

STUDIO GEOLOGICO E AMBIENTALE  
DOTT.SSA CLAUDIA BORELLI

SEDE OPERATIVA STRADA CAVEDOLE 12/C 41126 PORTILE (MO)

TEL E FAX +39 059 784335 CELL +39 339 8179913

e mail c.borelli@studio-borelli.191.it

P. IVA 02598120364 C.F. BRL CLD 73E 60A 794X



## INDAGINI GEOLOGICHE A SUPPORTO DEGLI INTERVENTI PREVISTI LUNGO IL COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI

### RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI SVOLTE

Doc. Rif. relazione\_R1501d\_L1501CABM Life Rlnasce.doc

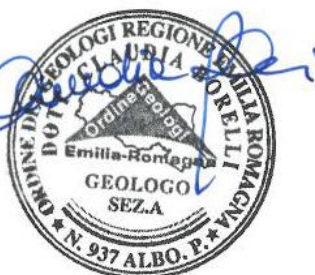
del 14 aprile 2015

#### COMMITTENTE:

CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE  
CORSO GARIBALDI, 42 42121 REGGIO EMILIA

#### IL TECNICO INCARICATO:

Dott.ssa Geol. Claudia Borelli



## Indice

<b>ELENCO ALLEGATI .....</b>	<b>3</b>
<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>5</b>
1 Inquadramento geologico regionale .....	5
2 Inquadramento tettonico .....	8
3 Stratigrafia .....	9
4 Geomorfologia.....	12
<b>COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI .....</b>	<b>14</b>
5 Inquadramento geografico.....	14
6 Descrizione degli interventi in progetto .....	15
7 Inquadramento geologico .....	17
8 Indagini geologiche da banca dati regionale .....	19
9 Indagini geologiche specifiche.....	20
9.1. Campagna di indagini geognostiche .....	20
9.1.1. Prove penetrometriche statiche CPT.....	20
9.1.2. Sondaggi a carotaggio continuo.....	22
9.1.3. Prove geotecniche di laboratorio .....	22
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>27</b>

## ELENCO ALLEGATI

Allegato 1      Inquadramento corografico dei canali oggetto di intervento      Scala 1:75.000

### COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

Allegato 2      Inquadramento topografico      Scala 1:5.000

Allegato 3      Inquadramento topografico su ortofoto e ubicazione verticali di indagine      Scala 1:5.000

Allegato 4      Referenze da banca dati geologica regionale

Allegato 5      Certificati delle prove penetrometriche statiche

Allegato 6      Certificati dei sondaggi a carotaggio continuo

Allegato 7      Certificati delle prove di laboratorio

### RISPOSTA SISMICA LOCALE

Allegato 8      Indagine sismica con metodo sismico MASW – Relazione tecnica

Allegato 9      Valutazione della risposta sismica locale

## PREMESSA

Su incarico del Consorzio Emilia Centrale (Prov. Del Presidente n.612 del 10/12/2014) si è provveduto alla esecuzione delle indagini geologiche a supporto degli interventi previsti lungo i canali Collettore Alfieri, Collettore Acque Basse Modenesi, Diversivo Fossa Nuova Cavata e Cavata Orientale. La presente relazione descrive le indagini geognostiche e sismiche svolte ed i loro risultati, che sono contestualizzati rispetto al contesto geologico locale.

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle N.T.C. di cui al D.M. 14/01/2008 e della Circolare applicativa del 2/02/2009.

Per la caratterizzazione geognostica sono stati eseguiti:

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, tra il 19/01/2015 ed il 20/01/2015, con profondità comprese tra 8.6 e 15.4 m di profondità a partire dal p.c.. I sondaggi sono stati eseguiti dalla Ditta Sogeo s.r.l. di Lugo (RA) Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti – Settore C Decr. N. 005754 del 1/07/2010. Durante i sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati e disturbati sui quali sono state eseguite prove di caratterizzazione e di resistenza.
- n. 9 prove penetrometriche statiche C.P.T., con penetrometro statico Pagani 100 kN in dotazione allo Studio Geologico e Ambientale incaricato. Le prove CPT hanno raggiunto profondità comprese tra 8 e 15 m dal p.c.

Per la definizione della risposta sismica locale è stata condotta una specifica indagine sismica per ciascun sito con metodo MASW attivo: l'indagine è stata finalizzata alla definizione della velocità  $V_{s30}$  del terreno interessato dall'intervento in progetto.

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

### **1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE**

Per la descrizione delle caratteristiche geologiche e sismotettoniche delle aree oggetto di studio si è fatto riferimento ad alcune pubblicazioni della Regione Emilia Romagna, in particolare alla Carta Geologica progetto CARG disponibile al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis>, alle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del Foglio 201 Modena (Gasperi G. Pizziolo M., Firenze 2008), alla Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna in scala 1:250.000 (Boccaletti M. Martelli L., 2004) ed alla pubblicazione Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna (Regione Emilia Romagna, ENI – AGIP, 1998).

Il territorio dell'Emilia-Romagna è costituito dal versante padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Po; il limite regionale infatti coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord.

Pur essendo due ambienti geomorfologici ben distinguibili, l'Appennino e la Pianura Padana sono strettamente correlati. Il fronte della catena appenninica non coincide infatti con il limite morfologico catena-pianura (margine appenninico-padano) ma è individuabile negli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981) sepolte dai sedimenti quaternari padani (fig. 1).

Quindi, il vero fronte appenninico, circa all'altezza del Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta (fig. 2). Si può così schematizzare che l'evoluzione del territorio dell'Emilia-Romagna e della Pianura Padana coincide con l'evoluzione del settore esterno della catena nord-appenninica.

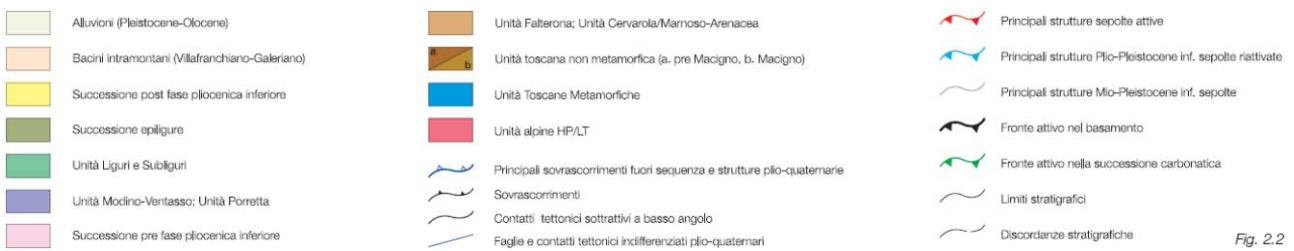
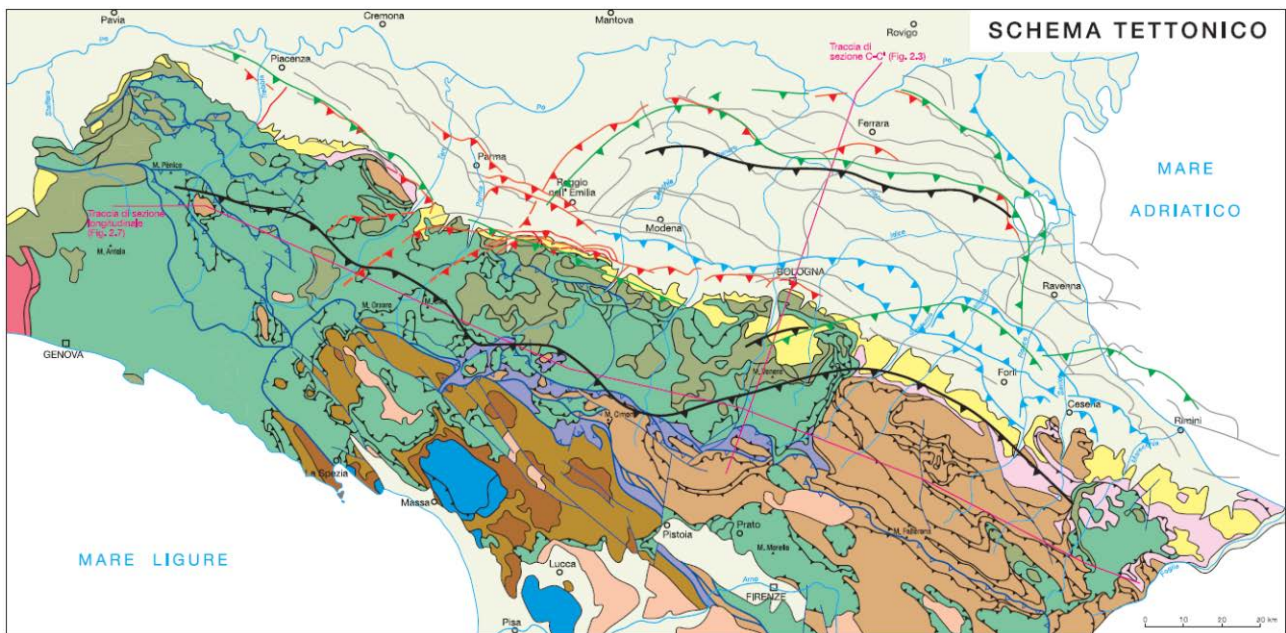


Fig. 2.2

Figura 1. *Principali lineamenti strutturali attivi in Emilia-Romagna*

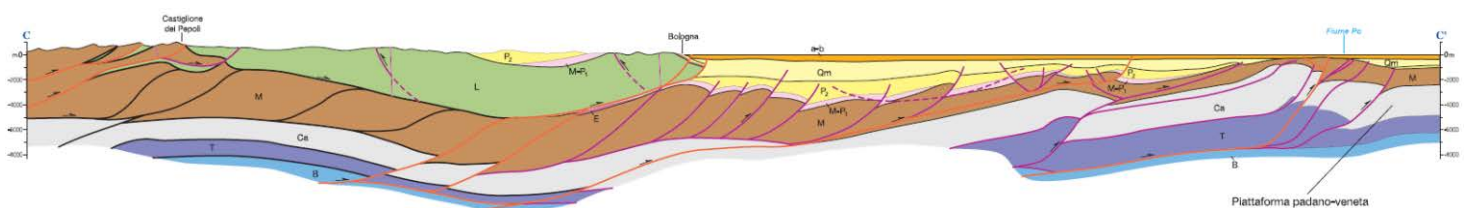


Figura 2. *Sezione sismogeologica profonda nel sottosuolo della pianura, trasversale all'Appennino ed alla Pianura Padano sud-nord*

L'Appennino settentrionale è una catena a thrusts facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Euroasiatica.

Si tratta di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica

(Liguridi s.l., Auctt.) e il dominio Tosco-Umbro-Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico.

Mentre l'Appennino e le strutture profonde della Pianura Padana si sono deposte in un bacino marino, i terreni affioranti nella Pianura Padana sono di origine continentale. Il riempimento del bacino marino ed il passaggio alla sedimentazione continentale non sono avvenuti in maniera continua e progressiva, ma sono il risultato di eventi tettonici e sedimentari parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e ridotti movimenti tettonici delle strutture compressive. Questo è testimoniato dalle numerose superfici di discontinuità stratigrafica riconosciute e cartografate.

Dopo l'abbassamento del livello del mare dovuto all'isolamento del Mediterraneo, la ripresa della sedimentazione si svolge per lo più a ridosso del margine settentrionale dell'Appennino in una fascia che dal Piemonte meridionale giunge sino alle Marche. L'Appennino ormai emerso fornisce all'avanfossa abbondante detrito, mentre con il Messiniano Superiore la sedimentazione, per lo più torbida di ambiente salmastro si sviluppa in profondi bacini separati da alti strutturali. Con il Pliocene, la risalita del livello del mare porta a una generale trasgressione. La deposizione pelitica interessa vaste zone e torbidi arenaceo-pelitiche di piana bacinale e di conoide sottomarina si depongono nelle zone più profonde.

Con il Pleistocene inizia un nuovo ciclo sedimentario (Qm) che porta al definitivo colmamento del bacino padano, prima con sedimenti marini batiali e successivamente, a partire da ovest verso est, con depositi via via meno profondi fino a giungere a depositi di transizione.

L'ultimo episodio di sedimentazione marina del ciclo Qm è rappresentato dalle "sabbie gialle" litorali, cioè da depositi sabbioso-ciottolosi di spiaggia che, grazie anche all'abbondante apporto sedimentario migrano verso il centro della pianura e verso l'Adriatico. Alle sabbie gialle, ritenute di età pleistocenica inferiore-media, segue un nuovo ciclo sedimentario (Qc) e la sedimentazione si sviluppa in condizioni continentali o al massimo costiere, dominata ora dalla dinamica dei fiumi.

## 2 INQUADRAMENTO TETTONICO

Il bacino padano è profondamente e intensamente coinvolto nella tettonica nord-vergente appenninica che porta allo sviluppo di sistemi di thrust. La strutturazione si è esplicitata in gran parte durante il Pliocene controllando fortemente la sedimentazione in ambiente sottomarino. I thrust, a sviluppo planimetrico arcuato con concavità volta verso l'Appennino, delineano strutture positive antiformali, separate dalle successive analoghe strutture da aree sprofondate, sinformi, sulle quali sovrascorrono parzialmente. Il fronte della catena risulta quindi molto più a nord del limite orografico della catena, sepolto dai sedimenti quaternari padano-adriatici. E' formato da sistemi di pieghe e thrust strutturati in una serie di archi posti quasi al centro della pianura (Arco del Monferrato, Arco delle pieghe emiliane, Dorsale ferrarese, fig. 1).

Risultano coinvolti nella tettonica compressiva i sedimenti del Pliocene inferiore e del Pliocene medio-Superiore; al contrario i depositi del Pleistocene documentano il forte rallentamento della tettonica compressiva precedente. Nel Quaternario, infatti, con l'attenuarsi dei movimenti tettonici nord-vergenti si ha il prevalere, nella fascia pedeappenninica, di una subsidenza generalizzata; la sedimentazione si sviluppa su tutta la Pianura Padana in amplissime ondulazioni colmando residue depressioni del sistema bacinale precedente.

Lungo il bordo appenninico-padano i sedimenti quaternari e pliocenici sottostanti appaiono piegati in corrispondenza di una flessura con sensibile immersione verso la pianura. I terreni marini e costieri del Pleistocene affiorano, infatti, in un'ampia fascia prossima alla pianura a quote comprese tra i 200 e i 300 metri, mentre nella pianura gli stessi terreni si rinvenivano a parecchie decine di metri al di sotto del piano campagna. Questa struttura costituisce il Lineamento Frontale Appenninico, cerniera tra la catena in sollevamento e l'avanfossa, tutt'ora in pieno sviluppo.

Lungo il margine appenninico modenese inoltre una piega anticlinale coinvolge i sedimenti quaternari continentali a valle di tale lineamento (Anticlinale di Castelvetro) a testimonianza del perdurare almeno fino al Pleistocene medio di una tettonica compressiva. Una struttura simile, che coinvolge i sedimenti alluvionali, è ipotizzata anche nel sottosuolo della pianura a circa 100 metri di profondità tra Magreta e Sassuolo e si raccorda con l'analogia



struttura affiorante a sud di Reggio Emilia in corrispondenza dell'allineamento Albinea–Montecchio.

Le sequenze sismiche che si sono verificate nel maggio – giugno 2012 sono state causate dalla presenza di zone sismogenetiche attive ed identificate nello schema tettonico sopra riportato, riferibili alla parte della catena appenninica sepolta al di sotto della Pianura Padana denominate Pieghe Ferraresi.

### 3 STRATIGRAFIA

I terreni continentali affioranti nella porzione di Pianura Padana in esame appartengono alla successione neogenico-quadernaria del margine appenninico-padano e sono rappresentati da depositi fluviali di piana alluvionale.

Come già accennato nell'inquadramento geologico regionale i sedimenti continentali costituiscono la parte sommitale del riempimento quadernario della avanfossa padana. Essi costituiscono un ciclo sedimentario (Qc) che si sovrappone con un limite inconforme, affiorante estesamente nelle aree marginali del bacino, sul precedente ciclo Quadernario marino (Qm). Tale limite è stato riconosciuto e cartografato da Regione Emilia–Romagna & ENI–AGIP (1998) in tutto il sottosuolo padano emiliano – romagnolo in base ai profili sismici e a dati di sondaggi; la sua età, definita sulla base di correlazioni sismiche con le aree adriatiche, è stata fissata a circa 650 ka BP. Lo spessore dei sedimenti continentali varia nell'area dai circa 100 metri delle aree al margine SO ai 500 m circa delle aree poste a NO, come desumibile dalla fig. 3 che descrive la loro quota di base in m s.l.m. (il piano campagna varia da circa 200 lungo il margine a 20 m a NE).

Il diverso spessore appare legato alla diversa subsidenza delle strutture profonde: il settore nord della pianura modenese e reggiana è posto in corrispondenza di uno dei massimi spessori dei sedimenti marini plio-pleistocenici, mentre il margine sud corrisponde a strutture positive con spessori assai ridotti.

I dati relativi al substrato dei depositi alluvionali, noti attraverso le ricerche di idrocarburi (AGIP Mineraria, 1959; Pieri & Groppi, 1981; Mattavelli *et alii*, 1983; Dondi, 1985; Cassano *et alii*, 1986; Dondi & D'Andrea, 1986) consentono di tratteggiare in modo dettagliato la stratigrafia e le strutture profonde padane, direttamente correlabili con le unità affioranti nel margine appenninico.



Figura 3. Profondità (in m s.l.m.) del limite basale dei sedimenti quaternari continentali (da Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998, con modifiche). Equidistanza m 50.

In Regione Emilia–Romagna & ENI-AGIP (1998) è stata proposta la istituzione del Supersistema emiliano–romagnolo, comprendente l'intero spessore dei sedimenti continentali, a sua volta suddiviso in due Sistemi (Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore e Sistema Emiliano Romagnolo Superiore) separati da una discontinuità rilevabile nelle aree marginali della pianura legata a una fase tettonica di importanza regionale (fig. 2).

Il sottosuolo dell'alta e media pianura è caratterizzato da alternanze ripetute di intervalli ghiaiosi e sabbiosi con intervalli limoso argillosi. Amorosi & Farina (1996) hanno riconosciuto nella pianura bolognese cicli di spessore e gerarchia diversi legati a fattori glacio-eustatici, ciclicità confermata anche da Regione Emilia–Romagna & ENI-AGIP (1998). E' possibile

individuare, secondo gli Autori citati, sequenze deposizionali elementari, sviluppate alla scala dei 40–100 ka e di decine di metri di spessore, correlabili per gran parte della pianura emiliano-romagnola. Le sequenze deposizionali di ordine maggiore (i due Sintemi Emiliano–Romagnolo Inferiore e Superiore), come si è accennato, sarebbero separate al margine del bacino da una superficie di discontinuità legata a una fase di sollevamento delle strutture appenniniche.

Tale ciclicità nella sedimentazione è caratteristica soprattutto dell'alta pianura, grosso modo coincidente con i quadranti meridionali del foglio 201; nelle aree poste a sud del Foglio, prossime al margine appenninico, prevalgono le ghiaie in tutti gli intervalli e sono presenti fenomeni di erosione parziale delle unità, mentre nelle aree di media pianura, più distali, scompaiono completamente le ghiaie e le sabbie si riducono notevolmente. Di conseguenza, dei cinque cicli in cui si scompone il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, nella pianura sono definiti solo i tre superiori, mentre i due inferiori sono identificati in modo informale con un numero progressivo.

Per quanto riguarda la porzione di territorio che ricade nei Fogli 182 e 183, bassa pianura modenese e reggiana, sono assenti le ghiaie ed i sedimenti affioranti appartengono alla categoria delle sabbie, limi e argille. In quest'area la sovrapposizione delle alluvioni appenniniche su quelle del Po è confermata dalle diverse caratteristiche degli orizzonti sabbiosi, relativamente più superficiali, presenti nel sottosuolo. Infatti, laddove presenti nei primi 5 - 8 m da piano campagna, si osservano sabbie medio fini nocciola, immature, che si sovrappongono a sabbie medie quarzose di colore grigio verde. Le prime presentano macroscopicamente una facies attribuibile ai depositi appenninici mentre le seconde ai sedimenti alpini.

La zona è caratterizzata anche da alluvioni argillose a lenti limose della bassa Pianura. Sono presenti inoltre depositi di canale e argine prossimale derivanti da depositi alluvionali del X secolo del Torrente Crostolo e di altri Torrenti minori, che oggi scorrono in un alveo più spostato, a volte anche per cause antropiche.

#### 4 GEOMORFOLOGIA

La gran parte dei sedimenti che affiorano sulla superficie della pianura emiliano-romagnola sono recenti (età olocenica, meno di 10.000 anni), molti dei quali si sono depositati negli ultimi duemila anni (dopo la caduta dell'Impero Romano). Essi derivano dalla complessa relazione fra il fiume Po, a nord, i fiumi appenninici, a sud e il Mare Adriatico, a est. Per questo motivo la nostra pianura contiene una grande varietà di depositi comprendenti: le conoidi e le piane alluvionali dei fiumi appenninici, la piana a meandri del Po, la piana costiera, il delta e le fronti deltizie, ecc.

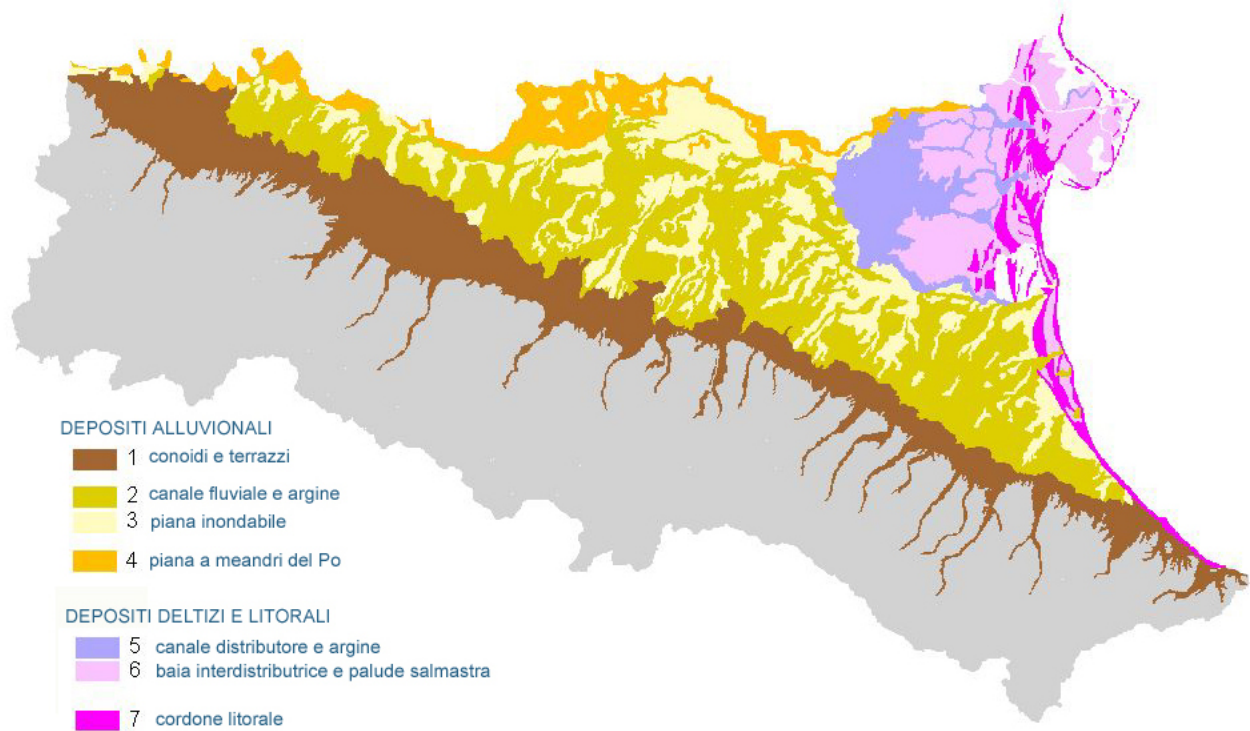
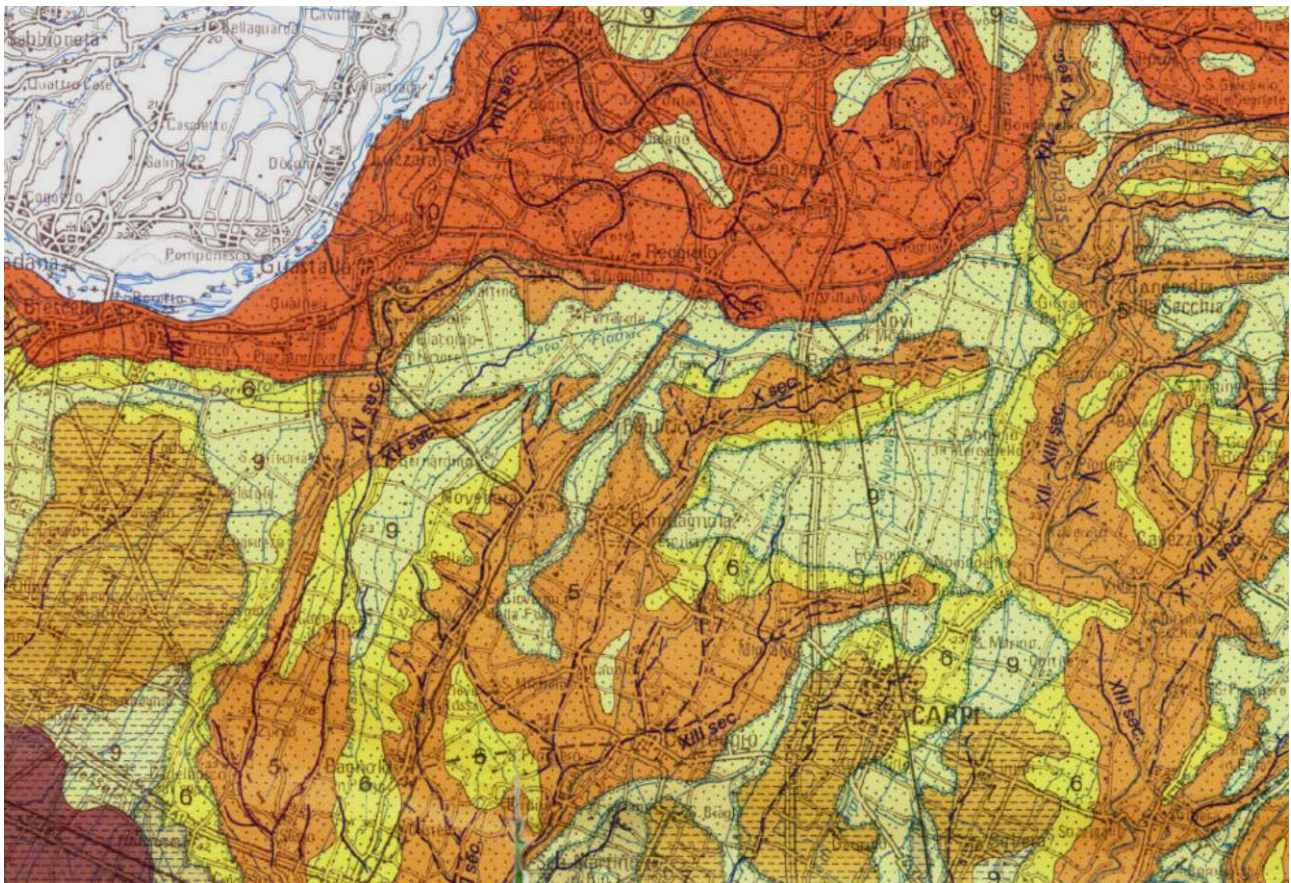


Figura 4. Carta geologica di pianura – sintesi (fonte Regione Emilia Romagna)

Ai diversi sedimenti deposti, corrispondono ambienti deposizionali differenti, che sono descritti nella Carta Geologica di pianura dell'Emilia-Romagna, di cui si riporta un estratto nella Fig. 5.

Le aree in studio ricadono in aree di piana alluvionale, caratterizzate dalla presenza di litologia fini (dai limi sabbiosi e sabbie fini alle argille).



PIANA ALLUVIONALE ALLUVIAL PLAIN

5	<p>Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine prossimale.                      Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  <i>Medium and fine sand in beds tens of centimetres thick, changing laterally and/or intercalated to fine and very fine silty sand, smaller amount of clayey silt; locally medium and coarse sand in lenticular, ribbon shaped bodies. Channel and proximal levees.                      At the top, soils with various degrees of evolution.</i></p>	8	<p>Limi argillosi e limi sabbiosi, subordinatamente sabbie fini e finissime, in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati.                      Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  <i>Clayey silt and sandy silt, smaller amounts of fine and very fine sand, in beds tens of centimetres thick; locally sand in lenticular and ribbon-shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits.                      At the top soils of various degrees of evolution.</i></p>
6	<p>Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale.                      Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  <i>Sandy silt, fine and very fine sand, silty clay and smaller amounts of silty-clayey sand intercalated in beds tens of centimetres thick. Distal levee deposits.                      At the top, soils with various degrees of evolution.</i></p>	9	<p>Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude.  <i>Silty clay, clay and laminated clayey silt, locally concentrations of partially decomposed organic matter. Backswamp deposits.</i></p>
7	<p>Sabbie medie e fini, limi e argille limose intercalati in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati.                      Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  <i>Medium and fine sand, silt and silty clay intercalated in beds tens of centimetres thick; locally medium and coarse sand in lenticular and ribbon shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits.                      At the top soils with various degrees of evolution.</i></p>	10	<p>Sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie o ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositi di piana e meandri.                      Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.  <i>Medium and coarse sand, to a lesser extent gravel and sandy gravel, smaller amounts of silt and sandy silt in beds tens of centimetres thick. Meander belt deposits.                      At the top, soils of various degrees of evolution.</i></p>

Figura 5. Estratto dalla Carta geologica di pianura dell'Emilia-Romagna in scala 1:250.000 (riduzione 64%)

Di seguito come introduzione per ciascuna area indagata saranno descritte brevemente le unità affioranti, facendo riferimento alla cartografia geologica progetto CARG ed eventualmente alle sezioni stratigrafiche se disponibili. Si farà inoltre riferimento alle prove geognostiche disponibili dalla banca dati regionale, che sono riportate in allegato.

## COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI

### 5 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Collettore Acque Basse Modenesi è interessato dagli interventi in due tratti distinti: il tratto più a sud si trova in Comune di Carpi, mentre il tratto più a nord corre nel Comune di Novi di Modena (MO); è inserito all'interno dei riferimenti cartografici della Regione Emilia Romagna riportati di seguito in tabella.

Foglio CTR a scala 1:50.000	183 Novi di Modena
Tavola CTR a scala 1:25.000	183 NE Concordia sulla Secchia 183 SE Novi di Modena
Sezione CTR a scala 1:10.000	183080 Concordia sulla Secchia  183110 Novi di Modena 183120 S. Possidonio Ovest
Elemento CTR a scala 1:5.000	183083 S.S Trinità 183124 Possessione S. Stefano  183112 Ponte della Pietra 183123 S. Antonio in Mercadello

L'assetto topografico della zona presenta una conformazione pianeggiante movimentata da ondulazioni (dossi e valli) ad ampio raggio, sia in senso S-N che E-O. Queste morfologie definiscono depositi fluviali allungati o sub ellittici contraddistinti dalla presenza di litotipi attribuibili ad ambienti con energia idrodinamica discretamente elevata e zone a sedimentazione lenta.

La zona in esame si trova in area pianeggiante ad una quota compresa tra 19 e 17 m s.l.m..

## 6 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Il Collettore Acque Basse Modenesi ha una lunghezza complessiva di 18.410 m e sottende un bacino di circa 16.000 ha. Non risulta sia mai esondato e la quota massima dell'acqua è arrivata a circa mezzo metro dalla quota arginale in corrispondenza i Ponte di Pietra (idrometro – piena Novembre 2004).

I tratti interessati dal progetto sono due. Il primo, che ha una lunghezza di 3.250 m e ricade nel Comune di Carpi, è compreso tra la SS413 e l'intersezione con la Via Lunga; il secondo di 1.970 m in Comune di novi, ha un andamento sud-nord a partire dalla loc. La Dannata fino alla loc. Corte Saracca.

Il progetto prevede l'ampliamento di una porzione della banca interna, con lo scopo di ampliare la sezione idraulica.



Figura 6. Vista verso ovest










Figura 7. Vista verso est





## 7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La carta geologica progetto CARG della Regione Emilia Romagna non mostra i depositi superficiali per l'area del CABM, sono però evidenziate le strutture tettoniche (faglie e sovrascorrimenti) della zona, responsabili della sequenza sismica verificatasi nel maggio-giugno 2012.

-  Province
-  Comuni
-  Griglia 10.000
- Isolinee di unità del sottosuolo (50k)**
  -  isobata della base del pliocene
- Elementi strutturali (50K)**
  -  faglia profonda diretta dedotta
  -  faglia profonda indeterminata dedotta
  -  sovrascorrimento profondo post-tortoniano dedotta



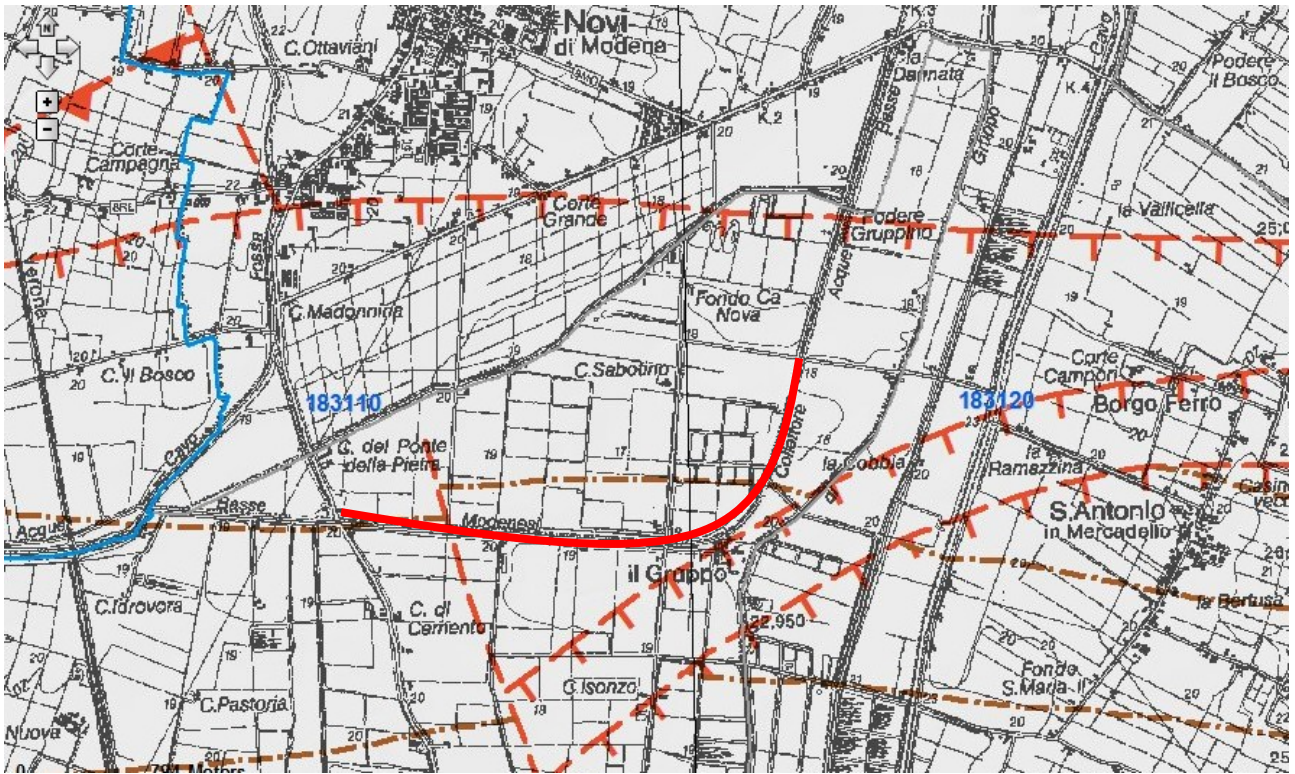


Figura 8. Estratto dalla Carta geologica Progetto CARG della Regione Emilia Romagna.

Nella bassa pianura modenese, reggiana, bolognese e ferrarese e nello specifico nell'area di Novi sono riconoscibili numerosi sovrascorrimenti (alcuni dei quali si sono recentemente riattivati causando terremoto del 2012) e zone di accavallamento del basamento e della successione carbonatica-mesozoica.

Nell'area compresa tra Novi e Mirandola lo spessore delle coperture alluvionali è quello minimo registrato nella pianura, per la presenza delle anticlinali che rappresentano il fronte sepolto della catena appenninica.

## **8 INDAGINI GEOLOGICHE DA BANCA DATI REGIONALE**

Per definire le caratteristiche geologiche locali e per indirizzare le indagini geognostiche, si è fatto preliminarmente riferimento alle indagini ed ai dati disponibili dalla banca dati regionale del progetto CARG.

I dati sono disponibili e scaricabili al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati>.

Per la zona in esame è disponibile una sezione geologica (Allegato 4).

Come si può notare dalla sezione i depositi grossolani (sabbiosi) presentano spessori davvero considerevoli, da 30 ad oltre 80 m di spessore nella zona nord.

Lo spessore complessivo dei depositi alluvionali di copertura al fronte appenninico sepolto è di contro quello minimo che si registra nella Pianura Padana, infatti a circa 50 m di profondità si rinvergono le anticlinali del Pliocene inferiore sature di acque salse e salmastre.

## 9 INDAGINI GEOLOGICHE SPECIFICHE

Per la definizione dei caratteri fisico meccanici che contraddistinguono il sottosuolo della zona in esame è stata condotta una specifica indagine geognostica durante la quale sono state eseguite tre prove penetrometriche statiche e un sondaggio a carotaggio continuo.

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata in Allegato 3, su ortofoto.

### 9.1. Campagna di indagini geognostiche

Per la definizione dei caratteri fisico meccanici che contraddistinguono il sottosuolo della zona in esame è stata condotta una specifica indagine geognostica durante la quale sono state eseguite tre prove penetrometriche statiche e un sondaggio a carotaggio continuo. È stata inoltre eseguita una campagna di indagine sismica con metodo MASW attivo (Allegato 8).

L'ubicazione delle verticali di indagine è riportata in Allegato 3 su ortofoto.

#### 9.1.1. Prove penetrometriche statiche CPT

L'indagine geognostica, finalizzata alla definizione delle caratteristiche geolitologiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area, è stata condotta attraverso l'esecuzione di tre prove penetrometriche statiche, tutte spinte alla profondità di 15 m dall'attuale piano campagna.

Le prove sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico Pagani 100 kN con le seguenti caratteristiche:

Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

Le verticali d'indagine hanno attraversato una successione prevalentemente fine argillosa, nei primi metri, seguita da uno strato sabbioso: nella CPT1 le argille sono presenti fino a 3,6 m e sono seguite da uno strato di sabbia che si arresta a 11,40 m dove si ripresentano le

argille; nelle CPT2 e CPT3 lo strato di sabbie è più profondo e si rinviene rispettivamente a 7,6 m e 9,40 m, e continua fino a fine prova.

È presente una falda in pressione, con livello dinamico a compreso tra 2 e 3 m.

I risultati delle CPT, i parametri geotecnici nominali ed il grafico delle prove sono riportati in Allegato 5.



### **9.1.2. Sondaggi a carotaggio continuo**

In data 19/01/2015 è stato effettuato un sondaggio a carotaggio continuo con perforatrice Ellettari EK200/STR dalla Ditta Sogeo S.r.l. di Lugo (RA), con Concessione Ministero infrastrutture e Trasporti Settore C Decr. Num. 005754 del 05/07/2010.

Il certificato con la stratigrafia del sondaggio (S2) e le foto delle carote estratte sono riportati in Allegato 6.

Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 15,5 m, confermando la presenza di una successione argillosa seguita da strati sabbiosi tra 9,8 m e 14,5 m dal p.c., coerentemente con quanto evidenziato dalla banca dati regionale.

Sono stati prelevati complessivamente 4 campioni, di cui due indisturbati (C.I.) in corrispondenza degli strati coesivi e due disturbati (C.D.) in corrispondenza degli strati incoerenti.

I campioni sono poi stati consegnati al laboratorio geotecnico per le relative prove.

### **9.1.3. Prove geotecniche di laboratorio**

Sui campioni prelevati durante i sondaggi sono state eseguite prove di classificazione e di determinazione delle proprietà indice, oltre a prove di taglio diretto: sui campioni indisturbati sono state eseguite prove triassiali, mentre sui campioni ricostruiti sono state condotte prove di taglio diretto.

In alcuni casi, sui campioni incoerenti sono state eseguite delle prove di permeabilità.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche e dei parametri determinati, mentre in Allegato 7 sono restituiti i certificati di laboratorio relativi alle singole prove.

Il Laboratorio che ha eseguito le prove è Sinergea Srl di Granarolo dell'Emilia (BO), autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture con Decr. di Conc. N.53083 del 01/03/05 ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/01.

Sondaggio 2		Campione Cl1		Profondità (m) 3.50÷4.10			
<b>Grandezze indice</b>							
Umidità naturale $W$ (%)	Peso specifico naturale $\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico secco $\gamma_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico Dei grani $G_s$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Porosità $n$ (%)	Indice dei vuoti $e$	Grado di saturazione $S$ (%)
26.84	1.941	1.530	0.941	2.720	43.68	0.775	94.04
<b>Limiti di Atterberg</b>			<b>Granulometria</b>	<b>Resistenza</b>			
Limite Liquido $W_L$ (%)	Limite Plastico $W_P$ (%)	Indice di Plasticità ( $W_L - W_P$ ) (%)	Classificazione granulometrica	Coesione efficace (cond. drenate) $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo di attrito Efficace (cond. drenate) $\phi'$ (° sess.)	Coesione totale (cond. non drenate) $c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo di attrito Totale (cond. non drenate) $\phi_u$ (° sess.)
70	29	41	Argilla con Limo	25	21	41	13

Tabella 1 Collettore Acque Basse modenesi, sondaggio 2 Campione Indisturbato 1

Sondaggio 2		Campione Cl2		Profondità (m) 6.50÷7.10			
<b>Grandezze indice</b>							
Umidità naturale W (%)	Peso specifico naturale $\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico secco $\gamma_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico Dei grani G <sub>s</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e	Grado di saturazione S (%)
24.06	1.974	1.591	0.974	2.712	41.25	0.702	92.81
<b>Limiti di Atterberg</b>			<b>Granulometria</b>	<b>Resistenza</b>			
Limite Liquido W <sub>L</sub> (%)	Limite Plastico W <sub>P</sub> (%)	Indice di Plasticità (W <sub>L</sub> -W <sub>P</sub> ) (%)	Classificazione granulometrica	Coesione efficace (cond.drenate) c' (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo di attrito Efficace (cond.drenate) $\phi'$ (° sess.)	Coesione totale (cond. non drenate) c <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo di attrito Totale (cond. non drenate) $\phi_u$ (° sess.)
58	24	34	Argilla con Limo	12	28	30	16

Tabella 2 Collettore Acque Basse modenesi, sondaggio 2 Campione Indisturbato 2



Sondaggio 2		Campione CD1		Profondità (m) 12.20÷12.50			
<b>Grandezze indice</b>							
Umidità naturale W (%)	Peso specifico naturale $\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico secco $\gamma_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico Dei grani $G_s$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e	Grado di saturazione S (%)
22.95	2.055	1.671	1.055	2.720	38.49	0.626	99.64
<b>Granulometria</b>			<b>Resistenza</b>			<b>Permeabilità</b>	
Classificazione granulometrica			Coesione efficace (cond.drenate) $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo di attrito Efficace (cond.drenate) $\phi'$ (° sess.)		Coefficiente di permeabilità $K_{10}$ (a 10°C) (m/s)	
Limo con Sabbia argillosa			12	33		3.42E-09	

Tabella 3 Collettore Acque Basse Modenesi, sondaggio 2 Campione Disturbato 1

Sondaggio 2		Campione CD2		Profondità (m) 13.70÷14.00			
<b>Grandezze indice</b>							
Umidità naturale W (%)	Peso specifico naturale $\gamma$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico secco $\gamma_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico immerso (Mg/m <sup>3</sup> )	Peso specifico Dei grani G <sub>s</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e	Grado di saturazione S (%)
9.67	2.276	2.075	1.276	2.700	23.06	0.300	87.01
<b>Granulometria</b>			<b>Resistenza</b>		<b>Permeabilità</b>		
Classificazione granulometrica			Coesione efficace (cond.drenate) c' (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo di attrito Efficace (cond.drenate) $\phi'$ (° sess.)	Coefficiente di permeabilità K <sub>10</sub> (a 10°C) (m/s)		
Limo sabbioso debolmente argilloso			11	41	2.17E-07		

Tabella 4 Collettore Acque Basse Modenesi, sondaggio 2 Campione Disturbato 2

## CONCLUSIONI

La presente relazione tratta delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e sismiche di alcune aree della bassa pianura reggiana e modenese, percorse da canali e collettori gestiti dal Consorzio di bonifica Emilia Centrale.

La relazione ha per oggetto e descrive le indagini geologiche, geognostiche, sismiche e geotecniche sui terreni oggetto degli interventi di riqualificazione sui canali previsti dal progetto LIFE Rinasce LIFE13 ENV/IT/000169.

Con la presente sono forniti i parametri nominali che potranno essere utilizzati nel progetto degli interventi sui canali, oltre alle caratteristiche sismiche desunte da specifiche indagini mediante metodo MASW attivo.

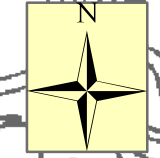
Portile di Modena, 14 Aprile 2015

Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

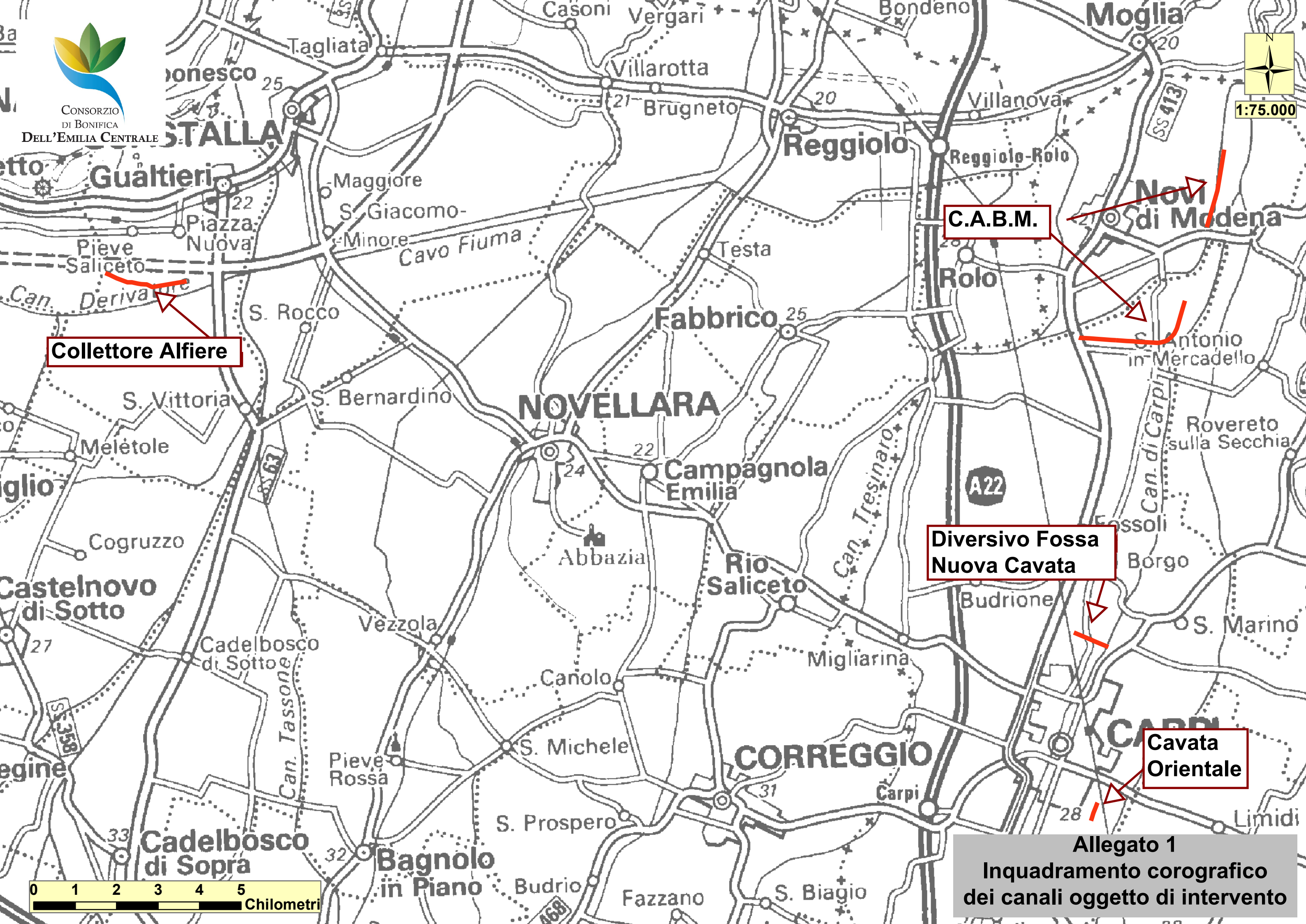




CONSORZIO  
DI BONIFICA  
DELL'EMILIA CENTRALE



1:75.000



**Collettore Alfieri**

**C.A.B.M.**

**Diversivo Fossa  
Nuova Cavata**

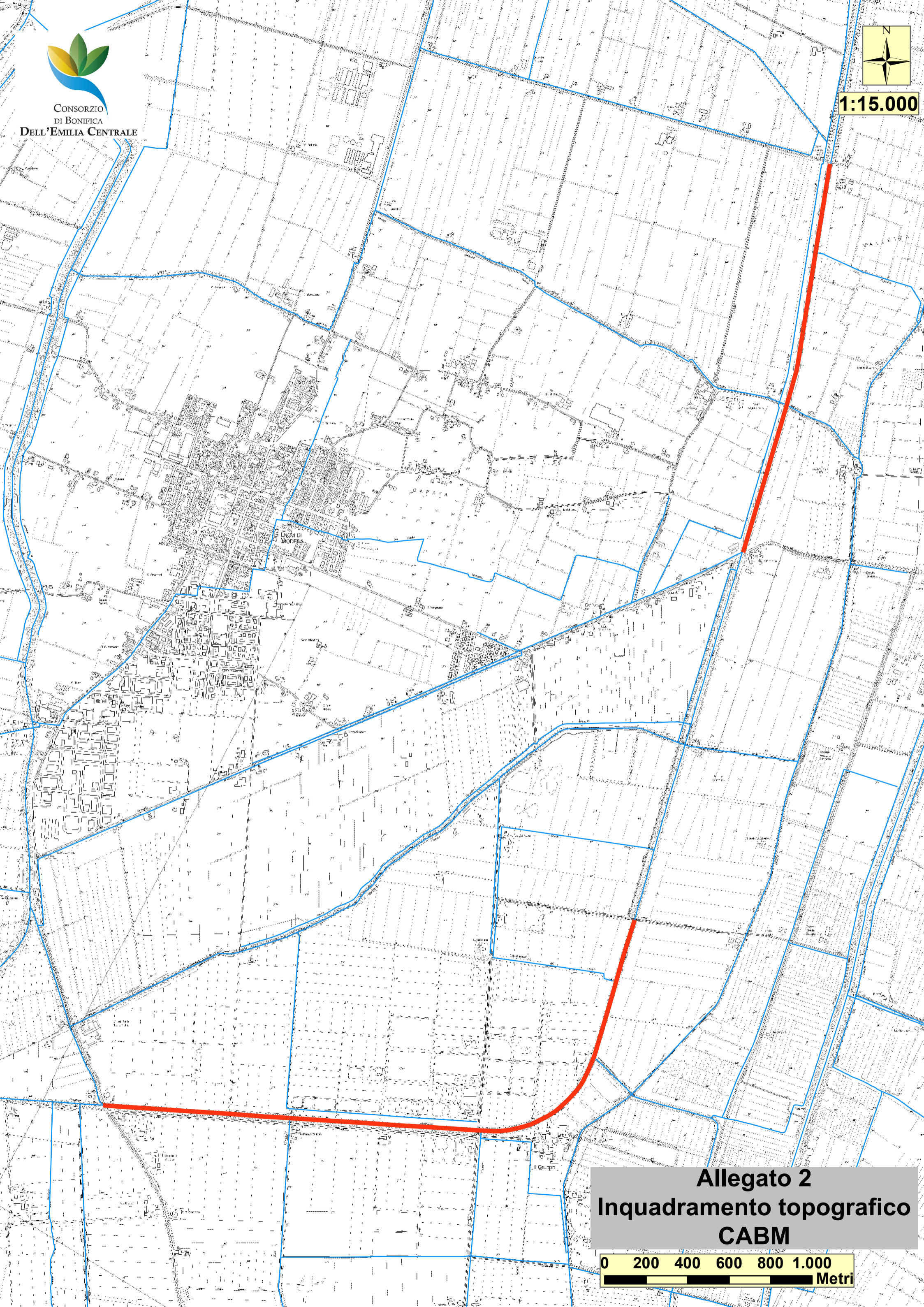
**Cavata  
Orientale**

0 1 2 3 4 5  
Chilometri

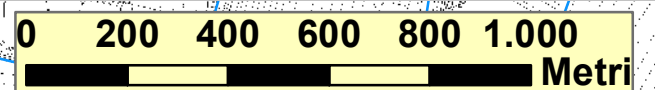
**Allegato 1  
Inquadramento corografico  
dei canali oggetto di intervento**



1:15.000

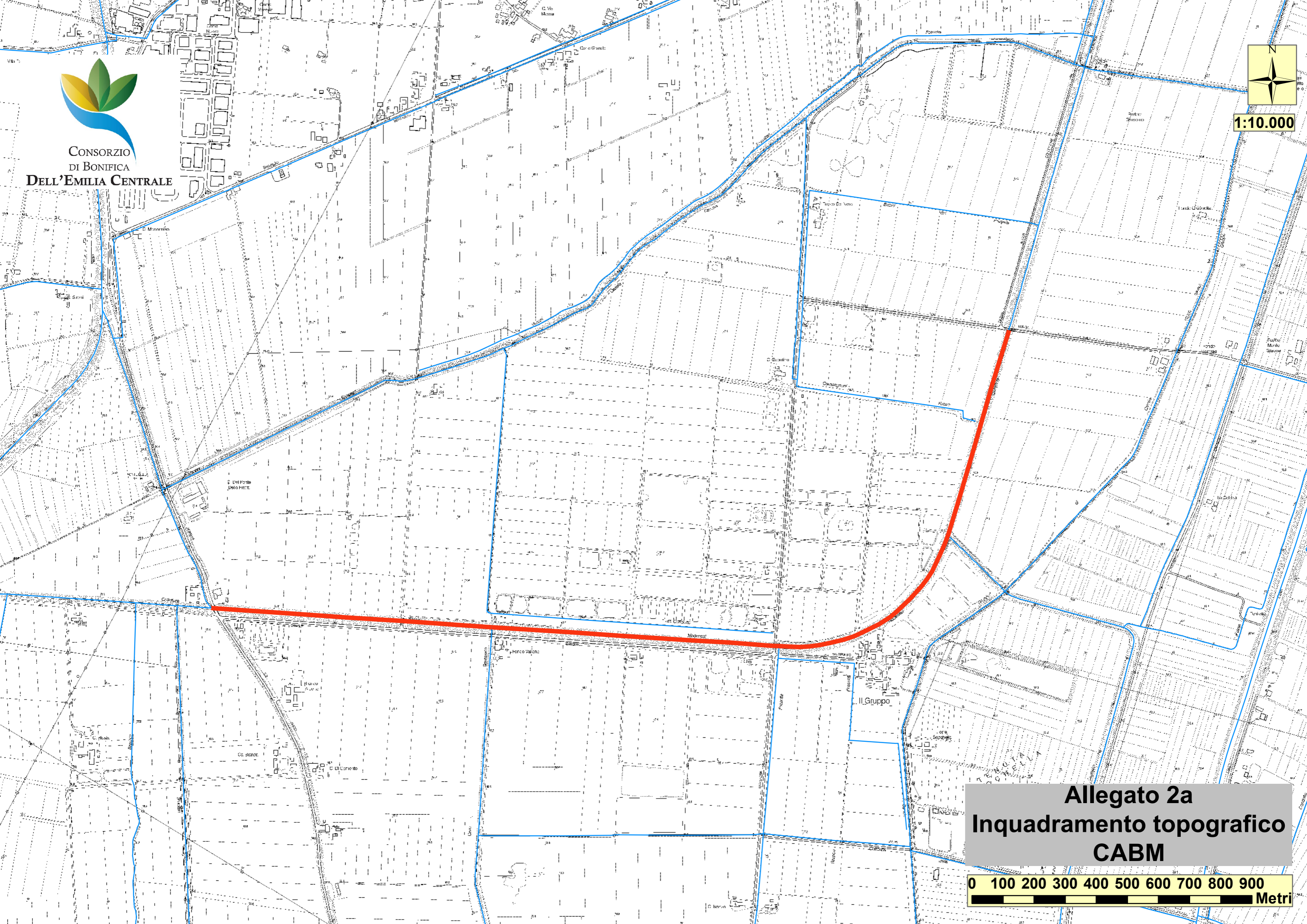


**Allegato 2**  
**Inquadramento topografico**  
**CABM**

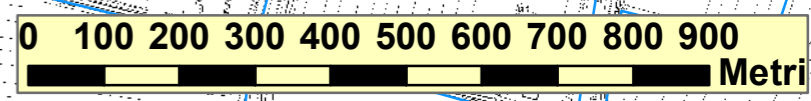




1:10.000



**Allegato 2a**  
**Inquadramento topografico**  
**CABM**





1:5.000



**Allegato 2b**  
**Inquadramento topografico**  
**CABM**





1:20.000



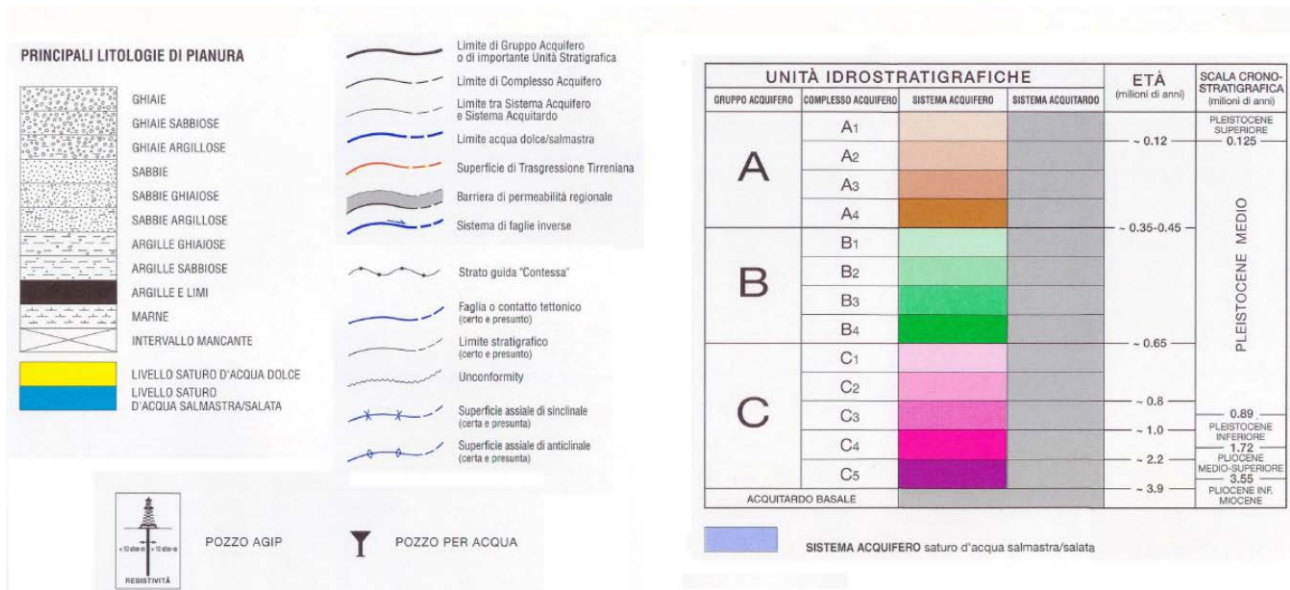
**Allegato 3**  
**Inquadramento topografico**  
**e ubicazione prove**  
**CABM**

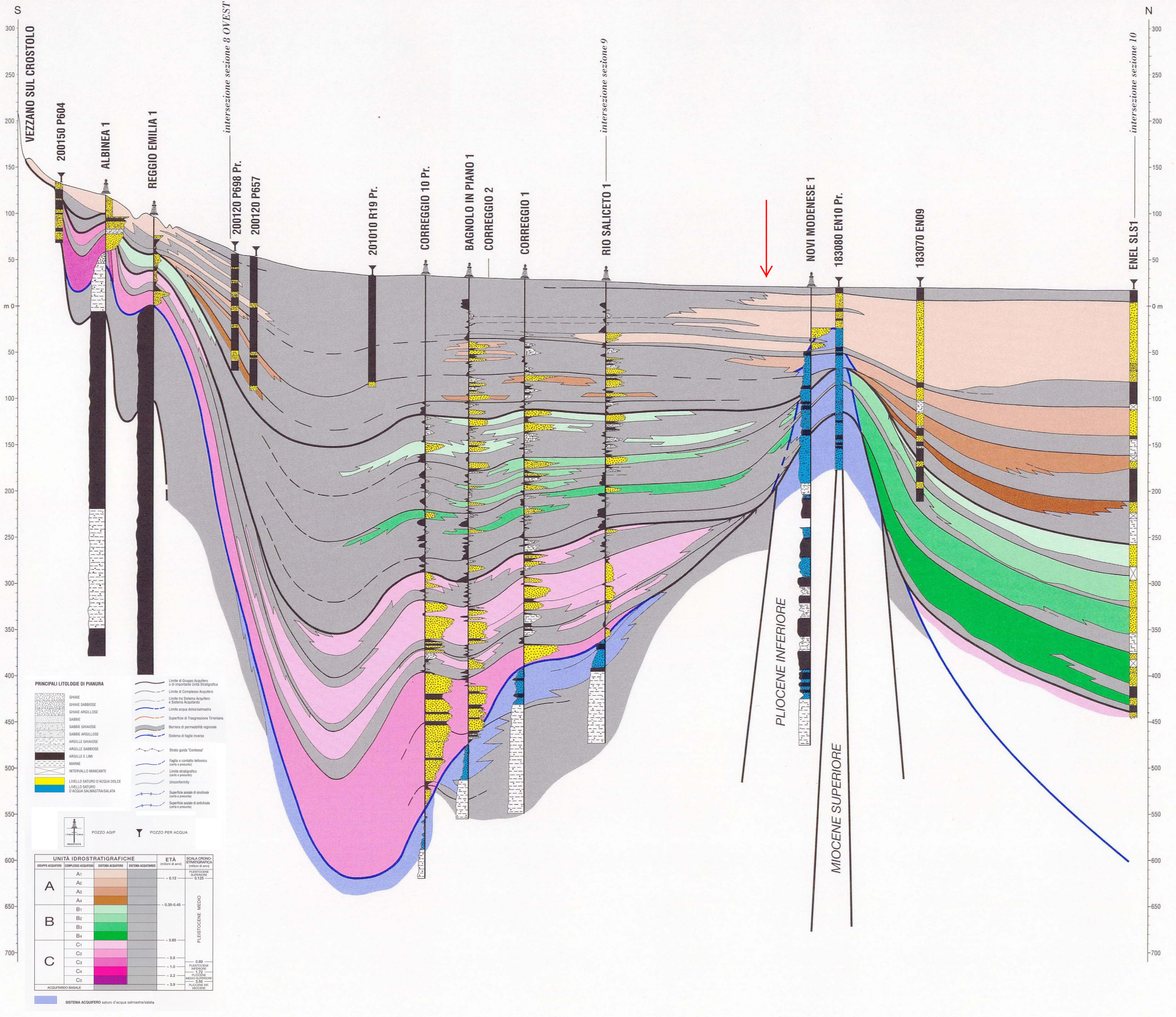




## **ALLEGATO 4**

### **REFERENZE DA BANCA DATI GEOLOGICA REGIONALE**





**PRINCIPALI LITOLOGIE DI PIANURA**

- CHIAIE
- CHIAIE SABBIOSE
- CHIAIE ARGILLOSE
- SABBIE
- SABBIE GHIAIOSE
- SABBIE ARGILLOSE
- ARGILLE GHIAIOSE
- ARGILLE SABBIOSE
- ARGILLE E LIMI
- MARINE
- INTERVALLO MANCANTE
- LIVELLO SATURO D'ACQUA DOLCE
- LIVELLO SATURO D'ACQUA SALMASTRA/SALATA

- Limite di Gruppo Acquifero o di importante Unità Stratigrafica
- Limite di Complesso Acquifero
- Limite tra Sistema Acquifero e Sistema Acquifero
- Limite acqua dolce/salmastro
- Superficie di Trasgressione Trentana
- Barriera di permeabilità regionale
- Sistema di faglie inverse
- Strato guida "Comessa"
- Faglia o contatto tettonico (orlo e presente)
- Limite stratigrafico (orlo e presente)
- Discontinuità
- Superficie assise di siccitate (orlo e presente)
- Superficie assise di artichiate (orlo e presente)



UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE			ETA (milioni di anni)	SCALA CRONO-STRATIGRAFICA (milioni di anni)
GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO		
A	A1		-0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE
	A2			
	A3			
	A4			
B	B1		-0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
	B2			
	B3			
	B4			
C	C1		-0.65	PLEISTOCENE INFERIORE
	C2			
	C3			
	C4			
	C5			
ACQUITURDO BASALE			-3.0	PLIOCENE INF. MODERNA

SISTEMA ACQUIFERO saturo d'acqua salmastro/salata

**ALLEGATO 5**  
**CERTIFICATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE**

**C.A.B.M.**

---

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale Cantiere: Argini Consorzio Località: Carpi-Novi-Gualtieri	
--	--

## Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVA ...CABM CPT1

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 14/01/2015

Profondità prova: 15,00 mt

Località: Carpi-Novi-Gualtieri

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,1	0,3	0,5	193,5
0,40	5,00	9,0	5,1	0,5	11,0	9,1
0,60	5,00	12,0	5,1	0,5	11,0	9,1
0,80	5,00	12,0	5,1	0,6	8,6	11,7
1,00	6,00	15,0	6,1	0,6	10,2	9,8
1,20	9,00	18,0	9,3	0,9	9,9	10,1
1,40	10,00	24,0	10,3	0,8	12,8	7,8
1,60	15,00	27,0	15,3	0,9	16,4	6,1
1,80	13,00	27,0	13,3	1,1	11,7	8,5
2,00	14,00	31,0	14,3	1,1	13,4	7,5
2,20	12,00	28,0	12,4	1,0	12,4	8,1
2,40	16,00	31,0	16,4	1,4	11,7	8,5
2,60	21,00	42,0	21,4	1,5	14,0	7,2
2,80	27,00	50,0	27,4	1,6	17,1	5,8
3,00	28,00	52,0	28,4	1,1	25,1	4,0
3,20	26,00	43,0	26,6	1,3	21,0	4,8
3,40	21,00	40,0	21,6	1,2	18,0	5,6
3,60	21,00	39,0	21,6	0,7	29,4	3,4
3,80	51,00	62,0	51,6	0,2	257,8	0,4
4,00	53,00	56,0	53,6	0,5	114,7	0,9
4,20	59,00	66,0	59,7	0,7	89,5	1,1
4,40	50,00	60,0	50,7	0,7	76,0	1,3
4,60	56,00	66,0	56,7	0,8	70,9	1,4
4,80	47,00	59,0	47,7	0,3	143,2	0,7
5,00	49,00	54,0	49,7	0,3	149,2	0,7
5,20	60,00	65,0	60,8	0,4	152,1	0,7
5,40	27,00	33,0	27,8	0,5	59,6	1,7
5,60	38,00	45,0	38,8	0,4	97,1	1,0
5,80	52,00	58,0	52,8	1,2	44,0	2,3
6,00	56,00	74,0	56,8	0,7	85,2	1,2
6,20	89,00	99,0	90,0	1,3	71,0	1,4
6,40	29,00	48,0	30,0	0,6	49,9	2,0
6,60	49,00	58,0	50,0	0,5	93,7	1,1
6,80	89,00	97,0	90,0	1,5	61,3	1,6
7,00	75,00	97,0	76,0	0,7	113,9	0,9
7,20	19,00	29,0	20,1	0,5	37,7	2,7
7,40	8,00	16,0	9,1	1,0	9,1	11,0
7,60	85,00	100,0	86,1	1,4	61,5	1,6
7,80	121,00	142,0	122,1	1,1	107,8	0,9
8,00	106,00	123,0	107,1	1,9	55,4	1,8
8,20	84,00	113,0	85,2	0,3	256,0	0,4
8,40	97,00	102,0	98,2	1,3	73,7	1,4
8,60	37,00	57,0	38,2	-1,1	-35,8	-2,8
8,80	57,00	41,0	58,2	0,9	62,4	1,6
9,00	28,00	42,0	29,2	0,9	33,7	3,0
9,20	76,00	89,0	77,4	1,4	55,3	1,8
9,40	100,00	121,0	101,4	1,3	76,1	1,3
9,60	92,00	112,0	93,4	0,6	155,6	0,6
9,80	126,00	135,0	127,4	1,7	73,5	1,4
10,00	96,00	122,0	97,4	0,8	121,7	0,8
10,20	114,00	126,0	115,5	1,8	64,2	1,6
10,40	78,00	105,0	79,5	-1,4	-56,8	-1,8
10,60	190,00	169,0	191,5	1,9	99,1	1,0
10,80	127,00	156,0	128,5	2,1	62,2	1,6
11,00	59,00	90,0	60,5	1,3	47,8	2,1
11,20	140,00	159,0	141,7	2,2	64,4	1,6
11,40	24,00	57,0	25,7	1,8	14,3	7,0
11,60	19,00	46,0	20,7	1,0	20,7	4,8
11,80	14,00	29,0	15,7	0,7	21,4	4,7

12,00	15,00	26,0	16,7	0,7	25,0	4,0
12,20	18,00	28,0	19,8	0,7	27,0	3,7
12,40	27,00	38,0	28,8	0,9	33,2	3,0
12,60	22,00	35,0	23,8	0,9	27,4	3,6
12,80	20,00	33,0	21,8	0,9	23,4	4,3
13,00	12,00	26,0	13,8	0,7	20,7	4,8
13,20	13,00	23,0	14,9	0,6	24,9	4,0
13,40	14,00	23,0	15,9	0,9	18,4	5,4
13,60	19,00	32,0	20,9	0,9	24,1	4,1
13,80	21,00	34,0	22,9	1,1	20,2	4,9
14,00	17,00	34,0	18,9	1,1	17,7	5,6
14,20	17,00	33,0	19,1	1,0	19,1	5,2
14,40	18,00	33,0	20,1	1,1	18,8	5,3
14,60	23,00	39,0	25,1	1,1	22,1	4,5
14,80	21,00	38,0	23,1	1,3	18,2	5,5
15,00	20,00	39,0	22,1	1,2	18,4	5,4

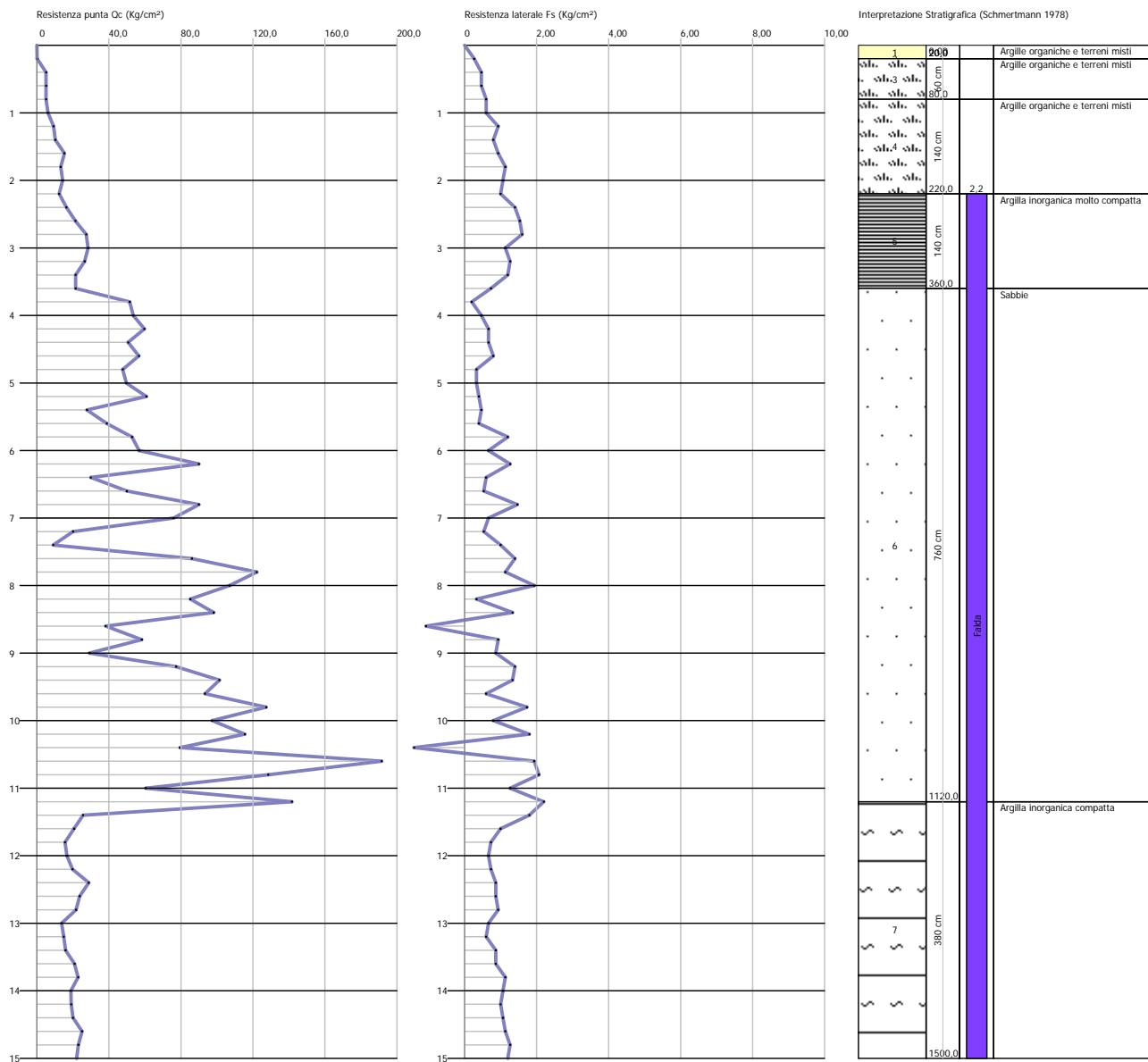
Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,20	0,1	0,3	1,6	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0,20	8,1	0,7	1,8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0,80	5,1	0,5	1,7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
2,20	11,6	0,9	1,9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3,60	23,3	1,3	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
11,20	74,0	0,9	1,9	Incoerente	Sabbie
15,00	20,5	1,0	2,0	Coesivo	Argilla inorganica compatta

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato  
 Prof: Profondità strato (m)  
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente  
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 G: Modulo di defomazione a taglio (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 OCR: Grado di sovraconsolidazione  
 Puv: Peso unità di volume (t/m<sup>3</sup>)  
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m<sup>3</sup>)  
 Dr: Densità relativa (%)  
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)  
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0,20	C	0,0	3,2	0,7	6,9	>9	1,1	1,1	--	--	--	0,00
2	0,20	C	0,4	302,6	38,7	100,5	>9	1,8	1,9	--	--	--	0,00
3	0,80	C	0,3	188,1	27,8	75,8	>9	1,7	1,8	--	--	--	0,00
4	2,20	C	0,6	425,0	46,3	125,2	>9	1,9	2,0	--	--	--	0,00
5	3,60	C	1,2	856,1	46,6	191,7	>9	2,0	2,1	--	--	--	0,00
6	11,20	I	--	--	111,0	388,4	1,5	1,9	2,2	59,1	45,0	148,0	0,00
7	15,00	C	1,0	715,7	41,0	177,3	5,0	2,0	2,0	--	--	--	0,00





---

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale Cantiere: Argini Consorzio Località: Carpi-Novi-Gualtieri	
--	--

## Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVA ...CABM2

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 14/01/2015

Profondità prova: 15,00 mt

Località: Carpi-Novi-Gualtieri

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,1	0,5	0,3	338,4
0,40	6,00	13,0	6,1	0,5	11,5	8,7
0,60	7,00	15,0	7,1	0,5	15,3	6,5
0,80	6,00	13,0	6,1	0,8	7,7	13,0
1,00	6,00	18,0	6,1	0,8	7,7	13,0
1,20	7,00	19,0	7,3	0,9	7,8	12,8
1,40	8,00	22,0	8,3	0,8	10,3	9,7
1,60	14,00	26,0	14,3	1,0	14,3	7,0
1,80	10,00	25,0	10,3	1,1	9,6	10,4
2,00	13,00	29,0	13,3	0,9	15,3	6,5
2,20	16,00	29,0	16,4	1,0	16,4	6,1
2,40	16,00	31,0	16,4	0,9	18,9	5,3
2,60	18,00	31,0	18,4	1,1	16,3	6,2
2,80	18,00	35,0	18,4	1,4	13,2	7,6
3,00	22,00	43,0	22,4	1,5	14,6	6,8
3,20	25,00	48,0	25,6	1,9	13,2	7,6
3,40	22,00	51,0	22,6	1,2	18,8	5,3
3,60	23,00	41,0	23,6	1,5	15,4	6,5
3,80	28,00	51,0	28,6	1,5	19,5	5,1
4,00	22,00	44,0	22,6	1,9	11,7	8,6
4,20	20,00	49,0	20,7	0,9	22,2	4,5
4,40	20,00	34,0	20,7	1,0	20,7	4,8
4,60	25,00	40,0	25,7	0,9	27,5	3,6
4,80	29,00	43,0	29,7	1,5	19,4	5,2
5,00	32,00	55,0	32,7	1,7	19,6	5,1
5,20	36,00	61,0	36,8	1,7	22,1	4,5
5,40	36,00	61,0	36,8	1,5	25,1	4,0
5,60	33,00	55,0	33,8	1,5	22,1	4,5
5,80	27,00	50,0	27,8	1,2	23,2	4,3
6,00	22,00	40,0	22,8	0,9	24,5	4,1
6,20	15,00	29,0	16,0	0,6	26,6	3,8
6,40	15,00	24,0	16,0	0,6	26,6	3,8
6,60	12,00	21,0	13,0	0,7	19,4	5,1
6,80	16,00	26,0	17,0	0,5	31,8	3,1
7,00	24,00	32,0	25,0	0,6	41,6	2,4
7,20	10,00	19,0	11,1	0,5	20,8	4,8
7,40	10,00	18,0	11,1	0,7	16,6	6,0
7,60	12,00	22,0	13,1	0,9	15,1	6,6
7,80	43,00	56,0	44,1	0,7	60,2	1,7
8,00	55,00	66,0	56,1	0,3	168,5	0,6
8,20	50,00	55,0	51,2	1,1	48,0	2,1
8,40	43,00	59,0	44,2	0,7	60,4	1,7
8,60	61,00	72,0	62,2	0,8	77,8	1,3
8,80	57,00	69,0	58,2	0,7	87,3	1,1
9,00	46,00	56,0	47,2	1,0	47,2	2,1
9,20	52,00	67,0	53,4	0,6	89,0	1,1
9,40	74,00	83,0	75,4	1,3	59,5	1,7
9,60	61,00	80,0	62,4	1,0	62,4	1,6
9,80	61,00	76,0	62,4	0,9	66,9	1,5
10,00	55,00	69,0	56,4	-0,5	-105,8	-0,9
10,20	53,00	45,0	54,5	0,8	68,1	1,5
10,40	59,00	71,0	60,5	1,6	37,8	2,6
10,60	47,00	71,0	48,5	0,5	103,9	1,0
10,80	88,00	95,0	89,5	0,9	103,3	1,0
11,00	100,00	113,0	101,5	1,7	60,9	1,6
11,20	25,00	50,0	26,7	1,3	21,0	4,8
11,40	37,00	56,0	38,7	0,7	58,0	1,7
11,60	27,00	37,0	28,7	1,3	22,6	4,4
11,80	35,00	54,0	36,7	2,1	17,7	5,6

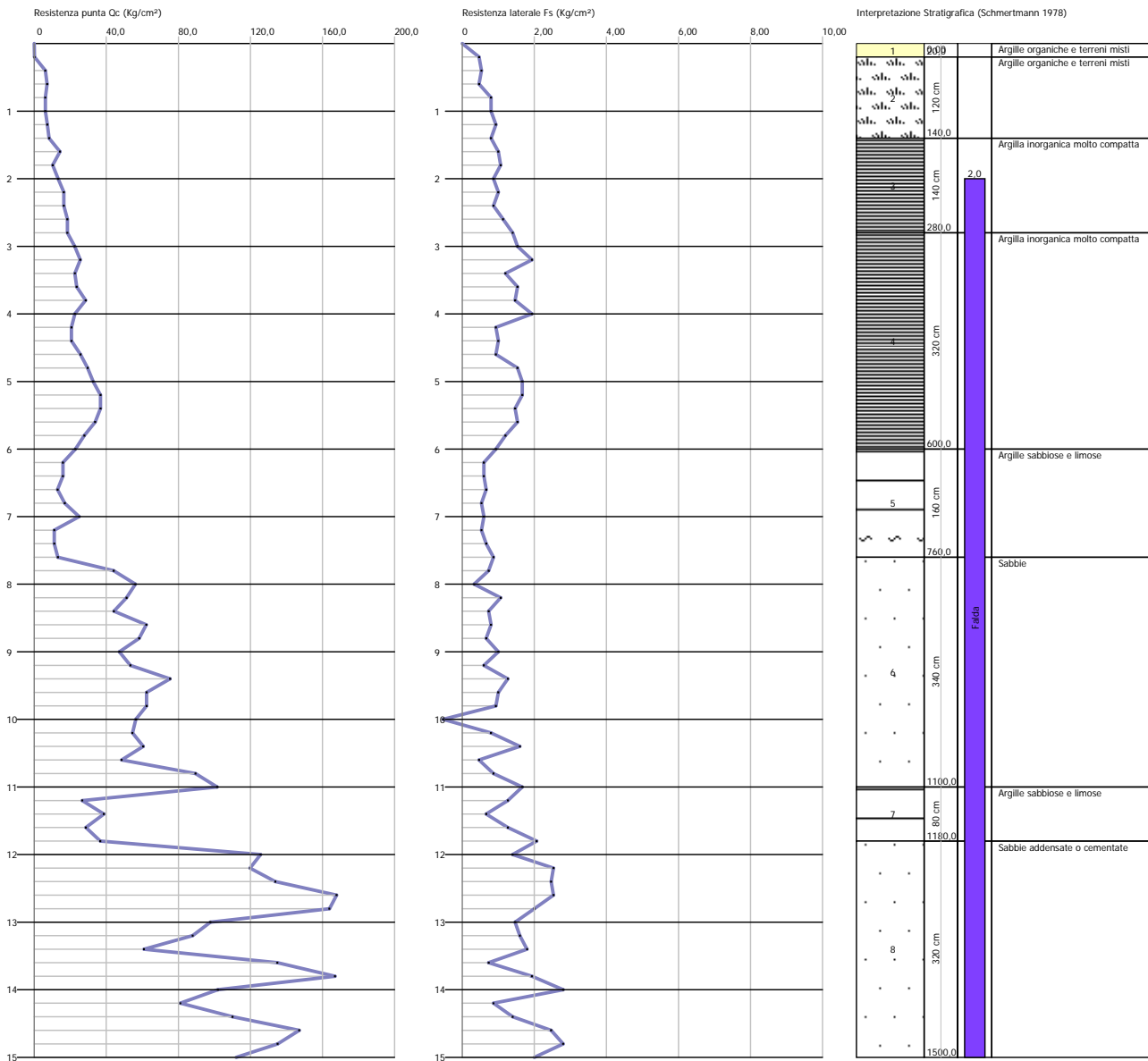
12,00	124,00	155,0	125,7	1,4	89,8	1,1
12,20	118,00	139,0	119,8	2,5	47,3	2,1
12,40	132,00	170,0	133,8	2,5	54,2	1,8
12,60	166,00	203,0	167,8	2,5	66,2	1,5
12,80	162,00	200,0	163,8	2,0	81,9	1,2
13,00	96,00	126,0	97,8	1,5	66,7	1,5
13,20	86,00	108,0	87,9	1,6	55,0	1,8
13,40	59,00	83,0	60,9	1,8	33,9	3,0
13,60	133,00	160,0	134,9	0,7	184,1	0,5
13,80	165,00	176,0	166,9	1,9	86,4	1,2
14,00	100,00	129,0	101,9	2,8	36,4	2,7
14,20	79,00	121,0	81,1	0,9	93,5	1,1
14,40	108,00	121,0	110,1	1,4	78,6	1,3
14,60	145,00	166,0	147,1	2,5	59,6	1,7
14,80	133,00	170,0	135,1	2,8	48,2	2,1
15,00	110,00	152,0	112,1	2,0	56,0	1,8

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,20	0,1	0,5	1,6	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
1,40	6,9	0,7	1,8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
2,80	15,4	1,0	1,9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
6,00	27,0	1,4	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
7,60	15,3	0,6	1,9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
11,00	60,5	0,8	1,9	Incoerente	Sabbie
11,80	32,7	1,3	2,0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
15,00	121,7	1,9	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0,20	C	0,0	3,2	0,7	6,9	>9	1,1	1,1	--	--	--	0,00
2	1,40	C	0,3	253,5	34,9	91,1	>9	1,8	1,9	--	--	--	0,00
3	2,80	C	0,8	563,6	48,3	148,8	>9	1,9	2,0	--	--	--	0,00
4	6,00	C	1,4	990,2	54,0	209,8	>9	2,0	2,1	--	--	--	0,00
5	7,60	CI	0,8	542,8	48,3	148,3	<0,5	1,9	2,0	15,3	23,9	30,6	0,00
6	11,00	I	--	--	90,8	343,4	2,2	1,9	2,2	50,9	44,2	121,0	0,00
7	11,80	CI	1,6	1179,6	65,4	235,8	<0,5	2,0	2,1	31,0	31,7	65,4	0,00
8	15,00	I	--	--	182,6	526,3	1,5	1,9	2,2	66,3	45,0	243,4	0,00



---

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale Cantiere: Argini Consorzio Località: Carpi-Novi-Gualtieri	
--	--

## Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVA ...CABM3

Committente: Consorzio di Bonifica Emilia Centrale

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 14/01/2015

Profondità prova: 15,00 mt

Località: Carpi-Novi-Gualtieri

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,1	0,5	0,3	386,2
0,40	6,00	14,0	6,1	0,5	13,1	7,6
0,60	9,00	16,0	9,1	0,8	11,4	8,8
0,80	10,00	22,0	10,1	0,9	10,9	9,2
1,00	16,00	30,0	16,1	1,2	13,4	7,4
1,20	18,00	36,0	18,3	1,4	13,1	7,7
1,40	27,00	48,0	27,3	1,7	15,7	6,4
1,60	26,00	52,0	26,3	2,1	12,3	8,1
1,80	28,00	60,0	28,3	1,9	15,1	6,6
2,00	31,00	59,0	31,3	1,9	16,2	6,2
2,20	23,00	52,0	23,4	1,3	17,6	5,7
2,40	21,00	41,0	21,4	1,3	16,1	6,2
2,60	15,00	35,0	15,4	1,6	9,6	10,4
2,80	16,00	40,0	16,4	1,4	11,7	8,5
3,00	29,00	50,0	29,4	1,7	17,0	5,9
3,20	29,00	55,0	29,6	2,1	13,9	7,2
3,40	25,00	57,0	25,6	1,7	15,3	6,5
3,60	23,00	48,0	23,6	1,3	17,7	5,7
3,80	15,00	35,0	15,6	0,6	25,9	3,9
4,00	9,00	18,0	9,6	0,7	14,3	7,0
4,20	15,00	25,0	15,7	0,6	26,2	3,8
4,40	11,00	20,0	11,7	0,7	15,9	6,3
4,60	19,00	30,0	19,7	0,7	29,5	3,4
4,80	21,00	31,0	21,7	1,3	16,3	6,1
5,00	15,00	35,0	15,7	1,2	13,1	7,6
5,20	17,00	35,0	17,8	1,1	15,7	6,4
5,40	16,00	33,0	16,8	1,3	13,3	7,5
5,60	18,00	37,0	18,8	1,2	15,7	6,4
5,80	17,00	35,0	17,8	1,3	13,4	7,5
6,00	18,00	38,0	18,8	1,0	18,8	5,3
6,20	21,00	36,0	22,0	1,2	18,3	5,5
6,40	20,00	38,0	21,0	1,2	17,5	5,7
6,60	21,00	39,0	22,0	1,1	20,6	4,9
6,80	22,00	38,0	23,0	0,9	24,6	4,1
7,00	23,00	37,0	24,0	1,1	21,2	4,7
7,20	22,00	39,0	23,1	1,1	20,4	4,9
7,40	25,00	42,0	26,1	1,0	26,1	3,8
7,60	17,00	32,0	18,1	0,9	20,9	4,8
7,80	14,00	27,0	15,1	0,7	22,6	4,4
8,00	14,00	24,0	15,1	0,7	20,6	4,9
8,20	15,00	26,0	16,2	0,8	20,3	4,9
8,40	17,00	29,0	18,2	1,1	16,1	6,2
8,60	13,00	30,0	14,2	0,9	16,4	6,1
8,80	20,00	33,0	21,2	0,9	24,5	4,1
9,00	23,00	36,0	24,2	1,3	19,1	5,2
9,20	19,00	38,0	20,4	1,5	13,3	7,5
9,40	13,00	36,0	14,4	0,7	21,6	4,6
9,60	51,00	61,0	52,4	1,1	49,1	2,0
9,80	56,00	72,0	57,4	1,4	41,0	2,4
10,00	39,00	60,0	40,4	1,5	26,3	3,8
10,20	52,00	75,0	53,5	2,0	26,8	3,7
10,40	73,00	103,0	74,5	1,3	58,8	1,7
10,60	80,00	99,0	81,5	2,2	37,1	2,7
10,80	69,00	102,0	70,5	0,4	176,3	0,6
11,00	65,00	71,0	66,5	1,9	34,4	2,9
11,20	53,00	82,0	54,7	0,9	63,0	1,6
11,40	61,00	74,0	62,7	0,7	93,9	1,1
11,60	80,00	90,0	81,7	2,5	33,1	3,0
11,80	56,00	93,0	57,7	2,6	22,2	4,5

12,00	132,00	171,0	133,7	2,9	46,6	2,1
12,20	150,00	193,0	151,8	4,7	32,1	3,1
12,40	139,00	210,0	140,8	4,0	35,2	2,8
12,60	120,00	180,0	121,8	3,5	35,1	2,8
12,80	150,00	202,0	151,8	4,0	37,9	2,6
13,00	150,00	210,0	151,8	3,7	40,7	2,5
13,20	189,00	245,0	190,9	3,9	49,4	2,0
13,40	185,00	243,0	186,9	3,3	56,1	1,8
13,60	172,00	222,0	173,9	3,8	45,8	2,2
13,80	143,00	200,0	144,9	2,0	72,5	1,4
14,00	120,00	150,0	121,9	2,9	41,6	2,4
14,20	95,00	139,0	97,1	3,3	29,1	3,4
14,40	121,00	171,0	123,1	2,4	51,3	2,0
14,60	99,00	135,0	101,1	3,5	29,2	3,4
14,80	112,00	164,0	114,1	1,9	59,0	1,7
15,00	179,00	208,0	181,1	2,0	90,5	1,1

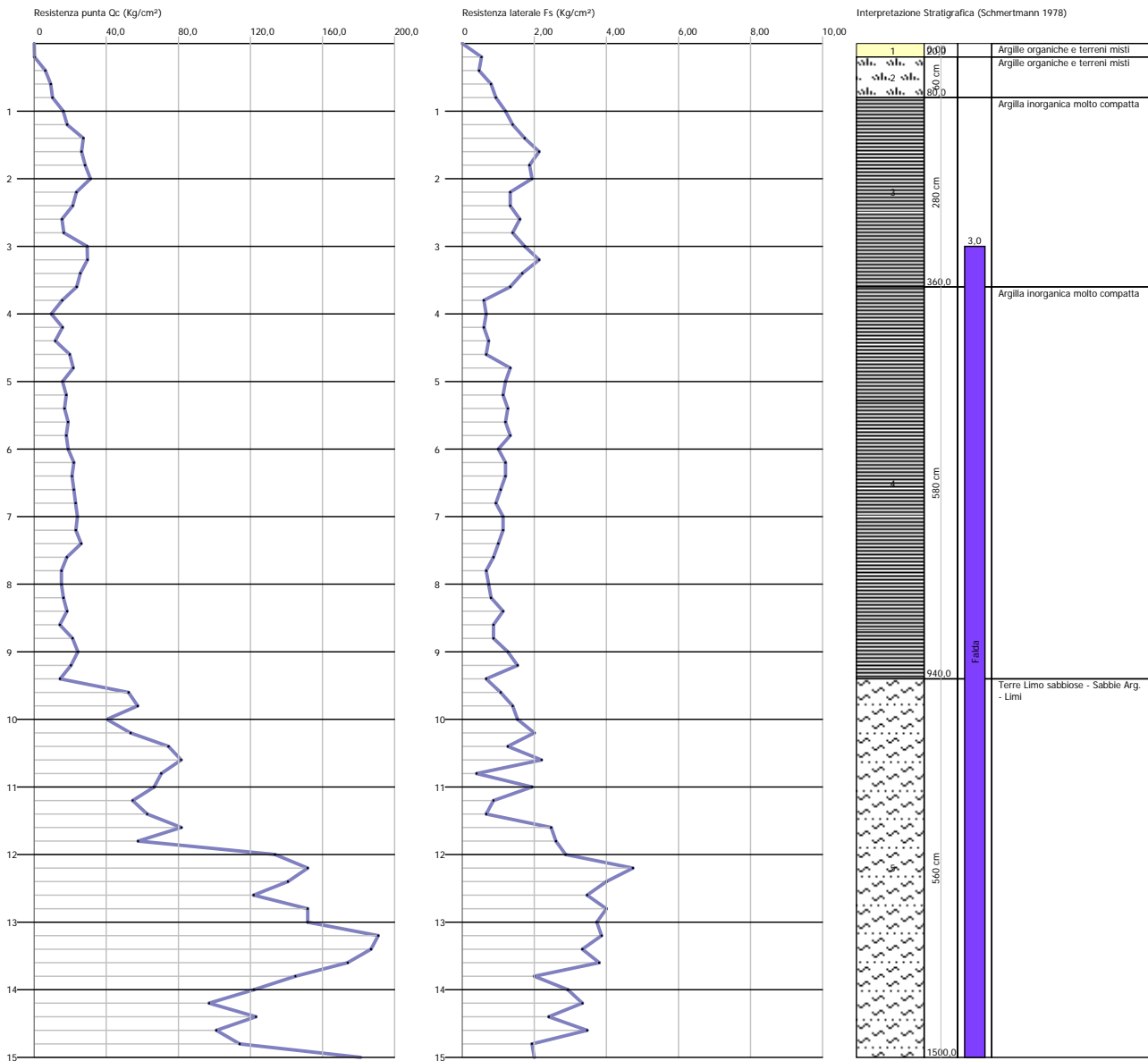
Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,20	0,1	0,5	1,6	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0,80	8,5	0,7	1,8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3,60	23,7	1,6	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
9,40	18,6	1,0	1,9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
15,00	108,6	2,5	2,1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0,20	C	0,0	3,2	0,7	6,9	>9	1,1	1,1	--	--	--	0,00
2	0,80	C	0,4	315,5	39,9	103,5	>9	1,8	1,9	--	--	--	0,00
3	3,60	C	1,2	873,0	47,4	193,7	>9	2,0	2,1	--	--	--	0,00
4	9,40	C	0,9	663,7	44,9	167,0	7,9	2,0	2,0	--	--	--	0,00
5	15,00	CI	5,4	4017,4	217,2	491,0	1,6	2,3	2,3	62,8	45,0	217,2	0,00





**ALLEGATO 6**  
**CERTIFICATI DEI SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO**

**C.A.B.M.**



**SOGEO**<sup>®</sup> S.R.L.  
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI

Via san Potito 43 - 48022 LUGO (RA)  
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com  
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C  
Decr. n. 005754 del 01/07/2010

<input checked="" type="checkbox"/>	CERTIFICATO N°:	C15-005-2	PROVA N°:	S.2
<input type="checkbox"/>	RAPPORTO N°:		UBICAZIONE PROVA: ( gradi decimali )	
	DATA DI EMISSIONE:	21/01/2015	Latitudine:	N 44,88258°
			Longitudine:	E 10,91380°

Riferimento Preventivo n°:	244-14	Commessa n°:	14-139
Verbale di accettazione n°:	VA15-005	del:	20/01/2015

Richiedente:	Dott.ssa Borelli Claudia
Committente:	Sudio Geologico Dott.ssa Borelli Claudia Strada Cavidole, 12/C - 41126 Portile (MO)
Cantiere:	Novi (MO)
Località:	Novi (MO)

Il presente certificato di prova si compone di n°  pagine, esclusa la presente, ed ha per oggetto le seguenti prove:


<input checked="" type="checkbox"/>	Scheda stratigrafica	<input type="checkbox"/>	Prova scissometrica a fondo foro
<input type="checkbox"/>	Installazione piezometro Casagrande	<input type="checkbox"/>	Prova SCPT
<input type="checkbox"/>	Installazione Piezometro Norton	<input type="checkbox"/>	Prova CPT
<input type="checkbox"/>	Installazione Inclinomero	<input type="checkbox"/>	Prova CPTE
<input type="checkbox"/>	Installazione assestimetro	<input type="checkbox"/>	Prova CPTU - Prova dissipazione
<input type="checkbox"/>	Installazione tubo per prospezione geofisica	<input type="checkbox"/>	Prova di carico su piastra
<input type="checkbox"/>	Prova di permeabilità LEFRANC - LUGEON	<input type="checkbox"/>	Prova di densità in situ

Attrezzatura utilizzata:	Ellettari EK200/STR	Matricola n.:	0103
--------------------------	---------------------	---------------	------

Allegati: documentazione fotografica e tabella Pocket Penetrometer e Vane Test

Timbro blu sull'originale  Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2008 QMS111TA28-0155 LABORATORIO GEOGNOSTICHE PROVE IN SITU	Lo Sperimentatore: 	Il Direttore del Laboratorio:  Dott. Federico Porcari
--	------------------------	---

Normativa di Riferimento: A.G.I 1977

 <b>SOGEO S.R.L.</b> INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via S. Poffo n. 43 - 48022 S. Poffo di LUGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-sr.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010	COMMITTENTE: Dott.ssa Claudia Borelli	SOND.N°: S.2	PROF.(m): 15,50
	CANTIERE: Novi (MO)	QUOTA (m): p.d.c.	
	PERFORATRICE: Ellettari EK200/STR	LATITUDINE (°): N. 44.86528°	
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	LONGITUDINE (°): E. 10.91380°	
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	DATA INIZ-FINE: 19/01/2015-19/01/2015	
PIEZOMETRO:		SCALA: 1:100	
RIF.PREV.N°: 244-14	CERTIFICATO N°: C15-005-2	RAPPORTO N°: _____	DATA DI EMISSIONE: 21/01/2015
			PAGINA N°: 1 di 1


Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Testi [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz.Norton	Inclinometro	Tubo Down Hole
1	1.2 3.6 4.1	0.64 1.08 1.32										
2	3.5 3.8	1.56 1.84			Argilla grigio nocciola con venature rossastre e inclusi millimetrici. A -2.20 m incluso (mattoni)							
3	3.4 4.1	1.60 1.60										
4	2.4	1.72	3.50		Campione indisturbato	3.50						
5	2.5 2.5 2.7	1.32 1.16 1.24	4.10		Come sopra ma incremento degli inclusi litoidi millimetrici	C.I. 1 4.10						
6	2.6 2.2	1.40 1.44	6.00									
7	1.9	0.88	6.50		Limo argilloso grigio con venature nocciola	6.50						
8	1.8 1.8	0.72 0.96	7.10 7.60		Campione indisturbato Argilla grigia con venature nocciola e inclusi calcarei (clasti) millimetrici	C.I. 2 7.10						
9	2.1 2.5	0.72 1.24	8.95		Limo grigio e nocciola (striature) con rari inclusi							
10	1.7 1.6	0.76 0.68	9.30 9.80		Argilla limosa grigia con venature nocciola Limo argilloso di colore grigio con venature nocciola							
11												
12					Sabbia limosa di colore grigio con sottili strati più argillosi							
13			12.50									
14					Sabbia grigia							
15	1.8 2.0	0.80 1.16	14.50		Argilla grigia							
16	2.0	1.04	15.50									
17												
18												
19												
20												

Note:  
Descrizione stratigrafica eseguita dalla Committenza.

C.I. = campioni indisturbati  
CD = campioni rimaneggiati

Lo Sperimentatore




Il Direttore del Laboratorio  
  
 (Dott. Federico Porcari)





**SOGGEO** s.r.l.  
INGEGNERIA GEOTECNICHE ED AMBIENTALI  
Via S. Polito 1, 43 - 48022 S. Polito di Lugo (RA)  
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: [soggeo@soggeo-sil.com](mailto:soggeo@soggeo-sil.com)

**COMMITTENTE:** Dott.ssa Borelli Claudia  
**RIF. N° :** 244-14

**LOCALITA':** Novi (MO)  
**ALLEGATO A:** C15-005-2

**SONDAGGIO N: S.2**  
**DATA:** 19/01/2015



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Posizionamento



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

**ALLEGATO 7**  
**CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO**



**C.A.B.M.**

**RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVA**DATA DI EMISSIONE: **05/03/2015**COMMESSA N°: **15/013a**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0027 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': NOVI DI MODENA (MO)

CANTIERE: COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

SONDAGGIO: S2                      CAMPIONE: CI 1

PROFONDITA' (m): 3.50-4.10                      CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 19/01/2015

OSSERVAZIONI:

**PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE**

<b>CODICE PROVA</b>	<b>DESCRIZIONE SINTETICA</b>	<b>Q.tà</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>CERTIFICATO DI PROVA</b>
DSC01a	Estrazione, descrizione geotecnica di campioni da fustelle e rappresentazione fotografica	1	ASTM D 2488-84	CSP 15/0027-01
PSG01	Peso specifico dei grani	1	CNR UNI 10013	CSP 15/0027-02
LIM03	Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico	1	ASTM D 4318	CSP 15/0027-03
GRT04	Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione	1	ASTM D 422	CSP 15/0027-04
TRX02a	Prova triassiale CIU , compresi saturazione del provino e rilievo pressioni interstiziali	3	ASTM D 4767	CSP 15/0027-05

per SINERGEA srl

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0027-01

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0027\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> CI 1	<b>Profondità :</b> 3.50 - 4.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

**DATA INIZIO PROVA:** 20/02/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 20/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

<b>CERTIFICATO n°</b> <b>CSP_15/0027-01</b>	<b>DATA EMISSIONE</b> <b>05/03/2015</b>
Pagina 2 di 3	

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :**    S2                      **CAMPIONE :**    CI 1                      **PROFONDITA' :**    3.50 ÷ 4.10 m

Data descrizione                      :    20/02/15                      Forma del campione                      :    cilindrica  
 Qualità del campione (AGI):        **Q.5.**                      Dimensioni del campione                :    L = 35 cm; φ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
3.75	4.10	A con L di colore bruno oliva chiaro (2.5Y 5/3 ). Presenza di veli e puntinature brunastre e nerastre, frustoli. Forte reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :**    **A** = Argilla/Argilloso                      **L** = Limo/Limoso                      **S** = Sabbia/Sabbioso                      **T** = Torba/Torboso  
                     **G** = Ghiaia/Ghiaioso                      **F** = Fine                      **M** = Medio                      **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ^ = perpendicolare all'asse del campione                      = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE		P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)			
3.50	3.75	0.30 ^	0.31 ^	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>CNW, MVT, TCU provino 3</p> <p>CNW, MVT, TCU provini 1 e 2</p> </div> <div style="font-size: 2em;">}</div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>LIM, GRA, PSG</p> </div> </div>
		0.35 ^	0.42 ^	
		0.40 ^	0.29 ^	
4.10	4.10			

**LEGENDA :**    CNW = contenuto in acqua                      il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova  
                     MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0027-01**

**DATA EMISSIONE: 05/03/2015**

Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE**

**SONDAGGIO n° : S2      CAMPIONE: CI 1      PROFONDITA': 3.50 - 4.10 m**



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0027-02****COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0027\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 3.50 - 4.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
PSG	Determinazione del peso specifico dei grani	1	CNR UNI 10013

DATA INIZIO PROVA: 26/02/2015

DATA TERMINE PROVA: 05/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0027-02**
**DATA EMISSIONE 05/03/2015**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI ( $G_s$ )**
**SONDAGGIO :** S2      **CAMPIONE:** CI 1      **PROFONDITA':** 3.50 ÷ 4.10 m

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO : CNR UNI 10013**

PROFONDITA' PROVINO      da m      3.82      a m      4.00

<b>DETERMINAZIONE n°</b>			<b>1</b>	<b>2</b>
Picnometro n°		-	5	10
Peso picnometro	<i>P</i>	g	45.2462	50.3406
Peso picnometro + campione	<i>P+Cs</i>	g	74.9045	69.0044
Peso campione secco	<i>Cs</i>	g	29.6583	18.6638
Peso picnometro + acqua	<i>Pa</i>	g	176.3915	151.4484
Peso picnometro + acqua + campione	<i>Pt</i>	g	195.1833	163.2256
Temperatura dell' acqua	<i>T</i>	°C	18	18
Massa volumica H <sub>2</sub> O alla temperatura T	<i>g<sub>w</sub></i>	Mg/m <sup>3</sup>	0.99862	0.99862
Peso specifico dei grani	<i>G<sub>s</sub></i>	-	2.729	2.710
Massa volumica della parte solida	<i>g<sub>s</sub></i>	Mg/m <sup>3</sup>	2.726	2.706
<b>Valore medio</b>	<b>g<sub>s</sub></b>	Mg/m <sup>3</sup>	<b>2.716</b>	
<b>Valore medio</b>	<b>G<sub>s</sub></b>	-	<b>2.720</b>	

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0027-03****COMMESSA : 15/013** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 15/0027\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 3.50 - 4.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	ASTM D 4318

**DATA INIZIO PROVA:** 26/02/15**DATA TERMINE PROVA:** 27/02/15

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTECCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER



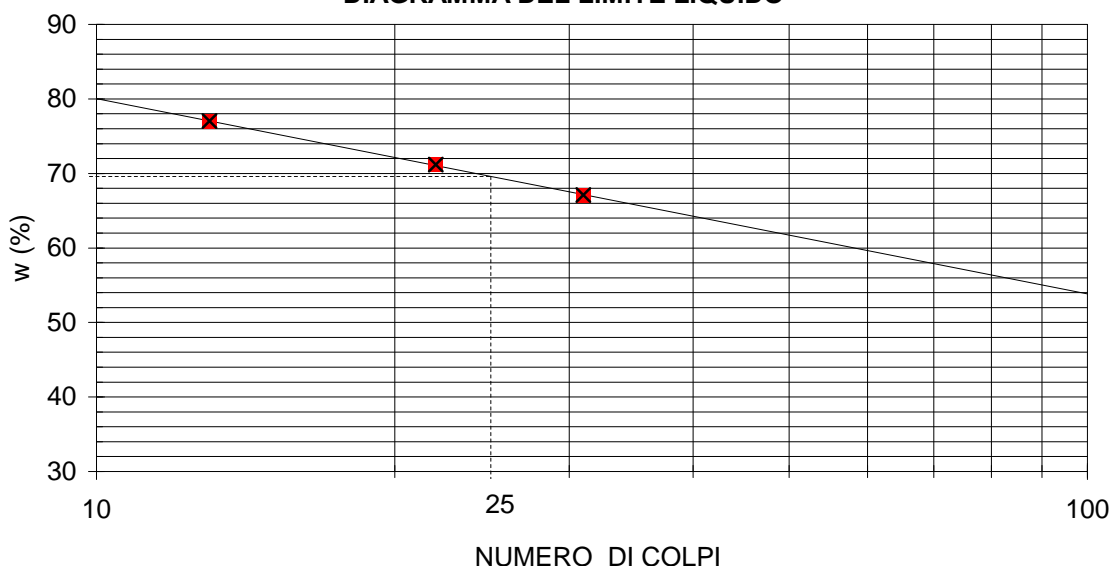
**CERTIFICATO n° CSP\_15/0027-03** DATA EMISSIONE 05/03/2015  
 Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A**

**SONDAGGIO :** S2 **CAMPIONE:** Cl 1 **PROFONDITA':** 3.50 ÷ 4.10 m

Profondità provino	m	3.82-4.00			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	35.6340	44.7784	41.5039	-
Numero colpi	-	13	22	31	-
Massa provino umido + tara	g	64.3289	77.6309	70.5840	-
Massa provino secco + tara	g	51.8436	63.9698	58.9062	-
Contenuto in acqua	%	77.0	71.2	67.1	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>70</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.4173	13.9172	-	-
Massa provino umido + tara	g	15.4895	16.4237	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.0173	15.8653	-	-
Contenuto in acqua	%	29.5	28.7	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>29</b>			

<b>Indice di Plasticità (<math>w_L - w_P</math>)</b>	
<b><math>I_P</math></b>	<b>41</b>

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0027-04

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0027\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 3.50 - 4.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 23/02/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 27/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0027-04**

**DATA EMISSIONE**

**05/03/2015**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

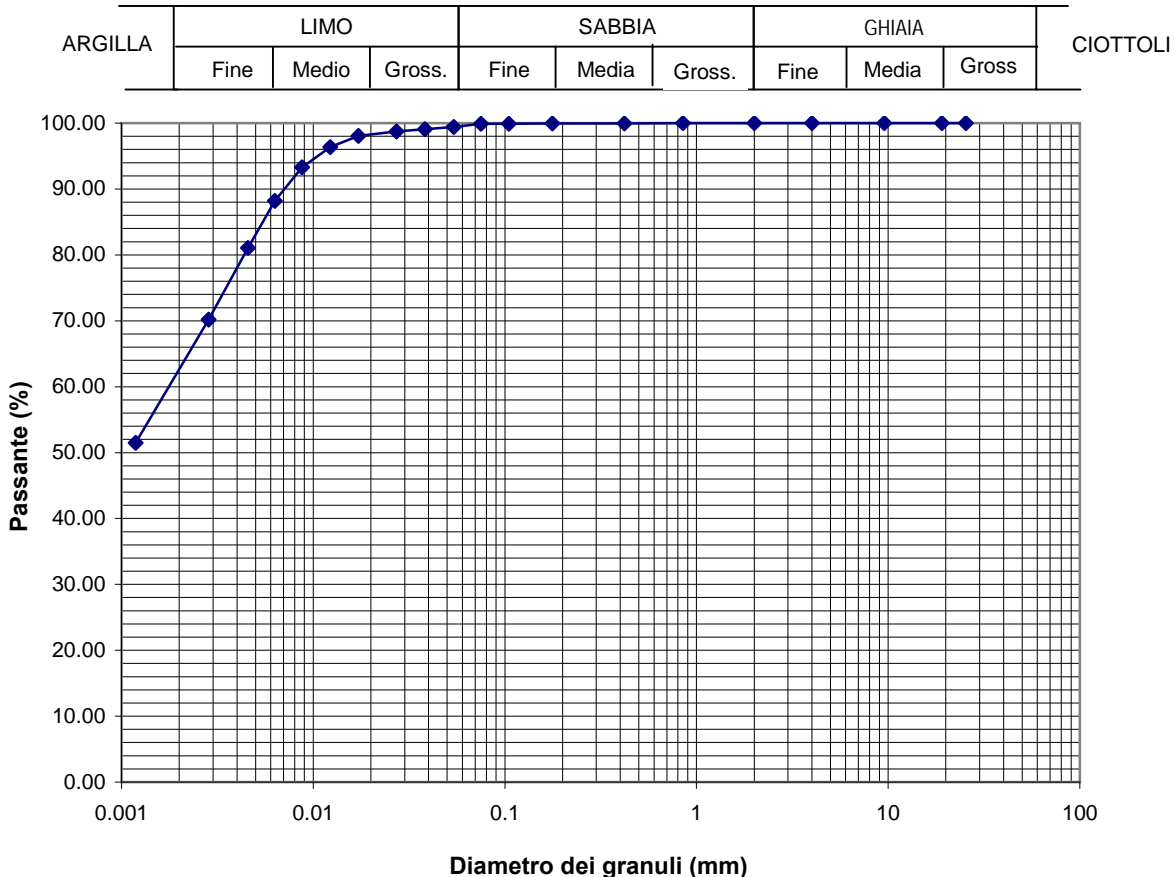
**ASTM D 422**

**SONDAGGIO : S2**

**CAMPIONE: CI 1**

**PROFONDITA': 3.50 ÷ 4.10 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 269.10 g				massa provino 46.48 g	
profondità provino 3.82 ÷ 4.00 m				profondità provino 3.82 ÷ 4.00 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.720 - determinato	
				Riferimento: CSP_15/0027-02	
1 1/2 "	38.1	-	-	eseguita sul passante al vaglio 200	
1 "	25.4	100.00	0.00	aerometro ASTM 151H	
3/4 "	19.05	100.00	0.00	DIAMETRO EQUIVALENTE	
3/8 "	9.525	100.00	0.00	D (mm)	% IN PESO PIU' FINE DI D
5	4	100.00	0.00	0.05416	99.43
10	2	100.00	0.00	0.03835	99.09
20	0.85	99.99	0.01	0.02715	98.75
30	0.59	-	-	0.01722	98.07
40	0.42	99.97	0.01	0.01225	96.37
50	0.297	-	-	0.00876	93.31
80	0.177	99.95	0.02	0.00631	88.21
100	0.149	-	-	0.00457	81.07
140	0.105	99.92	0.03	0.00284	70.20
200	0.075	99.91	0.01	0.00118	51.50



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0027-05****COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0027\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 3.50 - 4.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TCU	Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata	3	ASTM D 4767
CTX	Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale	1	ASTM D 2435




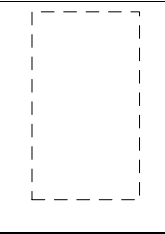
**DATA INIZIO PROVA:** 22/02/2015**DATA TERMINE PROVA:** 25/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

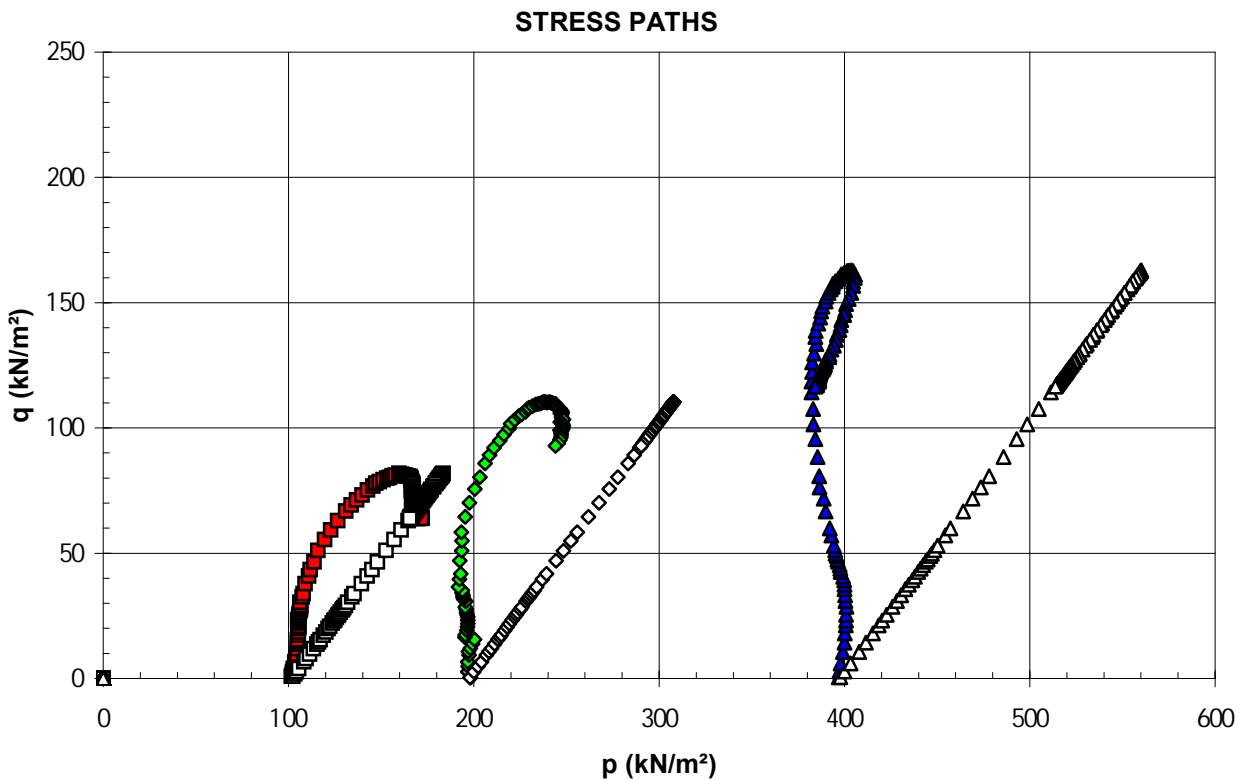
SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0027-05</b>	<b>DATA EMISSIONE:</b>	<b>05/03/2015</b>
			Pag. 2 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.** **ASTM D 4767**  
**SONDAGGIO** : S2 **CAMPIONE** : Cl 1 **PROFONDITA'**: 3.50 ÷ 4.10 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	3.91	3.91	3.82	-
Profondità provino	a m	4.00	4.00	3.91	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
$\sigma'_3$ iniziale	kPa	101.60	197.40	397.30	-
massimo valore ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m²	163.64	220.79	325.65	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) max	kN/m²	1	1	2	-
massimo valore $\sigma'_1/\sigma'_3$	kN/m²	3.25	2.78	2.36	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma'_1/\sigma'_3$ ) max	kN/m²	1	1	2	-
<b>MODALITA' DI ROTTURA</b>					
Inclinazione sup. di rottura	° sess.	28	28	28	-
Foto o rappresentazione schematica del provino					

- provino 1 (t. efficaci)
- ◆ provino 2 (t. efficaci)
- ▲ provino 3 (t. efficaci)
- provino 1 (t. totali)
- ◇ provino 2 (t. totali)
- △ provino 3 (t. totali)



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

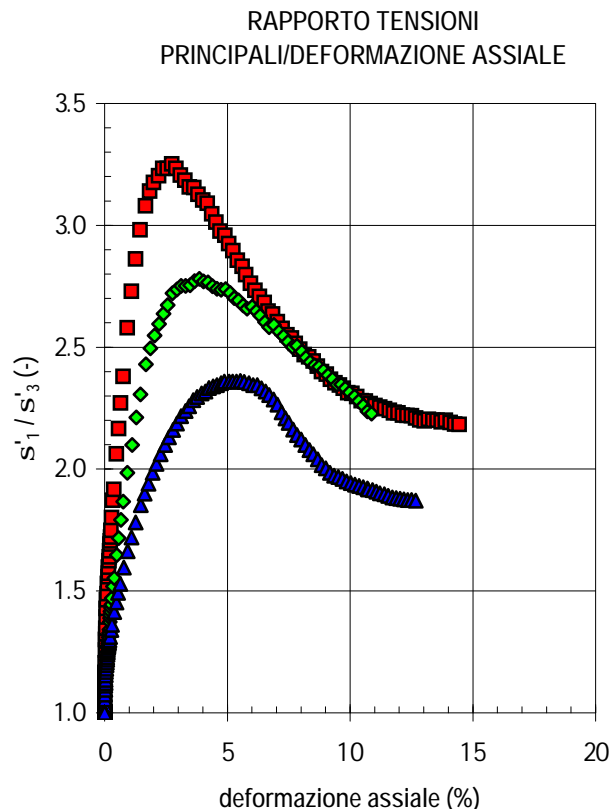
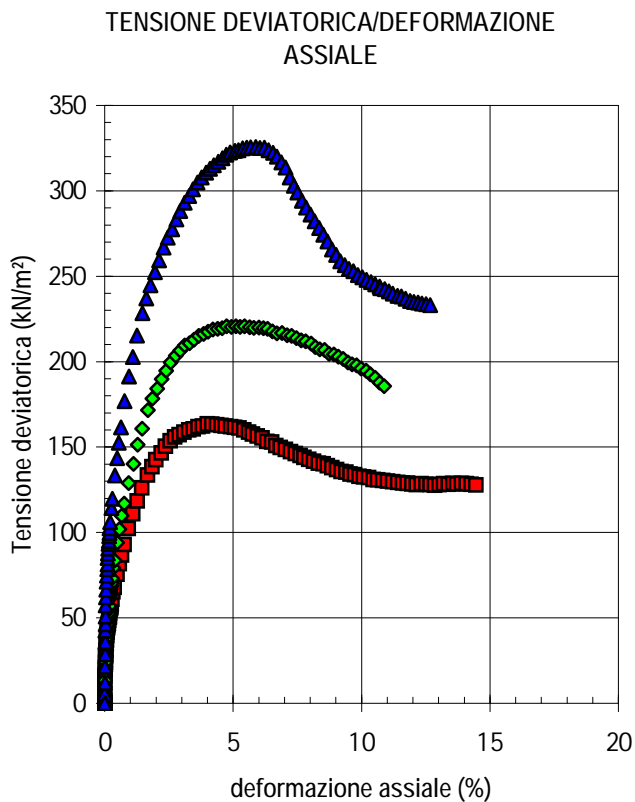
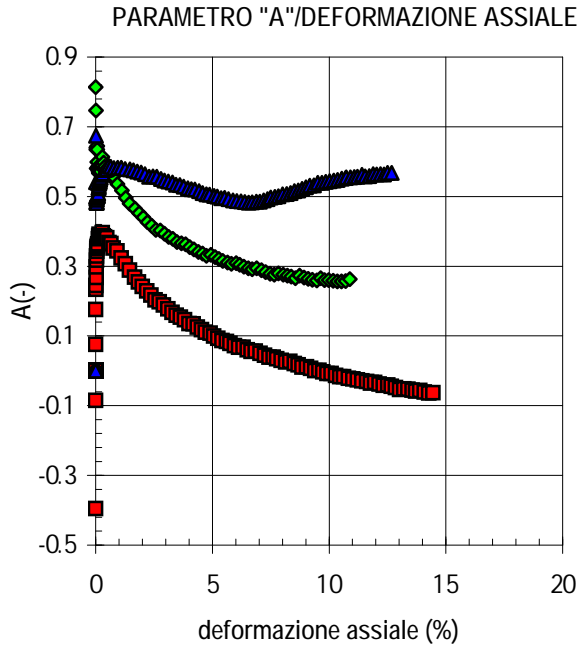
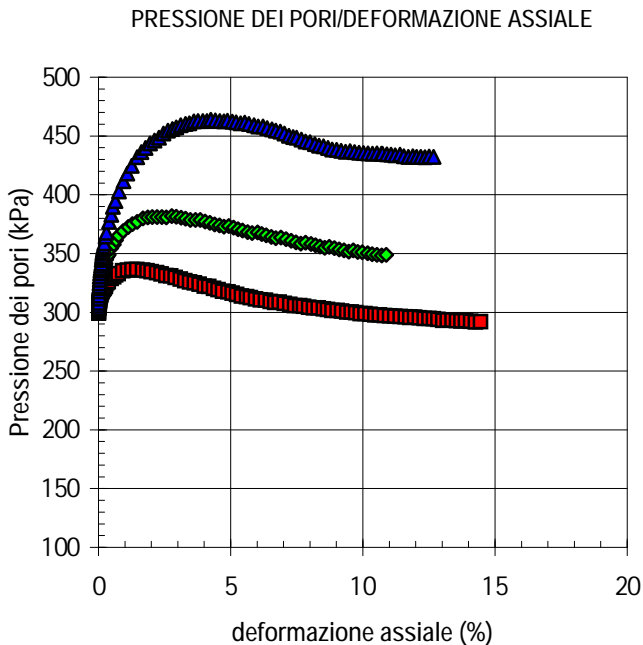
È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0027-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>05/03/2015</b>
			Pag. 3 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**

**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO** : S2      **CAMPIONE** : CI 1      **PROFONDITA'**: 3.50 ÷ 4.10 m



■ provino 1      ◆ provino 2      ▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0027-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>05/03/2015</b>
			Pag. 4 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**

**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO** : S2      **CAMPIONE** : CI 1      **PROFONDITA'**: 3.50 ÷ 4.10 m

	n°	1	2	3	-
PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	3.91	3.91	3.82	-
Profondità provino	a m	4.00	4.00	3.91	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
Massa volumica totale	kN/m³	19.23	19.08	18.79	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Contenuto in acqua iniziale	%	26.48	26.15	27.89	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca	kN/m³	15.20	15.13	14.69	-
Peso sp. dei grani (determinato)	-	2.720	2.720	2.720	-
<i>Riferimento Certificato</i>		CSP_15/0027-02	CSP_15/0027-02	CSP_15/0027-02	
Indice dei vuoti iniziale	-	0.752	0.761	0.813	-
Grado di saturazione iniziale	%	95.61	93.37	93.17	-
Pressione pori iniziale	kPa	-3.7	-1.0	-1.1	-
Valore di B iniziale	-	0.51	0.62	0.51	-
Pressione pori a saturazione	kPa	346.4	394	594	-
Pressione in cella finale	kPa	400	500	700	-
Valore di B a saturazione	-	0.96	0.94	0.98	-
Durata consolidazione	min	-	495	1440	-
Pressione in cella	kPa	400	500	700	-
Contropressione	kPa	300	300	300	-
Pressione pori iniziale	kPa	298.4	394	594	-
Pressione pori finale	kPa	298.4	304	302	-
Variazione altezza provino	mm	0.09	0.51	1.50	-
Variazione volume provino	cm³	0.86	2.16	6.14	-
t <sub>100</sub>	min	-	-	47.6	-
Tempo di rottura stimato	min	-	-	84.0	-
Pressione in cella	kPa	400	500	700	-
Pressione pori iniziale	kPa	298.4	303	303	-
σ'3 iniziale	kPa	101.6	197.4	397.3	-
Velocità pressa	mm/min	0.0100	0.0100	0.0100	-
massimo valore (σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> )	kN/m²	164	221	326	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	%	4.01	4.75	5.88	-
Tempo per il raggiungimento di (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	min	307	361	496	-
Correzione per filtro e membrana su (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	1	1	2	-
Pressione pori a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kPa	322	373	459	-
Valore di A a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	-	0.14	0.33	0.49	-
p' a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	160	238	404	-
q a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	82	110	163	-
massimo valore σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub>	kN/m²	3	3	2	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	%	2.73	3.85	5.53	-
Correzione per filtro e membrana su (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kN/m²	1	1	2	-
Pressione pori a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kPa	331	379	461	-
Valore di A a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	-	0.20	0.36	0.50	-
p' a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kN/m²	147	230	401	-
q a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kN/m²	78	108	163	-
Massa volumica totale finale	kN/m³	19.51	19.61	19.78	-
Contenuto in acqua finale	%	27.03	26.36	25.16	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca finale	kN/m³	15.36	15.52	15.81	-
Indice dei vuoti finale	-	0.735	0.717	0.685	-
Grado di saturazione finale	%	99.93	99.89	99.74	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

**CERTIFICATO n°**
**CSP\_15/0027-05**
**DATA EMISSIONE**
**05/03/2015**

Pag. 5 di 5

**PROVA TRIASSIALE**
**CIU**
**SONDAGGIO :** S2    **CAMPIONE :** CI 1    **PROFONDITA' :** 3.50 ÷ 4.10 m

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)**

 RELATIVI ALL' INCREMENTO DI  $s'_3$  da **100** kPa a **400** kPa

 PROVINO n. **3**    PROFONDITA' da **3.82** m a **3.91** m

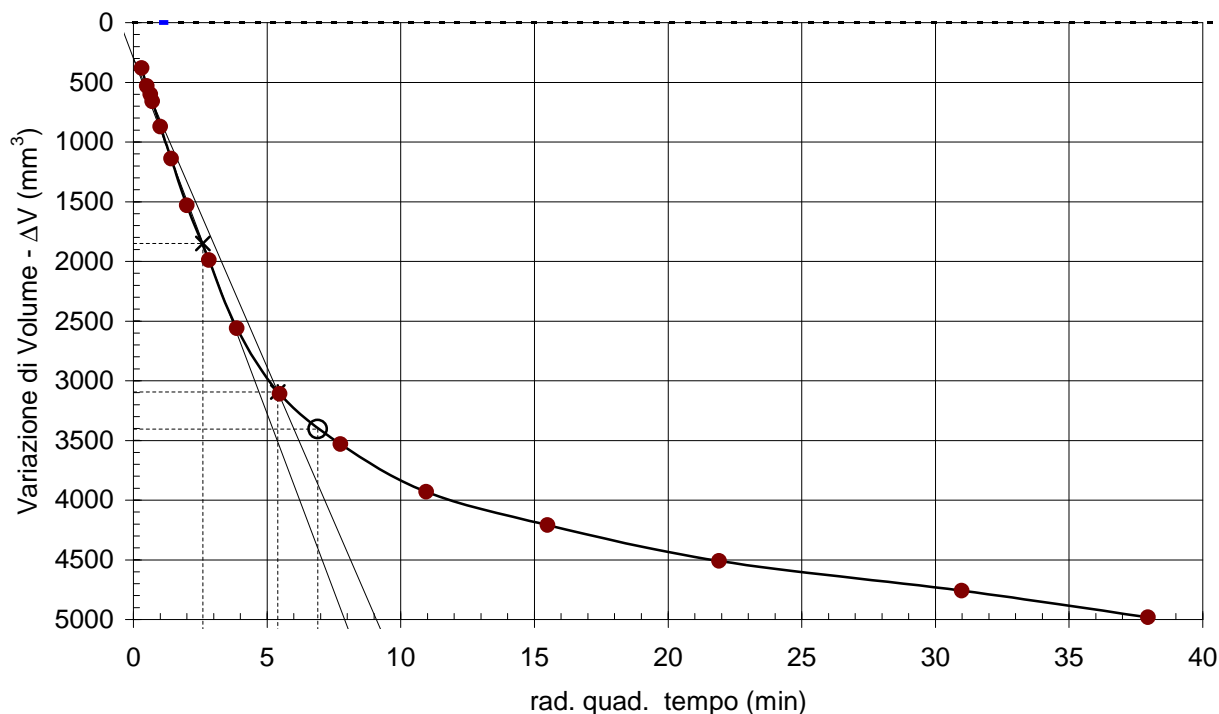
Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale

**VALORI MISURATI**

Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)	Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)
0.1	380	0.135	960	4760	2.317
0.25	530	0.169	1440	4980	2.334
0.4	600	0.204	-	-	-
0.5	660	0.219	-	-	-
1	870	0.275	-	-	-
2	1140	0.370	-	-	-
4	1530	0.485	-	-	-
8	1990	0.653	-	-	-
15	2560	0.838	-	-	-
30	3110	1.022	-	-	-
60	3530	1.157	-	-	-
120	3930	1.259	-	-	-
240	4210	1.319	-	-	-
480	4510	1.348	-	-	-

**VALORI CALCOLATI**

$t_{90}$ (min)	=	29.2
$a_{v190}$ (mm)	=	3094
$t_{50}$ (min)	=	6.8
$a_{v150}$ (mm)	=	1851
$t_{100}$ (min)	=	47.6
$d_{v1100}$ (mm)	=	3404
Tempo per il raggiungimento della rottura		
$t_f$ (min)	=	84.0
deformazione a rottura ipotizzata		
def. (mm)	=	6.0
velocità di rottura calcolata		
$v$ (mm/min)	=	0.07139
$m_{vi}$ (m <sup>2</sup> /MN)	=	0.2271



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE



# PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': NOVI DI MODENA (MO)

CANTIERE: COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

DATA EMISSIONE: 05/03/2015

SONDAGGIO: S2

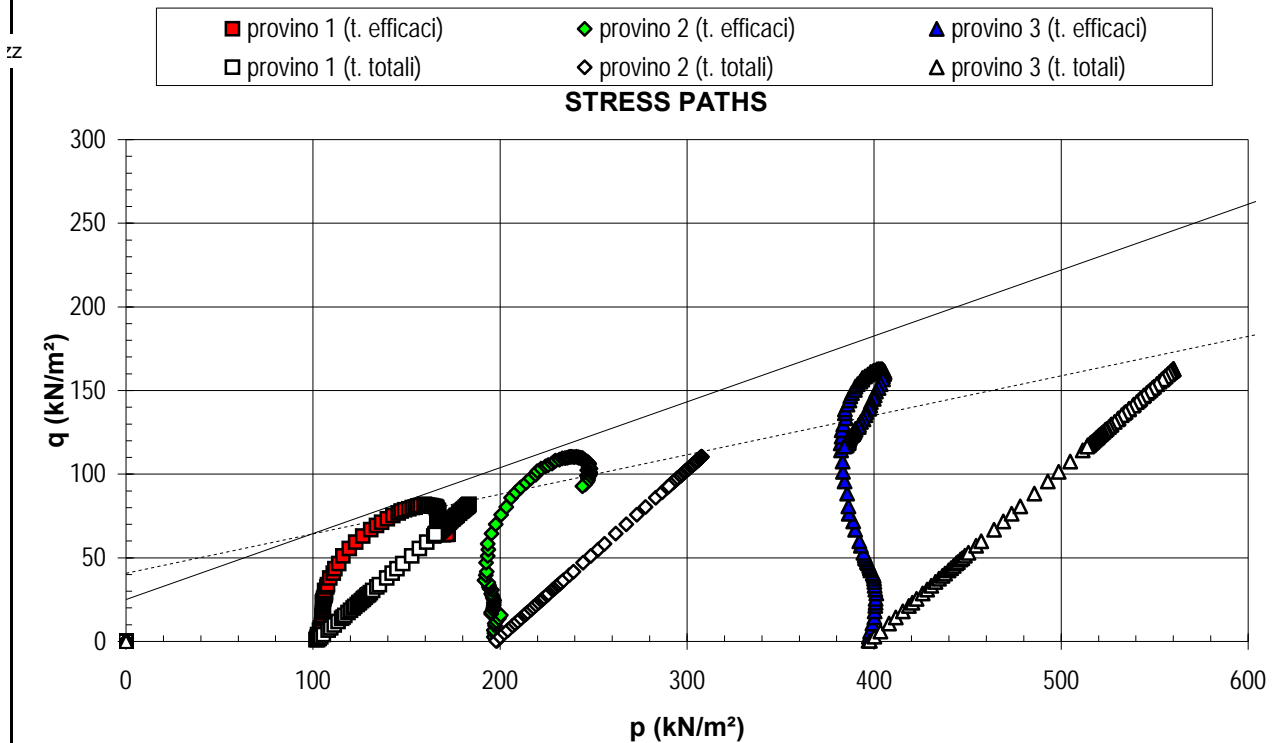
CAMPIONE: CI 1

PROFONDITA': da m 3.50 a m 4.10

*L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

Risultati della regressione lineare	Tensioni efficaci ————		Tensioni totali - - - - -	
	Intercetta asse y	inclinaz. retta	Intercetta asse y	inclinaz. retta
	(kN/m <sup>2</sup> )	(° sess.)	(kN/m <sup>2</sup> )	(° sess.)
	25.07	21.50	40.77	13.28

Regressione lineare eseguita utilizzando i provini 1 e 2



**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_15/0060-01**

**COMMESSA :** 15/013a                      **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0060\_SP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGnatario :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 09/03/15                      **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/15

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

**Sondaggio :** S2                      **Campione :** CI 1                      **Profondità :** 3.50 - 4.10 m

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** Campione identificato con verbale 15/0027\_CSP

**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CFV	Caratteristiche fisico-volumetriche	1	Norme applicabili

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE O TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L' AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**RAPPORTO DI PROVA n° RSP\_15/0060-01 DATA EMISSIONE: 13/03/2015**

Pag 2 di 2

**DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO - VOLUMETRICHE****SONDAGGIO : S2 CAMPIONE: CI 1 PROFONDITA': 3.50 ÷ 4.10 m**

PROFONDITA' PROVINO da m 3.82 a m 4.00

Umidità naturale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0027-05</i>	w	(%)	26.84
Massa volumica totale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0027-05</i>	g	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.941
Massa volumica secca	g <sub>d</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.530
Peso specifico dei grani <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0027-02</i>	G <sub>s</sub>	-	2.720
Massa volumica della parte solida	g <sub>s</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	2.717
Temperatura dell' acqua	T	°C	17
Massa volumica H <sub>2</sub> O alla temperatura T	g <sub>w</sub>	Mg/m <sup>3</sup>	0.99880
Indice dei vuoti	e	-	0.775
Porosità	n	(%)	43.68
Grado di saturazione	S	(%)	94.04
Massa volumica del terreno saturo	g <sub>sat</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.969

**NOTA:**

Valori calcolati in base ai valori medi di contenuto in acqua e peso di volume dei tre provini sottoposti a prova triassiale

Sperimentatore

**RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVA**DATA DI EMISSIONE: **05/03/2015**COMMESSA N°: **15/013a**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0028 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': NOVI DI MODENA (MO)

CANTIERE: COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

SONDAGGIO: S2                      CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA' (m): 6.50-7.10                      CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 19/01/2015

OSSERVAZIONI:

**PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE**

<b>CODICE PROVA</b>	<b>DESCRIZIONE SINTETICA</b>	<b>Q.tà</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>CERTIFICATO DI PROVA</b>
DSC01a	Estrazione, descrizione geotecnica di campioni da fustelle e rappresentazione fotografica	1	ASTM D 2488-84	CSP 15/0028-01
PSG01	Peso specifico dei grani	1	CNR UNI 10013	CSP 15/0028-02
LIM03	Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico	1	ASTM D 4318	CSP 15/0028-03
GRT04	Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione	1	ASTM D 422	CSP 15/0028-04
TRX02a	Prova triassiale CIU , compresi saturazione del provino e rilievo pressioni interstiziali	3	ASTM D 4767	CSP 15/0028-05

per SINERGEA srl

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0028-01

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0028\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 6.50 - 7.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

**DATA INIZIO PROVA:** 24/02/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 24/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

<b>CERTIFICATO n°</b> <b>CSP_15/0028-01</b>	<b>DATA EMISSIONE</b> 05/03/2015
Pagina 2 di 3	

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :**    S2                      **CAMPIONE :**    CI 2                      **PROFONDITA' :**    6.50 ÷ 7.10 m

Data descrizione                      :    24/02/15                      Forma del campione                      :    cilindrica  
 Qualità del campione (AGI):        **Q.5.**                      Dimensioni del campione                :    L = 44 cm; φ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
6.66	7.10	A con L di colore da grigio scuro (2.5Y 4/1) a bruno oliva chiaro (2.5Y 5/3). Presenza di veli e puntature brunastre e nerastre, veli e concrezioni calcaree, calcinelli anche centimetrici. Reazione a contatto con HCl 5%: da nulla a debole passando dall'alto al basso.

**LEGENDA :**    **A** = Argilla/Argilloso                      **L** = Limo/Limoso                      **S** = Sabbia/Sabbioso                      **T** = Torba/Torboso  
                   **G** = Ghiaia/Ghiaisoso                      **F** = Fine                      **M** = Medio                      **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ^ = perpendicolare all'asse del campione                      = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE		P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)			
6.50	6.66	0.30 ^		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>CNW, MVT, TCU provini 1 e 2</p> <p>CNW, MVT, TCU provino 3</p> </div> <div style="font-size: 2em;">}</div> <div style="margin-left: 10px;"> <p>LIM, GRA, PSG</p> </div> </div>
		0.35 ^		
		0.33 ^		
		0.33 ^		
		0.34 ^		
		0.32 ^		
		0.32 ^		
7.10	7.10			

**LEGENDA :**    CNW = contenuto in acqua                      il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova  
                   MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

CERTIFICATO n° **CSP\_15/0028-01**

DATA EMISSIONE: 05/03/2015

Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE**

SONDAGGIO n° : S2      CAMPIONE: CI 2      PROFONDITA': 6.50 - 7.10 m



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0028-02****COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0028\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 6.50 - 7.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
PSG	Determinazione del peso specifico dei grani	1	CNR UNI 10013

DATA INIZIO PROVA: 02/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 05/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER



**CERTIFICATO n° CSP\_15/0028-02****DATA EMISSIONE 05/03/2015**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI ( $G_s$ )****SONDAGGIO :** S2 **CAMPIONE:** CI 2 **PROFONDITA':** 6.50 ÷ 7.10 mNORMATIVA DI RIFERIMENTO : **CNR UNI 10013**

PROFONDITA' PROVINO da m 6.76 a m 6.94

<b>DETERMINAZIONE n°</b>			<b>1</b>	<b>2</b>
Picnometro n°		-	8	16
Peso picnometro	<i>P</i>	g	49.5812	45.5798
Peso picnometro + campione	<i>P+Cs</i>	g	78.4261	65.3316
Peso campione secco	<i>Cs</i>	g	28.8449	19.7518
Peso picnometro + acqua	<i>Pa</i>	g	180.9477	146.5298
Peso picnometro + acqua + campione	<i>Pt</i>	g	199.1473	159.0045
Temperatura dell' acqua	<i>T</i>	°C	18	18
Massa volumica H <sub>2</sub> O alla temperatura T	<i>g w</i>	Mg/m <sup>3</sup>	0.99862	0.99862
Peso specifico dei grani	$G_s$	-	2.710	2.714
Massa volumica della parte solida	<i>g s</i>	Mg/m <sup>3</sup>	2.706	2.710
<b>Valore medio</b>	$g_s$	Mg/m <sup>3</sup>	<b>2.708</b>	
<b>Valore medio</b>	$G_s$	-	<b>2.712</b>	

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0028-03**

**COMMESSA :** 15/013 **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0028\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 6.50 - 7.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	ASTM D 4318

**DATA INIZIO PROVA:** 26/02/15

**DATA TERMINE PROVA:** 27/02/15

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTECCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

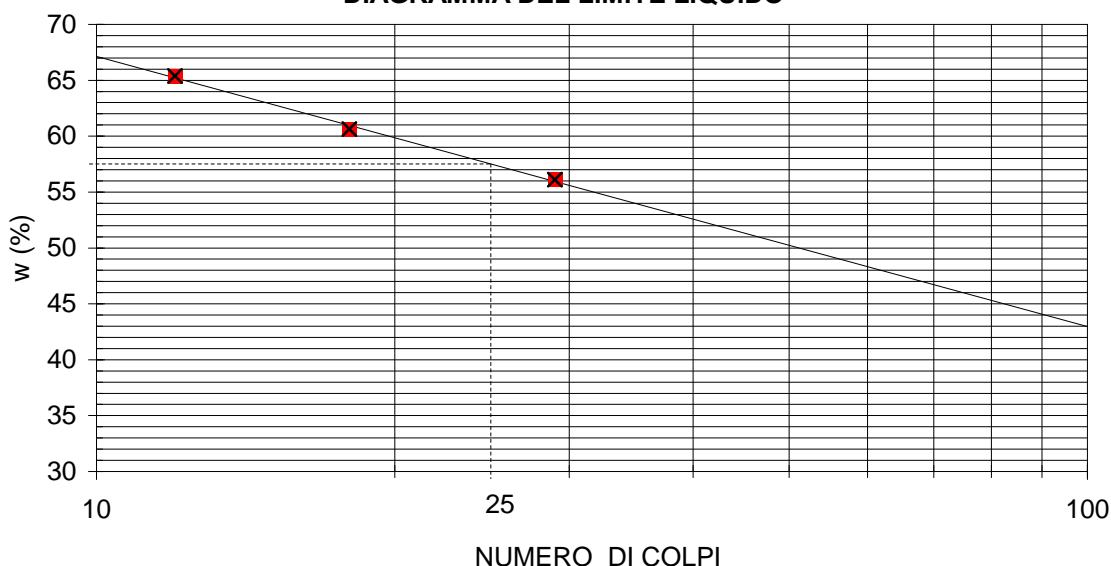
**CERTIFICATO n° CSP\_15/0028-03** DATA EMISSIONE 05/03/2015  
 Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A**

**SONDAGGIO :** S2 **CAMPIONE:** Cl 2 **PROFONDITA':** 6.50 ÷ 7.10 m

Profondità provino	m	6.76-6.94			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	32.3769	49.0895	41.9446	-
Numero colpi	-	12	18	29	-
Massa provino umido + tara	g	64.4713	81.8970	72.0441	-
Massa provino secco + tara	g	51.7809	69.5127	61.2245	-
Contenuto in acqua	%	65.4	60.6	56.1	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>58</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.3654	14.0308	-	-
Massa provino umido + tara	g	16.2512	16.7531	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.6840	16.2214	-	-
Contenuto in acqua	%	24.5	24.3	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>24</b>			

<b>Indice di Plasticità (<math>w_L - w_P</math>)</b>	
<b><math>I_P</math></b>	<b>34</b>

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0028-04

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0028\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 6.50 - 7.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 25/02/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 04/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0028-04**

**DATA EMISSIONE**

**05/03/2015**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**ASTM D 422**

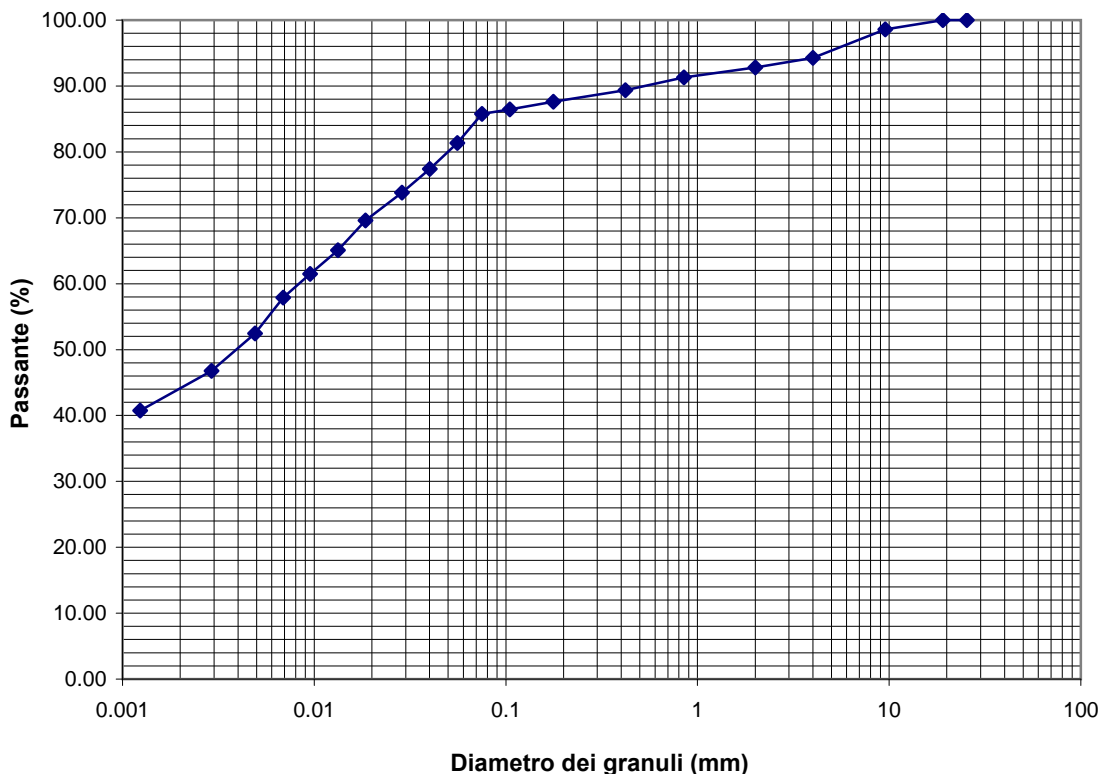
**SONDAGGIO : S2**

**CAMPIONE: CI 2**

**PROFONDITA': 6.50 ÷ 7.10 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino -		364.69 g		massa provino 45.18 g	
profondità provino		3.82 ÷ 4.00 m		profondità provino 3.82 ÷ 4.00 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.712 - determinato	
				Riferimento: CSP_15/0028-02	
1 1/2 "	38.1	-	-	eseguita sul passante al vaglio 200	
1 "	25.4	100.00	0.00	aerometro ASTM 151H	
3/4 "	19.05	100.00	0.00	DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm)	
3/8 "	9.525	98.59	1.41	% IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	94.25	4.34	0.05582	81.34
10	2	92.81	1.44	0.04010	77.43
20	0.85	91.29	1.52	0.02876	73.82
30	0.59	-	-	0.01848	69.61
40	0.42	89.35	1.93	0.01329	65.10
50	0.297	-	-	0.00952	61.49
80	0.177	87.63	1.73	0.00690	57.88
100	0.149	-	-	0.00491	52.47
140	0.105	86.45	1.18	0.00291	46.76
200	0.075	85.76	0.69	0.00124	40.74

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI
	Fine	Medio	Gross.	Fine	Media	Gross.	Fine	Media	Gross.	



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0028-05****COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0028\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 6.50 - 7.10	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TCU	Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata	3	ASTM D 4767
CTX	Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale	1	ASTM D 2435




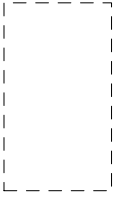
**DATA INIZIO PROVA:** 25/02/2015**DATA TERMINE PROVA:** 27/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

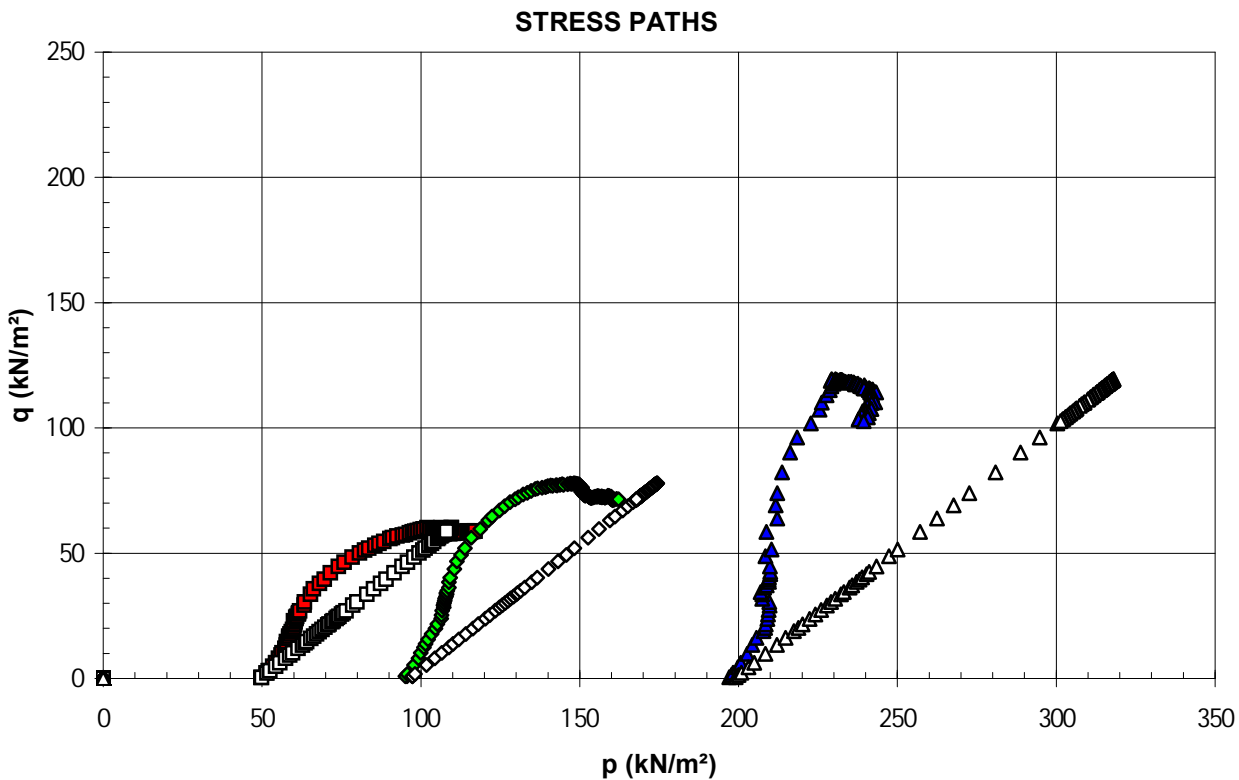
SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0028-05</b>	<b>DATA EMISSIONE:</b>	<b>05/03/2015</b>
			Pag. 2 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. ASTM D 4767**  
**SONDAGGIO : S2      CAMPIONE : CI 2      PROFONDITA': 6.50 ÷ 7.10 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	6.76	6.76	6.85	-
Profondità provino	a m	6.85	6.85	6.94	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
$\sigma'_3$ iniziale	kPa	49.40	96.40	198.60	-
massimo valore ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m²	120.42	155.97	238.83	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) max	kN/m²	1	1	1	-
massimo valore $\sigma'_1/\sigma'_3$	kN/m²	4.30	3.50	3.17	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma'_1/\sigma'_3$ ) max	kN/m²	1	1	1	-
<b>MODALITA' DI ROTTURA</b>					
Inclinazione sup. di rottura	° sess.	40	36	28	-
Foto o rappresentazione schematica del provino					

■ provino 1 (t. efficaci)	◆ provino 2 (t. efficaci)	▲ provino 3 (t. efficaci)
□ provino 1 (t. totali)	◇ provino 2 (t. totali)	△ provino 3 (t. totali)



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

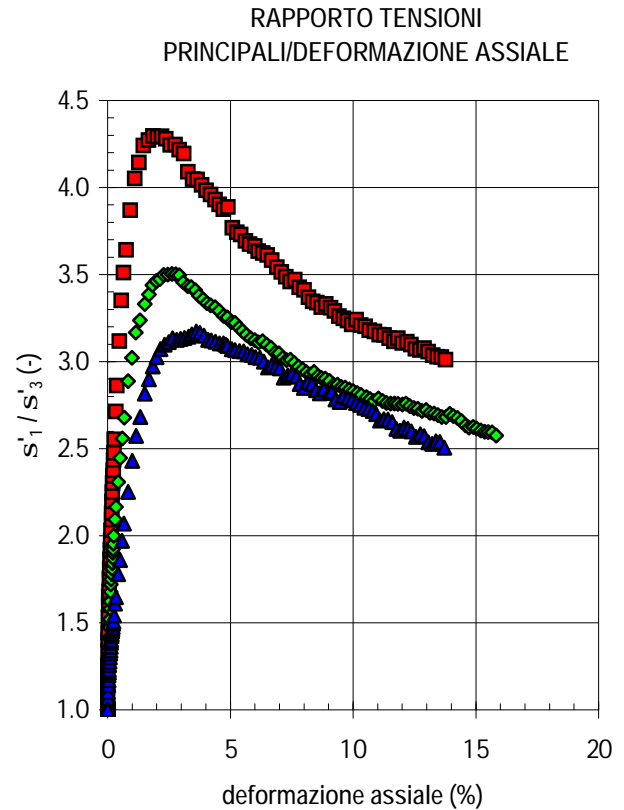
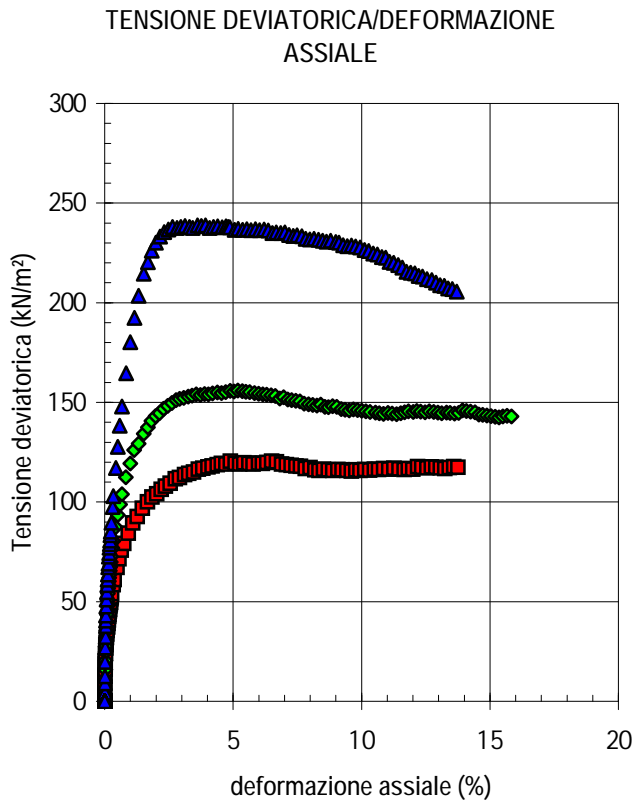
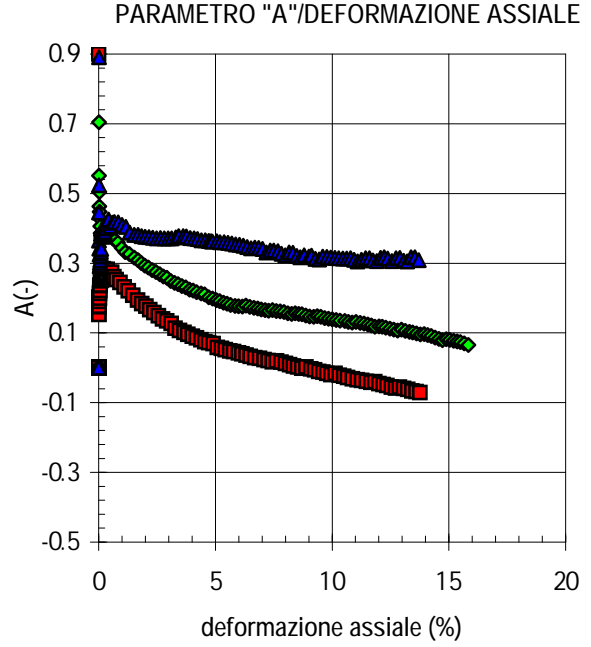
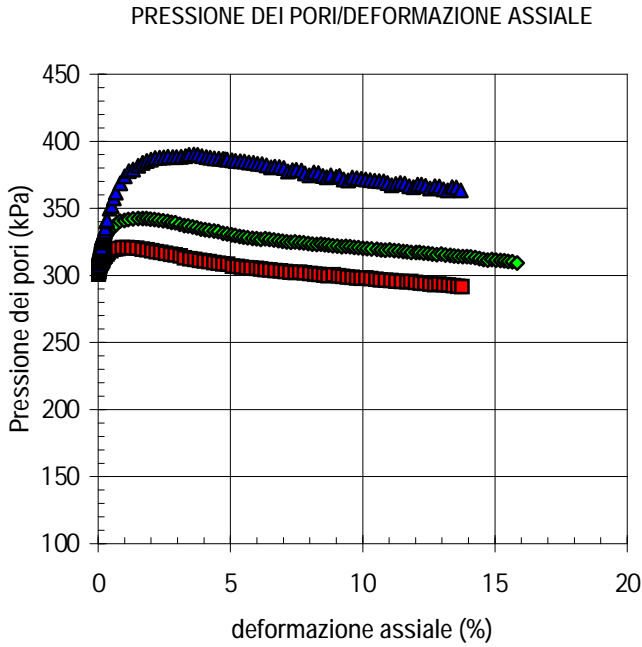
È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0028-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>05/03/2015</b>
			Pag. 3 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**

**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO** : S2      **CAMPIONE** : CI 2      **PROFONDITA'**: 6.50 ÷ 7.10 m



■ provino 1      ◆ provino 2      ▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.



<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0028-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>05/03/2015</b>
			Pag. 4 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**

**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO** : S2      **CAMPIONE** : CI 2      **PROFONDITA'**: 6.50 ÷ 7.10 m

	n°	1	2	3	-
PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	6.76	6.76	6.85	-
Profondità provino	a m	6.85	6.85	6.94	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
Massa volumica totale	kN/m³	19.32	19.70	19.06	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Contenuto in acqua iniziale	%	24.19	23.89	24.10	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca	kN/m³	15.55	15.90	15.36	-
Peso sp. dei grani (determinato)	-	2.712	2.712	2.712	-
<i>Riferimento Certificato</i>		CSP_15/0028-02	CSP_15/0028-02	CSP_15/0028-02	
Indice dei vuoti iniziale	-	0.708	0.670	0.729	-
Grado di saturazione iniziale	%	92.59	96.56	89.52	-
Pressione pori iniziale	kPa	1.9	-1.0	-0.9	-
Valore di B iniziale	-	0.96	0.45	0.72	-
Pressione pori a saturazione	kPa	349.6	343	444	-
Pressione in cella finale	kPa	400	400	500	-
Valore di B a saturazione	-	1.00	0.86	0.96	-
Durata consolidazione	min	-	937	1149	-
Pressione in cella	kPa	350	400	500	-
Contropressione	kPa	300	300	300	-
Pressione pori iniziale	kPa	299.6	343	444	-
Pressione pori finale	kPa	300.6	302	301	-
Variazione altezza provino	mm	0.14	0.03	0.68	-
Variazione volume provino	cm³	1.41	1.10	3.10	-
t <sub>100</sub>	min	-	-	9.6	-
Tempo di rottura stimato	min	-	-	17.0	-
Pressione in cella	kPa	350	400	500	-
Pressione pori iniziale	kPa	300.6	304	301	-
σ <sub>3</sub> iniziale	kPa	49.4	96.4	198.6	-
Velocità pressa	mm/min	0.0100	0.0100	0.0100	-
massimo valore (σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> )	kN/m²	120	156	239	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	%	4.90	5.18	3.61	-
Tempo per il raggiungimento di (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	min	375	440	307	-
Correzione per filtro e membrana su (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	1	1	1	-
Pressione pori a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kPa	308	330	390	-
Valore di A a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	-	0.07	0.19	0.38	-
p' a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	102	148	229	-
q a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	60	78	119	-
massimo valore σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub>	kN/m²	4	4	3	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	%	1.85	2.62	3.61	-
Correzione per filtro e membrana su (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	1	1	1	-
Pressione pori a rottura a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	kPa	319	340	390	-
Valore di A a rottura a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	-	0.18	0.27	0.38	-
p' a rottura a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	82	135	229	-
q a rottura a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	51	75	119	-
Massa volumica totale finale	kN/m³	19.77	19.96	19.77	-
Contenuto in acqua finale	%	25.05	23.92	24.53	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca finale	kN/m³	15.81	16.11	15.88	-
Indice dei vuoti finale	-	0.680	0.649	0.673	-
Grado di saturazione finale	%	99.73	99.82	98.74	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0028-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>05/03/2015</b>
			Pag. 5 di 5

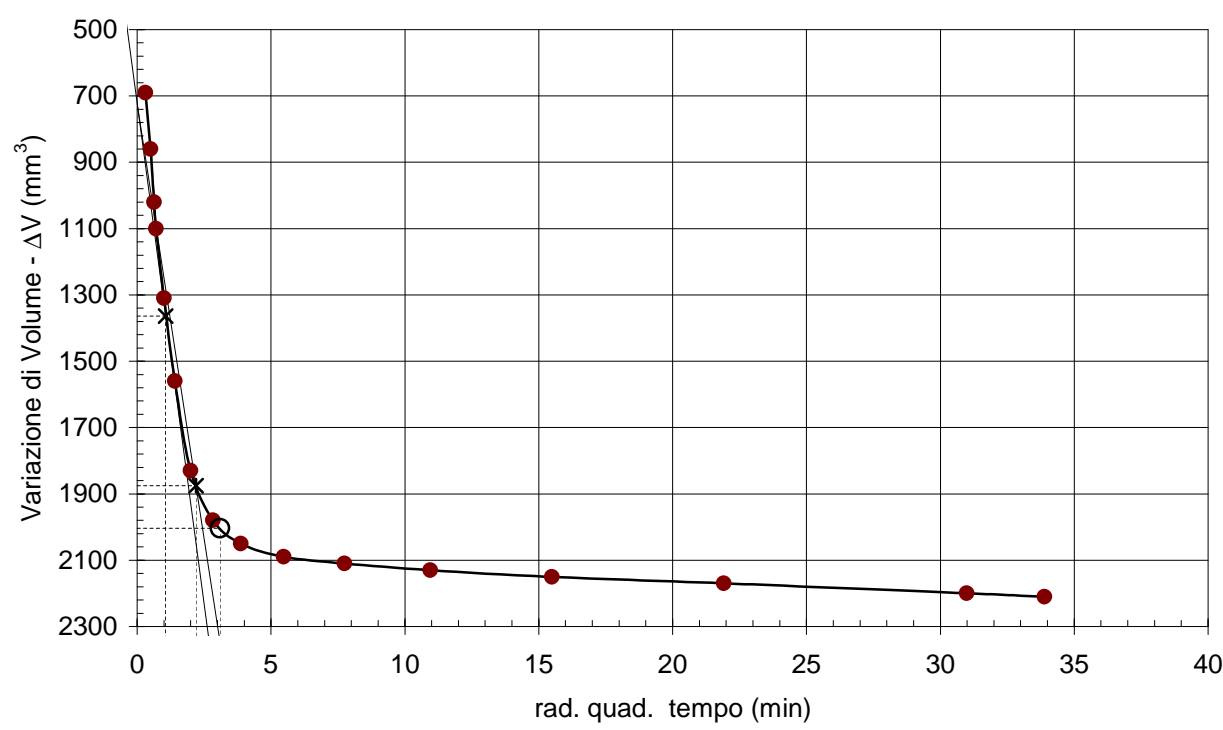
**PROVA TRIASSIALE CIU**

**SONDAGGIO :** S2 **CAMPIONE :** CI 2 **PROFONDITA' :** 6.50 ÷ 7.10 m

<b>DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)</b>			
RELATIVI ALL' INCREMENTO DI $s'_3$	da	<b>50</b> kPa	a <b>200</b> kPa
PROVINO n. <b>3</b>	PROFONDITA'	da 6.85 m	a 6.94 m
Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale			

VALORI MISURATI					
Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)	Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)
0.1	690	0.134	960	2200	1.625
0.25	860	0.178	1149	2210	1.630
0.4	1020	0.207	-	-	-
0.5	1100	0.226	-	-	-
1	1310	0.294	-	-	-
2	1560	0.368	-	-	-
4	1830	0.435	-	-	-
8	1980	0.501	-	-	-
15	2050	0.513	-	-	-
30	2090	0.523	-	-	-
60	2110	0.531	-	-	-
120	2130	0.539	-	-	-
240	2150	0.542	-	-	-
480	2170	0.547	-	-	-

VALORI CALCOLATI		
$t_{90}$	(min)	= 4.8
$u_{v190}$	(mm)	= 1876
$t_{50}$	(min)	= 1.1
$u_{v150}$	(mm)	= 1363
$t_{100}$	(min)	= 9.6
$d_{v1100}$	(mm)	= 2004
Tempo per il raggiungimento della rottura $t_f$ (min) = 17.0		
deformazione a rottura ipotizzata def. (mm) = 6.0		
velocità di rottura calcolata v (mm/min) = 0.35368		
$m_{vi}$	(m <sup>2</sup> /MN)	= 0.2377



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

## PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': NOVI DI MODENA (MO)

CANTIERE: COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

DATA EMISSIONE: 05/03/2015

SONDAGGIO: S2

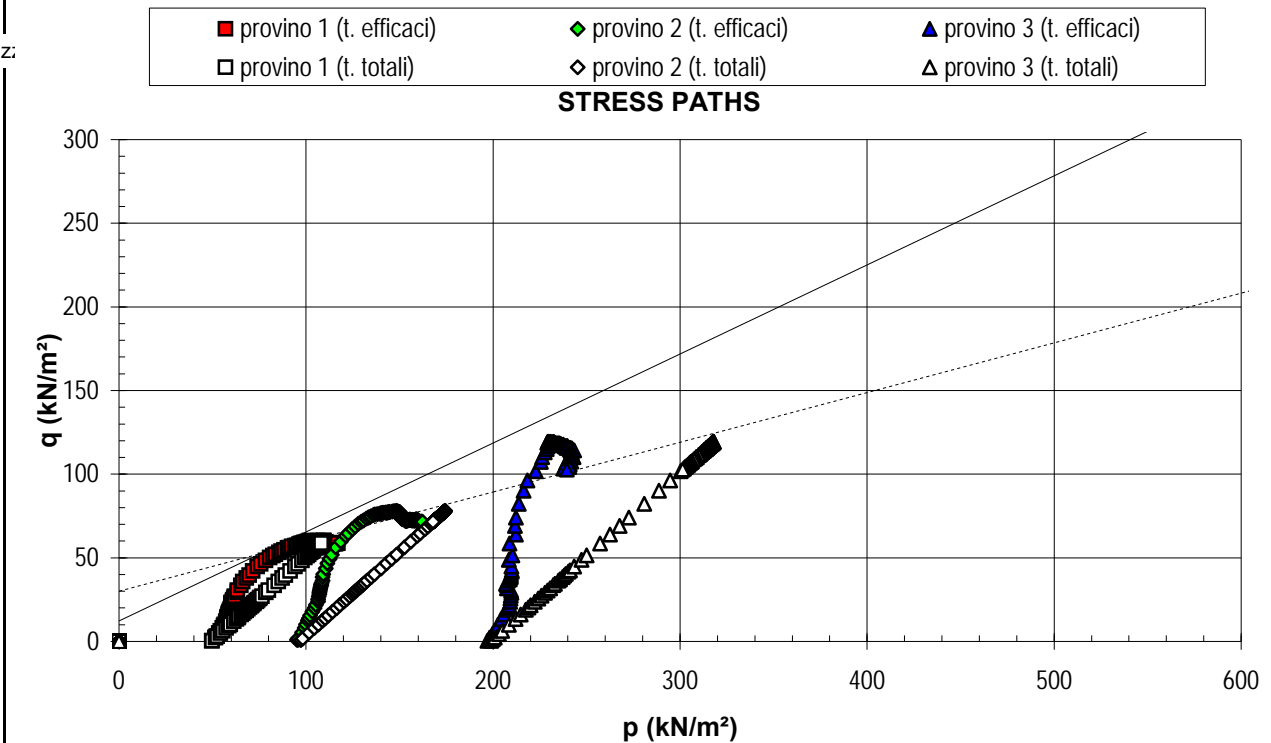
CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA': da m 6.50 a m 7.10

*L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

Risultati della regressione lineare	Tensioni efficaci ————		Tensioni totali - - - - -	
	Intercetta asse y	inclinaz. retta	Intercetta asse y	inclinaz. retta
	(kN/m <sup>2</sup> )	(° sess.)	(kN/m <sup>2</sup> )	(° sess.)
	12.21	28.03	29.96	16.55

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini



**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_15/0061-01**

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0061\_SP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 09/03/15 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/15

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

**Sondaggio :** S2 **Campione :** CI 2 **Profondità :** 6.50 - 7.10 m

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** Campione identificato con verbale 15/0028\_CSP

**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CFV	Caratteristiche fisico-volumetriche	1	Norme applicabili

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE O TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BEROCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER



**RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVA**DATA DI EMISSIONE: **05/03/2015**COMMESSA N°: **15/013a**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0029 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': NOVI DI MODENA (MO)

CANTIERE: COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

SONDAGGIO: S2                      CAMPIONE: CD 1

PROFONDITA' (m): 12.20-12.50                      CONTENITORE /PRESTAZIONE: doppio sacchetto PVC

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 19/01/2015

OSSERVAZIONI:

**PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE**

<b>CODICE PROVA</b>	<b>DESCRIZIONE SINTETICA</b>	<b>Q.tà</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>CERTIFICATO DI PROVA</b>
DSC02	Descrizione geotecnica di campioni contenuti in sacchetto	1	ASTM D 2488-84	CSP 15/0029-01
GRT04	Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione	1	ASTM D 422	CSP 15/0029-02
TDR01a.1	'Prova di taglio diretto, Consolidata Drenata (C.D.), eseguita su tre provini ricostruiti	1	ASTM D 3080	CSP 15/0029-03
KED01	Determinazione diretta di K cella edometrica, fuori prova, $K < 10E-5$ cm/s	1	UNI CEN ISO/TS 17892-11	CSP 15/0029-04

per SINERGEA srl

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0029-01

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0029\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** doppio sacchetto PET

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> CD 1	<b>Profondità :</b> 12.20 - 12.50	m
-----------------------	------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

**DATA INIZIO PROVA:** 18/02/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 18/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

<b>CERTIFICATO n°</b> <b>CSP_15/0029-01</b>	<b>DATA EMISSIONE</b> <b>05/03/2015</b>
Pagina 2 di 2	

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :**    S2                      **CAMPIONE :**    CD 1                      **PROFONDITA' :**    12.20 ÷ 12.50 m

Data descrizione                      :    18/02/15                      Forma del campione                      :    cilindrica  
 Qualità del campione (AGI):        **Q.3.**                      Dimensioni del campione                :    L = 30 cm; φ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
12.20	12.50	L con S A di colore grigio scuro (N 4/ ). Presenza di puntature nerastre e mica. Media reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :**    **A** = Argilla/Argilloso                      **L** = Limo/Limoso                      **S** = Sabbia/Sabbioso                      **T** = Torba/Torboso  
                   **G** = Ghiaia/Ghiaioso                      **F** = Fine                      **M** = Medio                      **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ^ = perpendicolare all'asse del campione                      = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE			P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)				
12.20	12.20	12.20	0.21 ^		
12.50	12.50	12.50	0.10 ^		

**LEGENDA :**    CNW = contenuto in acqua                      il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova  
                   MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl



## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0029-02

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0029\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** doppio sacchetto PET

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> CD 1	<b>Profondità :</b> 12.20 - 12.50	m
-----------------------	------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 18/02/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 26/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0029-02**

**DATA EMISSIONE**

**05/03/2015**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

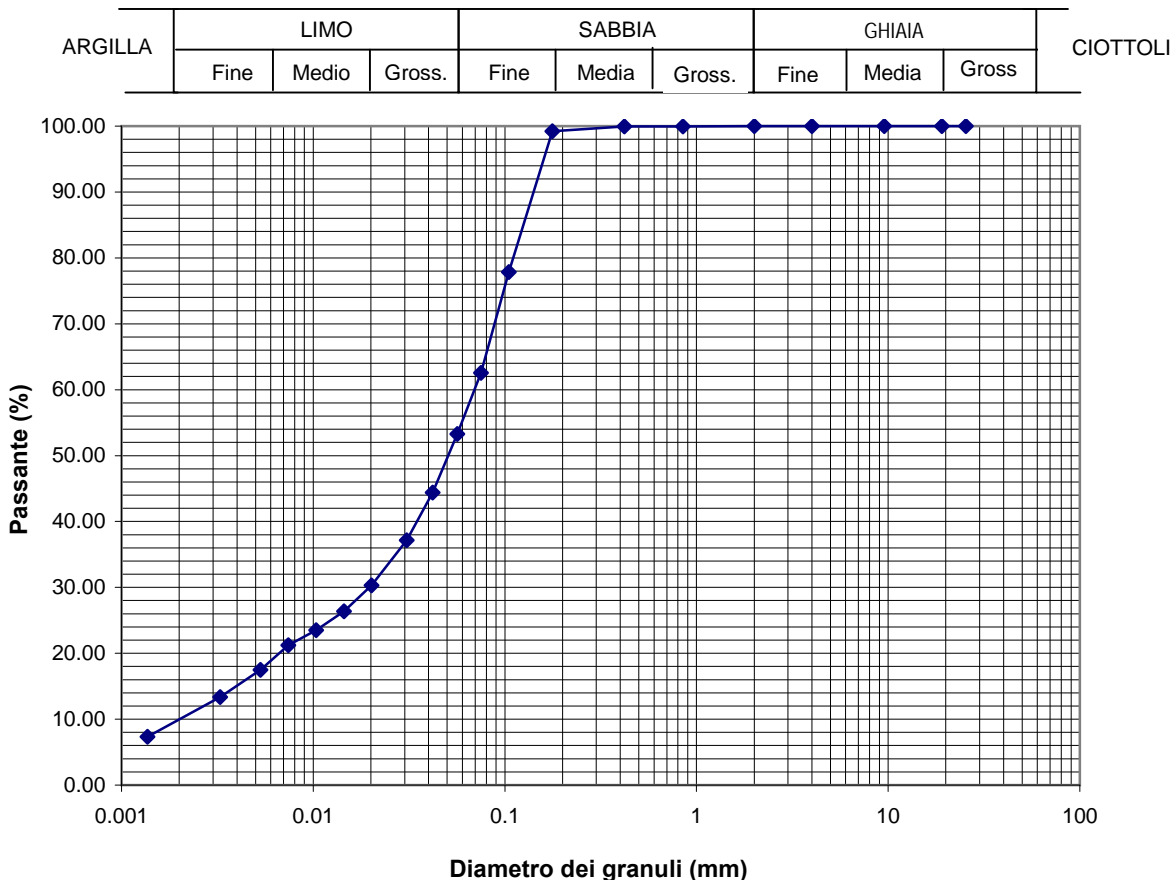
**ASTM D 422**

**SONDAGGIO : S2**

**CAMPIONE: CD 1**

**PROFONDITA': 12.20 ÷ 12.50 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino -		365.05 g		massa provino 47.80 g	
profondità provino		12.38 ÷ 12.50 m		profondità provino 12.38 ÷ 12.50 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.720 - assunto	
				Riferimento: -	
1 1/2 "	38.1	-	-	eseguita sul passante al vaglio 200	
1 "	25.4	100.00	0.00	aerometro ASTM 151H	
3/4 "	19.05	100.00	0.00	DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm)	
3/8 "	9.525	100.00	0.00	% IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	100.00	0.00	0.05658	53.30
10	2	100.00	0.00	0.04201	44.40
20	0.85	99.96	0.04	0.03081	37.16
30	0.59	-	-	0.02012	30.32
40	0.42	99.93	0.03	0.01448	26.39
50	0.297	-	-	0.01037	23.49
80	0.177	99.24	0.69	0.00740	21.22
100	0.149	-	-	0.00532	17.49
140	0.105	77.88	21.36	0.00327	13.35
200	0.075	62.57	15.31	0.00136	7.35



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0029-03****COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0029\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETORE ACQUE BASSE MODENESI CABM**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** doppio sacchetto PET**Sondaggio :** S2 **Campione :** CD 1 **Profondità :** 12.20 - 12.50 m**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TDR	Prova di taglio diretto CD	3	ASTM D 3080 / p.i.

DATA INIZIO PROVA: 18/02/15

DATA TERMINE PROVA: 23/02/15

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0029-03**

DATA EMISSIONE: 05/03/2015

Pagina 2 di 4

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. - ASTM D3080**
**SONDAGGIO :** S2      **CAMPIONE :** CD 1      **PROFONDITA' :** 12.20 ÷ 12.50 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

Provino	1	2	3	4	LEGENDA
condizione	CR	CR	CR	-	CR = come ricevuto
Classe AGI	Q.3.	Q.3.	Q.3.	-	R = ricostruito come specificato in "Osservazioni"
sezione	quadrata 36 cm <sup>2</sup>	quadrata 36 cm <sup>2</sup>	quadrata 36 cm <sup>2</sup>	quadrata 36 cm <sup>2</sup>	R T99 = ricostruito AAHSTO T99 R T180 = ricostruito AAHSTO T180
Z (m)	12.44-12.47	12.41-12.44	12.38-12.41	-	Z = profondità del provino
h <sub>0</sub> (mm)	20.00	20.00	20.00	-	h <sub>0</sub> = altezza iniziale provino
w <sub>i</sub> (%)	27.11	21.95	26.89	-	w <sub>i</sub> = contenuto in acqua iniziale
<i>Rifer. Certificato</i>					w <sub>f</sub> = contenuto in acqua a fine prova
γ (Mg/m <sup>3</sup> )	1.885	1.971	1.931	-	γ = massa volumica totale
<i>Rifer. Certificato</i>					γ <sub>d</sub> = massa volumica provino secco
γ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	1.483	1.617	1.521	-	γ <sub>s</sub> = massa volumica della parte solida
G <sub>s</sub> (-) assunto	2.720	2.720	2.720	-	γ <sub>w</sub> = massa volumica dell' acqua alla temperatura T°
<i>Rifer. Certificato</i>					G <sub>s</sub> = peso specifico dei grani
γ <sub>s</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	2.716	2.716	2.716	-	T = temperatura dell' acqua
T (°C)	18	18	18	-	e = indice dei vuoti
γ <sub>w</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	0.99862	0.99862	0.99862	-	n = porosità
e (-)	0.831	0.680	0.785	-	S = grado di saturazione
n (%)	45.39	40.49	43.99	-	σ <sub>v</sub> = pressione verticale
S (%)	88.59	87.65	93.01	-	τ <sub>max</sub> = massima tensione di taglio misurata
S <sub>v</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	<b>50.0</b>	<b>98.1</b>	<b>196.1</b>	-	D <sub>o</sub> τ <sub>max</sub> = deformazione orizzontale alla massima tensione
t <sub>max</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	<b>43.4</b>	<b>79.0</b>	<b>140.3</b>	-	τ <sub>r</sub> = resistenza al taglio residua
D <sub>o</sub> τ <sub>max</sub> (mm)	4.98	4.72	5.47	-	D <sub>oc</sub> = deformazione orizzontale cumulativa
h <sub>dc</sub> (mm)	19.32	19.56	19.22	-	v <sub>p</sub> = velocità avanzamento apparecchiatura - picco
t <sub>50</sub> (min)			1.0	-	v <sub>r</sub> = velocità avanzamento apparecchiatura - residuo
t <sub>f</sub> stim. (min)			50	-	h <sub>dc</sub> = altezza provino a fine consolidazione
v <sub>p</sub> (mm/min)	0.005	0.005	0.005	-	t <sub>f</sub> stim = tempo di rottura stimato
t <sub>f</sub> eff. (min)	996	944	1094	-	t <sub>f</sub> eff. = tempo di rottura effettivo
v <sub>r</sub> (mm/min)	-	-	-	-	
t <sub>r</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	
D <sub>oc</sub> (mm)	-	-	-	-	
w <sub>f</sub> (%)	24.05	19.14	20.22	-	
<i>Rifer. Certificato</i>					

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

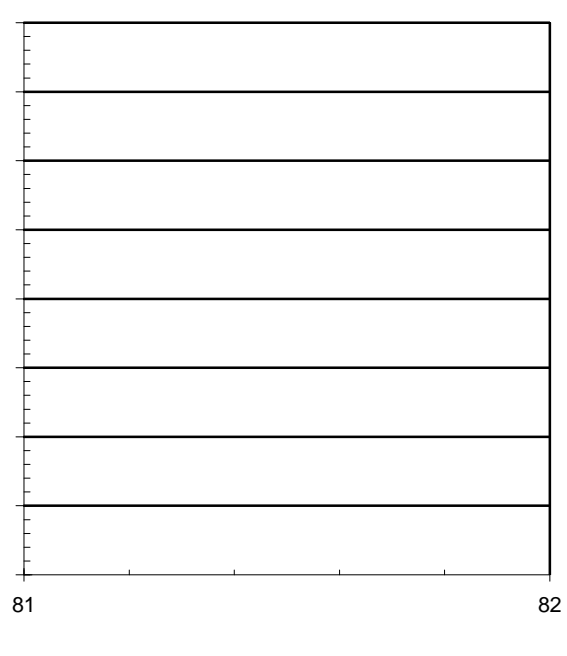
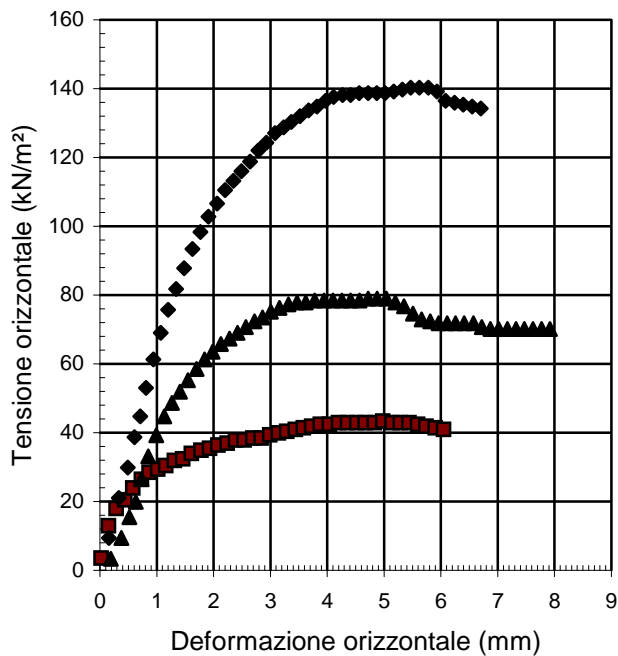
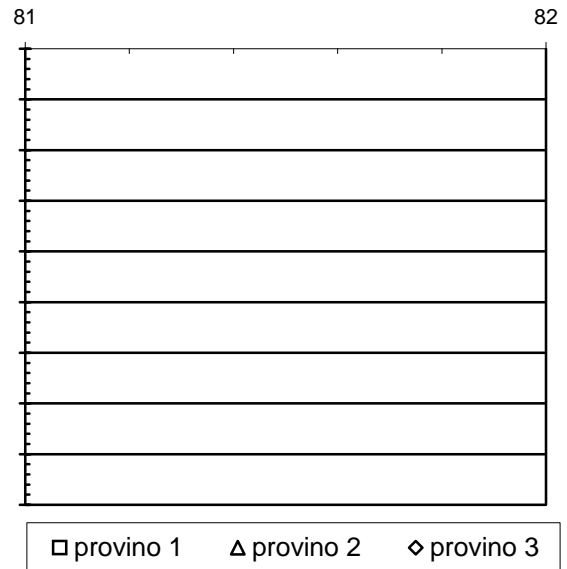
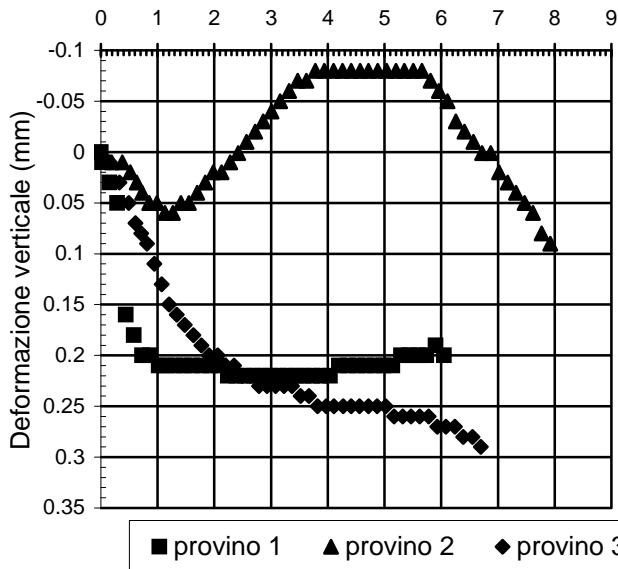
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. - ASTM D3080**

**SONDAGGIO :** S2 **CAMPIONE :** CD 1 **PROFONDITA':** 12.20 ÷ 12.50 m

**PICCO**

**RESIDUO**

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO**

**CSP\_15/0029-03**

DATA EMISSIONE:

05/03/2015

Pagina 4 di 4

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.**

**ASTM D3080**

**SONDAGGIO :** S2      **CAMPIONE :** CD 1      **PROFONDITA':** 12.20 ÷ 12.50 m

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)**

RELATIVI ALL' INTERVALLO DI PRESSIONE

da **98** kPa a **196** kPa

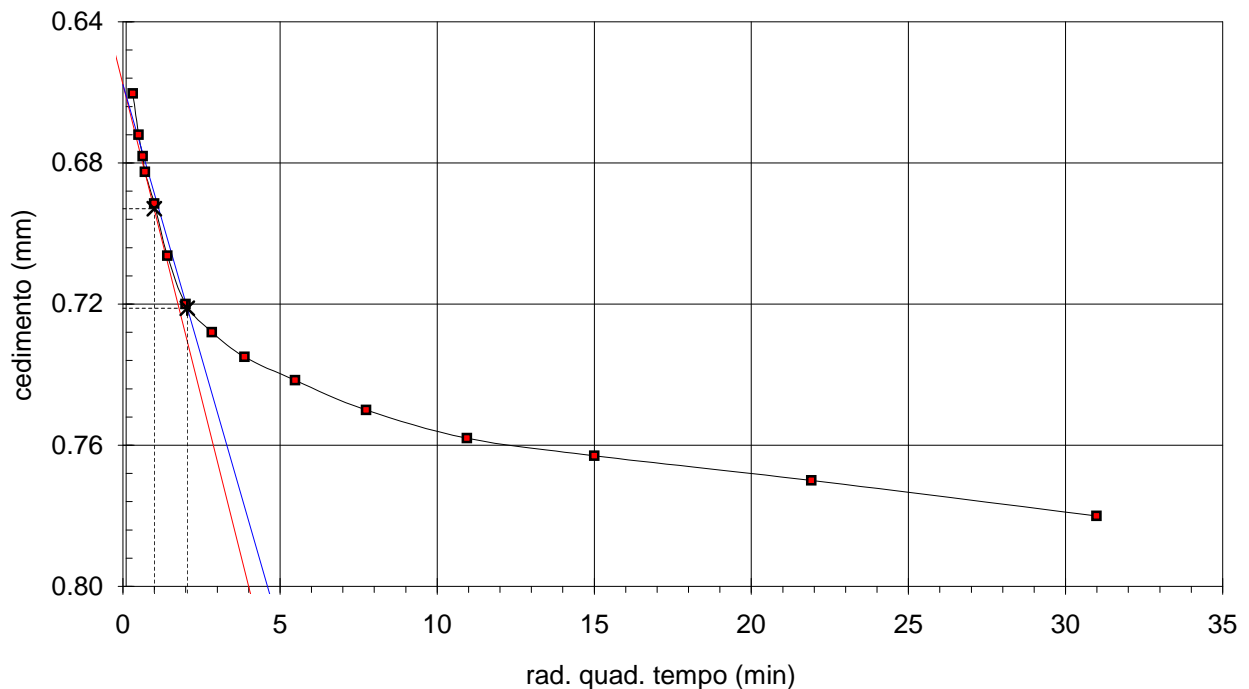
PROVINO n. **3**      PROFONDITA'

da 12.38 m a 12.41 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

VALORI MISURATI			
Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	0.660	960	0.780
0.25	0.672	1505	-
0.4	0.678	1800	-
0.5	0.683	2880	-
1	0.692	3600	-
2	0.706	5760	-
4	0.720		
8	0.728		
15	0.735		
30	0.742		
60	0.750		
120	0.758		
225	0.763		
480	0.770		

VALORI CALCOLATI			
$t_{90}$	(min) =	4.20	
$d_{90}$	(mm) =	0.72	
$t_{50}$	(min) =	1.00	
$d_{50}$	(mm) =	0.69	
Tempo per il raggiungimento della rottura			
$t_f$	(min) =	<b>50</b>	
$c_v$	(m <sup>2</sup> /sec) =	<b>3.134E-07</b>	
$m_v$	(m <sup>2</sup> /kN) =	1.684E-04	
$k_v$	(m/sec) =	5.168E-10	



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080) - INTERPOLAZIONE DATI

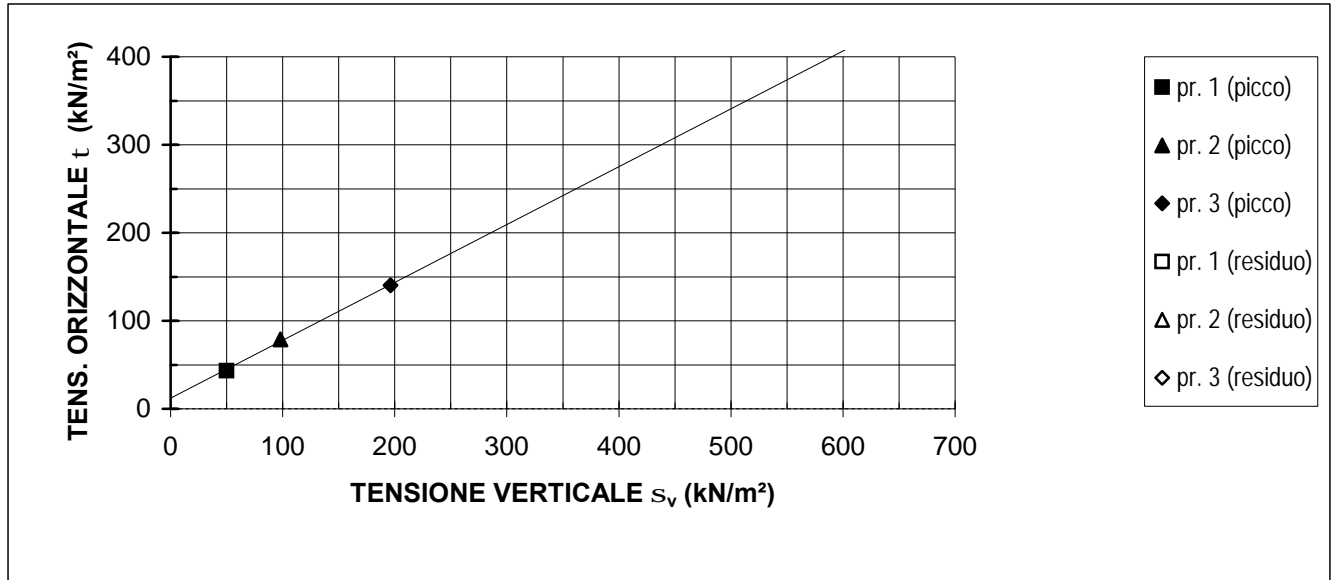
COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pagina 1 di 1

LOCALITA' : NOVI DI MODENA (MO)

CANTIERE : COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

SONDAGGIO : S2      CAMPIONE : CD 1      PROFONDITA': 12.20 ÷ 12.50 m



Risultati della regressione lineare			
		Valori di picco	Valori residui
Intercetta sull' asse y	=	12.10 kN/m <sup>2</sup>	= - kN/m <sup>2</sup>
inclinazione retta	=	33.33 ° sess.	= - ° sess.

*L'interpretazione sopra riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

NOTE:

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0029-04****COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0029\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABMLFIERE**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** doppio sacchetto PET

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> CD 1	<b>Profondità :</b> 12.20 - 12.50	m
-----------------------	------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
KED	Determinazione del coefficiente di permeabilità in cella edometrica	1	UNI CEN ISO/TS 17892-11

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER



**CERTIFICATO n°**

**CSP\_15/0029-04**

**DATA EMISSIONE: 05/03/2015**

Pag 2 di 3

**DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA**

**(Carico Variabile UNI CEN ISO/TS 17892-11:2004 punto 4.2)**

**SONDAGGIO : S2 CAMPIONE: CD 1 PROFONDITA' (m): 12.20 ÷ 12.50**

CONDIZIONI DEL PROVINO: come ricevuto		Riferimento Certificato:	
Profondità del provino		da m 12.47	a m 12.50
Data	(dd/mm/yyyy)	Inizio prova 23/02/2015	Fine prova 23/02/2015
Altezza provino	(mm)	H <sub>o</sub> = 20.00	H <sub>f</sub> = 18.91
Diametro provino	(mm)	D <sub>o</sub> = 71.36	D <sub>f</sub> = 71.36
Contenuto in acqua	(%)	w <sub>o</sub> = 22.95	w <sub>f</sub> = 19.78
Peso di volume	(kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>o</sub> = 20.15	γ <sub>f</sub> = 20.76
P. di vol. secco	(kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> = 16.39	γ <sub>df</sub> = 17.33
Indice dei vuoti	(-)	e <sub>o</sub> = 0.626	e <sub>f</sub> = 0.537
Grado di saturaz.	(%)	S <sub>o</sub> = 99.64	S <sub>f</sub> = 99.97
P. sp. dei grani	(-)	G <sub>s</sub> = 2.720	assunto
Riferimento:		Certificato	

**DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'**

Data inizio intervallo di tempo considerato:	dd/mm/yyyy	23/02/2015
Ora inizio intervallo di tempo considerato	hh.mm.ss	13.18.20
Data fine intervallo di tempo considerato:	dd/mm/yyyy	23/02/2015
Ora fine intervallo di tempo considerato	hh.mm.ss	16.53.50
Pressione verticale efficace sul provino	σ <sub>v</sub> = kPa	98
Sezione buretta graduata	a = mm <sup>2</sup>	51.00
Superficie di filtrazione	A = mm <sup>2</sup>	3999.99
Lunghezza di filtrazione	l = mm	18.915
Carico idraulico iniziale	h <sub>1</sub> = mm	272.29
Carico idraulico finale	h <sub>2</sub> = mm	218.37
Tempo trascorso	t = sec	12930
Temperatura di prova	T = °C	17

Valore determinato alla temperatura di prova		
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' k <sub>T</sub>	= $\frac{a l}{A t} \ln \frac{h_1}{h_2}$	= m/s 4.12E-09

Valore corretto per la temperatura di riferimento di 10°C		
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' k <sub>10</sub>	= a x k <sub>T</sub>	= m/s 3.42E-09

fattore di correzione α = 1,359/(1+0,337xT + 0,00022xT <sup>2</sup> )	= -	0.830
---	-----	-------

NOTE:

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE





**RAPPORTO DI PROVA n°**

**RSP\_15/0062-01**

**DATA EMISSIONE:**

13/03/2015

Pag 2 di 2

**DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO - VOLUMETRICHE**

**SONDAGGIO :** S2      **CAMPIONE:** CD 1      **PROFONDITA':** 12.20 ÷ 12.50 m

PROFONDITA' PROVINO      da m      12.47      a m      12.50

Umidità naturale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0029-04</i>	w	(%)	22.95
Massa volumica totale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0029-04</i>	g	(Mg/m <sup>3</sup> )	2.055
Massa volumica secca	gd	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.671
Peso specifico dei grani <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: assunto</i>	G <sub>s</sub>	-	2.720
Massa volumica della parte solida	gs	(Mg/m <sup>3</sup> )	2.717
Temperatura dell' acqua	T	°C	17
Massa volumica H <sub>2</sub> O alla temperatura T	g <sub>w</sub>	Mg/m <sup>3</sup>	0.99880
Indice dei vuoti	e	-	0.626
Porosità	n	(%)	38.49
Grado di saturazione	S	(%)	99.64
Massa volumica del terreno saturo	g <sub>sat</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	2.058

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

Sperimentatore

**RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVA**DATA DI EMISSIONE: **05/03/2015**COMMESSA N°: **15/013a**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0030 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': NOVI DI MODENA (MO)

CANTIERE: COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: CD 2

PROFONDITA' (m): 13.70-14.00 CONTENITORE /PRESTAZIONE: doppio sacchetto PVC

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 19/01/2015

OSSERVAZIONI:

**PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE**

<b>CODICE PROVA</b>	<b>DESCRIZIONE SINTETICA</b>	<b>Q.tà</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>CERTIFICATO DI PROVA</b>
DSC02	Descrizione geotecnica di campioni contenuti in sacchetto	1	ASTM D 2488-84	CSP 15/0030-01
GRT04	Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione	1	ASTM D 422	CSP 15/0030-02
TDR01a.1	'Prova di taglio diretto, Consolidata Drenata (C.D.), eseguita su tre provini ricostruiti	1	ASTM D 3080	CSP 15/0030-03
KED01	Determinazione diretta di K cella edometrica, fuori prova, $K < 10E-5$ cm/s	1	UNI CEN ISO/TS 17892-11	CSP 15/0030-04

per SINERGEA srl

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0030-01

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0030\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** doppio sacchetto PET

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> CD 2	<b>Profondità :</b> 13.70 - 14.00	m
-----------------------	------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

**DATA INIZIO PROVA:** 18/02/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 18/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

<b>CERTIFICATO n°</b> <b>CSP_15/0030-01</b>	<b>DATA EMISSIONE</b> <b>05/03/2015</b>
Pagina 2 di 2	

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :**    S2                      **CAMPIONE :**    CD 2                      **PROFONDITA' :**    13.70 ÷ 14.00 m

Data descrizione                      :    18/02/15                      Forma del campione                      :    cilindrica  
 Qualità del campione (AGI):        **Q.3.**                      Dimensioni del campione                :    L = 27 cm; φ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
13.73	14.00	L S debolmente A di colore grigio (N 5/ ). Presenza di livelli a maggiore contenuto in sabbia, puntature nerastre, veli calcarei e mica. Forte reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :**    **A** = Argilla/Argilloso                      **L** = Limo/Limoso                      **S** = Sabbia/Sabbioso                      **T** = Torba/Torboso  
                     **G** = Ghiaia/Ghiaioso                      **F** = Fine                      **M** = Medio                      **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ^ = perpendicolare all'asse del campione                      = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE			P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)				
13.70	13.73	13.73			
14.00	14.00	14.00			

**LEGENDA :**    CNW = contenuto in acqua                      il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova  
                     MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0030-02

**COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0030\_CSP

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI

**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)

**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** doppio sacchetto PET

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> CD 2	<b>Profondità :</b> 13.70 - 14.00	m
-----------------------	------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 18/02/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 27/02/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.



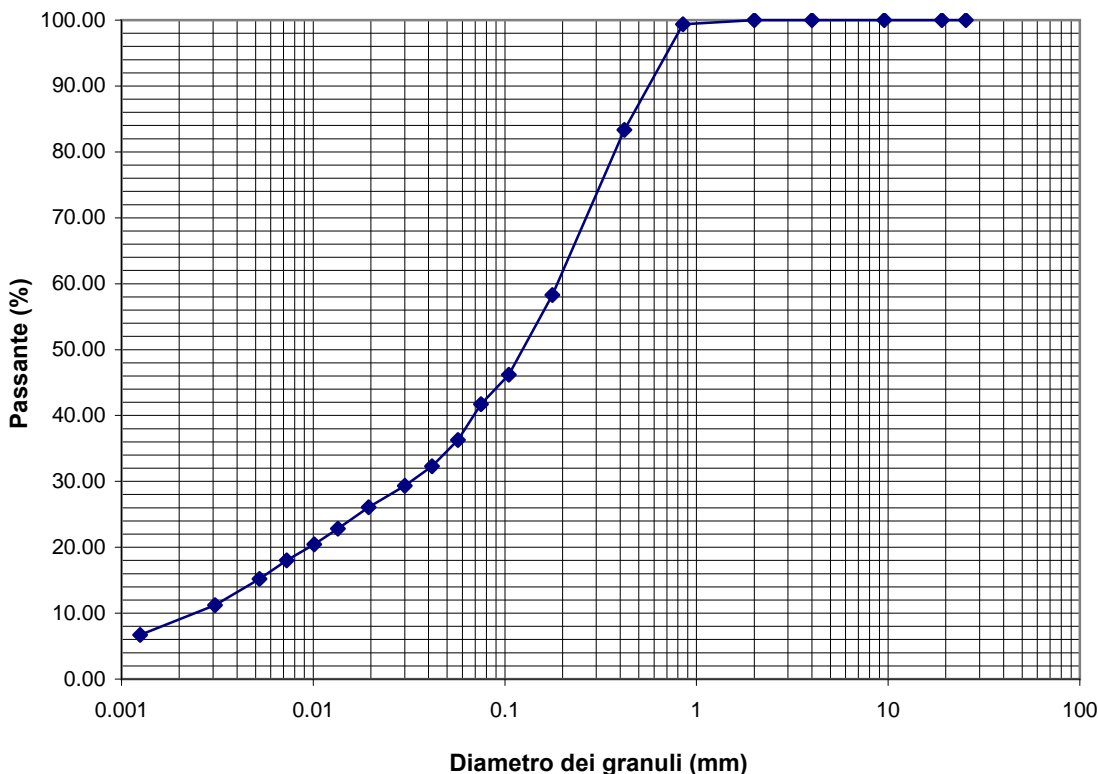
<b>CERTIFICATO n°</b> <b>CSP_15/0030-02</b>	<b>DATA EMISSIONE</b> 05/03/2015	<b>Pagina 2 di 2</b>
---	----------------------------------	----------------------

**ANALISI GRANULOMETRICA - ASTM D 422 -**

**SONDAGGIO :**    S2                    **CAMPIONE:**    CD 2                    **PROFONDITA':**    13.70 ÷ 14.00 m

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 478.35 g				massa provino 46.88 g	
profondità provino 13.73 ÷ 13.85 m				profondità provino 13.73 ÷ 13.85 m	
<b>VAGLI</b>	<b>APERTURA</b> mm	<b>PASSANTE</b> % in peso	<b>TRATTENUTO</b> % in peso	G <sub>s</sub> 2.700 - assunto	
				Riferimento: -	
1 1/2 "	38.1	-	-	eseguita sul passante al vaglio 200	
1 "	25.4	100.00	0.00	aerometro ASTM 151H	
3/4 "	19.05	100.00	0.00	<b>DIAMETRO EQUIVALENTE</b>	
3/8 "	9.525	100.00	0.00	<b>D (mm)</b>	
5	4	100.00	0.00	0.05698	36.27
10	2	99.98	0.02	0.04161	32.31
20	0.85	99.39	0.59	0.03010	29.34
30	0.59	-	-	0.01950	26.09
40	0.42	83.33	16.06	0.01345	22.84
50	0.297	-	-	0.01014	20.43
80	0.177	58.30	25.03	0.00728	18.03
100	0.149	-	-	0.00524	15.20
140	0.105	46.21	12.09	0.00307	11.24
200	0.075	41.74	4.47	0.00125	6.72

ARGILLA	LIMO			SABBIA			GHIAIA			CIOTTOLI
	Fine	Medio	Gross.	Fine	Media	Gross.	Fine	Media	Gross.	



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0030-03****COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0030\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETORE ACQUE BASSE MODENESI CABM**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** doppio sacchetto PET**Sondaggio :** S2 **Campione :** CD 2 **Profondità :** 13.70 - 14.00 m**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TDR	Prova di taglio diretto CD	3	ASTM D 3080 / p.i.

DATA INIZIO PROVA: 18/02/15

DATA TERMINE PROVA: 23/02/15

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0030-03**

DATA EMISSIONE: 05/03/2015

Pagina 2 di 4

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. - ASTM D3080**
**SONDAGGIO :** S2      **CAMPIONE :** CD 2      **PROFONDITA' :** 13.70 ÷ 14.00 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

Provino	1	2	3	4	LEGENDA
condizione	CR	CR	CR	-	CR = come ricevuto
Classe AGI	Q.3.	Q.3.	Q.3.	-	R = ricostruito come specificato in "Osservazioni"
sezione	quadrata 36 cm <sup>2</sup>	quadrata 36 cm <sup>2</sup>	quadrata 36 cm <sup>2</sup>	quadrata 36 cm <sup>2</sup>	R T99 = ricostruito AAHSTO T99 R T180 = ricostruito AAHSTO T180
Z (m)	13.76-13.79	13.82-13.85	13.79-13.82	-	Z = profondità del provino
h <sub>0</sub> (mm)	20.00	20.00	20.00	-	h <sub>0</sub> = altezza iniziale provino
w <sub>i</sub> (%)	12.52	16.82	12.41	-	w <sub>i</sub> = contenuto in acqua iniziale
<i>Rifer. Certificato</i>					w <sub>f</sub> = contenuto in acqua a fine prova
γ (Mg/m <sup>3</sup> )	2.183	2.071	2.128	-	γ = massa volumica totale
<i>Rifer. Certificato</i>					γ <sub>d</sub> = massa volumica provino secco
γ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	1.940	1.773	1.893	-	γ <sub>s</sub> = massa volumica della parte solida
G <sub>s</sub> (-) assunto	2.700	2.700	2.700	-	γ <sub>w</sub> = massa volumica dell' acqua alla temperatura T°
<i>Rifer. Certificato</i>					G <sub>s</sub> = peso specifico dei grani
γ <sub>s</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	2.696	2.696	2.696	-	T = temperatura dell' acqua
T (°C)	18	18	18	-	e = indice dei vuoti
γ <sub>w</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )	0.99862	0.99862	0.99862	-	n = porosità
e (-)	0.390	0.521	0.424	-	S = grado di saturazione
n (%)	28.05	34.25	29.79	-	σ <sub>v</sub> = pressione verticale
S (%)	86.64	87.05	78.87	-	τ <sub>max</sub> = massima tensione di taglio misurata
S <sub>v</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	<b>100.0</b>	<b>196.1</b>	<b>392.3</b>	-	D <sub>o</sub> τ <sub>max</sub> = deformazione orizzontale alla massima tensione
t <sub>max</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	<b>111.2</b>	<b>163.1</b>	<b>360.0</b>	-	τ <sub>r</sub> = resistenza al taglio residua
D <sub>o</sub> τ <sub>max</sub> (mm)	1.86	3.16	2.88	-	D <sub>oc</sub> = deformazione orizzontale cumulativa
h <sub>dc</sub> (mm)	19.51	19.13	19.44	-	v <sub>p</sub> = velocità avanzamento apparecchiatura - picco
t <sub>50</sub> (min)			1.3	-	v <sub>r</sub> = velocità avanzamento apparecchiatura - residuo
t <sub>f</sub> stim. (min)			66	-	h <sub>dc</sub> = altezza provino a fine consolidazione
v <sub>p</sub> (mm/min)	0.005	0.005	0.005	-	t <sub>f</sub> stim = tempo di rottura stimato
t <sub>f</sub> eff. (min)	372	632	576	-	t <sub>f</sub> eff. = tempo di rottura effettivo
v <sub>r</sub> (mm/min)	-	-	-	-	
t <sub>r</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	
D <sub>oc</sub> (mm)	-	-	-	-	
w <sub>f</sub> (%)	10.05	15.82	12.09	-	
<i>Rifer. Certificato</i>					

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

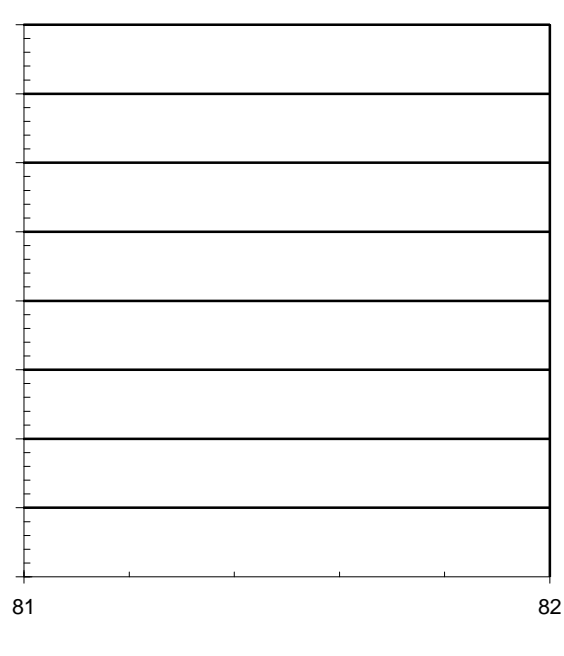
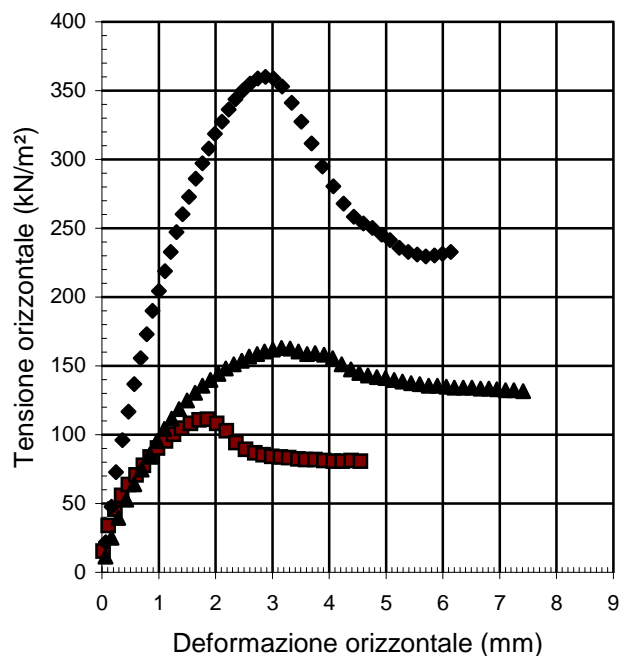
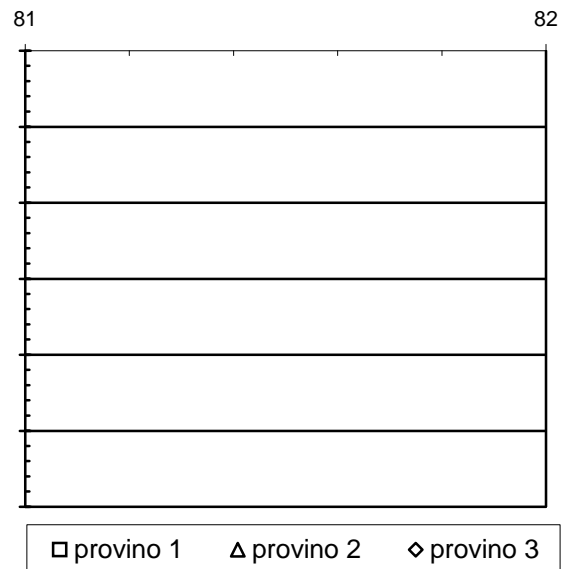
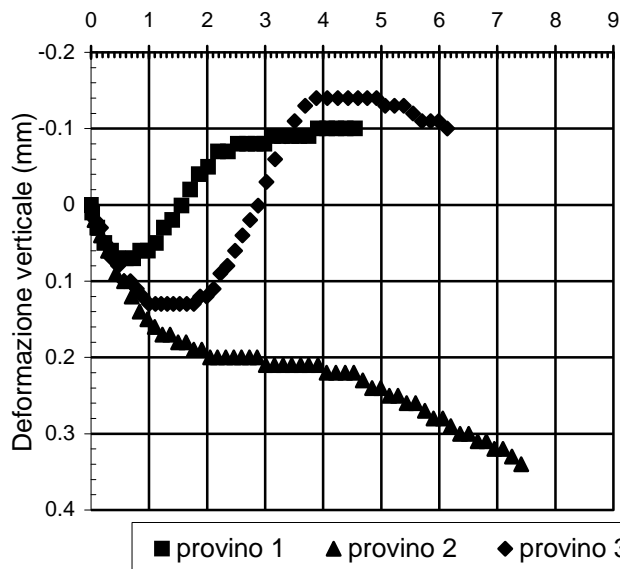
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. - ASTM D3080**

**SONDAGGIO :** S2      **CAMPIONE :** CD 2      **PROFONDITA':** 13.70 ÷ 14.00 m

**PICCO**

**RESIDUO**

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO**

**CSP\_15/0030-03**

DATA EMISSIONE:

05/03/2015

Pagina 4 di 4

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.**

**ASTM D3080**

**SONDAGGIO :** S2      **CAMPIONE :** CD 2      **PROFONDITA':** 13.70 ÷ 14.00 m

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)**

RELATIVI ALL' INTERVALLO DI PRESSIONE

da **196** kPa a **392** kPa

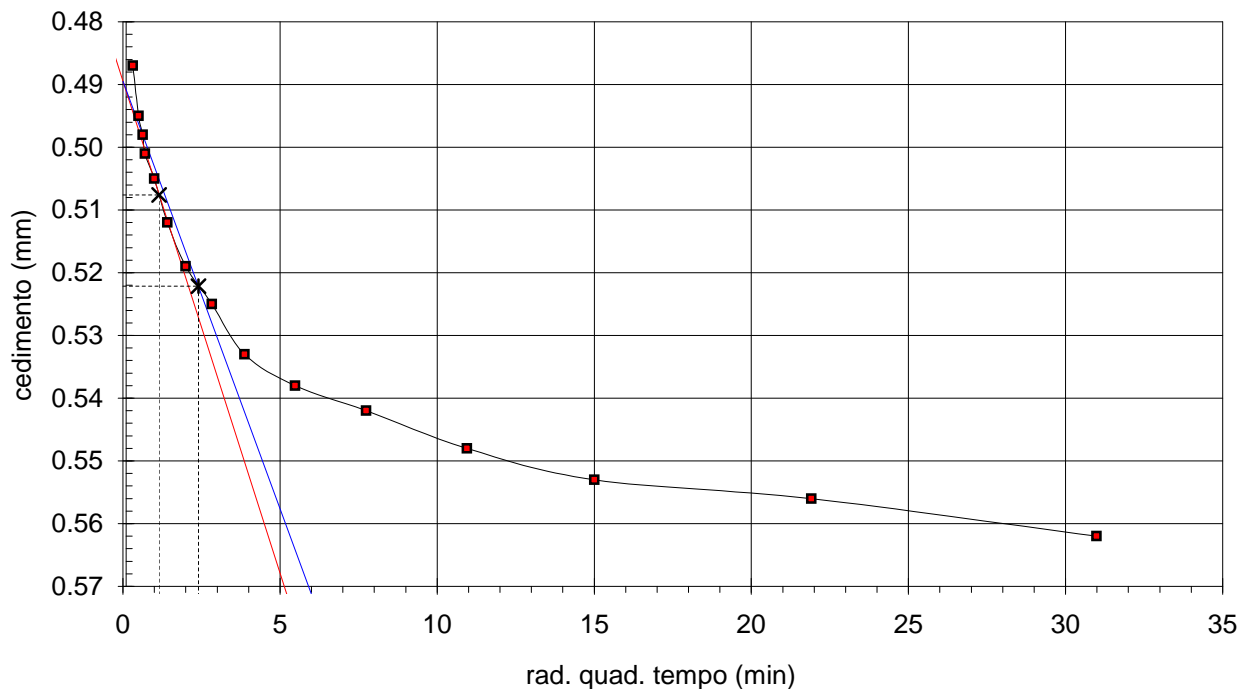
PROVINO n. **3**      PROFONDITA'

da 13.79 m a 13.82 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

VALORI MISURATI			
Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	0.487	960	0.562
0.25	0.495	1505	-
0.4	0.498	1800	-
0.5	0.501	2880	-
1	0.505	3600	-
2	0.512	5760	-
4	0.519		
8	0.525		
15	0.533		
30	0.538		
60	0.542		
120	0.548		
225	0.553		
480	0.556		

VALORI CALCOLATI			
t <sub>90</sub>	(min)	=	5.76
d <sub>90</sub>	(mm)	=	0.52
t <sub>50</sub>	(min)	=	1.32
d <sub>50</sub>	(mm)	=	0.51
Tempo per il raggiungimento della rottura			
t <sub>f</sub>	(min)	=	66
c <sub>v</sub>	(m <sup>2</sup> /sec)	=	2.331E-07
m <sub>v</sub>	(m <sup>2</sup> /kN)	=	5.530E-05
k <sub>v</sub>	(m/sec)	=	1.262E-10



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080) - INTERPOLAZIONE DATI

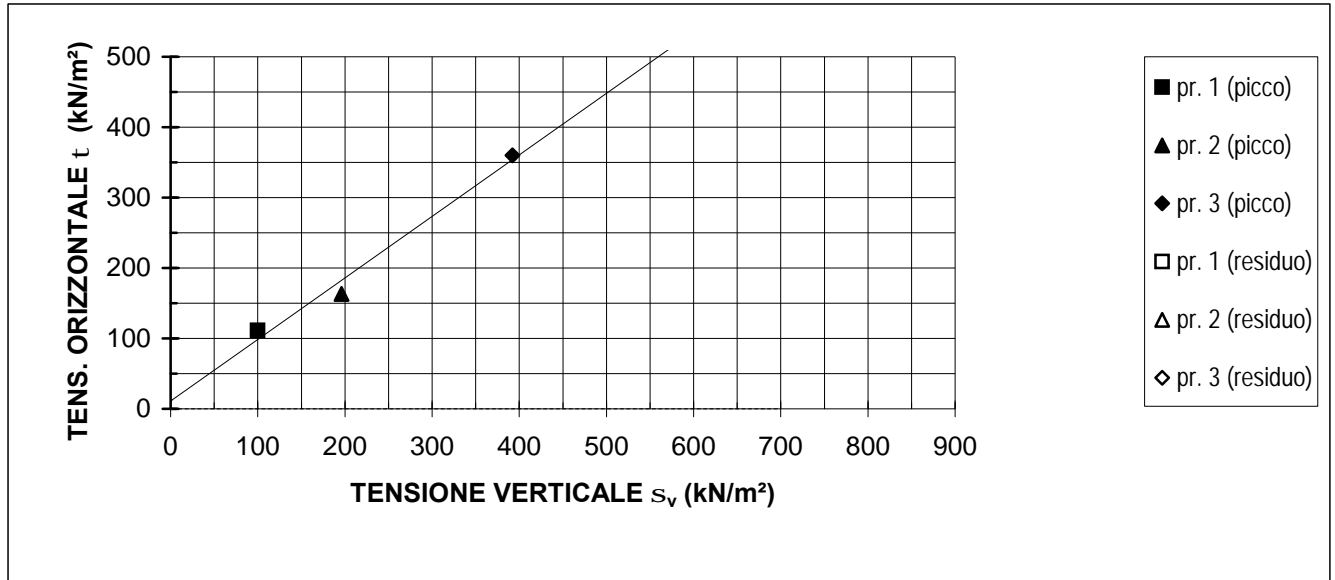
COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pagina 1 di 1

LOCALITA' : NOVI DI MODENA (MO)

CANTIERE : COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM

SONDAGGIO : S2      CAMPIONE : CD 2      PROFONDITA': 13.70 ÷ 14.00 m



Risultati della regressione lineare			
		Valori di picco	Valori residui
Intercetta sull' asse y	=	10.91 kN/m <sup>2</sup>	= - kN/m <sup>2</sup>
inclinazione retta	=	41.15 ° sess.	= - ° sess.

*L'interpretazione sopra riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

NOTE:

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0030-04****COMMESSA :** 15/013a **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0030\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** NOVI DI MODENA (MO)**CANTIERE :** COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI CABM**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 05/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** doppio sacchetto PET

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> CD 2	<b>Profondità :</b> 13.70 - 14.00	m
-----------------------	------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 19/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
KED	Determinazione del coefficiente di permeabilità in cella edometrica	1	UNI CEN ISO/TS 17892-11

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**
**CSP\_15/0030-04**
**DATA EMISSIONE:** 05/03/2015

Pag 2 di 3

**DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' IN CELLA EDOMETRICA**
**(Carico Variabile UNI CEN ISO/TS 17892-11:2004 punto 4.2)**
**SONDAGGIO :** S2 **CAMPIONE:** CD 2 **PROFONDITA' (m):** 13.70 ÷ 14.00

CONDIZIONI DEL PROVINO: come ricevuto		Riferimento Certificato:	
Profondità del provino		da m 13.73	a m 13.76
Data	(dd/mm/yyyy)	Inizio prova 23/02/2015	Fine prova 23/02/2015
Altezza provino	(mm)	H <sub>o</sub> = 20.00	H <sub>f</sub> = 19.62
Diametro provino	(mm)	D <sub>o</sub> = 71.36	D <sub>f</sub> = 71.36
Contenuto in acqua	(%)	w <sub>o</sub> = 9.67	w <sub>f</sub> = 9.50
Peso di volume	(kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>o</sub> = 22.32	γ <sub>f</sub> = 22.71
P. di vol. secco	(kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> = 20.35	γ <sub>df</sub> = 20.74
Indice dei vuoti	(-)	e <sub>o</sub> = 0.300	e <sub>f</sub> = 0.275
Grado di saturaz.	(%)	S <sub>o</sub> = 87.02	S <sub>f</sub> = 93.09
P. sp. dei grani	(-)	G <sub>s</sub> = 2.700	assunto
Riferimento:		Certificato	

**DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'**

Data inizio intervallo di tempo considerato:	dd/mm/yyyy	23/02/2015
Ora inizio intervallo di tempo considerato	hh.mm.ss	8.48.02
Data fine intervallo di tempo considerato:	dd/mm/yyyy	23/02/2015
Ora fine intervallo di tempo considerato	hh.mm.ss	9.04.20
Pressione verticale efficace sul provino	σ <sub>v</sub> = kPa	98
Sezione buretta graduata	a = mm <sup>2</sup>	51.00
Superficie di filtrazione	A = mm <sup>2</sup>	3999.99
Lunghezza di filtrazione	l = mm	19.621
Carico idraulico iniziale	h <sub>1</sub> = mm	387.98
Carico idraulico finale	h <sub>2</sub> = mm	139.94
Tempo trascorso	t = sec	978
Temperatura di prova	T = °C	17

Valore determinato alla temperatura di prova		
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' k <sub>T</sub>	= $\frac{a l}{A t} \ln \frac{h_1}{h_2}$	= m/s
		2.61E-07

Valore corretto per la temperatura di riferimento di 10°C		
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' k <sub>10</sub>	= a x k <sub>T</sub>	= m/s
		2.17E-07

fattore di correzione α = 1,359/(1+0,337xT + 0,00022xT <sup>2</sup> )	= -	0.830
---	-----	-------

NOTE:

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE









**ALLEGATO 8**  
**INDAGINE SISMICA CON METODO SISMICO MASW – RELAZIONE TECNICA**

**REGIONE EMILIA ROMAGNA**  
**PROVINCIA DI MODENA E REGGIO EMILIA**

**INDAGINE GEOFISICA  
CON METODO SISMICO MASW  
RELAZIONE TECNICA**

A cura di:  
Dott. Geol. G. Vaccari

*MARZO 2015*

---

## INDICE

INTRODUZIONE .....	3
1.1 METODO DI INDAGINE .....	3
1.2 STRUMENTAZIONE .....	4
1.3 ELABORAZIONE .....	5
1.4 RISULTATI - DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE .....	7

---

## INTRODUZIONE

Su incarico della Dott.sa Geol. Claudia Borelli, è stata eseguita, in corrispondenza di argini di canali gestiti dal Consorzio di Bonifica Emilia Centrale, una campagna sismica con metodo MASW di tipo attivo. L'indagine è consistita nell'esecuzione di n. 4 MASW ed è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire da piano campagna ( $V_{s30}$ ), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (N.T.C. 23/09/05), al D.M. 14/01/08 ("Nuove norme tecniche per la costruzione") ed alla delibera G.R.E.R. (n. 1677 del 24/10/05).

Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita.

### 1.1 METODO DI INDAGINE

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali ( $V_s$ ) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico.

L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

---

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume ( $V_p$ ).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore.

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto sono stati eseguiti n. 4 stendimenti di 24 geofoni, utilizzando tutto lo spazio a disposizione, con spaziatura tra i geofoni di 2,0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2,0 m, 5,0 m e 10,0 metri dal primo geofono.

## **1.2 STRUMENTAZIONE**

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16S24-U", dotato di 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di gestire l'acquisizione simultanea su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di



---

software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza del peso di 8 kg e una piastra di battuta di alluminio.

### **1.3 ELABORAZIONE**

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 4.8 – Eliosoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di visualizzare il sismogramma nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce. Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtraggi "passa basso", "passa alto", "passa banda", "taglia banda", il "muting" e l'ACG. Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiale è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti.

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza.

Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori.

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  in funzione della profondità. L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un "spazio di ricerca", modelli caratterizzati da parametri velocità di taglio ( $V_s$ ) e spessori degli strati. Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di

---

volume ( $V_p$ ) che, assieme a spessore degli sismostrati e relative  $V_s$ , possono venire modificati anche manualmente. Tramite interazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata. Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche.

Avendo a disposizione informazioni aggiuntive, quali ad esempio prove penetrometriche statiche CPT, è stato possibile impostare un modello geologico\geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati e coefficiente di Poisson. Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito.

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle  $V_{s30}$  e correlazione al tipo di terreno, come da normativa.

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

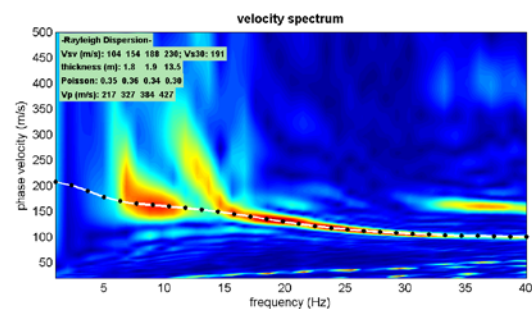
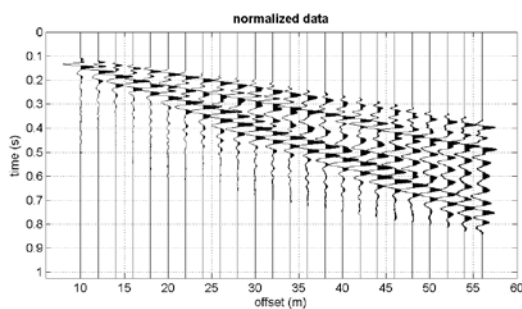
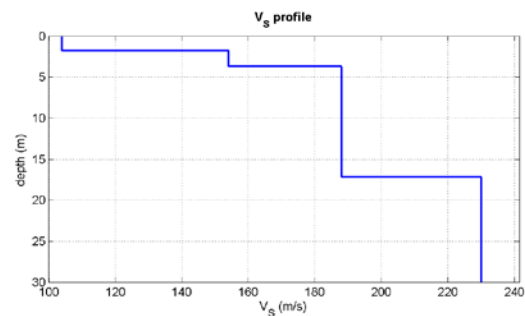
## 1.4 RISULTATI - DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

### INDAGINE SISMICA - Cavata Orientale -

L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s30}$  per la sezione indagata.

Il valore di  $V_{s30}$  è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **191 m/sec.**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
1.8	1.8	104
3.7	1.9	154
17.2	13.5	188
30.0	12.8	230



- Sismogramma, Curva di dispersione e Diagramma velocità/profondità-



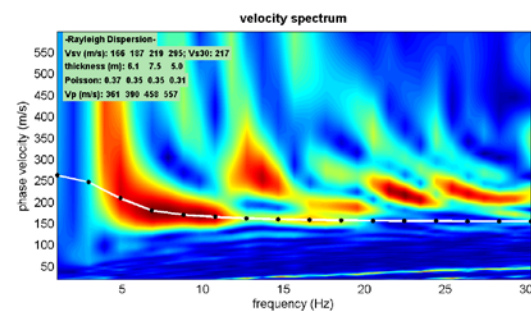
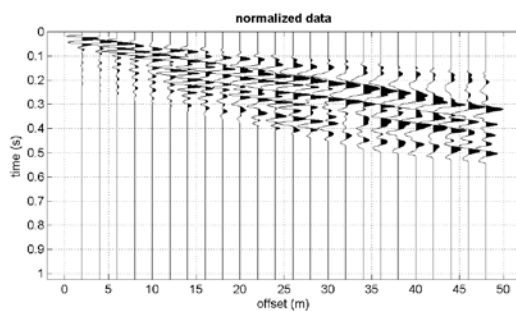
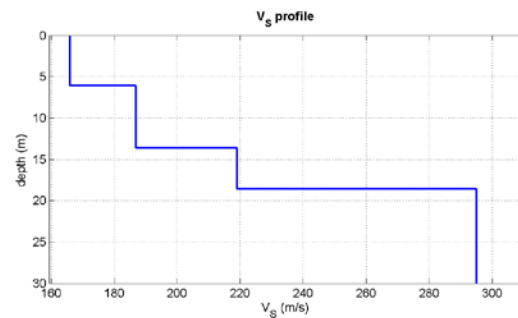
*- Ubicazione stendimento Cavata Orientale-*

## INDAGINE SISMICA – Fossa Nuova Cavata -

L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s30}$  per la sezione indagata.

Il valore di  $V_{s30}$  è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **217 m/sec.**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
6.1	6.1	166
13.6	7.5	187
18.6	5.0	219
30.0	11.4	295



- Sismogramma, Curva di dispersione e Diagramma velocità/profondità-



- Ubicazione stendimento Fossa Nuova Cavata -

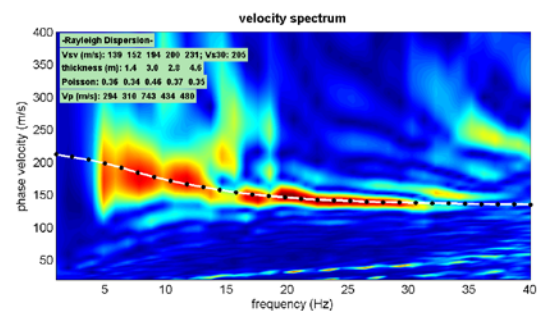
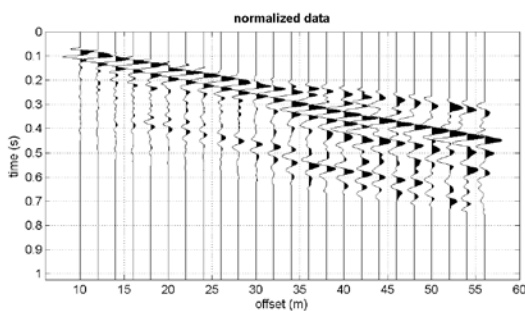
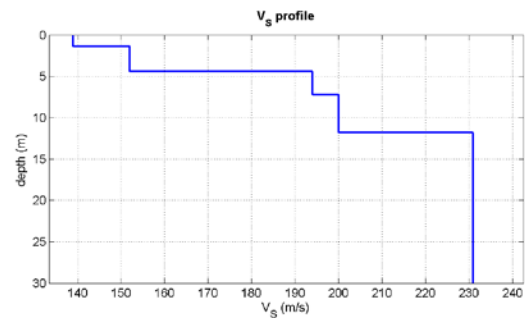
## INDAGINE SISMICA – CABM -

L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s30}$  per la sezione indagata.

Il valore di  $V_{s30}$  è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **205 m/sec.**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
1.4	1.4	139
4.4	3.0	152
7.2	2.8	194
11.8	4.6	200
30.0	22.2	231

www.winmasw.com



- Sismogramma, Curva di dispersione e Diagramma velocità/profondità-



- Ubicazione stendimento CABM -



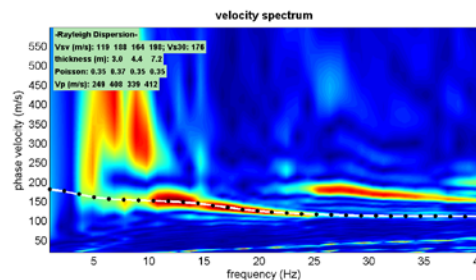
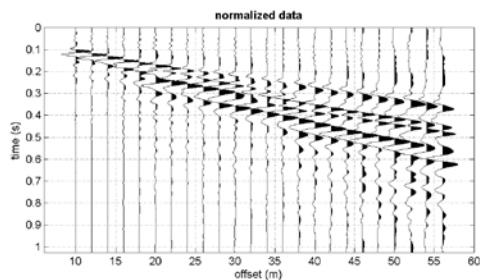
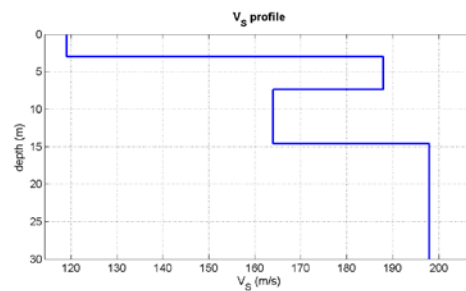
## INDAGINE SISMICA – CAVO ALFIERE-

L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s30}$  per la sezione indagata.

Il valore di  $V_{s30}$  è riferito ai primi 30 m a partire dal piano campagna risulta pari a **176 m/sec.**

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
3.0	3.0	119
7.4	4.4	188
14.6	7.2	164
30.0	15.4	198

[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



- Sismogramma, Curva di dispersione e Diagramma velocità/profondità-

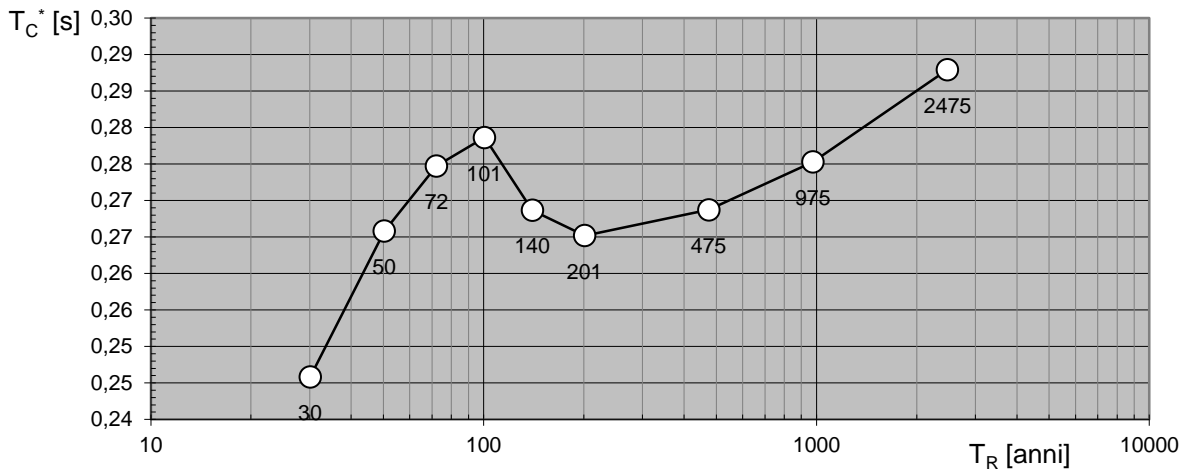
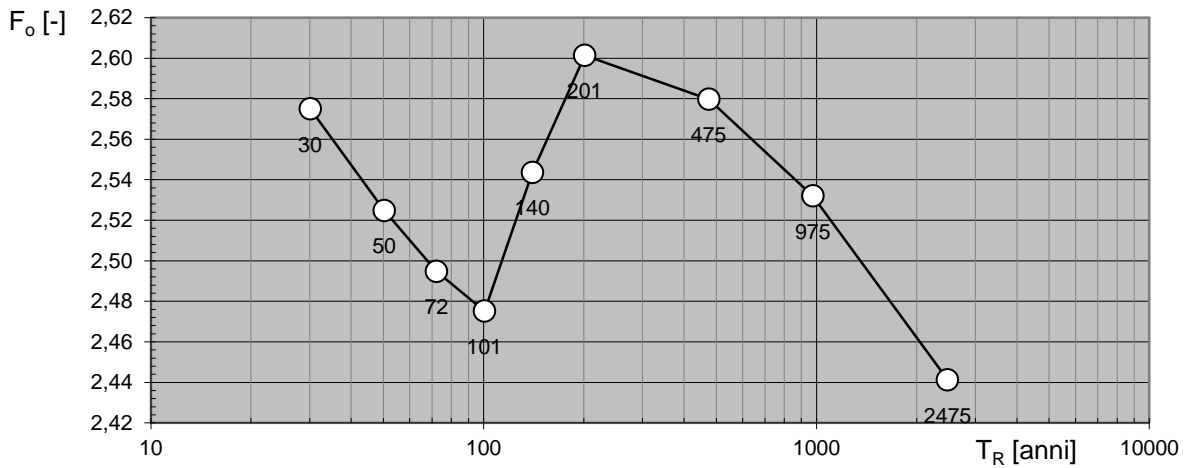
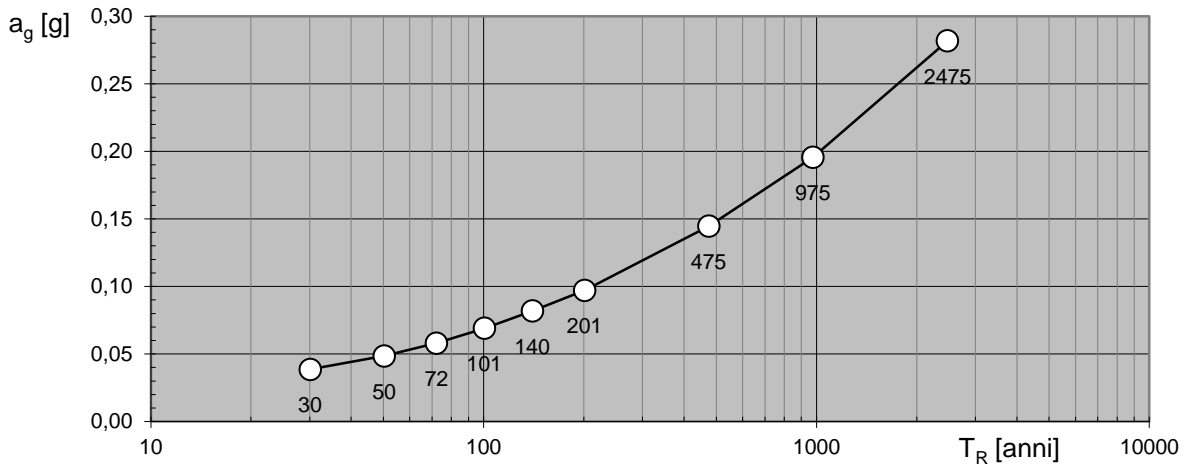


- Ubicazione stendimento Cavo Alfieri -

**ALLEGATO 9**  
**VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE**

**C.A.B.M.**

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  : variabilità col periodo di ritorno  $T_R$**



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

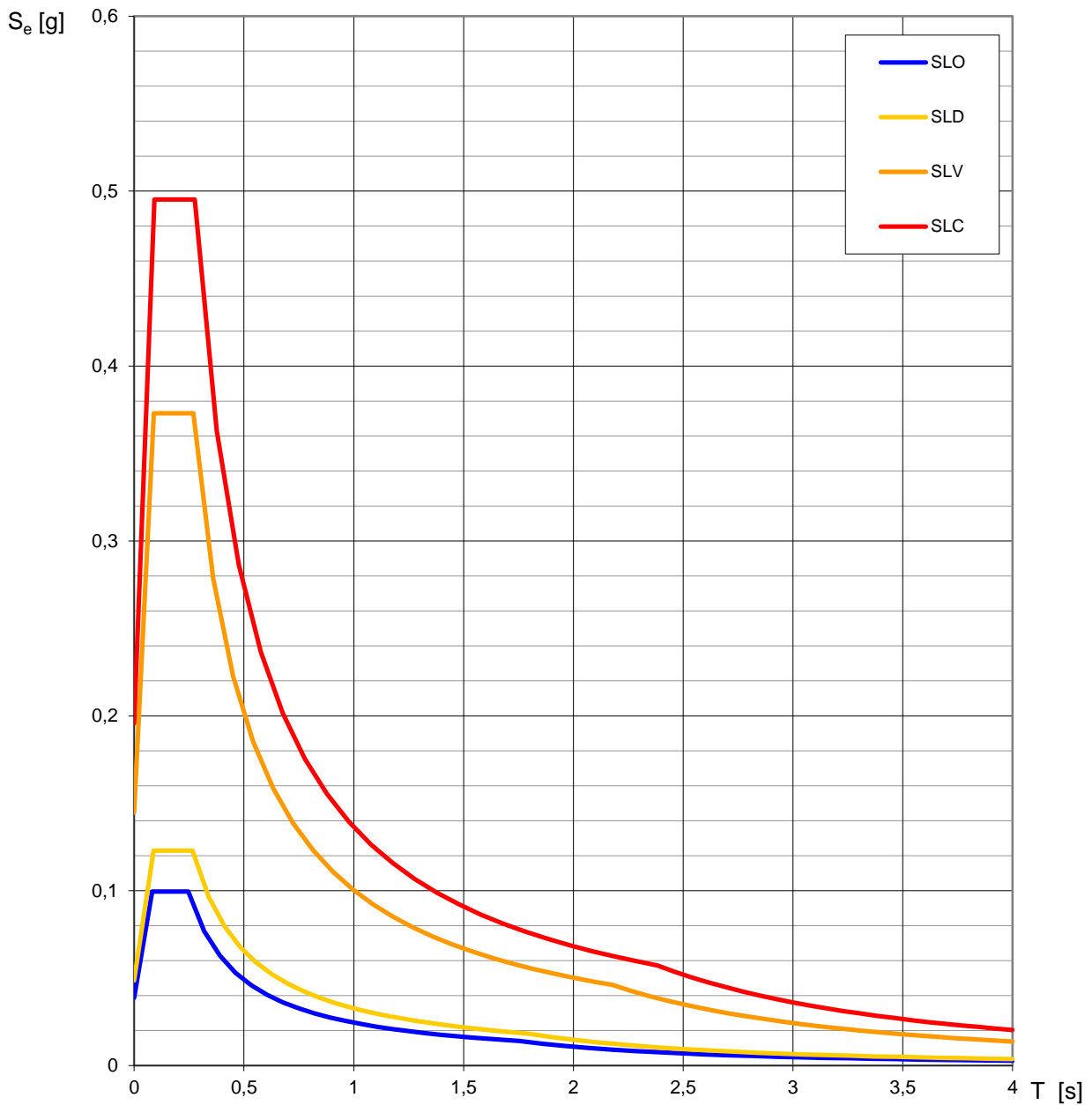
**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**

---

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,039	2,575	0,246
50	0,049	2,525	0,266
72	0,058	2,495	0,275
101	0,069	2,475	0,279
140	0,082	2,544	0,269
201	0,097	2,601	0,265
475	0,145	2,580	0,269
975	0,196	2,532	0,275
2475	0,282	2,441	0,288

---

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite**

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,039	2,575	0,246
SLD	50	0,049	2,524	0,266
SLV	475	0,145	2,580	0,269
SLC	975	0,196	2,532	0,275

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0,196 g
$F_o$	2,532
$T_C^*$	0,275 s
$S_S$	1,403
$C_C$	1,607
$S_T$	1,000
$q$	2,400

**Parametri dipendenti**

$S$	1,403
$\eta$	0,417
$T_B$	0,147 s
$T_C$	0,442 s
$T_D$	2,382 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,274
$T_B$ ←	0,147	0,289
$T_C$ ←	0,442	0,289
	0,535	0,239
	0,627	0,204
	0,720	0,178
	0,812	0,158
	0,904	0,142
	0,997	0,128
	1,089	0,118
	1,181	0,108
	1,274	0,101
	1,366	0,094
	1,459	0,088
	1,551	0,083
	1,643	0,078
	1,736	0,074
	1,828	0,070
	1,920	0,067
	2,013	0,064
	2,105	0,061
	2,198	0,058
	2,290	0,056
$T_D$ ←	2,382	0,054
	2,459	0,050
	2,536	0,047
	2,613	0,045
	2,690	0,042
	2,767	0,040
	2,844	0,039
	2,921	0,039
	2,999	0,039
	3,076	0,039
	3,153	0,039
	3,230	0,039
	3,307	0,039
	3,384	0,039
	3,461	0,039
	3,538	0,039
	3,615	0,039
	3,692	0,039
	3,769	0,039
	3,846	0,039
	3,923	0,039
	4,000	0,039

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0,196 g
$F_o$	2,532
$T_C$	0,275 s
$S_S$	1,403
$C_C$	1,607
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,403
$\eta$	1,000
$T_B$	0,147 s
$T_C$	0,442 s
$T_D$	2,382 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,274
$T_B \leftarrow$	0,147	0,695
$T_C \leftarrow$	0,442	0,695
	0,535	0,575
	0,627	0,490
	0,720	0,427
	0,812	0,379
	0,904	0,340
	0,997	0,308
	1,089	0,282
	1,181	0,260
	1,274	0,241
	1,366	0,225
	1,459	0,211
	1,551	0,198
	1,643	0,187
	1,736	0,177
	1,828	0,168
	1,920	0,160
	2,013	0,153
	2,105	0,146
	2,198	0,140
	2,290	0,134
$T_D \leftarrow$	2,382	0,129
	2,459	0,121
	2,536	0,114
	2,613	0,107
	2,690	0,101
	2,767	0,096
	2,844	0,090
	2,921	0,086
	2,999	0,081
	3,076	0,077
	3,153	0,074
	3,230	0,070
	3,307	0,067
	3,384	0,064
	3,461	0,061
	3,538	0,058
	3,615	0,056
	3,692	0,054
	3,769	0,052
	3,846	0,049
	3,923	0,048
	4,000	0,046

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_{qv}$	0,117 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,512
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,117
$T_B \leftarrow$	0,050	0,197
$T_C \leftarrow$	0,150	0,197
	0,235	0,126
	0,320	0,092
	0,405	0,073
	0,490	0,060
	0,575	0,051
	0,660	0,045
	0,745	0,040
	0,830	0,036
	0,915	0,032
$T_D \leftarrow$	1,000	0,030
	1,094	0,025
	1,188	0,021
	1,281	0,018
	1,375	0,016
	1,469	0,014
	1,563	0,012
	1,656	0,011
	1,750	0,010
	1,844	0,009
	1,938	0,008
	2,031	0,007
	2,125	0,007
	2,219	0,006
	2,313	0,006
	2,406	0,005
	2,500	0,005
	2,594	0,004
	2,688	0,004
	2,781	0,004
	2,875	0,004
	2,969	0,003
	3,063	0,003
	3,156	0,003
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_{qv}$	0,117 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,512
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

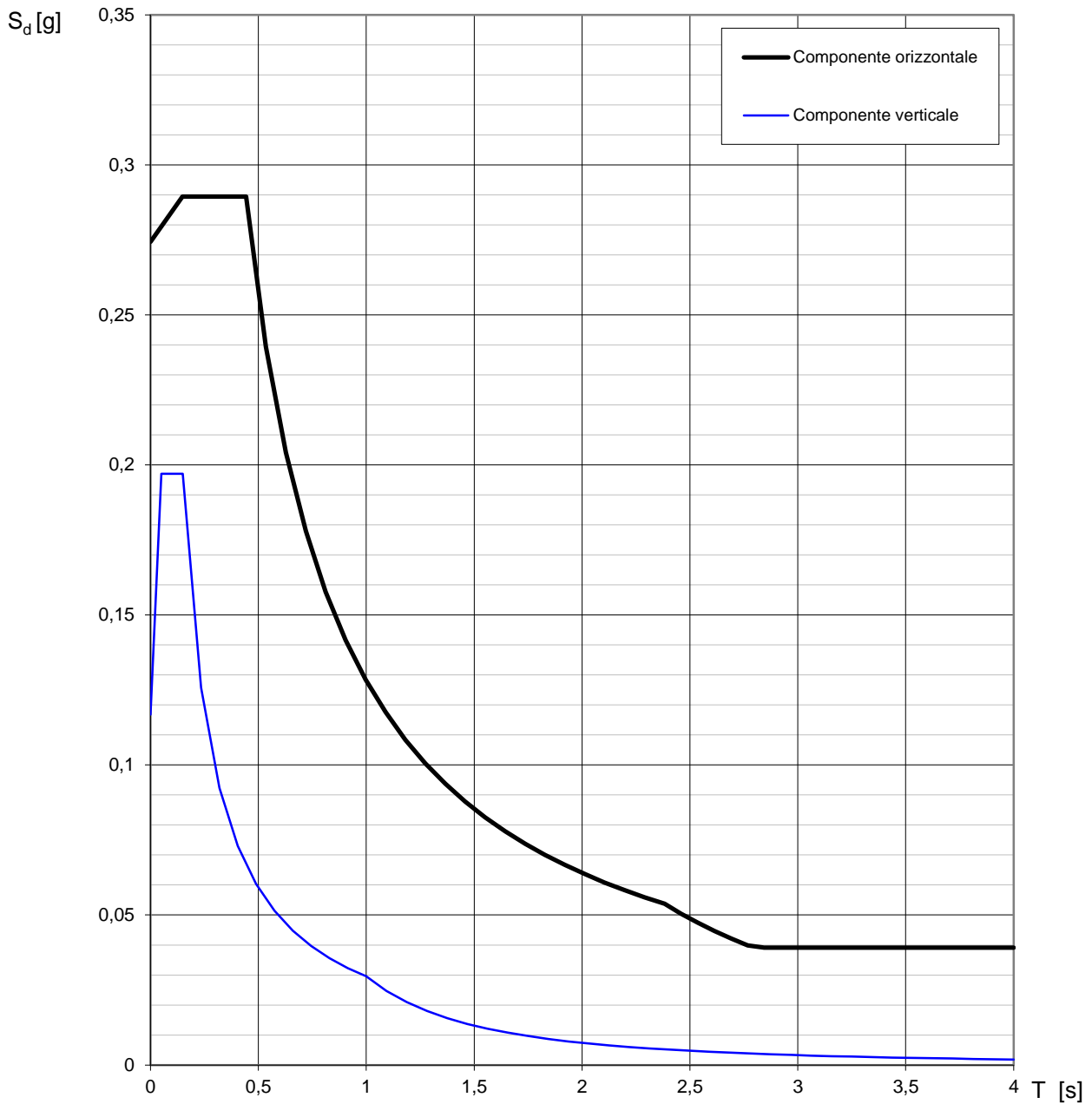
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

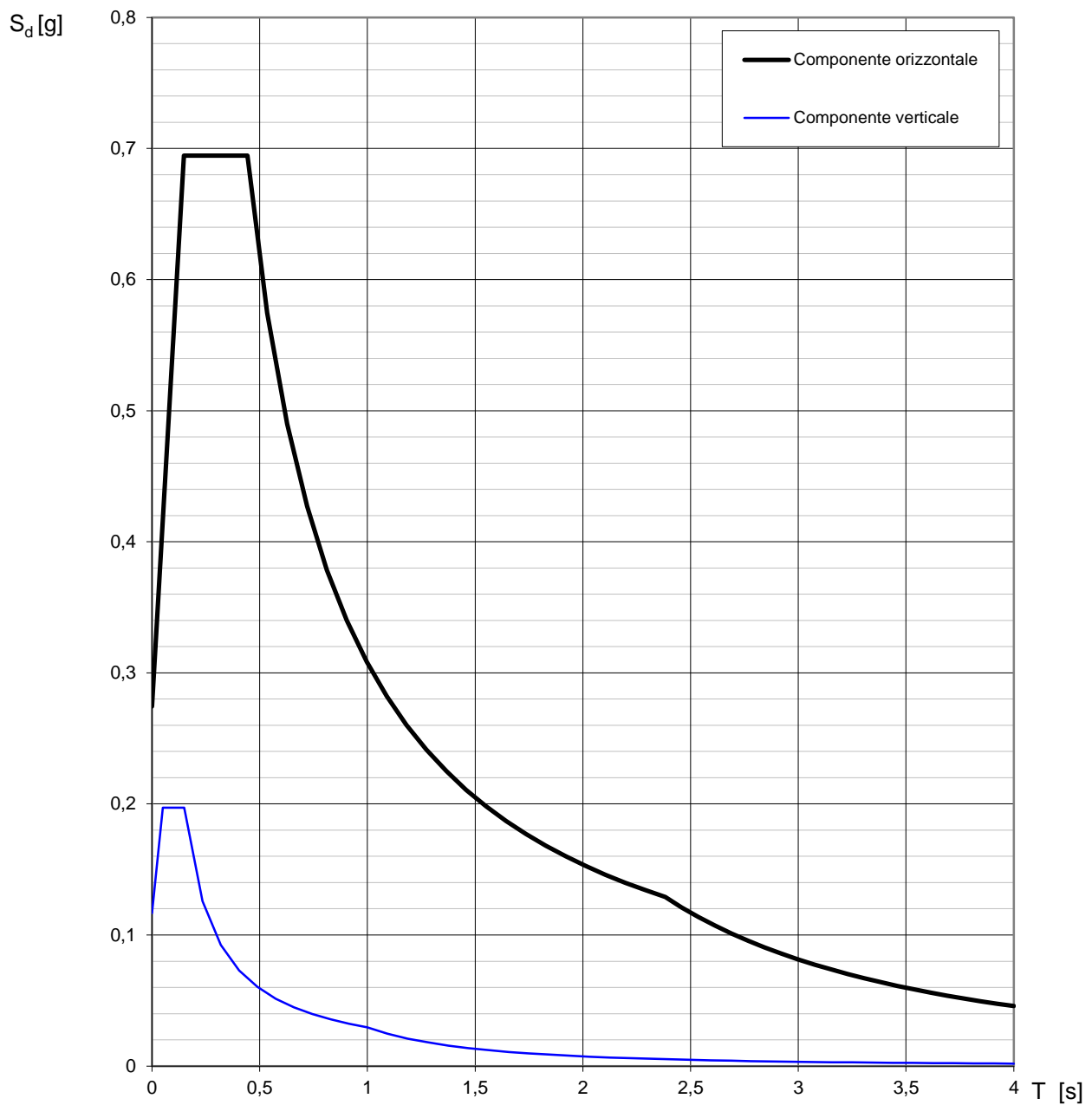
**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,117
$T_B \leftarrow$	0,050	0,197
$T_C \leftarrow$	0,150	0,197
	0,235	0,126
	0,320	0,092
	0,405	0,073
	0,490	0,060
	0,575	0,051
	0,660	0,045
	0,745	0,040
	0,830	0,036
	0,915	0,032
$T_D \leftarrow$	1,000	0,030
	1,094	0,025
	1,188	0,021
	1,281	0,018
	1,375	0,016
	1,469	0,014
	1,563	0,012
	1,656	0,011
	1,750	0,010
	1,844	0,009
	1,938	0,008
	2,031	0,007
	2,125	0,007
	2,219	0,006
	2,313	0,006
	2,406	0,005
	2,500	0,005
	2,594	0,004
	2,688	0,004
	2,781	0,004
	2,875	0,004
	2,969	0,003
	3,063	0,003
	3,156	0,003
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC**

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC**

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.