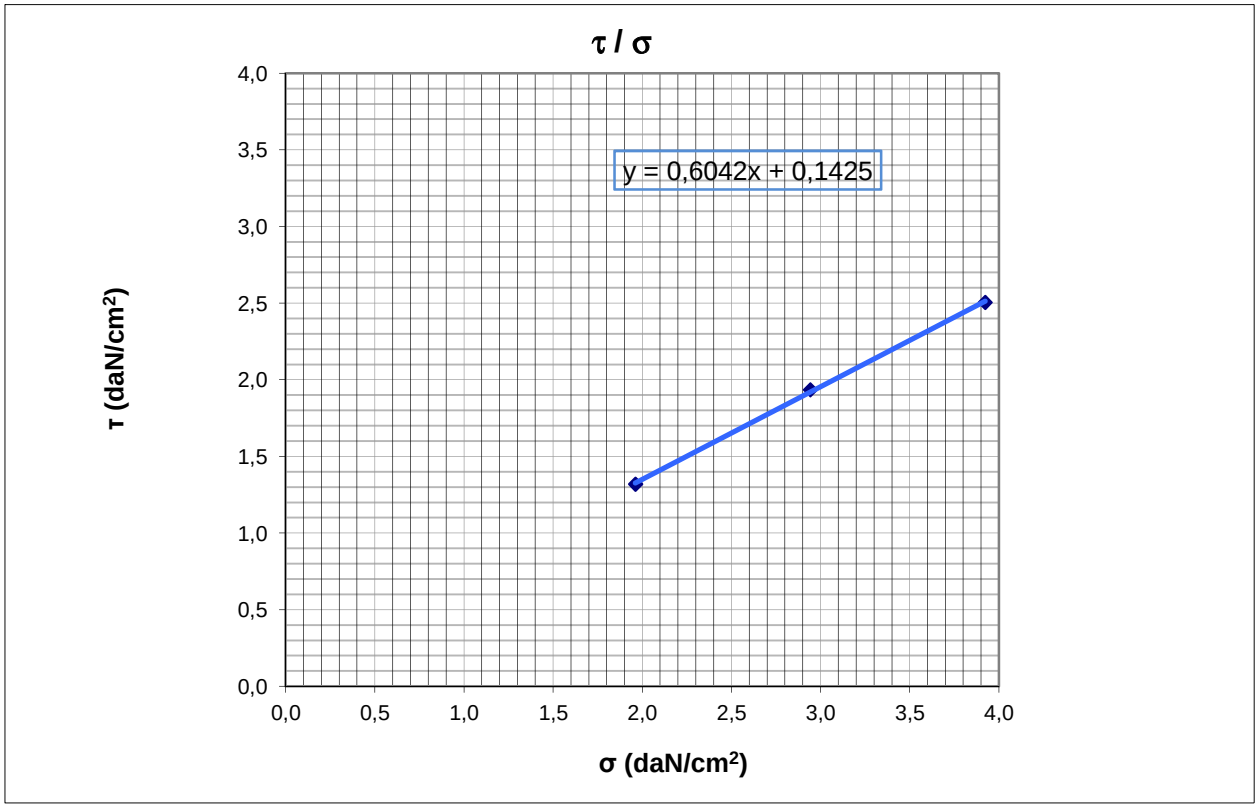
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD4	**Data emissione**	22/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

Provino	**Sforzo di Taglio**	**Sforzo normale**	**Deformazione trasversale**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	(mm)	(mm)
1	1,320	1,961	3,09	-0,390
2	1,935	2,942	3,06	-0,445
3	2,505	3,923	3,07	-0,501

ANGOLO DI ATTRITO ϕ'	(gradi)	**31,1**
COESIONE C'	(daN/cm^2)	**0,14**



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ'.
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell inviluppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 414 - Rev 4 del 31/08/2011

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI (CNR UNI 10013)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PS5	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato 0/4mm		
Identificazione campione	S4CR1 (0-1) – 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 01/12/2017	12/12/2017

Peso dell'unutà di volume dell'acqua γ_w (daN/dm3)	0,9797

Campione	**Identificazione campione**	**Metodo utilizzato**	**Massa del cestello/picnometro contenenti il campione di aggregato saturo**	**Massa del cestello immerso/picnometro saturo d'acqua, privi del campione**	**Massa secca**	**Peso dell'unità di volume dei granuli solidi**
			P1	**P2**	**P3**	**γ_s**
			(g)	(g)	(g)	(daN/dm^3)
S4CR1	A	picnometro	1811,9	1632,4	284,7	**2,65**
	B	picnometro	1732,4	1584,3	234,9	**2,65**

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M *Consulenza materie prime e prove materiali* Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova:	Apparecchiature per massa volumica

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 404.9 - Rev 0 del 17/03/2017

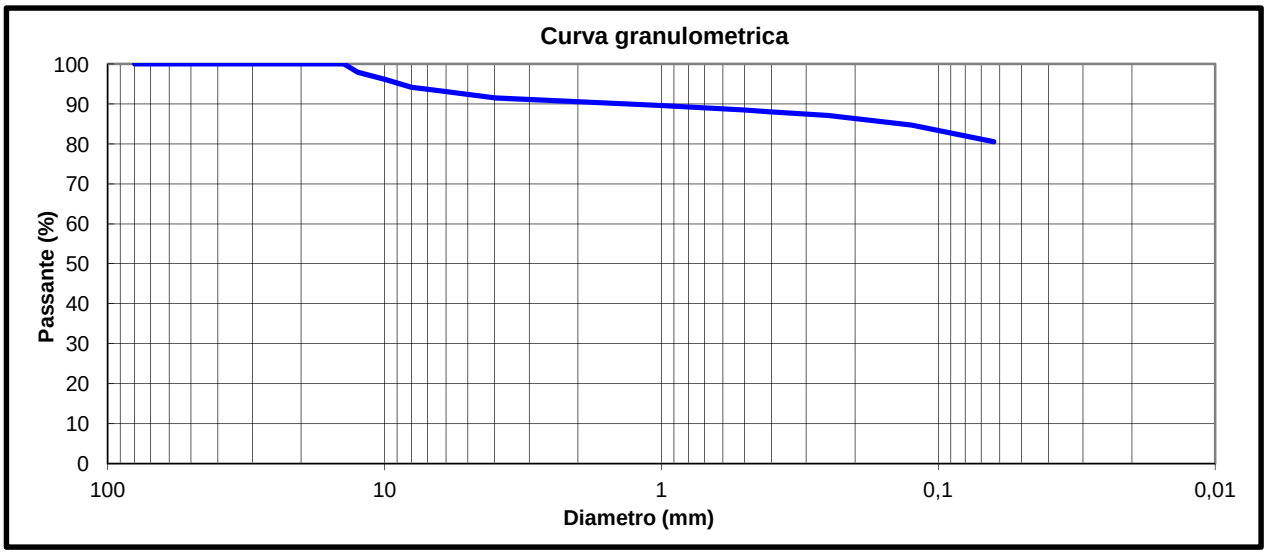
DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (UNI EN 933-1:2012)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G5	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S4CR1 (0-1)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa totale essicata M1 (g)	1127,4
Massa totale essicata M2 (g)	242,4
Massa essicata dei fini rimossi con il lavaggio M1-M2 (g)	885,0
Materiale nel recipiente di fondo P (g)	23,1

% Fini passanti allo staccio 0,063 mm	80,5

Setacci	Trattenuto	Trattenuto	Passante
mm	g	%	%
80	0,0	0,0	100,0
63	0,0	0,0	100,0
40	0,0	0,0	100,0
31,5	0,0	0,0	100,0
20	0,0	0,0	100,0
16	0,0	0,0	100,0
14	0,0	0,0	100,0
12,5	23,1	2,0	98,0
10	20,1	3,8	96,2
8	23,1	5,9	94,1
6,3	9,9	6,8	93,2
4	19,2	8,5	91,5
2	11,1	9,4	90,6
1	10,5	10,4	89,6
0,500	12,6	11,5	88,5
0,400	5,4	12,0	88,0
0,250	10,5	12,9	87,1
0,125	26,7	15,3	84,7
0,063	47,1	19,5	80,5



Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova	Stacci a lamiera perforata Glenammer sieves da 80 mm a 4 mm (Codice interno SL4-C fino a SL80-C) e stacci a rete Tecnotest da 2 mm a 0,063 mm (Codice interno SR63-C fino a SR2000-C) .

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

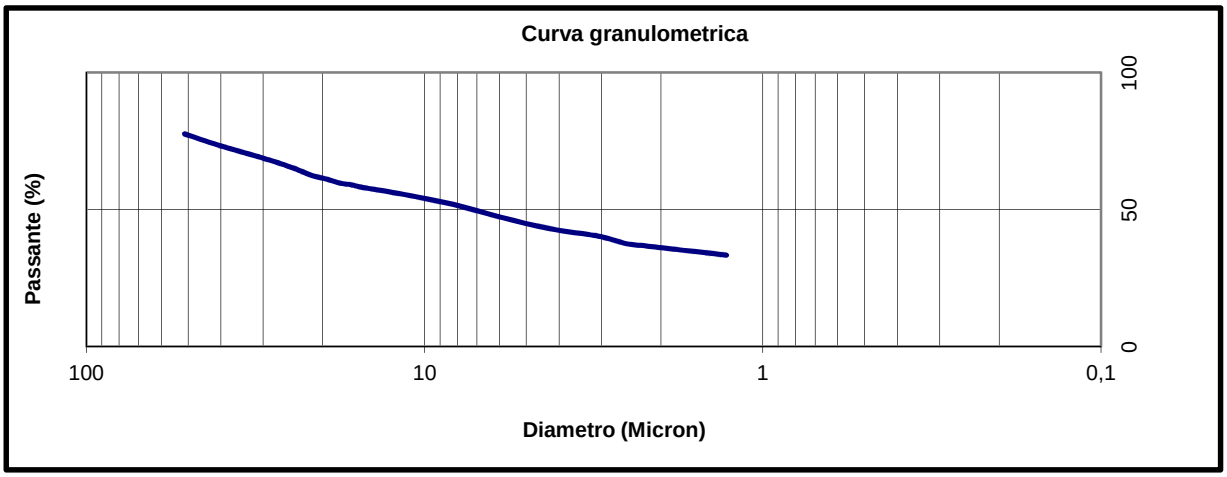
Mod Gt 404.21 - Rev 0 del 27/03/2017

DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2004)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D5	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S4CR1 (0-1)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Massa iniziale secca	57,3
Massa trattenuta al vaglio 0,063mm secca	11,2
Passante %	80,5

Diametro equivalente dei grani (Micron)	Passante (%)
51,21	77,61
40,59	73,45
29,46	68,47
24,46	65,14
21,47	62,37
19,33	60,98
17,76	59,60
16,48	59,04
15,48	58,21
11,45	55,44
8,22	51,83
5,93	47,12
4,27	42,96
3,05	40,19
2,52	37,42
2,19	36,59
1,28	33,26



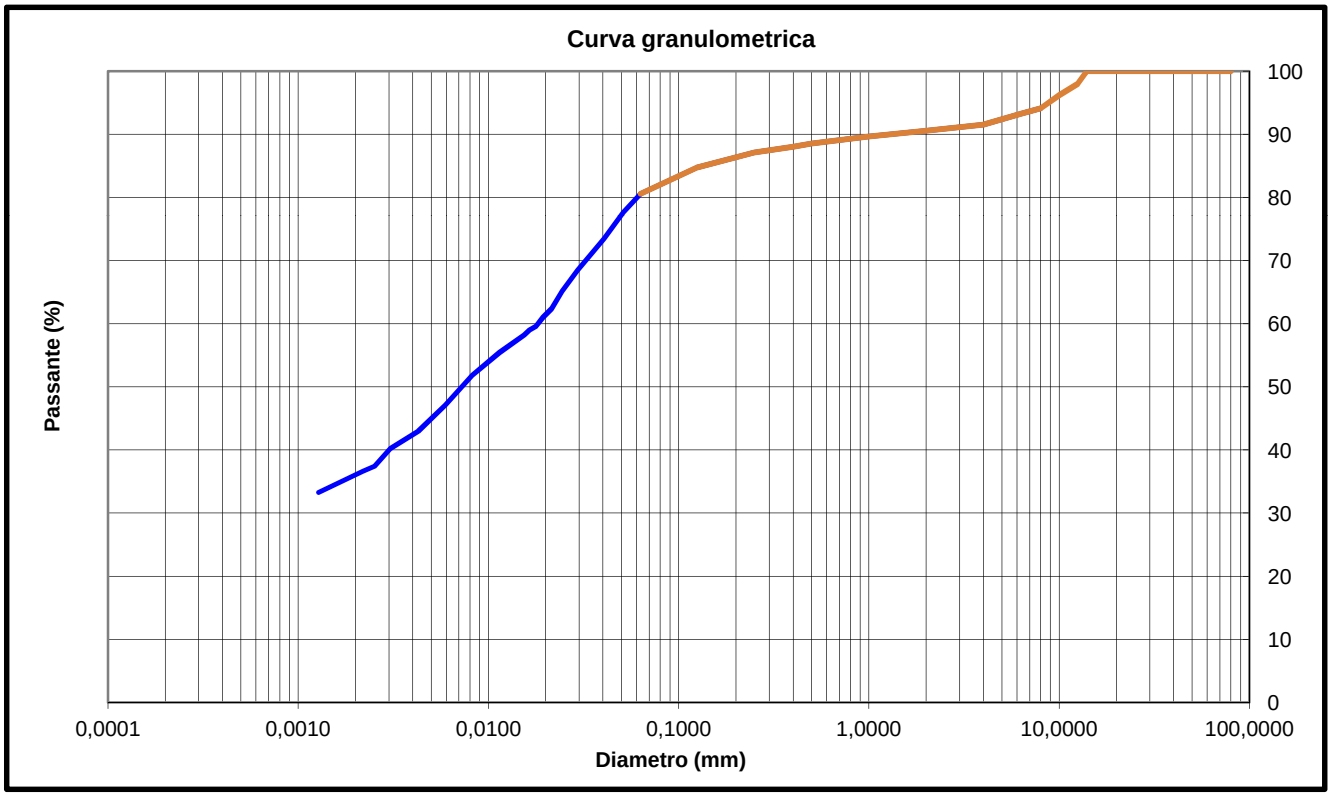
Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumentazione utilizzata per la prova	Setaccio a rete - Tecnotest 0,063 mm (Codice interno SR63-C) Vasca termostatica (Codice interno DT01-C) Densimetro (Codice interno DT02) Agitatore (Codice interno AG03)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G5	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_D5	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Curva granulometrica composita (UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005)



Note:

% Argilla (Racc. AGI 1990): 35,90

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

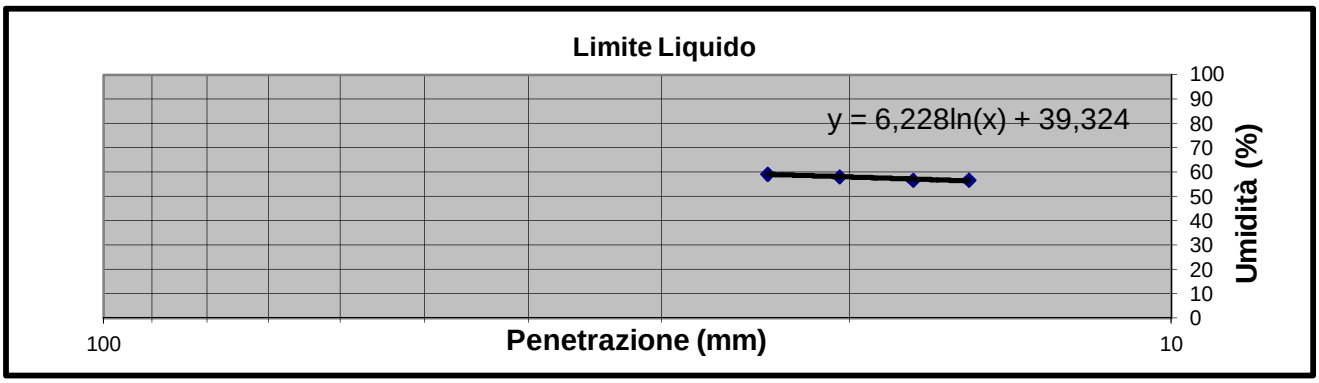
Mod.GT_403.2 - rev 0 del 04/10/2016

Determinazione dei limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM5	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S4CR1 (0-1)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 07/12/2017	12/12/2017

Limite Liquido

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua	Penetrazione
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	mm
1	43,27	37,02	26,27	10,75	58,1	20,45
2	40,95	35,50	25,87	9,63	56,7	17,45
3	44,86	37,90	26,14	11,75	59,2	23,88
4	45,74	38,79	26,55	12,24	56,7	15,48



Limite Plastico

Provino	Massa umida + capsula	Massa secca + capsula	Massa capsula	Massa netta secca	Contenuto in acqua
(n°)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)
4	36,18	34,06	26,59	7,47	28,5
5	28,42	27,77	25,49	2,28	28,5

Limite Liquido	Limite Plastico	Indice di Plasticità
%	%	%
58	28	30

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Penetrometro per limite di liquidità Controls (Codice interno PSD01) e attrezzatura per limite plastico (Codice interno CU02)

Note: utilizzato per la prova cono da 80g con angolo della punta di 30°; campione preparato per vagliatura ad umido al setaccio 0,4mm

Passante % al vaglio 0,4mm: 88

NOTA TECNICA A COMMENTO DEI RAPPORTI DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_G5	**Data emissione**	12/12/2017
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LIM5	**Data emissione**	12/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n° 7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (UNI 11531-1:2013)

	Risultati prove
Passante setaccio 2mm (%)	90,6
Passante setaccio 0,4mm (%)	88,0
Passante setaccio 0,063mm (%)	80,5
Limite Liquido	58
Indice Plastico	30
Indice di Gruppo	19

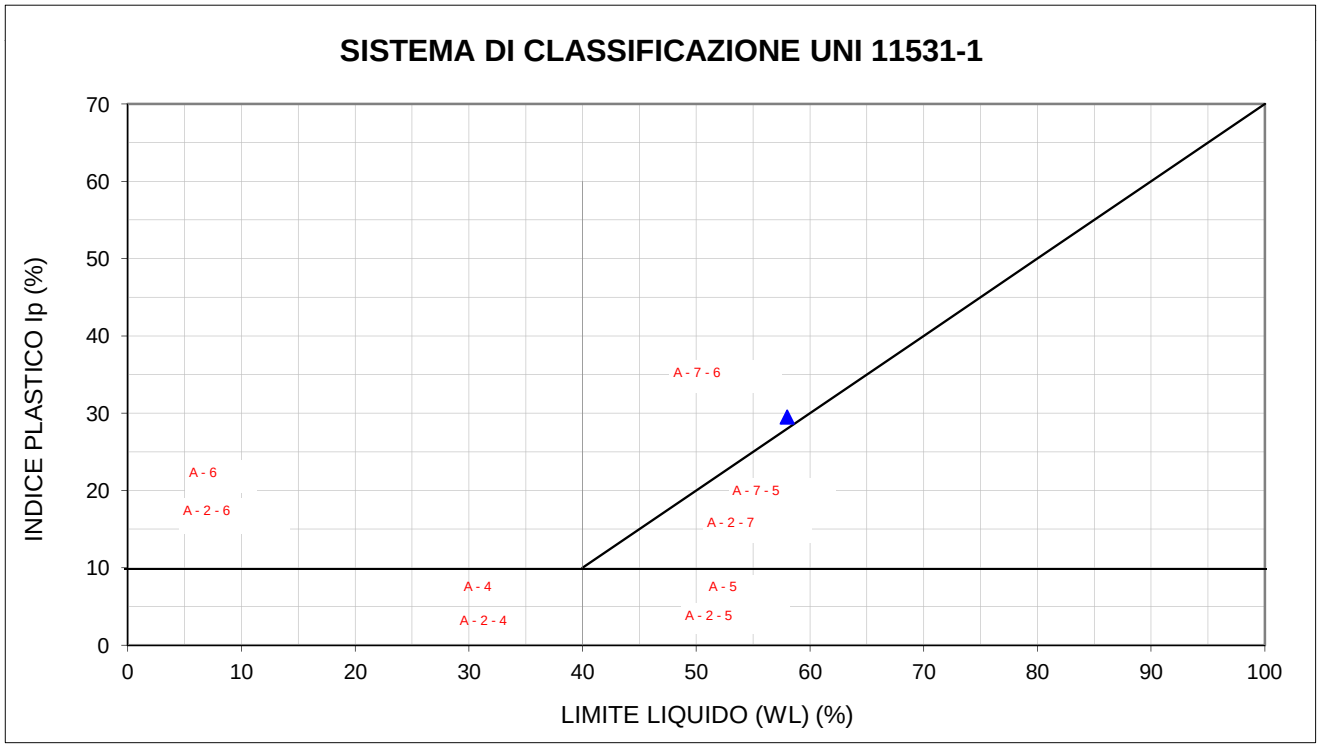


Grafico 1: Proiezione del campione nel sistema di classificazione UNI 11531-1

Gruppo di classificazione	**A 7-6**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod Gt 403.1 - rev 4 del 06/09/11

Determinazione del limite di ritiro (CNR UNI 10014:1964)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_LR5	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato		
Identificazione campione	S4CR1 (0-1)		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	07/12/2017 – 15/12/2017	15/12/2017

LIMITE LIQUIDO (%)	58
UMIDITA' CAMPIONE (%)	60,30
DENSITA' DELL'ACQUA (daN/dm^3)	0,9797

PROVINO 1		**PROVINO 2**	
Volume Iniziale (cm^3)	19,25	Volume Iniziale (cm^3)	18,13
Volume Finale (cm^3)	10,12	Volume Finale (cm^3)	9,74
Massa secca (g)	19,63	Massa secca (g)	18,22
Limite di ritiro 1	**14**	**Limite di ritiro 2**	**14**

Limite di ritiro (valore medio)	**14**

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M *Consulenza materie prime e prove materiali* Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Apparecchiatura per limite di ritiro (Codice interno LR01)

Note

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 407.1 - Rev 5 del 09/02/12

PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR (CNR B.U. n°69:2002)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PR4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato nella frazione 0/4mm		
Identificazione campione	S4CR1 (0-1) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	28/11/2017 – 11/12/2017	18/12/2017

Provino	Massa Fustella + campione (g)	Massa Fustella (g)	Massa campione umido (g)	Massa campione secco (g)
1	3539	1778	200,0	173,6
2	3624	1778	200,6	171,0
3	3673	1778	200,3	168,2
4	3669	1778	200,1	165,8
5	3621	1778	200,4	163,1

NOTE: Prova effettuata su fustella da 4"; Compattazione AASHTO Std. T99

Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

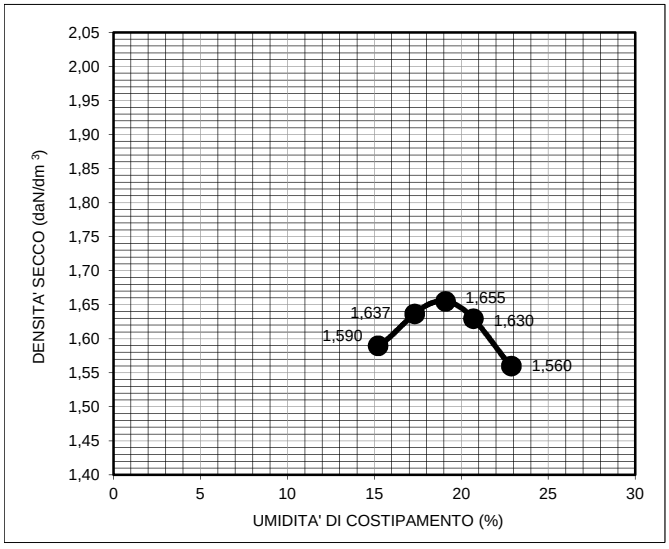
Strumenti utilizzati per la prova	Fustella proctor - Tecnotest (Codice interno FO01;FP02) Pestello/CompattatoreCBR - Controls (Codice interno PLCBR01)

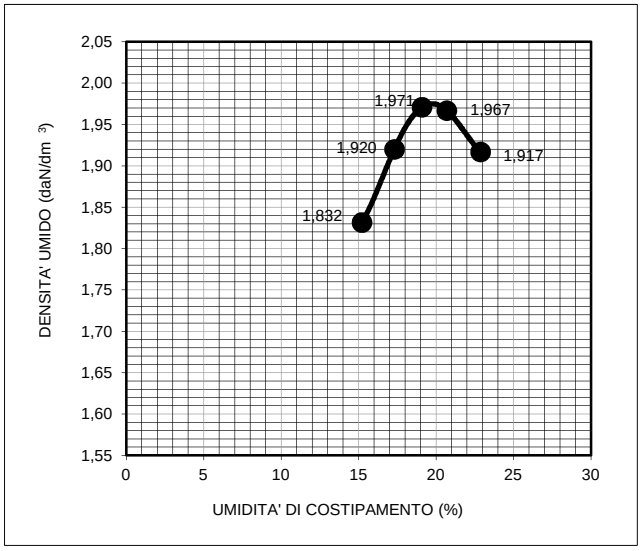
NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°:	**BPC_816-2017_PR4**
Data di emissione:	**18/12/2017**

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

Di seguito sono riportati i grafici in cui si evidenziano gli andamenti delle densità del secco e dell'umido





Densità massima del secco (daN/dm^3)	1,66
Umidità ottima (%)	19,1

Densità massima dell'umido (daN/dm^3)	1,97
Acqua di impasto corrispondente (%)	20,6

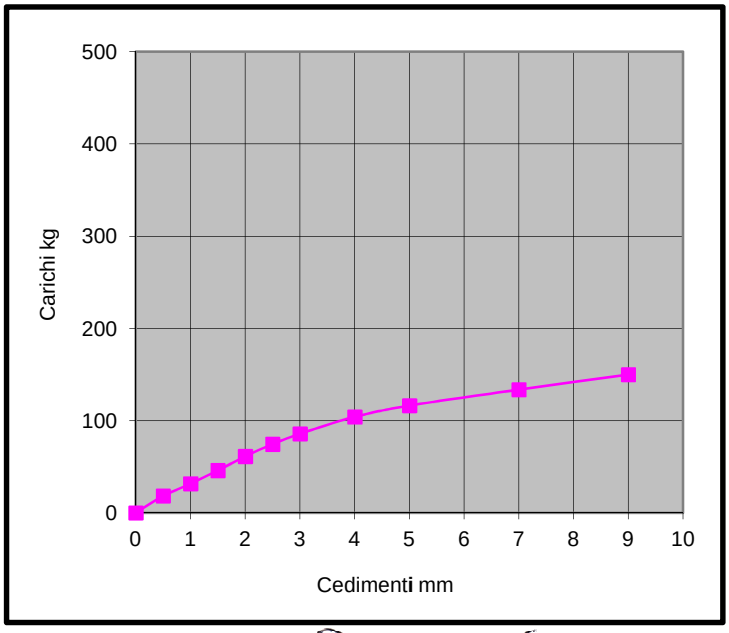
Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 402.1 - Rev 3 del 27/01/2011

INDICE DI PORTANZA CBR DI UNA TERRA (CNR UNI 10009/64)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_CBR4	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione rimaneggiato vagliato nella frazione 0/4mm		
Identificazione campione	S4CR1 (0-1) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	11/12/2017 – 15/12/2017	18/12/2017

Trattenuto allo staccio 25 UNI 2334 %	0
Preparazione campione	Compattato AASHTO Standard, Saturato 4 giorni
Sovraccarico	standard (4540 g)
Massa fustella g	4189
Massa fustella + campione g	8449
Massa campione g	4260
Massa campione secco g	3578
Umidità %	19,1
Peso di volume secco daN/dm^3	1,66
Rigonfiamento %	1,62



Penetrazione mm	Carico kg
0	0
0,5	18
1	32
1,5	46
2	61
2,5	74
3	86
4	104
5	116
7	134
9	150

mm	carico kg	carico standard kg	CBR %
2,5	74	1360	5,5
5	116	2040	5,7

Lo Sperimentatore Dott. Alex Orlandini	**La Direzione Tecnica** Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele
Strumenti utilizzati per la prova	Pressa multispeed - Matest (Codice interno PMS01) Cella di carico - Matest (Codice interno CC03-T) Fustelle CBR - Tecnotest (Codice interno FCn) Comparatori - Tecnotest (Codice interno CO08-C)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 409.2 - Rev 3 del 07/11/2011

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' K
Metodo a Carico Variabile (UNI EN 17892-11:2005)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_PECV5	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S4CR1 (0-1) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	15/12/2017 – 18/12/2017	18/12/2017

	Peso di volume umido	**Peso di volume secco**	**Peso di volume dei granuli solidi**	**Umidità**	**Indice dei vuoti**	**Porosità**	**Grado di saturazione**
	daN/dm^3	daN/dm^3	daN/dm^3	**%**	-	**%**	**%**
Condizioni Iniziali	1,91	1,56	2,65	22,97	0,70	41,2	88
Condizioni Finali	1,97	1,58	2,65	25,23	0,68	40,5	100

Carico verticale applicato	**Altezza iniziale provino**	**Sezione Campione**	**Sezione Buretta**	**Cedimento di consolidazione**	**Tempo (h_1 - h_0)**	**Battente idraulico iniziale**	**Battente idraulico finale**
	H_0	A	a	δH	Δt	h_1	h_2
daN/dm^2	cm	cm^2	cm^2	cm	s	cm	cm
0,49	2,00	20,00	0,50	0,0255	259200	50	43,2

Temperatura di prova	°K	293

$K(T) = 2,3*a/A*(H_0-\Delta H)*\log(h_1/h_2)/\Delta t$	m/s	2,79E-10

Lo Sperimentatore	**La Direzione Tecnica**
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M *Consulenza materie prime e prove materiali* Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Edometro - Tecnotest (Codice interno EDO4) Potenziometri - Leane (Codice interno PZCO1-T)

Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

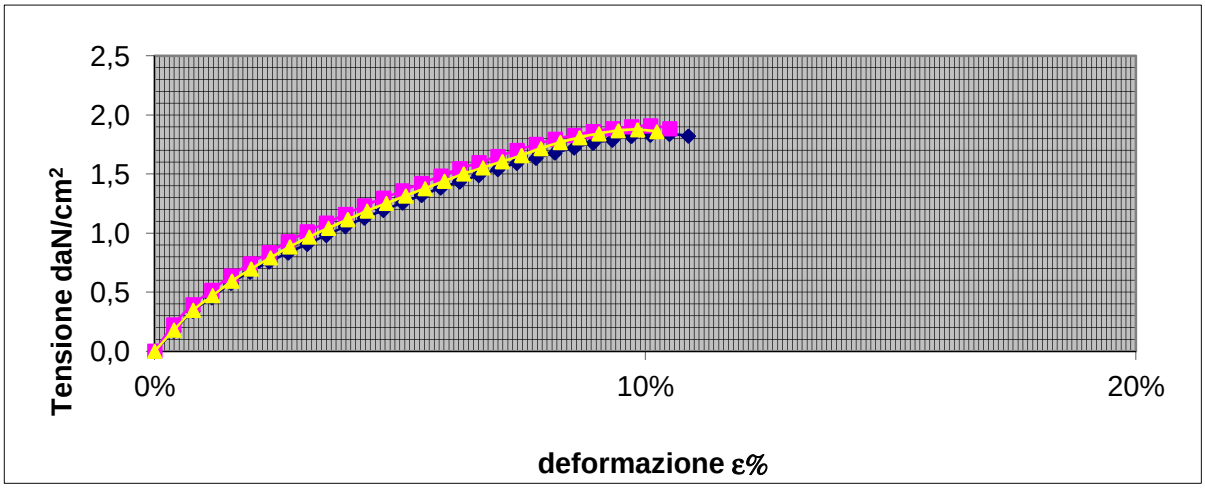
Mod Gt 406 - Rev 2 del 27/01/2011

Prova di compressione ad espansione laterale libera (ASTM D 2166:2016)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL5	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S4CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	18/12/2017 – 20/12/2017	22/12/2017

CONDIZIONI INIZIALI

Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (ρ_g)	Contenuto in acqua	Indice dei vuoti	Porosità	Grado di saturazione
(daN/dm³)	(daN/dm³)	(%)		%	%
1,91	2,65	22,9	0,70	41,2	88
1,90	2,65	22,8	0,71	41,6	87
1,91	2,65	22,8	0,70	41,2	88



Curva Sforzi-deformazioni

Lo Sperimentatore	La Direzione Tecnica
Dott. Alex Orlandini	Studio tecnologico M & M Consulenza materie prime e prove materiali Dott. Geol. Mazzoni Michele

Strumentazione utilizzata per la prova	Cella di carico 2.5kN (ELL) - Matest (Codice interno CC04-T) Pressa Triassiale - Tecnotest (Codice interno PX01)

NOTE:

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_ELL5	**Data emissione**	22/12/2017

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618
Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio

CONDIZIONI DI ROTTURA

Provino	**Tensione verticale**	**Coesione non drenata Cu**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	%
1	1,84	0,92	10
2	1,91	0,95	10
3	1,87	0,94	10
Valore Medio		**0,94**	**10**

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Racc. AGI/94)

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD5	**Accettazione N°**	816/2017
Committente	CONSORZIO DI BONIFICA DI PIACENZA		
Descrizione campione	Terra – Campione ricostruito a partire da materiale vagliato nella frazione 0/4mm Compattato AASHTO std. T99 ad umidità naturale		
Identificazione campione	S4CR1 (1-2) 0/4mm		
Cantiere/Opera	Lago Perego, Val d'Arda (PC)		
Data ricevimento	**Data apertura**	**Data esecuzione prova**	**Data emissione**
28/11/2017	28/11/2017	18/12/2017 – 27/12/2017	08/01/2018

CONDIZIONI INIZIALI

Campione	Peso dell'unità di volume	Peso dell'unità di volume dei granuli solidi	Contenuto in acqua
	(daN/dm^3)	(daN/dm^3)	(%)
Provino1	1,91	2,65	22,9
Provino2	1,92	2,65	22,8
Provino3	1,91	2,65	22,7

CONSOLIDAZIONE

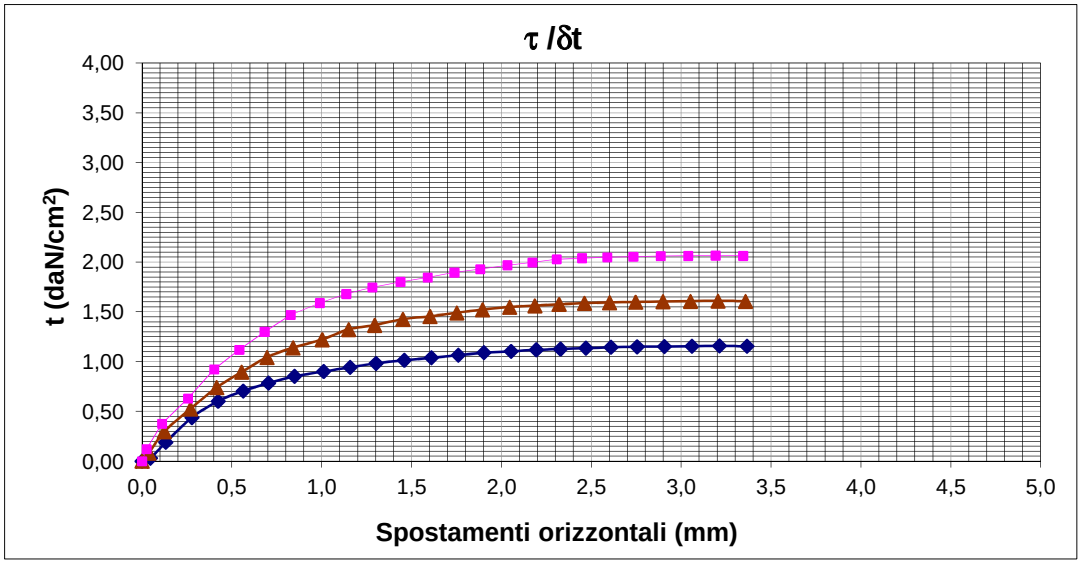
Provino	Tensione Verticale	Tempo di Consolidazione	Cedimento Finale
	(daN/cm^2)	(h)	(mm)
1	1,961	24	-1,13
2	2,942	24	-1,47
3	3,923	24	-1,98

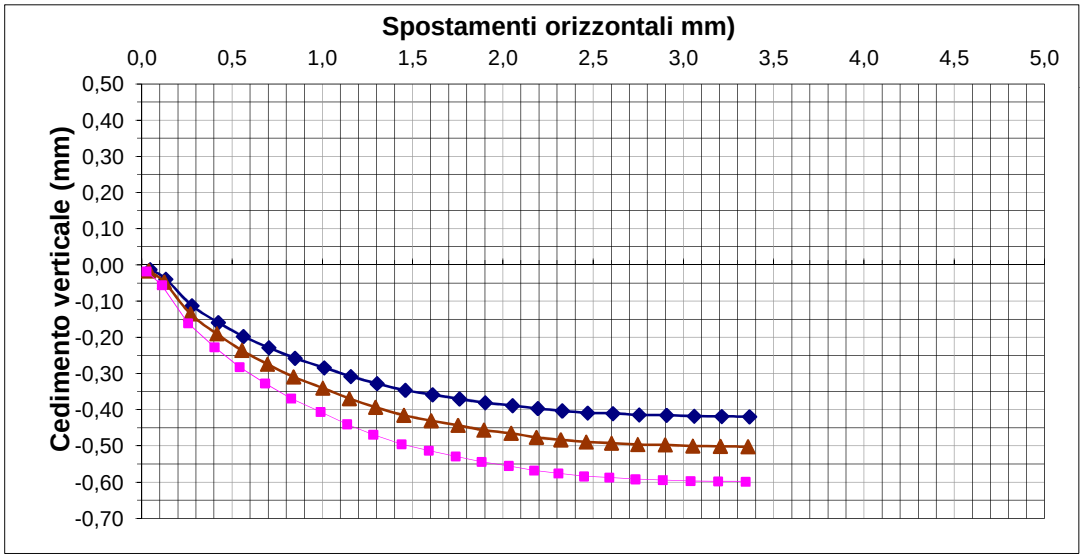
Note:

Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni
Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Mod GT 412 - rev 4 del 17/02/12

Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD5	**Data emissione**	08/01/2018





Lo Sperimentatore

Dott. Alex Orlandini

La Direzione Tecnica

Studio tecnologico M & M
Consulenza materie prime e prove materiali
Dott. Geol. Mazzoni Michele

NOTE:
Velocità di deformazione: 0,0025 mm/min

Strumentazione utilizzata per la prova	Taglio diretto - Landi (Codice interno CC01-T) Potenziometri - Leane (Codice interno PZ01-T, PZ02-T) Apparecchiatura per prove di taglio diretto e mat. Accessorio (Codice interno TD01)

NOTA TECNICA A COMMENTO DEL RAPPORTO DI PROVA:

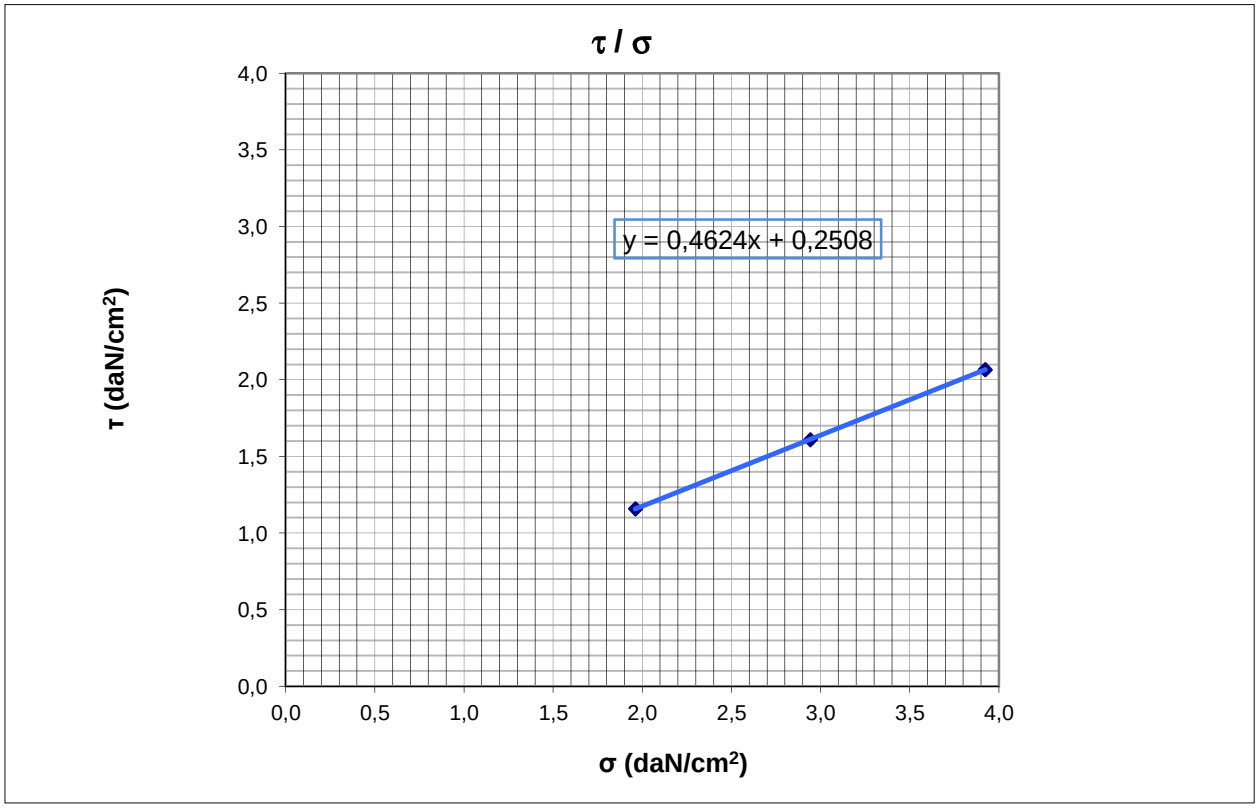
Rapporto di prova N°	BPC_816-2017_TD5	**Data emissione**	08/01/2018

In ottemperanza alle disposizioni della Circolare Ministeriale n°7618 Vi trasmettiamo i dati desumibili dai risultati di laboratorio.

ROTTURA

Provino	**Sforzo di Taglio**	**Sforzo normale**	**Deformazione trasversale**	**Deformazione normale**
	(daN/cm^2)	(daN/cm^2)	(mm)	(mm)
1	1,159	1,961	3,21	-0,418
2	1,609	2,942	3,20	-0,501
3	2,066	3,923	3,19	-0,598

ANGOLO DI ATTRITO ϕ'	(gradi)	**24,8**
COESIONE C'	(daN/cm^2)	**0,25**



NOTE: I valori dello sforzo di taglio di picco riportati in tabella sono diagrammati in funzione dello sforzo di taglio normale applicato per la determinazione dei parametri geotecnici C' e ϕ'.
La retta blu nel grafico σ/τ rappresenta l'andamento dell inviluppo di rottura lineare nelle condizioni di taglio di picco.

REPORT PROVE DI PERMEABILITA' ESEGUITE IN SITO

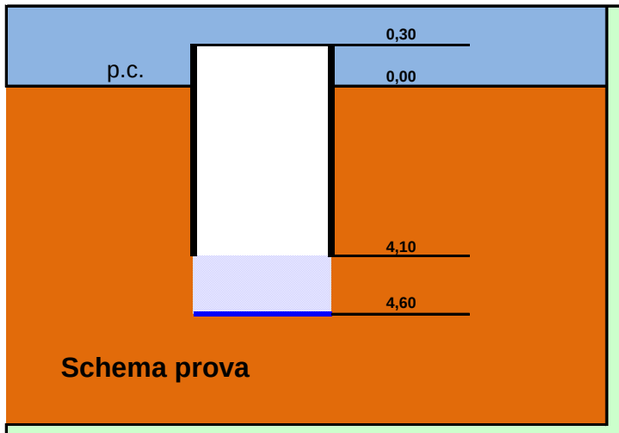
PARMAGEO S.r.l.
indagini geognostiche
Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel.: 0521.681030 - Fax: 0521.1550449
info@parmageo.com - www.parmageo.com
Iscr. CCIAA di PR, P. IVA e C.F.: 01716130347
REA: 173188 - cap. soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Codice commessa: 17-102.G_CoBoPC **Codice prova:** Perego_S1-PL.CV.1

Committente: Consorzio di Bonifica di Piacenza

Località: Lago Perego 1

Data esecuzione: 16/11/2017 **Cantiere:** Val d'Arda



Schema prova

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (A.G.I. 1977)

Prova LEFRANC a carico variabile

$$k = \frac{A}{Cl\,(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

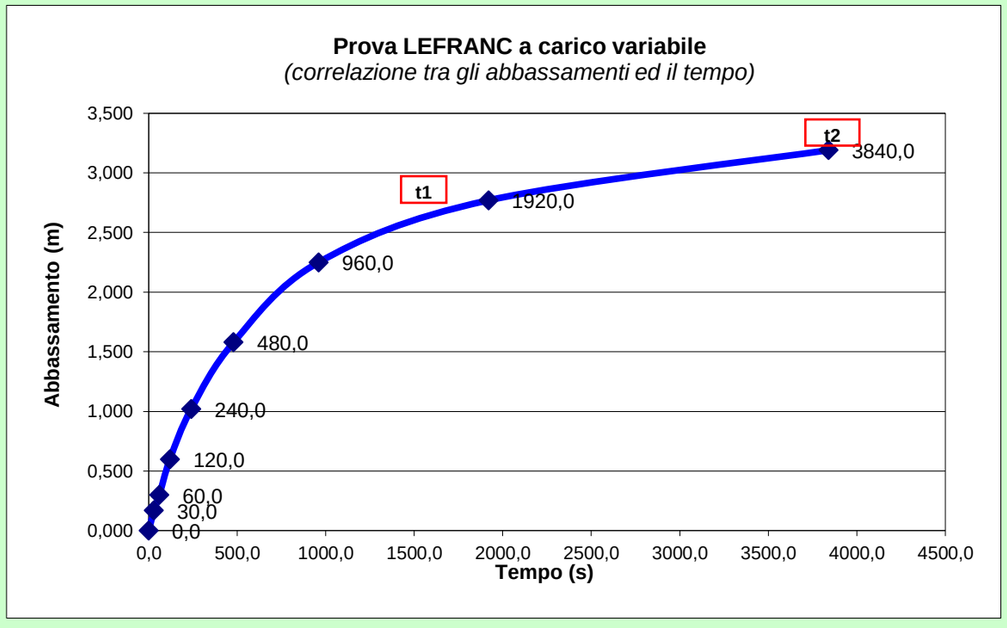
se: $l \le D$ $Cl = 2\pi D + l$

se: $l >> D$ $Cl = l$

per prove sopra falda "h" è misurato dalla base del foro

	Risultato
k = coefficiente di permeabilità (m/s)	**1,83E-06**
	Dati
Profondità della falda indisturbata nel foro rispetto a p.c. (m)	6,30
Altezza livello di riferimento su p.c. per la misura degli abbassamenti (m)	0,30
Profondità fondo foro da p.c. (m):	4,60
D = Diametro foro (m)	0,101
l = lunghezza tratto di prova (m)	0,50
A = Area di base foro di sondaggio (mq)	0,008011865
Cl = Coefficiente di forma (m)	0,50
h1/h2 = rapporto tra altezze di carico ai tempi t1 e t2 (cm)	1,245614035
t2-t1 = differenza tempi relativi alle altezze di carico h1 e h2 (s)	1920,0

n dati	t (ora)	t (min)	t (s)	H (m)	DH (m)	Carico h (m)	
1	0,0	0,0	0,0	0,000	0,00	4,90	
2	0,0	0,5	30,0	0,170	0,17	4,73	
3	0,0	1,0	60,0	0,300	0,13	4,60	
4	0,0	2,0	120,0	0,600	0,30	4,30	
5	0,1	4,0	240,0	1,020	0,42	3,88	
6	0,1	8,0	480,0	1,580	0,56	3,32	
7	0,3	16,0	960,0	2,250	0,67	2,65	
8	0,5	32,0	1920,0	2,770	0,52	2,13	t1 / h1
9	1,1	64,0	3840,0	3,190	0,42	1,71	t2 / h2



ed.2 rev.1_A_IO_PRO-Lev
14/12/2011

Il responsabile di sito: dr. geol. Stefano Verduri

Il direttore tecnico: dr. geol. Enrico Faccini

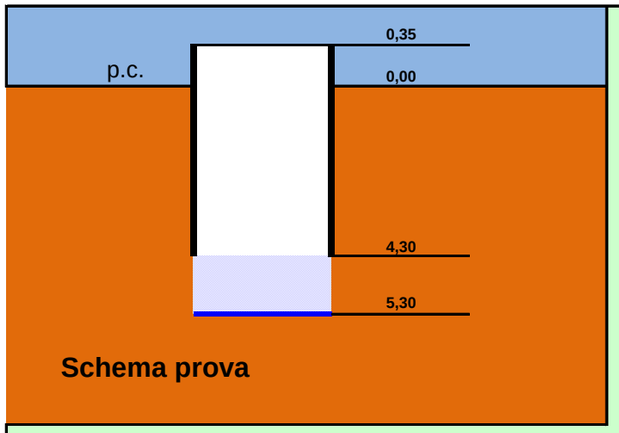
PARMAGEO S.r.l.
indagini geognostiche
Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel.: 0521.681030 - Fax: 0521.1550449
info@parmageo.com - www.parmageo.com
Iscr. CCIAA di PR, P. IVA e C.F.: 01716130347
REA: 173188 - cap. soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Codice commessa: 17-102.G_CoBoPC **Codice prova:** Perego1_S2-PL.CV.1

Committente: Consorzio di Bonifica di Piacenza

Località: Lago Perego 1

Data esecuzione: 17/11/2017 **Cantiere:** Val d'Arda



Schema prova

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (A.G.I. 1977)

Prova LEFRANC a carico variabile

$$k = \frac{A}{Cl\,(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

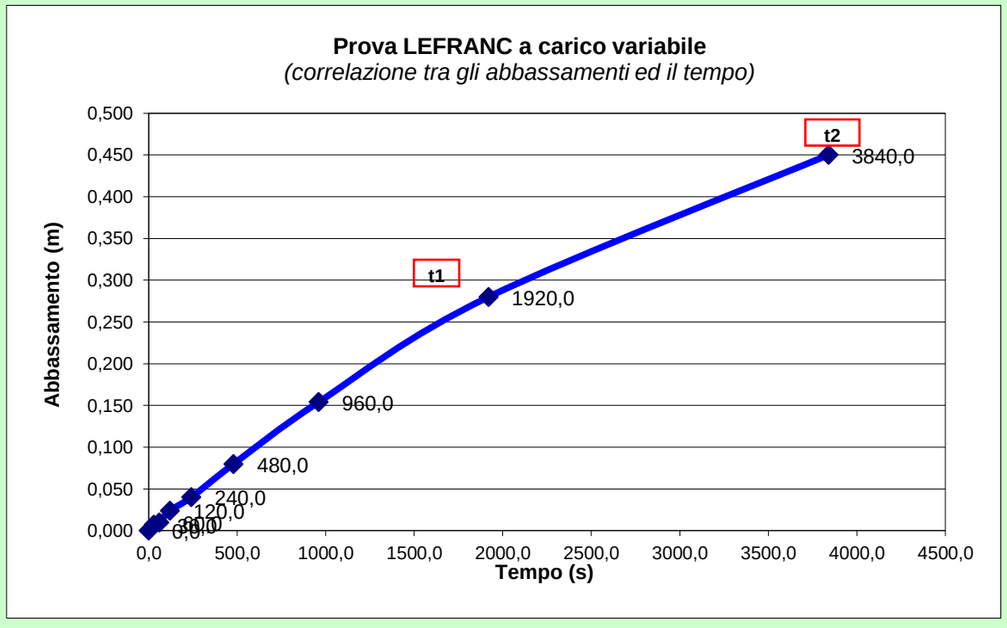
se: $l \le D$ $Cl = 2\pi D + l$

se: $l >> D$ $Cl = l$

per prove sopra falda "h" è misurato dalla base del foro

	Risultato
k = coefficiente di permeabilità (m/s)	**1,62E-07**
	Dati
Profondità della falda indisturbata nel foro rispetto a p.c. (m)	4,40
Altezza livello di riferimento su p.c. per la misura degli abbassamenti (m)	0,35
Profondità fondo foro da p.c. (m):	5,30
D = Diametro foro (m)	0,101
l = lunghezza tratto di prova (m)	1,00
A = Area di base foro di sondaggio (mq)	0,008011865
Cl = Coefficiente di forma (m)	1,00
h1/h2 = rapporto tra altezze di carico ai tempi t1 e t2 (cm)	1,039534884
t2-t1 = differenza tempi relativi alle altezze di carico h1 e h2 (s)	1920,0

n dati	t (ora)	t (min)	t (s)	H (m)	DH (m)	Carico h (m)	
1	0,0	0,0	0,0	0,000	0,00	4,75	
2	0,0	0,5	30,0	0,007	0,01	4,74	
3	0,0	1,0	60,0	0,010	0,00	4,74	
4	0,0	2,0	120,0	0,024	0,01	4,73	
5	0,1	4,0	240,0	0,040	0,02	4,71	
6	0,1	8,0	480,0	0,080	0,04	4,67	
7	0,3	16,0	960,0	0,154	0,07	4,60	
8	0,5	32,0	1920,0	0,280	0,13	4,47	t1 / h1
9	1,1	64,0	3840,0	0,450	0,17	4,30	t2 / h2



ed.2 rev.1_A_IO_PRO-Lev
14/12/2011

Il responsabile di sito: dr. geol. Stefano Verduri

Il direttore tecnico: dr. geol. Enrico Faccini

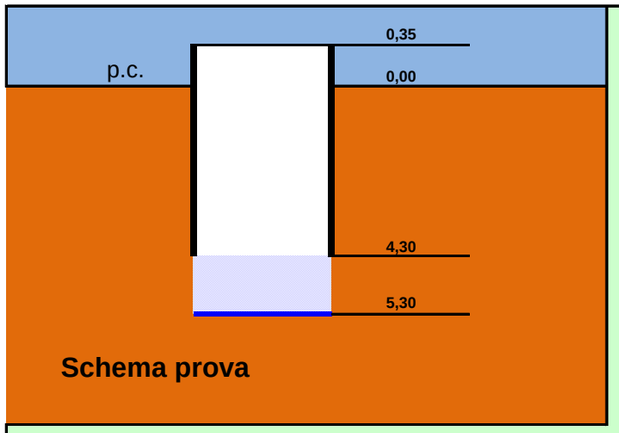
PARMAGEO s.r.l.
indagini geognostiche
Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel.: 0521.681030 - Fax: 0521.1550449
info@parmageo.com - www.parmageo.com
Iscr. CCIAA di PR, P. IVA e C.F.: 01716130347
REA: 173188 - cap. soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Codice commessa: 17-102.G_CoBoPC **Codice prova:** Perego1_S2-PL.CV.2

Committente: Consorzio di Bonifica di Piacenza

Località: Lago Perego 1

Data esecuzione: 17/11/2017 **Cantiere:** Val d'Arda



Schema prova

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (A.G.I. 1977)

Prova LEFRANC a carico variabile

$$k = \frac{A}{Cl\,(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

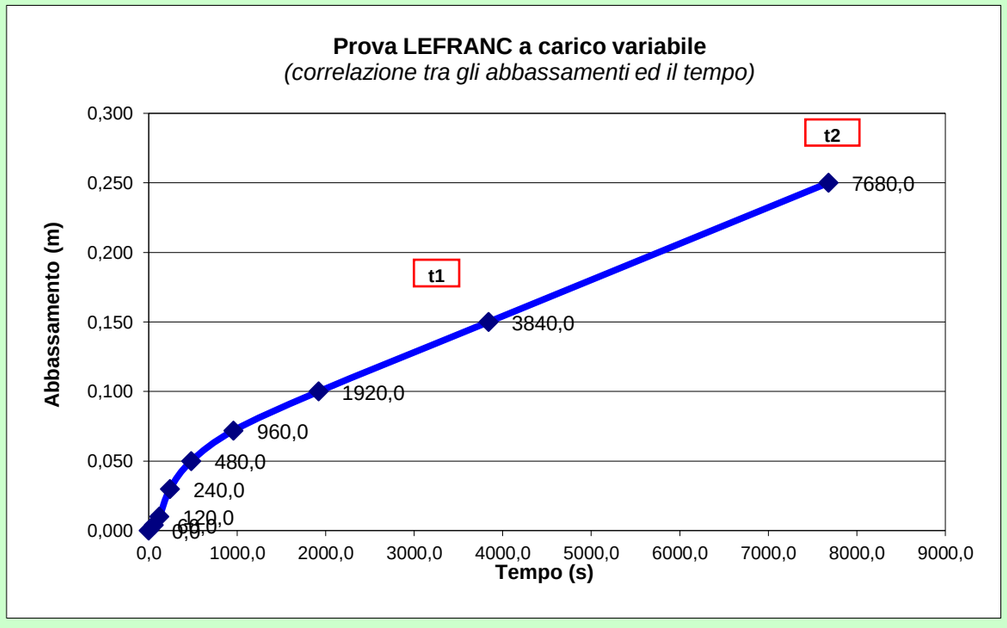
se: $l \le D$ $Cl = 2\pi D + l$

se: $l >> D$ $Cl = l$

per prove sopra falda "h" è misurato dalla base del foro

	Risultato
k = coefficiente di permeabilità (m/s)	**4,59E-08**
	Dati
Profondità della falda indisturbata nel foro rispetto a p.c. (m)	4,40
Altezza livello di riferimento su p.c. per la misura degli abbassamenti (m)	0,35
Profondità fondo foro da p.c. (m):	5,30
D = Diametro foro (m)	0,101
l = lunghezza tratto di prova (m)	1,00
A = Area di base foro di sondaggio (mq)	0,008011865
Cl = Coefficiente di forma (m)	1,00
h1/h2 = rapporto tra altezze di carico ai tempi t1 e t2 (cm)	1,022222222
t2-t1 = differenza tempi relativi alle altezze di carico h1 e h2 (s)	3840,0

n dati	t (ora)	t (min)	t (s)	H (m)	DH (m)	Carico h (m)	
1	0,0	0,0	0,0	0,000	0,00	4,75	
2	0,0	1,0	60,0	0,004	0,00	4,75	
3	0,0	2,0	120,0	0,010	0,01	4,74	
4	0,1	4,0	240,0	0,030	0,02	4,72	
5	0,1	8,0	480,0	0,050	0,02	4,70	
6	0,3	16,0	960,0	0,072	0,02	4,68	
7	0,5	32,0	1920,0	0,100	0,03	4,65	
8	1,1	64,0	3840,0	0,150	0,05	4,60	t1 / h1
9	2,1	128,0	7680,0	0,250	0,10	4,50	t2 / h2



ed.2 rev.1_A_IO_PRO-Lev
14/12/2011

Il responsabile di sito: dr. geol. Stefano Verduri

Il direttore tecnico: dr. geol. Enrico Faccini

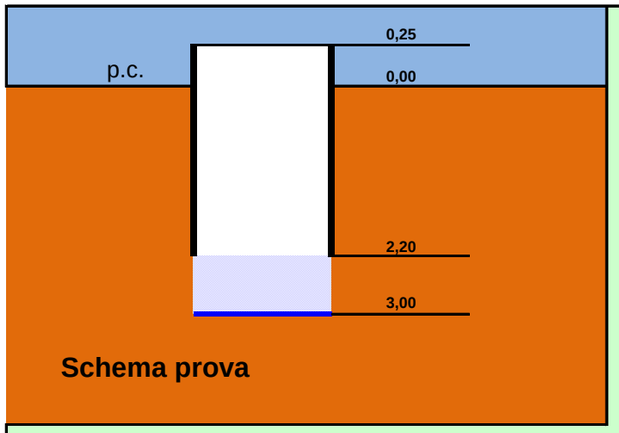
PARMAGEO S.r.l.
indagini geognostiche
Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel.: 0521.681030 - Fax: 0521.1550449
info@parmageo.com - www.parmageo.com
Iscr. CCIAA di PR, P. IVA e C.F.: 01716130347
REA: 173188 - cap. soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Codice commessa: 17-102.G_CoBoPC **Codice prova:** Perego1_S3-PL.CV.1

Committente: Consorzio di Bonifica di Piacenza

Località: Lago Perego 1

Data esecuzione: 20/11/2017 **Cantiere:** Val d'Arda



Schema prova

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (A.G.I. 1977)

Prova LEFRANC a carico variabile

$$k = \frac{A}{Cl\,(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

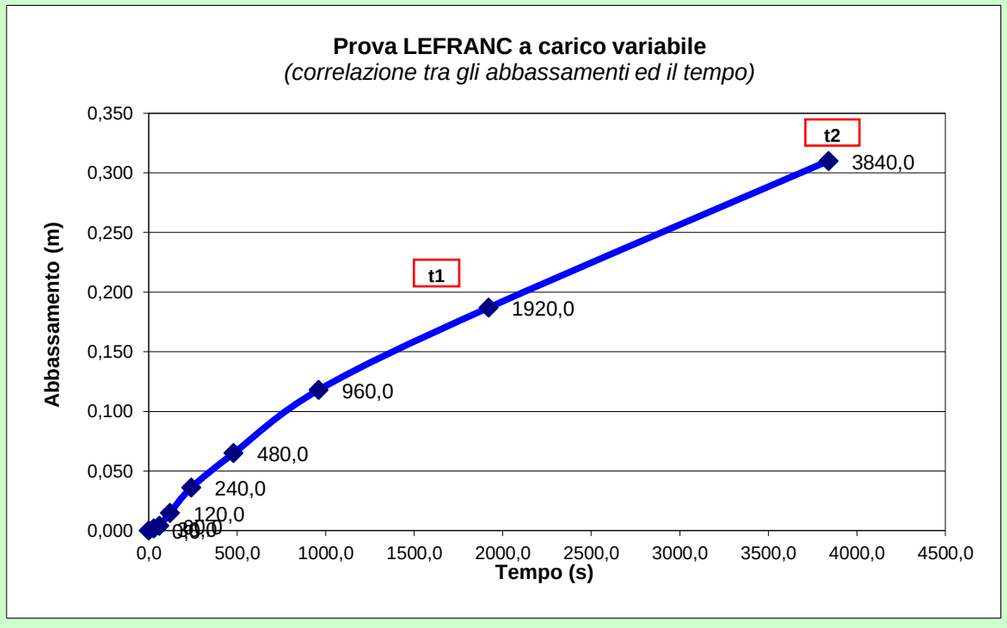
se: l ≤ D Cl = 2πD + l

se: l >> D Cl = l

per prove sopra falda "h" è misurato dalla base del foro

	Risultato
k = coefficiente di permeabilità (m/s)	**2,14E-07**
	Dati
Profondità della falda indisturbata nel foro rispetto a p.c. (m)	7,80
Altezza livello di riferimento su p.c. per la misura degli abbassamenti (m)	0,25
Profondità fondo foro da p.c. (m):	3,00
D = Diametro foro (m)	0,101
l = lunghezza tratto di prova (m)	0,80
A = Area di base foro di sondaggio (mq)	0,008011865
Cl = Coefficiente di forma (m)	0,80
h1/h2 = rapporto tra altezze di carico ai tempi t1 e t2 (cm)	1,041836735
t2-t1 = differenza tempi relativi alle altezze di carico h1 e h2 (s)	1920,0

n dati	t (ora)	t (min)	t (s)	H (m)	DH (m)	Carico h (m)	
1	0,0	0,0	0,0	0,000	0,00	3,25	
2	0,0	0,5	30,0	0,002	0,00	3,25	
3	0,0	1,0	60,0	0,004	0,00	3,25	
4	0,0	2,0	120,0	0,015	0,01	3,24	
5	0,1	4,0	240,0	0,036	0,02	3,21	
6	0,1	8,0	480,0	0,065	0,03	3,19	
7	0,3	16,0	960,0	0,118	0,05	3,13	
8	0,5	32,0	1920,0	0,187	0,07	3,06	t1 / h1
9	1,1	64,0	3840,0	0,310	0,12	2,94	t2 / h2



ed.2 rev.1_A_IO_PRO-Lev
14/12/2011

Il responsabile di sito: dr. geol. Stefano Verduri

Il direttore tecnico: dr. geol. Enrico Faccini

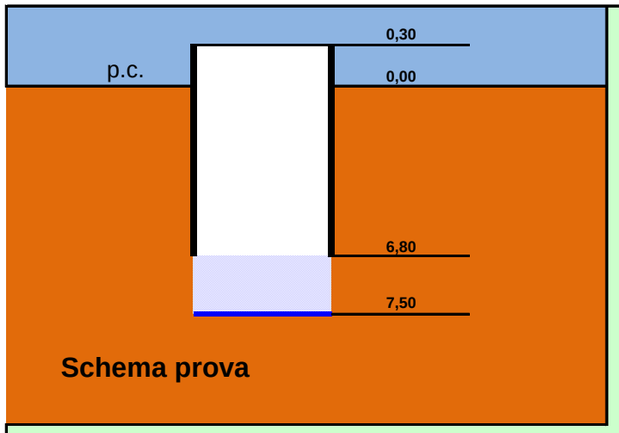
PARMAGEO S.r.l.
indagini geognostiche
Via Argini Sud, 31 - 43030 Basilicanova (PR)
Tel.: 0521.681030 - Fax: 0521.1550449
info@parmageo.com - www.parmageo.com
Iscr. CCIAA di PR, P. IVA e C.F.: 01716130347
REA: 173188 - cap. soc.: 30.000,00 Euro int. vers.

Codice commessa: 17-102.G_CoBoPC **Codice prova:** Perego1_S4-PL.CV.1

Committente: Consorzio di Bonifica di Piacenza

Località: Lago Perego 1

Data esecuzione: 21/11/2017 **Cantiere:** Val d'Arda



Schema prova

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (A.G.I. 1977)

Prova LEFRANC a carico variabile

$$k = \frac{A}{Cl\,(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

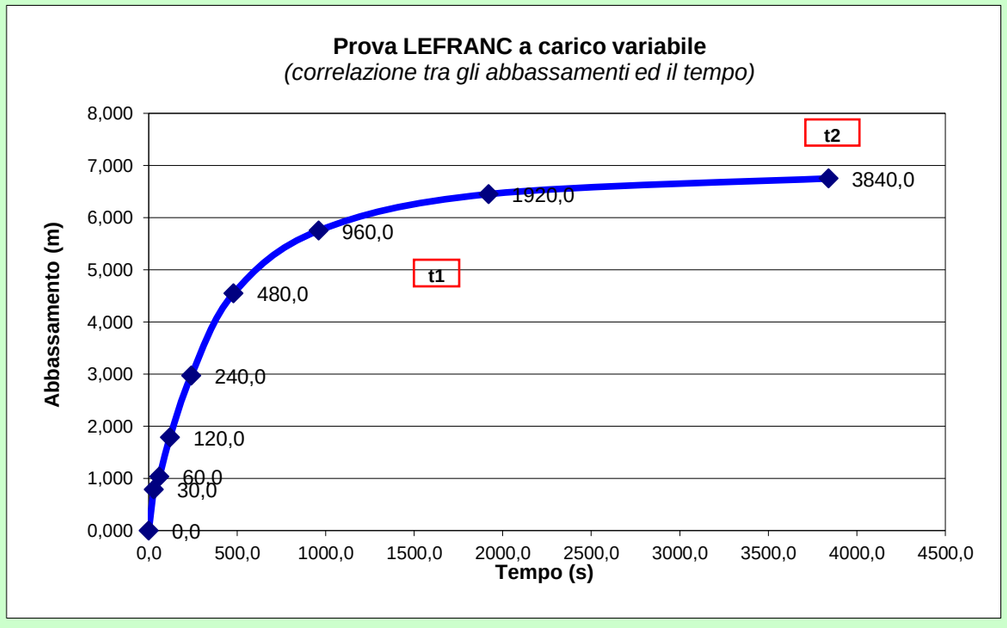
se: $l \le D$ $Cl = 2\pi D + l$

se: $l >> D$ $Cl = l$

per prove sopra falda "h" è misurato dalla base del foro

	Risultato
k = coefficiente di permeabilità (m/s)	**1,50E-06**
	Dati
Profondità della falda indisturbata nel foro rispetto a p.c. (m)	9,50
Altezza livello di riferimento su p.c. per la misura degli abbassamenti (m)	0,30
Profondità fondo foro da p.c. (m):	7,50
D = Diametro foro (m)	0,101
l = lunghezza tratto di prova (m)	0,70
A = Area di base foro di sondaggio (mq)	0,008011865
Cl = Coefficiente di forma (m)	0,70
h1/h2 = rapporto tra altezze di carico ai tempi t1 e t2 (cm)	1,285714286
t2-t1 = differenza tempi relativi alle altezze di carico h1 e h2 (s)	1920,0

n dati	t (ora)	t (min)	t (s)	H (m)	DH (m)	Carico h (m)	
1	0,0	0,0	0,0	0,000	0,00	7,80	
2	0,0	0,5	30,0	0,790	0,79	7,01	
3	0,0	1,0	60,0	1,040	0,25	6,76	
4	0,0	2,0	120,0	1,790	0,75	6,01	
5	0,1	4,0	240,0	2,970	1,18	4,83	
6	0,1	8,0	480,0	4,550	1,58	3,25	
7	0,3	16,0	960,0	5,750	1,20	2,05	
8	0,5	32,0	1920,0	6,450	0,70	1,35	t1 / h1
9	1,1	64,0	3840,0	6,750	0,30	1,05	t2 / h2



ed.2 rev.1_A_IO_PRO-Lev
14/12/2011

Il responsabile di sito: dr. geol. Stefano Verduri

Il direttore tecnico: dr. geol. Enrico Faccini

REPORT INDAGINE SISMICA

REPORT MASW+HVSR

(Multi-Channel Analysis of Surface Waves + Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Rayleigh + Love + Microtremore

Determinazione profilo verticale velocità onde S



Località: Lago “Perego 1”, comune di Alseno (PC)

Data: Dicembre 2017

Committente: PARMAGEO S.r.l.

Acquisizione ed elaborazione: Geol. F. Segalini

A. METODOLOGIA MASW

La tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) consiste nell'analisi della dispersione delle onde di superficie al fine di definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio S (Park et al., 1999).
Nella tabella C6.2.I della CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP., dove si elencano le indagini di tipo geofisico con strumentazione in superficie, si parla di prova SASW (*Spectral Analysis of Surface Waves*). La procedura MASW non è altro che una prova SASW multicanale ed è pertanto più completa ed affidabile; di conseguenza risulta in accordo con le NTC08.
Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo, eseguito nel seguente sito in studio, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Si ottiene una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel *range* di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sui primi 30-50 m di profondità.

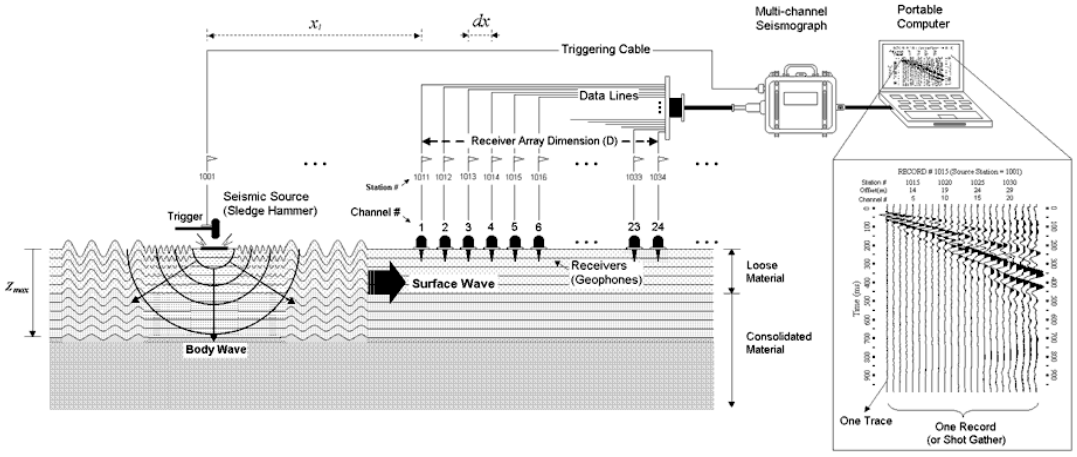


Figura 1. Metodo MASW attivo.

Quando si energizza il sito in un punto della sua superficie libera si generano diversi tipi di onde: se la sorgente è perpendicolare alla superficie libera si originano onde appartenenti al piano verticale (onde P, onde Sv, onde di Rayleigh e onde rifratte), se la sorgente è parallela alla superficie libera si generano onde appartenenti al piano orizzontale (onde Sh e onde di Love).
La *MASW* classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie e specificatamente delle onde di Rayleigh: queste ultime vengono generate da una sorgente ad impatto verticale. Due sono gli aspetti che rendono il contributo delle onde di Rayleigh prevalente sul contributo delle onde P e Sv. Il primo aspetto è che le onde di Rayleigh trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente. Il secondo aspetto è che allontanandosi dalla sorgente le onde di Rayleigh subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P e Sv, in quanto si propagano secondo fronti d'onda cilindrici e non sferici (come le altre onde) viaggiando con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase (Achenbach, 1999, Aki e Richards, 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più

superficiale del sottosuolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano la porzione più profonda del sottosuolo.
In queste indagini accanto all'acquisizione MASW in Rayleigh viene proposta anche l'analisi della dispersione delle onde di Love, da analizzare congiuntamente alle Rayleigh, per meglio definire il substrato e superare talune ambiguità interpretative che possono presentarsi sugli spettri di velocità riferiti solo alle onde di Rayleigh. Le acquisizioni in onde di Love non possono sostituire completamente quelle in onde di Rayleigh ma la chiarezza dei loro spettri di velocità risulta di estrema utilità allorché gli spettri delle onde di Rayleigh risultino di ardua interpretazione in relazione alla presenza di forti segnali scatterati e all'intrecciarsi di diversi modi. L'unica differenza tra le Rayleigh e le Love sta nel fatto che queste ultime si formano solo in caso di gradiente di velocità "positivo".
Sono inoltre state eseguite misure di microtremori atte ad analizzare il rapporto spettrale H/V (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - HVSR) utile a definire eventuali risonanze di sito e, unitamente a misure di dispersione delle onde di superficie, a meglio vincolare il profilo VS (Dal Moro, 2010; 2011). A causa della pesante non-univocità della soluzione una modellazione del solo HVSR senza quantitative informazioni sulle VS da parte di misure MASW non risulta sufficientemente affidabile.

B. ACQUISIZIONE DATI

L'acquisizione dei dati è stata eseguita tramite l'utilizzo di un sismografo 24 canali (modello Echo 2002) collegato a geofoni orizzontali aventi frequenza propria di 4.5 Hz.
È stato realizzato uno stendimento sismico lineare di 12 geofoni, di lunghezza pari a 55 m, e tempo di acquisizione pari a 1 secondo.
L'acquisizione delle onde di Love è del tutto analoga a quelle di Rayleigh, cambia solo il tipo di sorgente e l'orientazione dei geofoni orizzontali (asse perpendicolare allo stendimento per le Love e asse parallelo per le Rayleigh, vedi figura seguente).

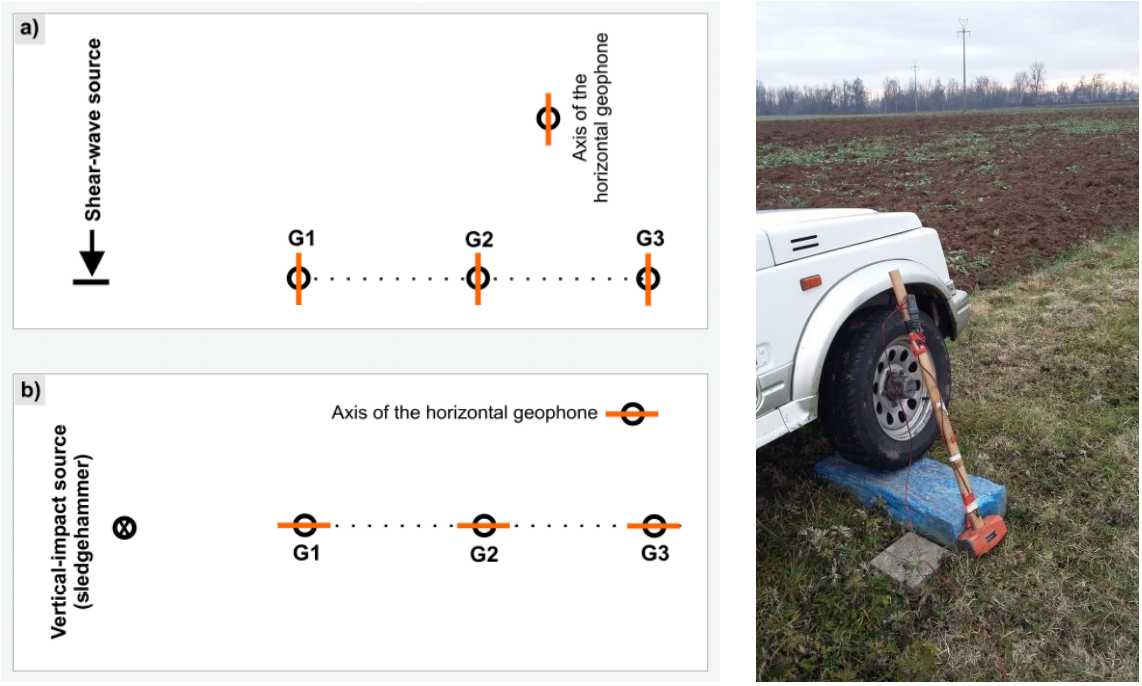


Figura 2. Acquisizione di dati: a) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la dispersione delle onde di Love; b) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la dispersione delle onde di Rayleigh (componente radiale). Nella fotografia a destra la predisposizione alla battuta di taglio su piastra in polipropilene.

L'energizzazione è stata effettuata in posizione esterna rispetto al geofono 12 con offset pari a 5 m; per le onde di Rayleigh si è utilizzata una mazza battente di 8 kg ad impatto verticale su piastra metallica, per quelle di Love una mazza battente ad impatto di taglio su piastra in polipropilene.
Le acquisizioni utili ad analizzare il rapporto spettrale H/V (HVSR) sono state eseguite utilizzando lo strumento SR04-GEOBOX, dotato di sensore a 2.0 Hz (Sara electronic instruments). L'analisi dei dati acquisiti è stata eseguita utilizzando il software WINMASW 6.0 versione Professional.



Figura 3. Stendimento sismico (a sinistra) e acquisizione HVSR (a destra).

C. ELABORAZIONE

Dai sismogrammi acquisiti nel dominio spazio-tempo si determinano mediante la trasformata di Fourier gli spettri nel dominio frequenza-ampiezza e successivamente attraverso il metodo denominato *phase shift* gli spettri nel dominio frequenza-velocità.

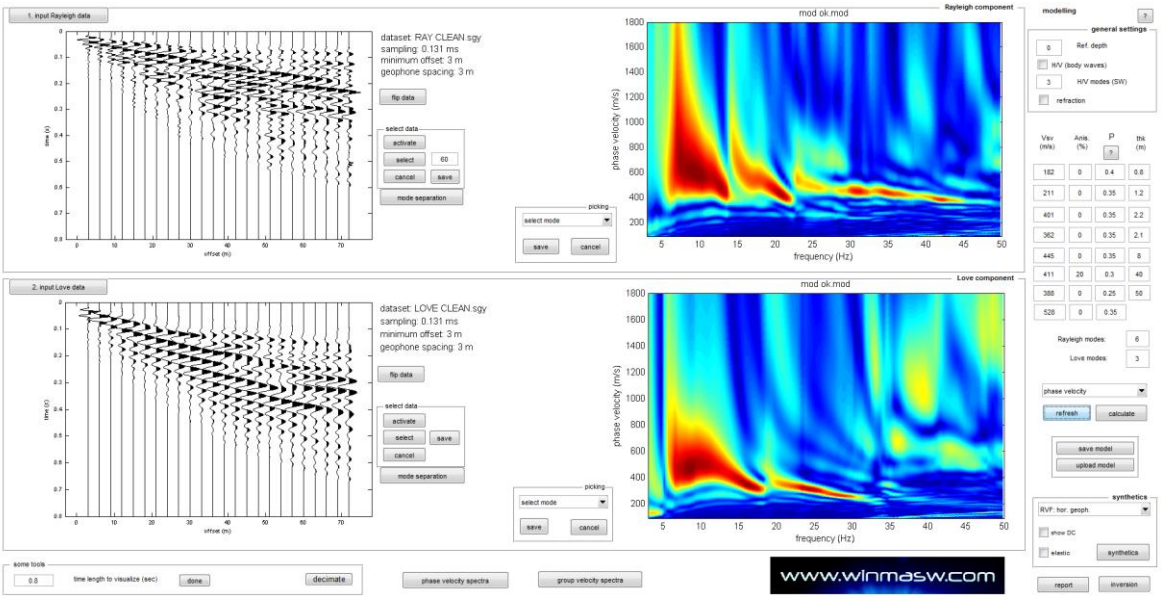


Figura 4. Acquisizione della componente radiale delle onde di Rayleigh (RVF)_in alto e delle onde di Love (THF)_in basso. Sulla sinistra le tracce sismiche acquisite (sismogramma), sulla destra gli spettri di velocità.

Successivamente alla pulizia del dato si è proceduto alla modellazione diretta delle curve di dispersione. Lo spettro delle onde Rayleigh e quello delle onde di Love presentano entrambi una sovrapposizione tra modo fondamentale e modi superiori. Solo per le Love il modo fondamentale sembra divenire dominante sopra i 20 Hz.

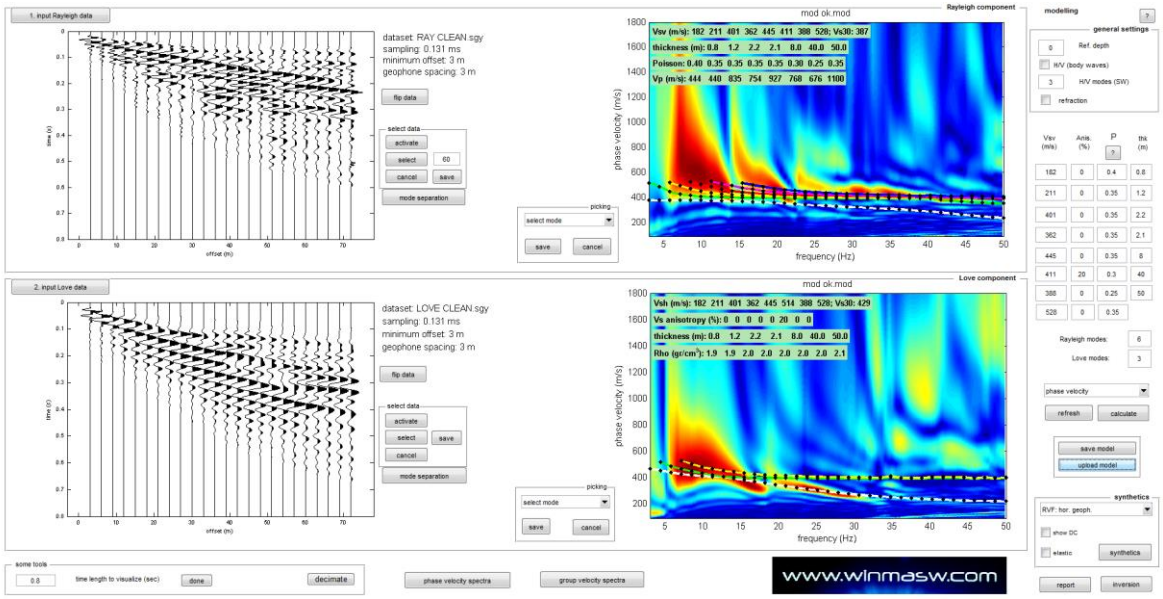


Figura 5. Spettri di velocità con sovrapposte le curve di dispersione del modo fondamentale e di quelli superiori per la componente radiale delle onde Rayleigh (RVF) e per le onde di Love (THF).

Allo scopo di definire il periodo di risonanza di sito e migliorare (tramite analisi congiunta MASW+HVSR) la definizione del profilo verticale VS nelle porzioni più profonde, si è effettuata una misurazione di microtremore utile a definire il rapporto H/V lungo lo stendimento.
Nelle figure successive si riportano lo spettro d'ampiezza medio delle 3 componenti (NS, EW e verticale), le caratteristiche dei dati acquisiti e i valori HVSR per la misurazione eseguita.

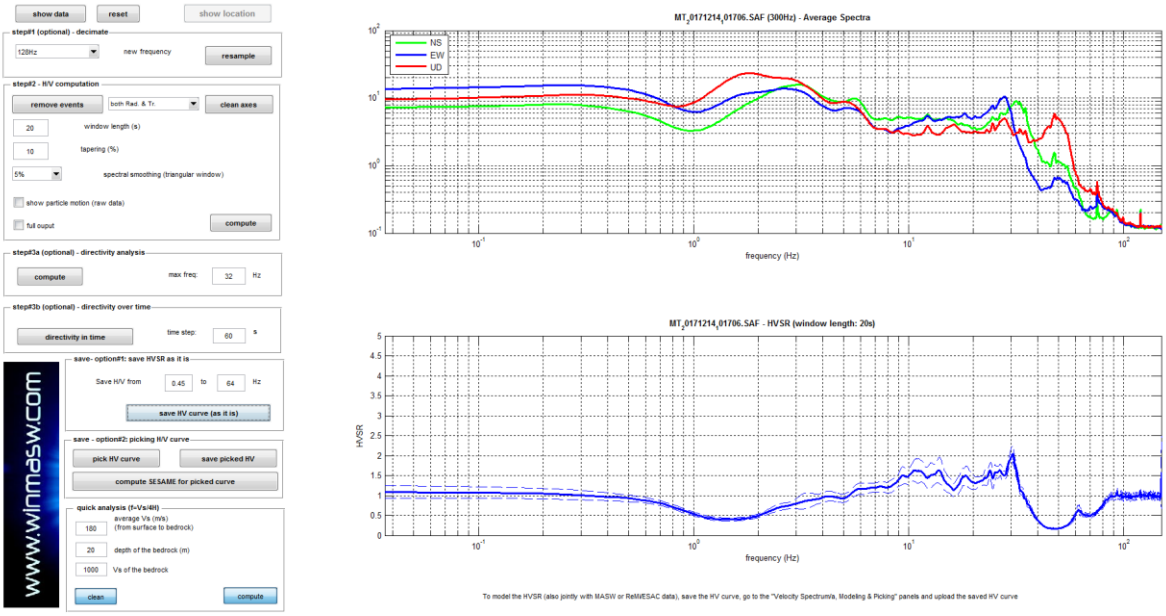


Figura 6. Spettri d'ampiezza medi delle 3 componenti (NS, EW e verticale) e valori di HVSR.

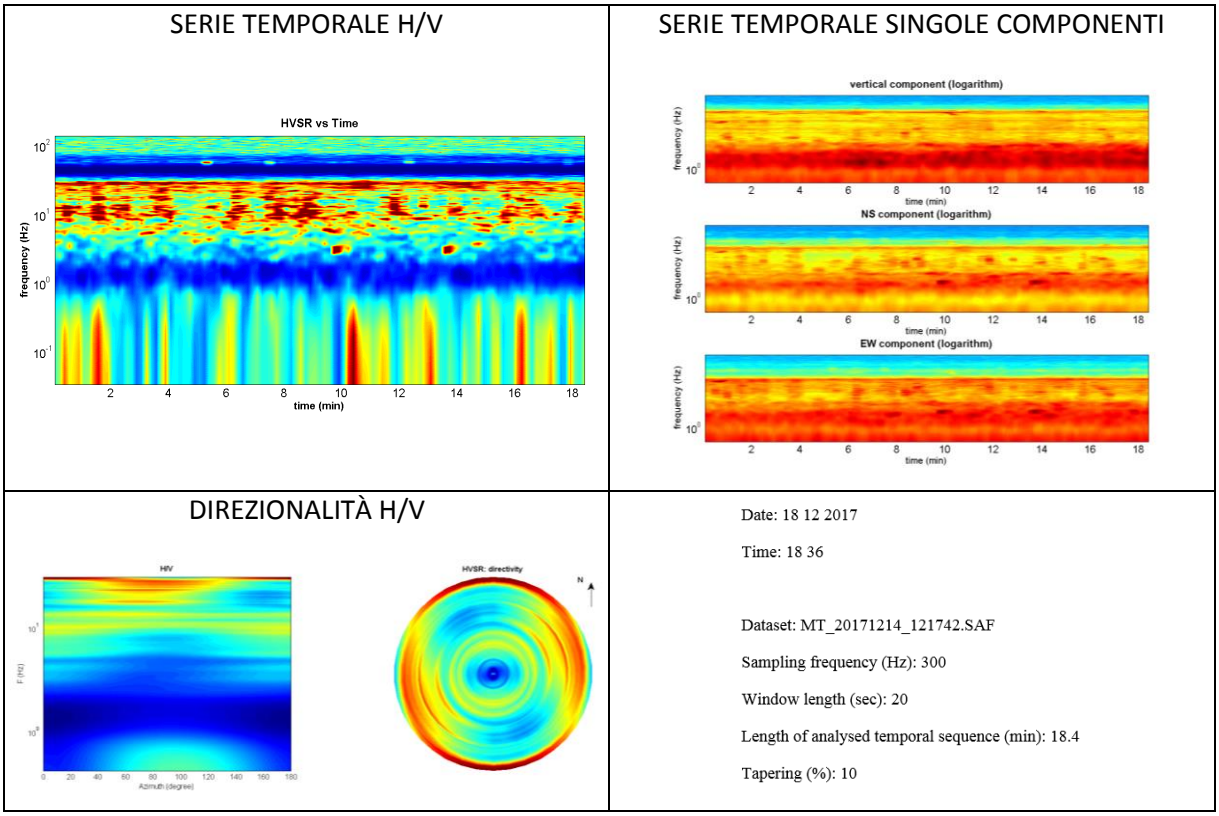


Figura 7. Caratteristiche dati acquisiti.

I criteri SESAME definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti. La curva HVSR è essenzialmente piatta, si segnalano soltanto deboli picchi litologici sovrapposti a picchi di natura antropica attorno ai 10-15 Hz.

La modellazione dell'HV realizzato è stata eseguita applicando lo schema geologico dato dall'analisi delle onde di superficie (figura successiva).

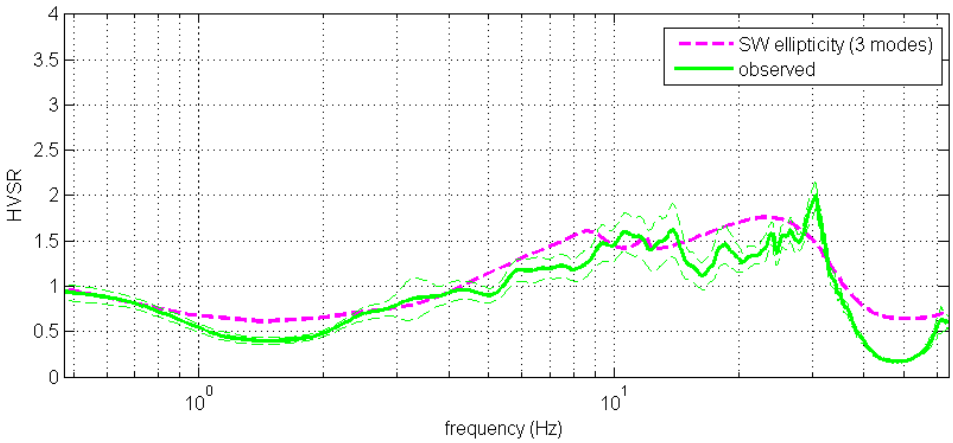


Figura 8. HVSR: in verde le misure effettuate, in magenta la curva HVSR modellata tramite ellitticità delle onde di superficie (Lunedei & Albarello, 2009). Il modello è chiaramente lo stesso usato per l'analisi delle onde di superficie.

L'analisi congiunta dei dati ha restituito il modello finale di seguito riportato.

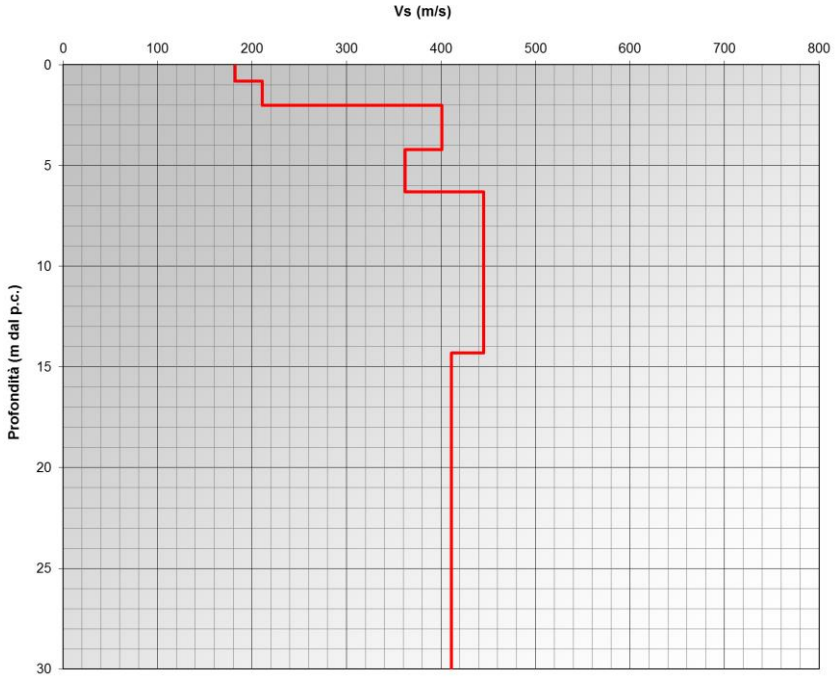


Figura 9. Profilo di velocità ottenuto dall'analisi congiunta.

Spessore (m)	***Vs (m/s)***
0,8	*182*
1,2	*211*
2,2	*401*
2,1	*362*
8,0	*445*
40,0	*411*
50,0	*388*
Inf.	*528*

Tabella 1. Modello di sottosuolo determinato mediante analisi congiunta.

La prova MASW unitamente all'analisi HVSR ha consentito di determinare, tramite la relazione riportata di seguito (NTC08), un valore di Vs30 al piano campagna pari a 387 m/s.

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:
hi: spessore in metri dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
Vs,i: velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato.

Profondità (m dal p.c.)	Vs (m/s)	Hi/Vs_i
0,0 – 0,8	*182*	*0,00440*
0,8 – 2,0	*211*	*0,00569*
2,0 – 4,2	*401*	*0,00549*
4,2 – 6,3	*362*	*0,00580*
6,3 – 14,3	*445*	*0,01798*
14,3 – 30,0	*411*	*0,03820*

Tabella 2. Modello per calcolo Vs30.

Profondità calcolo Vs30 (m dal p.c.)	Vs30 (m/s)
0,0	*387*
0,5	*395*
1,0	*402*
2,0	*415*
3,0	*415*
4,0	*415*
5,0	*417*

Tabella 3. Valori di Vs30 in funzione della profondità di calcolo.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Dziewonski A., Bloch S., and Landisman M., 1969. *A technique for the analysis of transient seismic signals*. Bulletin of the Seismological Society of America, 59, No. 1, 427-444

Levshin A.L., Pisarenko V., Pogrebinsky G., 1972 . *On a frequency-time analysis of oscillations.* Annales Geophys.*; 28, 211-218.*

Aki K. and Richards P.G., 1980. *Quantitative Seismology, Theory and Methods*, Vol. 1-2, W.H. Freeman & Co., New York.

Tokimatsu K., Tamura S., Kojima H., 1992. *Effects of Multiple Modes on Rayleigh Wave Dispersion Characteristics*. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 118 (10), 1529-1543.

Achenbach J.D., 1999. *Wave Propagation in Elastic Solids*, North-Holland, Amsterdam, Netherlands.

Park C. B., Miller R. D. & Xia J., 1999. *Multichannel analysis of surface waves*, Geophysics, 64, 3; 800–808.

Zywicki D.J., 1999. *Advanced Signal Processing Methods Applied to Engineering Analysis of Seismic Surface Waves*, Ph.D. Dissertation, Georgia Institute of Technology.

Herrmann R.B. 2003. *Computer Programs in Seismology*.

O'Neill A., Dentith M., List R., 2003. *Full-waveform P-SV reflectivity inversion of surface waves for shallow engineering applications*, Exploration Geophysics, 34, 158–173.

Arai H., Tokimatsu K., 2004, *S-wave velocity profiling by inversion of microtremor H/V spectrum,* Bull. Seism. Soc. Am: 94, 53-63.

Safani J., O'Neill A., Matsuoka T., Sanada Y. (2005). *Applications of Love Wave Dispersion for Improved Shear-wave Velocity Imaging*, Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 10, 135–150.

Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007. *Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation*, J. Appl. Geophysics, 61, 39-55.

Herak M., 2008. Model HVSR - *A Matlab tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise*, Computers & Geosciences, 34, 1514–1526.

Lunedei E. and Albarello D.; 2009. *On the seismic noise wavefield in a weakly dissipative layered Earth*, Geophys. J. Int., 177, 1001-1014.

Software *Microtremor* (*http://nato.gfz.hr/SW.zip*) di Albarello D. & Lunedei E. (vedi Lunedei E., Albarello D., 2009, On the seismic noise wavefield in a weakly dissipative layered Earth, *Geophys. J. Int.*, 177, 1001-1014).

Dal Moro G., 2010. Insights on Surface-Wave Dispersion Curves and HVSR: Joint Analysis via Pareto Optimality, J. Appl. Geophysics, 72, 29-140.

Dal Moro G. & Ferigo F., 2011. *Joint Analysis of Rayleigh - and Love-Wave Dispersion for Near-Surface Studies: Issues, Criteria and Improvements*, J. Appl. Geophysics, in stampa.

Dal Moro G., 2011. *Some Aspects about Surface Wave and HVSR Analyses: an Short Overview and a Case Study*, BGTA (Bollettino Geofisica Teorica e Applicata), Vol. 52, in stampa.

Luo Y., Xia J., Xu Y. & Zeng C., 2011, *Analysis of group-velocity dispersion of high-frequency Rayleigh waves for near-surface applications*. Journal of Applied Geophysics, 74, 157-165.

RIFERIMENTI NORMATIVI

D.M. 14 Gennaio 2008. *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.*

CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. *Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*