

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 DIVERSIVO FOSSA NUOVA CAVATA

### RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI SVOLTE

Doc. Rif. R1501a\_L1501Diversivo Fossa Nuova Cavata\_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>DIVERSIVO FOSSA NUOVA CAVATA .....</b>	<b>14</b>
5 Inquadramento geografico.....	14
6 Descrizione degli interventi in progetto .....	14
7 Caratteristiche geologiche e litologiche locali.....	16
8 Indagini geologiche da banca dati regionale .....	18
9 Indagini geologiche specifiche.....	19
9.1. Campagna di indagini geognostiche .....	19
9.1.1. Prove penetrometriche statiche CPT .....	19
9.1.2. Sondaggi a carotaggio continuo.....	20
9.1.3. Prove geotecniche di laboratorio .....	20
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>25</b>

## ELENCO ALLEGATI

Allegato 1	Inquadramento corografico dei canali oggetto di intervento	Scala 1:75.000
DIVERSIVO FOSSA NUOVA CAVATA		
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.

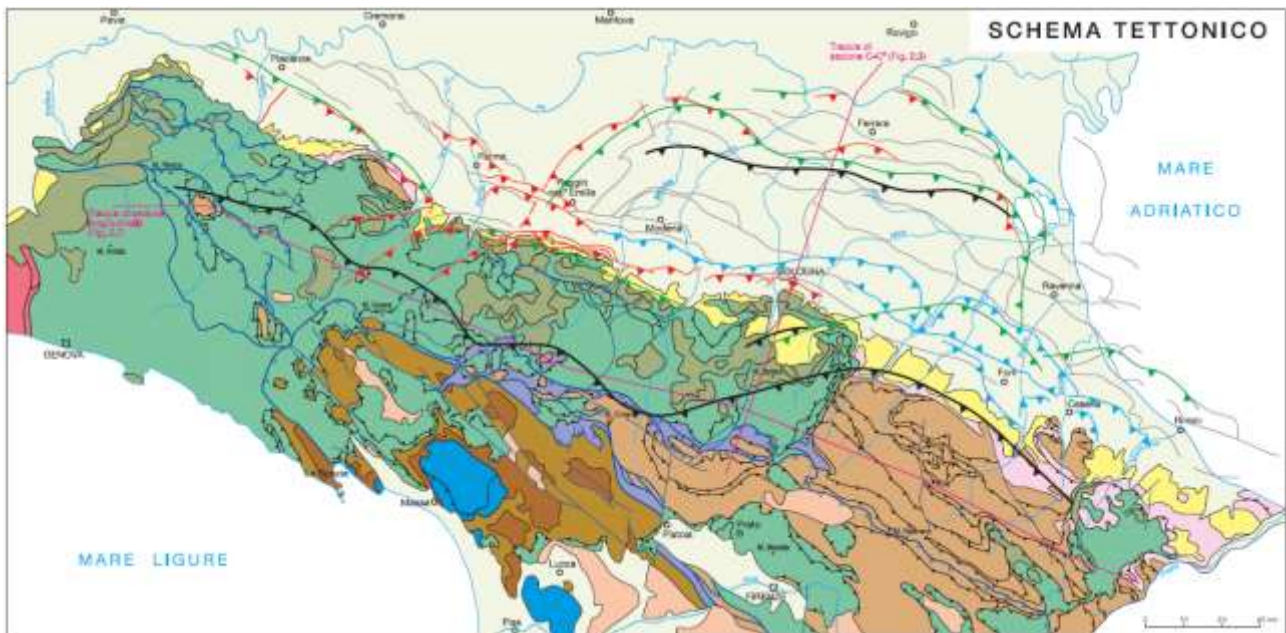


Figura 1. Principali lineamenti strutturali attivi in Emilia-Romagna

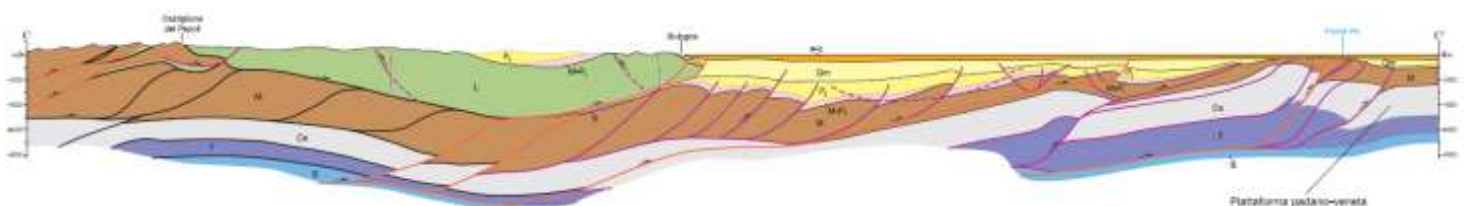


Figura 2. Sezione sismogeologica profonda nel sottosuolo della pianura, trasversale all'Appennino ed alla Pianura Padana sud-nord

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 avansfossa 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.



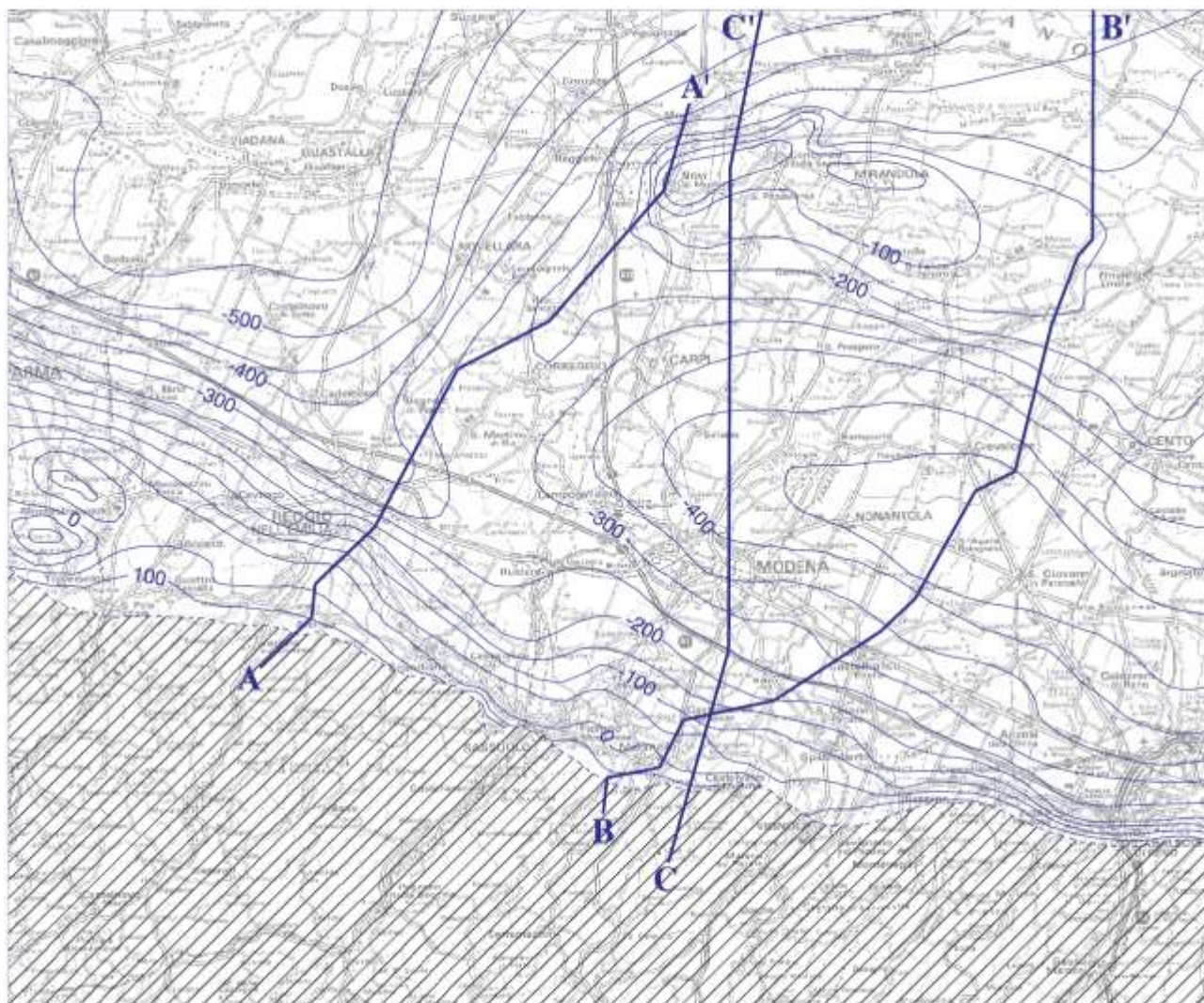


Figura 3. Profondità (in m s.l.m.) del limite basale dei sedimenti quaternari continentali (da Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998, con modifiche). Equidistanza m 50.

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.

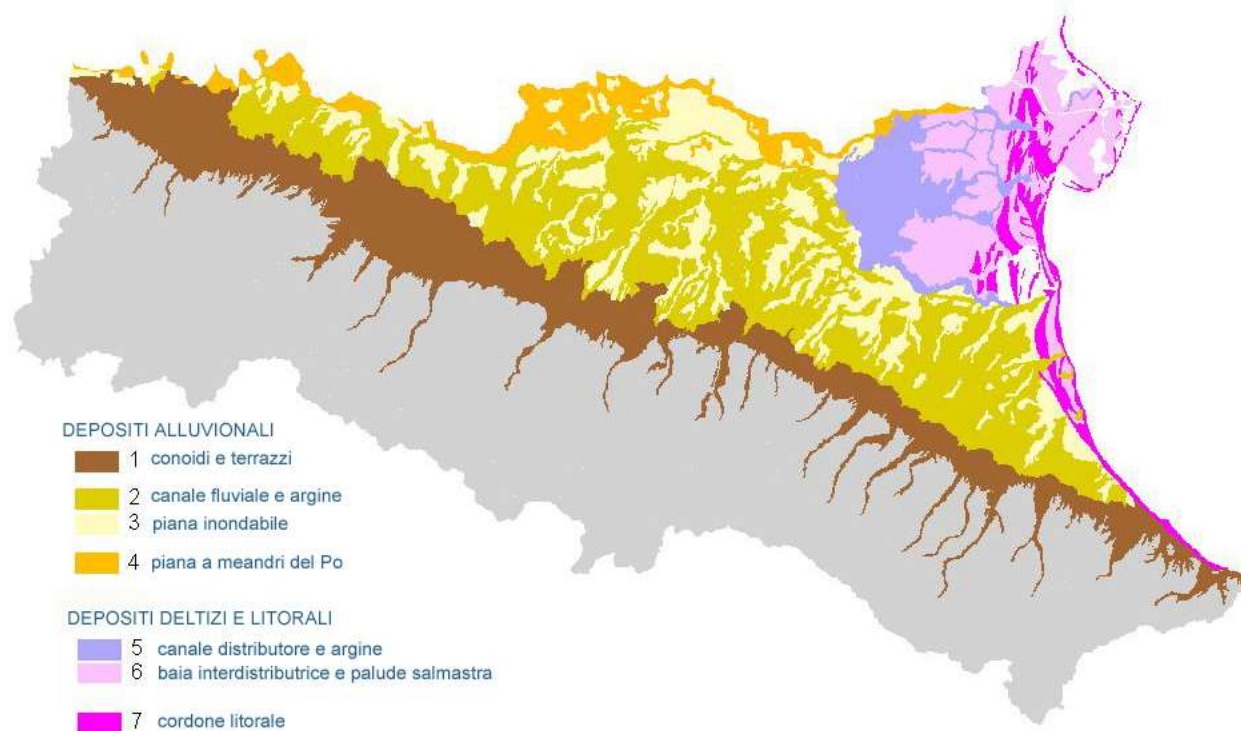
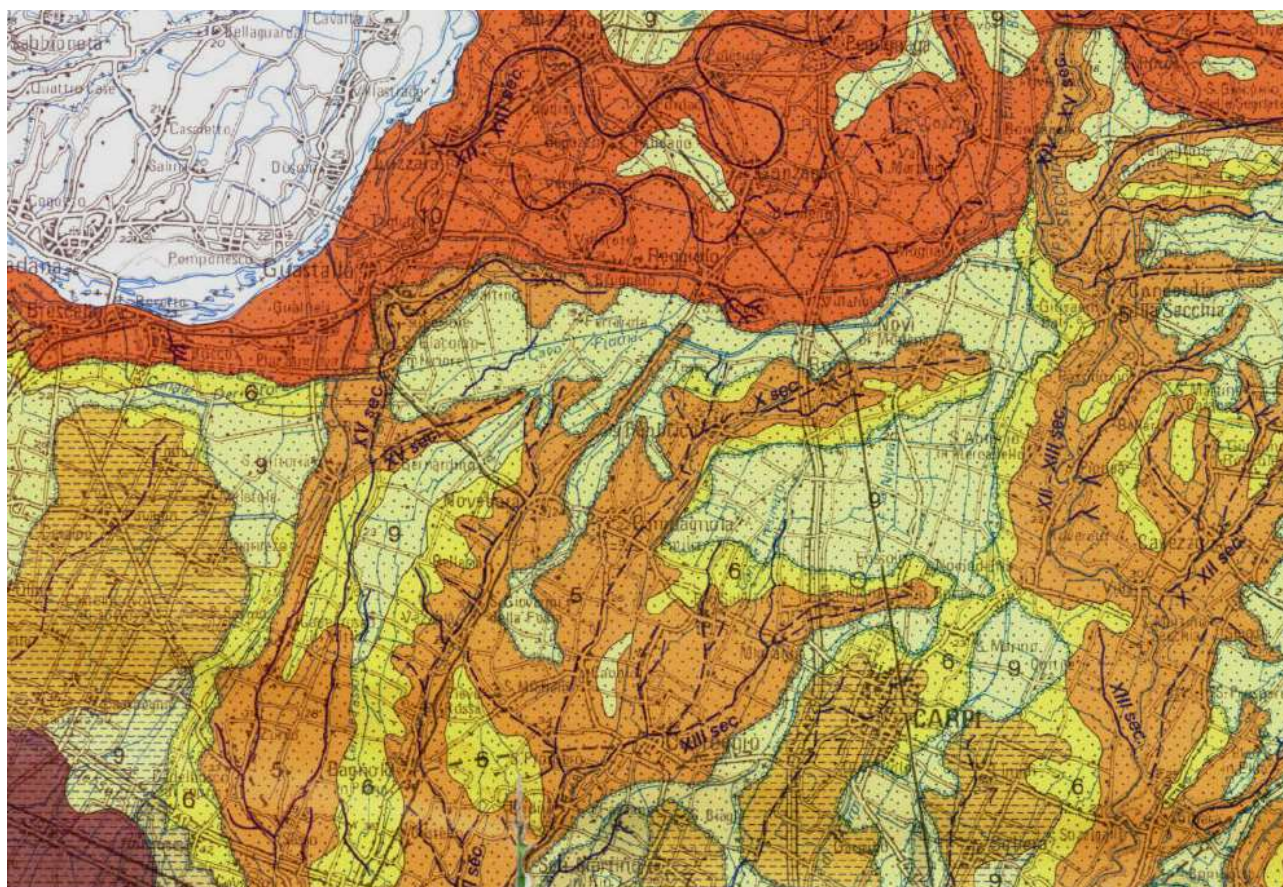


Figura 4. Carta geologica di pianura – sintesi (fonte Regione Emilia Romagna)

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 PLAN



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 geostatiche disponibili dalla banca dati regionale, che sono riportate in allegato.

## DIVERSIVO FOSSA NUOVA CAVATA

### 5 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito in esame si trova nel Comune di Carpi (MO) ed 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 SE Novi di Modena
Sezione CTR a scala 1:10.000	183150 Budrione
Elemento CTR a scala 1:5.000	183152 Fossoli

La zona in esame si trova immediatamente a Nord dell'abitato di Carpi, in area pianeggiante posta ad una quota media di 23 m s.l.m..

### 6 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Il Diversivo Fossa Nuova Cavata ha origine dalla confluenza tra Fossa Nuova e Cavata Occidentale, drena un bacino prevalentemente agricolo, con anche una porzione urbana e industriale. La lunghezza totale del Canale è di 5.539 m, mentre il tratto interessato dagli interventi è di 907 m. La larghezza del fondo è di 3 m, con scarpate a pendenza 1/1 e altezza arginale minima di 2,5 m. Non risulta mai esondato.

L'intervento in progetto prevede l'ampliamento della sezione in terra in sinistra idraulica, verso il Canale della Gusmea, canale irriguo che sarà molto probabilmente intubato in questo tratto.





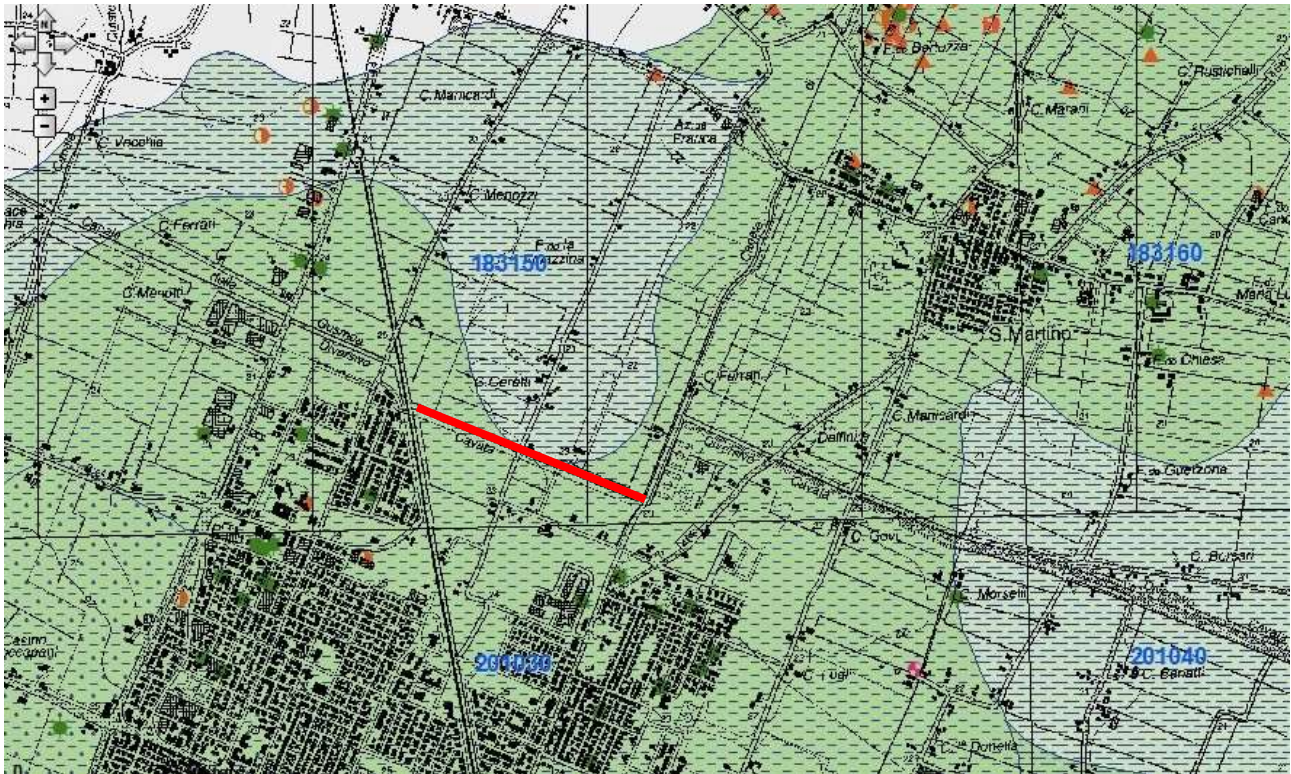
Figura 6. Tratto verso ovest



Figura 7. Tratto verso est



## 7 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE LOCALI



### Ambienti deposiz. e litologie (10K)

Argilla - Piana alluvionale

Limo - Piana alluvionale

Limo Sabbioso - Piana alluvionale

### Coperture quaternarie (10K)

AES8 - Subsistema di Ravenna

AES8a - Unità di Modena

Figura 8. Sezioni e sondaggi ricavati dalla Banca dati Regione Emilia Romagna (scala originale 1:20.000, riduzione 73%).

Nell'area affiorano terreni appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8) ed all'Unità di Modena (AES8a), depositi di piana alluvionale a tessitura fine, prevalentemente limosi, che diventano prevalentemente argillosi passando da AES8 ad AES8a.

La stratigrafia del sottosuolo è rappresentata nella figura seguente, che riporta un estratto della sezione, dove si può notare che nella zona sono presenti i sistemi acquiferi A, B, C, che si spingono fino alla profondità di oltre 500 m. I sistemi acquiferi A e B (marrone e verde) sono in zona scarsamente rappresentati, mentre è presente in spessori considerevoli il sistema acquifero C1 (rosa). Gli acquiferi hanno litologia sabbiosa e si presentano saturi. Alla base del

sistema acquifero C si riconosce poi l'acquifero salmastro, costituito da acque fossili non utilizzabili a fini acquedottistici.

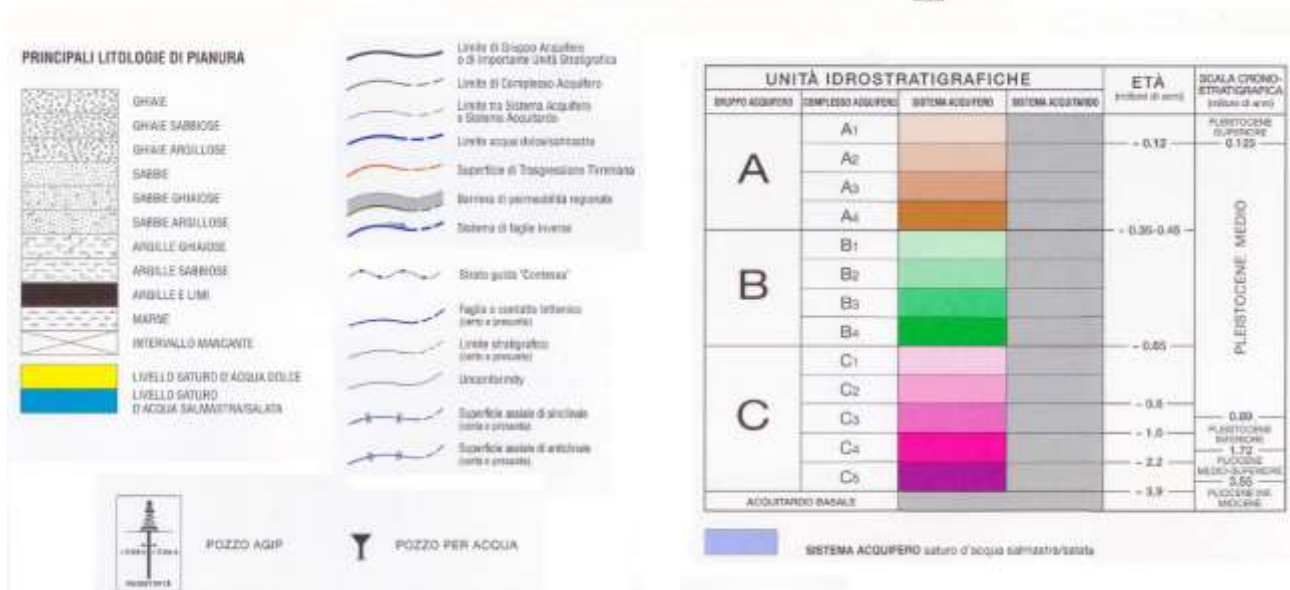
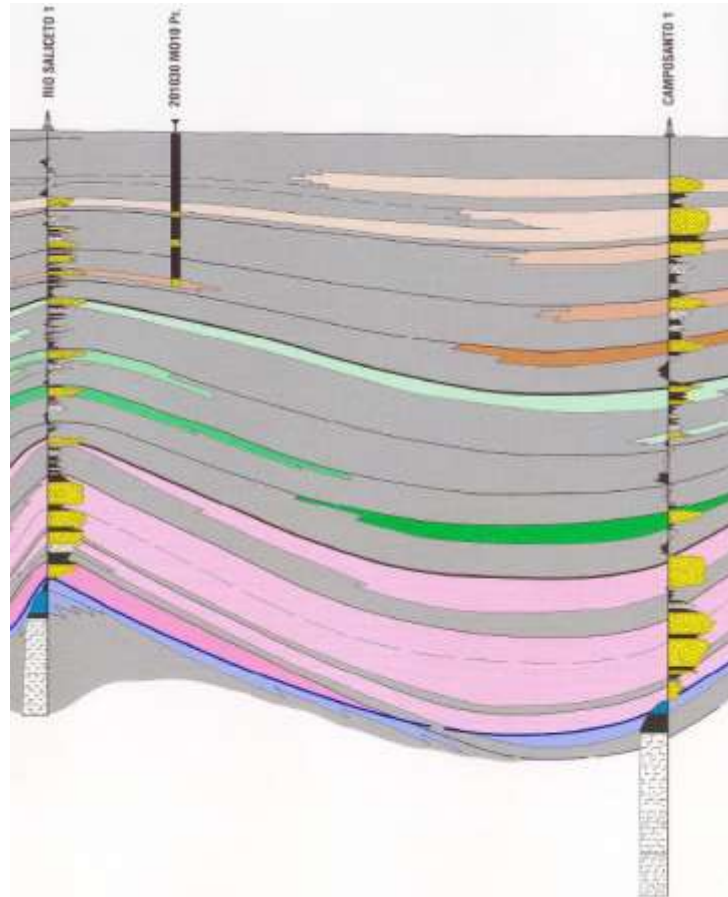


Figura 9. Estratto delle Sezione 32 riguardante la zona in oggetto (banca dati Regione Emilia Romagna).

## 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 sono disponibili sezioni geologica specifiche (la 32 già riportata in Fig. 7) ed alcune prove penetrometriche CPTU, che sono riportate in Allegato 4. Le prove e le sezioni si arrestano su Foglio 201, ma sono comunque un riferimento per la geologia della zona.

Come si può notare dalle due sezioni i depositi grossolani (sabbiosi) delle conoidi alluvionali pedeappenniniche si arrestano più a monte dell'area in esame e perdono continuità. La successione stratigrafica è prevalentemente fine, con la presenza di uno strato sabbioso tra 21 e 25 m di profondità.

## 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 una prova penetrometrica statica 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 una prova penetrometrica statica 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 1 prove penetrometrica statica, che è stata spinta sino alla profondità di 15 m dall'attuale piano campagna.

La prova è stata eseguita 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

La verticale d'indagine ha attraversato una successione prevalentemente fine, argille e argille sabbiose, separate da uno strato sabbioso presente tra 7,4 e 10,6 m dal p.c. .

Lo strato sabbioso ospita una falda in pressione, con livello dinamico a 1,6 m.



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

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

In data 20/01/2015 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 sondaggi e le foto delle carote estratte sono riportati in Allegato 6.

Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 15 m, confermando la presenza di una successione argillosa, con uno strato sabbioso da 6,05 a 10.4 m.

Sono stati prelevati complessivamente 5 campioni, di cui 3 indisturbati (C.I.) in corrispondenza degli strati coesivi e due disturbati (C.D.) in corrispondenza degli strati incoerenti.

I campioni C11-C12-C13-CD1 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 4		Campione Cl1		Profondità (m) 2.20÷2.80			
<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 (%)
25.03	1.969	1.574	0.969	2.725	42.14	0.728	93.50
<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.)
44	22	22	Argilla limosa/Argilla con Limo	20	24	40	15

Tabella 1 Diversivo Fossa Nuova Cavata, sondaggio 4 Campione Indisturbato 1

Sondaggio 4		Campione Cl2		Profondità (m) 4.10÷4.70			
<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 (%)
28.96	1.893	1.468	0.893	2.733	46.22	0.859	91.98
<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.)
35	20	15	Limo sabbioso argilloso	15	31		

Tabella 2 Diversivo Fossa Nuova Cavata, sondaggio 4 Campione Indisturbato 2

Sondaggio 4		Campione C13		Profondità (m) 11.60÷12.20			
<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 (%)
30.24	1.907	1.465	0.907	2.737	46.42	0.866	94.42
<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.)
59	25	34	Argilla limosa/Argilla con Limo	11	24	18	16

Tabella 3 Diversivo Fossa Nuova Cavata, sondaggio 4 Campione Indisturbato 3

Sondaggio 4		Campione CD1		Profondità (m) 5.30÷5.60			
<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 (%)
30.27	1.942	1.491	0.942	2.740	45.51	0.835	99.18
<b>Granulometria</b>			<b>Resistenza</b>		<b>Permeabilità</b>		
Classificazione granulometrica			Coazione 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 con Sabbia argillosa			9	31	2.69E-09		

Tabella 4 Diversivo Fossa Nuova Cavata, sondaggio 4 Campione Disturbato 1

## 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.

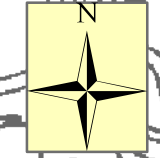
Portile di Modena, 14 Aprile 2015

Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

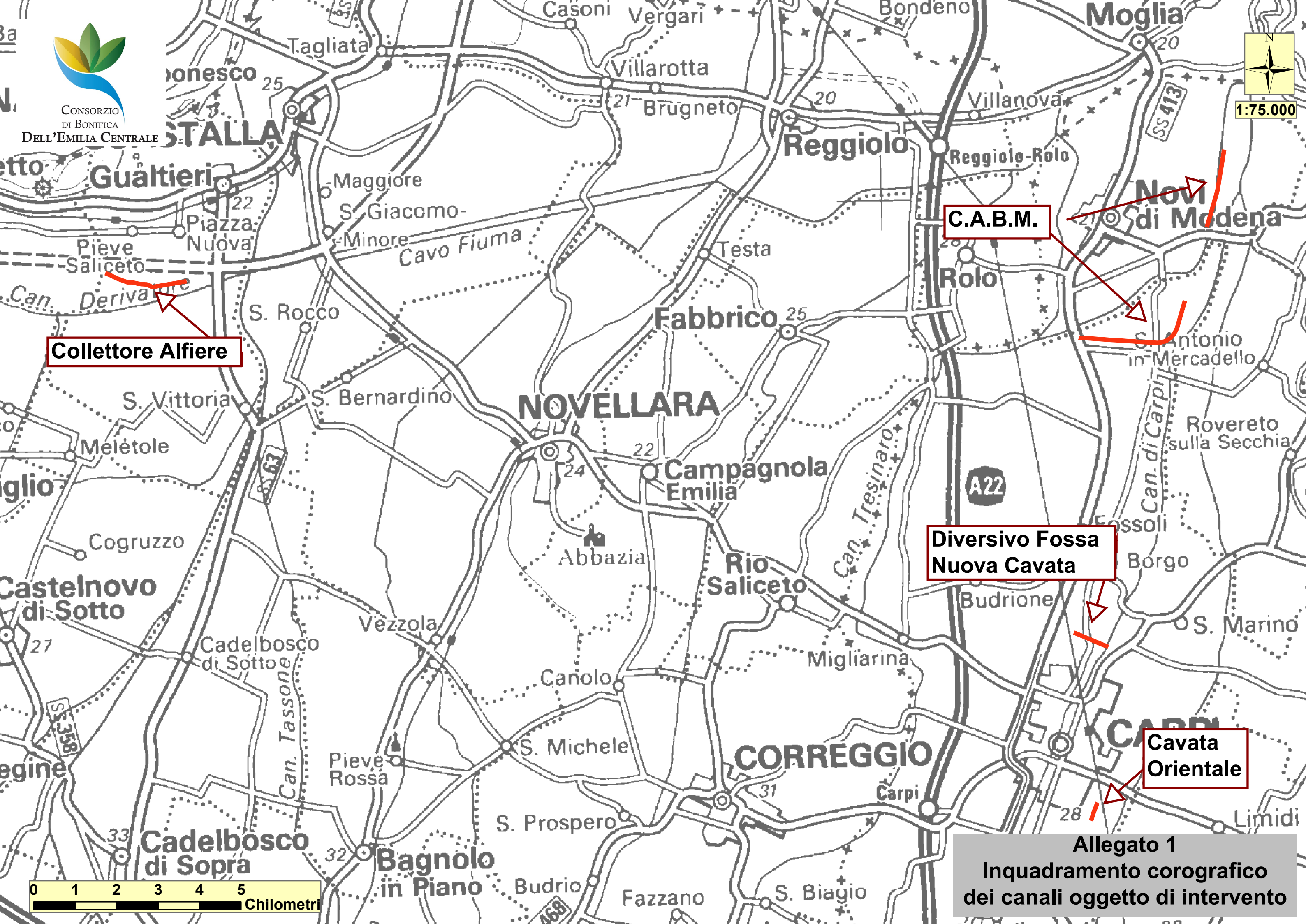




CONSORZIO  
DI BONIFICA  
DELL'EMILIA CENTRALE



1:75.000



**Collettore Alfieri**

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

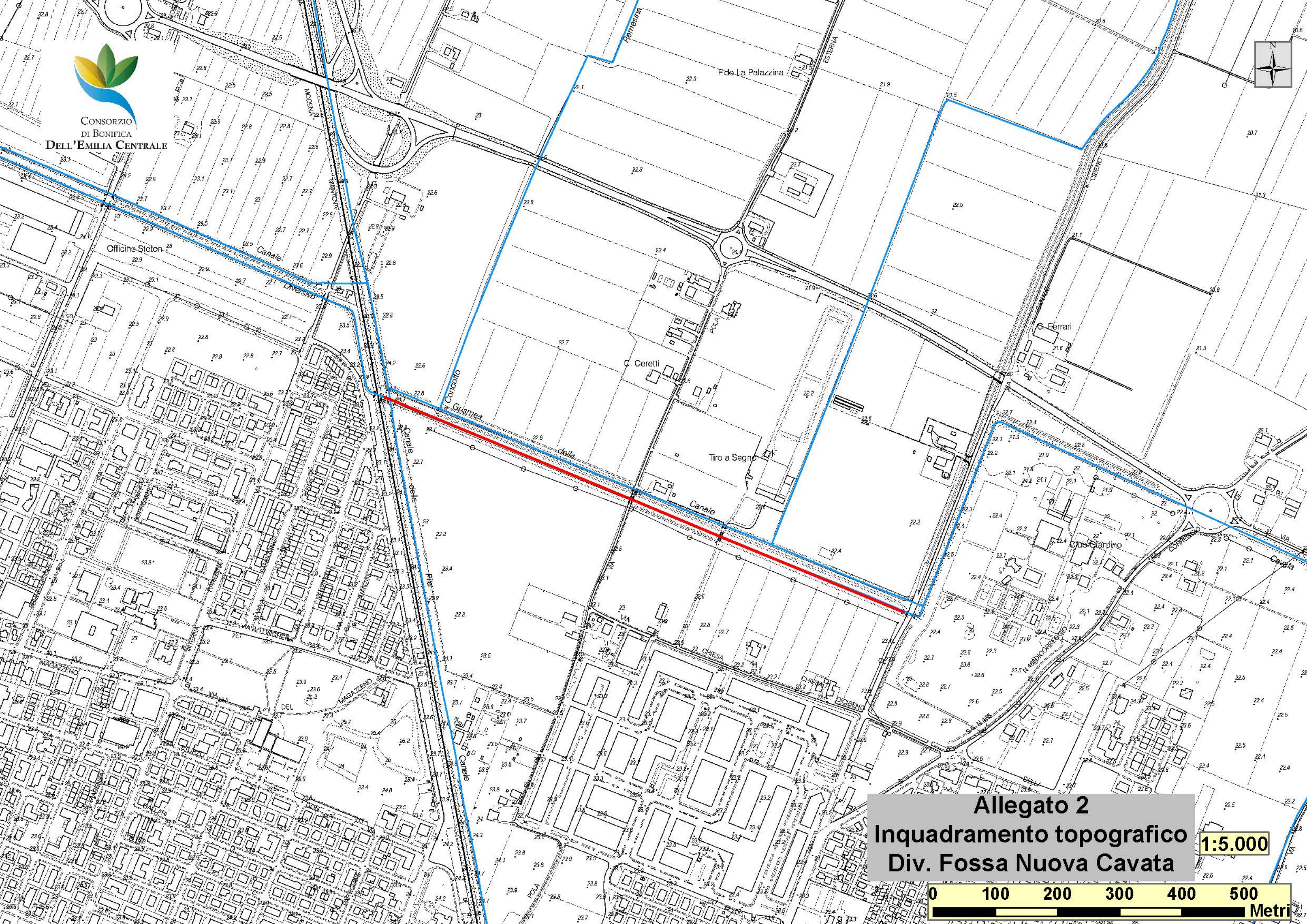
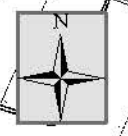
**Diversivo Fossa  
Nuova Cavata**

**Cavata  
Orientale**

0 1 2 3 4 5  
Chilometri

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





**Allegato 2**  
**Inquadratura topografica**  
**Div. Fossa Nuova Cavata**

**1:5.000**







**Allegato 3**  
**Inquadramento topografico**  
**e ubicazione prove**  
**Div. Fossa Nuova Cavata**

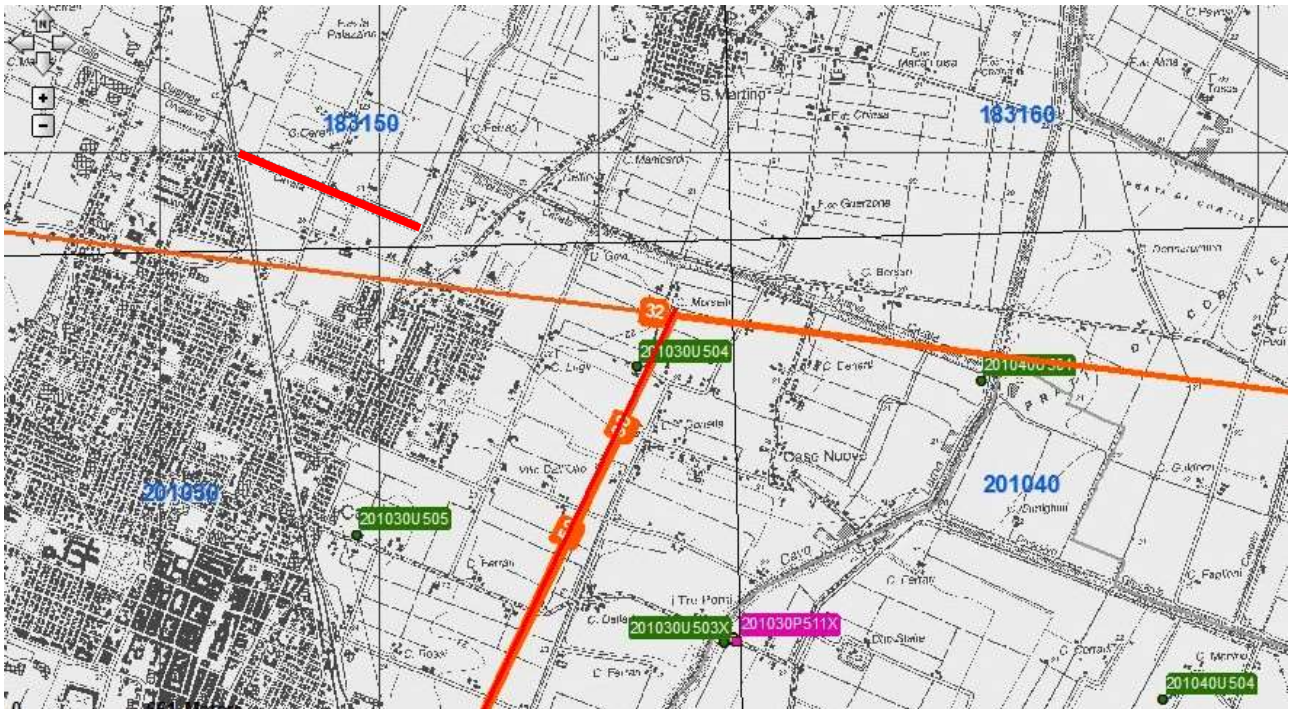
1:5.000





## **ALLEGATO 4**

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



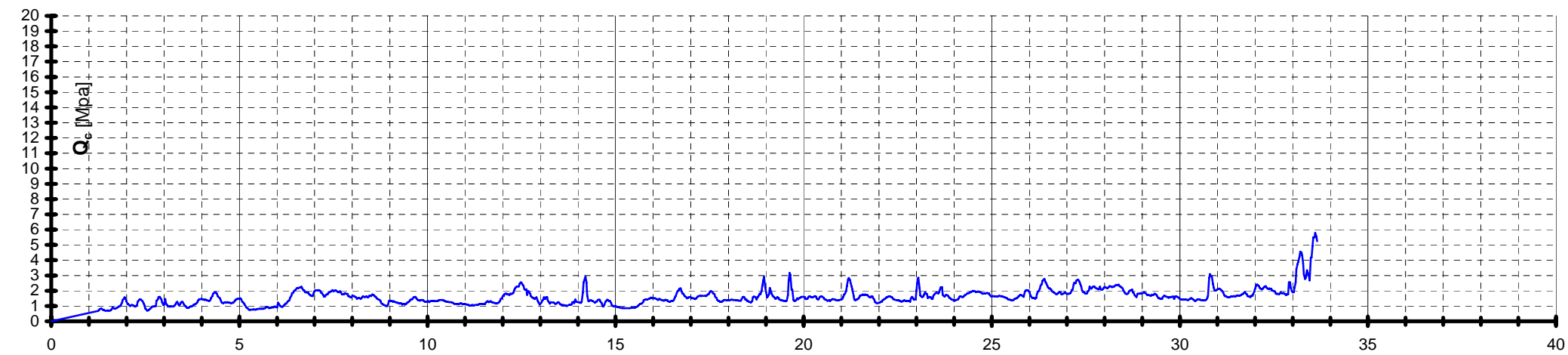
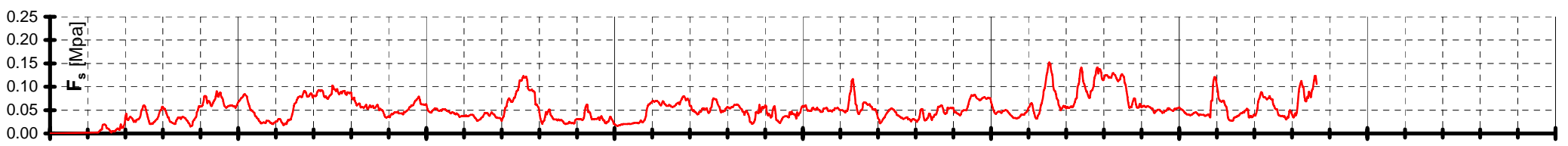
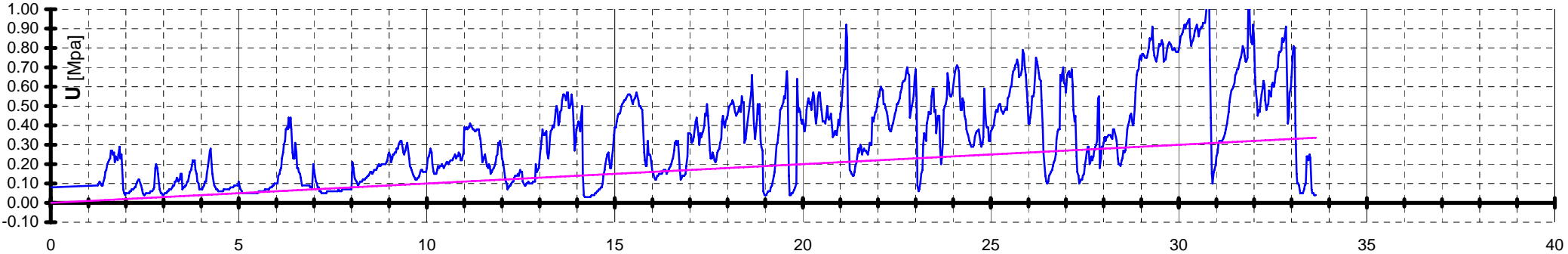
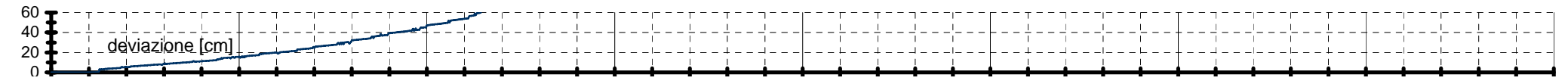
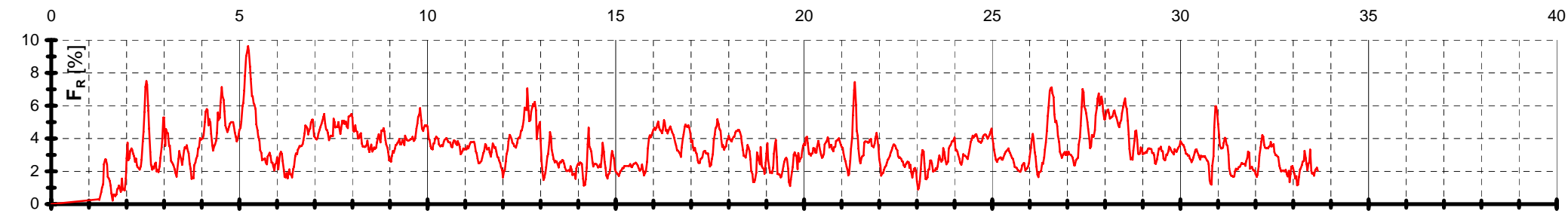
Ubicazione delle verticali di indagine e delle sezioni geologiche. In rosso il Diversivo Fossa Nuova Cavata

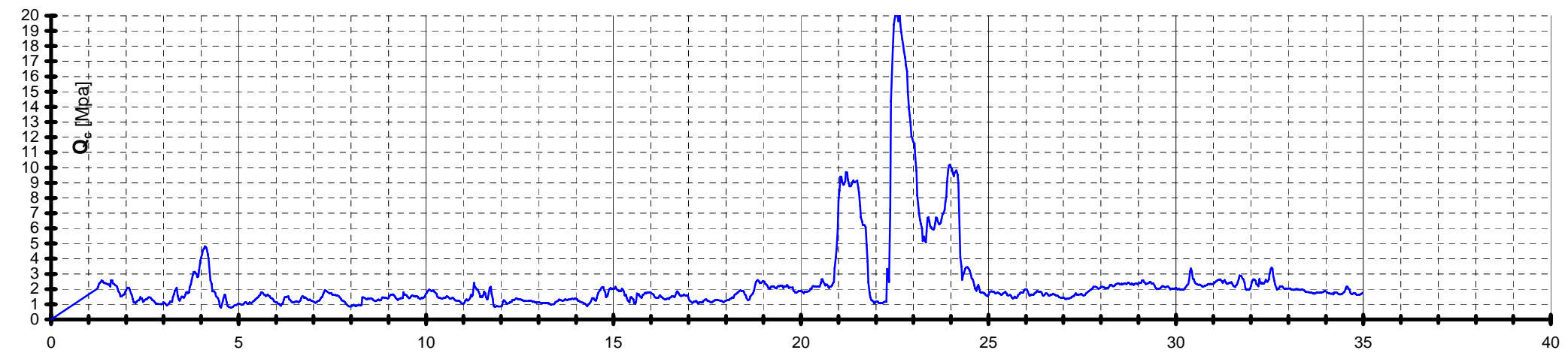
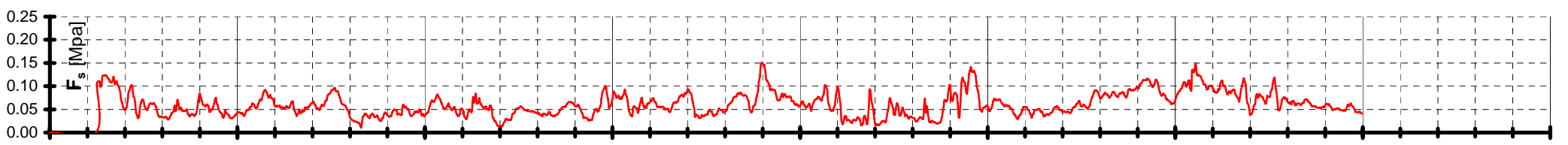
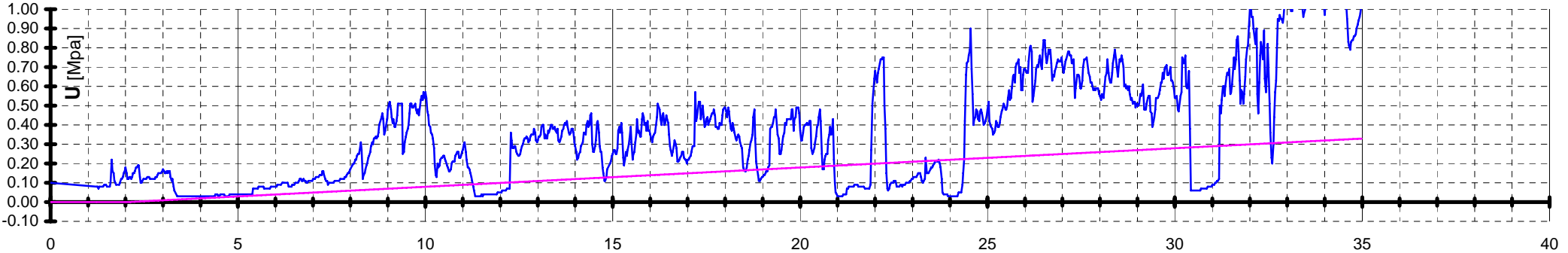
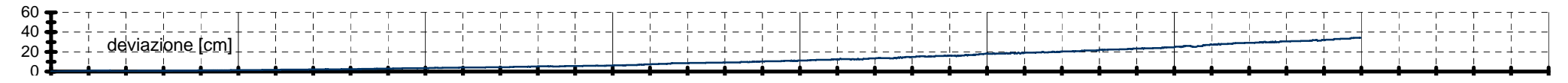
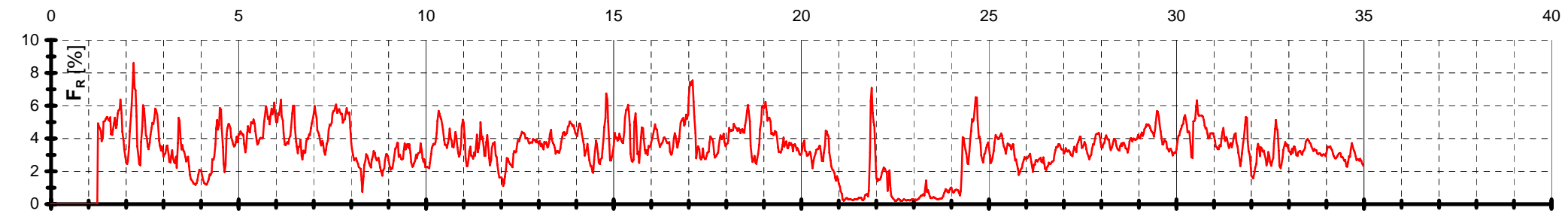
cptu 504

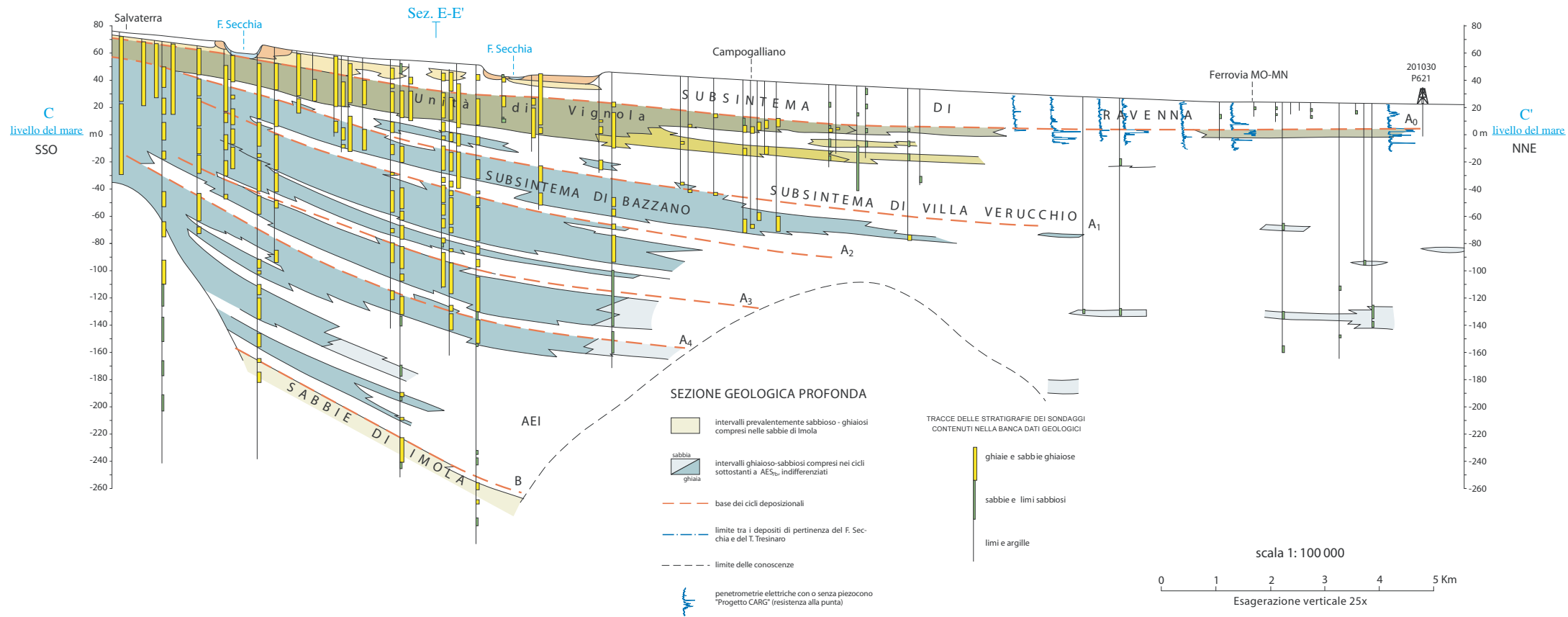
CTR: 201030

16/04/1999

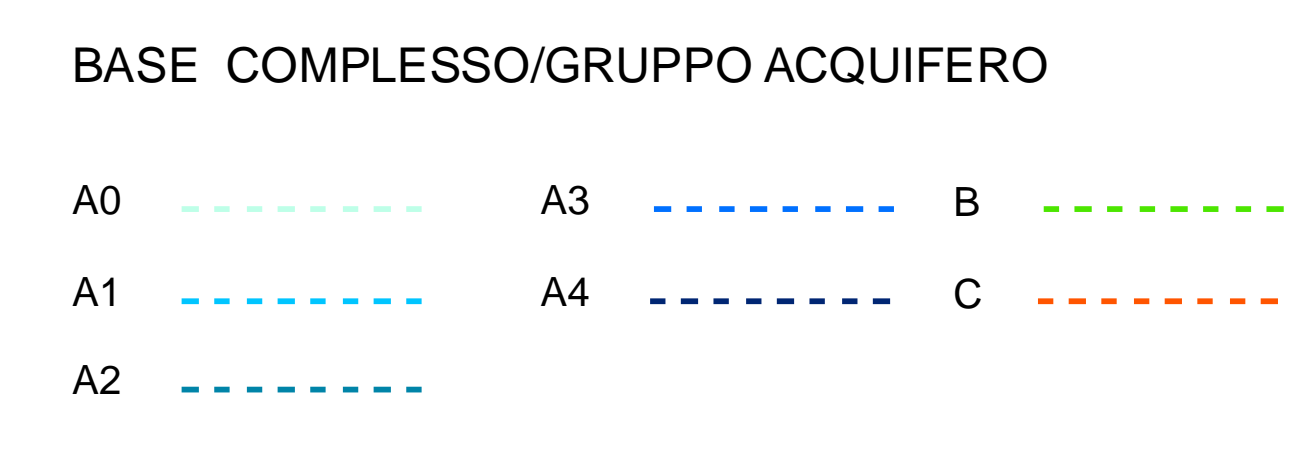
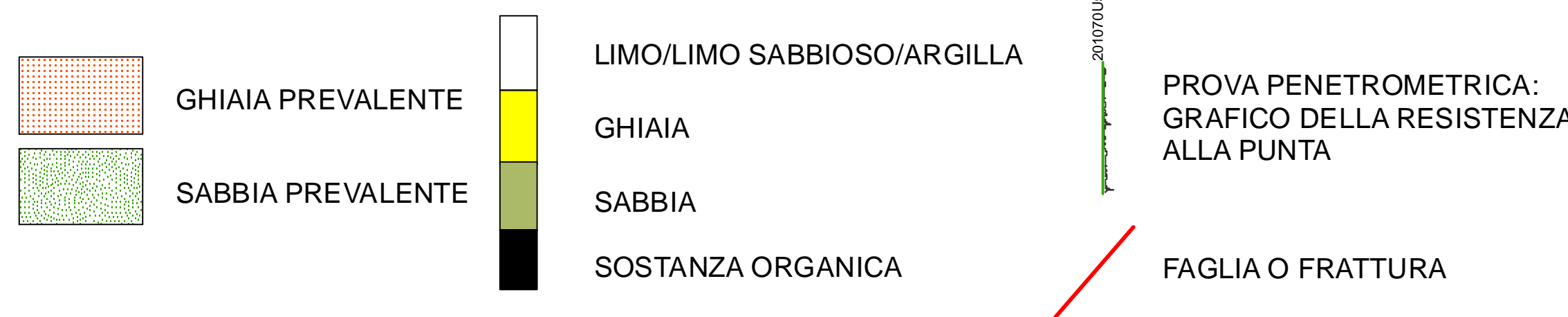
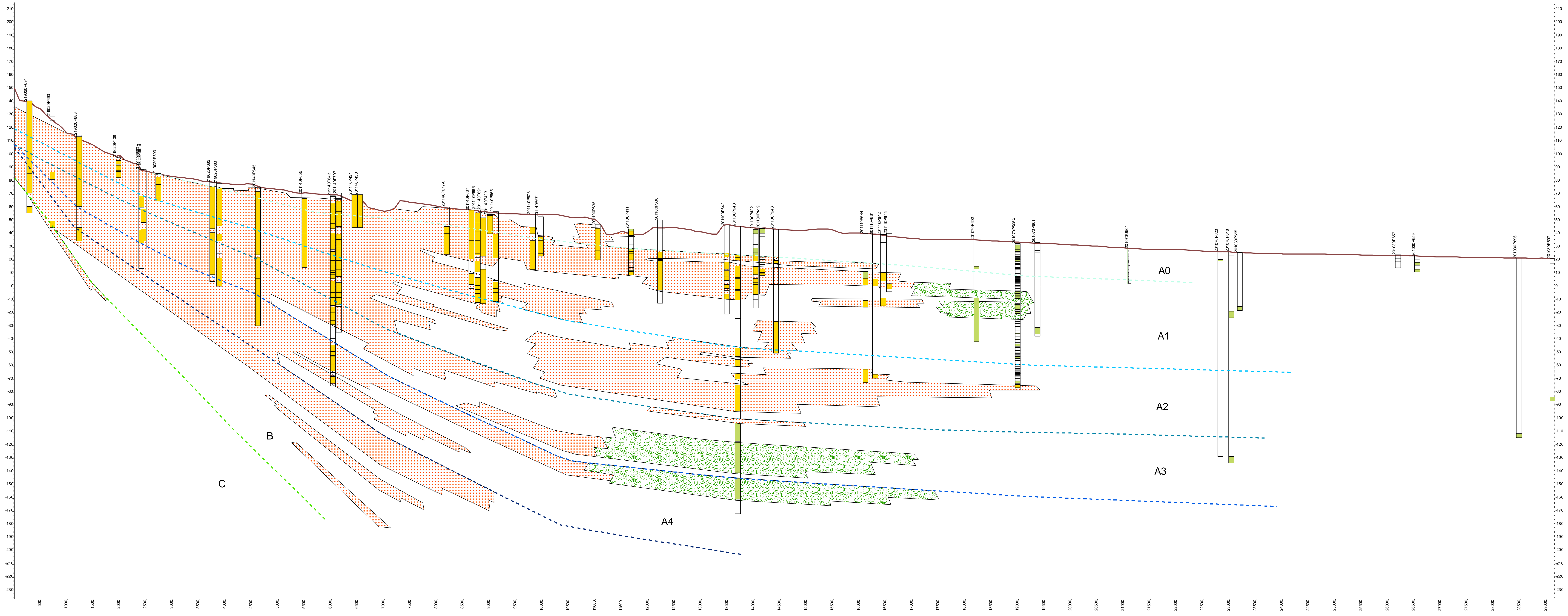
Prof. falda: 1.1 m











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

## **DIVERSIVO FOSSA NUOVA CAVATA**



---

# 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 ...DIVERSIVO FOSSA CAVATA 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	0,7	0,2	483,3
0,40	8,00	18,0	8,1	0,6	13,6	7,4
0,60	9,00	18,0	9,1	0,9	9,8	10,2
0,80	12,00	26,0	12,1	0,9	13,0	7,7
1,00	9,00	23,0	9,1	0,6	15,2	6,6
1,20	6,00	15,0	6,3	0,5	11,8	8,5
1,40	8,00	16,0	8,3	0,5	17,7	5,6
1,60	7,00	14,0	7,3	0,6	12,1	8,2
1,80	6,00	15,0	6,3	0,3	23,5	4,3
2,00	5,00	9,0	5,3	0,3	19,8	5,1
2,20	5,00	9,0	5,4	0,3	16,3	6,2
2,40	7,00	12,0	7,4	0,3	22,3	4,5
2,60	6,00	11,0	6,4	0,4	16,0	6,2
2,80	6,00	12,0	6,4	0,6	10,7	9,4
3,00	11,00	20,0	11,4	0,5	21,4	4,7
3,20	15,00	23,0	15,6	0,7	21,2	4,7
3,40	14,00	25,0	14,6	0,7	19,9	5,0
3,60	10,00	21,0	10,6	0,7	15,8	6,3
3,80	14,00	24,0	14,6	0,8	18,2	5,5
4,00	12,00	24,0	12,6	0,7	18,8	5,3
4,20	14,00	24,0	14,7	0,6	24,5	4,1
4,40	16,00	25,0	16,7	0,5	31,3	3,2
4,60	24,00	32,0	24,7	0,9	26,5	3,8
4,80	21,00	35,0	21,7	2,3	9,6	10,5
5,00	20,00	54,0	20,7	1,2	17,2	5,8
5,20	23,00	41,0	23,8	1,4	17,0	5,9
5,40	21,00	42,0	21,8	0,5	41,0	2,4
5,60	17,00	25,0	17,8	1,1	15,7	6,4
5,80	24,00	41,0	24,8	0,5	53,2	1,9
6,00	30,00	37,0	30,8	0,4	77,1	1,3
6,20	27,00	33,0	28,0	20,5	1,4	73,2
6,40	26,00	33,0	27,0	0,5	50,6	2,0
6,60	25,00	33,0	26,0	0,7	35,4	2,8
6,80	20,00	31,0	21,0	1,0	21,0	4,8
7,00	12,00	27,0	13,0	0,3	38,9	2,6
7,20	10,00	15,0	11,1	0,5	23,8	4,2
7,40	4,00	11,0	5,1	0,4	12,8	7,8
7,60	23,00	29,0	24,1	0,3	90,3	1,1
7,80	26,00	30,0	27,1	0,3	101,5	1,0
8,00	26,00	30,0	27,1	0,5	58,0	1,7
8,20	33,00	40,0	34,2	0,4	85,6	1,2
8,40	35,00	41,0	36,2	0,3	135,7	0,7
8,60	29,00	33,0	30,2	0,9	32,4	3,1
8,80	27,00	41,0	28,2	1,0	28,2	3,5
9,00	69,00	84,0	70,2	0,9	75,3	1,3
9,20	46,00	60,0	47,4	0,7	64,6	1,5
9,40	46,00	57,0	47,4	1,0	47,4	2,1
9,60	55,00	70,0	56,4	1,1	49,8	2,0
9,80	40,00	57,0	41,4	0,4	103,5	1,0
10,00	57,00	63,0	58,4	1,1	54,7	1,8
10,20	52,00	68,0	53,5	0,8	66,9	1,5
10,40	47,00	59,0	48,5	-0,9	-52,0	-1,9
10,60	45,00	31,0	46,5	1,4	33,2	3,0
10,80	14,00	35,0	15,5	0,7	21,2	4,7
11,00	15,00	26,0	16,5	0,8	20,6	4,8
11,20	15,00	27,0	16,7	0,9	17,9	5,6
11,40	13,00	27,0	14,7	0,7	20,0	5,0
11,60	13,00	24,0	14,7	0,9	16,9	5,9
11,80	12,00	25,0	13,7	0,7	20,5	4,9

12,00	8,00	18,0	9,7	0,6	16,1	6,2
12,20	9,00	18,0	10,8	0,5	20,3	4,9
12,40	9,00	17,0	10,8	0,6	18,0	5,6
12,60	9,00	18,0	10,8	0,5	23,1	4,3
12,80	13,00	20,0	14,8	0,6	24,7	4,1
13,00	17,00	26,0	18,8	1,0	18,8	5,3
13,20	18,00	33,0	19,9	0,2	99,7	1,0
13,40	30,00	33,0	31,9	1,1	28,2	3,5
13,60	17,00	34,0	18,9	0,9	20,3	4,9
13,80	18,00	32,0	19,9	1,0	19,9	5,0
14,00	18,00	33,0	19,9	0,9	23,0	4,3
14,20	22,00	35,0	24,1	0,9	27,8	3,6
14,40	23,00	36,0	25,1	1,3	19,8	5,1
14,60	22,00	41,0	24,1	1,2	20,1	5,0
14,80	25,00	43,0	27,1	1,3	20,3	4,9
15,00	25,00	45,0	27,1	1,3	20,8	4,8

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	0,7	1,6	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
2,80	7,5	0,5	1,8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
7,40	18,6	1,6	1,9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10,60	42,3	0,6	1,9	Incoerente	Sabbie
12,60	13,4	0,7	1,9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
15,00	22,6	1,0	2,0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose

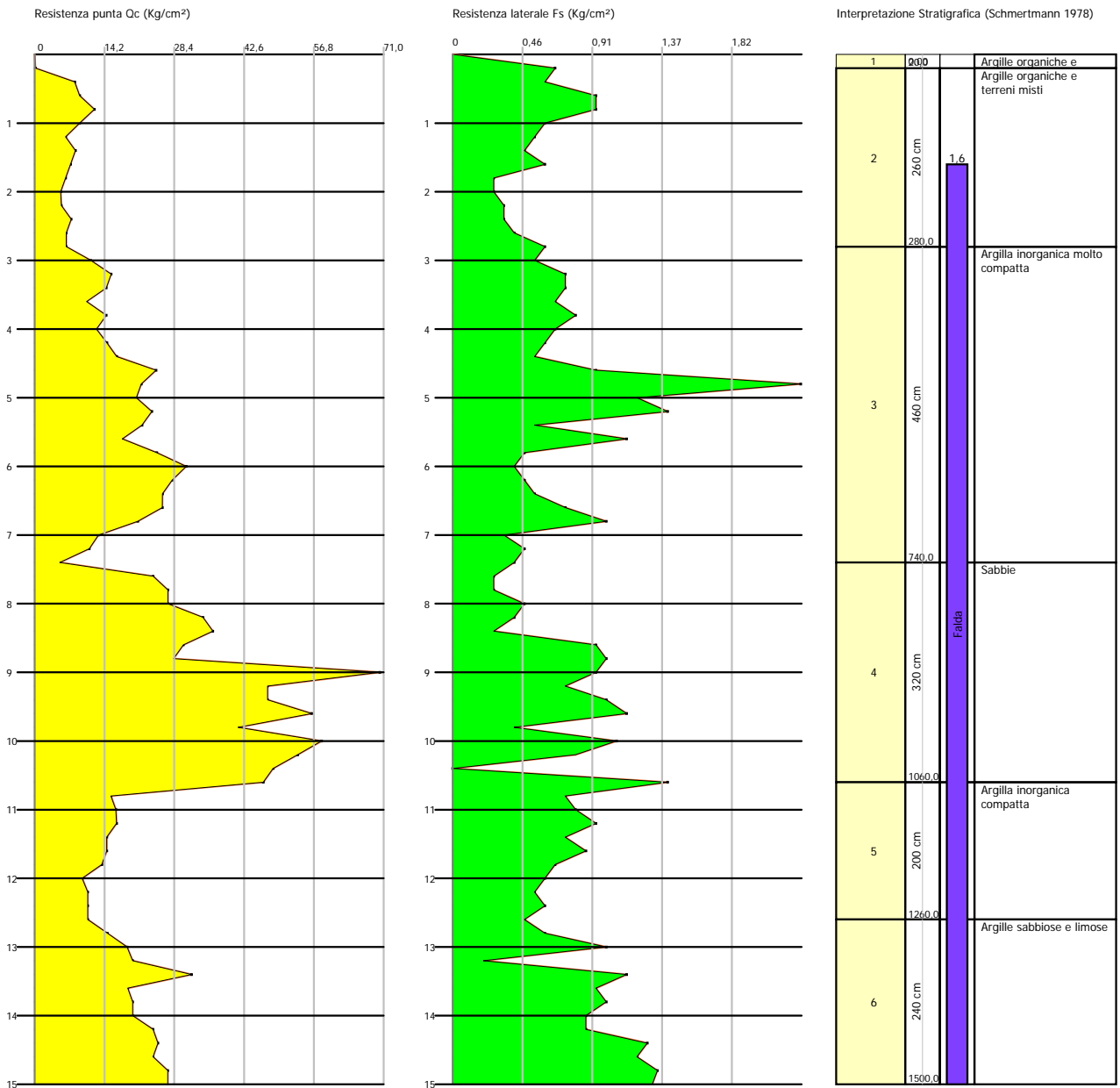
### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

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	2,80	C	0,4	271,3	36,9	95,9	>9	1,8	1,9	--	--	--	0,00
3	7,40	C	0,9	675,5	44,9	167,0	>9	2,0	2,0	--	--	--	0,00
4	10,60	I	--	--	126,9	276,0	<0,5	1,9	2,2	42,4	36,0	84,6	0,00
5	12,60	C	0,7	458,6	48,1	136,7	4,2	1,9	2,0	--	--	--	0,00
6	15,00	CI	1,1	795,7	45,2	188,2	<0,5	2,0	2,1	19,0	27,2	45,2	0,00

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

Data: 14/01/2015



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

## **DIVERSIVO FOSSA NUOVA CAVATA**





<input checked="" type="checkbox"/>	CERTIFICATO N°:	C15-005-4	PROVA N°:	S.4
<input type="checkbox"/>	RAPPORTO N°:		UBICAZIONE PROVA: ( gradi decimali )	
	DATA DI EMISSIONE:	21/01/2015	Latitudine:	N 44,801239°
			Longitudine:	E 10,893199°

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:  Matricola n.:

Allegati:

	Lo Sperimentatore:	Il Direttore del Laboratorio:
		

Normativa di Riferimento: A.G.I 1977



 <b>SOGEO S.R.L.</b> INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via S. Potito n. 43 - 48022 S. Potito di LUGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010	COMMITTENTE: Dott.ssa Claudia Borelli	SOND.N°: S.4	PROF.(m): 15.00
	CANTIERE: Carpi (MO)	QUOTA (m): p.d.c.	
	PERFORATRICE: Ellettari EK200/STR	LATITUDINE (°): N. 44.801239°	
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	LONGITUDINE (°): E. 10.893199°	
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm		DATA INIZ-FINE: 20/01/2015-20/01/2015
PIEZOMETRO:	SCALA: 1:100		
RIF.PREV.N°: 244-14	CERTIFICATO N°: C15-005-4	RAPPORTO N°: -----	DATA DI EMISSIONE: 21/01/2015
			PAGINA N°: 1 di 1

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm <sup>2</sup> ]	Vane Test [daN/cm <sup>2</sup> ]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz.Norton	Inclinometro	Tube Down Hole
1	2.8	1.40	0.30		Limo argilloso di colore marrone chiaro							
2	2.2	1.00			Argilla limosa di colore grigio - marrone chiaro con striature nere e giallastre, con alcuni calcinelli							
3	1.8	0.90	2.20		Campione indisturbato	2.20						
4	2.2	0.80	2.80		Argilla limosa di colore grigio - marrone chiaro con striature nere e giallastre, con alcuni calcinelli. Da -2.90 a -3.10 m colore grigio scuro - marrone scuro	C.I. 1 2.80						
5	2.3	1.20	3.15		Limo argilloso di colore grigio - giallastro, con abbondanti calcinelli	4.10						
6	1.5	0.80	3.45		Limo sabbioso di colore grigio - giallastro	C.I. 2 4.70						
7	2.5	1.00	4.10		Campione indisturbato							
8			4.70		Limo sabbioso di colore grigio - giallastro		5.30					
9			5.70		Argilla limosa di colore grigio - giallastro		5.70					
10			6.05									
11			7.30		Sabbia limosa di colore grigio		7.30					
12			7.70				7.70					
13	1.6	0.80	10.40		Limo sabbioso di colore grigio							
14	2.0	1.00	11.00		Argilla limosa di colore grigio con striature nere, rari bioclasti e rari calcinelli							
15	1.7	0.80	11.60		Campione indisturbato	11.60						
16	1.5	0.70	12.20			C.I. 3 12.20						
17	1.5	0.70			Argilla limosa di colore grigio con striature nere, rari bioclasti e rari calcinelli							
18	1.6	0.80										
19	2.0	1.10										
20	2.5	1.20										
	2.8	1.20										
	3.0	1.20	15.00									

Note:

C.I. = campioni indisturbati  
CD = campioni rimaneggiati



Lo Sperimentatore





**SOGGEO** s.r.l.  
INGENIERI GEOTECNICI ED AMBIENTALI  
Via S. Poffo 1, 43 - 48022 S. Poffo di Lugro (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':** Carpi (MO)  
**ALLEGATO A:** C15-005-4

**SONDAGGIO N:** S.4  
**DATA:** 20/01/2015



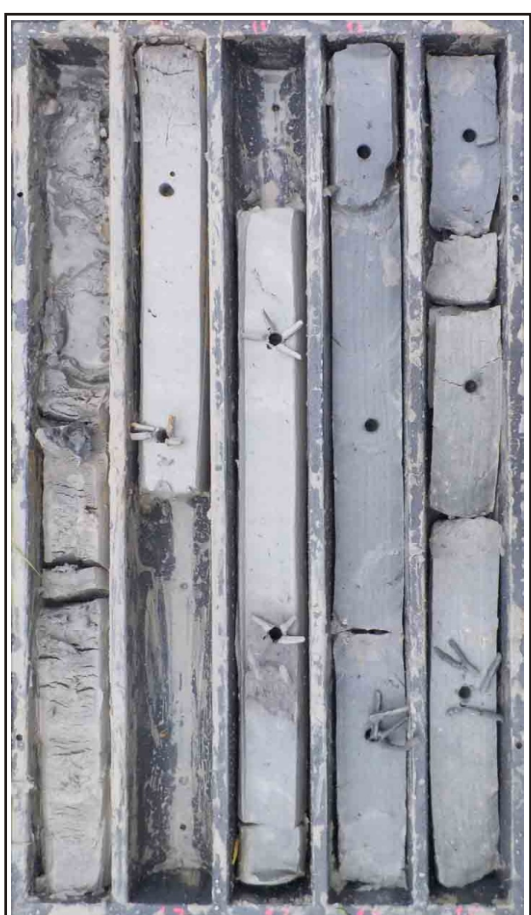
Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



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**



## **DIVERSIVO FOSSA NUOVA CAVATA**

**RIEPILOGO CERTIFICATI DI PROVA**DATA DI EMISSIONE: **16/03/2015**COMMESSA N°: **15/013c**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0035 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: FOSSA NUOVA CAVATA

SONDAGGIO: S4                      CAMPIONE: CI 1

PROFONDITA' (m): 2.20-2.80                      CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 20/01/2015

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 15/0035-01
PSG01	Peso specifico dei grani	1	CNR UNI 10013	CSP 15/0035-02
LIM03	Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico	1	ASTM D 4318	CSP 15/0035-03
GRT04	Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione	1	ASTM D 422	CSP 15/0035-04
TRX02a	Prova triassiale CIU , compresi saturazione del provino e rilievo pressioni interstiziali	3	ASTM D 4767	CSP 15/0035-05

per SINERGEA srl

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0035-01

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0035\_CSP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015

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

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 2.20 - 2.80	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**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:** 03/03/2015

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

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.

<b>CERTIFICATO n°</b> <b>CSP_15/0035-01</b>	<b>DATA EMISSIONE</b> 16/03/2015
Pagina 2 di 3	

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :** S4      **CAMPIONE :** CI 1      **PROFONDITA' :** 2.20 ÷ 2.80 m

Data descrizione : 03/03/15      Forma del campione : cilindrica  
 Qualità del campione (AGI): **Q.5.**      Dimensioni del campione : L = 50 cm; φ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
2.30	2.37	Campione rimaneggiato.
2.37	2.80	A L / A con L di colore bruno giallastro ( HUE 10YR 5/4 ) passante a bruno grigiastro scuro (HUE 10YR 4/2 ). Presenza di veli e puntature nerastre e brunastre, frustoli, veli calcarei, mica. Media/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)				
2.20	2.30		0.17 =	0.20 ^	CNW, MVT, TCU provino 3 LIM, GRA, PSG
	2.37				
	2.23				
	2.25				
	2.25				
2.80	2.80		0.24 =		

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

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n°**    **CSP\_15/0035-01**

**DATA EMISSIONE:**    16/03/2015

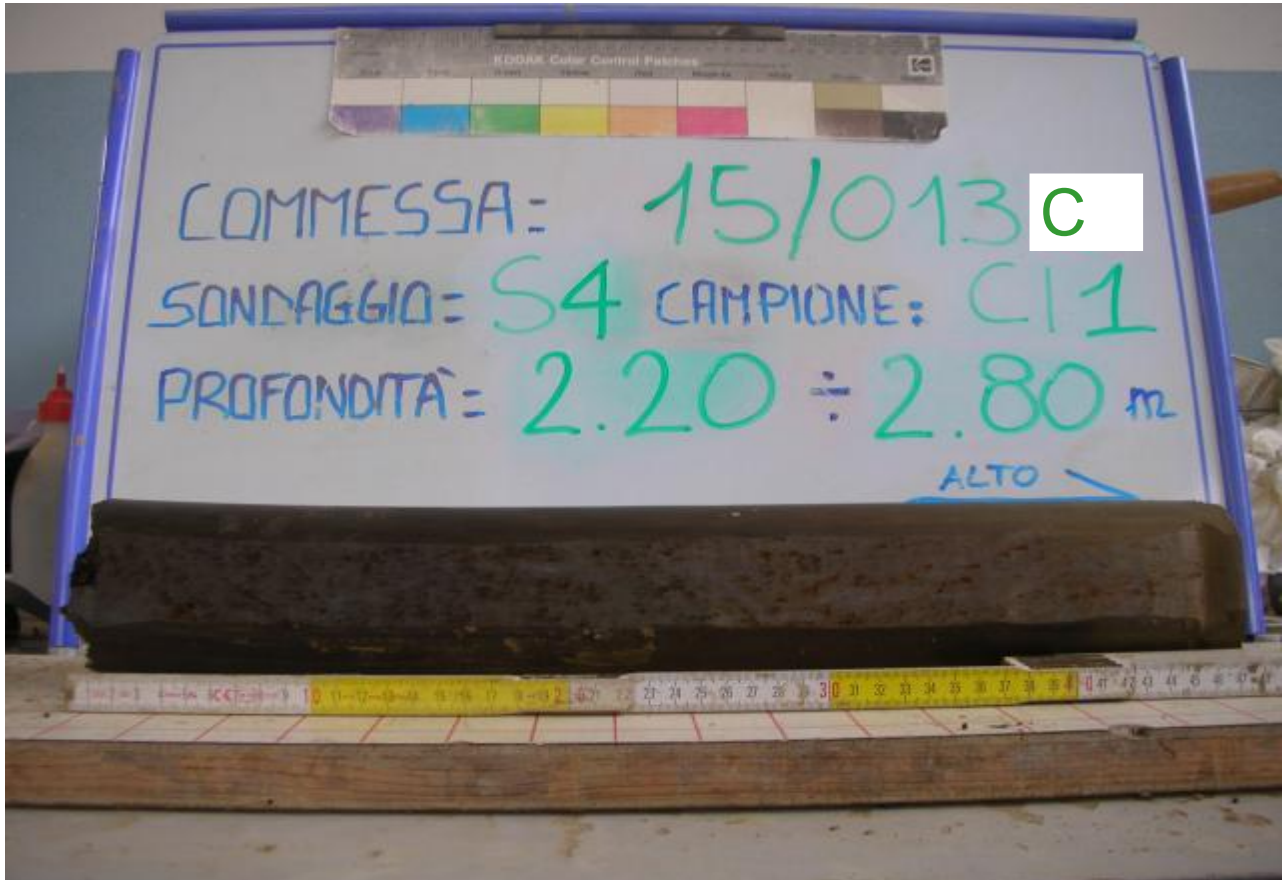
Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE**

**SONDAGGIO n° :**    S4

**CAMPIONE:**    CI 1

**PROFONDITA':**    2.20 - 2.80    m



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE



**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0035-02****COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0035\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 2.20 - 2.80	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**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: 10/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 16/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

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

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0035-02**

DATA EMISSIONE 16/03/2015

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI ( $G_s$ )**

SONDAGGIO : S4      CAMPIONE: CI 1      PROFONDITA': 2.20 ÷ 2.80 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : **CNR UNI 10013**

PROFONDITA' PROVINO da m 2.62 a m 2.80

DETERMINAZIONE n°			1	2
Picnometro n°		-	0	3
Peso picnometro	<i>P</i>	g	47.8910	51.9279
Peso picnometro + campione	<i>P+Cs</i>	g	69.4384	72.9487
Peso campione secco	<i>Cs</i>	g	21.5474	21.0208
Peso picnometro + acqua	<i>Pa</i>	g	151.2700	148.9555
Peso picnometro + acqua + campione	<i>Pt</i>	g	164.8992	162.2713
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	<i>G<sub>s</sub></i>	-	2.721	2.728
Massa volumica della parte solida	<i>g s</i>	Mg/m <sup>3</sup>	2.717	2.724
<b>Valore medio</b>	<b><math>g_s</math></b>	Mg/m <sup>3</sup>	<b>2.721</b>	
<b>Valore medio</b>	<b><math>G_s</math></b>	-	<b>2.725</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\_15/0035-03****COMMESSA : 15/013c VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 15/0035\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 2.20 - 2.80	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**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: 06/03/15

DATA TERMINE PROVA: 09/03/15

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

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

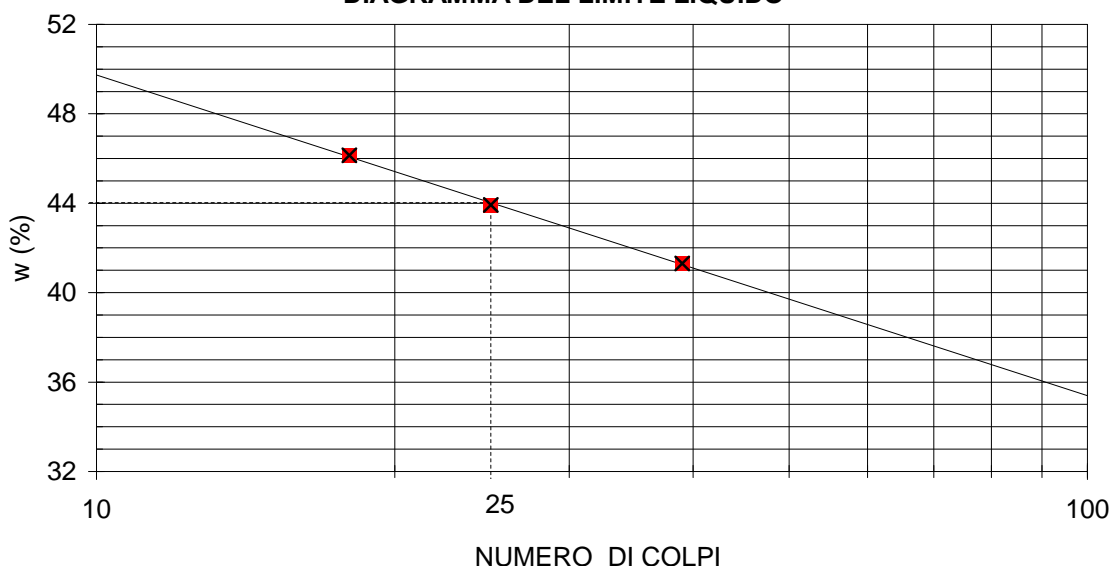
**CERTIFICATO n° CSP\_15/0035-03** DATA EMISSIONE 16/03/2015  
 Pagina 2 di 2

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

**SONDAGGIO :** S4 **CAMPIONE:** CI 1 **PROFONDITA':** 2.20 ÷ 2.80 m

Profondità provino	m	2.60-2.80			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	35.6334	56.2330	56.0535	-
Numero colpi	-	18	25	39	-
Massa provino umido + tara	g	64.5026	88.6520	86.1510	-
Massa provino secco + tara	g	55.3879	78.7583	77.3535	-
Contenuto in acqua	%	46.1	43.9	41.3	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>44</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.4172	14.0307	-	-
Massa provino umido + tara	g	16.3967	16.8678	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.8559	16.3709	-	-
Contenuto in acqua	%	22.2	21.2	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>22</b>			

<b>Indice di Plasticità (<math>w_L - w_P</math>)</b>	
<b><math>I_P</math></b>	<b>22</b>

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore



## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0035-04

COMMESSA : 15/013c VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 15/0035\_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGNATARIO : personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE : Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA' : CARPI (MO)

CANTIERE : FOSSA NUOVA CAVATA

DATA DI ACCETTAZIONE : 22/01/2015 DATA DI EMISSIONE : 16/03/2015

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE : fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 2.20 - 2.80	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

DATA PRELIEVO : 20/01/2015

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: 04/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 12/03/2015

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\_15/0035-04**

**DATA EMISSIONE**

**16/03/2015**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

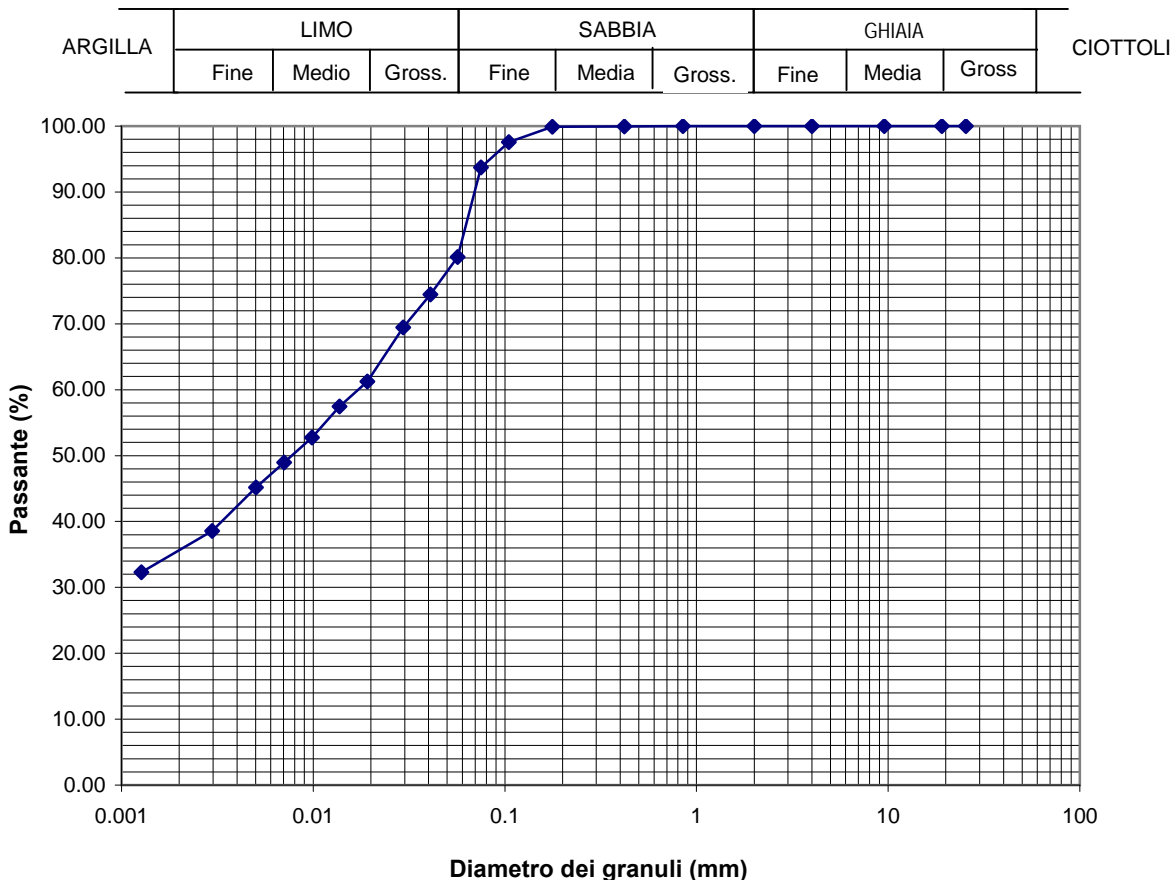
**ASTM D 422**

**SONDAGGIO : S4**

**CAMPIONE: CI 1**

**PROFONDITA': 2.20 ÷ 2.80 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 324.41 g				massa provino 47.02 g	
profondità provino 2.62 ÷ 2.80 m				profondità provino 2.62 ÷ 2.80 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.725 - determinato	
				Riferimento: CSP_15/0035-02	
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	100.00	0.00	% IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	100.00	0.00	0.05670	80.13
10	2	100.00	0.00	0.04094	74.47
20	0.85	99.99	0.01	0.02947	69.43
30	0.59	-	-	0.01916	61.24
40	0.42	99.96	0.03	0.01372	57.46
50	0.297	-	-	0.00985	52.74
80	0.177	99.90	0.06	0.00704	48.96
100	0.149	-	-	0.00504	45.18
140	0.105	97.59	2.31	0.00296	38.57
200	0.075	93.72	3.87	0.00127	32.27



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

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

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0035-05****COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0035\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 1	<b>Profondità :</b> 2.20 - 2.80	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**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:** 09/03/2015**DATA TERMINE PROVA:** 12/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE




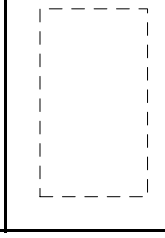
SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0035-05</b>	<b>DATA EMISSIONE:</b>	<b>16/03/2015</b>
			Pag. 2 di 5

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

**ASTM D 4767**

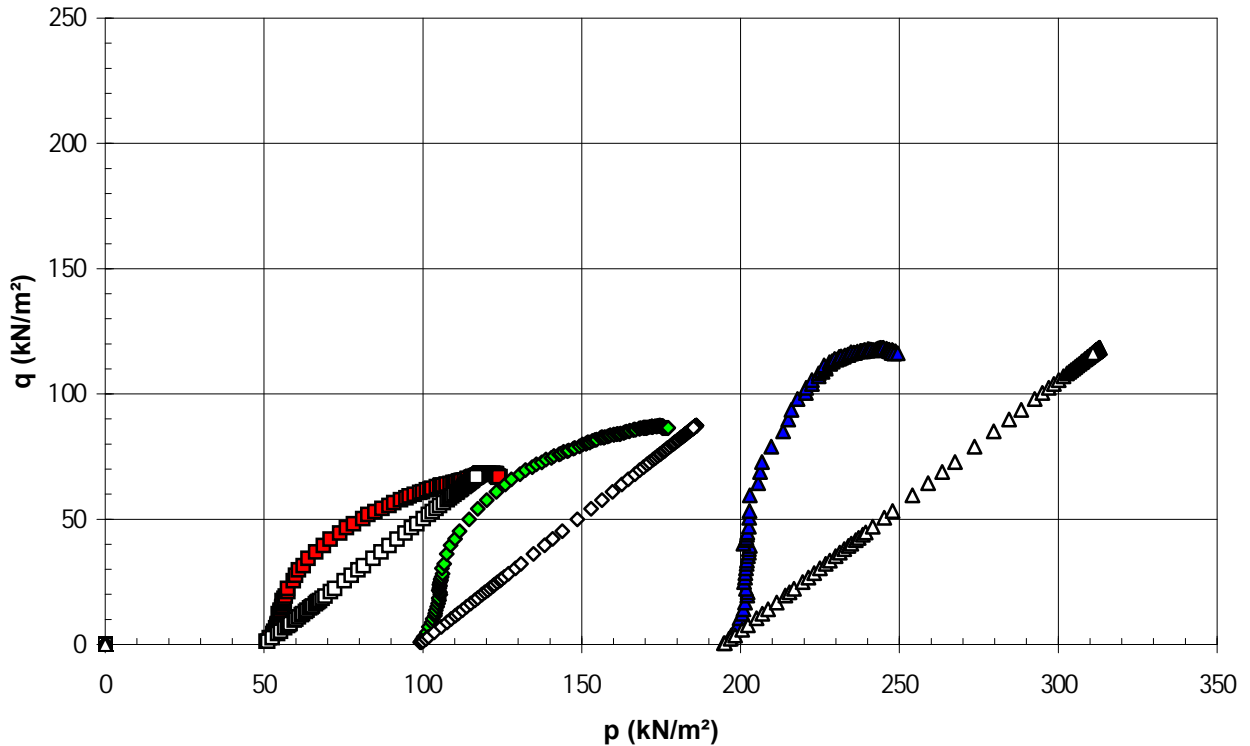
**SONDAGGIO** : S4      **CAMPIONE** : CI 1      **PROFONDITA'**: 2.20 ÷ 2.80 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	2.71	2.71	2.62	-
Profondità provino	a m	2.80	2.80	2.71	-
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	49.90	98.70	194.60	-
massimo valore ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m²	136.71	174.84	236.91	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) max	kN/m²	3	3	3	-
massimo valore $\sigma'_1/\sigma'_3$	kN/m²	4.37	3.28	2.98	-
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.	35	-	37	-
Foto o rappresentazione schematica del provino					

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

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

**STRESS PATHS**



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

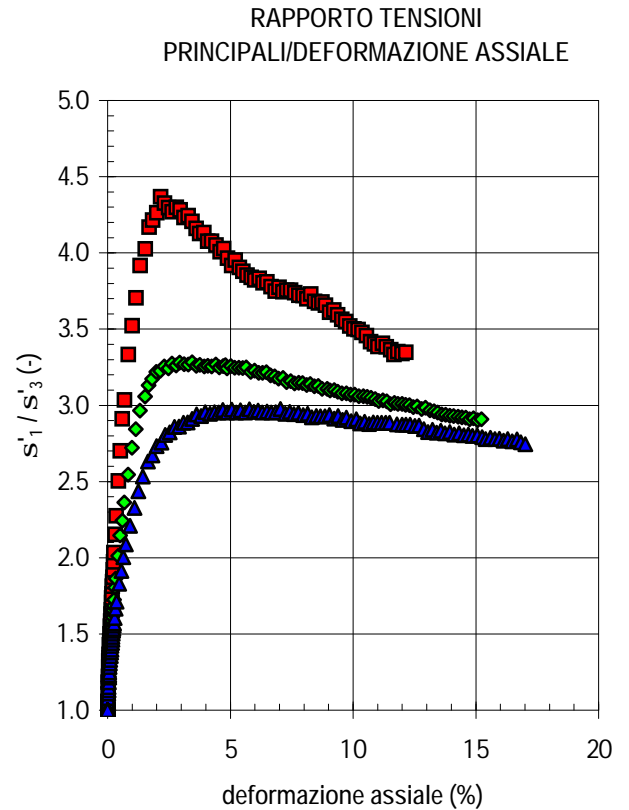
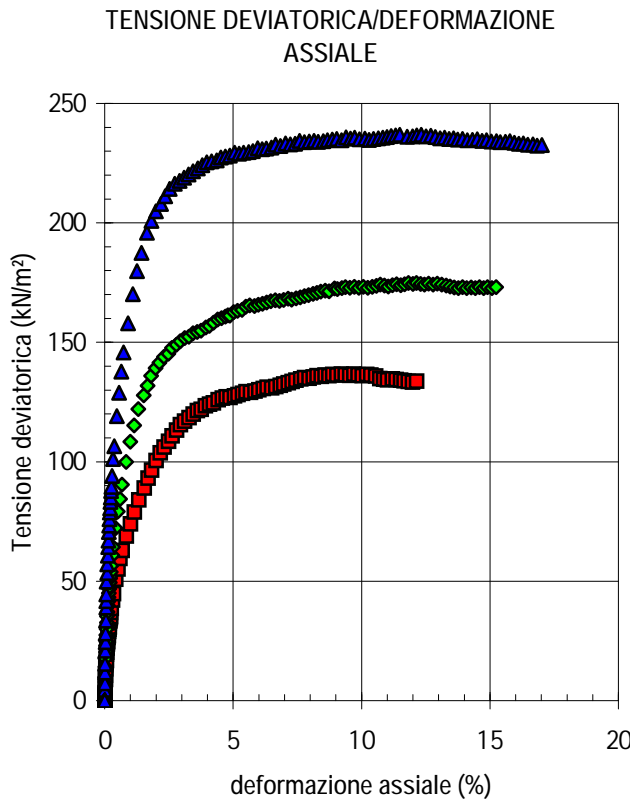
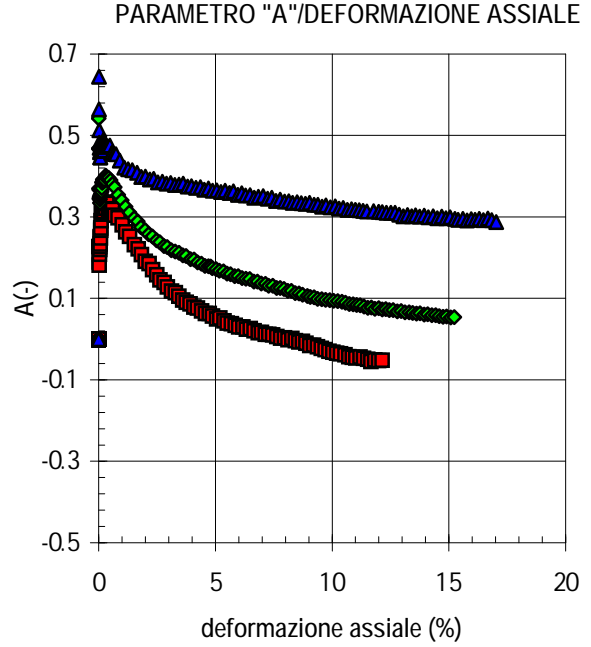
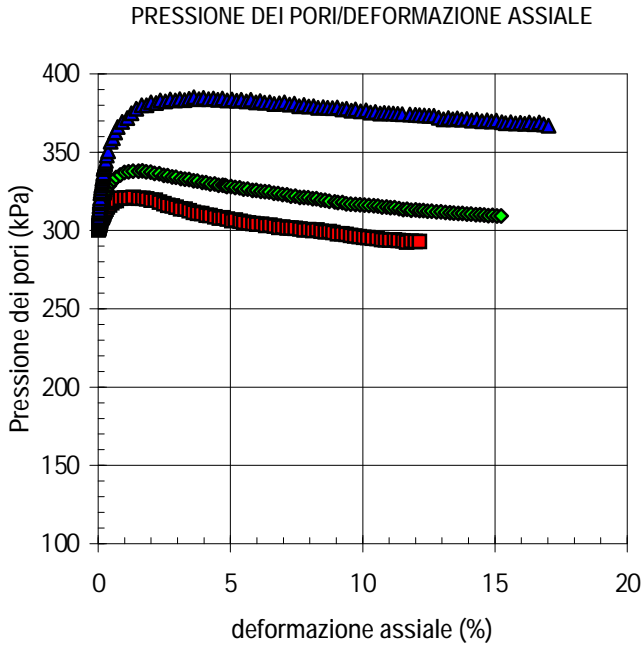


<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0035-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>16/03/2015</b>
			Pag. 3 di 5

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

**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO** : S4 **CAMPIONE** : CI 1 **PROFONDITA'**: 2.20 ÷ 2.80 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_15/0035-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>16/03/2015</b>
			Pag. 4 di 5

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

**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO** : S4      **CAMPIONE** : CI 1      **PROFONDITA'**: 2.20 ÷ 2.80 m

	n°	1	2	3	-
PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	2.71	2.71	2.62	-
Profondità provino	a m	2.80	2.80	2.71	-
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	19.38	19.22	19.31	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Contenuto in acqua iniziale	%	24.98	25.31	24.79	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca	kN/m³	15.51	15.34	15.47	-
Peso sp. dei grani (determinato)	-	2.725	2.725	2.725	-
<i>Riferimento Certificato</i>		CSP_15/0035-02	CSP_15/0035-02	CSP_15/0035-02	
Indice dei vuoti iniziale	-	0.721	0.740	0.725	-
Grado di saturazione iniziale	%	94.33	93.11	93.07	-
Pressione pori iniziale	kPa	-1.7	-1.2	-0.8	-
Valore di B iniziale	-	0.68	0.82	0.81	-
Pressione pori a saturazione	kPa	347.8	353	441	-
Pressione in cella finale	kPa	400	400	500	-
Valore di B a saturazione	-	0.95	1.00	0.94	-
Durata consolidazione	min	-	1369	1208	-
Pressione in cella	kPa	350	400	500	-
Contropressione	kPa	300	300	300	-
Pressione pori iniziale	kPa	300.1	353	441	-
Pressione pori finale	kPa	300.1	300	301	-
Variazione altezza provino	mm	0.03	0.33	0.34	-
Variazione volume provino	cm³	0.50	1.19	3.25	-
t <sub>100</sub>	min	-	-	68.1	-
Tempo di rottura stimato	min	-	-	120.1	-
Pressione in cella	kPa	350	400	500	-
Pressione pori iniziale	kPa	300.1	301	305	-
σ'3 iniziale	kPa	49.9	98.7	194.6	-
Velocità pressa	mm/min	0.0100	0.0100	0.0100	-
massimo valore (σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> )	kN/m²	137	175	237	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	%	9.22	12.14	11.49	-
Tempo per il raggiungimento di (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	min	782	1032	880	-
Correzione per filtro e membrana su (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	3	3	3	-
Pressione pori a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kPa	298	313	374	-
Valore di A a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	-	-0.02	0.07	0.31	-
p' a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	120	175	244	-
q a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	68	87	118	-
massimo valore σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub>	kN/m²	4	3	3	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	%	2.16	3.44	7.04	-
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	319	333	382	-
Valore di A a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	-	0.19	0.21	0.35	-
p' a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kN/m²	83	144	235	-
q a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kN/m²	52	77	117	-
Massa volumica totale finale	kN/m³	19.60	19.58	19.90	-
Contenuto in acqua finale	%	25.63	25.84	23.79	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca finale	kN/m³	15.60	15.56	16.08	-
Indice dei vuoti finale	-	0.711	0.715	0.660	-
Grado di saturazione finale	%	98.15	98.30	98.10	-

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

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n°** **CSP\_15/0035-05** **DATA EMISSIONE** **16/03/2015**  
 Pag. 5 di 5

**PROVA TRIASSIALE CIU**

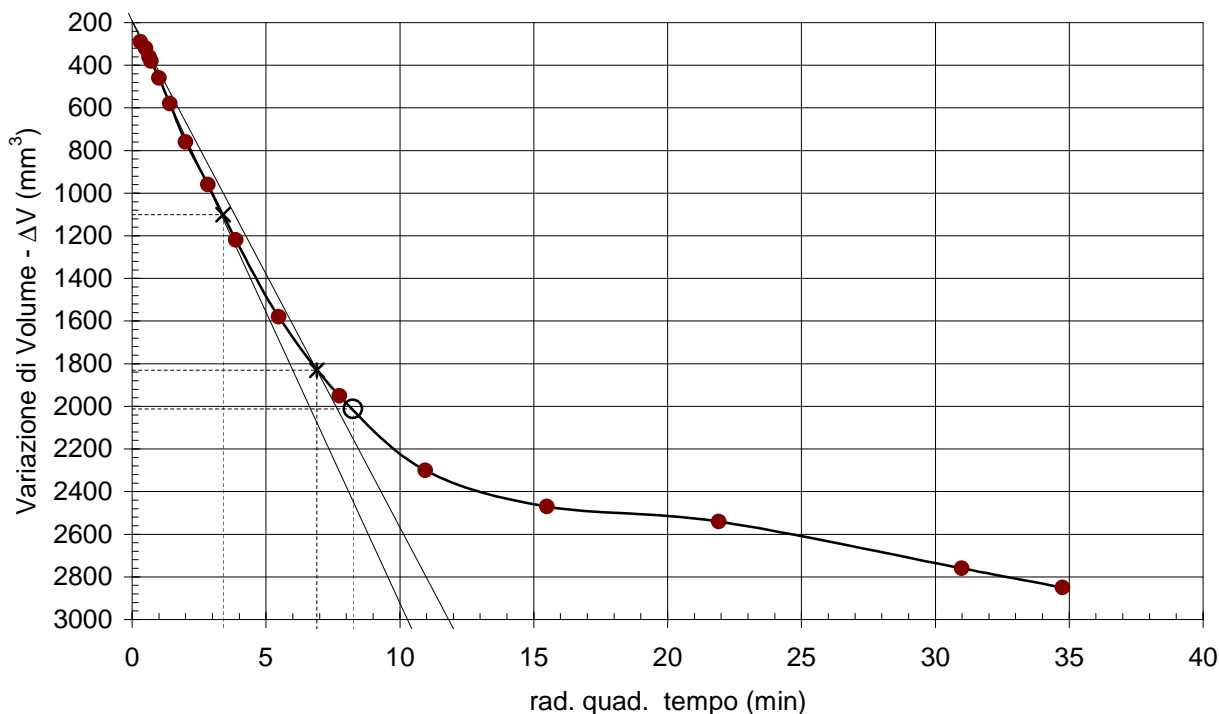
**SONDAGGIO :** S4 **CAMPIONE :** CI 1 **PROFONDITA' :** 2.20 ÷ 2.80 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)					
RELATIVI ALL' INCREMENTO DI $s'_3$		da	50 kPa	a	200 kPa
PROVINO n. 3	PROFONDITA'	da	2.62 m	a	2.71 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	290	0.062	960	2760	1.461
0.25	320	0.079	1208	2850	1.465
0.4	360	0.080	-	-	-
0.5	380	0.082	-	-	-
1	460	0.094	-	-	-
2	580	0.117	-	-	-
4	760	0.152	-	-	-
8	960	0.194	-	-	-
15	1220	0.227	-	-	-
30	1580	0.266	-	-	-
60	1950	0.297	-	-	-
120	2300	0.305	-	-	-
240	2470	0.306	-	-	-
480	2540	0.306	-	-	-

VALORI CALCOLATI		
$t_{90}$	(min)	= 47.6
$u_{v190}$	(mm)	= 1830
$t_{50}$	(min)	= 11.6
$u_{v150}$	(mm)	= 1102
$t_{100}$	(min)	= 68.1
$u_{v1100}$	(mm)	= 2012
Tempo per il raggiungimento della rottura $t_f$ (min) = 120.1		
deformazione a rottura ipotizzata def. (mm) = 6.0		
velocità di rottura calcolata v (mm/min) = 0.04994		
$m_{vi}$	(m <sup>2</sup> /MN)	= 0.2496

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



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

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

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: FOSSA NUOVA CAVATA

DATA EMISSIONE: 16/03/2015

SONDAGGIO: S4

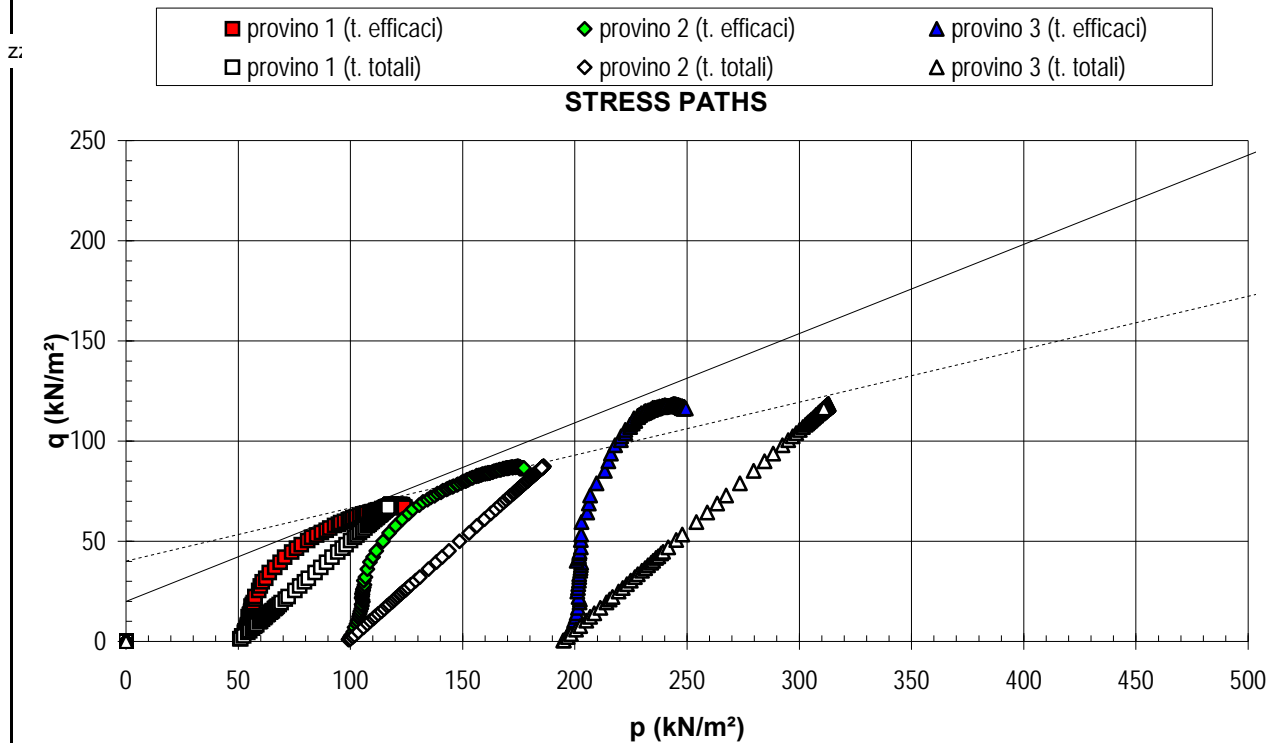
CAMPIONE: CI 1

PROFONDITA': da m 2.20 a m 2.80

*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.)
	19.98	24.01	40.15	14.81

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini





**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_15/0068-01**

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0068\_SP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 09/03/15 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

**Sondaggio :** S4 **Campione :** CI 1 **Profondità :** 2.20 - 2.80 m

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** Campione identificato con verbale 15/0035\_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 BEROCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO - VOLUMETRICHE**

**SONDAGGIO :** S4 **CAMPIONE:** CI 1 **PROFONDITA':** 2.20 ÷ 2.80 m

PROFONDITA' PROVINO da m 2.62 a m 2.80

Umidità naturale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0035-05</i>	w	(%)	25.03
Massa volumica totale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0035-05</i>	g	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.969
Massa volumica secca	gd	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.574
Peso specifico dei grani <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0035-02</i>	G <sub>s</sub>	-	2.725
Massa volumica della parte solida	gs	(Mg/m <sup>3</sup> )	2.721
Temperatura dell' acqua	T	°C	18
Massa volumica H <sub>2</sub> O alla temperatura T	g <sub>w</sub>	Mg/m <sup>3</sup>	0.99862
Indice dei vuoti	e	-	0.728
Porosità	n	(%)	42.14
Grado di saturazione	S	(%)	93.50
Massa volumica del terreno saturo	g <sub>sat</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.998

**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: **16/03/2015**COMMESSA N°: **15/013c**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0036 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: FOSSA NUOVA CAVATA

SONDAGGIO: S4                      CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA' (m): 4.10-4.70                      CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 20/01/2015

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 15/0036-01
PSG01	Peso specifico dei grani	1	CNR UNI 10013	CSP 15/0036-02
LIM03	Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico	1	ASTM D 4318	CSP 15/0036-03
GRT04	Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione	1	ASTM D 422	CSP 15/0036-04
TRX03a	Prova triassiale CID , compresa la saturazione del provino	2	Raccomandazioni AGI	CSP 15/0036-05

per SINERGEA srl

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0036-01

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0036\_CSP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015

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

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 4.10 - 4.70	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**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:** 03/03/2015

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

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.



<b>CERTIFICATO n°</b> <b>CSP_15/0036-01</b>	<b>DATA EMISSIONE</b> 16/03/2015
Pagina 2 di 3	

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :**    S4                      **CAMPIONE :**    CI 2                      **PROFONDITA' :**    4.10 ÷ 4.70 m

Data descrizione                      :    03/03/15                      Forma del campione                      :    cilindrica  
 Qualità del campione (AGI):        **Q.5.**                      Dimensioni del campione                :    L = 37 cm; φ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
4.33	4.45	Campione rimaneggiato.
4.45	4.70	L S A di colore bruno ( HUE 10YR 5/3 ) e bruno giallastro ( HUE 10YR 5/6 ).  Presenza di veli e puntature nerastre e brunastre, apparati radicali, calcinelli, macropori, veli calcarei, mica. Media/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)			
4.10	4.33			
	4.45			
	4.70			
4.70	4.70			

**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

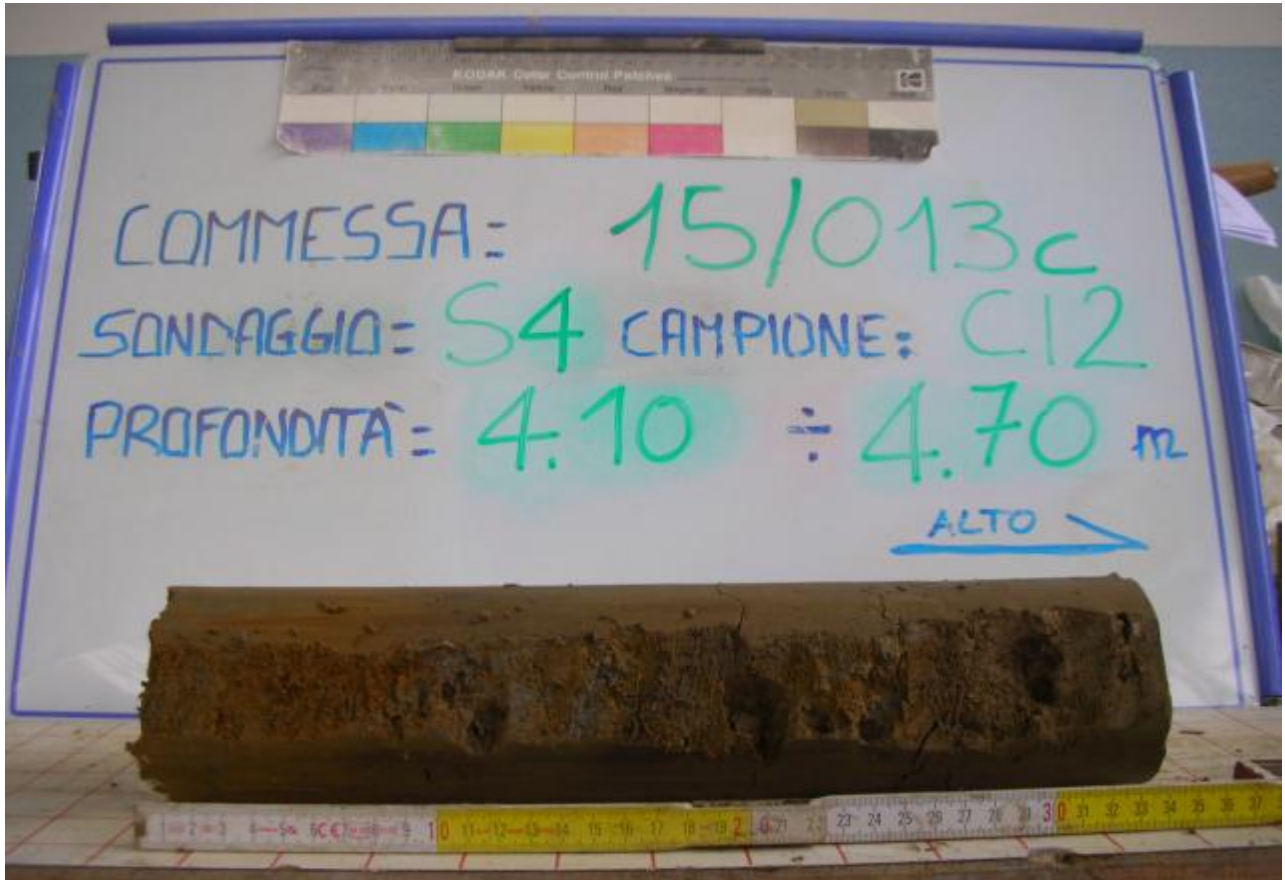
**CERTIFICATO n° CSP\_15/0036-01**

**DATA EMISSIONE: 16/03/2015**

Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE**

**SONDAGGIO n° : S4      CAMPIONE: C12      PROFONDITA': 4.10 - 4.70 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\_15/0036-02****COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0036\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 4.10 - 4.70	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**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: 10/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 16/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

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





**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0036-03****COMMESSA : 15/013c** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 15/0036\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 4.10 - 4.70	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**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: 13/03/15

DATA TERMINE PROVA: 16/03/15

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

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

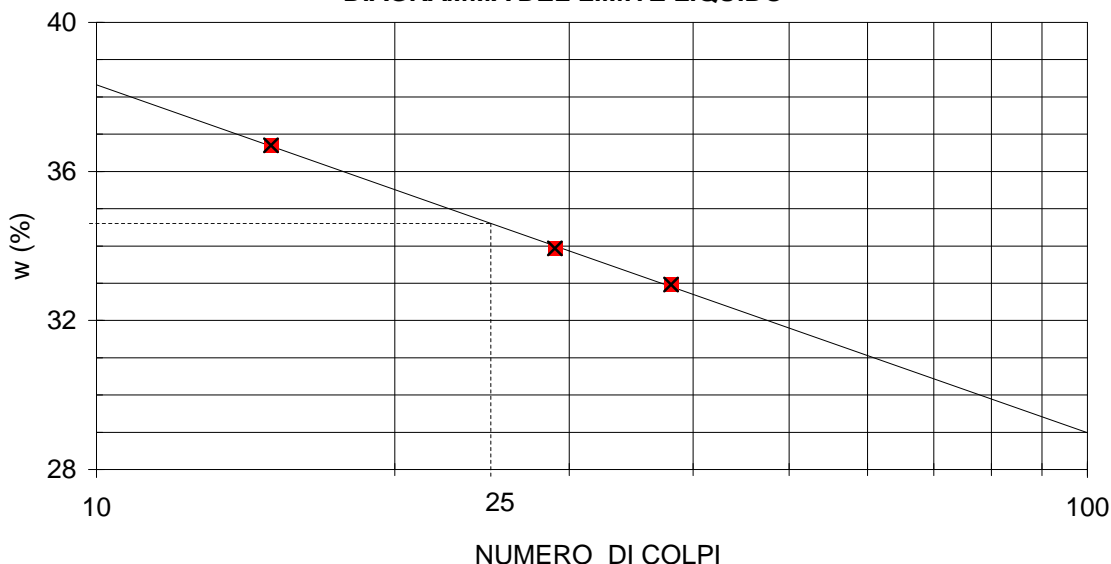
**CERTIFICATO n° CSP\_15/0036-03** DATA EMISSIONE 16/03/2015  
 Pagina 2 di 2

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

**SONDAGGIO :** S4 **CAMPIONE:** CI 2 **PROFONDITA':** 4.10 ÷ 4.70 m

Profondità provino	m	4.50-4.70			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	31.0796	44.7775	52.4884	-
Numero colpi	-	38	15	29	-
Massa provino umido + tara	g	58.0161	74.9351	79.3657	-
Massa provino secco + tara	g	51.3381	66.8385	72.5560	-
Contenuto in acqua	%	33.0	36.7	33.9	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>35</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.3653	14.0308	-	-
Massa provino umido + tara	g	16.494	16.8715	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.9607	16.4036	-	-
Contenuto in acqua	%	20.5	19.7	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>20</b>			

<b>Indice di Plasticità (<math>w_L - w_P</math>)</b>	
<b><math>I_P</math></b>	<b>15</b>

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0036-04

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0036\_CSP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015

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

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 2	<b>Profondità :</b> 4.10 - 4.70	m
-----------------------	------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**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:** 04/03/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 12/03/2015

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\_15/0036-04**

**DATA EMISSIONE**

**16/03/2015**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**ASTM D 422**

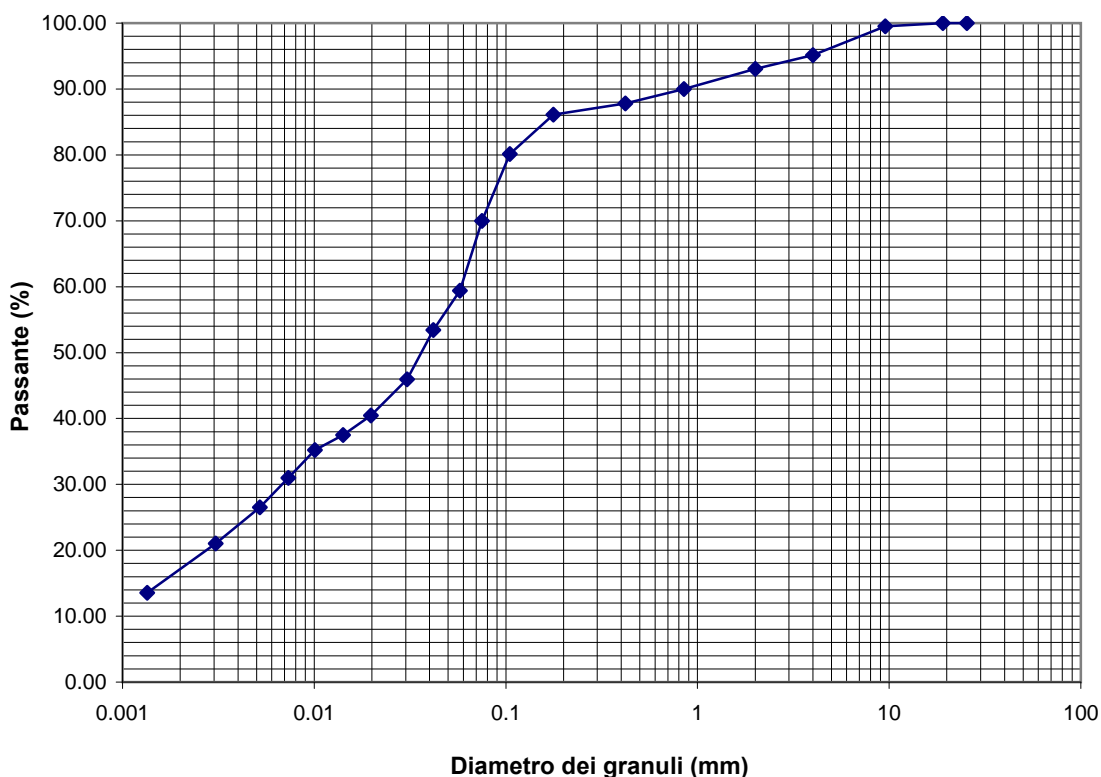
**SONDAGGIO : S4**

**CAMPIONE: CI 2**

**PROFONDITA': 4.10 ÷ 4.70 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 465.87 g				massa provino 44.34 g	
profondità provino 4.50 ÷ 4.70 m				profondità provino 4.50 ÷ 4.70 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.733 - determinato	
				Riferimento: CSP_15/0036-02	
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	99.51	0.49	% IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	95.12	4.39	0.05763	59.38
10	2	93.05	2.07	0.04185	53.41
20	0.85	90.01	3.05	0.03054	45.94
30	0.59	-	-	0.01974	40.46
40	0.42	87.83	2.18	0.01412	37.47
50	0.297	-	-	0.01007	35.23
80	0.177	86.11	1.72	0.00732	31.00
100	0.149	-	-	0.00520	26.52
140	0.105	80.11	6.00	0.00306	21.04
200	0.075	70.01	10.11	0.00135	13.57

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\_15/0036-05****COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0036\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** -**Sondaggio :** S4 **Campione :** Cl 2 **Profondità :** 4.10 - 4.70 m**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**PRELIEVO EFFETTUATO :** a cura del Committente**DATI FORNITI da :** -**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TCD	Prova triassiale consolidata isotropicamente, drenata	2	p.i. POP-043
CTX	Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale	1	ASTM D 2435

DATA INIZIO PROVA: 07/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 11/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

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

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0036-05**

**DATA EMISSIONE: 16/03/2015**

Pagina 2 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.D.**

**procedura interna POP-043**

**SONDAGGIO : S4**

**CAMPIONE : C12**

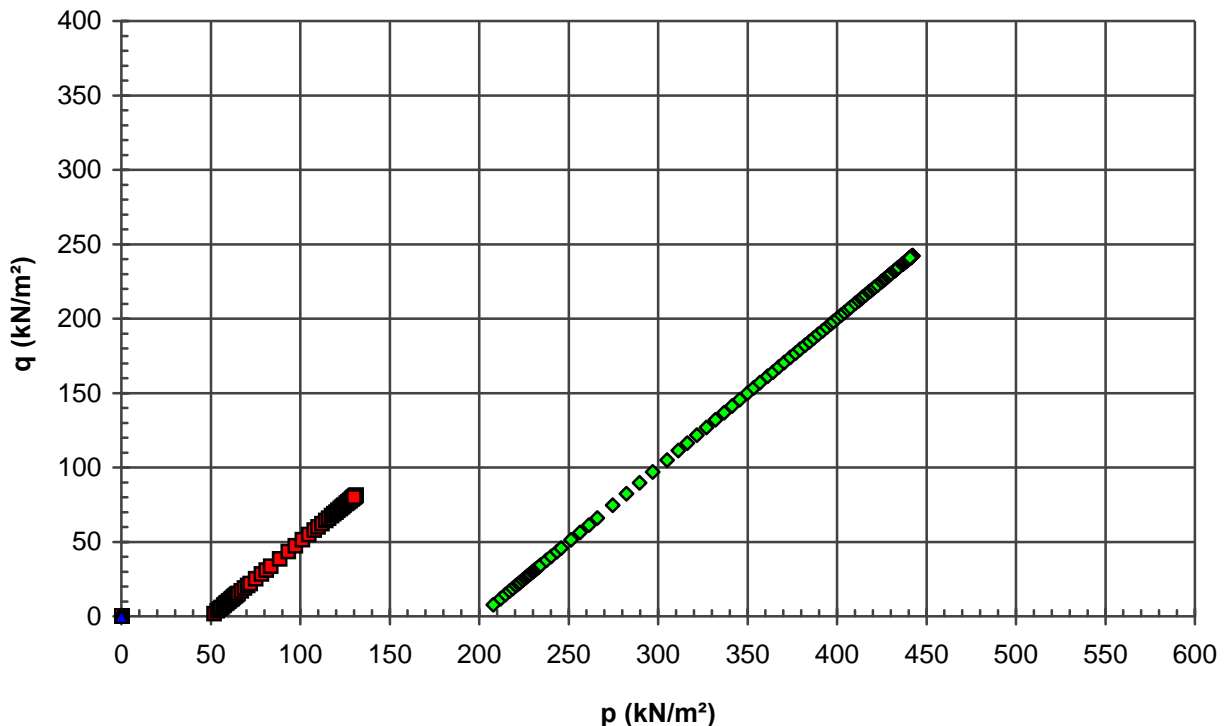
**PROFONDITA': 4.10 ÷ 4.70 m**

PROVINO	n°	1	2	-	-
Profondità provino	da m	4.60	4.50	-	-
Profondità provino	a m	4.70	4.60	-	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	-	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	-	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	-	-
$\sigma'3$	kPa	50.00	200.00	-	-
$(\sigma1 - \sigma3)$ a rottura	kN/m <sup>2</sup>	162.73	484.58	-	-
<b>MODALITA' DI ROTTURA</b>					
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	-	-	-	-
Foto o rappresentazione schematica del provino					

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

■ provino1    ◆ provino2    ▲ provino3

**STRESS PATHS**



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° **CSP\_15/0036-05**

DATA EMISSIONE: 16/03/2015

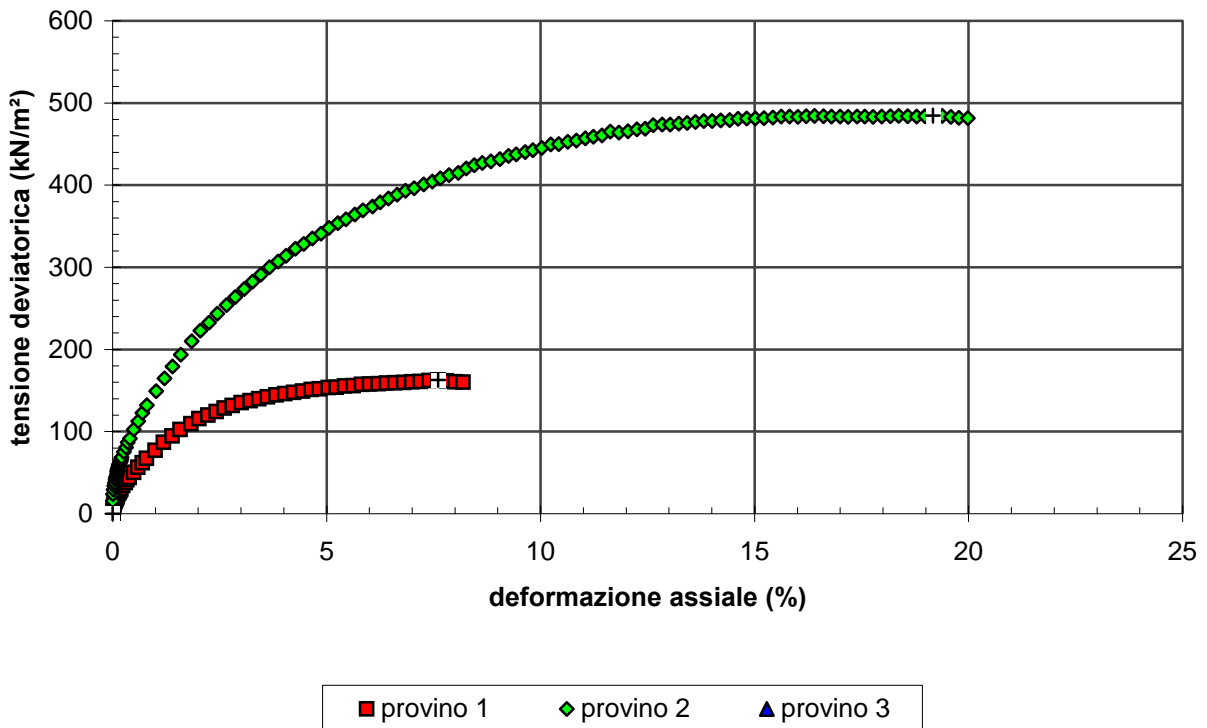
Pagina 3 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.D.**

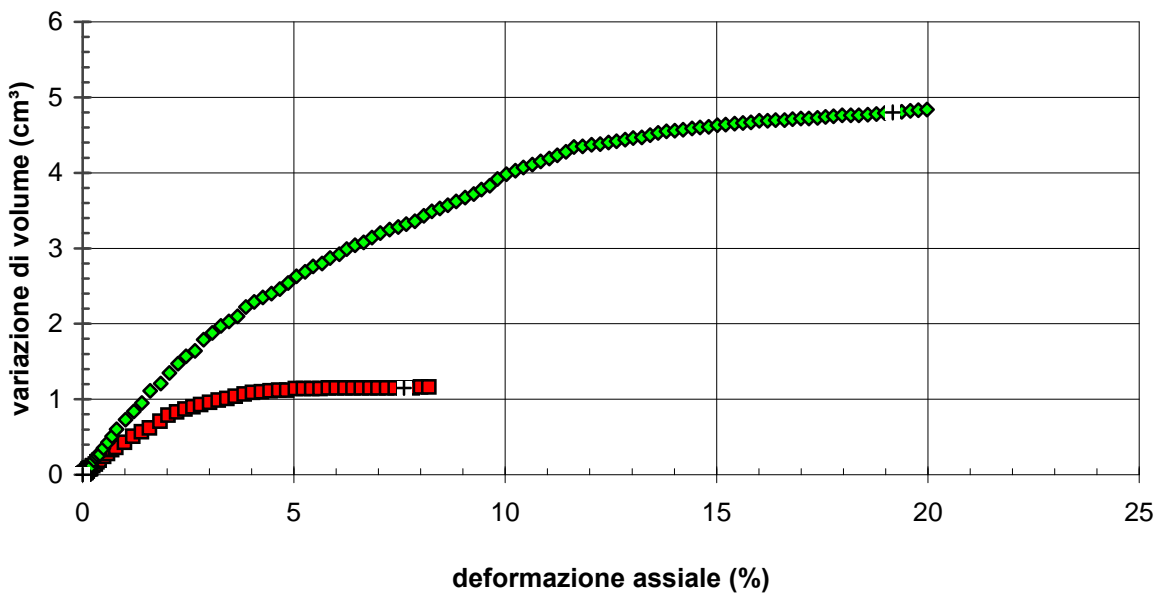
**procedura interna POP-043**

**SONDAGGIO** : S4 **CAMPIONE** : CI 2 **PROFONDITA'**: 4.10 ÷ 4.70 m

**TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE**



**VARIAZIONE DI VOLUME/DEFORMAZIONE ASSIALE**



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\_15/0036-05**
**DATA EMISSIONE:** 16/03/2015

Pagina 4 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.D.**
**procedura interna POP-043**
**SONDAGGIO** : S4 **CAMPIONE** : CI 2 **PROFONDITA'**: 4.10 ÷ 4.70 m

PROVINO	n°	1	2	-	-
Profondità provino	da m	4.60	4.50	-	-
Profondità provino	a m	4.70	4.60	-	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	-	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	-	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	-	-
<b>INIZIO PROVA</b>					
Massa volumica apparente	kN/m <sup>3</sup>	18.42	18.71	-	-
<i>Riferimento Certificato</i>	-	-	-	-	-
Contenuto in acqua	%	28.90	29.02	-	-
<i>Riferimento Certificato</i>	-	-	-	-	-
Massa volumica secca	kN/m <sup>3</sup>	14.29	14.50	-	-
Peso sp. dei grani (determinato)	-	2.733	2.733	-	-
<i>Riferimento Certificato</i>	-	CSP_15/0036-02	CSP_15/0036-02	-	-
Indice dei vuoti	-	0.873	0.845	-	-
Grado si saturazione	%	90.29	93.67	-	-
<b>FASE DI SATURAZIONE</b>					
Pressione pori iniziale	kPa	3.0	-0.8	-	-
Valore di B iniziale	-	0.83	0.91	-	-
Pressione pori a saturazione	kPa	348.5	442.4	-	-
Pressione in cella finale	kPa	400.0	500.0	-	-
Valore di B a saturazione	-	0.96	0.95	-	-
<b>FASE DI CONSOLIDAZIONE (durata)</b>					
Pressione in cella	kPa	350.0	500.0	-	-
Contropressione	kPa	300.0	300.0	-	-
Pressione pori iniziale	kPa	300.7	442.4	-	-
Pressione pori finale	kPa	300.7	301.7	-	-
Variazione altezza provino	mm	0.37	0.57	-	-
Variazione volume provino	cm <sup>3</sup>	2.62	4.34	-	-
t <sub>100</sub>	min	-	10.9	-	-
Tempo di rottura calcolato	min	-	15.6	-	-
<b>FASE DI COMPRESSIONE</b>					
Pressione in cella	kPa	350.0	500.0	-	-
Contropressione	kPa	300.0	300.0	-	-
σ'3	kPa	50.0	200.0	-	-
Velocità pressa	mm/min	0.005	0.005	-	-
<b>CONDIZIONI A ROTTURA</b>					
Deformaz. assiale percentuale	%	7.6	19.2	-	-
(σ1 - σ3) a rottura	kN/m <sup>2</sup>	162.73	484.58	-	-
Variazione di volume a rottura	cm <sup>3</sup>	1.15	4.80	-	-
p' a rottura	kN/m <sup>2</sup>	131.4	442.3	-	-
q a rottura	kN/m <sup>2</sup>	81.4	242.3	-	-
Tempo di rottura effettivo	min	1161.4	2901.5	-	-
<b>FINE PROVA</b>					
Variazione di volume totale	cm <sup>3</sup>	3.78	9.18	-	-
Massa volumica apparente finale	kN/m <sup>3</sup>	19.22	20.02	-	-
Contenuto in acqua finale	%	28.64	23.42	-	-
<i>Riferimento Certificato</i>	-	-	-	-	-
Massa volumica secca finale	kN/m <sup>3</sup>	14.94	16.22	-	-
Indice dei vuoti finale	-	0.792	0.650	-	-
Grado si saturazione finale	%	98.73	98.34	-	-

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\_15/0036-05**
**DATA EMISSIONE: 16/03/2015**

Pagina 5 di 5

**PROVA TRIASSIALE CID**
**SONDAGGIO : S4    CAMPIONE : CI 2    PROFONDITA': 4.10 ÷ 4.70 m**
**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)**

 RELATIVI ALL' INCREMENTO DI  $s'_3$  da **50** kPa a **200** kPa  
 PROVINO n. **2** PROFONDITA' da 4.50 m a 4.60 m

Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale

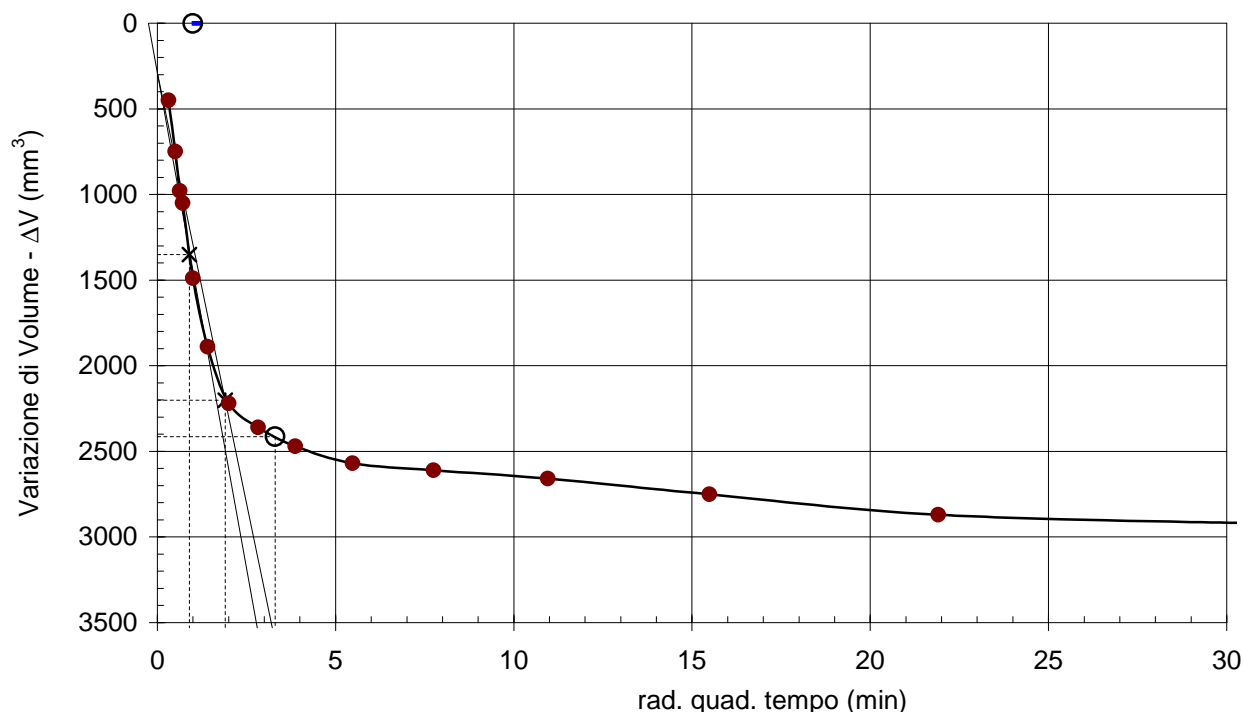
**VALORI MISURATI**

Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)	Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)
0.1	450	0.082	960	2920	0.543
0.25	750	0.079	1239	2930	0.551
0.4	980	0.112	0	-	-
0.5	1050	0.148	0	-	-
1	1490	0.227	0	-	-
2	1890	0.318	0	-	-
4	2220	0.381			
8	2360	0.418			
15	2470	0.442			
30	2570	0.464			
60	2610	0.482			
120	2660	0.495			
240	2750	0.516			
480	2870	0.533			

**VALORI CALCOLATI**

$t_{90}$ (min) =	3.6
$u_{v190}$ (mm) =	2202
$t_{50}$ (min) =	0.8
$u_{v150}$ (mm) =	1352
$t_{100}$ (min) =	10.9
$d_{v100}$ (mm) =	2414
Tempo per il raggiungimento della rottura $t_f$ (min) = 15.6	
deformazione a rottura ipotizzata def. (mm) = 6.0	
velocità di rottura calcolata $v$ (mm/min) = 0.38431	
$m_{vi}$ (m <sup>2</sup> /kN) =	3.331E-01

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



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



# PROVA TRIASSIALE CID - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pagina 1 di 1

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: FOSSA NUOVA CAVATA

DATA EMISSIONE: 16/03/2015

SONDAGGIO: S4

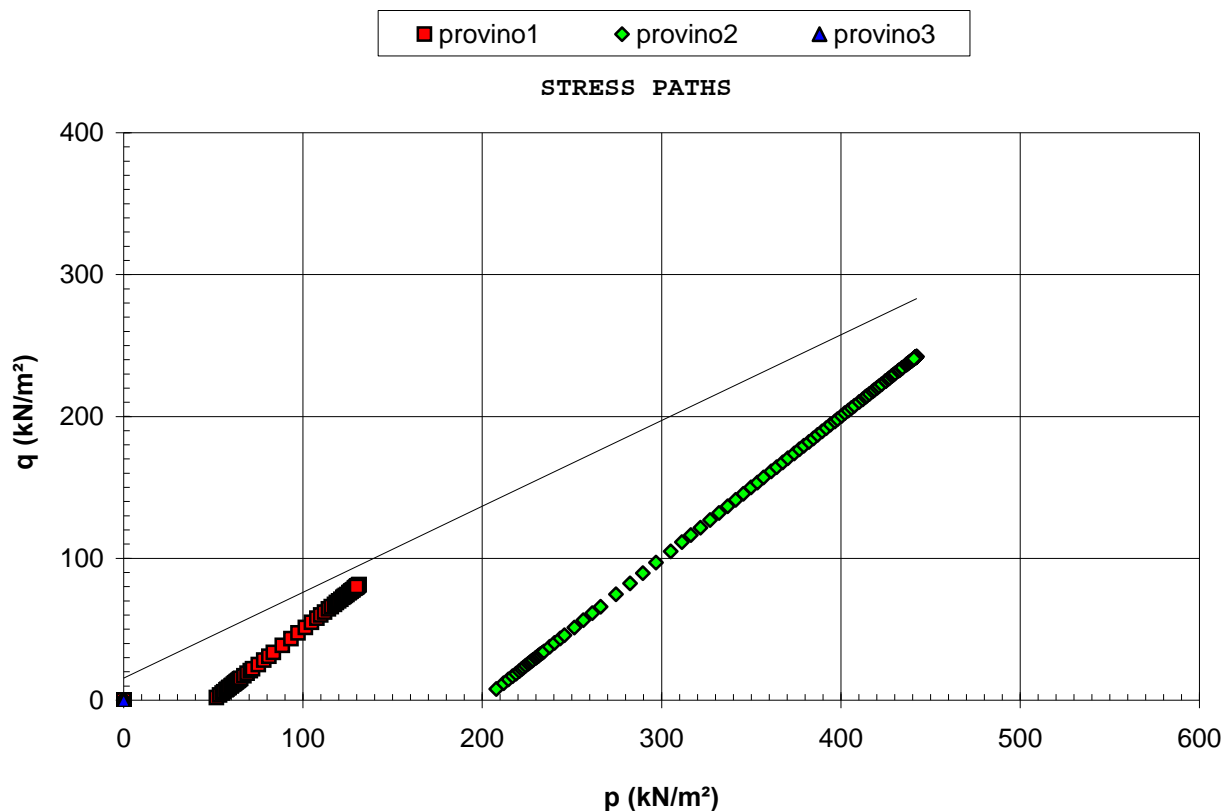
CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA': da m 4.10 a m 4.70

*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	Intercetta su asse y (kN/m <sup>2</sup> )	coeff. angolare (° sess.)
		15.63

Regressione lineare eseguita utilizzando i provini 1 e 2



NOTE:

**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_15/0069-01**

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0069\_SP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 09/03/15 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/15

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> CI 2	<b>Profondità :</b> 4.10 - 4.70 m
-----------------------	------------------------	-----------------------------------

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** Campione identificato con verbale 15/0036\_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\_15/0069-01

DATA EMISSIONE:

16/03/2015

Pag 2 di 2

## DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO - VOLUMETRICHE

SONDAGGIO : S4      CAMPIONE: CI 2      PROFONDITA': 4.10 ÷ 4.70 m

PROFONDITA' PROVINO      da m      4.50      a m      4.70

Umidità naturale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0036-05</i>	w	(%)	28.96
Massa volumica totale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0036-05</i>	g	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.893
Massa volumica secca	g <sub>d</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.468
Peso specifico dei grani <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0036-02</i>	G <sub>s</sub>	-	2.733
Massa volumica della parte solida	g <sub>s</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	2.729
Temperatura dell' acqua	T	°C	18
Massa volumica H <sub>2</sub> O alla temperatura T	g <sub>w</sub>	Mg/m <sup>3</sup>	0.99862
Indice dei vuoti	e	-	0.859
Porosità	n	(%)	46.22
Grado di saturazione	S	(%)	91.98
Massa volumica del terreno saturo	g <sub>sat</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	1.932

**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: **16/03/2015**COMMESSA N°: **15/013c**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **15/0037 CSP**DATA ACCETTAZIONE: **22/01/2015**

RICHIEDENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

CONSEGnatARIO: personale tecnico SOGEO srl

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: FOSSA NUOVA CAVATA

SONDAGGIO: S4                      CAMPIONE: CI 3

PROFONDITA' (m): 11.60-12.20                      CONTENITORE /PRESTAZIONE: fustella acciaio

PRELIEVO/PROVA ESEGUITO DA: SOGEO srl

DATA ESECUZIONE PROVE FS o PRELIEVO CAMPIONE: 20/01/2015

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 15/0037-01
PSG01	Peso specifico dei grani	1	CNR UNI 10013	CSP 15/0037-02
LIM03	Determinazione del Limite Liquido (multipoint-Method A) e del Limite Plastico	1	ASTM D 4318	CSP 15/0037-03
GRT04	Granulometria combinata per vagliatura e sedimentazione	1	ASTM D 422	CSP 15/0037-04
TRX02a	Prova triassiale CIU , compresi saturazione del provino e rilievo pressioni interstiziali	3	ASTM D 4767	CSP 15/0037-05

per SINERGEA srl

## CERTIFICATO n° : CSP\_15/0037-01

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0037\_CSP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015

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

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 3	<b>Profondità :</b> 11.60 - 12.20 m
-----------------------	------------------------	-------------------------------------

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**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:** 04/03/2015

**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\_15/0037-01**

**DATA EMISSIONE**

**16/03/2015**

Pagina 2 di 3

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :** S4      **CAMPIONE :** CI 3      **PROFONDITA' :** 11.60 ÷ 12.20 m

Data descrizione : 04/03/15      Forma del campione : cilindrica  
 Qualità del campione (AGI): **Q.5.**      Dimensioni del campione : L = 49 cm; φ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
11.71	12.20	A L / A con L di colore grigio ( HUE 5Y 5/1 ). Presenza di veli e puntature nerastre e brunastre, frustoli. Debole 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)												
11.60	-----	-----	0.16 =										
						0.24 ^							
							0.24 ^						
								0.25 ^					
									0.24 ^				
										0.27 ^			
											0.32 ^		
												0.30 ^	
													0.25 ^

**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\_15/0037-01**

**DATA EMISSIONE: 16/03/2015**

Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE**

**SONDAGGIO n° : S4**

**CAMPIONE: CI 3**

**PROFONDITA': 11.60 - 12.20 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\_15/0037-02****COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0037\_CSP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** Dott. Geol. Claudia BORELLI**LOCALITA' :** CARPI (MO)**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 3	<b>Profondità :</b> 11.60 - 12.20 m
-----------------------	------------------------	-------------------------------------

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015**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: 10/03/2015

DATA TERMINE PROVA: 16/03/2015

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

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

**CERTIFICATO n° CSP\_15/0037-02**

**DATA EMISSIONE 16/03/2015**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI ( $G_s$ )**

**SONDAGGIO :** S4      **CAMPIONE:** CI 3      **PROFONDITA':** 11.60 ÷ 12.20 m

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO : CNR UNI 10013**

PROFONDITA' PROVINO da m 12.00 a m 12.20

DETERMINAZIONE n°			1	2
Picnometro n°		-	6	13
Peso picnometro	<i>P</i>	g	42.2491	44.8173
Peso picnometro + campione	<i>P+Cs</i>	g	71.7980	64.1170
Peso campione secco	<i>Cs</i>	g	29.5489	19.2997
Peso picnometro + acqua	<i>Pa</i>	g	174.7801	148.5532
Peso picnometro + acqua + campione	<i>Pt</i>	g	193.5181	160.8105
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	<i>G<sub>s</sub></i>	-	2.733	2.741
Massa volumica della parte solida	<i>g s</i>	Mg/m <sup>3</sup>	2.729	2.737
<b>Valore medio</b>	<b>g<sub>s</sub></b>	Mg/m <sup>3</sup>	<b>2.733</b>	
<b>Valore medio</b>	<b>G<sub>s</sub></b>	-	<b>2.737</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\_15/0037-03**

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0037\_CSP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015

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

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 3	<b>Profondità :</b> 11.60 - 12.20	m
-----------------------	------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**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:** 06/03/15

**DATA TERMINE PROVA:** 09/03/15

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.



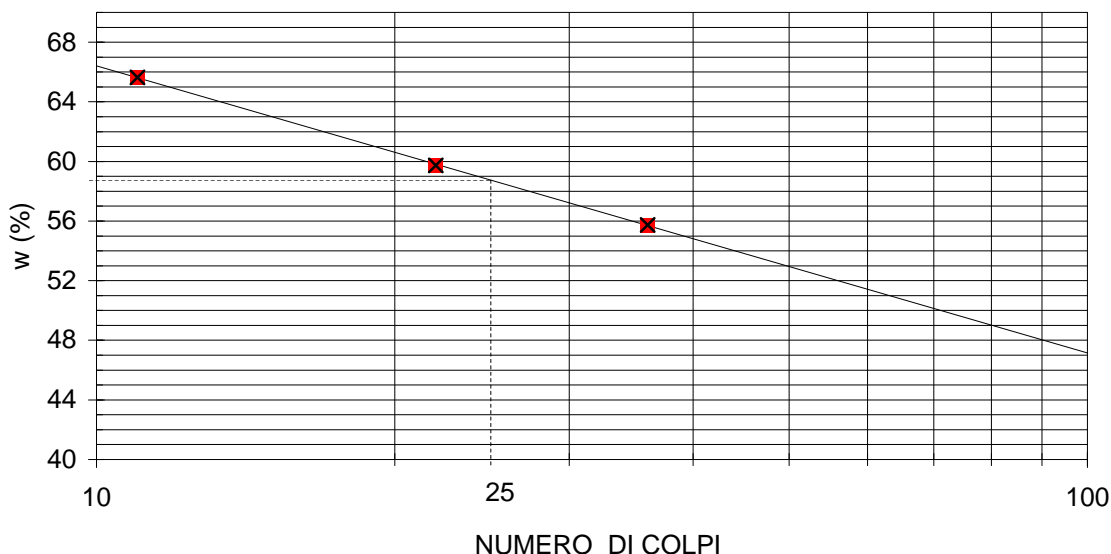
**CERTIFICATO n° CSP\_15/0037-03** DATA EMISSIONE 16/03/2015  
 Pagina 2 di 2

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

**SONDAGGIO :** S4 **CAMPIONE:** CI 3 **PROFONDITA':** 11.60 ÷ 12.20 m

Profondità provino	m	12.00-12.20			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	35.2995	52.4876	46.3232	-
Numero colpi	-	11	22	36	-
Massa provino umido + tara	g	54.9476	77.7927	65.4964	-
Massa provino secco + tara	g	47.1611	68.3303	58.6335	-
Contenuto in acqua	%	65.6	59.7	55.7	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>59</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.3653	13.917	-	-
Massa provino umido + tara	g	16.0199	16.4869	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.4833	15.9795	-	-
Contenuto in acqua	%	25.3	24.6	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>25</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\_15/0037-04

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0037\_CSP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015

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

<b>Sondaggio :</b> S4	<b>Campione :</b> Cl 3	<b>Profondità :</b> 11.60 - 12.20 m
-----------------------	------------------------	-------------------------------------

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**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:** 06/03/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 12/03/2015

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\_15/0037-04**

**DATA EMISSIONE**

**16/03/2015**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

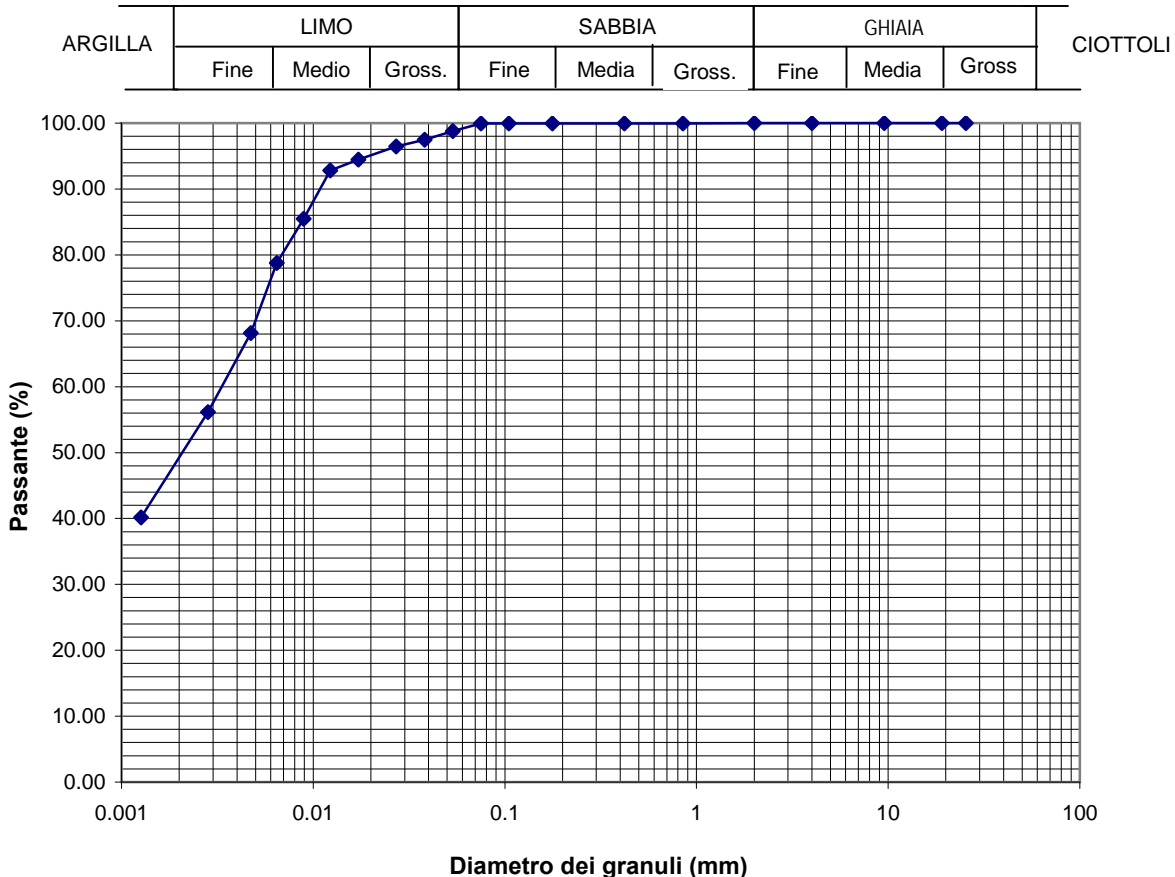
**ASTM D 422**

**SONDAGGIO : S4**

**CAMPIONE: CI 3**

**PROFONDITA': 11.60 ÷ 12.20 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 404.37 g				massa provino 47.26 g	
profondità provino 12.00 ÷ 12.20 m				profondità provino 12.00 ÷ 12.20 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.737 - determinato	
				Riferimento: CSP_15/0037-02	
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	100.00	0.00	% IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	100.00	0.00	0.05362	98.79
10	2	100.00	0.00	0.03811	97.45
20	0.85	99.98	0.02	0.02705	96.45
30	0.59	-	-	0.01724	94.45
40	0.42	99.97	0.01	0.01227	92.79
50	0.297	-	-	0.00891	85.46
80	0.177	99.95	0.01	0.00645	78.80
100	0.149	-	-	0.00472	68.13
140	0.105	99.94	0.01	0.00283	56.14
200	0.075	99.93	0.01	0.00127	40.15



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° : CSP\_15/0037-05**

**COMMESSA :** 15/013 **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0037\_CSP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 22/01/2015 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/2015

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

**Sondaggio :** S4 **Campione :** Cl 3 **Profondità :** 11.60 - 12.20 m

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**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:** 10/03/2015

**DATA TERMINE PROVA:** 14/03/2015




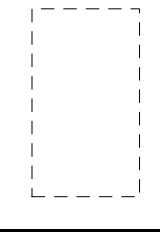
TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

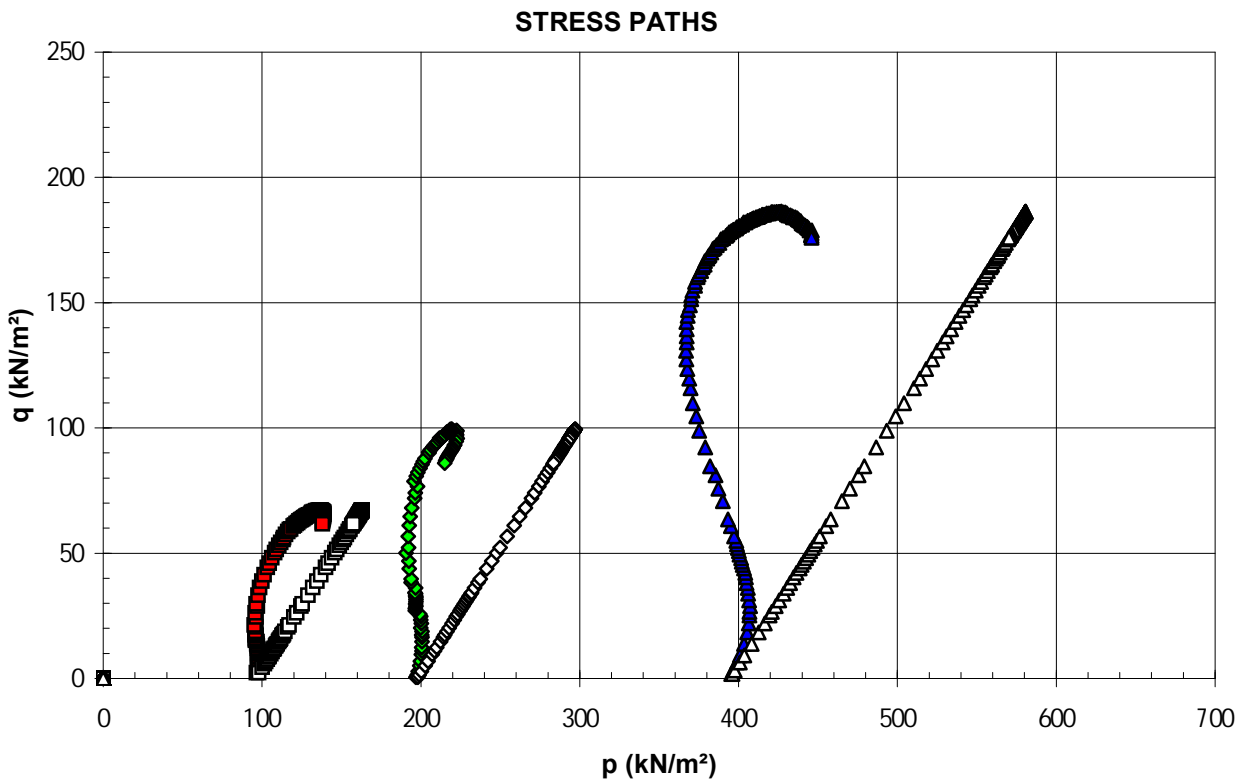
Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0037-05</b>	<b>DATA EMISSIONE:</b>	<b>16/03/2015</b>
			Pag. 2 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U. ASTM D 4767**  
**SONDAGGIO : S4      CAMPIONE : Cl 3      PROFONDITA': 11.60 ÷ 12.20 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	12.10	12.10	12.00	-
Profondità provino	a m	12.20	12.20	12.10	-
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	95.70	197.60	394.40	-
massimo valore ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m²	134.47	199.09	372.73	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) max	kN/m²	2	2	3	-
massimo valore $\sigma'_1/\sigma'_3$	kN/m²	3.08	2.67	2.65	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma'_1/\sigma'_3$ ) max	kN/m²	1	2	2	-
<b>MODALITA' DI ROTTURA</b>					
Inclinazione sup. di rottura	° sess.	35	30	25	-
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_15/0037-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>16/03/2015</b>
			Pag. 3 di 5

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

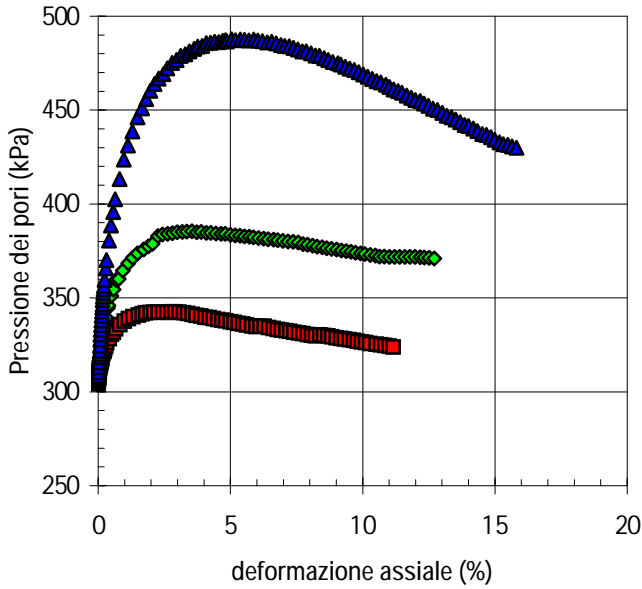
**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO** : S4 **CAMPIONE** : CI 3

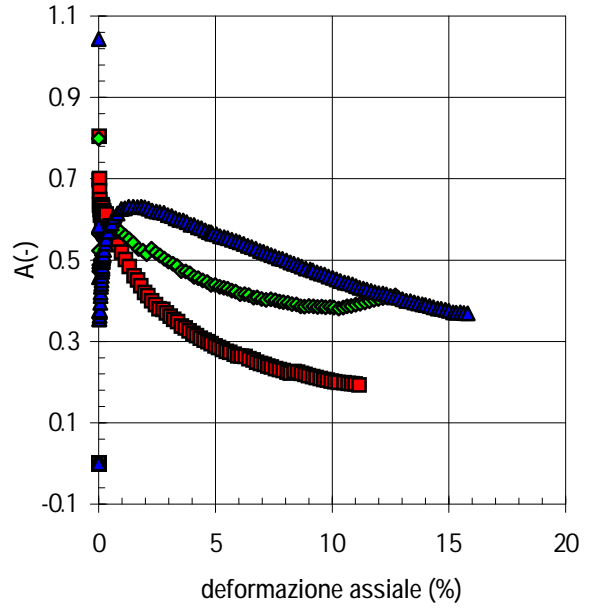
**PROFONDITA'**: 11.60 ÷ 12.20 m

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

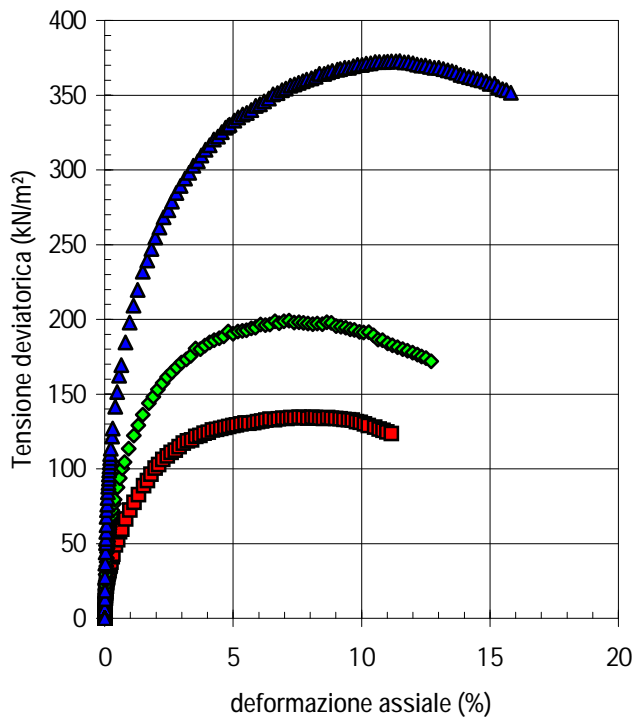
PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE ASSIALE



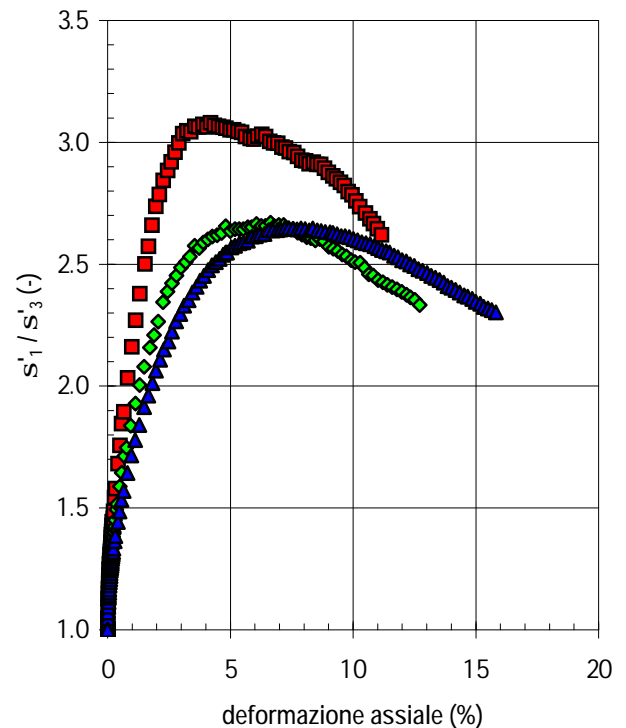
PARAMETRO "A"/DEFORMAZIONE ASSIALE



TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE



RAPPORTO TENSIONI PRINCIPALI/DEFORMAZIONE ASSIALE



■ 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

<b>CERTIFICATO n°</b>	<b>CSP_15/0037-05</b>	<b>DATA EMISSIONE</b>	<b>16/03/2015</b>
			Pag. 4 di 5

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

**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO** : S4      **CAMPIONE** : CI 3      **PROFONDITA'**: 11.60 ÷ 12.20 m

	n°	1	2	3	-
PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	12.10	12.10	12.00	-
Profondità provino	a m	12.20	12.20	12.10	-
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	-
<b>INIZIO PROVA</b>					
Massa volumica totale	kN/m³	18.61	18.64	18.87	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Contenuto in acqua iniziale	%	30.23	30.85	29.65	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca	kN/m³	14.29	14.25	14.56	-
Peso sp. dei grani (determinato)	-	2.737	2.737	2.737	-
<i>Riferimento Certificato</i>		CSP_15/0037-02	CSP_15/0037-02	CSP_15/0037-02	
Indice dei vuoti iniziale	-	0.876	0.882	0.842	-
Grado di saturazione iniziale	%	94.32	95.64	96.30	-
<b>SATURAZIONE</b>					
Pressione pori iniziale	kPa	0.2	-1.2	-1.8	-
Valore di B iniziale	-	0.86	0.58	0.42	-
Pressione pori a saturazione	kPa	347.2	445	640	-
Pressione in cella finale	kPa	400	500	700	-
Valore di B a saturazione	-	0.96	0.96	0.97	-
<b>CONSOLIDAZIONE</b>					
Durata consolidazione	min	245	1259	1070	-
Pressione in cella	kPa	400	500	700	-
Contropressione	kPa	300	300	300	-
Pressione pori iniziale	kPa	347.1	445	640	-
Pressione pori finale	kPa	300.1	301	302	-
Variazione altezza provino	mm	0.18	1.16	1.70	-
Variazione volume provino	cm³	2.03	5.13	5.70	-
t <sub>100</sub>	min	-	-	64.0	-
Tempo di rottura stimato	min	-	-	113.0	-
<b>COMPRESSIONE</b>					
Pressione in cella	kPa	400	500	700	-
Pressione pori iniziale	kPa	304.3	302	306	-
σ <sub>3</sub> iniziale	kPa	95.7	197.6	394.4	-
Velocità pressa	mm/min	0.0100	0.0100	0.0100	-
massimo valore (σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> )	kN/m²	134	199	373	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	%	7.58	7.17	11.49	-
Tempo per il raggiungimento di (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	min	647	537	964	-
Correzione per filtro e membrana su (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	2	2	3	-
Pressione pori a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kPa	331	380	459	-
Valore di A a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	-	0.23	0.40	0.43	-
p' a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	136	219	427	-
q a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	67	100	186	-
massimo valore σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub>	kN/m²	3	3	3	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	%	4.20	6.63	7.22	-
Correzione per filtro e membrana su (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	1	2	2	-
Pressione pori a rottura a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	kPa	340	381	484	-
Valore di A a rottura a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	-	0.31	0.41	0.52	-
p' a rottura a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	123	218	394	-
q a rottura a (σ <sub>1</sub> /σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	63	99	178	-
<b>FINE PROVA</b>					
Massa volumica totale finale	kN/m³	19.04	19.39	19.63	-
Contenuto in acqua finale	%	30.15	28.07	26.08	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca finale	kN/m³	14.63	15.14	15.57	-
Indice dei vuoti finale	-	0.832	0.770	0.721	-
Grado di saturazione finale	%	99.07	99.64	98.82	-

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\_15/0037-05** **DATA EMISSIONE** **16/03/2015**  
 Pag. 5 di 5

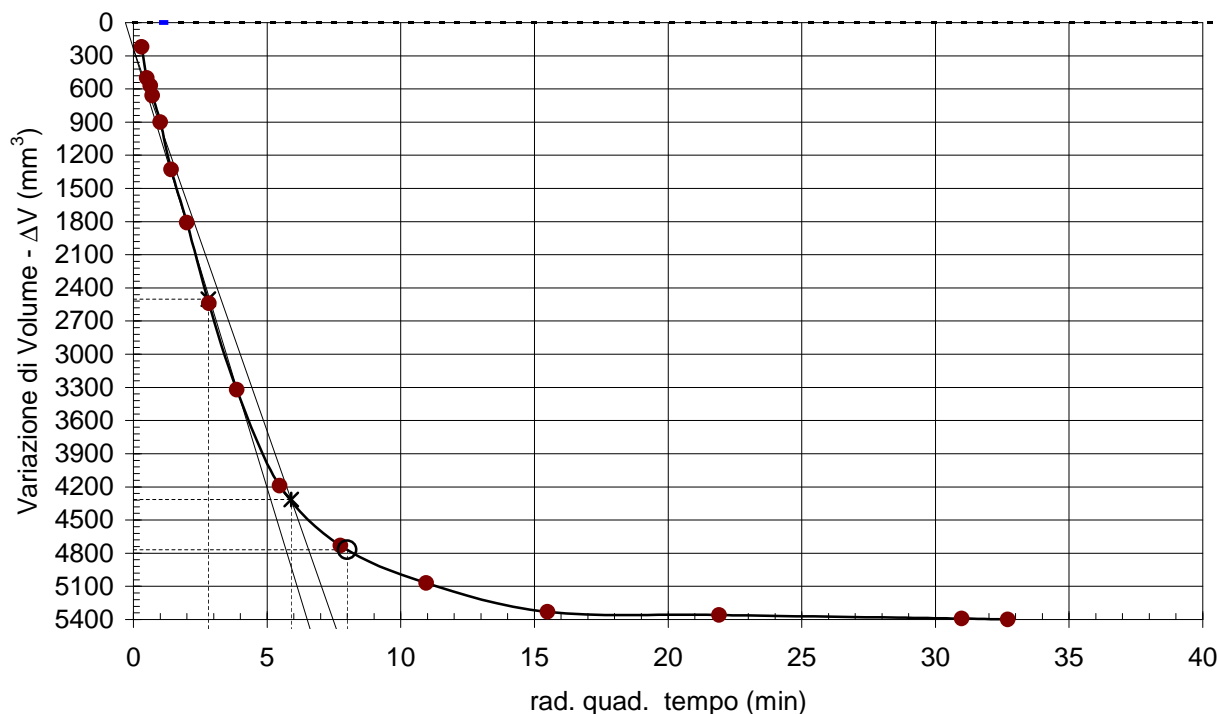
**PROVA TRIASSIALE CIU**

**SONDAGGIO :** S4 **CAMPIONE :** CI 3 **PROFONDITA' :** 11.60 ÷ 12.20 m

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)**  
 RELATIVI ALL' INCREMENTO DI  $s'_3$  da **50** kPa a **400** kPa  
 PROVINO n. **3** PROFONDITA' da 12.00 m a 12.10 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	220	0.211	960	5390	1.484
0.25	500	0.252	1070	5400	1.490
0.4	570	0.276	-	-	-
0.5	660	0.295	-	-	-
1	900	0.358	-	-	-
2	1330	0.467	-	-	-
4	1810	0.626	-	-	-
8	2540	0.818	-	-	-
15	3320	1.003	-	-	-
30	4190	1.207	-	-	-
60	4730	1.345	-	-	-
120	5070	1.417	-	-	-
240	5330	1.444	-	-	-
480	5360	1.468	-	-	-

VALORI CALCOLATI		
$t_{90}$	(min)	= 34.8
$u_{v190}$	(mm)	= 4315
$t_{50}$	(min)	= 7.8
$u_{v150}$	(mm)	= 2503
$t_{100}$	(min)	= 64.0
$u_{v1100}$	(mm)	= 4768
Tempo per il raggiungimento della rottura $t_f$ (min) = 113.0		
deformazione a rottura ipotizzata def. (mm) = 6.0		
velocità di rottura calcolata v (mm/min) = 0.05311		
$m_{vi}$	(m <sup>2</sup> / MN)	= 0.1951



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': CARPI (MO)

CANTIERE: FOSSA NUOVA CAVATA

DATA EMISSIONE: 16/03/2015

SONDAGGIO: S4

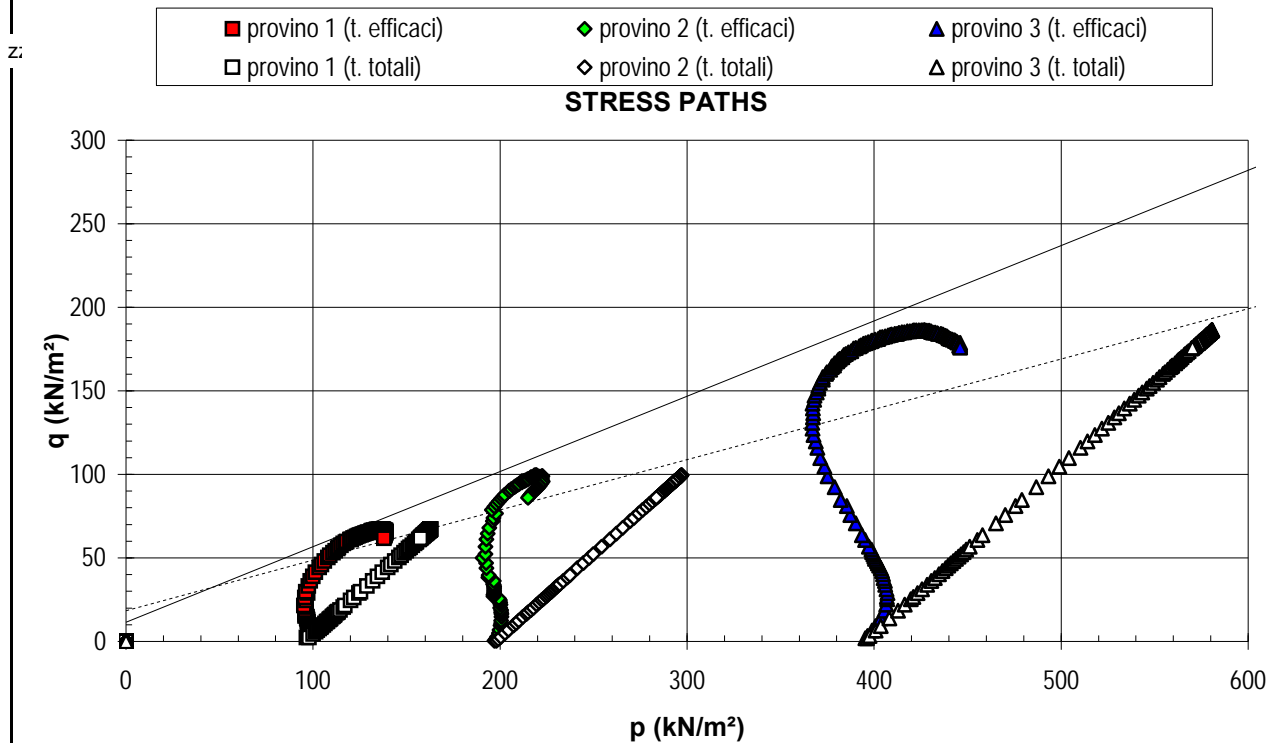
CAMPIONE: CI 3

PROFONDITA': da m 11.60 a m 12.20

*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.)
	11.57	24.26	18.45	16.76

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini



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

COMMITTENTE: Dott. Geol. Claudia BORELLI

Pag. 1 di 1

LOCALITA': CARPI (MO)

CANTIERE: FOSSA NUOVA CAVATA

DATA EMISSIONE: 16/03/2015

SONDAGGIO: S4

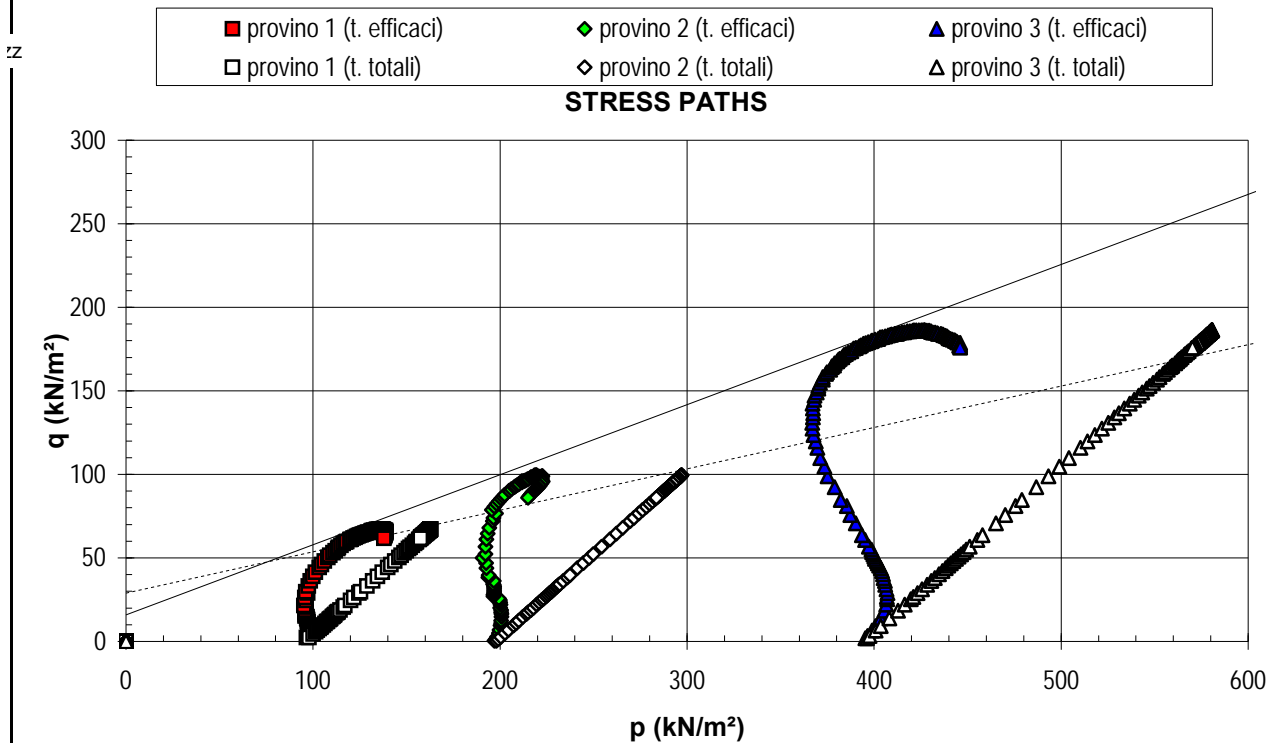
CAMPIONE: CI 3

PROFONDITA': da m 11.60 a m 12.20

*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.)
	15.88	22.76	28.86	13.93

Regressione lineare eseguita utilizzando i provini 1 e 2



**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_15/0070-01**

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0070\_SP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 09/03/15 **DATA DI EMISSIONE :** 16/03/15

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

**Sondaggio : S4      Campione : CI 3      Profondità : 11.60 - 12.20 m**

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** Campione identificato con verbale 15/0037\_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\_15/0071-01**

**COMMESSA :** 15/013c **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 15/0071\_SP

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

**CONSEGNATARIO :** personale tecnico SOGEO srl

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

**LOCALITA' :** CARPI (MO)

**CANTIERE :** FOSSA NUOVA CAVATA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 09/03/15 **DATA DI EMISSIONE :** 13/03/2015

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

**Sondaggio :** S4 **Campione :** CD 1 **Profondità :** 5,30 - 5,60 m

**DATA PRELIEVO :** 20/01/2015

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da SOGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** Campione identificato con verbale 15/0038\_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 BEROCCHI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

RAPPORTO DI PROVA n°

RSP\_15/0071-01

DATA EMISSIONE:

13/03/2015

Pag 2 di 2

## DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO - VOLUMETRICHE

SONDAGGIO : S4      CAMPIONE: CD 1      PROFONDITA': 5,30 ÷ 5,60 m

PROFONDITA' PROVINO      da m      5,46      a m      5,50

Umidità naturale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0038-04</i>	w	(%)	30,27
Massa volumica totale <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: CSP_15/0038-04</i>	g	(Mg/m <sup>3</sup> )	1,942
Massa volumica secca	gd	(Mg/m <sup>3</sup> )	1,491
Peso specifico dei grani <i>rif.to: Certificato/Rapporto di prova: assunto</i>	G <sub>s</sub>	-	2,740
Massa volumica della parte solida	gs	(Mg/m <sup>3</sup> )	2,736
Temperatura dell' acqua	T	°C	18
Massa volumica H <sub>2</sub> O alla temperatura T	g <sub>w</sub>	Mg/m <sup>3</sup>	0,99862
Indice dei vuoti	e	-	0,835
Porosità	n	(%)	45,51
Grado di saturazione	S	(%)	99,18
Massa volumica del terreno saturo	g <sub>sat</sub>	(Mg/m <sup>3</sup> )	1,948

NOTA:

Sperimentatore

**ALLEGATO 8**  
**INDAGINE SISMICA CON METODO 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.

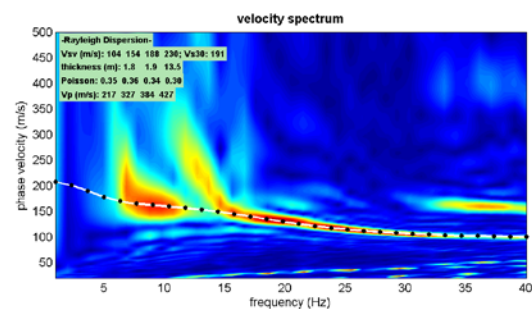
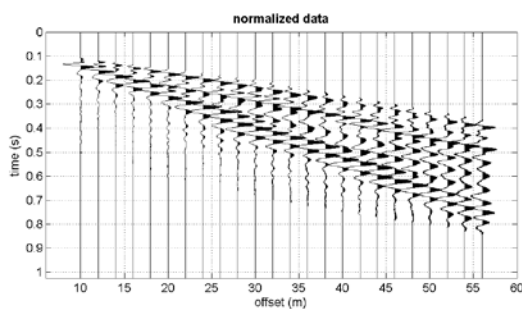
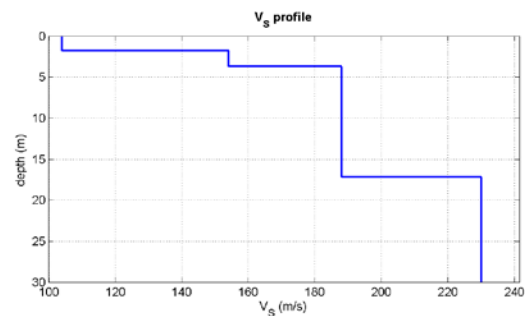
## 1.4 RISULTATI - DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

### 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-*

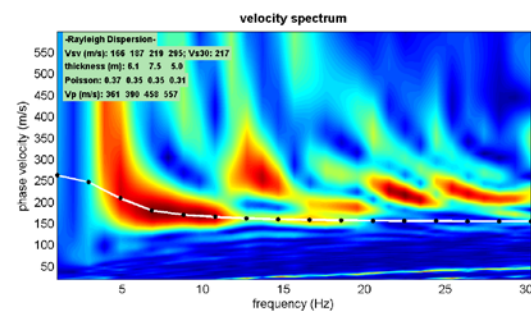
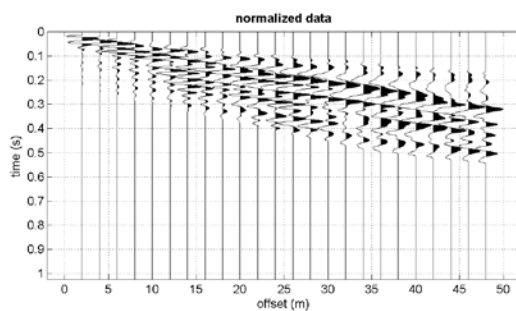
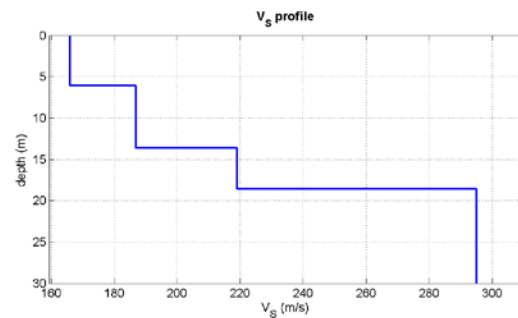


## INDAGINE SISMICA – Fossa Nuova Cavata -

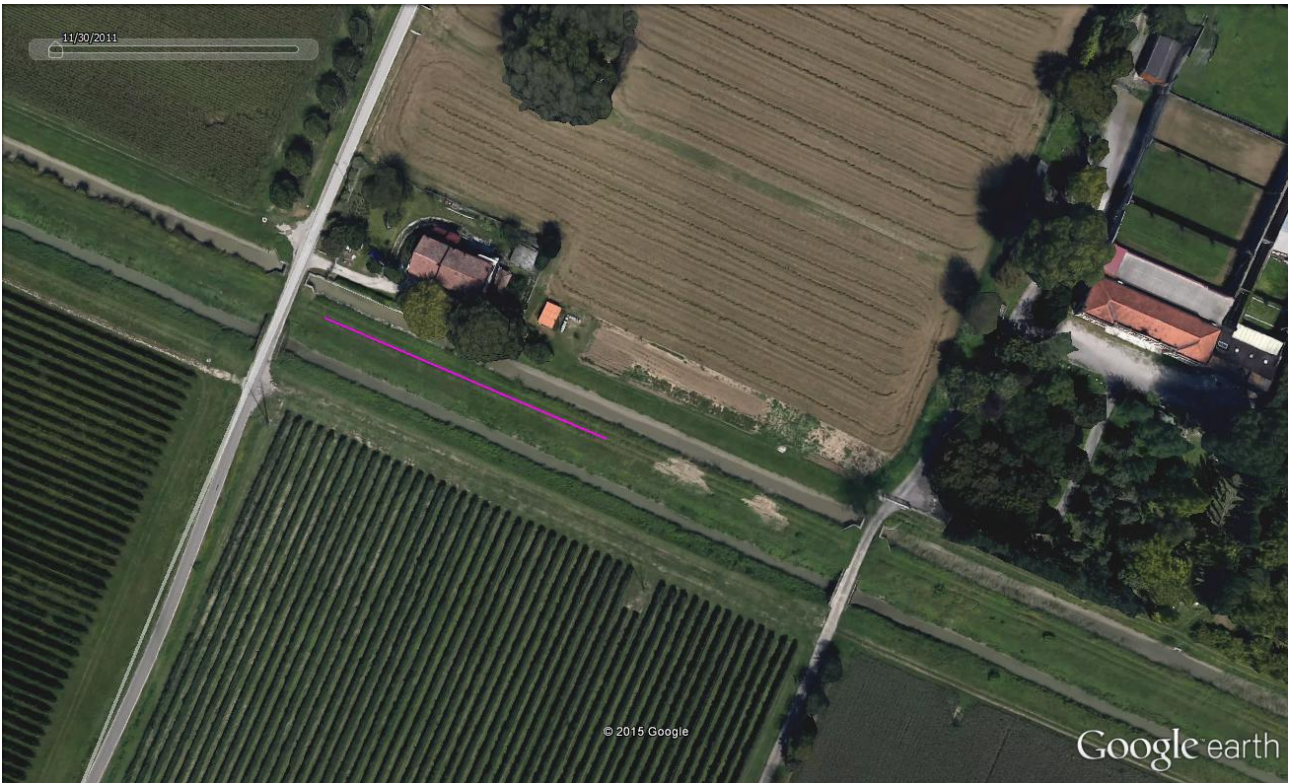
L'analisi delle onde di taglio ( $V_s$ ) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore  $V_{s30}$  per la sezione indagata.

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-



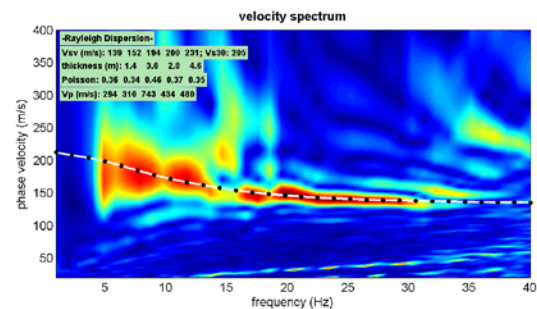
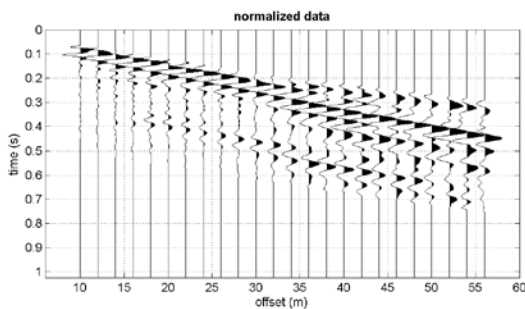
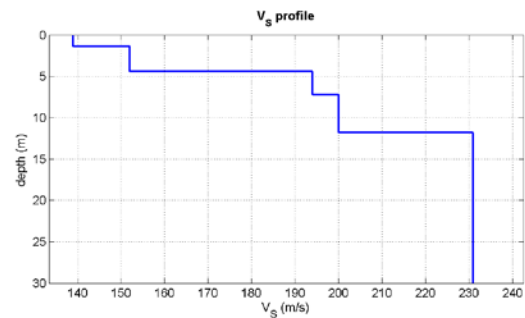
- Ubicazione stendimento Fossa Nuova Cavata -

## 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



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



- Ubicazione stendimento CABM -



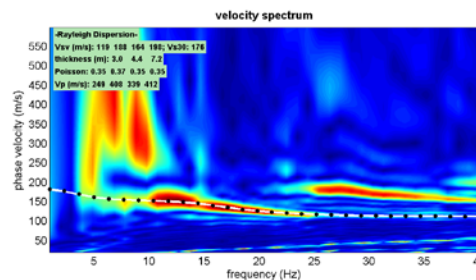
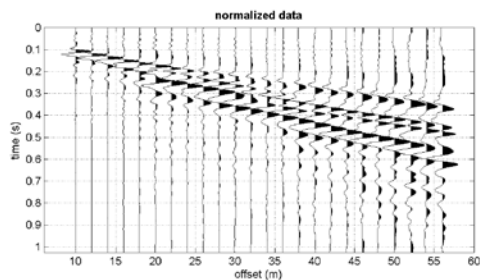
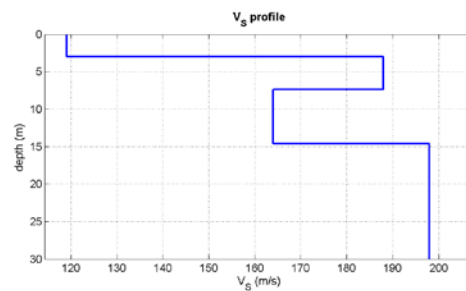
## INDAGINE SISMICA – CAVO ALFIERE-

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-

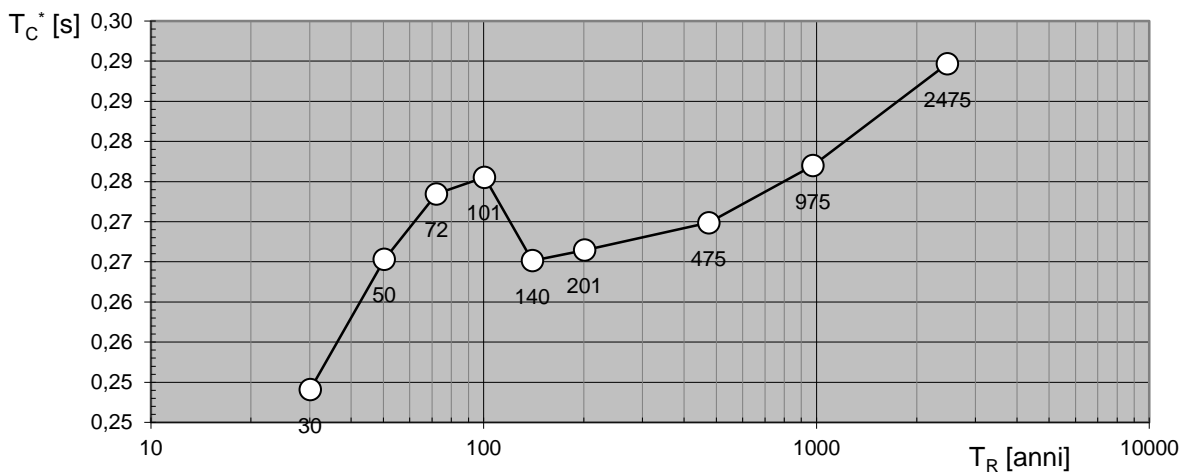
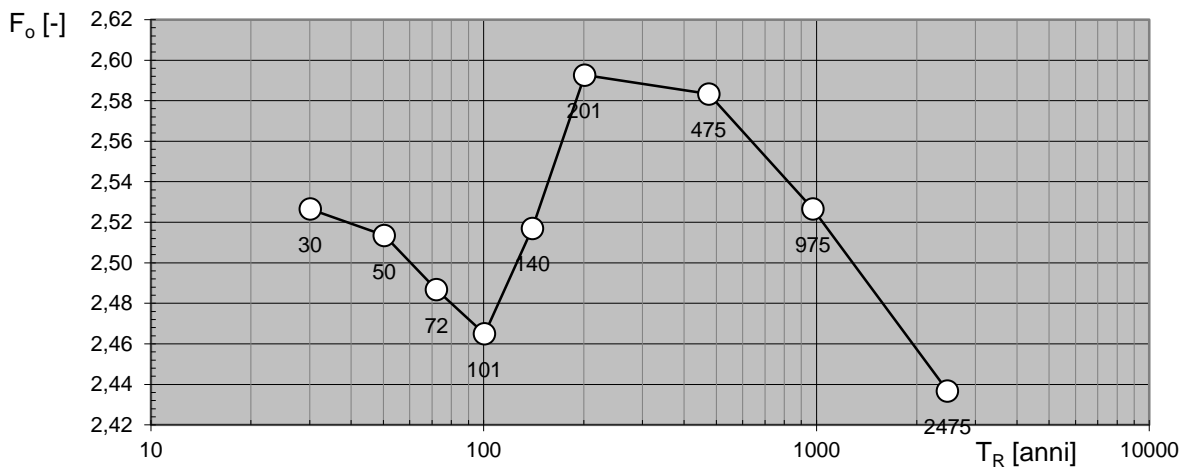
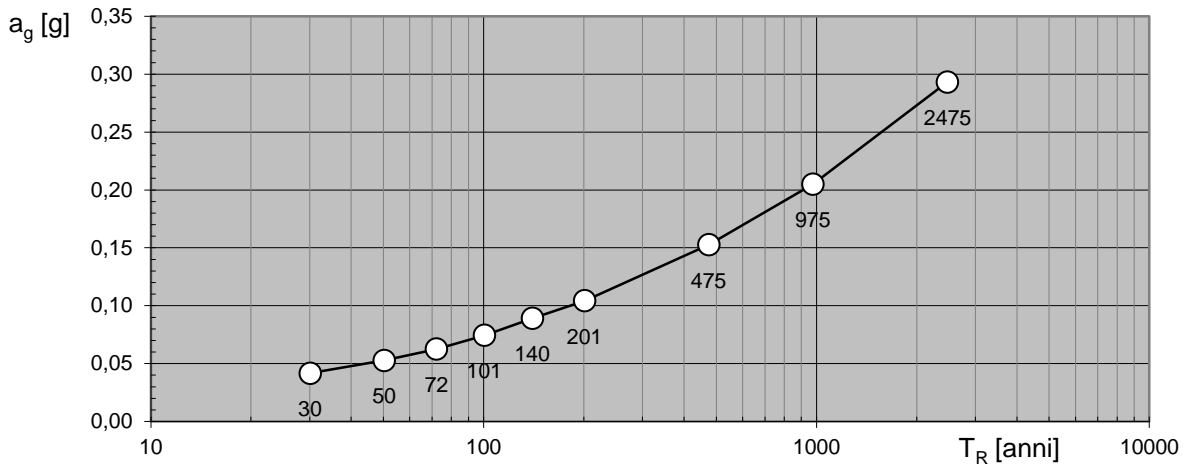


- Ubicazione stendimento Cavo Alfieri -



**ALLEGATO 9**  
**VALUTAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE**  
**DIVERSIVO FOSSA NUOVA CAVATA**

**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.

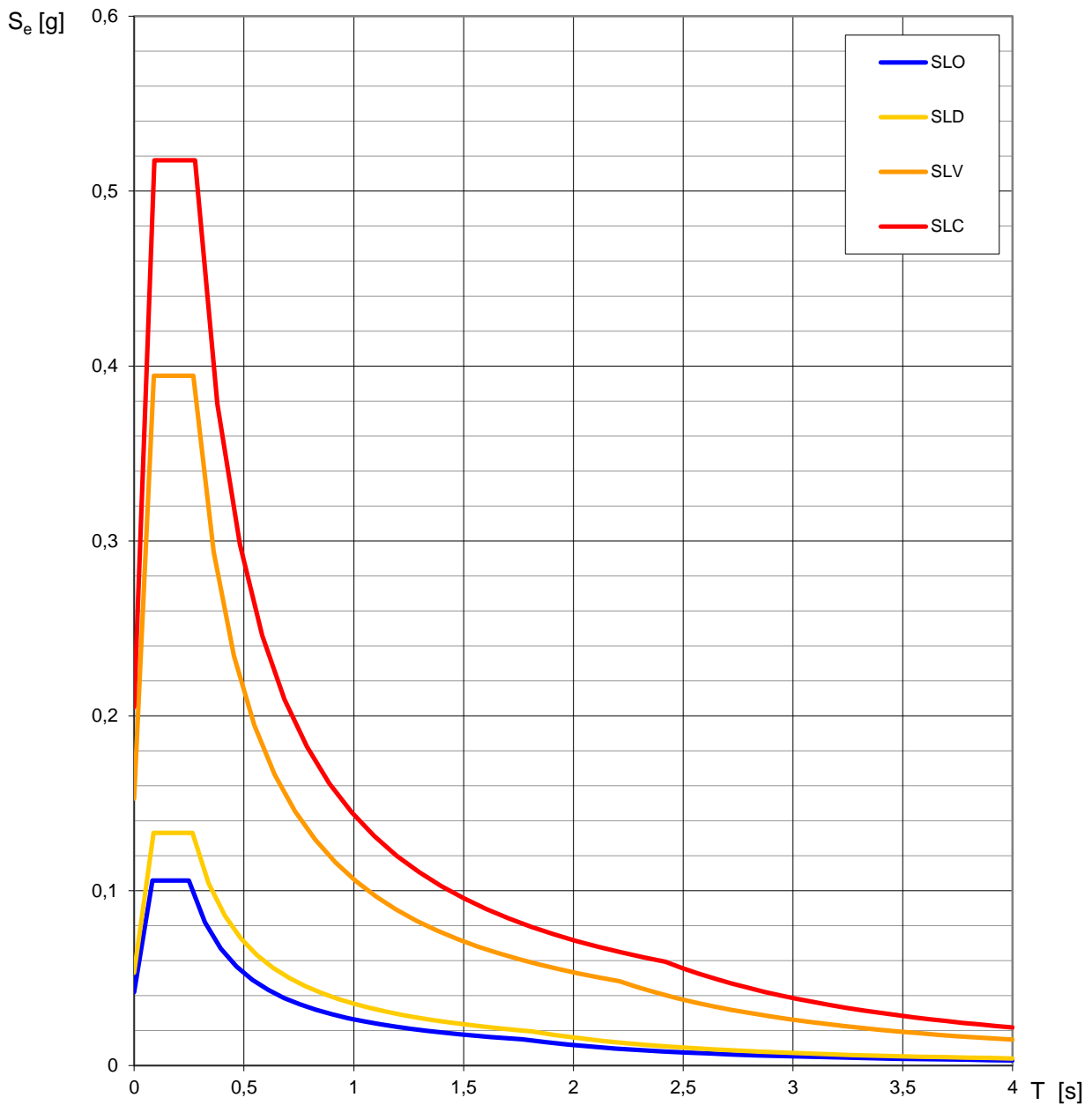
**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**

---

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,042	2,526	0,249
50	0,053	2,513	0,265
72	0,063	2,487	0,273
101	0,074	2,465	0,276
140	0,089	2,517	0,265
201	0,104	2,593	0,266
475	0,153	2,583	0,270
975	0,205	2,527	0,277
2475	0,293	2,437	0,290

---

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	0,042	2,526	0,249
SLD	50	0,053	2,513	0,265
SLV	475	0,153	2,583	0,270
SLC	975	0,205	2,527	0,277

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
$a_g$	0,205 g
$F_o$	2,527
$T_C^*$	0,277 s
$S_S$	1,389
$C_C$	1,604
$S_T$	1,000
$q$	2,400

**Parametri dipendenti**

$S$	1,389
$\eta$	0,417
$T_B$	0,148 s
$T_C$	0,444 s
$T_D$	2,419 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	0,285
$T_B$ ←	0,148	0,300
$T_C$ ←	0,444	0,300
	0,538	0,247
	0,632	0,211
	0,726	0,183
	0,820	0,162
	0,915	0,146
	1,009	0,132
	1,103	0,121
	1,197	0,111
	1,291	0,103
	1,385	0,096
	1,479	0,090
	1,573	0,085
	1,667	0,080
	1,761	0,076
	1,855	0,072
	1,949	0,068
	2,043	0,065
	2,137	0,062
	2,231	0,060
	2,325	0,057
$T_D$ ←	2,419	0,055
	2,495	0,052
	2,570	0,049
	2,645	0,046
	2,721	0,044
	2,796	0,041
	2,871	0,041
	2,946	0,041
	3,022	0,041
	3,097	0,041
	3,172	0,041
	3,247	0,041
	3,323	0,041
	3,398	0,041
	3,473	0,041
	3,548	0,041
	3,624	0,041
	3,699	0,041
	3,774	0,041
	3,849	0,041
	3,925	0,041
	4,000	0,041

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
$a_g$	0,205 g
$F_o$	2,527
$T_C$	0,277 s
$S_S$	1,389
$C_C$	1,604
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,389
$\eta$	1,000
$T_B$	0,148 s
$T_C$	0,444 s
$T_D$	2,419 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	0,285
$T_B$ ←	0,148	0,719
$T_C$ ←	0,444	0,719
	0,538	0,594
	0,632	0,505
	0,726	0,440
	0,820	0,389
	0,915	0,349
	1,009	0,317
	1,103	0,290
	1,197	0,267
	1,291	0,248
	1,385	0,231
	1,479	0,216
	1,573	0,203
	1,667	0,192
	1,761	0,181
	1,855	0,172
	1,949	0,164
	2,043	0,156
	2,137	0,149
	2,231	0,143
	2,325	0,137
$T_D$ ←	2,419	0,132
	2,495	0,124
	2,570	0,117
	2,645	0,110
	2,721	0,104
	2,796	0,099
	2,871	0,094
	2,946	0,089
	3,022	0,085
	3,097	0,081
	3,172	0,077
	3,247	0,073
	3,323	0,070
	3,398	0,067
	3,473	0,064
	3,548	0,061
	3,624	0,059
	3,699	0,056
	3,774	0,054
	3,849	0,052
	3,925	0,050
	4,000	0,048

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
$a_{gv}$	0,125 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**

$F_v$	1,544
$S$	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	0,125
$T_B \leftarrow$	0,050	0,211
$T_C \leftarrow$	0,150	0,211
	0,235	0,135
	0,320	0,099
	0,405	0,078
	0,490	0,065
	0,575	0,055
	0,660	0,048
	0,745	0,042
	0,830	0,038
	0,915	0,035
$T_D \leftarrow$	1,000	0,032
	1,094	0,026
	1,188	0,022
	1,281	0,019
	1,375	0,017
	1,469	0,015
	1,563	0,013
	1,656	0,012
	1,750	0,010
	1,844	0,009
	1,938	0,008
	2,031	0,008
	2,125	0,007
	2,219	0,006
	2,313	0,006
	2,406	0,005
	2,500	0,005
	2,594	0,005
	2,688	0,004
	2,781	0,004
	2,875	0,004
	2,969	0,004
	3,063	0,003
	3,156	0,003
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,003
	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
$a_{qv}$	0,125 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**

$F_v$	1,544
$S$	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)

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

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

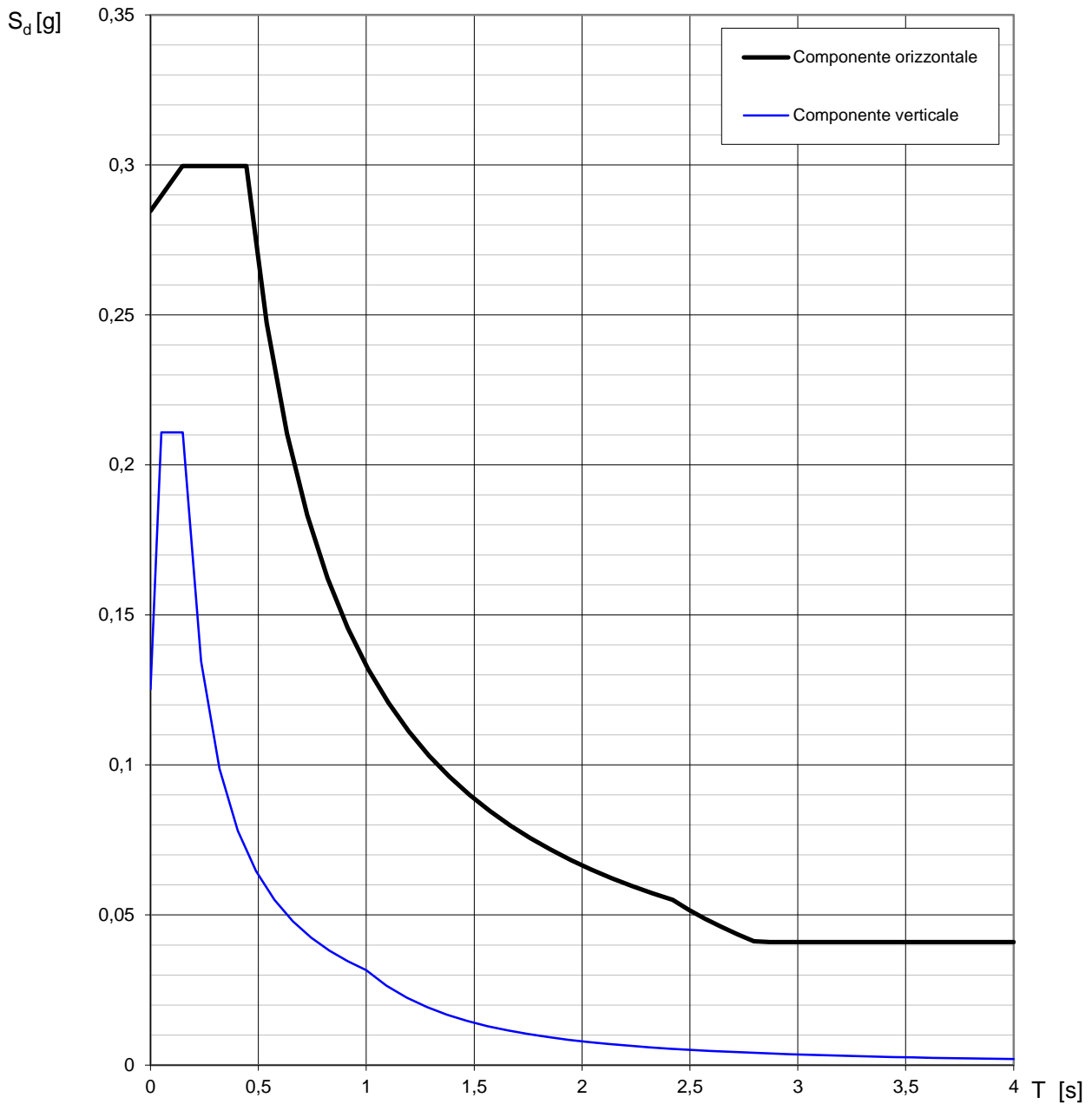
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

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

**Punti dello spettro di risposta**

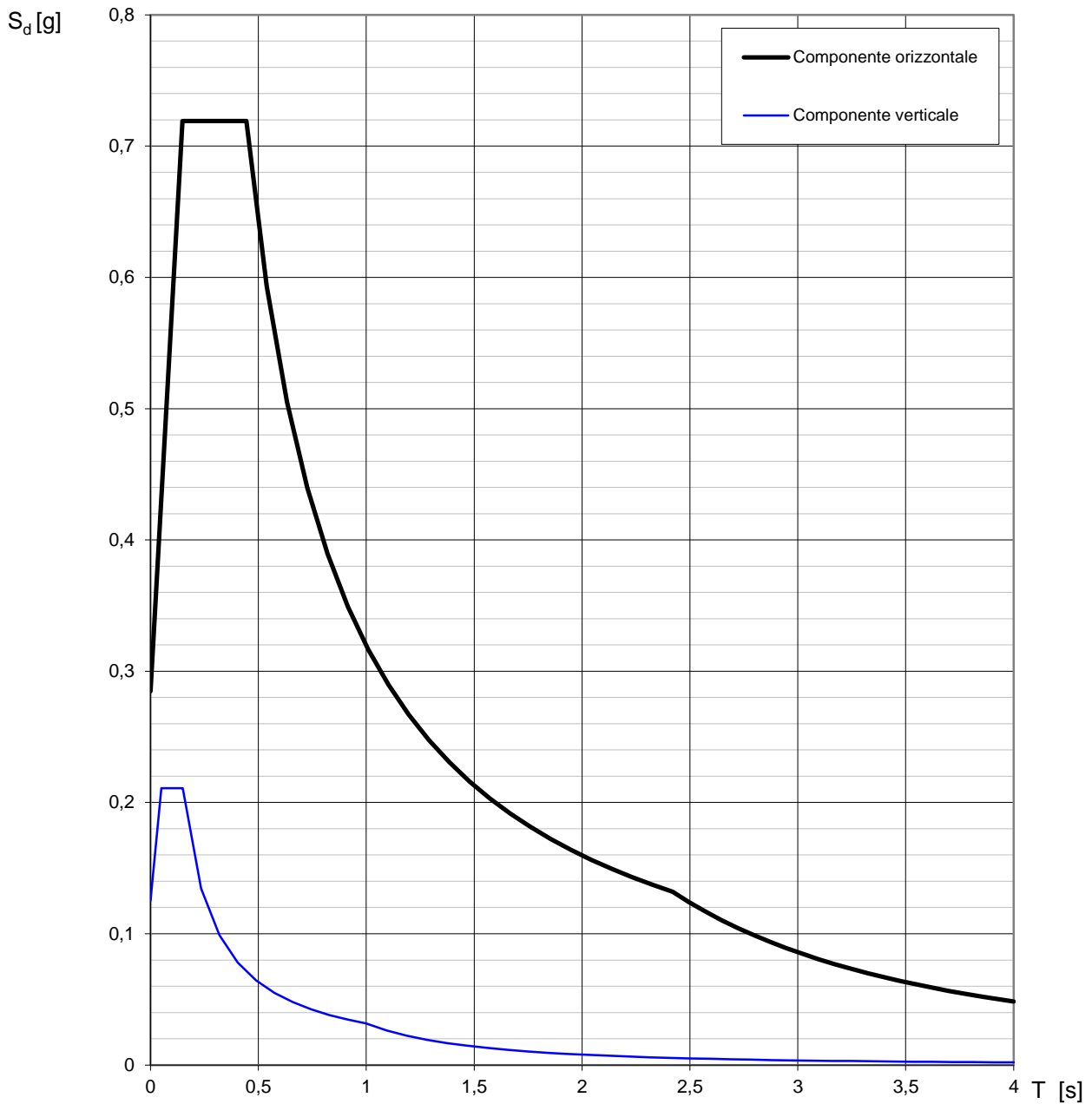
	T [s]	Se [g]
	0,000	0,125
$T_B \leftarrow$	0,050	0,211
$T_C \leftarrow$	0,150	0,211
	0,235	0,135
	0,320	0,099
	0,405	0,078
	0,490	0,065
	0,575	0,055
	0,660	0,048
	0,745	0,042
	0,830	0,038
	0,915	0,035
$T_D \leftarrow$	1,000	0,032
	1,094	0,026
	1,188	0,022
	1,281	0,019
	1,375	0,017
	1,469	0,015
	1,563	0,013
	1,656	0,012
	1,750	0,010
	1,844	0,009
	1,938	0,008
	2,031	0,008
	2,125	0,007
	2,219	0,006
	2,313	0,006
	2,406	0,005
	2,500	0,005
	2,594	0,005
	2,688	0,004
	2,781	0,004
	2,875	0,004
	2,969	0,004
	3,063	0,003
	3,156	0,003
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,003
	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.