

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO denominato "Montenigo" Scheda Norma 443

ANALISI GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

TAVOLA:

6.1

ANALISI GEOLOGICA
GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA

IL GEOLOGO:

I PROPONENTI:

MONTENIGO SRL

SCALA:

DATA:

10.04.2015

REV.:

--.--.----

Sig. GOTTARDI GIANCARLO

FILE:

S:\COMUNI\VERONA\GOTTARDI\
PUA RESIDENZIALE\TAVOLE 2014

INDICE

1. PREMESSA	3
2. VINCOLISTICA	3
2.1 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO	3
2.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
2.3 DESCRIZIONE DEL SITO D'INTERVENTO	3
2.4 ANALISI DOCUMENTI E CARTOGRAFIA DA PIANI URBANISTICI	4
2.5 ANALISI CARTOGRAFICA PIANO DI BACINO	4
2.6 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA ED IDRAULICA	4
2.7 CLASSIFICAZIONE SISMICA	5
2.7.1 SISMICITA' DEL TERRITORIO	5
2.7.2 INDAGINE SISMICA	6
2.7.3 AZIONE SISMICA DI PROGETTO	7
2.7.4 VARIAZIONE LATERALE DI SPESSORE DELLE LITOLOGIE	8
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO REGIONALE	9
3.1 ASPETTI GEOLOGICI	9
3.2 GEOMORFOLOGIA	10
4 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA	11
4.1 INDAGINE GEOGNOSTICA	12
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	12
5 ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA	13
5.1 PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE	13
5.2 PERICOLOSITA' IDRAULICA	14
5.3 PERICOLOSITA' SISMICA	14
6 CONCLUSIONI	15

1. PREMESSA

La variante oggetto di studio è ubicata nel territorio comunale di Verona, a nord-est dell'abitato di Montorio, sulla strada che dalla medesima località porta a Moruri, denominata Strada delle Rive. L'intervento in progetto prevede la realizzazione di quattro fabbricati adiacenti all'annesso rurale, di un parcheggio a sud della sede stradale di Via delle Rive, e delle relative opere di urbanizzazione primaria. Il presente elaborato sarà importante per valutare la fattibilità delle opere in progetto, sulla base delle informazioni esistenti e delle indagini eseguite direttamente all'interno dell'area in esame. Inoltre i dati raccolti sono finalizzati all'individuazione di locali forme di instabilità e pericolosità geologica al fine di dare un supporto alla fase di progettazione.

2. VINCOLISTICA

2.1 Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento

Il sito in esame è ubicato nel territorio comunale di Verona, a nord-est dell'abitato di Montorio, sulla strada che dalla medesima località porta a Moruri. L'area si trova ad una quota media di circa 180 metri sul livello del mare; la morfologia superficiale è rappresentata dal culmine di una dorsale, la cui cresta degrada verso ovest.

2.2 Quadro normativo di riferimento

La stesura della seguente relazione è stata eseguita con riferimento alle disposizioni contenute nelle normative elencate di seguito:

D.M. 14 Gennaio 2008

"Norme tecniche per le costruzioni".

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617

"Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri, 20 Marzo 2003, n. 3274

"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica".

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri, 28 Aprile 2006, n. 3519

"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Associazione Geotecnica Italiana; giugno 1977

"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

2.3 Descrizione del sito d'intervento

Osservando la tavola 2-A del Piano d'Ambito Quadrante Europa (P.A.Q.E.), approvato con D.C.R. n°69 del 20/10/1999, il sito in oggetto rientra nell'ambito in cui risulta prioritaria la protezione degli acquiferi, in quanto compreso nell'area di

ricarica delle falde stesse, le quali alimentano le risorgive del centro abitato di Montorio, come si evince dagli studi citati più avanti.

Secondo la tavola 3-A dello stesso elaborato, l'area in esame non rientra in particolari situazioni d'interesse naturalistico o paesaggistico, tuttavia a nordest è presente l'area boschiva, che nell'attuale PAT del Comune di Verona risulta soggetta a vincolo idrogeologico – forestale nel rispetto del R.D. 1126 del 16/05/1926.

2.4 Analisi documenti e cartografia da piani urbanistici

Secondo il PAT vigente l'area è soggetta al vincolo idrogeologico - forestale in ottemperanza al R.D. 1126 del 16/05/1926 ed alla L.R. 11 del 2004.

2.5 Analisi cartografica del piano di bacino.

Il settore di territorio del Comune di Verona che viene analizzato nel presente elaborato ricade nella porzione del bacino dell'Adige gestito dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta. Dall'osservazione della carta litologica redatta dalla stessa Autorità di Bacino, appare chiaro che il settore in esame è caratterizzato da calcari, calcari marnosi argillosi databili al Cretaceo, e depositi colluviali quaternari. Nell'elaborazione della carta della permeabilità il territorio gestito è stato suddiviso in classi di permeabilità. L'area oggetto d'intervento ricade in zona a permeabilità moderatamente alta, come visibile nella figura sotto.

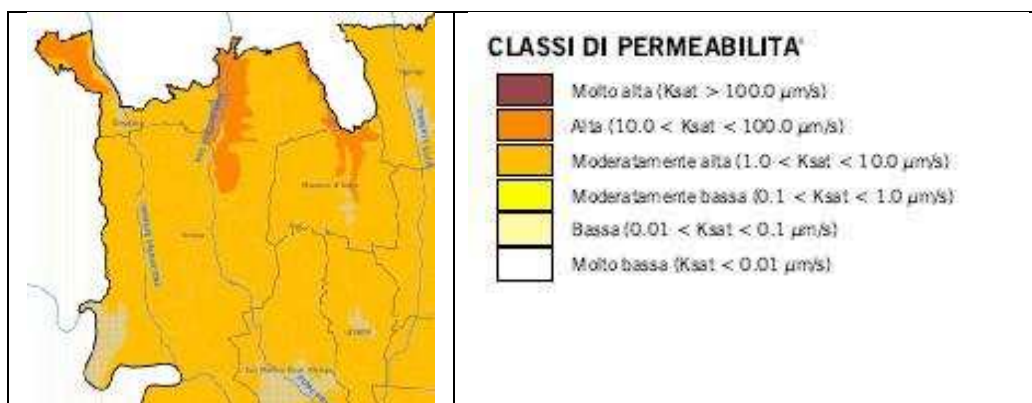


Figura 1. Classificazione del territorio in base alla permeabilità (Consorzio Alta Pianura Veneta, 2011).

Secondo la "Carta dell'Uso del Suolo è prevalente la coltivazione di ulivi, prati e bosco misto. La classificazione trova ampio riscontro nell'osservazione diretta del territorio circostante e dell'area stessa in occasione della campagna d'indagine.

2.6 Pericolosità geomorfologica ed idraulica

L'area oggetto d'intervento è debolmente inclinata verso ovest, in direzione dell'annesso rustico, e presenta un pendio costituito da materiale colluviale limoso argilloso e talvolta marnoso. Il substrato roccioso si riscontra a debole profondità, approssimativamente a 5 – 6 metri dal piano campagna, gli strati risultano a

frana poggio con immersione 260°N ed inclinazione di 8° come da giacitura misurata in cantiere lungo la linea subparallela alla dorsale topografica ed all'annesso rurale. I potenziali rischi dovuti alla natura del territorio potrebbero presentarsi in caso di eventi meteorici occasionali. In funzione della variazione laterale di permeabilità è ipotizzabile l'instaurarsi di fenomeni di ruscellamento superficiale diffuso. Per questo nel piano degli interventi, approvato con D.C.C. n°91 del 23/12/2011 con riferimento al n°443 di repertorio della Scheda Norma, vengono espresse le seguenti **direttive**:

- 1) Dovrà essere prestata particolare attenzione alla sistemazione degli spazi aperti, dei parcheggi e della viabilità;
- 2) Si dovrà curare in modo peculiare la progettazione della rete idrica superficiale al fine di evitare ruscellamenti.

Sempre in riferimento a detto documento si richiama, in fase progettuale, all'osservanza delle seguenti **prescrizioni**:

- 1) I volumi generati dall'intervento di recupero ambientale dovranno essere ricollocati all'interno dell'ambito evidenziato nello schema progettuale;
- 2) Dovranno essere conservate le aree boschive residuali e la diversità colturale.

In più, in base alla successione stratigrafica presente è possibile la formazione di falde sospese in funzione della diversa permeabilità dei terreni. Quindi sarà importante mettere a punto una campagna d'indagini volta a valutare la permeabilità dei livelli litologici presenti ed il loro comportamento in presenza d'acqua. Nell'ipotesi che i depositi superficiali evidenzino una permeabilità bassa, quindi risulti plausibile l'instaurarsi di un diffuso ruscellamento superficiale, sarà importante realizzare un sistema che limiti o addirittura impedisca un tale fenomeno.

Secondo il Piano di Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico del Bacino dell'Adige, adottato dal Comitato Istituzionale con Deliberazione n°1/2005 del 15 febbraio 2005, approvato con D.P.C.M. 27 aprile 2006 nel territorio comunale di Verona non sono presenti aree a pericolo frana o colata detritica.

2.7 Classificazione sismica

2.7.1 Sismicità del territorio

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal G.N.D.T. del C.N.R. (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

In particolare, si è presa in considerazione la nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano denominata ZS.9 (O.P.C.M. 28 Aprile 2006 n. 3519) che considera 36 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Dall'osservazione della mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia settentrionale si evince come il territorio comunale di Verona ricada in prossimità nella **zona sismogenetica 906** denominata "*Arco Alpino*", caratterizzato da pieghe sub-vergenti del Sudalpino orientale e faglie inverse associate.

In riferimento alla normativa vigente, Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, il Comune di Verona è stato inserito in Zona Sismica 3. Tuttavia per una migliore caratterizzazione dell'area in esame dal punto di vista sismico si è scelto di eseguire un'indagine sismica passiva per mezzo di sismografo MAE , e di valutare i carichi in condizioni dinamiche agli stati limite.

Per il territorio in esame, le massime accelerazioni attese al suolo o P.G.A. (Peak Ground Acceleration) prevista dalla mappa di Pericolosità Sismica dell'I.N.G.V. – 2004 è inferiore a **0,05g**, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli di categoria B (*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati e terreni a grana fina mediamente consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $15 < NSPT < 50$, o coesione non drenata $70 < c_u < 250$ kPa). All'ambito territoriale in studio è associato un valore della massima accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a $a_g = 0,05g$ (con g = accelerazione di gravità).

Gli eventi sismici risentiti nel territorio comunale di Verona, secondo le indicazioni fornite dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, aggiornato al maggio 2004, redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, mostrano che l'intensità massima risentita nella zona non ha superato, in epoca storica, il valore del IX° della scala MCS, corrispondente ad una intensità all'epicentro (Veronese – Lat. 45.330 Long. 11.200) del IX° MCS e ad una Magnitudo epicentrale di 6,49 secondo la Scala Richter.

2.7.2 Indagine sismica

Tra le indagini sismiche eseguite in cantiere sta quella condotta con il test di Nakamura, basato su un'unica stazione di misura; si tratta di un sismografo di piccole dimensioni, contenente tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), che possono lavorare su un range frequenziale compreso tra 1 e 10 Hz), dotato di un sistema GPS integrato per la localizzazione del punto d'indagine.

Tale metodologia di indagine a Sismica Passiva, permette di rilevare le modalità di vibrazione del terreno. In particolare è possibile individuare la frequenza f di risonanza del terreno in questione. Il rumore sismico passivo (Microtrempi) è sempre presente sulla superficie terrestre, e viene generato sia da fenomeni naturali quali vento, onde marine e terremoti, che da fenomeni artificiali come le attività antropiche.

La tabella sottostante evidenzia le caratteristiche adottate con il metodo specificamente per l'area in esame.

Frequenza di campionamento	250 Hz
Finestre temporali (nw)	71
Tempo di ogni finestra (Lw)	10 s
Intervallo di ricerca	1-10 Hz
Costante di attenuazione	7
Spettri di potenza della finestra temporale	00:00:12-00:00:22

Analizzando le frequenze risultanti è stato individuato il massimo rapporto tra le componenti orizzontale e verticale, individuandone la frequenza specifica. La misura

del rapporto HVSR ha individuato una frequenza di risonanza di

$$8,67 \pm 1,40 \text{ Hz}$$

con un picco classificato massimo. In questa ottica, la determinazione delle frequenze di vibrazione dei terreni risulta particolarmente utile al fine di verificare se la struttura in progetto può risentire dell'effetto della "doppia risonanza", qualora la frequenza di vibrazione propria della struttura fosse prossima a quelle di vibrazione dei terreni.

Come indicato al § 7.3.3.2 delle NTC 2008, qualora l'altezza della struttura non sia superiore ai 40 metri e la massa sia uniformemente distribuita lungo l'altezza, come nel caso in esame, si può stimare il periodo fondamentale di vibrare della struttura, utilizzando la relazione:

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

dove H è l'altezza della struttura e C1 una costante funzione della tipologia della struttura.

Quindi, ipotizzando l'altezza H = 4,0 metri, e considerando la struttura realizzata in elementi in legno – cemento tipo ISOTEX® si ottiene un valore $T_1 = 0.14$ sec, corrispondente ad una frequenza di 7,1 Hz.

In relazione alle frequenze di risonanza prevalenti, si constata che il sito presenta periodi di risonanza differenti da quello della struttura in progetto, pertanto con le indicazioni ricavate si possono escludere fenomeni di risonanza doppia. Pertanto il sito non presenta caratteristiche sismiche negative per la struttura.

2.7.3 Azione sismica di progetto

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, nel documento relativo alle *"Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici"* contenuto nell'Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei ministri del 20 Marzo 2003", si definiscono varie categorie di profilo stratigrafico del "suolo di fondazione" (A, B, C, D, E, S1, S2). Risulta necessario, secondo il D.M. 14.01.2008, stabilire in quale categoria ricade il terreno di fondazione. A tal fine, in considerazione della tipologia di intervento che prevede la realizzazione di quattro fabbricati, lo scrivente ha eseguito un'indagine sismica MASW con la collaborazione del Dr. Geol. Lorenzo Salazzari dell'impresa 4WAVE s.r.l. . Tale tecnica analizza il comportamento delle onde di Rayleigh, ossia onde di superficie composte da un movimento ellittico e retrogrado, mediante l'analisi di Fourier, con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato, detto dominio f-k. L'osservazione del diagramma elaborato permette inoltre di osservare che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Diagrammando la funzione velocità – frequenza si ottiene lo spettro di dispersione. Una trattazione più approfondita del principio teorico che caratterizza la tecnica utilizzata è consultabile all'allegato 1 del presente lavoro. Dal rapporto dell'indagine sismica si ottiene il profilo di velocità delle onde di taglio S, come riportato nella seguente tabella:

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4,01	4,01	1800,0	0,2	No	407,4	249,5
2	8,02	4,00	1800,0	0,2	No	1129,6	691,8
3	13,04	5,02	1800,0	0,2	No	1259,0	771,0
4	19,05	6,01	1800,0	0,2	No	1281,7	784,9
5	26,07	7,02	1800,0	0,2	No	1512,6	926,2
6	∞	∞	1800,0	0,2	No	2218,7	1358,7

Tabella 1. definizione dei sismostrati.

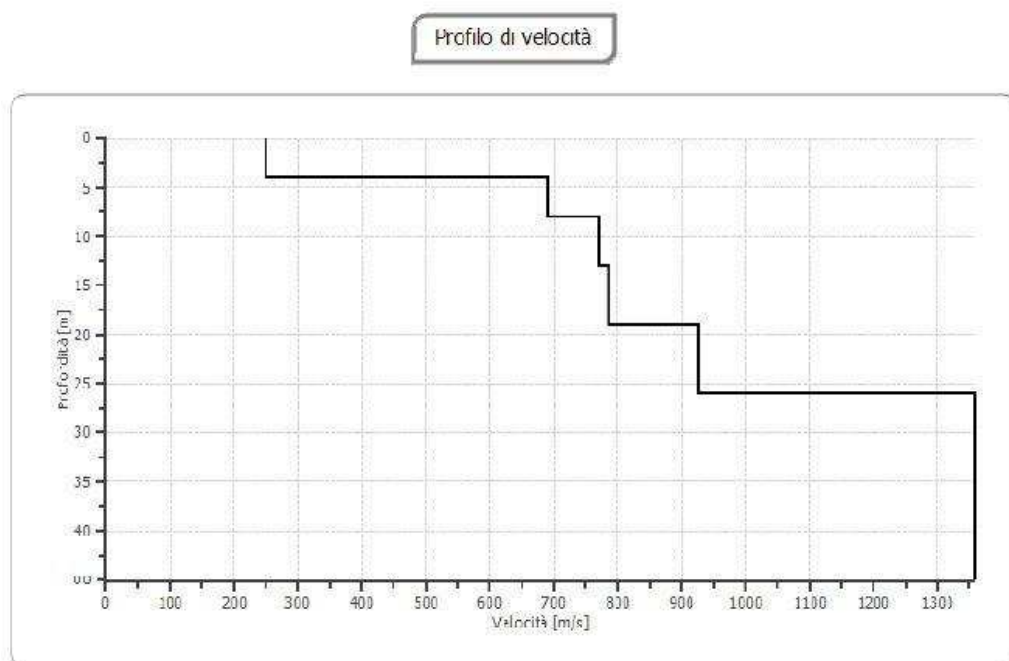


Grafico 1. Variazione di Vs con la profondità.

Adottando le V_s stimate dall'indagine sismica si può ottenere la V_{s30} , cioè la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo al di sotto del piano di fondazione, applicando l'espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum h_i / V_{si}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i-esimo

V_{si} = velocità onde S nello strato i-esimo.

Pertanto, con riferimento al valore di V_{s30} determinato, è possibile concludere che nel caso di fondazioni con piano di posa spinto ad una profondità massima di 2,00 metri dal piano di campagna s'individuerà una categoria di suolo di tipo B: *rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale*

miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Per fondazioni spinte a 3,00 metri dal piano campagna, invece, s'individua un suolo di categoria A: ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie un orizzonte di alterazione di spessore non superiore a 3,0 metri.

Profondità piano posa da p.c.(m)	$V_{s,30}$ (m/s)	Categoria sottosuolo
2,0	750,5	B
3,0	1034,48	A

2.7.3 Variazione laterale di spessore dei sismostrati

L'opportunità di disporre dello stendimento dei geofoni posati per la prova sismica MASW ha suggerito l'esecuzione di un'indagine sismica a rifrazione, sfruttando il principio secondo il quale le onde P, che si diffondono in tutte le direzioni all'interfaccia con materiali a diversa profondità, possono venire riflesse o rifratte. Con tale metodo quindi si misurano i tempi d'arrivo delle onde P ai diversi geofoni a seguito di una sollecitazione meccanica condotta con una massa battente. L'insieme dei tempi d'arrivo definisce delle linee dette dromocrone, dall'analisi delle quali si definiscono gli spessori dei sismostrati.

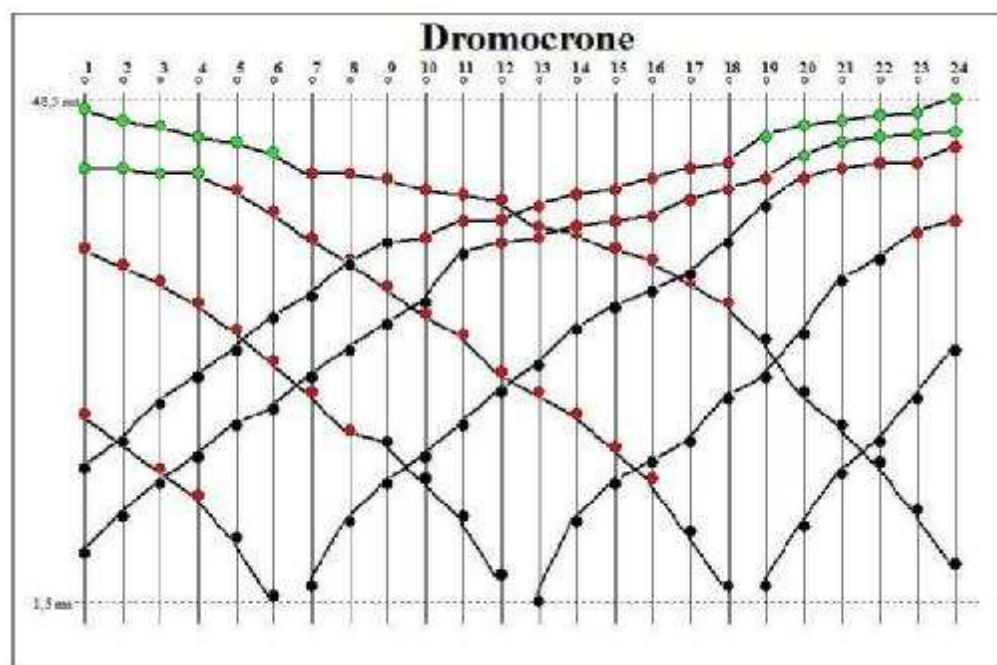


Grafico 2. Elaborazione delle dromocrone.

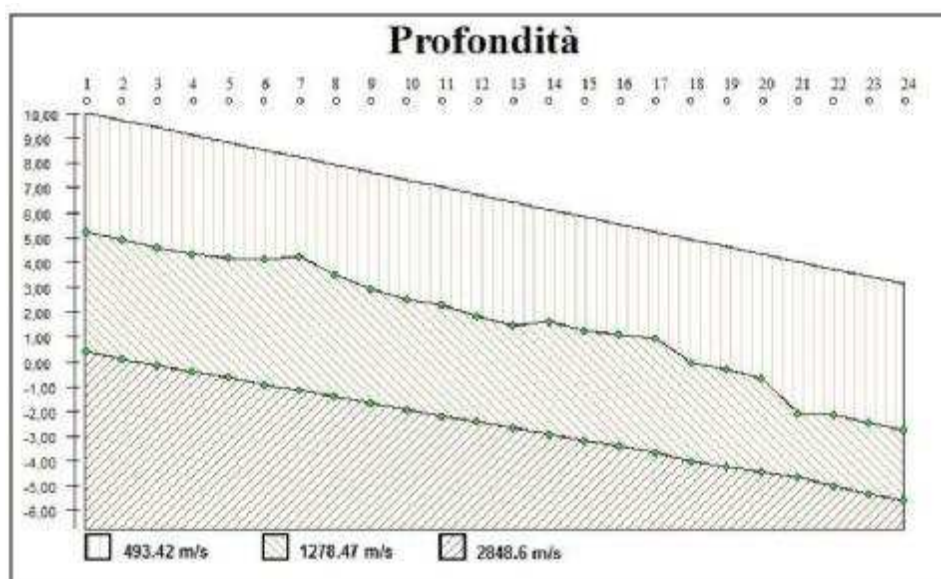


Grafico 3. Spessore dei sismostrati e loro variazione laterale.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO REGIONALE

3.1 Aspetti geologici

Al fine di delineare un quadro geologico stratigrafico dell'area in questione si è fatto riferimento inizialmente agli studi di De Zanche e Sorbini eseguiti nel 1977 per il Museo Civico di Storia Naturale di Verona. Il lavoro eseguito ha messo in evidenza la seguente sequenza stratigrafica locale:

- Dal piano campagna ad un massimo di 5 metri si riscontra copertura vegetale, costituita da terreno vegetale limoso – sabbioso, argilloso limoso e talvolta marnoso con clasti calcarei;
- Al di sotto della copertura eventualmente presente e per uno spessore di circa 100 metri si riscontra la Formazione del BIANCONE, costituita da calcari, calcari argillosi bianchi e grigiastri con liste e talvolta lenti di selce nera, fittamente stratificati con intercalazioni di marne ed argilliti grigie o verdastre, collocabili in un intervallo di tempo geologico che va dal CRETACEO SUP. al CRETACEO INF.;
- Formazione del ROSSO AMMONITICO, con uno spessore di 30 metri, caratterizzato da calcari nodulari rossi, rosei o bianchi ad ammoniti, databile dal CRETACEO INF. al GIURASSICO MEDIO.
- Formazione dei CALCARI GRIGI o di NORIGLIO, per i quali s'ipotizza che raggiungano una potenza di 100 metri nell'area d'interesse, sono costituiti da calcari compatti a grana fine, di colore grigio o nocciola chiaro, riconducibili al GIURASSICO INFERIORE.

Dal punto di vista tettonico, negli immediati dintorni dell'area in esame sono riscontrabili tre faglie parallele, ad andamento rettilineo, disposte in direzione circa nord – sud, con specchio di faglia verticale, tagliate da un altro sistema di

faglie sempre verticali, subparallele e disposte in direzione circa est – ovest. Poco più a sud dell'area in esame la pendenza degli strati della Formazione del BIANCONE è stata riscontrata di 8° in direzione occidentale (260°N).

3.2 Geomorfologia

Lo stesso lavoro succitato per gli aspetti geologici, la quale sezione da cui sono tratte tali considerazioni è stata curata dal Dr. Geol. Valerio Spagna (1977), ha preso in considerazione anche la geomorfologia del territorio di Verona. In linea generale il settore in studio rientra nelle zone di denudazione di rocce calcaree affioranti o subaffioranti, in cui talvolta si riscontrano limitate aree a copertura detritica eluviale e colluviale in corrispondenza dei versanti, in cui il suolo assume spessori più importanti, come nell'area di cantiere, di cui si parlerà più approfonditamente nelle sezioni seguenti. Nello specifico per le adiacenze dell'area in esame l'evoluzione della morfologia del territorio è il risultato dell'azione del carsismo e delle fasi anaglaciale e cataglaciale che si sono successe in occasione delle glaciazioni quaternarie. Il primo ha determinato superficie rotondeggianti, modellate da prevalenti processi di dissoluzione, a pendenza piuttosto debole, e rare vallecicole in cui si riscontrano torrenti intermittenti che aumentano la loro portata in occasione degli eventi meteorici. Nella terminologia locale vengono chiamati *Vaio e Progno*. Nel caso in studio è importante citare il Vaio di Montenigo, il Vaio delle Rive ed il Prognolo.

L'azione alternata di avanzamento e ritiro dei ghiacci ha determinato la messa in posto di depositi colluviali, a tessitura prevalente limoso – argillosa, e clasti calcarei immersi in matrice limoso – argillosa - sabbiosa, ad elevato contenuto calcareo. Tali sedimenti fanno da copertura al basamento roccioso, il quale risulta alterato nei primi metri e successivamente caratterizzato da una fitta rete di fratture comunicanti che ne determinano la permeabilità (vedere allegati 2 e 3 in appendice documentale).

4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA

Per una valutazione accurata delle caratteristiche geologico - geotecniche ed idrogeologiche dell'area in esame, necessaria all'individuazione di locali forme d'instabilità, è stata condotta una campagna d'indagini che è consistita:

- 1) Nell'esecuzione di 7 (sette) sondaggi geognostici tramite scavatore per delineare la stratigrafia dei primi metri di sottosuolo; in questa fase sono stati prelevati dei campioni di terreno dai vari strati riscontrati da inviare al laboratorio Tecnoverifiche s.r.l. per l'analisi granulometrica, necessaria a determinare la permeabilità del livello riscontrato.
- 2) Nella messa in opera di sondaggi sismici, nello specifico MASW, HVSR e sismica a rifrazione per la classificazione sismica dei terreni e l'individuazione di probabili piani di slittamento, come ampiamente spiegato sopra;

- 3) Nella realizzazione di 2 prove penetrometriche CPT e 2 prove penetrometriche CPTU con piezocono per la caratterizzazione geotecnica dei terreni, preliminare alla realizzazione dei fabbricati in progetto.

4.1 Indagine geognostica

L'indagine geognostica è consistita nell'esecuzione di 7 (sette) scavi con pala meccanica, spinti ad una profondità massima di 3,0 metri dal piano cantiere attuale. Nell'allegato 4 è possibile riscontrare la posizione delle verticali d'indagine e le stratigrafie correlate. I sondaggi eseguiti hanno permesso di delineare la seguente successione di livelli:

- 1) Dal piano campagna a 0,50 metri terreno vegetale limoso - sabbioso - argilloso di colore rosso. Nella matrice sono dispersi clasti calcarei del diametro medio di 1 cm. Talvolta si riscontrano radici vegetali;
- 2) Da 0,50 a 2,00 metri limo argilloso di colore bruno rosso con rari clasti calcarei del diametro medio di 1 cm.
- 3) Da 2,00 a 2,70 metri sabbia limosa calcarea con clasti. La frazione sabbioso – limosa appare rossa rispetto ai sedimenti più grossolani.

4.2 Caratterizzazione geotecnica del sito

Al fine di caratterizzare i terreni in sito dal punto di vista geotecnico sono state eseguite due prove penetrometriche statiche con punta meccanica e due prove statiche con piezocono per una migliore individuazione della permeabilità dei terreni.

L'elaborazione dei dati di campagna ottenuti per le differenti tipologie di sedimenti costituenti il substrato, permette di ottenere un riconoscimento di massima dei terreni attraversati sulla base dei valori della resistenza di punta (Q_c) e dell'attrito laterale (F_s) riscontrati durante l'avanzamento della punta penetrometrica conica collegata al penetrometro statico, in un intervallo di profondità di 20 cm.

I valori ottenuti sono stati elaborati mediante il programma di calcolo automatico Static Probing (2006) della GeoStru Software ©. Tale software calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983), Meyerhof (1956), Desai (1968) e Borowczyk - Frankowsky (1981).

In riferimento ai dati acquisiti, si sono adottate le correlazioni geotecniche per la valutazione dei parametri meccanici; la successione litologica relativa alle prove eseguite e le relative sezioni, elaborate in base alle interpretazioni effettuate, viene riportata nell'appendice documentale all'Allegato 4.

4.2.1 Modello stratigrafico locale

Nel presente lavoro l'interpretazione stratigrafica della sezione di sottosuolo investigata è stata condotta utilizzando il Metodo di Searle (1979), inserito nel programma di calcolo automatico Static Probing (2005) della GeoStru Software ©.

Sulla base dei dati restituiti dalle indagini di cui sopra, è stato possibile ricostruire la stratigrafia di dettaglio del sottosuolo dell'area, per la quale si può fare riferimento al seguente schema:

A – terreno vegetale – argille sabbiose – argille limose: questo strato si estende dal piano campagna ad una profondità massima di 3,40 metri; dal punto di vista litologico è costituito essenzialmente da terreni a tessitura medio – fine con inclusi clasti calcarei di dimensioni centimetriche. Il comportamento varia da coesivo a coesivo – incoerente e risultano molto consistenti.

B – limi sabbiosi – sabbie calcaree: questo strato è stato riscontrato sino alla profondità di 3,60 metri dal piano campagna attuale; dal punto di vista litologico tale unità è costituita prevalentemente da sedimenti a tessitura da media a medio - grossolana, a comportamento incoerente. Dal punto di vista meccanico, i litotipi risultano da moderatamente a molto addensati.

C – limi argillosi – argille limose – sabbie limose: questo strato si sviluppa sino alla profondità di 5,0 metri dal piano campagna attuale; dal punto di vista litologico tale unità è costituita prevalentemente da sedimenti a tessitura prevalentemente fine, coesivi. Dal punto di vista meccanico, i litotipi risultano da moderatamente a molto consistenti. Le intercalazioni di sedimenti di natura granulare risultano mediamente addensate.

D – limi sabbiosi – sabbie limose: questo strato si sviluppa sino alla profondità di 6,20 metri dal piano campagna attuale; dal punto di vista litologico tale unità è costituita prevalentemente da sedimenti a tessitura da fine a medio-grossolana, incoerenti. Dal punto di vista meccanico, i litotipi risultano da moderatamente a molto addensati.

4.2.2 Permeabilità dei terreni

Durante l'esecuzione della prova penetrometrica CPTU2 sono state eseguite, all'interno del perforo d'indagine, due prove di dissipazione allo scopo di determinare la permeabilità del terreno. La prova consiste nell'arrestare la penetrazione del piezocono nel terreno ed attendere finché la pressione dei pori in eccesso dovuta alla penetrazione diminuisce del 60 – 80%. La velocità di dissipazione dipende dal processo di consolidazione orizzontale, quindi è possibile determinare il coefficiente di consolidazione orizzontale C_h e quello di permeabilità orizzontale K_h . La tabella sottostante riporta i dati elaborati in seguito alle prove effettuate.

Profondità prova da p.c. (m)	Litologia (Robertson, 1990)	Coefficiente di permeabilità (cm/sec)
2,04	Limo argilloso – argilla limosa	$2,9 \times 10^{-8}$
3,27	Sabbia limosa	$2,5 \times 10^{-7}$

Tabella 3. Coefficienti di permeabilità orizzontale elaborati dalle prove di dissipazione.

5. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

5.1 Problematiche idrogeologiche

Per individuare le possibili problematiche idrogeologiche sono state elaborate due sezioni stratigrafiche inserendo nella planimetria del cantiere le stratigrafie dedotte dalle prove penetrometriche e dall'osservazione diretta dei sondaggi esplorativi. La sezione A-A' si sviluppa circa in senso est – ovest, parallelamente al culmine della dorsale. Da questa appare chiaro come il sito d'interesse sia caratterizzato superficialmente da limi argillosi ed argille limose in varia alternanza. Nel settore

nordorientale è evidente la presenza di un livello di limo sabbioso di spessore variabile tra 1,5 e 2,0 metri, come riscontrabile anche nella sezione B-B'. La permeabilità risulta essere molto bassa secondo la prova di dissipazione eseguita a quella profondità; inoltre non è stata rilevata la presenza della falda né in quella sede, né in occasione della campagna di sondaggi esplorativi. Risulta quindi bassa la possibilità d'instaurazione di una falda sospesa in occasione di eventi meteorici eccezionali.

All'interno dei perfori eseguiti non è stata riscontrata la presenza di falda, per cui sono da escludere le interferenze della stesa con le opere di fondazione, e tantomeno fenomeni di filtrazione all'interno degli scavi.

5.2 Pericolosità idraulica

Oltre alla valutazione della permeabilità del sito in esame è stata stimata la variazione di pendenza del versante su base cartografica, osservando il piano quotato e misurando la distanza tra le curve di livello, come riscontrabile in allegato 6. Da tale analisi è emerso che l'inclinazione del sito varia da un minimo di 3° ad un massimo di 8°. Inoltre la morfologia dell'area è tipica del culmine di una dorsale che si sviluppa in senso est - ovest, quindi risulta improbabile l'instaurarsi di linee d'impluvio preferenziali e bassa la possibilità di sviluppo di un diffuso flusso idrico laminare.

Oltre a ciò è importante considerare che ciascuno dei quattro fabbricati verrà equipaggiato di un sistema di raccolta dell'acqua piovana opportunamente dimensionato, da riutilizzarsi per l'irrigazione delle aree verdi di pertinenza degli stessi. Si avrà così un deciso abbattimento dell'acqua che potrebbe dare ruscellamento e le eventuali linee d'impluvio verranno minimizzate dalle opere in progetto.

5.3 Pericolosità sismica

Per la valutazione della pericolosità derivante dalla sollecitazione sismica, vengono analizzati sia la presenza di eventuali situazioni di pericolosità indotte dai fattori locali quali quelli geologici, geomorfologici, sia di discontinuità tettoniche presenti nell'area che possono amplificare le vibrazioni sismiche esaltandone gli effetti.

L'area in oggetto non risulta prossima a linee tettoniche attive che potrebbero in qualche modo aumentare il fenomeno sismico.

Nella porzione di territorio in esame non sono state rilevate situazioni in grado di indurre amplificazioni per effetti morfologici legati all'ubicazione in posizione di culmine morfologico e/o a forti variazioni di pendenza. Infatti le evidenze di campagna e la valutazione delle pendenze su base cartografica permettono di stabilire una variazione di inclinazione dei versanti da un minimo di 3° ad un massimo di 8° ed una distribuzione omogenea delle stesse (vedi allegato 6).

Riguardo l'instabilità dinamica per fenomeni franosi non sono state individuate situazioni critiche, essendo il territorio praticamente pianeggiante.

Per quanto riguarda possibili amplificazioni imputabili a variazioni d'impedenza per differenti litologie a contatto, nel caso in esame l'indagine MASW ha messo in evidenza un aumento della V_s con la profondità. Risulta quindi evidente la presenza di terreni moderatamente rigidi sovrapposti a terreni molto rigidi. Quindi è improbabile attendersi effetti d'amplificazione per la situazione in esame, per cui il contrasto di impedenza, e quindi la differente rigidità dei litotipi a contatto, non è

particolarmente accentuato. Per tale motivo si può ritenere basso il pericolo di amplificazioni nel caso in studio.

6 CONCLUSIONI

La presente relazione geologica riguardante la realizzazione di quattro fabbricati ad uso abitativo in località Montenigo nel comune di Verona, è stata condotta sulla scorta delle indicazioni fornite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008.

La caratterizzazione geologica, la parametrizzazione geotecnica sono state ottenute mediante specifica campagna d'indagini geognostiche in sito, consistite nell'esecuzione di due prove penetrometriche statiche CPT, due prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU e sette sondaggi geognostici con scavatore meccanico. La profondità massima raggiunta dai sondaggi è di 6,30 metri dal piano cantiere attuale.

La definizione sismica del sito è invece stata supportata da un'indagine MASW, da una tomografia sismica a rifrazione per lo studio di variazione laterale di spessore degli strati, e da un'indagine sismica passiva HVSR per individuare la frequenza di risonanza del terreno.

Dal punto di vista **geomorfologico** la porzione di territorio in studio si sviluppa in un'area collinare, in posizione culminante di una dorsale, con cresta sviluppantesi in senso est - ovest, appartenente ad un contesto deposizionale morenico per la presenza di depositi colluviali e di alterazione del substrato roccioso. I depositi colluviali risultano stabilizzati, la pendenza bassa, per cui l'area risulta morfologicamente stabile.

Nell'area non sono presenti dissesti idrogeologici attivi o quiescenti che possono interferire con le opere in progetto.

Dall'indagine eseguita in sito, è emerso un profilo litostratigrafico, caratterizzato da una successione di terreni a granulometria fine e medio - fine, costituita da argille limose, limi argillosi e sabbie limose, rispettivamente da mediamente a molto consistenti e mediamente addensati.

Durante la realizzazione della campagna di indagine non è stata rilevata la presenza della falda freatica; pertanto, durante gli scavi per la realizzazione delle opere di fondazione non si ritiene che si verifichino fenomeni di filtrazione idrica. Tuttavia sarebbe opportuno effettuare gli scavi in periodi poco piovosi per evitare l'instaurarsi di falde sospese, con conseguente filtrazione idrica al loro interno.

Dal punto di vista sismico il territorio comunale di Verona è stato classificato in zona 3, pertanto sono state supportate indagini sismiche MASW ed HVSR, le quali hanno permesso di ritenere trascurabili gli effetti sismici di sito.

La valutazione degli aspetti idrogeologici dell'area ha portato a riscontrare una permeabilità dei depositi argilloso – limosi e sabbioso limosi molto bassa, quindi a stimare una limitata infiltrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo dell'area in questione. Per la specifica morfologia dell'area sarà inoltre limitata la formazione di linee d'impluvio preferenziale e di flusso laminare diffuso, reso ulteriormente nullo dalla collocazione dei fabbricati in progetto e da un efficiente sistema di raccolta dell'acqua meteorica a servizio delle coperture degli stessi.

Dr. Geol. Alberto Tonini

ALLEGATO 1

RELAZIONE SISMICA

PRINCIPI TEORICI ED ELABORAZIONE DELLE PROVE SISMICHE

MASW

HVSR

RIFRAZIONE



38049 Vigolo Vattaro, Trento | Località Saletti 15
T. +39 0461 52 20 38 | F. +39 0461 84 72 92
P. IVA - C.F. - Nr. Reg. Imp. 02241310222

info@4wave.it
www.4wave.it
www.ilpolodelleterre.it



**Provincia di Verona
Comune di Verona**

**INDAGINE GEOFISICA
CON LE TECNICHE:
DELLA MASW,
DELLA RIFRAZIONE SISMICA
E DEL TEST HVSR**

RELAZIONE TECNICA

Committente: Dott. Geol. Alberto Tonini

Vigolo Vattaro

Febbraio 2015



mail: info@4wave.it
l.salazzari@4wave.it

INDICE

1	Premessa.....	3
2	Indagini Svolte	4
2.1	Indagine MASW	4
2.1.1	Basi teoriche.....	4
2.1.1.1	Moto del segnale sismico.....	4
2.1.1.2	Onde di Rayleigh – “R”	4
2.1.1.3	Analisi del segnale con tecnica MASW	4
2.1.1.4	Modellizzazione	5
2.1.1.5	Modi di vibrazione	5
2.1.1.6	Profondità di indagine	5
2.1.2	Report.....	6
2.1.2.1	Dati generali.....	6
2.1.2.2	Tracce.....	6
2.1.2.3	Analisi spettrale.....	7
2.1.2.4	Curva di dispersione.....	8
2.1.2.5	Inversione	9
2.1.2.6	Risultati	10
2.2	Sismica a Rifrazione	11
2.2.1	Risultati	12
2.3	Test di Nakamura	13
2.4	CONCLUSIONI.....	16

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell’

Relazione tecnica

1 Premessa.

Il giorno 03 Febbraio 2015, la ditta 4Wave srl, su incarico e per conto del Dott. Geol. Alberto Tonini, ha eseguito delle indagini geofisiche presso Montorio Veronese, frazione del Comune di Verona in Via delle Rive, su dei terreni ove è in progetto la realizzazione di edifici residenziali; lo scopo delle indagini era indagare le condizioni geotecniche e fisiche dei terreni.

Per la caratterizzazione del sottosuolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto e della qualità dei terreni di fondazione sono stati eseguiti:

- un profilo MASW a 24 geofoni interspaziati di 2m.
- un profilo sismico a rifrazione
- una verifica della frequenza di risonanza di sito con la tecnica HVSR in base al test di Nakamura

Come indicato in Figura 1 lo stendimento geofonico per l'esecuzione della MASW e della rifrazione sismica è stato realizzato posando di n°24 geofoni da 4,5Hz interspaziati di 2m per una lunghezza totale di 46 m (linea rossa), lungo la linea di massima pendenza in corrispondenza della dorsale presente.

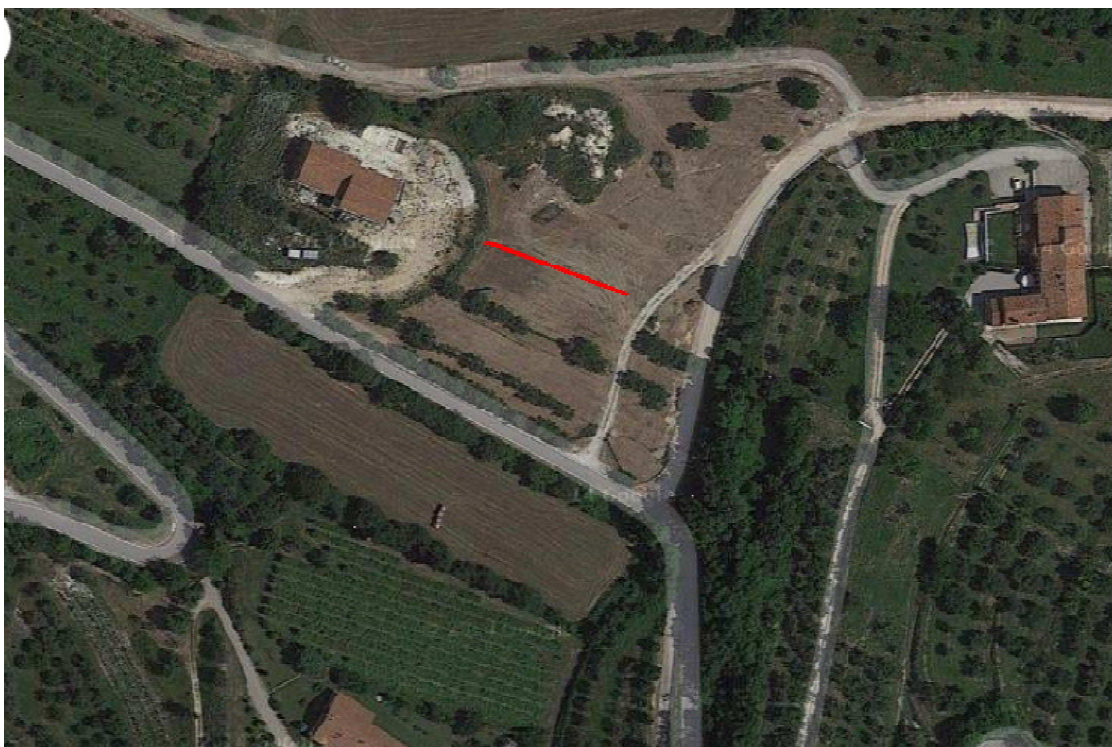


Figura 1: Area di studio con l'ubicazione dello stendimento geofonico

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

2 Indagini Svolte

Per la caratterizzazione del sottosuolo di fondazione e per definire l'azione sismica di progetto e la qualità dei terreni di fondazione il giorno 06 febbraio '15 sono state adottate le seguenti tecniche di misura:

- un profilo MASW a 24 geofoni interspaziati di 2m.
- un profilo sismico a rifrazione utilizzando il medesimo stendimento
- una verifica della frequenza di risonanza di sito con la tecnica HVSR in base al test di Nakamura con il geofono triassiale da 2Hz

Con primo si definisce, in un profilo verticale, la velocità dei terreni definendone le caratteristiche geotecniche e il parametro Vs30 (velocità media delle onde S nei primi 30 metri di profondità) attribuendo al sito la categoria di suolo relativa; con il secondo metodo si definiscono gli andamenti dei riflettori sismici, caratterizzati da velocità crescente, secondo una sezione, con il metodo di Nakamura si definisce il rapporto tra il segnale orizzontale e quello verticale definendo una frequenza specifica del sito

2.1 Indagine MASW

2.1.1 Basi teoriche

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

2.1.1.1 Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

2.1.1.2 Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

2.1.1.3 Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

2.1.1.4 Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

2.1.1.5 Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

2.1.1.6 Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

2.1.2 Report

2.1.2.1 Dati generali

Committente	Dott. Geol. Alberto Tonini	Zona	Via delle Rive
Cantiere	Via delle Rive	Data	03/02/2015
Località	Comune di Verona loc. Montorio Veronese	Latitudine	46.0348
Operatore	Dott. Geol. Salazzari	Longitudine	10.8929

2.1.2.2 Tracce

A seguito di una energizzazione del terreno con una massa battente i 24 geofoni registrano i segnali sismici.

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	500,0
Interdistanza geofoni [m]	2,0
Periodo di campionamento [msec]	0,50

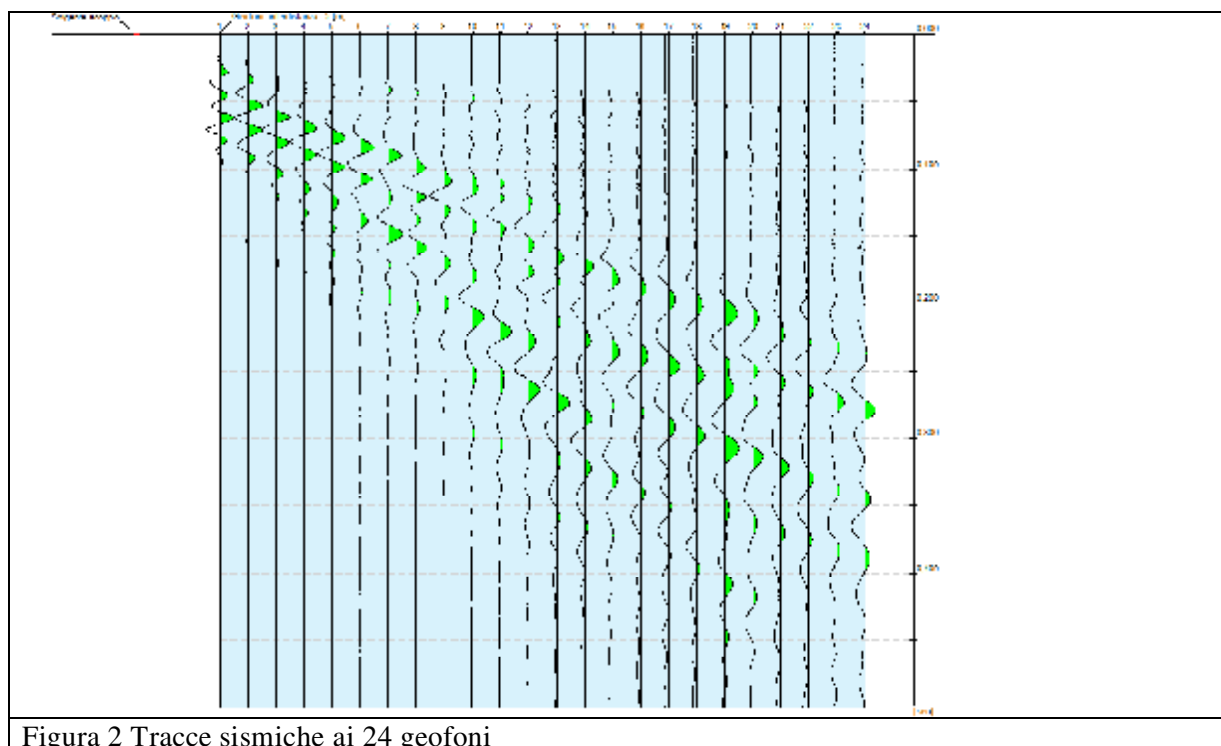


Figura 2 Tracce sismiche ai 24 geofoni

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

2.1.2.3 Analisi spettrale

Tramite la trasformata di Fourier il programma elabora tutte le varie frequenze e definisce uno spettro Velocità di fase-Frequenze. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	100
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1000
Intervallo velocità [m/sec]	1

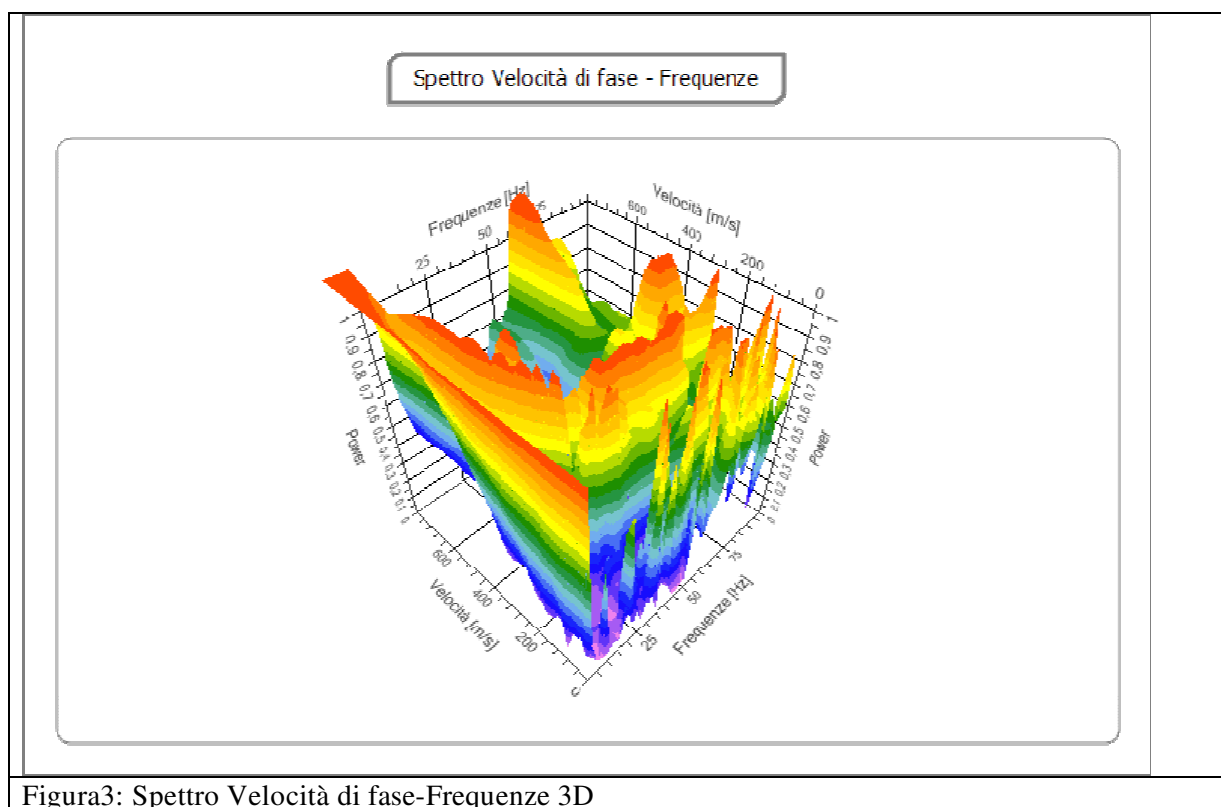


Figura3: Spettro Velocità di fase-Frequenze 3D

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

2.1.2.4 Curva di dispersione

Individuata la curva di dispersione attraverso il picking dei punti in cui il segnale è massimo si riescono a definire i diversi modi di vibrazione.

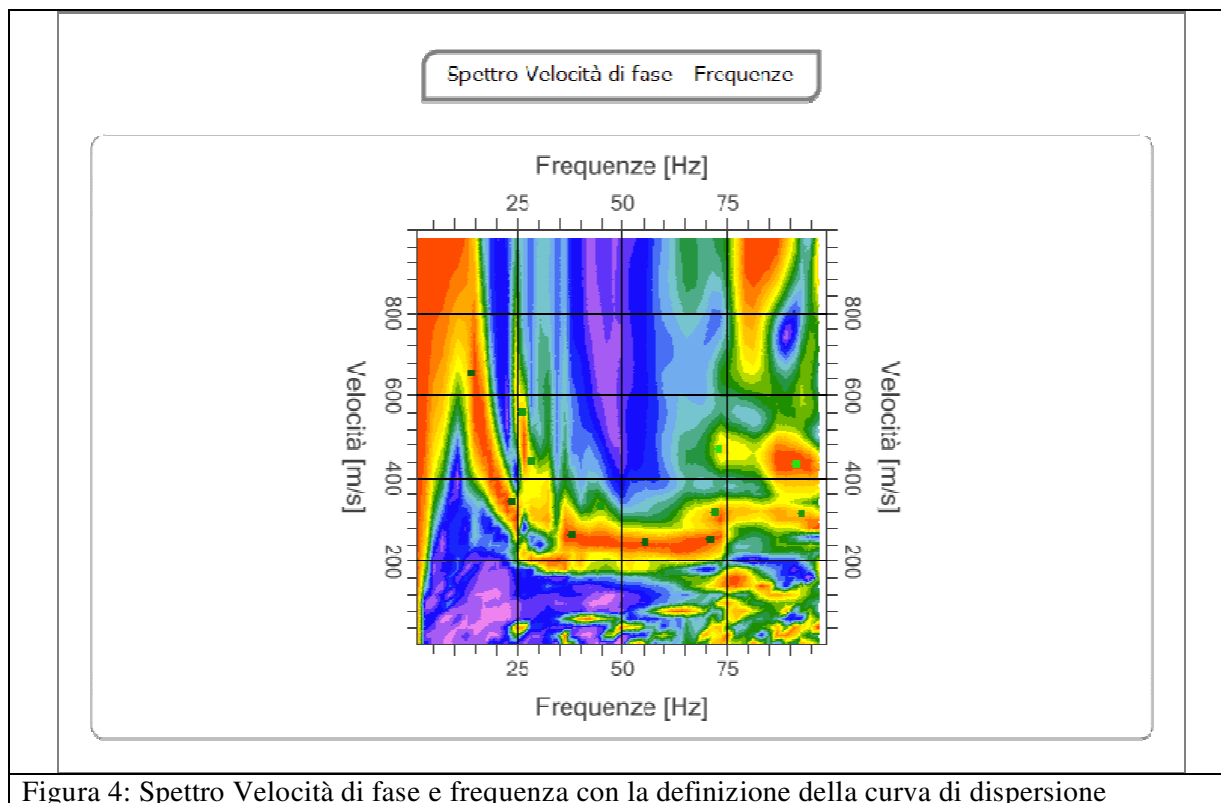


Figura 4: Spettro Velocità di fase e frequenza con la definizione della curva di dispersione

Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
14,0	654,3	0
23,7	342,9	0
26,2	559,4	1
28,5	441,6	1
38,1	263,1	0
44,8	331,5	1
55,6	244,1	0
71,2	251,7	0
72,3	316,3	1
73,0	468,2	2
91,6	434,0	2
92,7	312,5	1

Tabella1: Definizione dei punti di picking

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

2.1.2.5 Inversione

Individuata la curva di dispersione sperimentale, si esegue un'inversione per definire, in base al modello iniziale, il modello che meglio si addice alla condizione reale del terreno individuando i diversi sismostrati.

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4,01	4,01	1800,0	0,2	No	407,4	249,5
2	8,02	4,00	1800,0	0,2	No	1129,6	691,8
3	13,04	5,02	1800,0	0,2	No	1259,0	771,0
4	19,05	6,01	1800,0	0,2	No	1281,7	784,9
5	26,07	7,02	1800,0	0,2	No	1512,6	926,2
6	∞	∞	1800,0	0,2	No	2218,7	1358,7

Tabella2: Definizione dei sismostrati

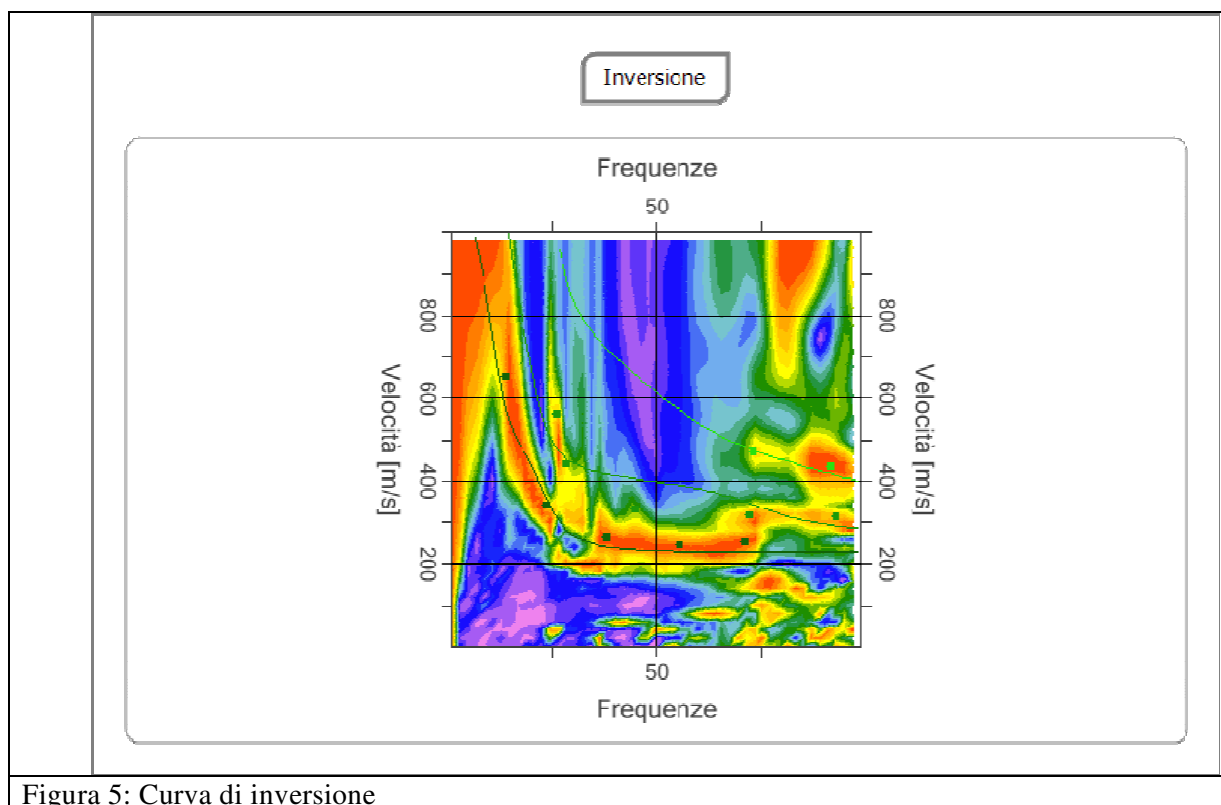
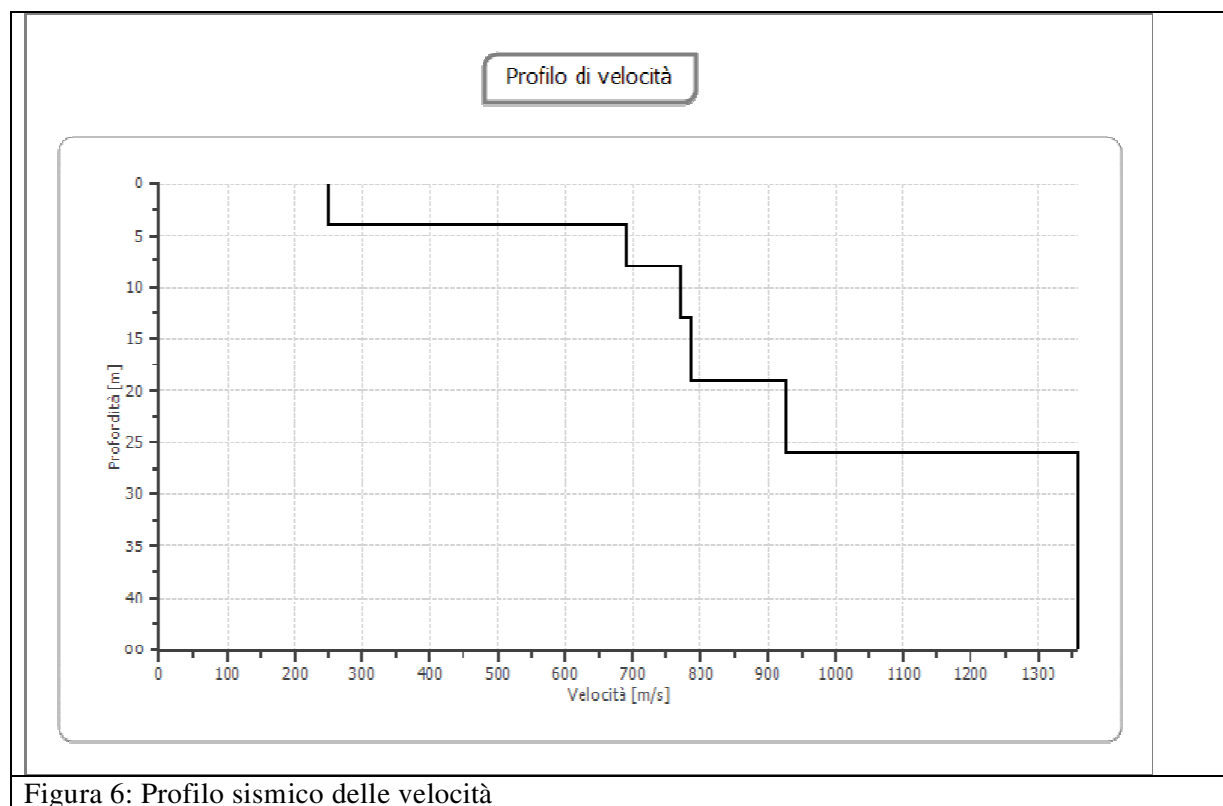


Figura 5: Curva di inversione

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica



2.1.2.6 Risultati

L'indagine con tecnica MASW individua la presenza di un primo sismo stato tra 0 e 4 m avente V_s di 250 m/s, seguito da una serie di sismo strati a velocità crescente tra 691 e 785 m/s tra 4 e 20 m attribuibili alla formazione della Maiolica nelle sue varie componenti seguita da uno strato con V_s di 1358 m/s

Profondità piano di posa	2,00
[m]	
V_{s30} [m/sec]	750,54
Categoria del suolo	B

La categoria di suolo individuata è di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Per un piano di posa delle fondazioni di -3m dal p.c. si individua un suolo in categoria A.

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	4,01	4,01	249,50	407,43	1800,00	0,20	112,05	298,80	149,40	268,92
2	8,02	4,00	691,75	1129,63	1800,00	0,20	861,34	2296,92	1148,46	2067,22
3	13,04	5,02	770,98	1259,01	1800,00	0,20	1069,94	2853,18	1426,59	2567,86
4	19,05	6,01	784,90	1281,74	1800,00	0,20	1108,92	2957,13	1478,56	2661,41
5	26,07	7,02	926,25	1512,56	1800,00	0,20	1544,28	4118,09	2059,05	3706,28
6	oo	oo	1358,68	2218,71	1800,00	0,20	3322,80	8860,81	4430,40	7974,73

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

2.2 Sismica a Rifrazione

A seguito di una sollecitazione meccanica all'interno del terreno, si generano una serie di onde che attraversano il sottosuolo con diverse velocità e frequenze.

Le onde più veloci che si generano e quindi le prime che vengono rilevate dai geofoni sono le onde di volume o onde P. Queste onde che si diffondono in tutte le direzioni all'interfaccia con materiali di diversa densità al passaggio tra materiali a diversa consistenza possono venire riflesse o rifratte.

Il metodo della sismica a rifrazione si basa sulla misura dei tempi di arrivo delle onde P ai diversi geofoni a seguito di una sollecitazione meccanica condotta con una massa battente.

L'insieme dei tempi di arrivo definiscono delle linee dette dromocrone, dall'analisi delle dromocrone si definiscono gli spessori dei sismostrati.

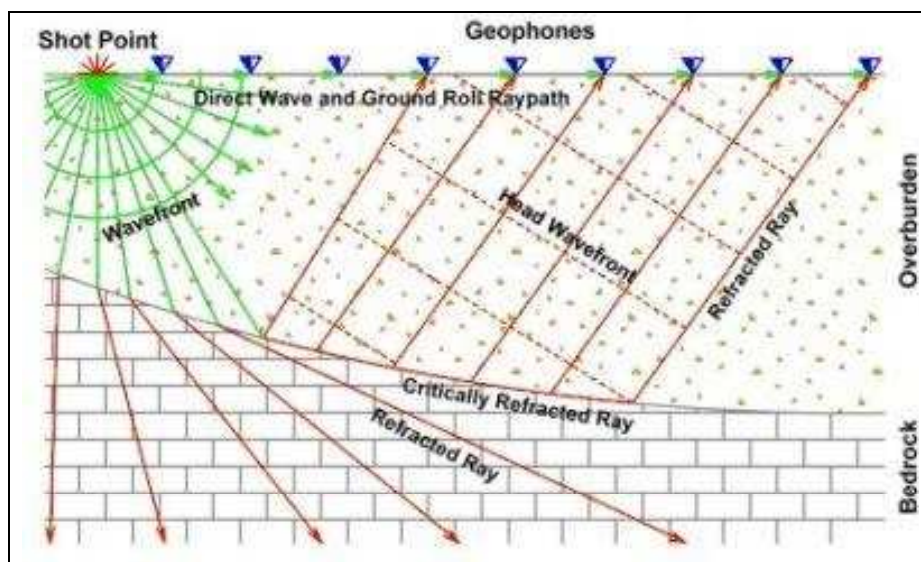


Figura7: schema di propagazione delle onde nel terreno

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

2.2.1 Risultati

Congiuntamente alle operazioni per l'indagine MASW, si è eseguita un'indagine di sismica a rifrazione

Le operazioni sono state condotte attraverso una serie di shot (punti di battuta) eseguiti ad intervalli di 6 geofoni

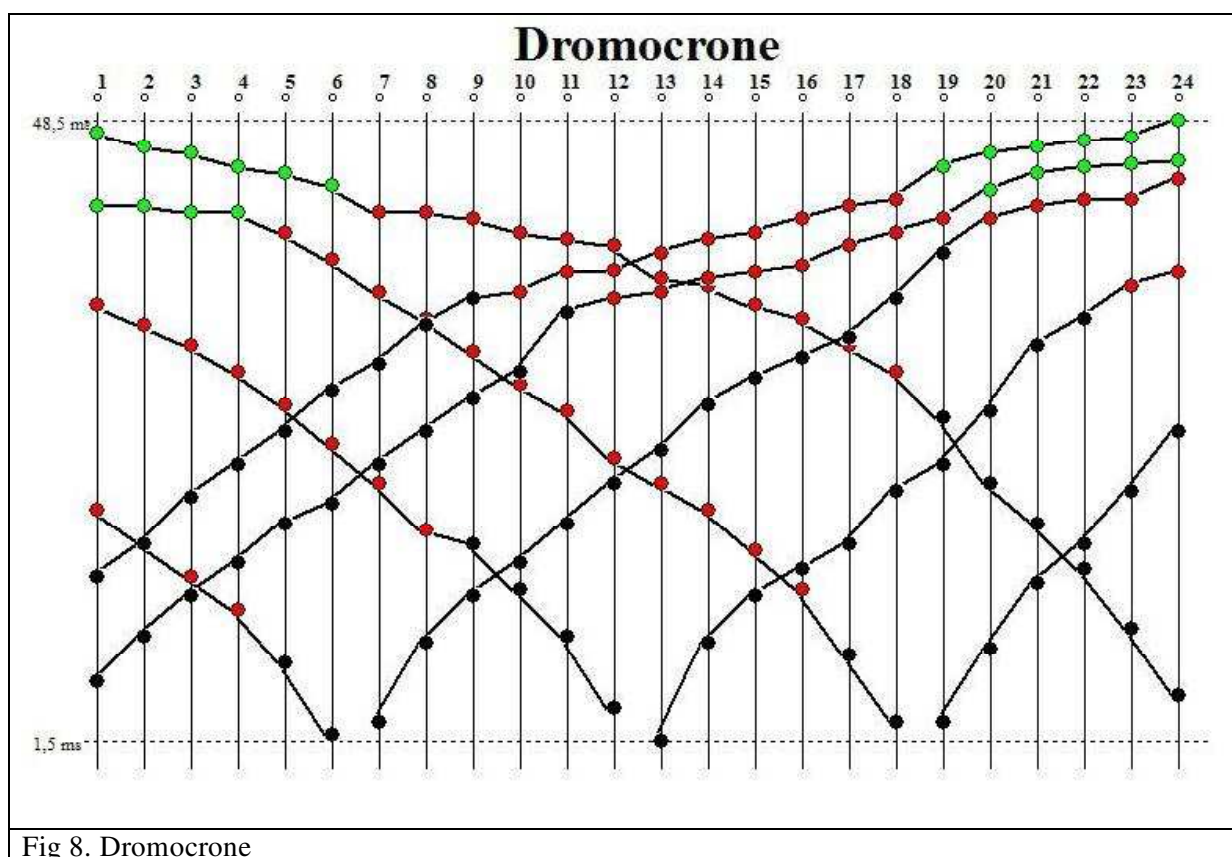
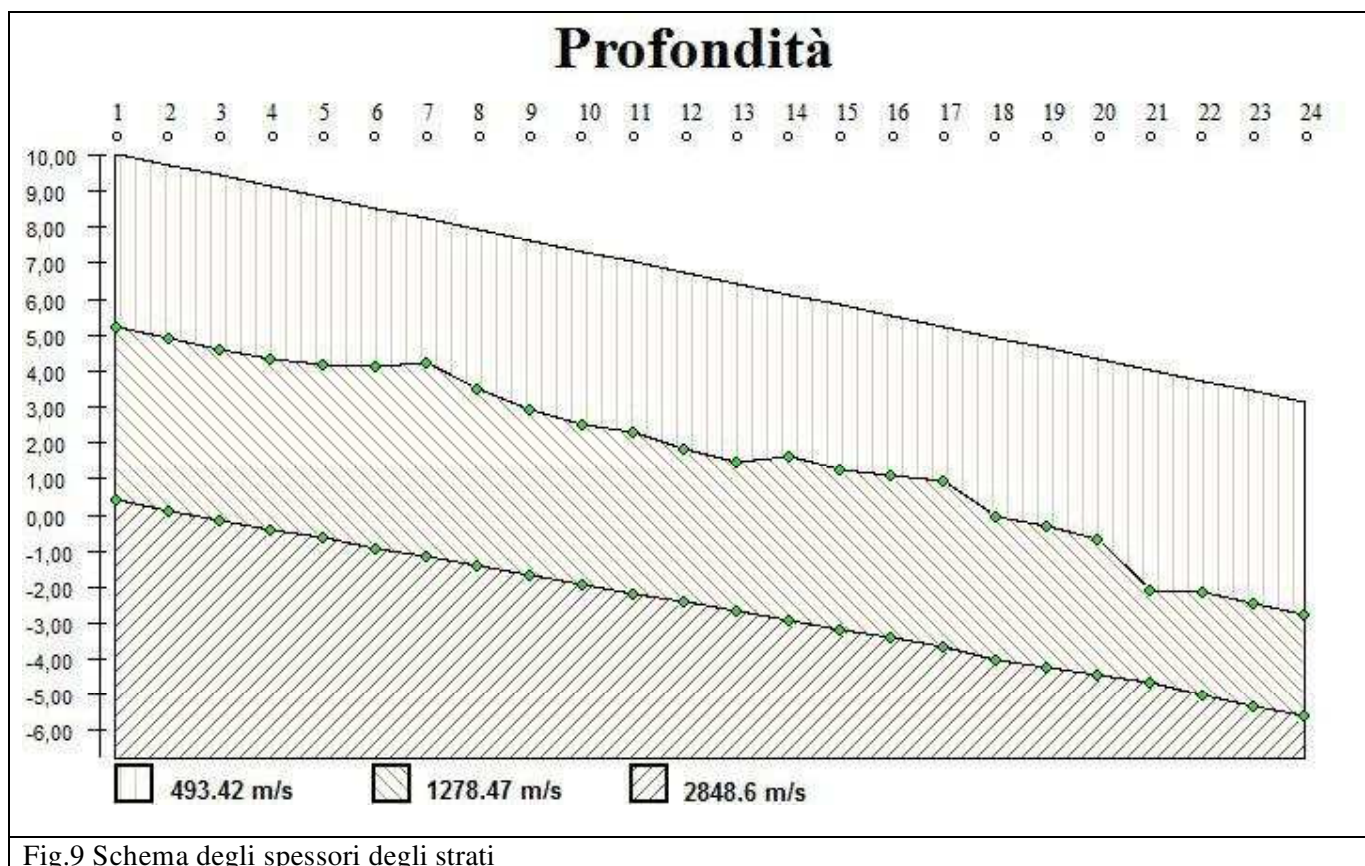


Fig 8. Dromocrone

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica



La sismica a rifrazione conferma i risultati ottenuti con l'indagine MASW rilevando un primo riflettore sismico a circa 4 metri di profondità e dall'andamento irregolare, che separa terreni soffici a 493 m/s di Vp a rocce con Vp di 1278 m/s seguito da un altro riflettore a 10 m con Vp di 2848 m/s.

2.3 Test di Nakamura

Accanto alle tecniche descritte in precedenza esistono altre tecniche basate sull'uso di una singola stazione di misura. In questo caso vengono misurate le vibrazioni ambientali nelle tre direzioni dello spazio attraverso tre sensori orientati nelle tre direzioni dello spazio che viene posto sulla superficie del terreno. In particolare viene valutato il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e verticali del moto (metodo HVSR ovvero "Horizontal to Vertical Spectral Ratios") [Bard., 1998]. Analizzando misure di questo tipo è possibile identificare le modalità di vibrazione del terreno. In particolare è possibile individuare la frequenza f di questa vibrazione definita di "Risonanza".

Comune di Verona (VR)
 Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'
 Relazione tecnica

2.3.1 HVlab report

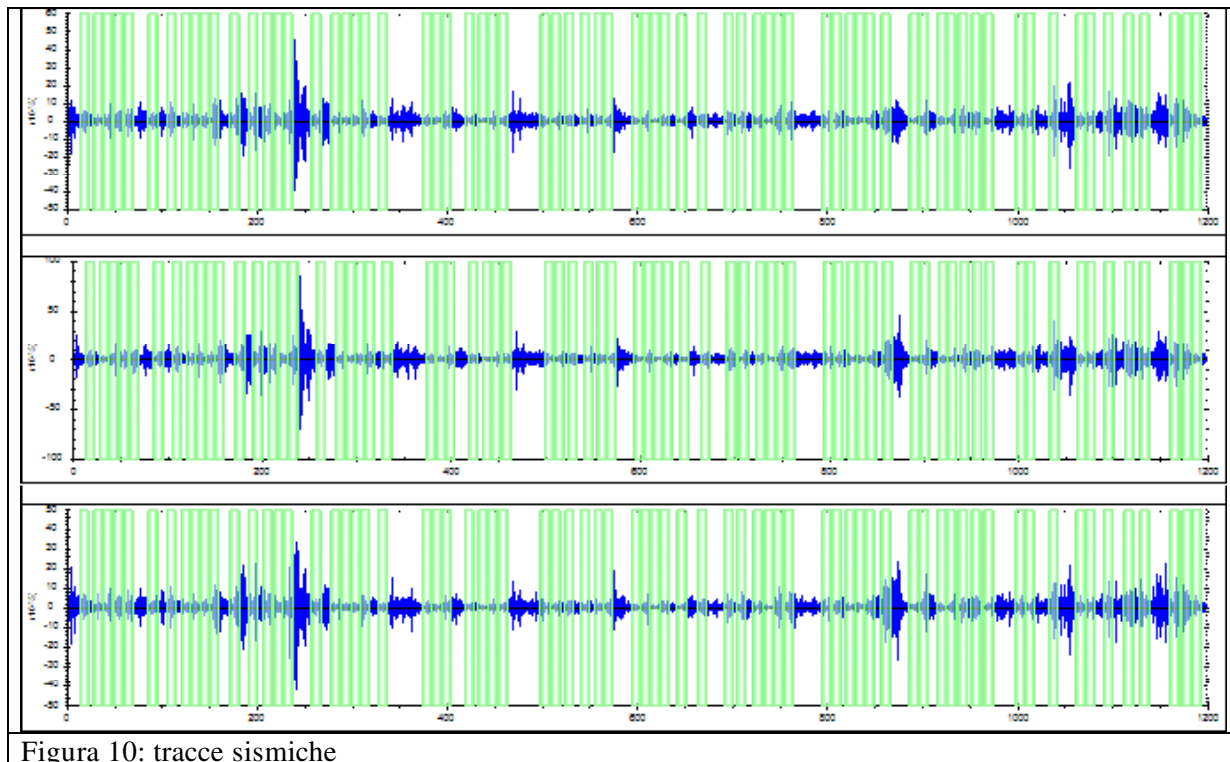


Figura 10: tracce sismiche

2.3.2 ELABORAZIONE

Analizzando le tracce sismiche, il software di calcolo individua delle finestre temporali in cui il segnale è stabile escludendo i periodi in cui si hanno delle anomalie o dei segnali definiti transitori.

frequenza di campionamento:	250 Hz
finestre temporali (nw):	71
tempo di ogni finestra (Lw):	10 s
intervallo di ricerca:	1,0-10,0 Hz
costante di lisciamento:	7
Spettri di potenza della finestra temporale	00:00:12-00:00:22

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

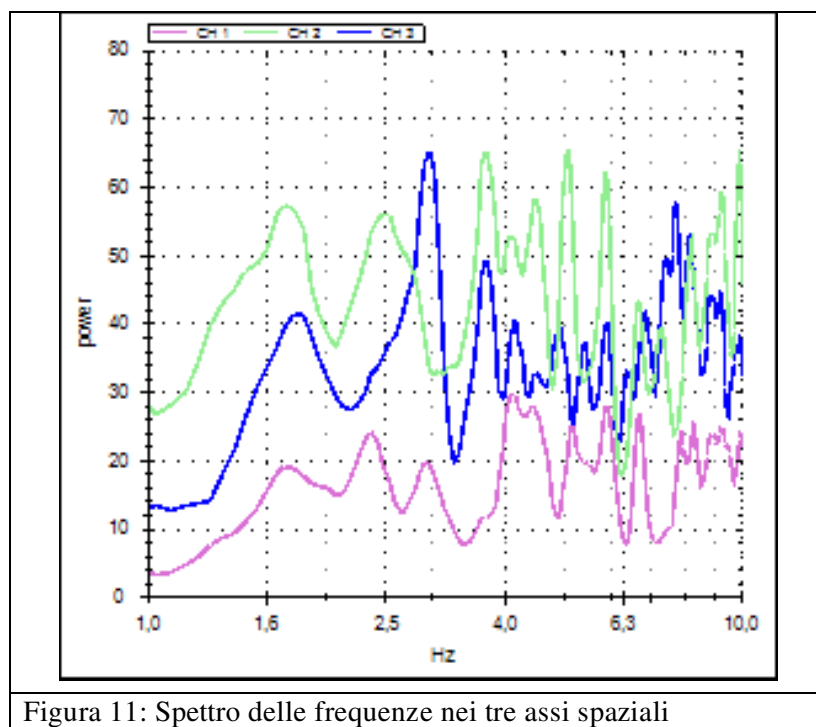


Figura 11: Spettro delle frequenze nei tre assi spaziali

2.3.3 RISULTATI

Analizzando le frequenze risultanti si individua il massimo rapporto tra la componente orizzontale e la componente verticale individuandone la frequenza specifica.

:

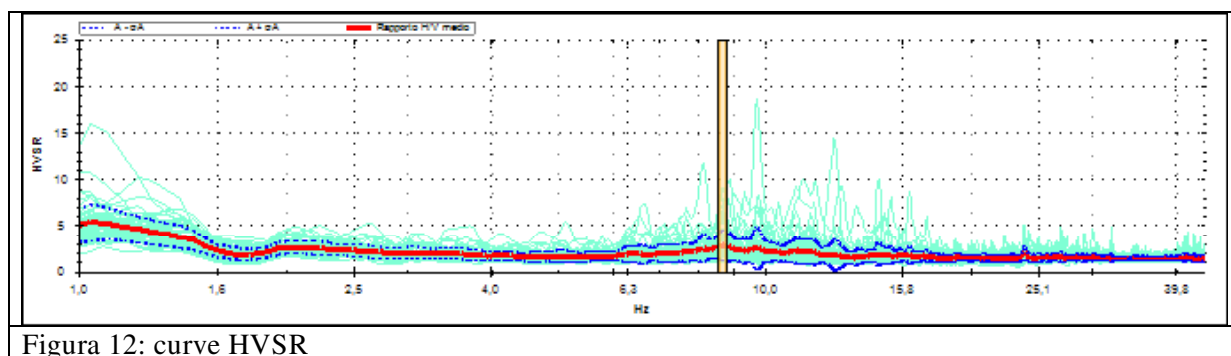


Figura 12: curve HVSR

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

frequenza di picco (fo):		8,67 ± 1,40 Hz
classificazione picco		massimo
dettagli affidabilità		
1)	fo > 10/Lw:	SI (8,67 > 1,00)
2)	nc(fo) > 200	SI (6154 > 200)
3)	per fo/2 < f < 2fo, σA(f) < 2	NO (max σA(f) = 2,4)
dettagli evidenza		
1)	A(f-) < Ao/2	NO (f- = 0,00 Hz)
2)	A(f+) < Ao/2:	SI (f+ = 17,82 Hz)
3)	Ao > 2	SI (Ao = 2,8)
4)	fpeak[A(f) ± σA(f)] = fo ± 5%	NO (Df = 0,98)
5)	σf < ε(fo)	NO (σf = 1,40; ε(fo) = 0,43)
6)	σA(fo) < θ (fo)	NO (σA(fo) = 1,69; θ(fo) = 1,58)

La misura del rapporto HVSR ha individuato una frequenza di risonanza di **8,67 ± 1,40 Hz** con un picco classificato massimo.

2.4 CONCLUSIONI

Le indagini svolte hanno permesso di acquisire una conoscenza sul comportamento fisico-meccanico dei materiali presenti nel sottosuolo.

- L'indagine MASW ha permesso di definire la presenza di 6 sismostrati a velocità crescente con un progressivo aumento delle qualità geomeccaniche con la profondità. In dettaglio si individua:
 uno strato superficiale attribuibile al suolo vegetale è colluviale, con Vs di 249,50 avente uno spessore di 4m un secondo con Vs di 691,75 m/s di 4m attribuibile al primo strato di alterazione della maiolica, seguito da due sismo strati di spessore relativamente 5, 6 e 7m con Vs di (770 e 785 e 926 m/s) attribuibile al miglioramento delle qualità della formazione rocciosa seguito in profondità da un sismo strato con velocità- nettamente superiore 1358 m/s.
 La Vs 30 calcolata considerando un piano di posa delle fondazioni a-2 m dal p.c. è di 750 m/s il suolo rientra in categoria "B" se però si considera un piano di fondazione a 3m o superiore si rileva un suolo di tipo "A" con velocità di Vs30 superiori a 800 m/s.
- L'indagine di sismica a rifrazione conferma la stratigrafia individuata dalla MASW individuando un primo riflettore sismico a circa 4 metri di profondità e dall'andamento irregolare, che separa terreni soffici a 493 m/s di Vp a rocce con Vp di 1278 m/s seguito da un altro riflettore a 10 m con Vp di 2848 m/s.
- Il Test di Nakamura definisce una frequenza di risonanza del sito pari a **8,67 ± 1,40 Hz** con un picco classificato massimo.

Comune di Verona (VR)

Prospezione geofisica con tecnica della MASW, della rifrazione sismica e dell'

Relazione tecnica

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO denominato "Montenigo" Scheda Norma 443

ANALISI GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

TAVOLA:

6.1

ANALISI GEOLOGICA
GEOMORFOLOGICA E
IDROGEOLOGICA

IL GEOLOGO:

I PROPONENTI:

MONTENIGO SRL

SCALA:

DATA:

10.04.2015

REV.:

--.--.----

Sig. GOTTARDI GIANCARLO

FILE:

S:\COMUNI\VERONA\GOTTARDI\
PUA RESIDENZIALE\TAVOLE 2014

Allegato 3:inquadramento geomorfologico

(De Zanche, Sorbini, Spagna - Geologia del territorio del Comune di Verona, 1977)



- | | | | |
|--|--|--|---|
| | ZONE DI DENUDAZIONE IN ROCCE CALCARIE AFFIORANTI O SUBAFFIORANTI (SPESSORE DELLA COPERTURA DETRITICA O DEL SUOLO < 0,50-1,00 M). | | ZONE A COPERTURA DETRITICA SEMPRE DI FORTE SPESSORE FORMANTI LE ALLUVIONI DEI FONDIVALLE TRIBUTARI DIRETTI DEL F. ADIGE E TERRAZZI FLUVIO-GLACIALI. |
| | ZONE A COPERTURA DETRITICA ELUVIALE (TERRENI RESIDUALI O DI ACCUMULO COLLUVIALE IDEPOSITI DI PENDIO); IDELIMITAZIONE A LINEA TRATTEGGIATA PER SPESSORE DELLA COPERTURA FRA 0,50-1,00 M E 3,00-4,00 M; LINEA CONTINUA PER SPESSORI > 3,00-4,00 M. | | ALLUVIONI TERRAZZATE FLUVIO-GLACIALI E FLUVIALI ANTICHE DEL F. ADIGE (h ₁ , h ₂). |
| | ZONE A COPERTURA DI MATERIALI SCIOLTI FORMANTI CONOIDI DI DEIEZIONE, DETRITO DI FALDA E ACCUMULI COLLUVIALI RACCORDATI CON IL FONDIVALLE (SPESSORE > 3,00-4,00 M). | | ALLUVIONI RECENTI E ATTUALI DEL F. ADIGE (h ₃ , h ₄). |

SIMBOLI GEOMORFOLOGICI

- | | | | |
|--|--|--|---|
| | nicchie di erosione | | erosione attiva per ruscellamento concentrato |
| | brusco cambiamento di pendenza dovuto all'erosione | | erosione incisionale |
| | scarpate nette | | doline |
| | affioramento di strato a forte risalto morfologico | | depressione in materiali granulari (pseudo-doline) |
| | bordo dei terrazzi fluviali | | tracce di divergenza fluviale abbandonata |
| | terrazzo recente | | direzioni di deflusso sotterraneo più o meno certe |
| | terrazzo antico | | ai conoidi di deiezione inattivo (o id.) allo sbocco delle valli maggiori |
| | terrazzo per scosciamento in blocco | | forme della sezione valica in "V", arrotondata e a fondo piatto |
| | terrazzo di crollo | | |

SIMBOLI STRUTTURALI

- | | |
|--|---|
| | direzione e intersezione degli strati |
| | piano di strato coincidente con la superficie topografica |
| | fratture e faglie |
| | zone di intensa fratturazione nelle fasce di disturbo tettonico |
| | limite litologico probabile |

SIMBOLI MORFOMETRICI

- | | |
|--|---------------------------------|
| | dislinia concava |
| | dislinia convessa |
| | concavità e convessità in piano |
| | linee di spartiacque |

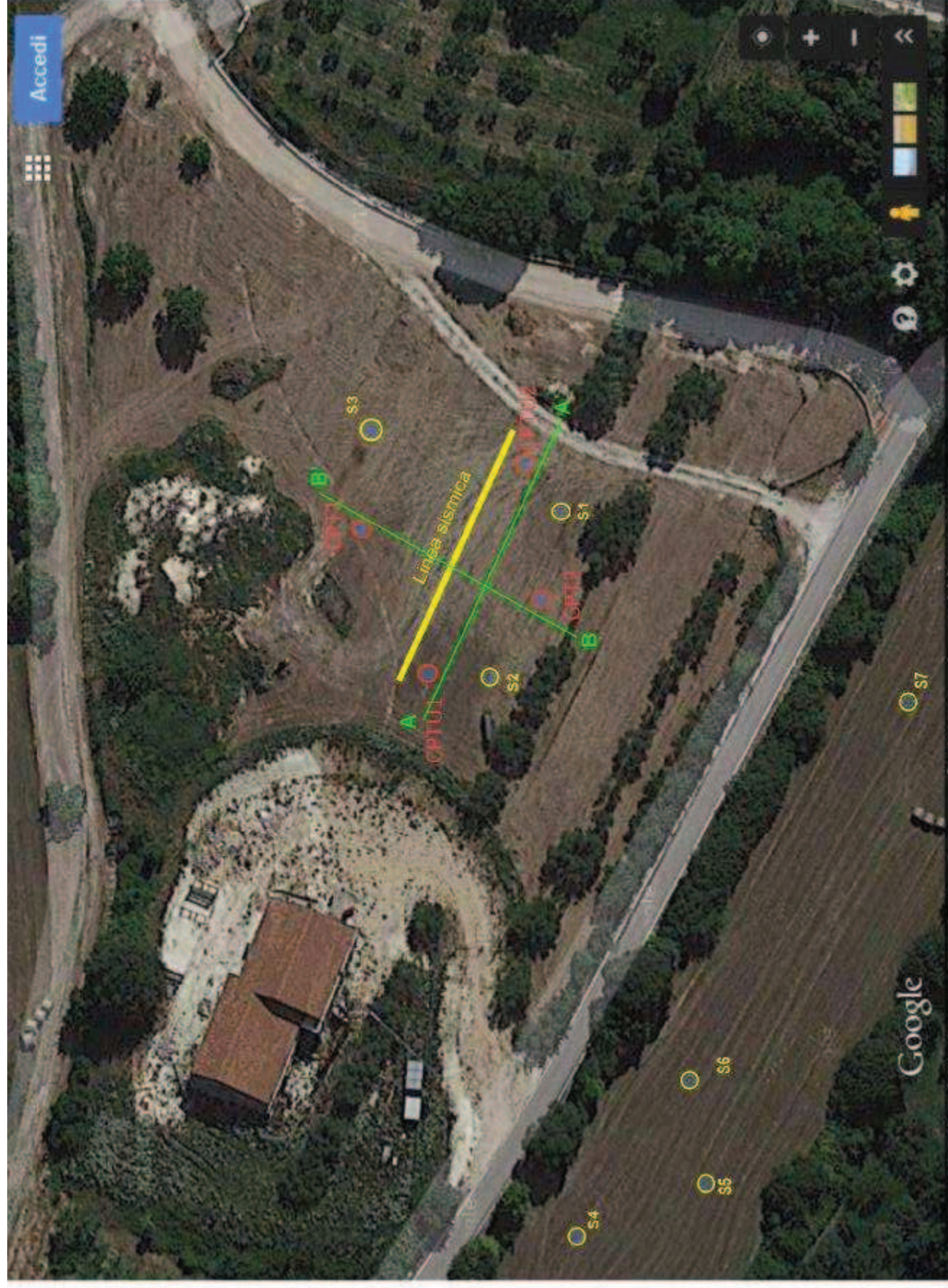
ALLEGATO 4

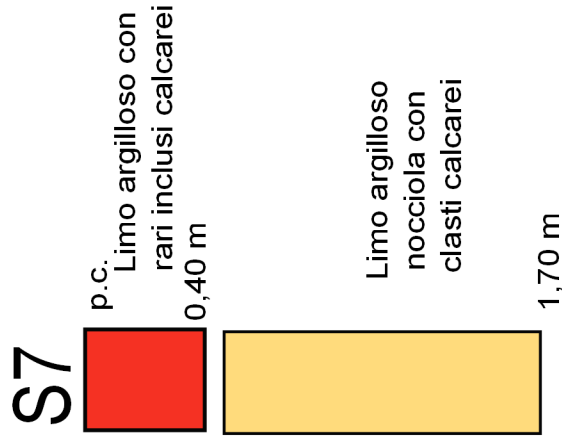
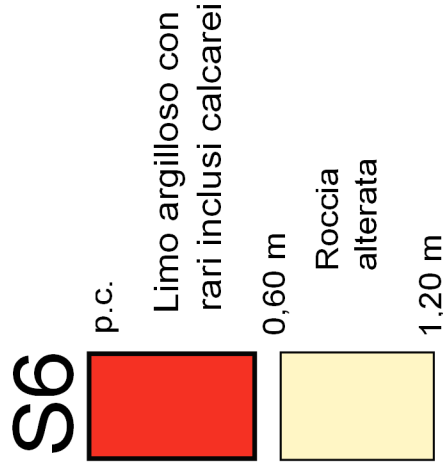
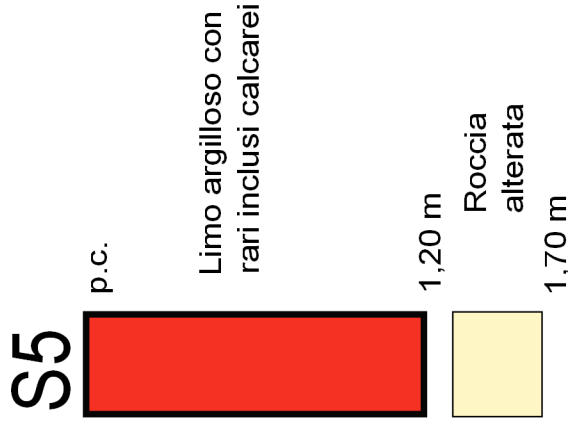
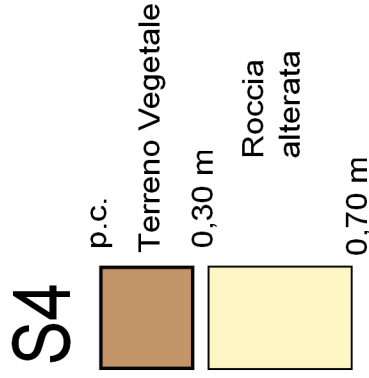
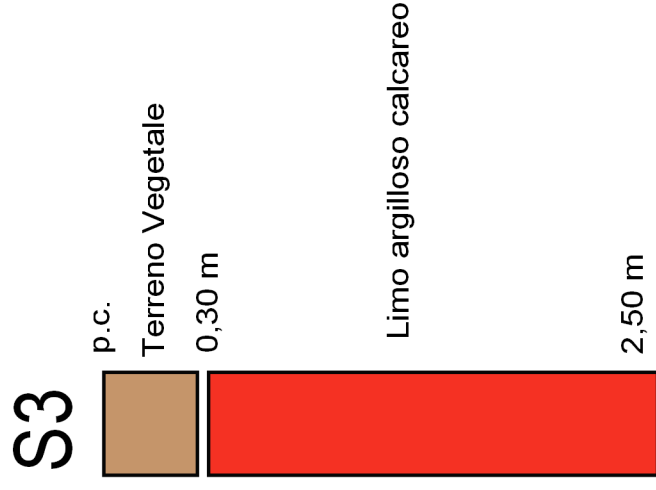
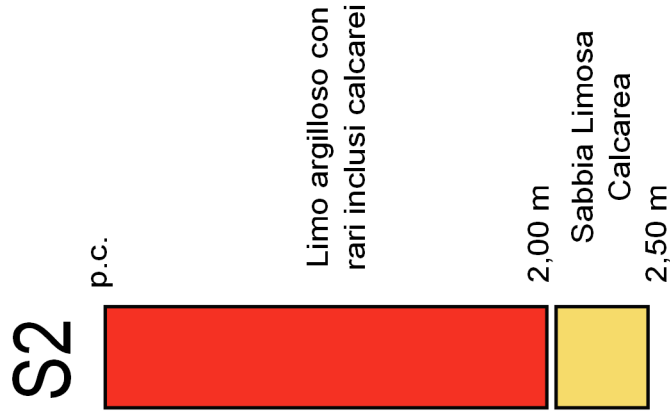
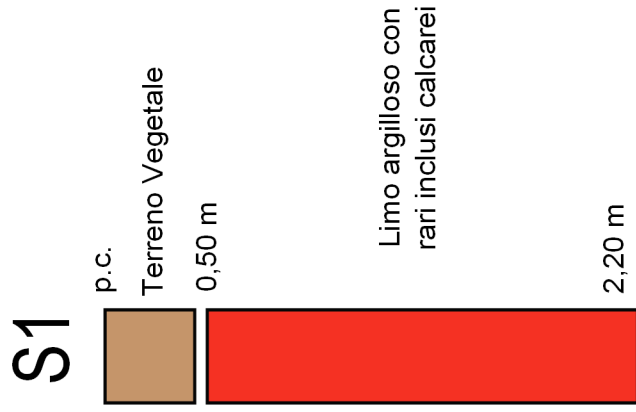
INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE GEOTECNICHE

POSIZIONAMENTO SONDAGGI

COLONNE STRATIGRAFICHE

ELABORAZIONE PROVE GEOTECNICHE



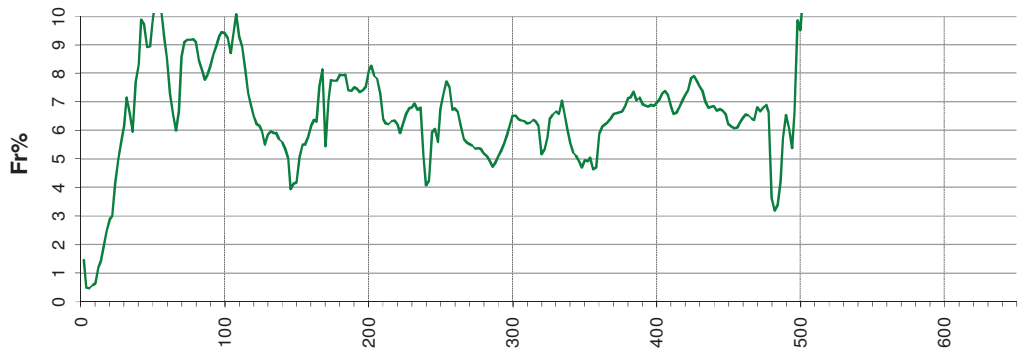
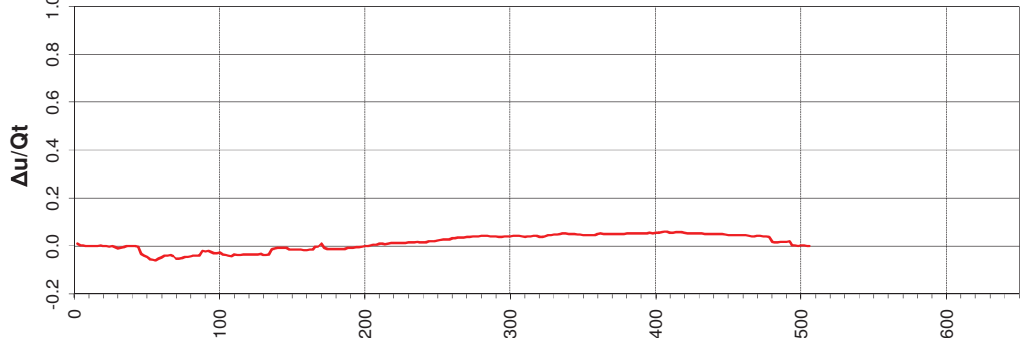
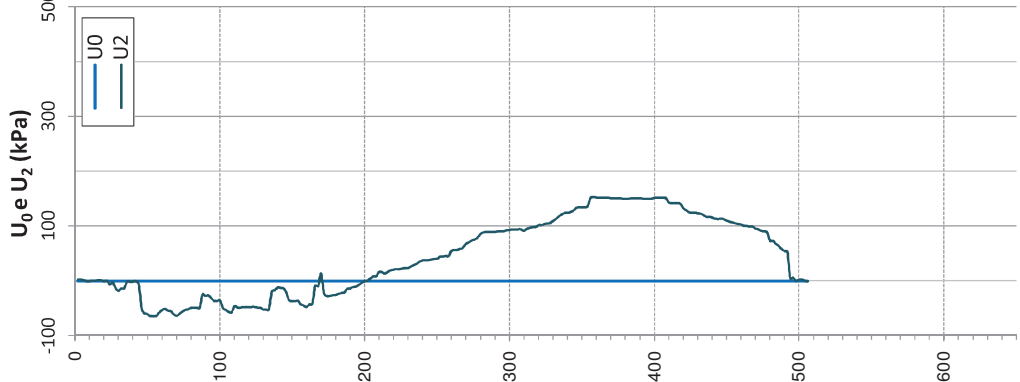
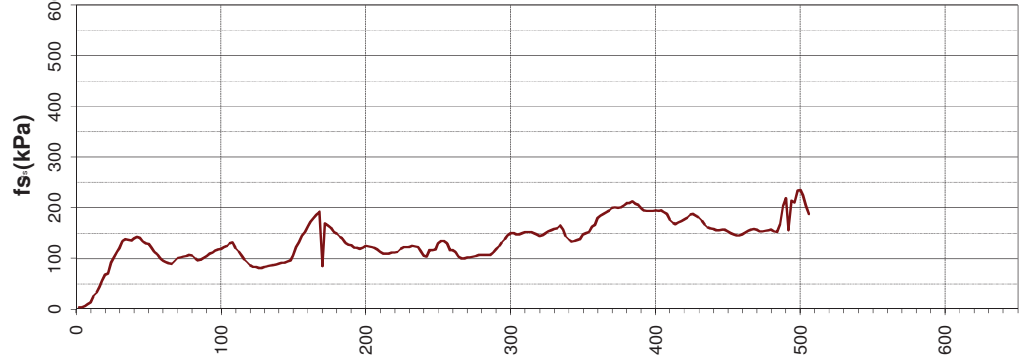
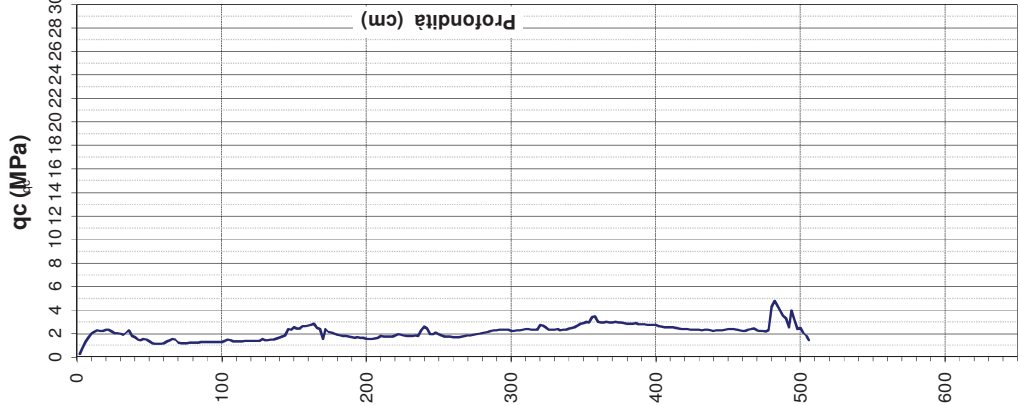


SUCCESSIONE LITOLOGICA E PARAMETRI GEOTECNICI

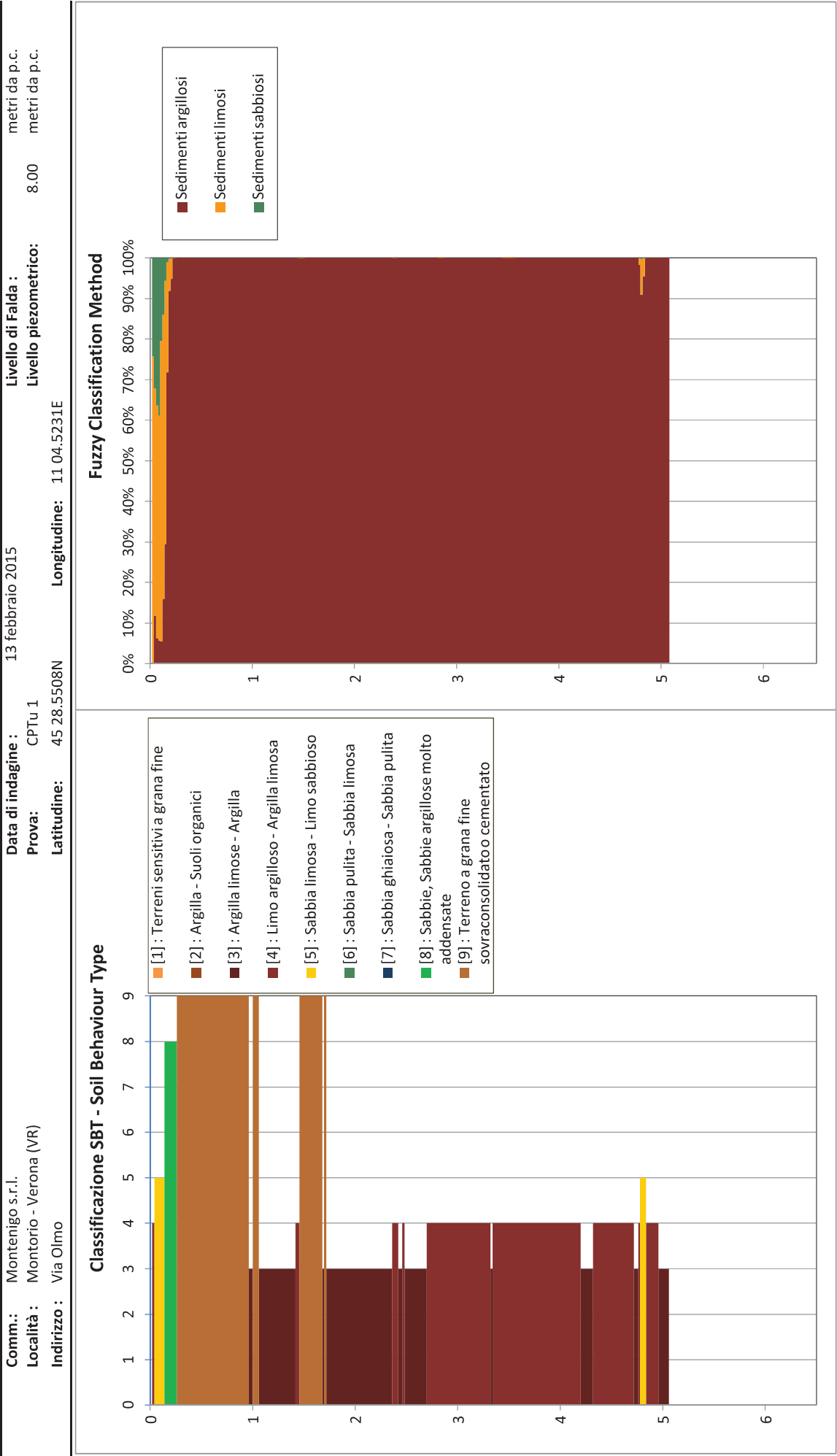
Commissa: Montenigo s.r.l.					Legenda													
Località: Montorio - Verona (VR)					FC				Contenuto di fine in percentuale			OCR		Grado di sovraconsolidazione				
Prova: CPTu 2					yt				Peso dell'unità di volume totale			Mo		Modulo edometrico				
Data di indagine: 13 febbraio 2015					su				Coersione non drenata			Ey		Modulo di Young				
Falda: - m da p.c.					Dr				Densità relativa			c'		Coersione drenata				
Liv. Piezometric					φ'				Resistenza drenata o di attrito			μ		Coefficiente di Poisson				
Latitudine: 45 28.5444N																		
Longitudine: 11 04.5413E																		
Robertson (1990)	Quota base strato da p.c.	Resistenza alla punta	Resistenza di attrito laterale	Yi F. (2010)	Robertson & Cabal (2009)	Terzaghi (1943)	Khulawy & Mayne (1990)	Jamiolkowski et al (2001)	Mayne (2009)	Togliani & Robertson (2012)	Lambe & Withman (1983) - Gmax	c'	μ					
Litologia	Z (cm)	qc (MPa)	fs (kPa)	FC%	yt (kN/m3)	su (kPa)	φ' (°)	Dr (%)	OCR	Mo (MPa)	Ey (MPa)	(kPa)						
Limo argilloso - Argilla limosa	42	1,62	56,82	77	17,5	81	30	-	39,4	26,0	50,2	19	0,49					
Argilla limosa	80	1,70	134,77	92	18,8	84	28	-	22,6	23,8	96,9	36	0,47					
Limo argilloso - Argilla limosa	220	2,75	154,81	75	19,2	141	29	-	7,6	39,8	129,9	29	0,49					
Sabbia limosa	234	7,17	202,01	44	19,8	-	36	58	6,0	28,9	199,3	5	0,45					
Argilla limosa	248	2,78	238,06	85	19,7	138	28	-	8,1	39,2	192,1	55	0,47					
Limo argilloso - Argilla limosa	288	3,83	205,99	70	19,6	128	30	-	4,2	41,4	178,0	26	0,46					
Limo sabbioso	316	6,22	262,24	56	20,1	-	33	49	4,7	44,4	214,9	21	0,46					
Sabbia limosa	430	12,09	246,75	29	20,1	-	36	62	4,2	55,5	273,4	6	0,45					
Limo argilloso - Argilla limosa	476	3,86	162,09	64	19,3	118	29	-	2,4	39,8	213,8	24	0,42					
Sabbia limosa	502	7,61	295,85	48	20,2	-	35	49	2,7	31,5	275,4	5	0,38					
Limo argilloso - Argilla limosa	536	4,78	338,96	70	20,3	220	29	-	2,8	64,5	258,6	40	0,48					
Limo sabbioso	570	5,65	291,41	59	20,2	-	33	40	2,2	33,5	281,6	12	0,35					
Sabbia limosa	584	12,21	297,10	31	20,5	-	36	59	2,9	53,7	350,3	7	0,45					
Limo argilloso - Argilla limosa	606	5,31	318,38	65	20,2	-	31	-	2,1	42,8	282,2	22	0,39					
Sabbia limosa	616	14,28	267,64	25	20,4	-	36	61	2,6	68,1	367,8	6	0,45					

DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.:	Montenigo s.r.l.	Data di indagine :	13 febbraio 2015	Livello di Falda :	metri da p.c.
Località :	Montorio - Verona (VR)	Prova:	CPTu 1	Livello piezometrico:	8.00 metri da p.c.
Indirizzo :	Via Olmo	Latitudine:	45 28.5508N	Longitudine:	11 04.5231E

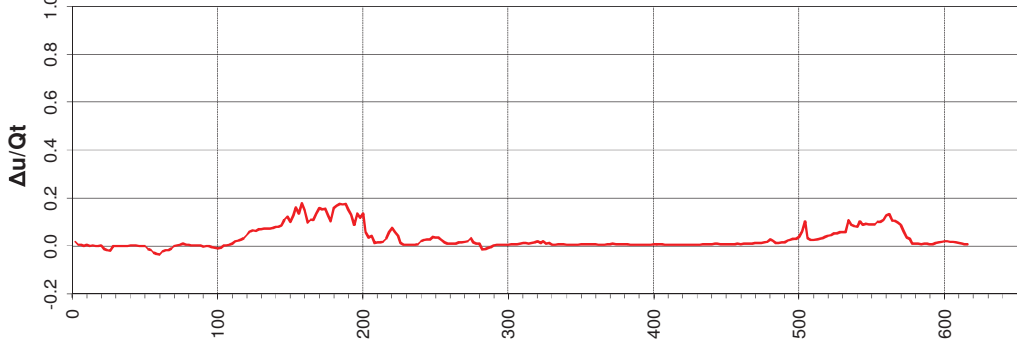
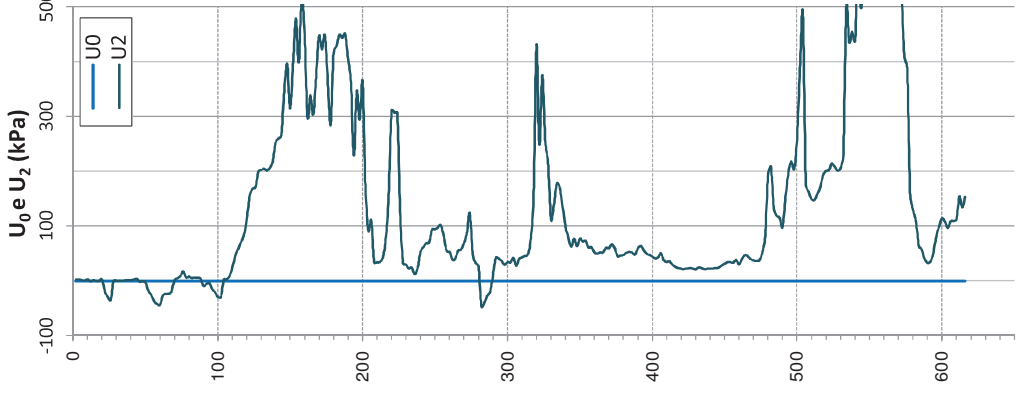
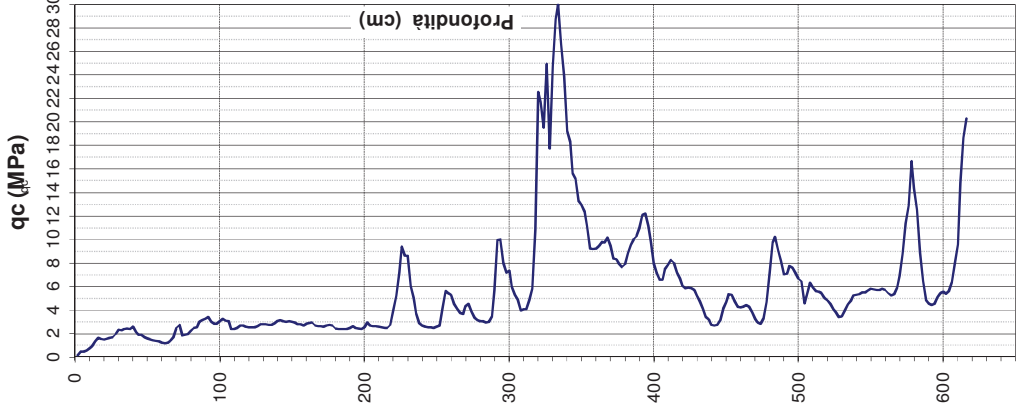


DIAGRAMMI DI CLASSIFICAZIONE LITOLOGICA

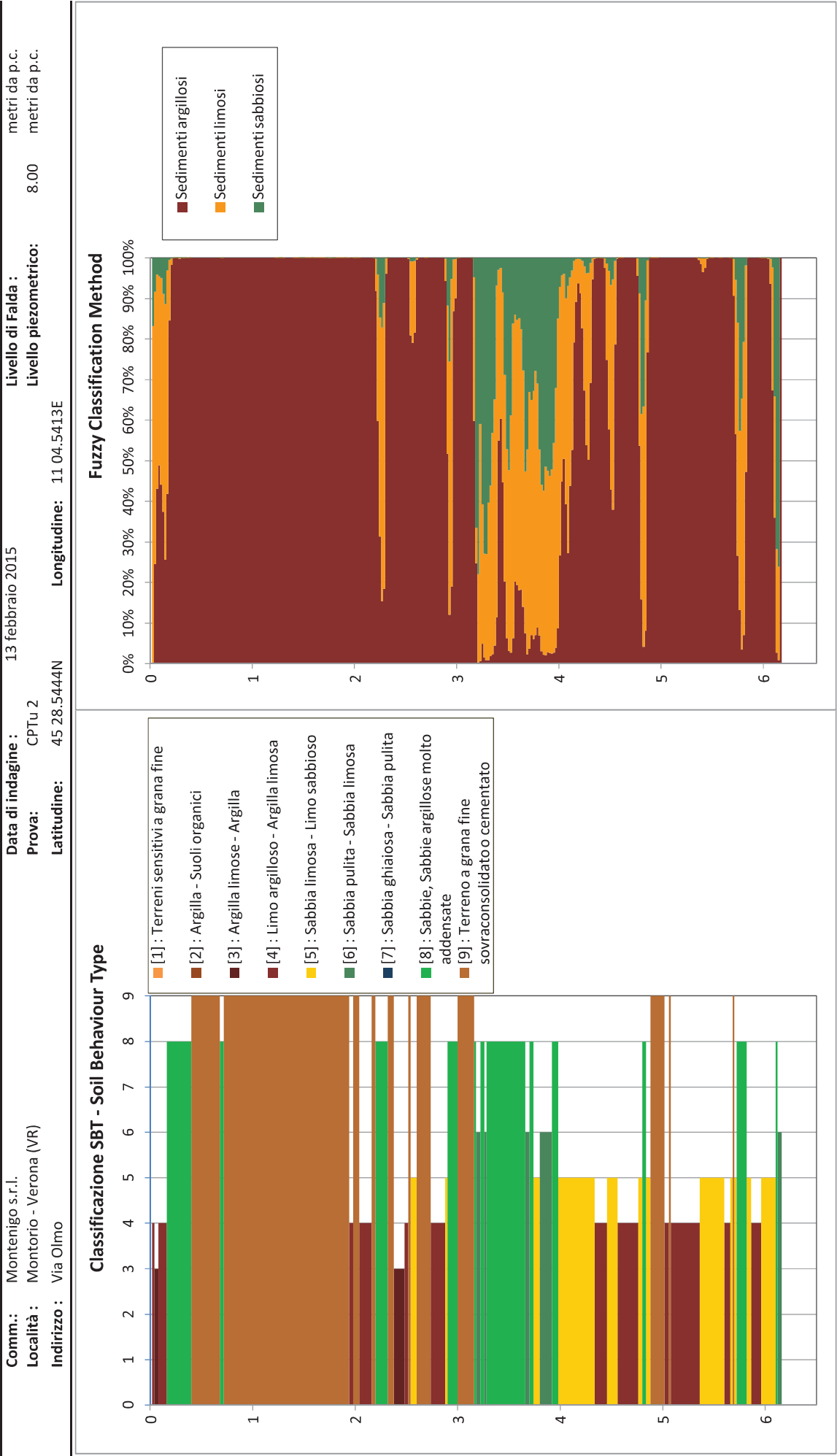


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.:	Montenigo s.r.l.	Data di indagine :	13 febbraio 2015	Livello di Falda :	metri da p.c.
Località :	Montorio - Verona (VR)	Prova:	CPTu 2	Livello piezometrico:	8.00 metri da p.c.
Indirizzo :	Via Olmo	Latitudine:	45 28.5444N	Longitudine:	11 04.5413E



DIAGRAMMI DI CLASSIFICAZIONE LITOLOGICA



SUCCESSIONE LITOLOGICA E PARAMETRI GEOTECNICI

Commissa: Montenigo s.r.l.					Legenda									
Località: Montorio - Verona (VR)					FC		Contenuto di fine in percentuale			OCR		Grado di sovraconsolidazione		
Prova: CPTu 2					yt		Peso dell'unità di volume totale			Mo		Modulo edometrico		
Data di indagine: 13 febbraio 2015					su		Coersione non drenata			Ey		Modulo di Young		
Falda: - m da p.c.					Dr		Densità relativa			c'		Coersione drenata		
Liv. Piezometric: - m da p.c.					φ'		Resistenza drenata o di attrito			μ		Coefficiente di Poisson		
Latitudine: 45 28.5444N														
Longitudine: 11 04.5413E														
Robertson (1990)	Quota base strato da p.c.	Resistenza alla punta	Resistenza di attrito laterale	Yi F. (2010)	Robertson & Cabal (2009)	Terzaghi (1943)	Khulawy & Mayne (1990)	Jamiolkowski et al (2001)	Mayne (2009)	Togliani & Robertson (2012)	Lambe & Withman (1983) - Gmax	c'	μ	
Litologia	Z (cm)	qc (MPa)	fs (kPa)	FC%	yt (kN/m3)	su (kPa)	φ' (°)	Dr (%)	OCR	Mo (MPa)	Ey (MPa)	(kPa)		
Limo argilloso - Argilla limosa	42	1,62	56,82	77	17,5	81	30	-	39,4	26,0	50,2	19	0,49	
Argilla limosa	80	1,70	134,77	92	18,8	84	28	-	22,6	23,8	96,9	36	0,47	
Limo argilloso - Argilla limosa	220	2,75	154,81	75	19,2	141	29	-	7,6	39,8	129,9	29	0,49	
Sabbia limosa	234	7,17	202,01	44	19,8	-	36	58	6,0	28,9	199,3	5	0,45	
Argilla limosa	248	2,78	238,06	85	19,7	138	28	-	8,1	39,2	192,1	55	0,47	
Limo argilloso - Argilla limosa	288	3,83	205,99	70	19,6	128	30	-	4,2	41,4	178,0	26	0,46	
Limo sabbioso	316	6,22	262,24	56	20,1	-	33	49	4,7	44,4	214,9	21	0,46	
Sabbia limosa	430	12,09	246,75	29	20,1	-	36	62	4,2	55,5	273,4	6	0,45	
Limo argilloso - Argilla limosa	476	3,86	162,09	64	19,3	118	29	-	2,4	39,8	213,8	24	0,42	
Sabbia limosa	502	7,61	295,85	48	20,2	-	35	49	2,7	31,5	275,4	5	0,38	
Limo argilloso - Argilla limosa	536	4,78	338,96	70	20,3	220	29	-	2,8	64,5	258,6	40	0,48	
Limo sabbioso	570	5,65	291,41	59	20,2	-	33	40	2,2	33,5	281,6	12	0,35	
Sabbia limosa	584	12,21	297,10	31	20,5	-	36	59	2,9	53,7	350,3	7	0,45	
Limo argilloso - Argilla limosa	606	5,31	318,38	65	20,2	-	31	-	2,1	42,8	282,2	22	0,39	
Sabbia limosa	616	14,28	267,64	25	20,4	-	36	61	2,6	68,1	367,8	6	0,45	

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente	Montenigo s.r.l. – Via dei Biancospini n°4 – VERONA, Loc. Montorio
Cantiere	Realizzazione 4 fabbricati
Località	Strada delle Rive, Montenigo - VERONA

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 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

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CONE PENETRATION TEST) **CPT**

PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm / sec} \pm 0,5 \text{ cm / sec}$).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "**Begemann**".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica	$\varnothing$	= 35,7 mm
- area di punta	A_p	= 10 cm ²
- angolo di apertura del cono	α	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	A_m	= 150 cm ²

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

REGISTRAZIONE DATI.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm²) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo “**STATIC PROBING**” della GeoStru. La resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** (Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell’area di base della punta e dell’area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$A_p = \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2$$

$$A_m = \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2$$

$$C_t = \text{costante di trasformazione} = 10$$

Il programma Static Probing permette inoltre l’archiviazione, la gestione e l’elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L’utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %-).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c (RP) = (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2.$$

Resistenza alla punta

$$Q_l (RL) (fs) = [(LT - LP) \times C_t] / 150 \text{ cm}^2.$$

Resistenza laterale

$$Q_c (RP) = \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / \text{Superficie Punta } A_p$$

$$Q_l (RL) (fs) = \text{Lettura laterale } LT - \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$$

N.B.

$$- A_p = 10 \text{ cm}^2 \quad \text{e} \quad A_m = 150 \text{ cm}^2$$

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

VALUTAZIONI STATISTICHE

Permette l’elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Medio	Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Media minima	Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Massimo	Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Minimo	Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Media + s	Media + scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.
Media - s	Media - scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 (consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 (consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 (consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 (consigliato per CPT)

Suddivisione delle metodologie di indagine con i Penetrometri statici

CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTE (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere $U1 - U2 - U3$ cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cmq) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi :

Area punta del cono (area esterna punta)

Area interna punta del cono (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto). Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

Il Passo del penetrometro (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale f_s con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del I_c (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Q_c media, la f_s media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

TERRENI INCOERENTI

Angolo di Attrito

Angolo di Attrito (Durgunoglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementate quarzose

Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

Densità relativa (%)

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Densità Relativa (Schmertmann)

Densità Relativa (Harman 1976)

Densità Relativa (Lancellotta 1983)

Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

Modulo di Young

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978) $E_y(25) - E_y(50)$ - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione

Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983) $E_y(25) - E_y(50)$ - per sabbie NC quarzose

Modulo di Young (ISOPT-1 1988) $E_y(50)$ - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

Modulo Edometrico

Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann

Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC

Modulo Edometrico (Kulhawy-Mayne 1990)

Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie

Modulo Edometrico (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose

Peso di Volume Gamma

Peso di Volume Gamma (Meyerhof) -

Peso di Volume Gamma saturo (Meyerhof) -

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per **sabbie** e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Potenziale di Liquefazione

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per $F_s \geq 1,25$, possibile per $F_s=1,0-1,25$ e molto probabile per $F_s < 1$

Fattori di compressibilità

Ramo di carico C (autori vari)

Ramo di carico medio C_{rm} (autori vari)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (Ladd e Foot - Ladd ed altri 1977)

MODULO DI REAZIONE K_o (Kulhawy Maine, 1990).

CORRELAZIONE NSPT

Meardi – Meigh 1972

Meyerhof

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

Coesione non drenata (Lunne & Eide)

Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari

Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di N_k (generalmente variabile da 11 a 25)

Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)

Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)

Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)

Coesione non drenata (Kjekstad. 1978)

Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)

Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)

Coesione non drenata (Begemann)

Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

Indice Di Compressione C

Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann)

Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann 1978)

Fattore di compressibilità ramo di carico C (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Fattore di compressibilità medio ramo di carico C_{rm} (Piacentini-Righi Inacos 1978).

Modulo Edometrico-Confinato

Mitchell - Gardnerr (1975) M_o (Eed) (Kg/cmq) per limi e argille.

Metodo generale del modulo edometrico.

Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici ($W = 90-130$)

Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille compatte

Valore medio degli autori su suoli coesivi

Modulo di deformazione non drenato

Modulo di deformazione non drenato E_u (Cancelli ed altri 1980)

Modulo di deformazione non drenato E_u (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore $n = 30 < n < 1500$ sulla base di esperienze acquisite e del tipo litologico)

Peso di Volume Gamma

Peso di Volume terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982)

OCR

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto

Grado di Sovraconsolidazione Schmertmannn 1978

Coefficiente Di Consolidazione Verticale

Coefficiente di Consolidazione C_v (Piacentini-Righi, 1988)

PROVA CPT1

Committente: Montenigo s.r.l.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 13/02/2015

Profondità prova: 5,20 mt

Località: Strada delle Rive - Montorio

Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	14,00	14,0	14,014	0,733	19,11869	5,2
0,40	13,00	24,0	13,014	1,0	13,014	7,7
0,60	8,00	23,0	8,014	0,867	9,24337	10,8
0,80	9,00	22,0	9,014	1,133	7,95587	12,6
1,00	11,00	28,0	11,014	0,933	11,80493	8,5
1,20	18,00	32,0	18,027	1,267	14,2281	7,0
1,40	16,00	35,0	16,027	1,267	12,64957	7,9
1,60	17,00	36,0	17,027	1,8	9,45944	10,6
1,80	19,00	46,0	19,027	1,733	10,97923	9,1
2,00	23,00	49,0	23,027	1,667	13,81344	7,2
2,20	20,00	45,0	20,041	1,733	11,56434	8,6
2,40	20,00	46,0	20,041	1,6	12,52563	8,0
2,60	25,00	49,0	25,041	1,667	15,0216	6,7
2,80	31,00	56,0	31,041	1,933	16,05846	6,2
3,00	29,00	58,0	29,041	1,8	16,13389	6,2
3,20	33,00	60,0	33,054	1,733	19,07328	5,2
3,40	36,00	62,0	36,054	2,0	18,027	5,5
3,60	33,00	63,0	33,054	1,6	20,65875	4,8
3,80	26,00	50,0	26,054	0,267	97,58052	1,0
4,00	82,00	86,0	82,054	-8,533	-9,61608	-10,4
4,20	168,00	40,0	168,068	2,467	68,12647	1,5
4,40	89,00	126,0	89,068	2,2	40,48545	2,5
4,60	104,00	137,0	104,068	0,333	312,51652	0,3
4,80	52,00	57,0	52,068	2,267	22,9678	4,4
5,00	33,00	67,0	33,068	5,6	5,905	16,9
5,20	65,00	149,0	65,081	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Mpa)	fs Media (Mpa)	Gamma Medio (KN/m³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,20	14,014	0,733	22,6	Coesivo	Limo argilloso compatto
0,40	13,014	1,0	22,6	Coesivo	Argilla limosa molto dura
0,60	8,014	0,867	22,6	Coesivo	Argilla dura
0,80	9,014	1,133	22,6	Coesivo	Argilla torbosa molto dura
1,00	11,014	0,933	22,6	Coesivo	Argilla limosa molto dura
1,20	18,027	1,267	22,6	Coesivo	Argilla limosa molto dura
1,40	16,027	1,267	22,6	Coesivo	Argilla limosa molto dura
1,60	17,027	1,8	22,6	Coesivo	Stima non eseguibile
1,80	19,027	1,733	22,6	Coesivo	Stima non eseguibile
2,00	23,027	1,667	22,6	Coesivo	Stima non eseguibile
2,20	20,041	1,733	22,6	Coesivo	Stima non eseguibile
2,40	20,041	1,6	22,6	Coesivo	Argilla limosa molto dura
2,60	25,041	1,667	22,6		Stima non eseguibile
2,80	31,041	1,933	22,6		Stima non eseguibile
3,00	29,041	1,8	22,6		Stima non eseguibile
3,20	33,054	1,733	22,6		Stima non eseguibile
3,40	36,054	2,0	22,6		Stima non eseguibile
3,60	33,054	1,6	22,6	Coesivo	Limo argilloso molto compatto
3,80	26,054	0,267	22,6	Incoerente	Sabbia ghiaiosa addensata
4,00	82,054		22,6		Stima non eseguibile
4,20	168,068	2,467	22,6		Stima non eseguibile
4,40	89,068	2,2	22,6		Stima non eseguibile

4,60	104,068	0,333	22,6	Stima non eseguibile
4,80	52,068	2,267	22,6	Stima non eseguibile
5,00	33,068	5,6	22,6	Stima non eseguibile
5,20	65,081	0,0	22,6	Stima non eseguibile

PROVA CPT2

Committente: Montenigo s.r.l.

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 13/02/2015

Profondità prova: 5,20 mt

Località:

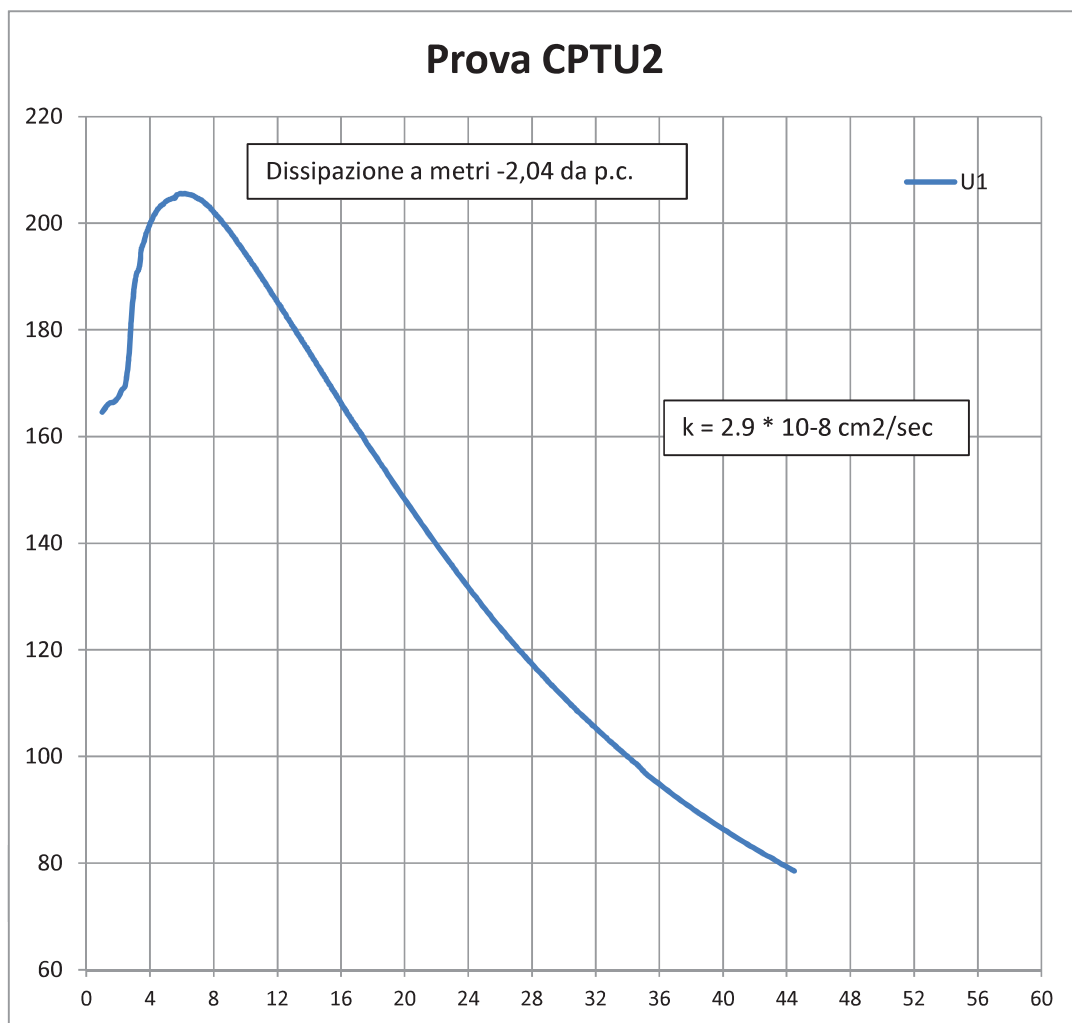
Profondità (m)	Lettura punta (Mpa)	Lettura laterale (Mpa)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	12,00	17,0	12,014	0,933	12,87674	7,8
0,40	18,00	32,0	18,014	1,333	13,51388	7,4
0,60	18,00	38,0	18,014	1,667	10,80624	9,3
0,80	20,00	45,0	20,014	1,867	10,71987	9,3
1,00	26,00	54,0	26,014	1,933	13,45784	7,4
1,20	32,00	61,0	32,027	2,4	13,34458	7,5
1,40	21,00	57,0	21,027	1,267	16,5959	6,0
1,60	44,00	63,0	44,027	3,6	12,22972	8,2
1,80	58,00	112,0	58,027	2,2	26,37591	3,8
2,00	55,00	88,0	55,027	3,533	15,57515	6,4
2,20	29,00	82,0	29,041	2,267	12,81032	7,8
2,40	29,00	63,0	29,041	1,067	27,21743	3,7
2,60	22,00	38,0	22,041	1,133	19,45366	5,1
2,80	27,00	44,0	27,041	1,0	27,041	3,7
3,00	28,00	43,0	28,041	1,267	22,13181	4,5
3,20	21,00	40,0	21,054	0,733	28,72306	3,5
3,40	32,00	43,0	32,054	1,6	20,03375	5,0
3,60	27,00	51,0	27,054	1,067	25,3552	3,9
3,80	21,00	37,0	21,054	1,067	19,73196	5,1
4,00	23,00	39,0	23,054	0,8	28,8175	3,5
4,20	34,00	46,0	34,068	-0,533	-63,91745	-1,6
4,40	103,00	95,0	103,068	2,867	35,94977	2,8
4,60	87,00	130,0	87,068	4,067	21,40841	4,7
4,80	409,00	470,0	409,068	20,733	19,73029	5,1
5,00	162,00	473,0	162,068	1,4	115,76286	0,9
5,20	15,00	36,0	15,081	0,0		0,0

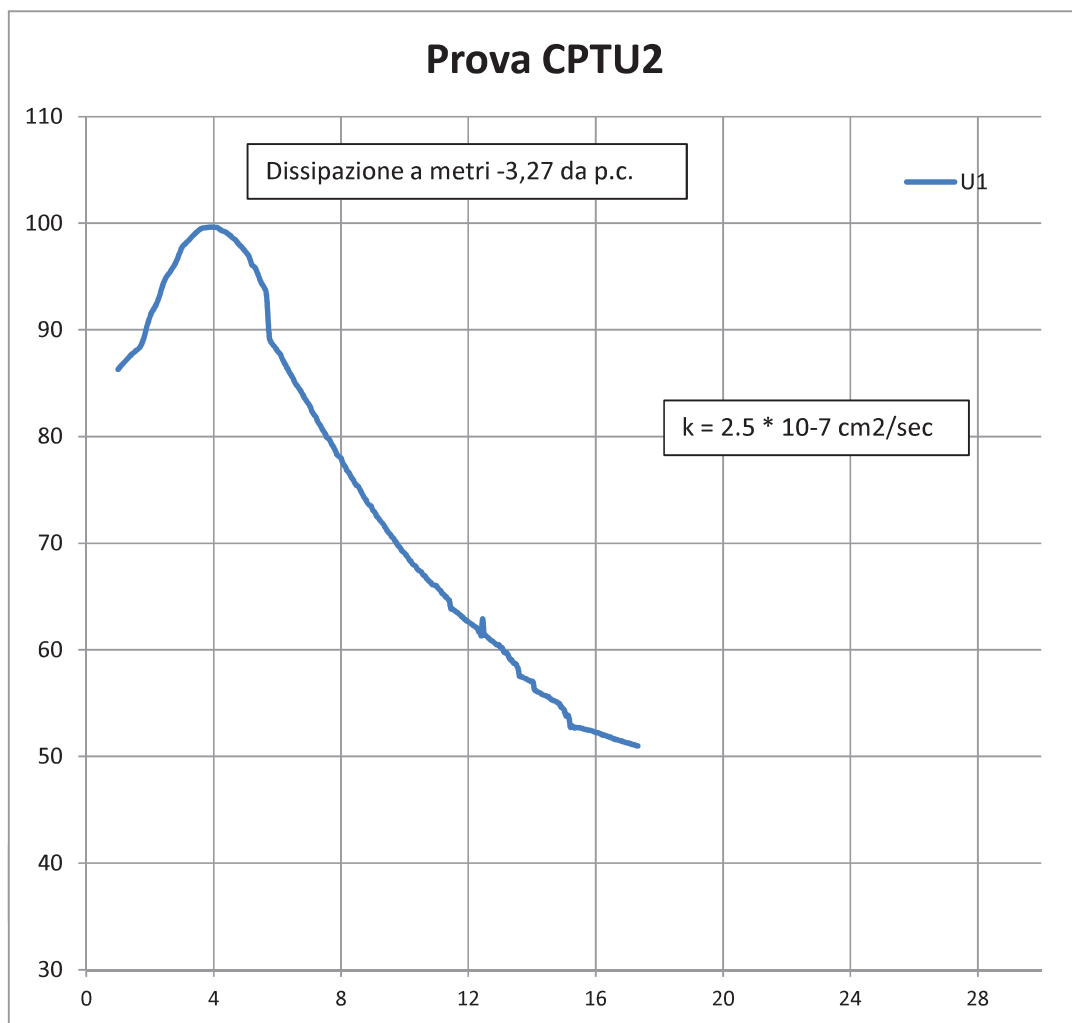
Prof. Strato (m)	qc Media (Mpa)	fs Media (Mpa)	Gamma Medio (KN/m³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	21,018	1,629	23,2	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
2,00	52,36	3,111	24,7	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
3,20	26,043	1,245	23,6	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
3,40	32,054	1,6	23,9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
4,20	26,308	0,6	22,5	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
5,00	190,318	7,267	25,7		Roccia alterata

ALLEGATO 5

PERMEABILITA' DEI TERRENI

**ELABORAZIONE GRAFICA DELLE
PROVE DI DISSIPAZIONE ESEGUITE NEL SONDAGGIO CPTU2**





DISLIVELLO TRA LE ISOIPSE = 2 metri



PROVE DI LABORATORIO

COMMITTENTE: Montenigo s.r.l.
Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio
37100 - VERONA

Descrizione prove:

Su richiesta del Dr. Geol. Alberto Tonini, sono state eseguite una serie di prove di laboratorio su alcuni campioni denominati:

Sondaggio	Prof. (m)	Prove eseguite
S1	-0,50	Granulometria con sedimentazione, Granulo solido.
S1	-1,10	Granulometria con sedimentazione, Granulo solido, Limiti di Atterberg, Taglio diretto.
S2	-1,00	Granulometria con sedimentazione, Granulo solido, Limiti di Atterberg, Taglio diretto.
S2	-2,30	Granulometria con sedimentazione, Granulo solido.
S3	-1,20	Granulometria con sedimentazione, Granulo solido, Limiti di Atterberg, Taglio diretto.

Il cantiere al quale fanno riferimento i campioni è: "Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona".

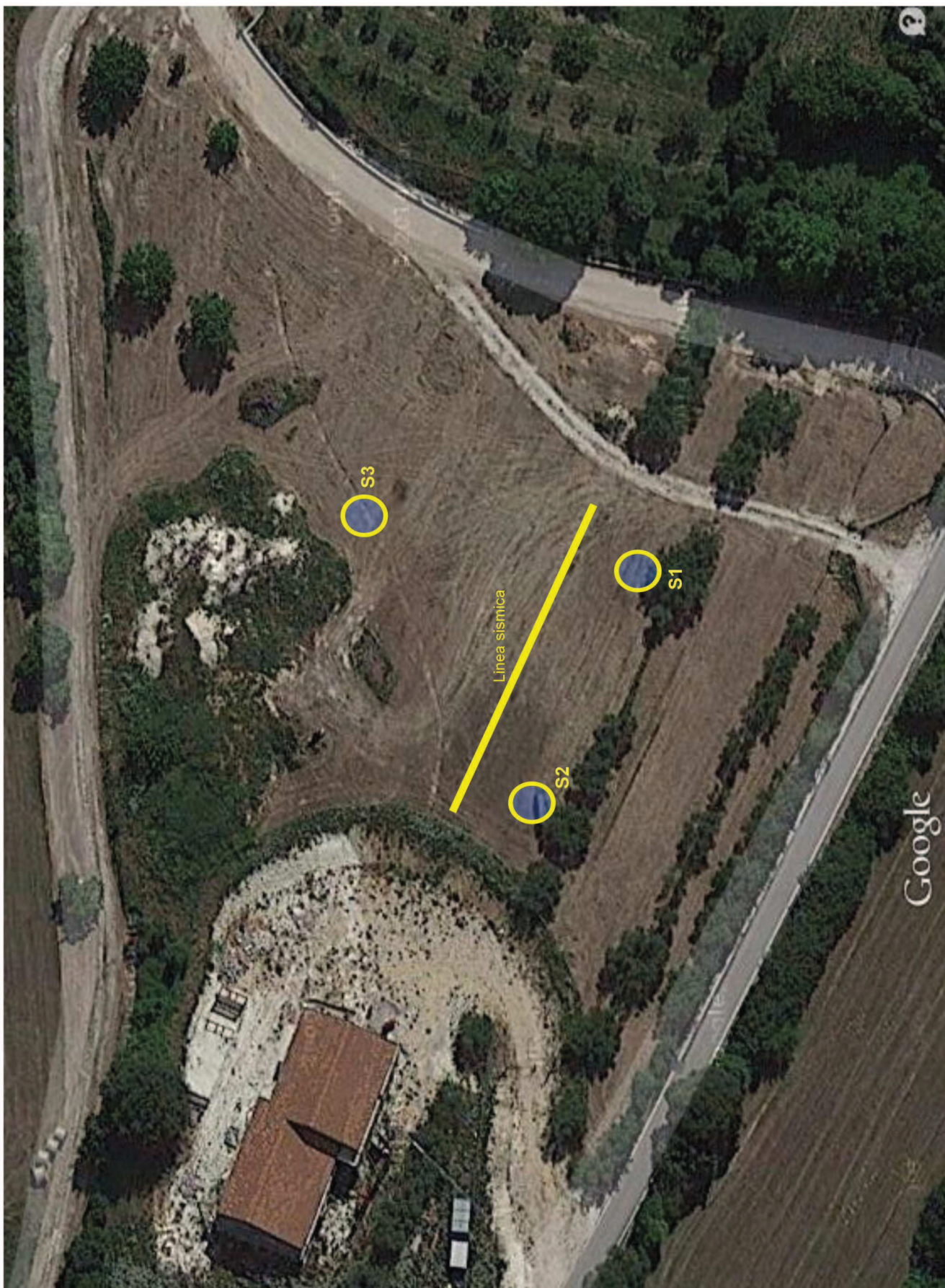
Il certificato al quale si fa riferimento è L-0035.

Allegati alla relazione: 16 rapporti di prova

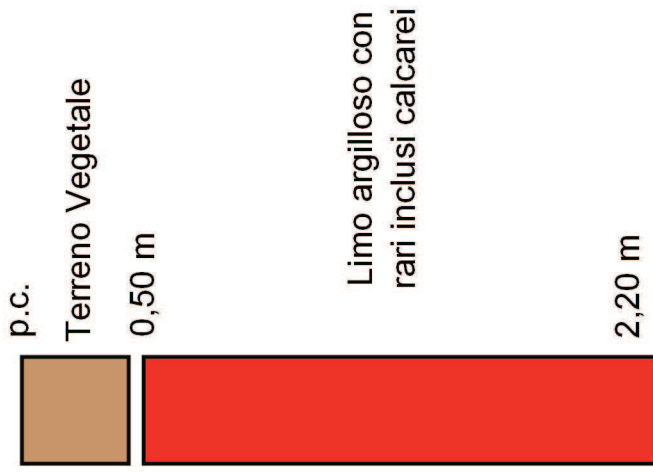
Distinti Saluti

Data: 25/02/2015

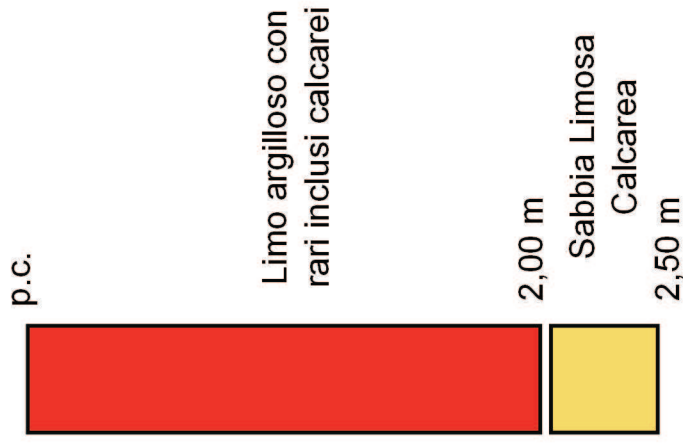
TECNOVERIFICHE S.R.L.
Prove geotecniche e verifiche in sito
Verifiche mezzi di sollevamento
Via Saletti, 15 - 38049 VIGOLO VATTARO (TN)
P. IVA 02115300226
Tel. 0461. 522038 - Fax 0461. 847292



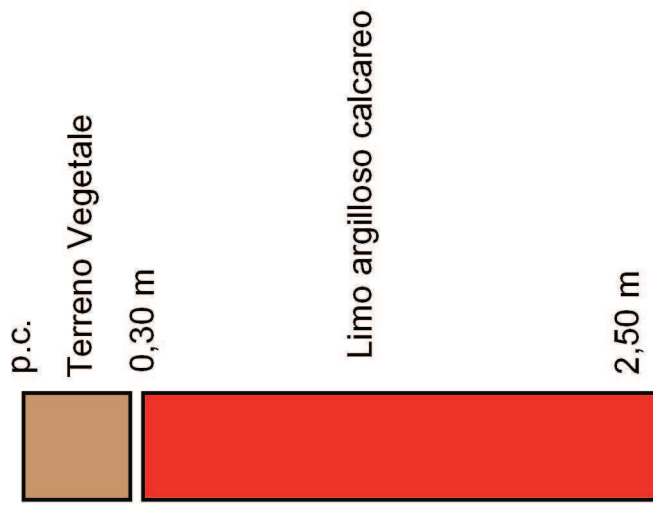
S1



S2



S3





ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-001-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA		DIREZIONE LAVORI		---
UBICAZIONE PRELIEVO		-0,5 m	TIPO DI CAMPIONE		S1
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

Apertura setacci (mm)	Trattenuto parziale (gr)	Passante cumulativo (%)	Trattenuto cumulativo (%)
125,000	0,0	100,0	0,0
100,000	0,0	100,0	0,0
90,000	0,0	100,0	0,0
80,000	0,0	100,0	0,0
63,000	0,0	100,0	0,0
56,000	0,0	100,0	0,0
45,000	0,0	100,0	0,0
40,000	0,0	100,0	0,0
31,500	0,0	100,0	0,0
22,400	0,0	100,0	0,0
20,000	0,0	100,0	0,0
16,000	17,8	96,8	3,2
14,000	10,7	94,9	5,1
12,500	2,6	94,4	5,6
11,200	6,0	93,3	6,7
10,000	6,0	92,2	7,8
8,000	8,4	90,7	9,3
6,300	12,9	88,4	11,6
5,600	7,5	87,07	12,9
4,000	20,7	83,35	16,7
2,000	48,6	74,61	25,4
1,000	33,0	68,67	31,3
0,500	23,9	64,38	35,6
0,250	19,3	60,91	39,1
0,125	16,7	57,90	42,1
0,063	13,8	55,42	44,6
Fondo	0,4	55,35	44,7
Pass. Totale	308,2		
TOTALE	556,1	Passante	55,42%

FASE DI SETACCIATURA

Tipo di analisi	A UMIDO
Peso lordo pre-lavaggio (g)	1.570,9
Peso lordo post-lavaggio (g)	1.263,1
Tara contenitore (g)	1.014,7
Verifica validità: < 1,00%	0,04%

Ciotoli	0,0	%
Ghiaia	25,4	%
Sabbia	19,2	%
Limo	36,5	%
Argilla	19,0	%

Note:

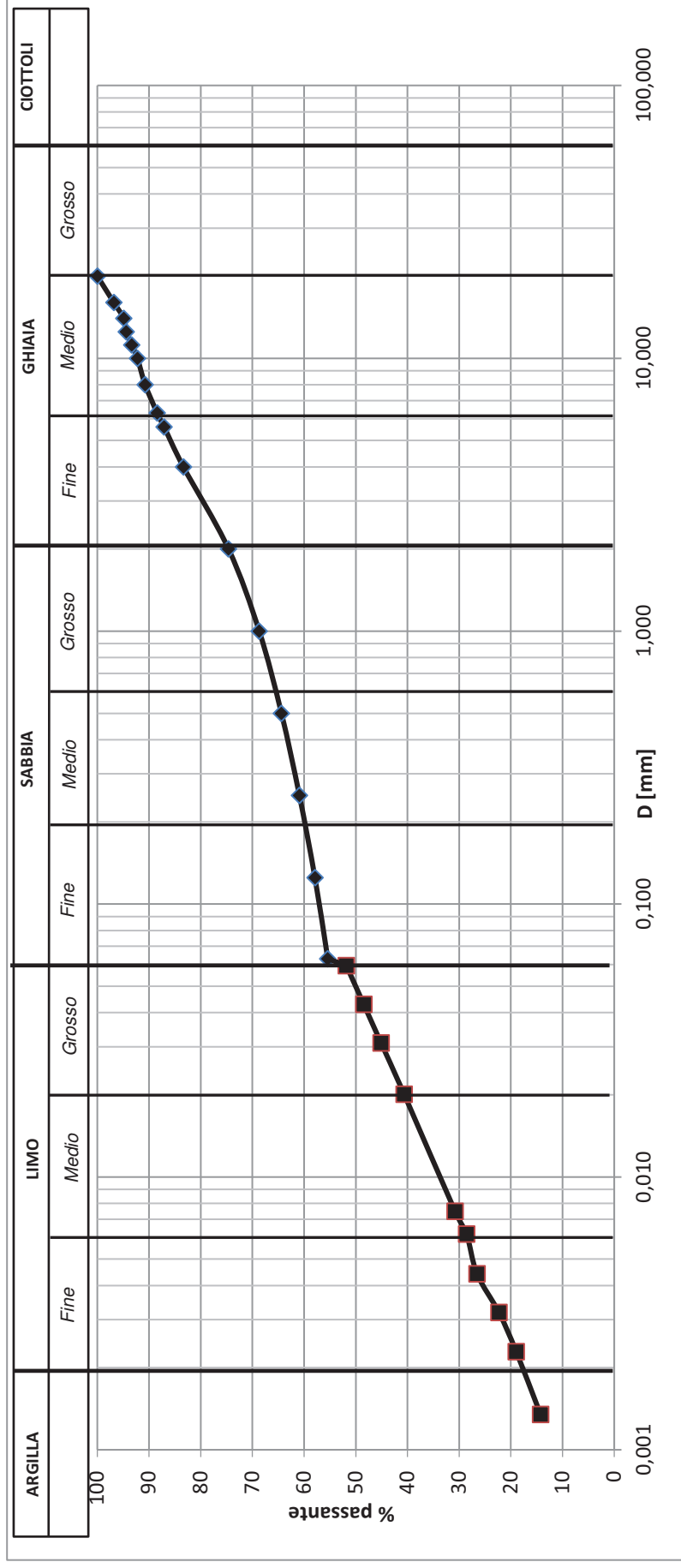


ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-001-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015		---
UBICAZIONE PRELIEVO	-0,5 m		CERTIFICATORE ESTERNO		S1
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-001-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Monitorio - 37100 - VERONA	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015	---
UBICAZIONE PRELIEVO	-0,5 m				S1
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015				09/02/2015

Tempo	Lecture aerometro	Temperatura	Correzione temperatura	Profondità effettiva mm	Lecture	% in sospensione	Diametro grani mm	Percentuale assoluta %
0,30	1,0260	21,2	0,18	94,20	23,178	93,49%	0,0595	51,8159035
1,00	1,0245	21,2	0,18	98,16	21,678	87,44%	0,0429	48,4625515
2,00	1,0230	21,2	0,18	102,13	20,178	81,39%	0,0310	45,1091994
5,00	1,0210	21,2	0,18	107,42	18,178	73,33%	0,0201	40,6380634
40,00	1,0165	21,8	0,28	119,33	13,775	55,57%	0,0075	30,7957163
60,00	1,0155	21,9	0,28	121,97	12,775	51,53%	0,0062	28,5601483
120,00	1,0145	22,3	0,38	124,62	11,876	47,90%	0,0044	26,548853
240,00	1,0125	22,6	0,48	129,91	9,9789	40,25%	0,0032	22,3085532
480,00	1,0110	22,9	0,48	133,88	8,4789	34,20%	0,0023	18,9552012
1440,00	1,0090	22,2	0,38	139,17	6,3757	25,72%	0,0013	14,2532288

FASE DI SEDIMENTAZIONE

Per la fase di sedimentazione è stato usato una soluzione di esametafosfato di sodio in concentrazione 40 g/l

Massa secca iniziale	40,00 g
Massa vol. del grano	2,63

Correzione menisco	0,5
Correzione disperdente	3,5
Passante al setaccio	55,42%

Lo sperimentatore

Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio

Dott. Dario Zulberti

Geologo

Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-002-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA		DIREZIONE LAVORI		---
UBICAZIONE PRELIEVO		-1,1 m	TIPO DI CAMPIONE		S1
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

Apertura setacci (mm)	Trattenuto parziale (gr)	Passante cumulativo (%)	Trattenuto cumulativo (%)
125,000	0,0	100,0	0,0
100,000	0,0	100,0	0,0
90,000	0,0	100,0	0,0
80,000	0,0	100,0	0,0
63,000	0,0	100,0	0,0
56,000	0,0	100,0	0,0
45,000	0,0	100,0	0,0
40,000	0,0	100,0	0,0
31,500	0,0	100,0	0,0
22,400	22,4	96,4	3,6
20,000	0,0	96,4	3,6
16,000	15,7	93,9	6,1
14,000	0,0	93,9	6,1
12,500	0,0	93,9	6,1
11,200	1,5	93,6	6,4
10,000	14,5	91,3	8,7
8,000	18,1	88,4	11,6
6,300	15,8	85,8	14,2
5,600	8,6	84,47	15,5
4,000	26,4	80,22	19,8
2,000	40,6	73,69	26,3
1,000	22,4	70,09	29,9
0,500	14,0	67,84	32,2
0,250	9,3	66,35	33,7
0,125	9,3	64,85	35,2
0,063	10,7	63,13	36,9
Fondo	0,4	63,06	36,9
Pass. Totale	392,6		
TOTALE	621,9	Passante	63,13%

FASE DI SETACCIATURA

Tipo di analisi	A UMIDO
Peso lordo pre-lavaggio (g)	1.640,5
Peso lordo post-lavaggio (g)	1.248,3
Tara contenitore (g)	1.018,4
Verifica validità: < 1,00%	0,09%

Ciotoli	0,0	%
Ghiaia	26,3	%
Sabbia	10,6	%
Limo	36,5	%
Argilla	26,6	%

Note:

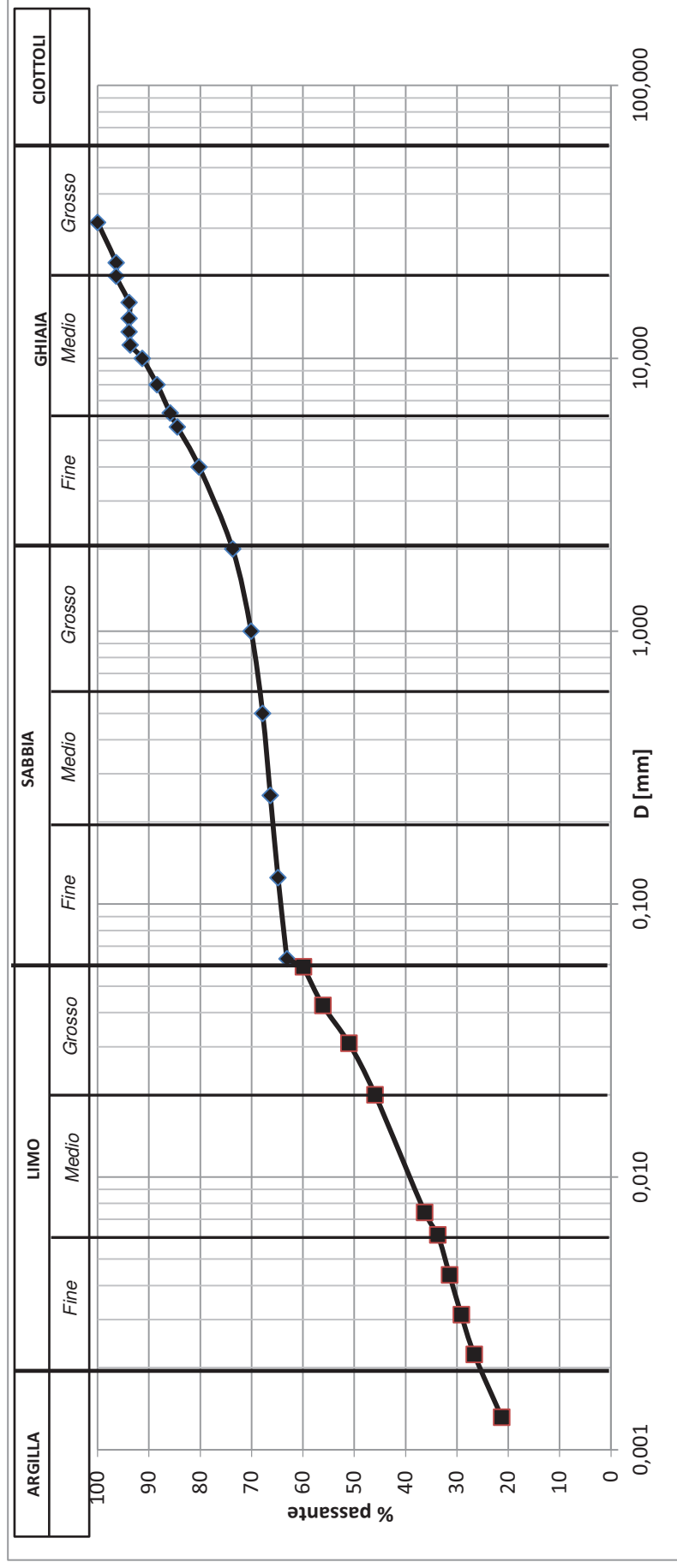


ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-002-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015		---
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,1 m		CERTIFICATORE ESTERNO		S1
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-002-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Monitorio - 37100 - VERONA	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015	---
UBICAZIONE PRELIEVO		-1,1 m	TIPO DI CAMPIONE		S1
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

Tempo	Lecture aerometro	Temperatura	Correzione temperatura	Profondità effettiva mm	Lecture	% in sospensione	Diametro grani mm	Percentuale assoluta %
0,30	1,0265	20,5	0,08	92,87	23,584	94,91%	0,0589	59,9153741
1,00	1,0250	20,5	0,08	96,84	22,084	88,87%	0,0425	56,1045308
2,00	1,0230	20,5	0,08	102,13	20,084	80,82%	0,0309	51,0234065
5,00	1,0210	20,5	0,08	107,42	18,084	72,78%	0,0200	45,9422821
40,00	1,0170	21,8	0,28	118,01	14,275	57,45%	0,0074	36,2673961
60,00	1,0160	21,9	0,28	120,65	13,275	53,43%	0,0061	33,7268339
120,00	1,0150	22,2	0,38	123,30	12,376	49,80%	0,0044	31,4411416
240,00	1,0140	22,5	0,48	125,94	11,479	46,20%	0,0031	29,1629082
480,00	1,0130	22,9	0,48	128,59	10,479	42,17%	0,0022	26,6223461
1440,00	1,0110	22,2	0,38	133,88	8,3757	33,71%	0,0013	21,2788929

FASE DI SEDIMENTAZIONE

Per la fase di sedimentazione è stato usato una soluzione di esametafosfato di sodio in concentrazione 40 g/l

Massa secca iniziale	40,00 g
Massa vol. del grano	2,64

Correzione menisco	0,5
Correzione disperdente	3,5
Passante al setaccio	63,13%

Lo sperimentatore

Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio

Dott. Dario Zulberti

Geologo

Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-003-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA		DIREZIONE LAVORI		---
UBICAZIONE PRELIEVO		-1,0 m	TIPO DI CAMPIONE		S2
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

Apertura setacci (mm)	Trattenuto parziale (gr)	Passante cumulativo (%)	Trattenuto cumulativo (%)
125,000	0,0	100,0	0,0
100,000	0,0	100,0	0,0
90,000	0,0	100,0	0,0
80,000	0,0	100,0	0,0
63,000	0,0	100,0	0,0
56,000	0,0	100,0	0,0
45,000	0,0	100,0	0,0
40,000	0,0	100,0	0,0
31,500	0,0	100,0	0,0
22,400	0,0	100,0	0,0
20,000	0,0	100,0	0,0
16,000	0,0	100,0	0,0
14,000	6,9	98,7	1,3
12,500	3,8	98,0	2,0
11,200	2,1	97,6	2,4
10,000	4,0	96,9	3,1
8,000	7,3	95,6	4,4
6,300	14,8	92,8	7,2
5,600	8,0	91,34	8,7
4,000	13,8	88,79	11,2
2,000	21,3	84,86	15,1
1,000	15,0	82,09	17,9
0,500	8,5	80,52	19,5
0,250	6,8	79,27	20,7
0,125	9,7	77,47	22,5
0,063	11,9	75,28	24,7
Fondo	0,3	75,22	24,8
Pass. Totale	407,7		
TOTALE	541,6	Passante	75,28%

FASE DI SETACCIATURA

Tipo di analisi	A UMIDO
Peso lordo pre-lavaggio (g)	1.556,9
Peso lordo post-lavaggio (g)	1.149,5
Tara contenitore (g)	1.015,2
Verifica validità: < 1,00%	0,07%

Ciotoli	0,0	%
Ghiaia	15,1	%
Sabbia	9,6	%
Limo	44,7	%
Argilla	30,6	%

Note:

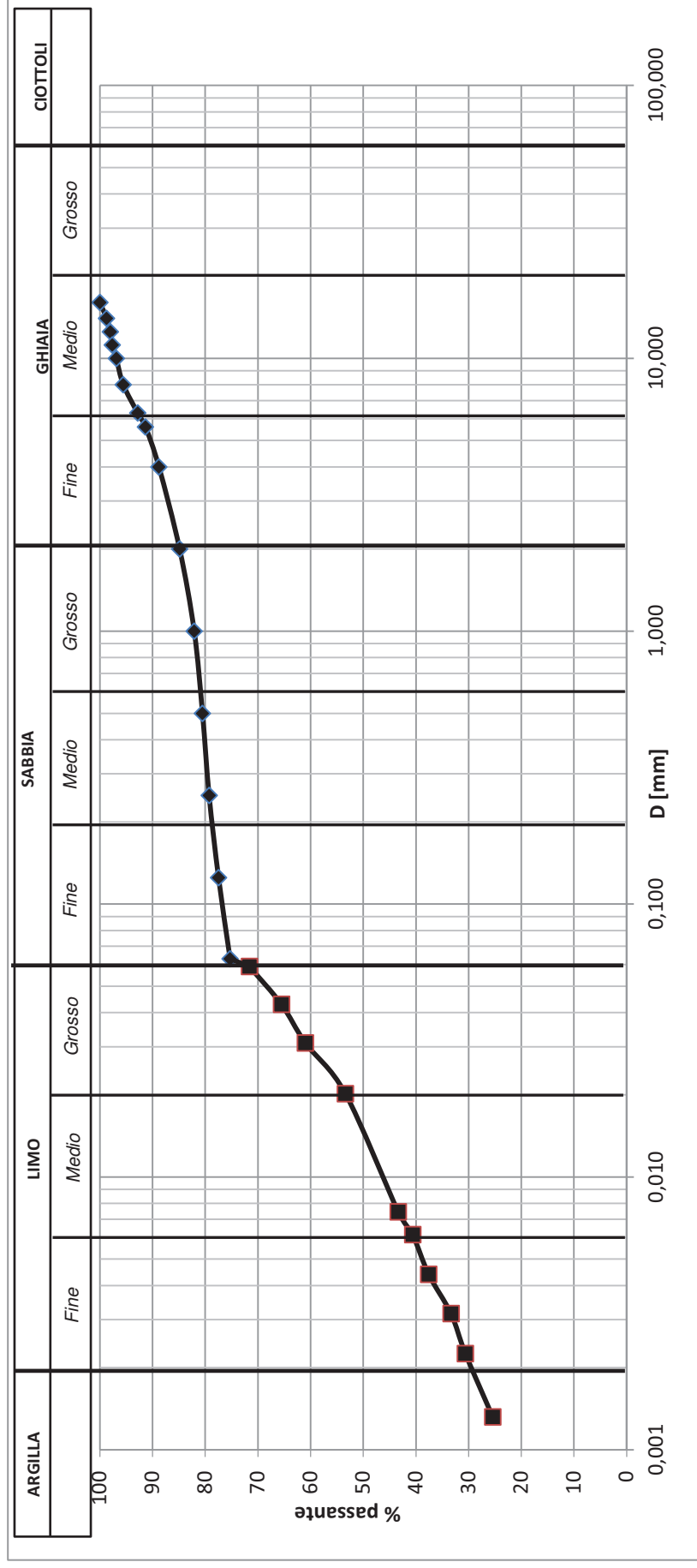


ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-003-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015		---
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,0 m		TIPO DI CAMPIONE		S2
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-003-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015		---
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,0 m		CERTIFICATORE ESTERNO		
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		TIPO DI CAMPIONE		S2
				DATA FINE PROVA	
				09/02/2015	

Tempo	Lecture aerometro	Temperatura	Correzione temperatura	Profondità effettiva mm	Lecture	% in sospensione	Diametro grani mm	Percentuale assoluta %
0,30	1,0265	20,6	0,08	92,87	23,584	95,13%	0,0590	71,6108218
1,00	1,0245	20,6	0,08	98,16	21,584	87,06%	0,0429	65,5378648
2,00	1,0230	20,6	0,08	102,13	20,084	81,01%	0,0310	60,9831471
5,00	1,0205	20,6	0,08	108,75	17,584	70,93%	0,0202	53,3919509
40,00	1,0170	21,9	0,28	118,01	14,275	57,58%	0,0074	43,3467717
60,00	1,0160	22,0	0,38	120,65	13,376	53,95%	0,0061	40,6149134
120,00	1,0150	22,3	0,38	123,30	12,376	49,92%	0,0044	37,5784349
240,00	1,0135	22,6	0,48	127,27	10,979	44,29%	0,0032	33,3372525
480,00	1,0125	23,0	0,59	129,91	10,085	40,68%	0,0023	30,6232243
1440,00	1,0110	22,2	0,38	133,88	8,3757	33,79%	0,0013	25,432521

FASE DI SEDIMENTAZIONE

Per la fase di sedimentazione è stato usato una soluzione di esametafosfato di sodio in concentrazione 40 g/l

Massa secca iniziale	40,00 g
Massa vol. del grano	2,63

Correzione menisco	0,5
Correzione disperdente	3,5
Passante al setaccio	75,28%

Lo sperimentatore

Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio

Dott. Dario Zulberti

Geologo

Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-004-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA		DIREZIONE LAVORI		---
UBICAZIONE PRELIEVO		-2,3 m	TIPO DI CAMPIONE		S2
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

Apertura setacci (mm)	Trattenuto parziale (gr)	Passante cumulativo (%)	Trattenuto cumulativo (%)
125,000	0,0	100,0	0,0
100,000	0,0	100,0	0,0
90,000	0,0	100,0	0,0
80,000	0,0	100,0	0,0
63,000	0,0	100,0	0,0
56,000	0,0	100,0	0,0
45,000	0,0	100,0	0,0
40,000	0,0	100,0	0,0
31,500	0,0	100,0	0,0
22,400	0,0	100,0	0,0
20,000	0,0	100,0	0,0
16,000	7,6	98,5	1,5
14,000	0,0	98,5	1,5
12,500	7,2	97,2	2,8
11,200	0,0	97,2	2,8
10,000	2,3	96,7	3,3
8,000	4,5	95,9	4,1
6,300	8,1	94,3	5,7
5,600	1,6	94,00	6,0
4,000	9,1	92,25	7,7
2,000	15,4	89,30	10,7
1,000	19,4	85,58	14,4
0,500	19,0	81,93	18,1
0,250	16,7	78,73	21,3
0,125	15,2	75,82	24,2
0,063	12,2	73,48	26,5
Fondo	0,1	73,46	26,5
Pass. Totale	383,1		
TOTALE	521,4	Passante	73,48%

FASE DI SETACCIATURA

Tipo di analisi	A UMIDO
Peso lordo pre-lavaggio (g)	1.530,4
Peso lordo post-lavaggio (g)	1.147,4
Tara contenitore (g)	1.008,9
Verifica validità: < 1,00%	0,07%

Ciotoli	0,0	%
Ghiaia	10,7	%
Sabbia	15,8	%
Limo	45,4	%
Argilla	28,0	%

Note:

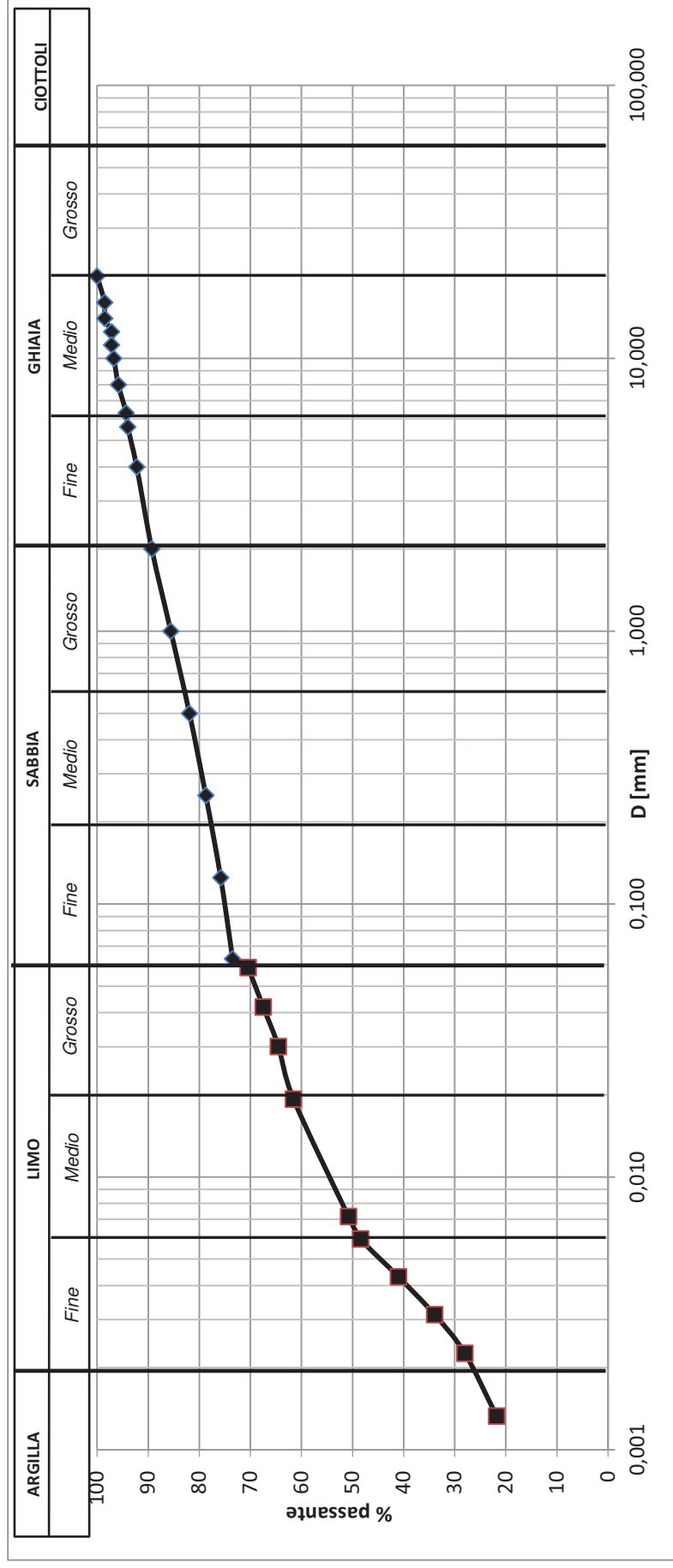


ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-004-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015		---
UBICAZIONE PRELIEVO	-2,3 m		CERTIFICATORE ESTERNO		S2
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-004-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Monitorio - 37100 - VERONA	04/02/2015	CERTIFICATORE ESTERNO		---
UBICAZIONE PRELIEVO	-2,3 m		TIPO DI CAMPIONE		S2
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

Tempo	Lecture aerometro	Temperatura	Correzione temperatura	Profondità effettiva mm	Lecture	% in sospensione	Diametro grani mm	Percentuale assoluta %
0,30	1,0270	19,2	-0,18	91,55	23,818	95,85%	0,0584	70,4275393
1,00	1,0260	19,2	-0,18	94,20	22,818	91,83%	0,0419	67,4706082
2,00	1,0250	19,2	-0,18	96,84	21,818	87,80%	0,0301	64,513677
5,00	1,0240	19,2	-0,18	99,49	20,818	83,78%	0,0193	61,5567459
40,00	1,0200	21,3	0,18	110,07	17,178	69,13%	0,0072	50,794041
60,00	1,0190	22,0	0,38	112,71	16,376	65,90%	0,0059	48,4217085
120,00	1,0165	22,3	0,38	119,33	13,876	55,84%	0,0043	41,0293806
240,00	1,0140	22,6	0,48	125,94	11,479	46,20%	0,0031	33,9423743
480,00	1,0120	22,7	0,48	131,23	9,4789	38,15%	0,0023	28,028512
1440,00	1,0100	22,4	0,38	136,52	7,3757	29,68%	0,0013	21,8093282

FASE DI SEDIMENTAZIONE

Per la fase di sedimentazione è stato usato una soluzione di esametafosfato di sodio in concentrazione 40 g/l

Massa secca iniziale	40,00 g
Massa vol. del grano	2,64

Correzione menisco	0,5
Correzione disperdente	3,5
Passante al setaccio	73,48%

Lo sperimentatore

Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio

Dott. Dario Zulberti

Geologo

Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE
NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-005-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA		DIREZIONE LAVORI		---
UBICAZIONE PRELIEVO		-1,2 m	TIPO DI CAMPIONE		S3
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

Apertura setacci (mm)	Trattenuto parziale (gr)	Passante cumulativo (%)	Trattenuto cumulativo (%)
125,000	0,0	100,0	0,0
100,000	0,0	100,0	0,0
90,000	0,0	100,0	0,0
80,000	0,0	100,0	0,0
63,000	0,0	100,0	0,0
56,000	0,0	100,0	0,0
45,000	0,0	100,0	0,0
40,000	0,0	100,0	0,0
31,500	0,0	100,0	0,0
22,400	0,0	100,0	0,0
20,000	8,9	98,6	1,4
16,000	5,9	97,6	2,4
14,000	3,4	97,1	2,9
12,500	0,0	97,1	2,9
11,200	0,0	97,1	2,9
10,000	0,0	97,1	2,9
8,000	0,0	97,1	2,9
6,300	1,4	96,9	3,1
5,600	0,4	96,80	3,2
4,000	1,8	96,51	3,5
2,000	4,6	95,77	4,2
1,000	4,4	95,07	4,9
0,500	5,1	94,25	5,7
0,250	5,9	93,31	6,7
0,125	19,8	90,14	9,9
0,063	29,4	85,43	14,6
Fondo	0,3	85,38	14,6
Pass. Totale	533,6		
TOTALE	624,6	Passante	85,43%

FASE DI SETACCIATURA

Tipo di analisi	A UMIDO
Peso lordo pre-lavaggio (g)	1.640,4
Peso lordo post-lavaggio (g)	1.107,1
Tara contenitore (g)	1.015,7
Verifica validità: < 1,00%	0,11%

Ciotoli	0,0	%
Ghiaia	4,2	%
Sabbia	10,3	%
Limo	45,8	%
Argilla	39,6	%

Note:

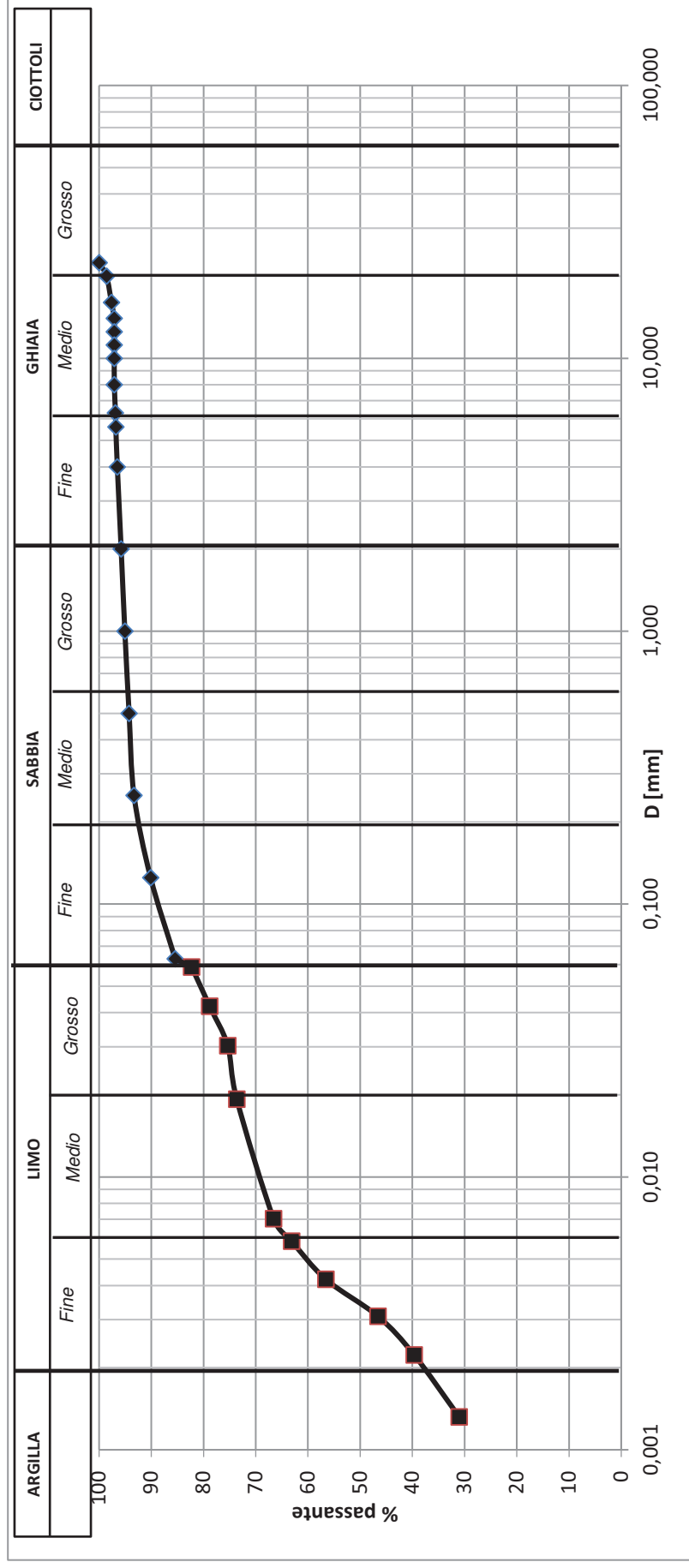


ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-005-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015		---
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,2 m		TIPO DI CAMPIONE		S3
DATA INIZIO PROVA	05/02/2015		DATA FINE PROVA		09/02/2015

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE

NORMA 17892-4 / ASTM D442-02

DATA CERTIFICATO	09/02/2015		NUMERO CERTIFICATO		L-0035-005-111
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l.		OPERA		Strada delle Rive - Loc. Monitorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEV.	Via dei Biancospini n°4 - Loc. Monitorio - 37100 - VERONA	31/01/2015	DATA APERTURA	04/02/2015	---
UBICAZIONE PRELIEVO		-1,2 m			S3
DATA INIZIO PROVA		05/02/2015			09/02/2015

Tempo	Lecture aerometro	Temperatura	Correzione temperatura	Profondità effettiva mm	Lecture	% in sospensione	Diametro grani mm	Percentuale assoluta %
0,30	1,0270	19,0	-0,18	91,55	23,818	96,30%	0,0588	82,269987
1,00	1,0260	19,0	-0,18	94,20	22,818	92,26%	0,0422	78,8158455
2,00	1,0250	19,0	-0,18	96,84	21,818	88,21%	0,0302	75,3617039
5,00	1,0245	19,0	-0,18	98,16	21,318	86,19%	0,0193	73,6346332
40,00	1,0220	21,5	0,28	104,78	19,275	77,93%	0,0070	66,5797622
60,00	1,0210	21,7	0,28	107,42	18,275	73,89%	0,0058	63,1256207
120,00	1,0190	22,4	0,38	112,71	16,376	66,21%	0,0042	56,563858
240,00	1,0160	22,6	0,48	120,65	13,479	54,50%	0,0031	46,558095
480,00	1,0140	22,7	0,48	125,94	11,479	46,41%	0,0022	39,649812
1440,00	1,0115	22,7	0,48	132,56	8,9789	36,30%	0,0013	31,0144582

FASE DI SEDIMENTAZIONE

Per la fase di sedimentazione è stato usato una soluzione di esametafosfato di sodio in concentrazione 40 g/l

Massa secca iniziale	40,00 g
Massa vol. del grano	2,62

Correzione menisco	0,5
Correzione disperdente	3,5
Passante al setaccio	85,43%

Lo sperimentatore

Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio

Dott. Dario Zulberti

Geologo

Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA
DEI GRANULI SOLIDI - METODO DEL PICNOMETRO**
norma UNI EN ISO 17982/3

DATA CERTIFICATO	12/02/2015	NUMERO CERTIFICATO	L0035-001-811
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA	OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIMENTO	31/01/2015	DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA CAMPIONE	04/02/2015		
UBICAZIONE PRELIEVO	-0,5 m	TIPO DI CAMPIONE	S1
DATA INIZIO PROVA	06/02/2015	DATA FINE PROVA	12/02/2015

Espressione e calcoli dei risultati:

$T_{H_2O} = 25^{\circ}C$

Massa del picnometro a secco, in grammi;	m_0	24,58
Massa del picnometro completamente riempito con il liquido di controllo, in grammi;	m_1	74,58
Massa del picnometro a secco con all'interno il campione asciutto, in grammi;	m_2	34,61
Massa del picnometro con campione pieno d'acqua dopo immersione in bagno termostatico, in grammi;	m_3	80,81
Massa secca del campione, in grammi;	m_4	10,03
Densità del liquido di prova, in megagrammi per metro cubo;	r_w	0,99707
Massa volumica delle particelle solide del terreno, in megagrammi per metro cubo;	r_s	2,63

Note:

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo
Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di TecnoVerifiche.



**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA
DEI GRANULI SOLIDI - METODO DEL PICNOMETRO**
norma UNI EN ISO 17982/3

DATA CERTIFICATO	12/02/2015	NUMERO CERTIFICATO	L0035-002-811
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA	OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIMENTO	31/01/2015	DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA CAMPIONE	04/02/2015		
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,1 m	TIPO DI CAMPIONE	S1
DATA INIZIO PROVA	06/02/2015	DATA FINE PROVA	12/02/2015

Espressione e calcoli dei risultati:

$T_{H_2O} = 25^{\circ}C$

Massa del picnometro a secco, in grammi;	m_0	23,25
Massa del picnometro completamente riempito con il liquido di controllo, in grammi;	m_1	73,52
Massa del picnometro a secco con all'interno il campione asciutto, in grammi;	m_2	33,35
Massa del picnometro con campione pieno d'acqua dopo immersione in bagno termostatico, in grammi;	m_3	79,81
Massa secca del campione, in grammi;	m_4	10,10
Densità del liquido di prova, in megagrammi per metro cubo;	r_w	0,99707
Massa volumica delle particelle solide del terreno, in megagrammi per metro cubo;	r_s	2,64

Note:

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo
Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di TecnoVerifiche.



**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA
DEI GRANULI SOLIDI - METODO DEL PICNOMETRO**
norma UNI EN ISO 17982/3

DATA CERTIFICATO	12/02/2015	NUMERO CERTIFICATO	L0035-003-811
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA	OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIMENTO	31/01/2015	DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA CAMPIONE	04/02/2015		
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,0 m	TIPO DI CAMPIONE	S2
DATA INIZIO PROVA	06/02/2015	DATA FINE PROVA	12/02/2015

Espressione e calcoli dei risultati:

$T_{H_2O} = 25^{\circ}C$

Massa del picnometro a secco, in grammi;	m_0	23,37
Massa del picnometro completamente riempito con il liquido di controllo, in grammi;	m_1	73,91
Massa del picnometro a secco con all'interno il campione asciutto, in grammi;	m_2	33,47
Massa del picnometro con campione pieno d'acqua dopo immersione in bagno termostatico, in grammi;	m_3	80,18
Massa secca del campione, in grammi;	m_4	10,10
Densità del liquido di prova, in megagrammi per metro cubo;	r_w	0,99707
Massa volumica delle particelle solide del terreno, in megagrammi per metro cubo;	r_s	2,63

Note:

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo
Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA
DEI GRANULI SOLIDI - METODO DEL PICNOMETRO**
norma UNI EN ISO 17982/3

DATA CERTIFICATO	12/02/2015	NUMERO CERTIFICATO	L0035-004-811
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA	OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIMENTO	31/01/2015	DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA CAMPIONE	04/02/2015		
UBICAZIONE PRELIEVO	-2,3 m	TIPO DI CAMPIONE	S2
DATA INIZIO PROVA	06/02/2015	DATA FINE PROVA	12/02/2015

Espressione e calcoli dei risultati:

$T_{H_2O} = 25^{\circ}C$

Massa del picnometro a secco, in grammi;	m_0	24,16
Massa del picnometro completamente riempito con il liquido di controllo, in grammi;	m_1	75,17
Massa del picnometro a secco con all'interno il campione asciutto, in grammi;	m_2	34,45
Massa del picnometro con campione pieno d'acqua dopo immersione in bagno termostatico, in grammi;	m_3	81,58
Massa secca del campione, in grammi;	m_4	10,29
Densità del liquido di prova, in megagrammi per metro cubo;	r_w	0,99707
Massa volumica delle particelle solide del terreno, in megagrammi per metro cubo;	r_s	2,64

Note:

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo
Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di TecnoVerifiche.



**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA
DEI GRANULI SOLIDI - METODO DEL PICNOMETRO**
norma UNI EN ISO 17982/3

DATA CERTIFICATO	12/02/2015	NUMERO CERTIFICATO	L0035-005-811
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA	OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIMENTO	31/01/2015	DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA CAMPIONE	04/02/2015		
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,2 m	TIPO DI CAMPIONE	S3
DATA INIZIO PROVA	06/02/2015	DATA FINE PROVA	12/02/2015

Espressione e calcoli dei risultati:

$T_{H_2O} = 25^{\circ}C$

Massa del picnometro a secco, in grammi;	m_0	23,24
Massa del picnometro completamente riempito con il liquido di controllo, in grammi;	m_1	74,67
Massa del picnometro a secco con all'interno il campione asciutto, in grammi;	m_2	33,19
Massa del picnometro con campione pieno d'acqua dopo immersione in bagno termostatico, in grammi;	m_3	80,84
Massa secca del campione, in grammi;	m_4	9,95
Densità del liquido di prova, in megagrammi per metro cubo;	r_w	0,99707
Massa volumica delle particelle solide del terreno, in megagrammi per metro cubo;	r_s	2,62

Note:

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo
Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di TecnoVerifiche.

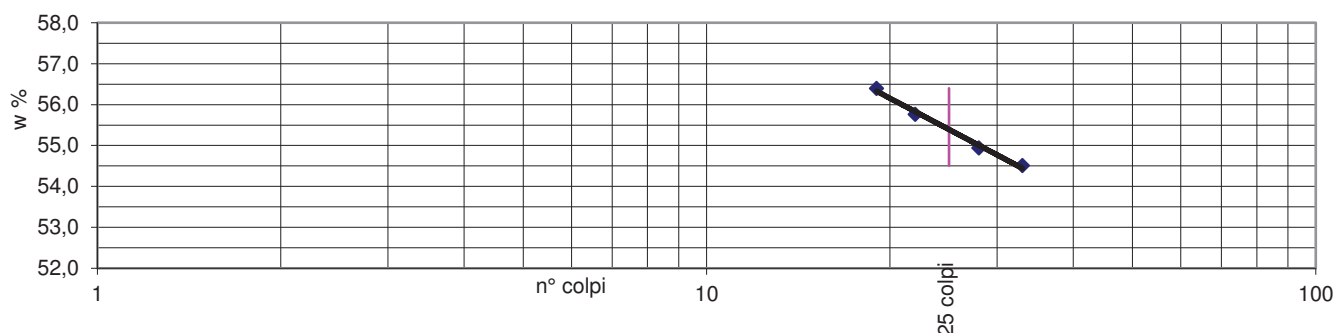


DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG
Norma CNR-UNI 10014 - ASTM D4318

DATA CERTIFICATO	20/02/2015	NUMERO CERTIFICATO	L-0035-001-006
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA	OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIM	31/01/2015	DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA	04/02/2015	TIPO DI CAMPIONE	S1
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,1 m		
DATA INIZIO PROVA	16/02/2015	DATA FINE PROVA	20/02/2015

LIMITE DELLO STATO LIQUIDO w_L DI UNA TERRA

n° campione	1	2	3	4
Peso lordo umido (g)	28,38	37,94	28,13	26,30
Peso lordo secco (g)	21,85	30,82	21,55	19,38
Peso tara (g)	9,87	17,86	9,75	7,11
Peso netto secco (g)	11,98	12,96	11,80	12,27
Contenuto d'acqua (g)	6,53	7,12	6,58	6,92
Umidità "w" (%)	54,5	54,9	55,8	56,4
Numero colpi	33	28	22	19



LIMITE DELLO STATO PLASTICO w_P DI UNA TERRA

Identificazione campione	A	B
Peso lordo umido (g)	8,89	11,81
Peso lordo secco (g)	8,57	11,46
Peso tara (g)	7,14	9,87
Peso netto secco (g)	1,43	1,59
Contenuto d'acqua (g)	0,32	0,35
Umidità (%)	22,4	22,0

w_L
55

w_P
22

I_P
33

I_g
16

w_L limite di consistenza dallo stato liquido allo stato plastico;
 w_P limite di consistenza dallo stato plastico allo stato semisolido;
 I_P indice di plasticità dato dalla differenza di w_L e w_P ;
 I_g indice di gruppo.

Note: Argille inorganiche di alta plasticità

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo
Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di TecnoVerifiche.

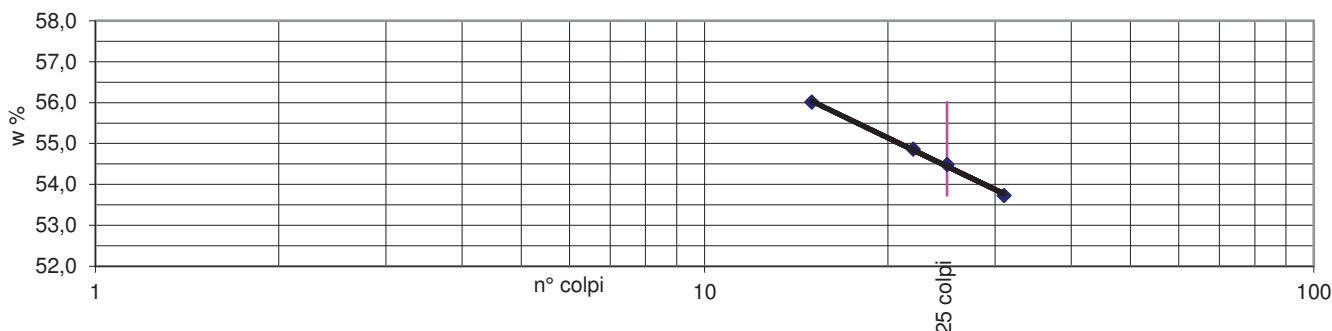


DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG
Norma CNR-UNI 10014 - ASTM D4318

DATA CERTIFICATO	20/02/2015	NUMERO CERTIFICATO	L-0035-002-006
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA	OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIM	31/01/2015	DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA	04/02/2015	TIPO DI CAMPIONE	S2
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,0 m		
DATA INIZIO PROVA	16/02/2015	DATA FINE PROVA	20/02/2015

LIMITE DELLO STATO LIQUIDO w_L DI UNA TERRA

n° campione	1	2	3	4
Peso lordo umido (g)	27,02	23,16	27,45	24,23
Peso lordo secco (g)	20,97	17,51	21,19	18,08
Peso tara (g)	9,71	7,14	9,78	7,10
Peso netto secco (g)	11,26	10,37	11,41	10,98
Contenuto d'acqua (g)	6,05	5,65	6,26	6,15
Umidità "w" (%)	53,7	54,5	54,9	56,0
Numero colpi	31	25	22	15



LIMITE DELLO STATO PLASTICO w_P DI UNA TERRA

Identificazione campione	A	B
Peso lordo umido (g)	11,98	10,93
Peso lordo secco (g)	11,58	10,64
Peso tara (g)	9,74	9,28
Peso netto secco (g)	1,84	1,36
Contenuto d'acqua (g)	0,40	0,29
Umidità (%)	21,7	21,3

w_L
55

w_P
22

I_P
33

I_g
19

w_L limite di consistenza dallo stato liquido allo stato plastico;
 w_P limite di consistenza dallo stato plastico allo stato semisolido;
 I_P indice di plasticità dato dalla differenza di w_L e w_P ;
 I_g indice di gruppo.

Note: Argille inorganiche di alta plasticità

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo
Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di TecnoVerifiche.

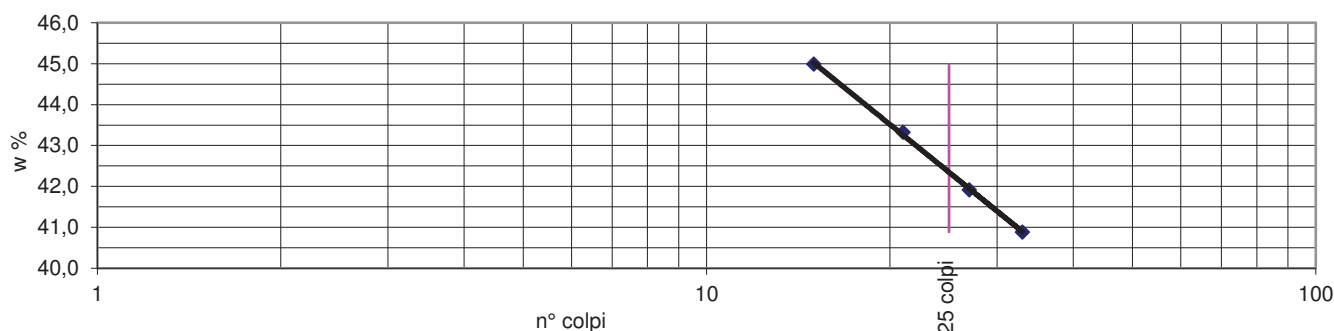


DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG
Norma CNR-UNI 10014 - ASTM D4318

DATA CERTIFICATO	20/02/2015	NUMERO CERTIFICATO	L-0035-003-006
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA	OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio - Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIM	31/01/2015	DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA	04/02/2015	TIPO DI CAMPIONE	S3
UBICAZIONE PRELIEVO	-1,2 m		
DATA INIZIO PROVA	16/02/2015	DATA FINE PROVA	20/02/2015

LIMITE DELLO STATO LIQUIDO w_L DI UNA TERRA

n° campione	1	2	3	4
Peso lordo umido (g)	38,63	26,96	28,39	31,20
Peso lordo secco (g)	32,64	21,10	22,71	24,47
Peso tara (g)	17,99	7,12	9,60	9,51
Peso netto secco (g)	14,65	13,98	13,11	14,96
Contenuto d'acqua (g)	5,99	5,86	5,68	6,73
Umidità "w" (%)	40,9	41,9	43,3	45,0
Numero colpi	33	27	21	15



LIMITE DELLO STATO PLASTICO w_P DI UNA TERRA

Identificazione campione	A	B
Peso lordo umido (g)	11,63	8,66
Peso lordo secco (g)	11,32	8,40
Peso tara (g)	9,74	7,12
Peso netto secco (g)	1,58	1,28
Contenuto d'acqua (g)	0,31	0,26
Umidità (%)	19,6	20,3

w_L
42

w_P
20

I_P
22

I_g
13

w_L limite di consistenza dallo stato liquido allo stato plastico;
 w_P limite di consistenza dallo stato plastico allo stato semisolido;
 I_P indice di plasticità dato dalla differenza di w_L e w_P ;
 I_g indice di gruppo.

Note: Argille inorganiche di media plasticità

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo
Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

NORMA UNI EN 17892-10

DATA CERTIFICATO	25/02/2015			NUMERO CERTIFICATO	L-0035-001-077
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA			OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIM.	31/01/2015			DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA	04/02/2015			UBICAZIONE PRELIEVO	S1 -1,1
NUMERO DELLA PROVA	PROVA NR. 1				
DATA INIZIO PROVA	20/02/2015	NOTE VARIE	RICOSTITUITO	DATA FINE PROVA	25/02/2015

1. CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINO

	Mu. iniz.	Mu fin.	Ms	g in.	g fin.	gs in.	gs fin.	% H ₂ O in.	% H ₂ O fin.
	[g]	[g]	[g]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	%	%
PROVINO 1	105,18	111,35	85,41	14,326	18,761	11,633	14,390	23,15%	30,37%
PROVINO 2	105,11	108,5	84,82	14,316	19,222	11,553	15,027	23,92%	27,92%
PROVINO 3	105,74	107,26	85,32	14,402	20,050	11,621	15,949	23,93%	25,71%

Legenda:

Mu = massa umida

Ms = massa secca

g = peso di volume

gs = peso di volume secco

Massa volumica del grano

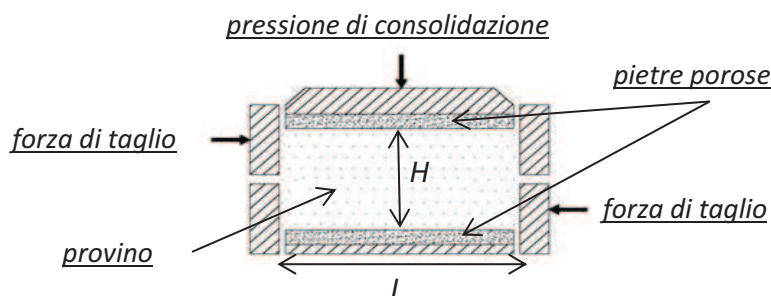
2,64

calcolata ☒

presunta ☐

2. CARATTERISTICHE DELLA PROVA

Per prove con provini ricostituiti: il materiale utilizzato per la prova è costituito dalla frazione del campione passante al setaccio di apertura 2 mm; successivamente il campione viene umidificato e ricostituito attraverso pestellatura manuale. La scatola di taglio di Casagrande a base quadrata ha dimensioni L X L X H = 60 x 60 x 20 mm. Campione sommerso durante la prova.



MACCHINE UTILIZZATE PER LA PROVA	
prov. 1	Tecnotest T665/N s/N 10048/01
prov. 2	Tecnotest T665/N s/N 10048/02
prov. 3	Tecnotest T665/N s/N 10048/01

	Lato	H in.	H fin.	CONSOLIDAZIONE		ROTTURA
				Pressione S _n	Tempo	Vel. imposta v _f
	[mm]	[mm]	[mm]	[kPa]	[min]	[mm/min]
PROVINO 1	60,00	20,00	16,17	100,00	1,12	0,00833
PROVINO 2	60,00	20,00	15,38	200,00	0,98	0,00833
PROVINO 3	60,00	20,00	14,57	300,00	1,33	0,00833

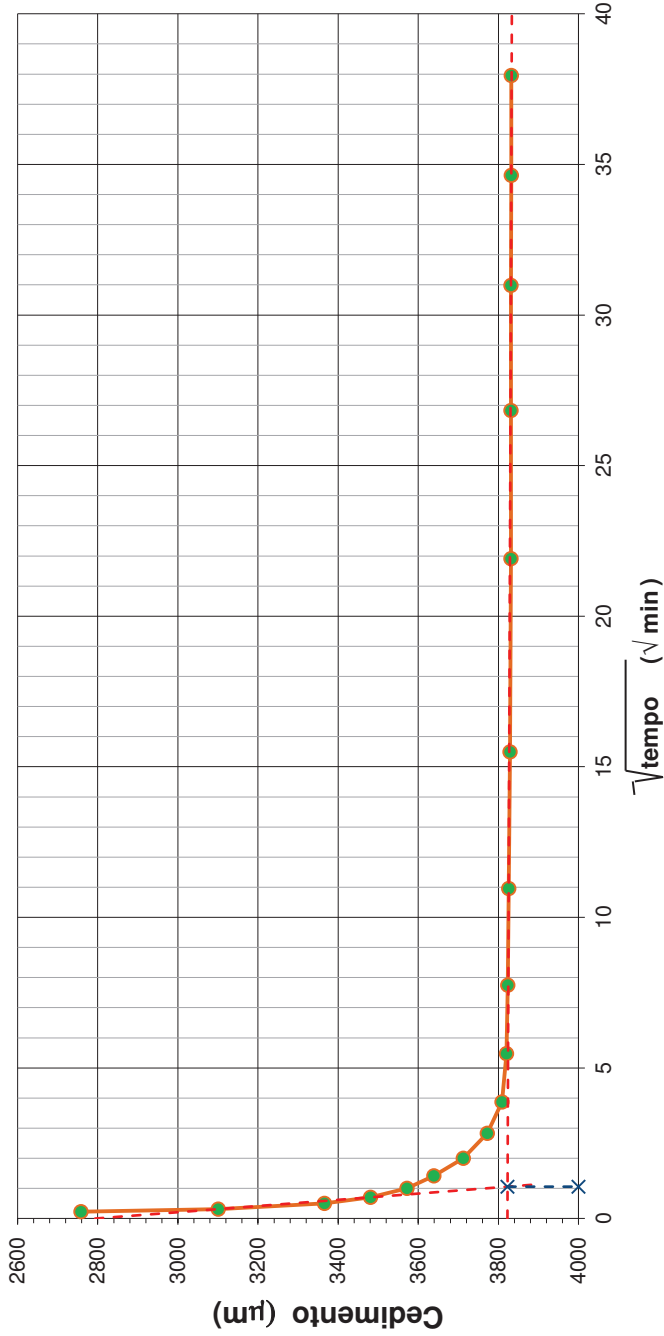


3. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (100 kPa) - PROVINO 1

N° CERTIFICATO L-0035-001-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	$\sqrt{\text{Tempo}}$ [$\sqrt{\text{min}}$]	Cedimenti [mm]
3	-2758	0,05	0,22	2758
6	-3101	0,10	0,32	3101
15	-3366	0,25	0,50	3366
30	-3481	0,50	0,71	3481
60	-3572	1,00	1,00	3572
120	-3639	2,00	1,41	3639
240	-3712	4,00	2,00	3712
480	-3772	8,00	2,83	3772
900	-3809	15,00	3,87	3809
1800	-3820	30,00	5,48	3820
3600	-3823	60,00	7,75	3823
7200	-3826	120,00	10,95	3826
14400	-3829	240,00	15,49	3829
28800	-3831	480,00	21,91	3831
43200	-3831	720,00	26,83	3831
57600	-3831	960,00	30,98	3831
72000	-3832	1200,00	34,64	3832
86400	-3832	1440,00	37,95	3832

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00	mm
	H finale =	16,17	mm

Tempo di consolidazione (t_{100})	$\sqrt{t_{100}} =$	1,06	min
	$t_{100} =$	1,12	min

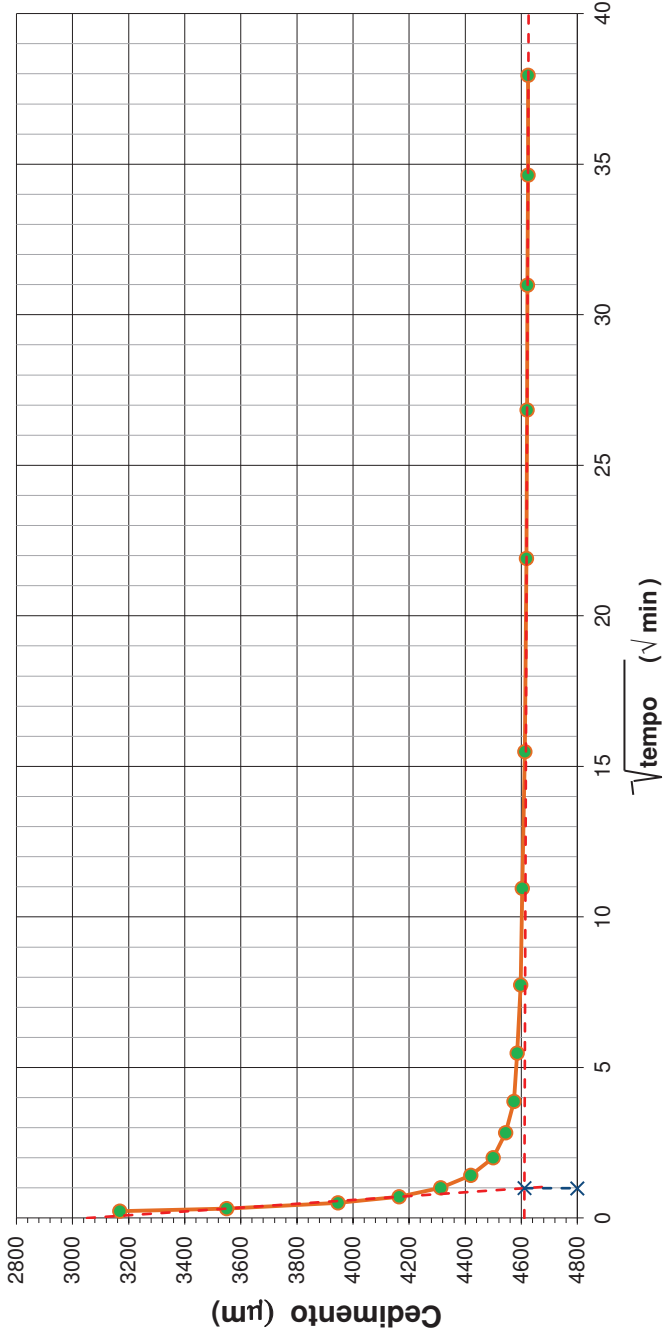


4. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (200 kPa) - PROVINO 2

N° CERTIFICATO L-0035-001-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	$\sqrt{\text{Tempo}}$ [$\sqrt{\text{min}}$]	Cedimenti [mm]
3	-3168	0,05	0,22	3168
6	-3549	0,10	0,32	3549
15	-3946	0,25	0,50	3946
30	-4164	0,50	0,71	4164
60	-4313	1,00	1,00	4313
120	-4420	2,00	1,41	4420
240	-4500	4,00	2,00	4500
480	-4544	8,00	2,83	4544
900	-4574	15,00	3,87	4574
1800	-4585	30,00	5,48	4585
3600	-4598	60,00	7,75	4598
7200	-4603	120,00	10,95	4603
14400	-4613	240,00	15,49	4613
28800	-4618	480,00	21,91	4618
43200	-4621	720,00	26,83	4621
57600	-4622	960,00	30,98	4622
72000	-4624	1200,00	34,64	4624
86400	-4624	1440,00	37,95	4624

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00	mm
	H finale =	15,38	mm

Tempo di consolidazione (t_{100})	$\sqrt{t_{100}} =$	0,99	min
	$t_{100} =$	0,98	min

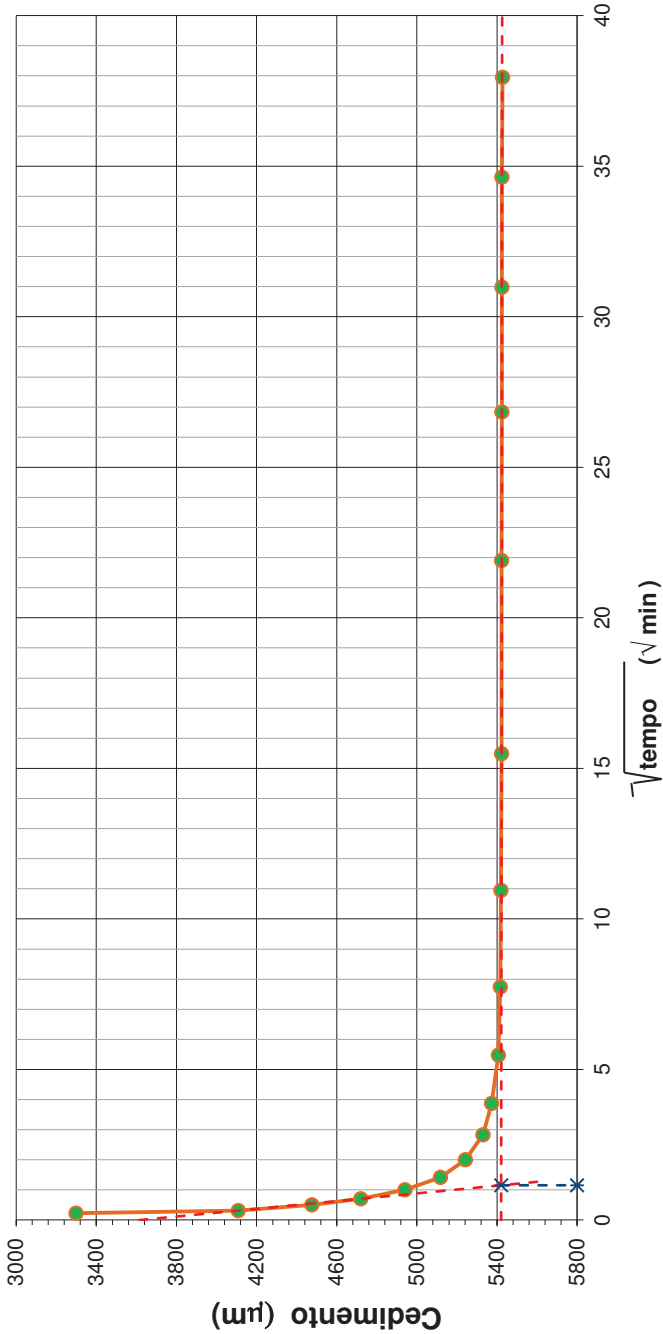


5. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (300 kPa) - PROVINO 3

N° CERTIFICATO L-0035-001-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	$\sqrt{\text{Tempo}}$ [$\sqrt{\text{min}}$]	Cedimenti [mm]
3	-3299	0,05	0,22	3299
6	-4109	0,10	0,32	4109
15	-4476	0,25	0,50	4476
30	-4720	0,50	0,71	4720
60	-4941	1,00	1,00	4941
120	-5118	2,00	1,41	5118
240	-5242	4,00	2,00	5242
480	-5330	8,00	2,83	5330
900	-5373	15,00	3,87	5373
1800	-5406	30,00	5,48	5406
3600	-5417	60,00	7,75	5417
7200	-5420	120,00	10,95	5420
14400	-5422	240,00	15,49	5422
28800	-5423	480,00	21,91	5423
43200	-5424	720,00	26,83	5424
57600	-5425	960,00	30,98	5425
72000	-5425	1200,00	34,64	5425
86400	-5427	1440,00	37,95	5427

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00	mm
	H finale =	14,57	mm

Tempo di consolidazione (t_{100})	$\sqrt{t_{100}} =$	1,16	min
	$t_{100} =$	1,33	min



6. ACQUISIZIONE DATI DELLA FASE DI ROTTURA

NUMERO CERTIFICATO

L-0035-001-077

PROVINO 1			PROVINO 2			PROVINO 3		
Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]	Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]	Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]
0	0.03	-0.002	59	0.051	0.001	28	0.034	-0.031
32	0.099	-0.007	104	0.11	-0.028	122	0.092	-0.063
65	0.158	-0.022	135	0.179	-0.051	169	0.159	-0.108
81	0.232	-0.039	157	0.247	-0.085	206	0.233	-0.133
95	0.304	-0.057	174	0.336	-0.112	238	0.295	-0.163
105	0.385	-0.08	189	0.417	-0.134	265	0.378	-0.19
111	0.463	-0.098	202	0.488	-0.161	289	0.453	-0.217
119	0.544	-0.123	215	0.579	-0.188	312	0.526	-0.246
126	0.623	-0.148	225	0.658	-0.213	331	0.601	-0.271
131	0.693	-0.164	235	0.74	-0.235	349	0.674	-0.287
136	0.771	-0.188	244	0.821	-0.257	366	0.745	-0.305
140	0.854	-0.207	252	0.904	-0.274	381	0.828	-0.342
143	0.926	-0.223	260	0.978	-0.298	395	0.911	-0.351
147	1.016	-0.244	267	1.065	-0.319	407	0.987	-0.36
150	1.085	-0.262	274	1.137	-0.329	419	1.067	-0.375
153	1.171	-0.275	280	1.229	-0.334	430	1.148	-0.391
156	1.253	-0.295	287	1.3	-0.346	440	1.227	-0.403
159	1.332	-0.31	292	1.383	-0.356	450	1.309	-0.42
162	1.408	-0.321	297	1.462	-0.373	458	1.385	-0.436
165	1.486	-0.34	301	1.539	-0.388	465	1.466	-0.446
168	1.563	-0.351	305	1.625	-0.402	469	1.551	-0.456
170	1.647	-0.37	310	1.709	-0.411	476	1.621	-0.463
173	1.731	-0.378	313	1.787	-0.421	480	1.7	-0.469
175	1.813	-0.389	317	1.867	-0.428	483	1.785	-0.474
178	1.885	-0.396	320	1.945	-0.437	488	1.866	-0.478
180	1.971	-0.406	323	2.018	-0.444	491	1.949	-0.484
182	2.06	-0.412	325	2.103	-0.45	494	2.035	-0.488
184	2.135	-0.426	328	2.177	-0.464	497	2.121	-0.496
186	2.204	-0.439	330	2.263	-0.476	499	2.191	-0.504
187	2.289	-0.446	333	2.327	-0.485	502	2.277	-0.51
189	2.365	-0.452	335	2.419	-0.496	503	2.353	-0.518
190	2.444	-0.461	338	2.488	-0.503	506	2.437	-0.535
191	2.516	-0.466	339	2.572	-0.51	508	2.513	-0.54
191	2.597	-0.471	342	2.657	-0.518	509	2.591	-0.545
193	2.677	-0.476	344	2.743	-0.528	511	2.666	-0.549
194	2.768	-0.48	345	2.821	-0.54	512	2.753	-0.555
195	2.839	-0.487	347	2.901	-0.543	514	2.829	-0.56
196	2.92	-0.494	348	2.979	-0.547	515	2.91	-0.566
197	3.002	-0.503	350	3.06	-0.55	515	2.991	-0.571
198	3.078	-0.509	352	3.132	-0.556	517	3.069	-0.576
199	3.154	-0.517	353	3.222	-0.559	518	3.146	-0.58
200	3.229	-0.522	354	3.296	-0.564	518	3.22	-0.584
201	3.303	-0.524	355	3.372	-0.569	520	3.302	-0.589
202	3.394	-0.532	356	3.451	-0.573	520	3.388	-0.592
202	3.48	-0.541	357	3.535	-0.577	521	3.454	-0.598
203	3.552	-0.548	359	3.604	-0.58	521	3.552	-0.6
204	3.64	-0.553	359	3.69	-0.583	522	3.642	-0.603
205	3.717	-0.561	361	3.771	-0.589	520	3.704	-0.606
206	3.803	-0.566	362	3.843	-0.593	520	3.795	-0.61
206	3.876	-0.575	362	3.93	-0.599	520	3.862	-0.611
207	3.949	-0.58	363	4.012	-0.602	520	3.95	-0.616
208	4.021	-0.588	363	4.076	-0.606	521	4.021	-0.617
208	4.102	-0.589	363	4.162	-0.611	520	4.105	-0.621
208	4.184	-0.594	364	4.236	-0.617	520	4.173	-0.622
209	4.262	-0.601	364	4.306	-0.618	520	4.26	-0.623
209	4.339	-0.603	364	4.38	-0.622	520	4.342	-0.622
210	4.42	-0.611	364	4.461	-0.63	518	4.425	-0.622
210	4.503	-0.615	364	4.537	-0.633	518	4.514	-0.623
210	4.582	-0.617	364	4.614	-0.636	516	4.582	-0.623
211	4.666	-0.621	364	4.711	-0.639	515	4.671	-0.624
211	4.739	-0.625	363	4.806	-0.642	515	4.739	-0.625
211	4.821	-0.629	363	4.889	-0.642	514	4.828	-0.625
212	4.89	-0.634	363	4.965	-0.646	512	4.895	-0.626
212	4.977	-0.635	362	5.044	-0.648	509	4.981	-0.627
212	5.067	-0.639	361	5.122	-0.65	508	5.067	-0.626
213	5.136	-0.646	361	5.194	-0.652	505	5.141	-0.627
213	5.224	-0.647	360	5.276	-0.653	503	5.225	-0.626
213	5.309	-0.65	360	5.353	-0.654	501	5.309	-0.626
213	5.383	-0.653	358	5.43	-0.656	499	5.384	-0.626
213	5.471	-0.654	358	5.517	-0.659	497	5.472	-0.627
214	5.54	-0.66	356	5.594	-0.66	494	5.547	-0.626
214	5.611	-0.66	355	5.667	-0.661	493	5.622	-0.626
214	5.699	-0.66	354	5.757	-0.661	489	5.702	-0.626
214	5.779	-0.661	352	5.832	-0.662	486	5.787	-0.627
214	5.842	-0.665	351	5.912	-0.665	483	5.853	-0.626
213	5.935	-0.666	349	5.986	-0.666	481	5.946	-0.627
214	6.012	-0.671	348	6.072	-0.666	479	6.024	-0.628
214	6.1	-0.671	346	6.149	-0.668	474	6.107	-0.628
214	6.177	-0.672	345	6.223	-0.671	471	6.181	-0.628
214	6.258	-0.673	344	6.308	-0.672	470	6.266	-0.628
213	6.343	-0.674	343	6.39	-0.672	466	6.355	-0.629
213	6.414	-0.675	341	6.466	-0.675	463	6.425	-0.629
214	6.497	-0.68	340	6.538	-0.676	461	6.51	-0.63
214	6.571	-0.683	339	6.625	-0.678	459	6.577	-0.632
214	6.649	-0.683	336	6.712	-0.68	457	6.664	-0.631
213	6.73	-0.683	335	6.796	-0.681	456	6.745	-0.632
213	6.809	-0.683	333	6.87	-0.68	453	6.818	-0.633
213	6.894	-0.685	332	6.95	-0.681	452	6.907	-0.633
213	6.966	-0.688	331	7.03	-0.681	448	6.979	-0.633
214	7.034	-0.69	330	7.106	-0.682	446	7.052	-0.634
213	7.13	-0.69	328	7.187	-0.682	444	7.145	-0.635
213	7.205	-0.69	327	7.265	-0.684	441	7.224	-0.635
213	7.293	-0.691	326	7.349	-0.683	440	7.308	-0.637
213	7.37	-0.693	325	7.425	-0.685	438	7.382	-0.639
214	7.459	-0.698	323	7.498	-0.684	436	7.478	-0.639
214	7.522	-0.699	322	7.584	-0.684	433	7.541	-0.639
214	7.614	-0.699	320	7.66	-0.685	431	7.629	-0.641
213	7.694	-0.699	319	7.745	-0.685	428	7.71	-0.642
213	7.772	-0.7	318	7.825	-0.686	427	7.788	-0.641
213	7.849	-0.704	316	7.9	-0.687	427	7.866	-0.643



Laboratorio Autorizzato dal Min. Infrastrutture CSLP con Decreto nr. 5089 del 18/06/2013, ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. nr. 380/01

NUMERO CERTIFICATO L-0035-001-07

7. FASE DI ROTTURA DEI TRE PROVINI

DIAGRAMMA SFORZO - DEFORMAZIONE

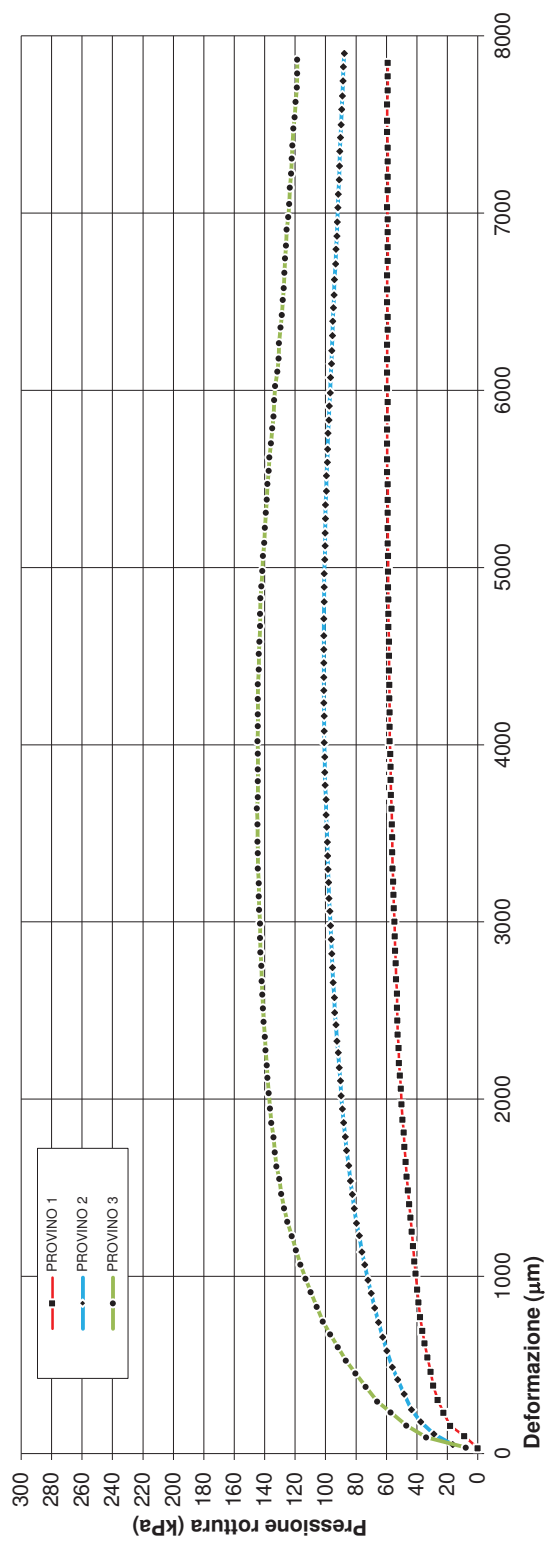
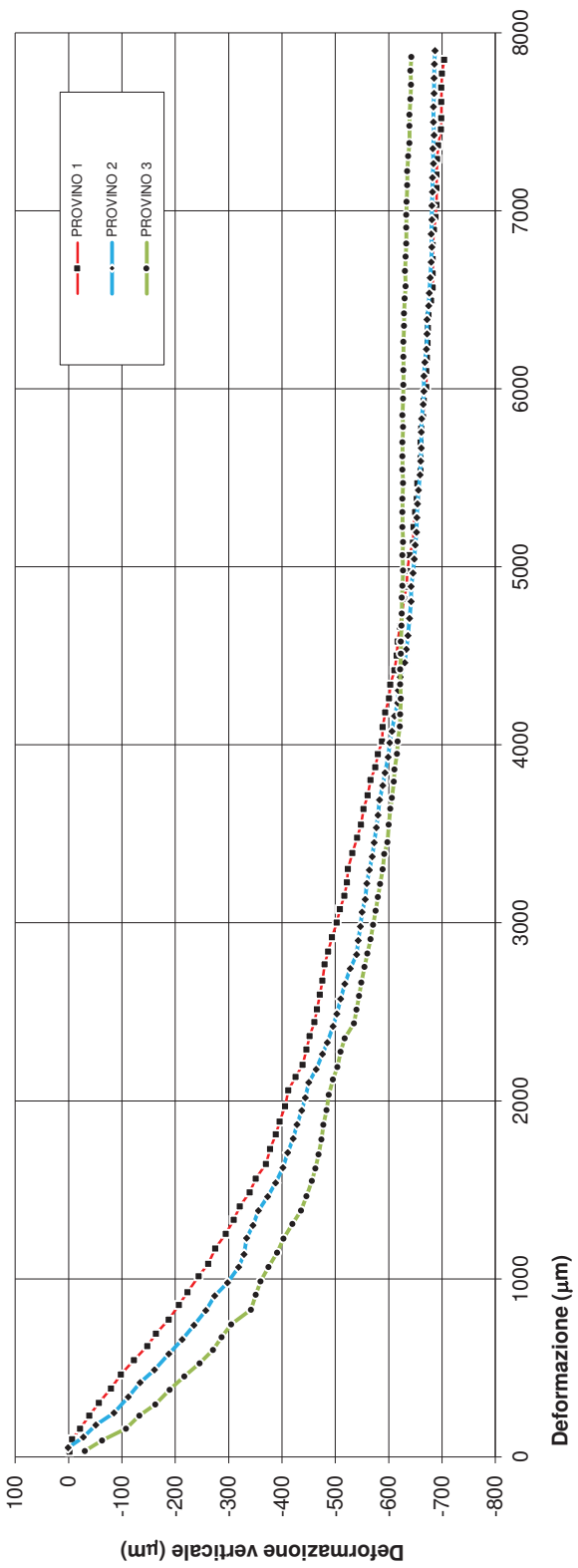
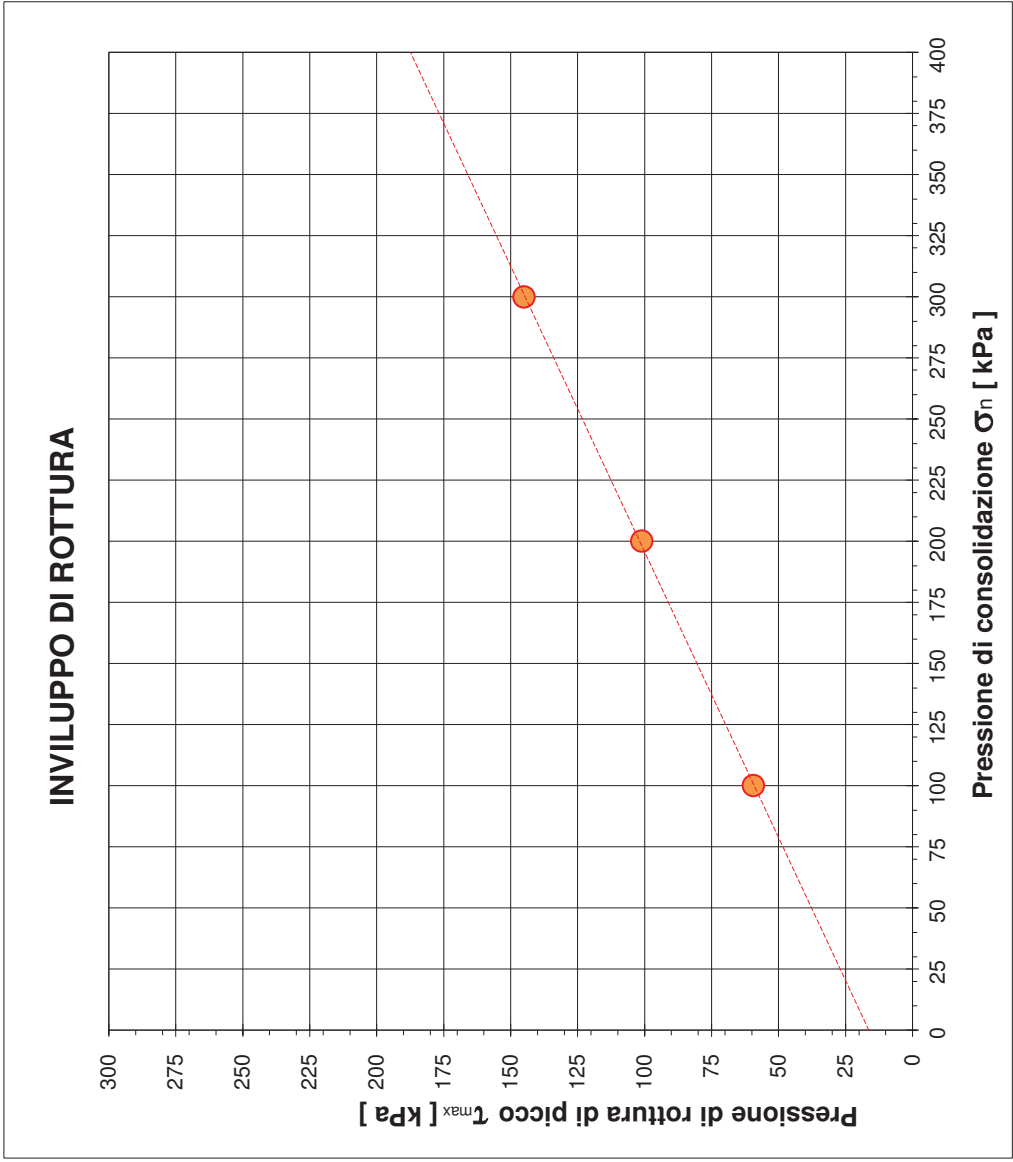


DIAGRAMMA DILATANZA - DEFORMAZIONE



8. INTERPRETAZIONE SULL'INVILUPPO DI ROTTURA DEL CAMPIONE



Pressione di consolidazione applicata S_n	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Pressione di rottura di picco del campione t_{max}	100,00	200,00	300,00
Deformazione di rottura del provino D_s	59,444	101,111	145,000
	[kPa]	[kPa]	[kPa]
	5,540	4,236	3,642
	[kPa]		

Coesione	Angolo d'attrito
[kPa]	[gradi]
16,3	23,2

NUMERO CERTIFICATO L-0035-001-077

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo

Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

NORMA UNI EN 17892-10

DATA CERTIFICATO	23/02/2015			NUMERO CERTIFICATO	L-0035-002-077
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA			OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIM.	31/01/2015			DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA	04/02/2015			UBICAZIONE PRELIEVO	S2 -1,0
NUMERO DELLA PROVA	PROVA NR. 2				
DATA INIZIO PROVA	18/02/2015	NOTE VARIE	RICOSTITUITO	DATA FINE PROVA	23/02/2015

1. CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINO

	Mu. iniz.	Mu fin.	Ms	g in.	g fin.	gs in.	gs fin.	% H ₂ O in.	% H ₂ O fin.
	[g]	[g]	[g]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	%	%
PROVINO 1	107,5	111,28	85,41	14,642	18,384	11,633	14,110	25,86%	30,29%
PROVINO 2	109,76	112,11	87,75	14,950	19,525	11,952	15,283	25,08%	27,76%
PROVINO 3	107,29	108,42	86,55	14,613	20,984	11,788	16,751	23,96%	25,27%

Legenda:

Mu = massa umida

Ms = massa secca

g = peso di volume

gs = peso di volume secco

Massa volumica del grano

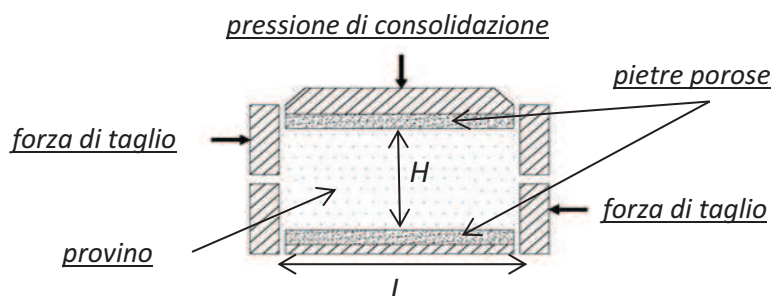
2,63

calcolata ☒

presunta ☐

2. CARATTERISTICHE DELLA PROVA

Per prove con provini ricostituiti: il materiale utilizzato per la prova è costituito dalla frazione del campione passante al setaccio di apertura 2 mm; successivamente il campione viene umidificato e ricostituito attraverso pestellatura manuale. La scatola di taglio di Casagrande a base quadrata ha dimensioni L X L X H = 60 x 60 x 20 mm. Campione sommerso durante la prova.



MACCHINE UTILIZZATE PER LA PROVA	
prov. 1	Tecnotest T665/N s/N 10048/01
prov. 2	Tecnotest T665/N s/N 10048/02
prov. 3	Tecnotest T665/N s/N 10048/01

				CONSOLIDAZIONE		ROTTURA
	Lato	H in.	H fin.	Pressione S _n	Tempo	Vel. imposta v _f
	[mm]	[mm]	[mm]	[kPa]	[min]	[mm/min]
PROVINO 1	60,00	20,00	16,49	100,00	1,07	0,00833
PROVINO 2	60,00	20,00	15,64	200,00	1,28	0,00833
PROVINO 3	60,00	20,00	14,08	300,00	1,45	0,00833

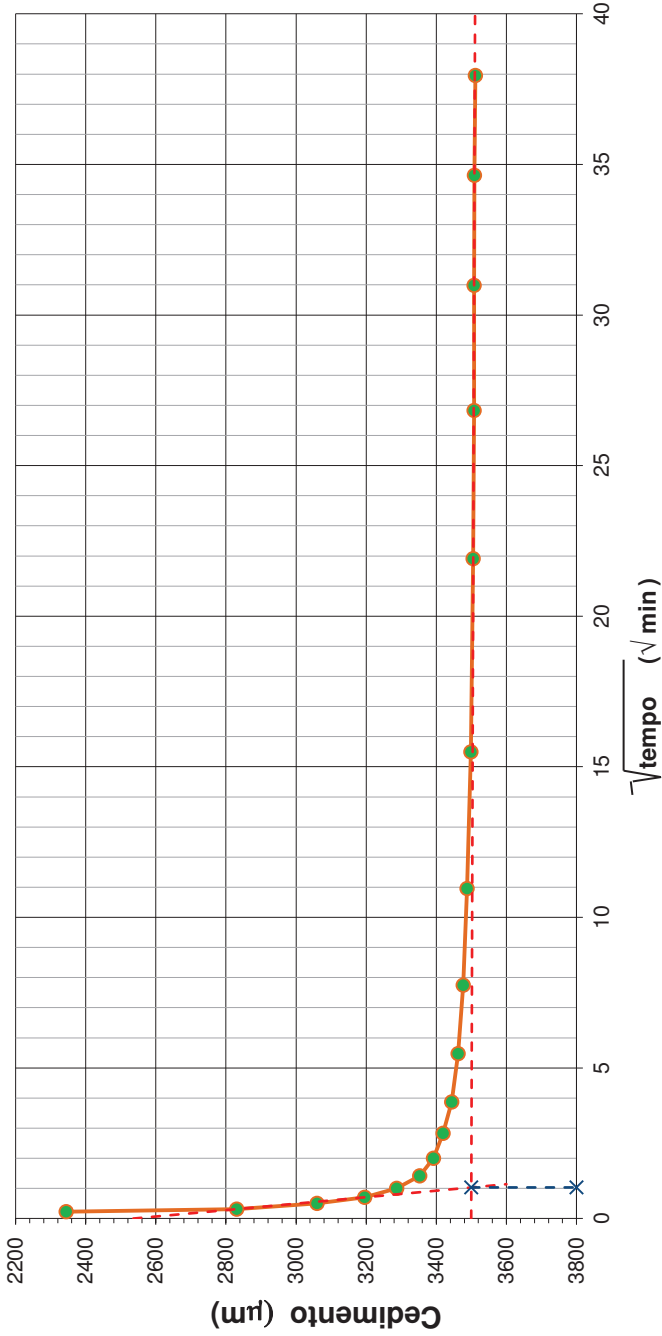


3. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (100 kPa) - PROVINO 1

N° CERTIFICATO L-0035-002-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	$\sqrt{\text{Tempo}}$ [$\sqrt{\text{min}}$]	Cedimenti [mm]
3	-2344	0,05	0,22	2344
6	-2831	0,10	0,32	2831
15	-3060	0,25	0,50	3060
30	-3196	0,50	0,71	3196
60	-3287	1,00	1,00	3287
120	-3353	2,00	1,41	3353
240	-3392	4,00	2,00	3392
480	-3419	8,00	2,83	3419
900	-3444	15,00	3,87	3444
1800	-3462	30,00	5,48	3462
3600	-3477	60,00	7,75	3477
7200	-3488	120,00	10,95	3488
14400	-3499	240,00	15,49	3499
28800	-3505	480,00	21,91	3505
43200	-3508	720,00	26,83	3508
57600	-3508	960,00	30,98	3508
72000	-3509	1200,00	34,64	3509
86400	-3511	1440,00	37,95	3511

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00	mm
	H finale =	16,49	mm

Tempo di consolidazione (t_{100})	$\sqrt{t_{100}} =$	1,03	min
	$t_{100} =$	1,07	min

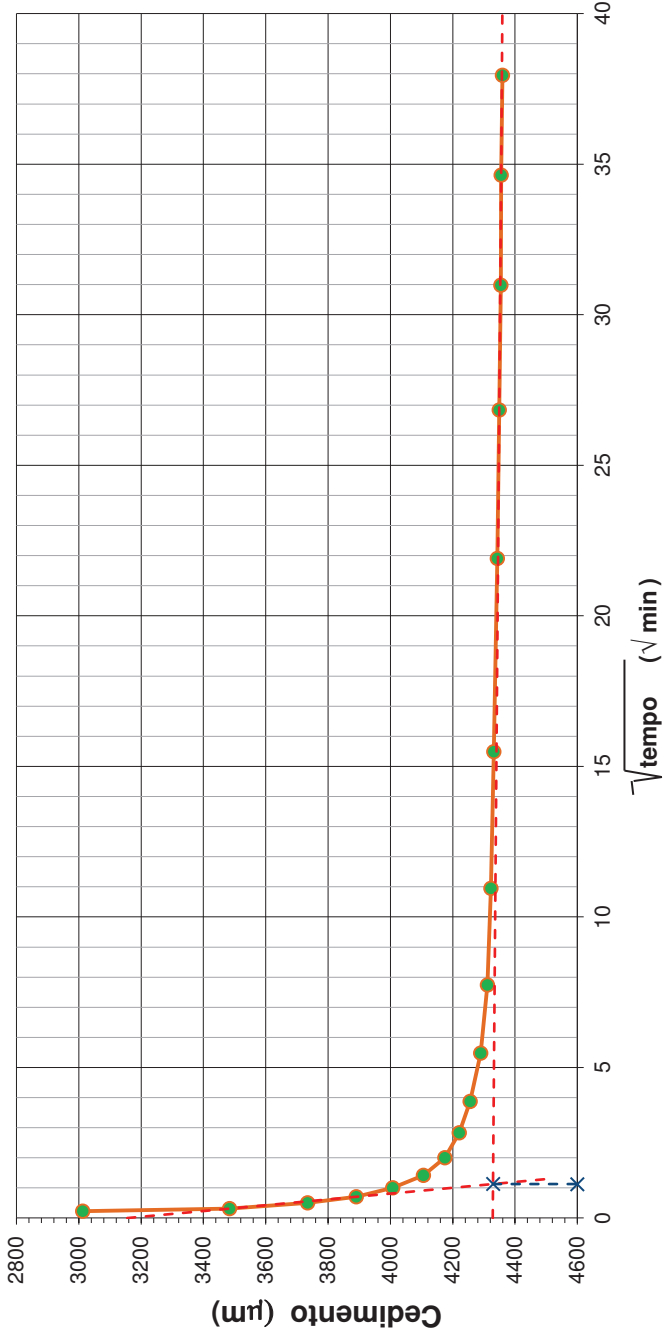


4. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (200 kPa) - PROVINO 2

N° CERTIFICATO L-0035-002-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	√Tempo [√(min)]	Cedimenti [mm]
3	-3013	0,05	0,22	3013
6	-3484	0,10	0,32	3484
15	-3734	0,25	0,50	3734
30	-3890	0,50	0,71	3890
60	-4007	1,00	1,00	4007
120	-4106	2,00	1,41	4106
240	-4175	4,00	2,00	4175
480	-4221	8,00	2,83	4221
900	-4256	15,00	3,87	4256
1800	-4290	30,00	5,48	4290
3600	-4311	60,00	7,75	4311
7200	-4323	120,00	10,95	4323
14400	-4332	240,00	15,49	4332
28800	-4343	480,00	21,91	4343
43200	-4349	720,00	26,83	4349
57600	-4354	960,00	30,98	4354
72000	-4355	1200,00	34,64	4355
86400	-4359	1440,00	37,95	4359

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00	mm
	H finale =	15,64	mm

Tempo di consolidazione (t_{100})	$\sqrt{t_{100}} =$	1,13	min
	$t_{100} =$	1,28	min

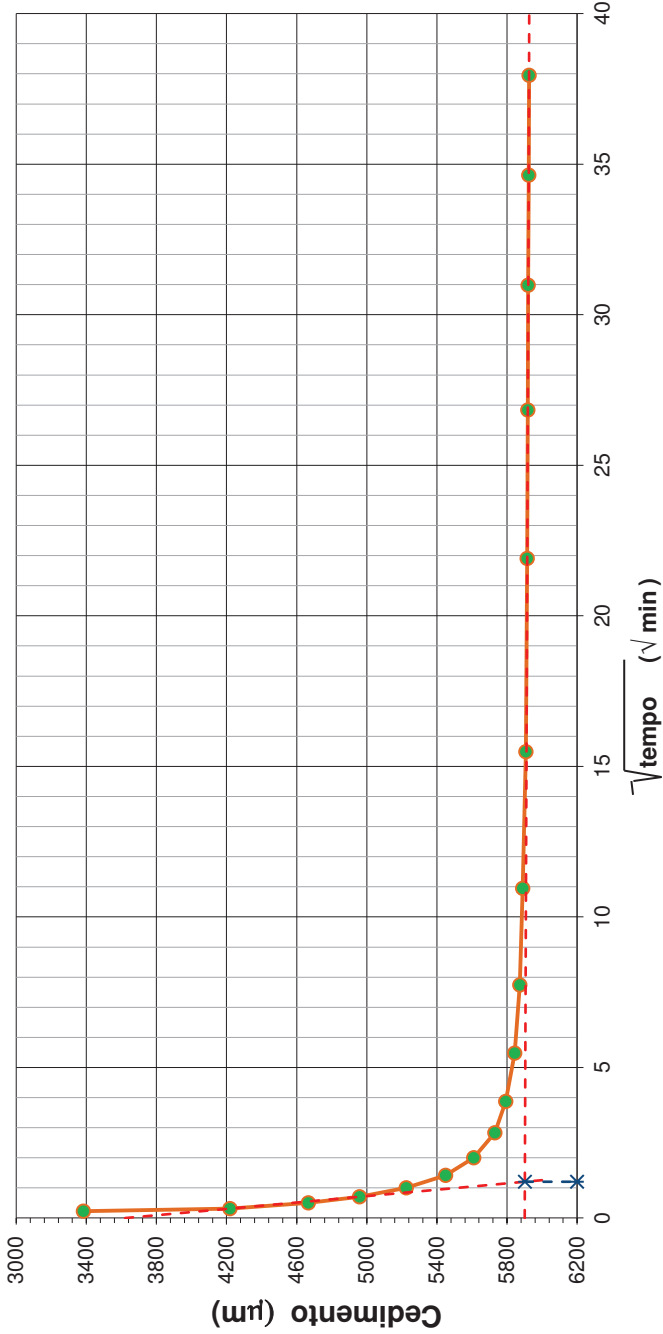


5. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (300 kPa) - PROVINO 3

N° CERTIFICATO L-0035-002-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	$\sqrt{\text{Tempo}}$ [$\sqrt{\text{min}}$]	Cedimenti [mm]
3	-3384	0,05	0,22	3384
6	-4219	0,10	0,32	4219
15	-4667	0,25	0,50	4667
30	-4958	0,50	0,71	4958
60	-5225	1,00	1,00	5225
120	-5449	2,00	1,41	5449
240	-5610	4,00	2,00	5610
480	-5730	8,00	2,83	5730
900	-5793	15,00	3,87	5793
1800	-5844	30,00	5,48	5844
3600	-5873	60,00	7,75	5873
7200	-5889	120,00	10,95	5889
14400	-5907	240,00	15,49	5907
28800	-5914	480,00	21,91	5914
43200	-5918	720,00	26,83	5918
57600	-5921	960,00	30,98	5921
72000	-5923	1200,00	34,64	5923
86400	-5925	1440,00	37,95	5925

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00	mm
	H finale =	14,08	mm

Tempo di consolidazione (t_{100})	$\sqrt{t_{100}} =$	1,21	min
	$t_{100} =$	1,45	min



6. ACQUISIZIONE DATI DELLA FASE DI ROTTURA

NUMERO CERTIFICATO

L-0035-002-077

PROVINO 1			PROVINO 2			PROVINO 3		
Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]	Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]	Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]
28	0.028	-0.023	1	0.083	-0.001	4	0.036	-0.01
51	0.094	-0.037	80	0.124	-0.014	72	0.093	-0.018
67	0.163	-0.057	120	0.214	-0.032	154	0.149	-0.04
83	0.241	-0.085	144	0.295	-0.063	197	0.209	-0.069
94	0.317	-0.11	165	0.367	-0.096	230	0.285	-0.098
103	0.396	-0.133	182	0.443	-0.121	255	0.355	-0.121
110	0.473	-0.15	197	0.53	-0.142	275	0.432	-0.142
116	0.547	-0.179	211	0.6	-0.176	293	0.51	-0.17
122	0.624	-0.189	223	0.688	-0.198	313	0.59	-0.183
127	0.705	-0.211	234	0.768	-0.222	332	0.66	-0.199
131	0.785	-0.232	244	0.847	-0.239	349	0.739	-0.216
136	0.862	-0.242	254	0.929	-0.251	364	0.816	-0.249
140	0.941	-0.26	263	1.015	-0.269	378	0.891	-0.259
143	1.019	-0.286	270	1.086	-0.28	390	0.971	-0.269
147	1.1	-0.296	278	1.173	-0.293	402	1.048	-0.282
150	1.183	-0.305	286	1.245	-0.312	413	1.127	-0.299
153	1.254	-0.317	292	1.336	-0.326	423	1.214	-0.316
154	1.339	-0.331	298	1.407	-0.336	432	1.293	-0.329
157	1.424	-0.337	303	1.491	-0.356	441	1.374	-0.336
157	1.494	-0.36	309	1.573	-0.366	449	1.444	-0.342
159	1.575	-0.368	313	1.651	-0.376	457	1.522	-0.346
162	1.658	-0.371	318	1.735	-0.387	464	1.6	-0.358
165	1.742	-0.375	321	1.82	-0.391	471	1.675	-0.371
168	1.824	-0.377	324	1.896	-0.397	477	1.754	-0.385
170	1.908	-0.381	329	1.976	-0.406	482	1.841	-0.402
172	1.998	-0.385	332	2.055	-0.415	488	1.92	-0.412
174	2.068	-0.388	335	2.127	-0.42	493	2.002	-0.421
175	2.156	-0.392	337	2.212	-0.427	497	2.083	-0.429
176	2.227	-0.397	339	2.289	-0.436	501	2.17	-0.437
179	2.304	-0.403	341	2.374	-0.445	505	2.241	-0.444
179	2.384	-0.408	344	2.44	-0.452	508	2.325	-0.447
182	2.463	-0.412	345	2.534	-0.464	512	2.403	-0.449
183	2.535	-0.421	348	2.606	-0.473	515	2.487	-0.453
184	2.624	-0.428	351	2.684	-0.479	518	2.558	-0.458
185	2.697	-0.434	352	2.774	-0.484	520	2.633	-0.463
186	2.777	-0.44	353	2.862	-0.488	522	2.716	-0.467
188	2.863	-0.443	355	2.942	-0.495	524	2.808	-0.471
189	2.935	-0.446	356	3.021	-0.498	525	2.878	-0.475
190	3.011	-0.448	357	3.101	-0.503	527	2.963	-0.478
190	3.088	-0.454	358	3.179	-0.508	528	3.044	-0.483
191	3.173	-0.455	359	3.254	-0.516	528	3.12	-0.487
192	3.255	-0.458	360	3.34	-0.52	529	3.193	-0.493
194	3.324	-0.46	361	3.418	-0.524	530	3.264	-0.496
195	3.421	-0.465	361	3.494	-0.529	530	3.345	-0.501
195	3.508	-0.466	362	3.571	-0.533	531	3.439	-0.507
196	3.574	-0.472	363	3.657	-0.537	531	3.51	-0.51
197	3.663	-0.48	363	3.733	-0.541	532	3.598	-0.513
197	3.737	-0.486	363	3.811	-0.544	532	3.686	-0.515
198	3.82	-0.494	365	3.889	-0.548	532	3.756	-0.519
199	3.891	-0.498	366	3.967	-0.552	532	3.844	-0.52
200	3.971	-0.508	366	4.049	-0.557	532	3.912	-0.524
202	4.042	-0.517	366	4.124	-0.559	533	3.995	-0.527
202	4.126	-0.523	368	4.2	-0.562	533	4.067	-0.529
203	4.204	-0.528	366	4.287	-0.567	533	4.15	-0.531
204	4.287	-0.535	368	4.356	-0.571	533	4.224	-0.531
205	4.372	-0.541	369	4.43	-0.576	532	4.306	-0.533
205	4.44	-0.545	370	4.51	-0.578	531	4.383	-0.535
204	4.532	-0.548	369	4.588	-0.581	532	4.464	-0.537
205	4.601	-0.553	369	4.675	-0.583	531	4.554	-0.538
205	4.689	-0.556	369	4.75	-0.587	530	4.62	-0.541
206	4.758	-0.56	368	4.846	-0.588	529	4.712	-0.54
207	4.84	-0.563	368	4.931	-0.589	529	4.78	-0.541
206	4.93	-0.564	366	5.009	-0.592	528	4.864	-0.543
207	5.004	-0.564	366	5.091	-0.592	527	4.936	-0.543
207	5.087	-0.569	365	5.171	-0.594	526	5.025	-0.544
207	5.167	-0.575	364	5.249	-0.594	524	5.111	-0.546
207	5.249	-0.574	364	5.322	-0.594	523	5.178	-0.548
207	5.33	-0.577	363	5.403	-0.595	521	5.264	-0.548
207	5.41	-0.581	363	5.478	-0.596	520	5.352	-0.55
207	5.485	-0.581	362	5.556	-0.597	518	5.422	-0.55
207	5.561	-0.585	362	5.637	-0.596	516	5.511	-0.551
208	5.644	-0.589	361	5.721	-0.598	515	5.586	-0.553
208	5.724	-0.589	360	5.792	-0.598	513	5.661	-0.553
209	5.803	-0.593	359	5.88	-0.599	511	5.743	-0.555
209	5.886	-0.593	359	5.953	-0.6	509	5.824	-0.556
209	5.968	-0.598	358	6.039	-0.6	508	5.89	-0.557
210	6.037	-0.598	357	6.111	-0.6	506	5.982	-0.558
210	6.121	-0.603	356	6.193	-0.6	504	6.058	-0.558
210	6.204	-0.605	356	6.275	-0.601	501	6.146	-0.558
210	6.279	-0.61	356	6.351	-0.602	499	6.221	-0.56
211	6.36	-0.611	354	6.434	-0.601	497	6.306	-0.561
211	6.433	-0.613	354	6.516	-0.602	496	6.395	-0.561
211	6.514	-0.617	352	6.598	-0.604	493	6.461	-0.562
211	6.596	-0.617	352	6.669	-0.605	491	6.548	-0.562
211	6.672	-0.618	349	6.761	-0.606	488	6.616	-0.564
211	6.761	-0.624	350	6.84	-0.608	487	6.701	-0.564
210	6.829	-0.625	349	6.917	-0.608	484	6.776	-0.564
210	6.914	-0.627	347	7	-0.609	482	6.859	-0.565
210	6.993	-0.63	347	7.083	-0.609	480	6.942	-0.566
210	7.076	-0.63	345	7.159	-0.609	478	7.024	-0.566
209	7.16	-0.632	345	7.236	-0.61	476	7.092	-0.568
209	7.236	-0.634	343	7.317	-0.61	474	7.181	-0.568
209	7.327	-0.636	342	7.394	-0.611	472	7.26	-0.569
209	7.401	-0.636	341	7.471	-0.612	470	7.349	-0.57
208	7.475	-0.64	340	7.553	-0.612	469	7.422	-0.571
208	7.56	-0.641	340	7.632	-0.612	467	7.511	-0.571
208	7.639	-0.642	338	7.718	-0.612	466	7.578	-0.57
208	7.716	-0.643	337	7.799	-0.614	464	7.662	-0.572
207	7.806	-0.645	336	7.878	-0.615	462	7.746	-0.572
207	7.88	-0.645	336	7.959	-0.616	462	7.823	-0.572



Laboratorio Autorizzato dal Min. Infrastrutture CSLP con Decreto nr. 5089 del 18/06/2013, ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. nr. 380/01

NUMERO CERTIFICATO L-0035-002-07

7. FASE DI ROTTURA DEI TRE PROVINI

DIAGRAMMA SFORZO - DEFORMAZIONE

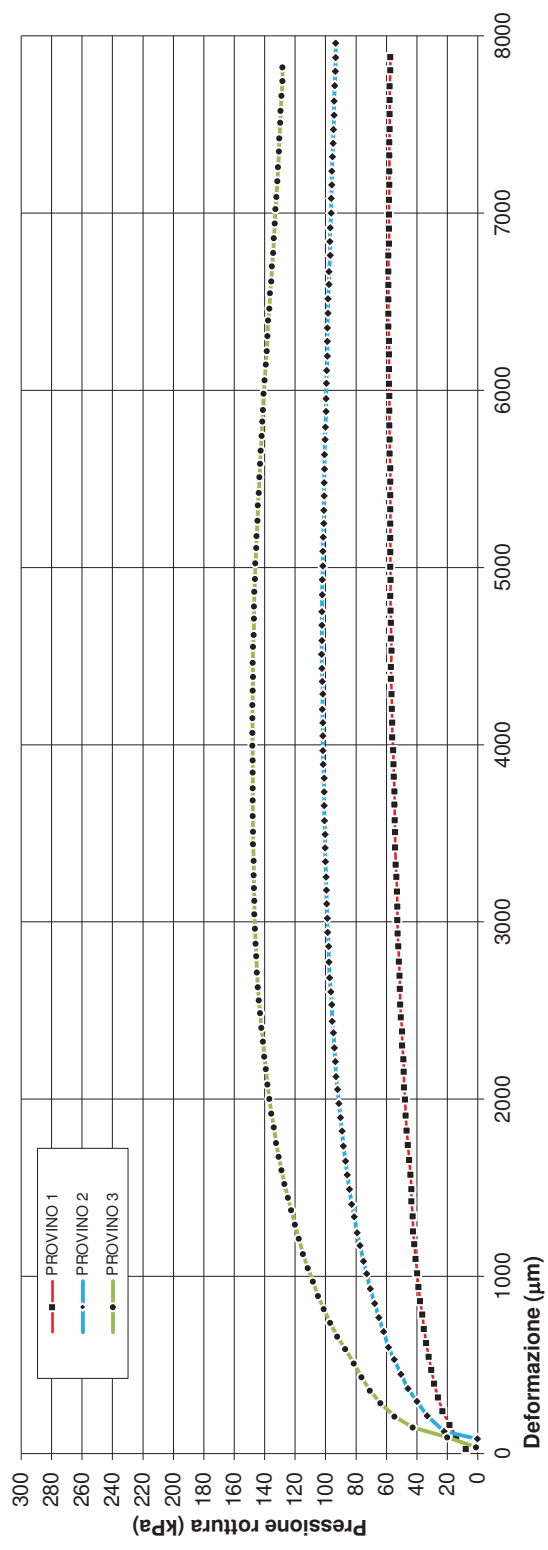
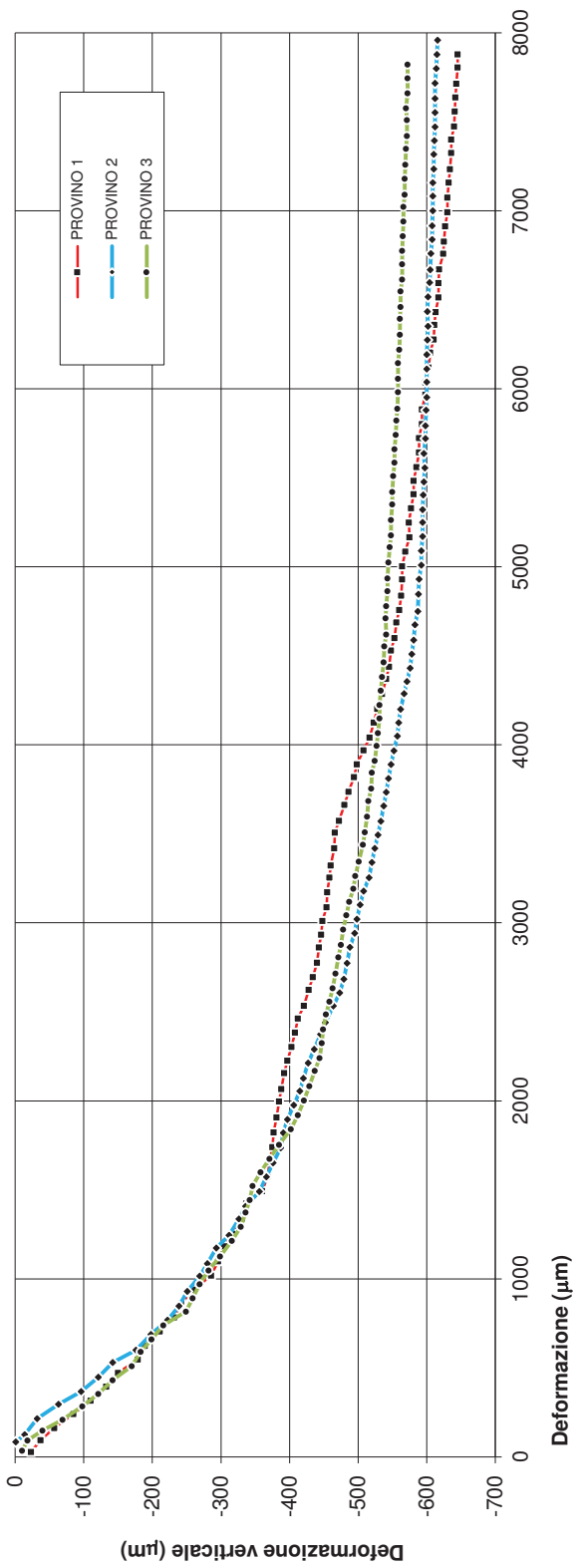
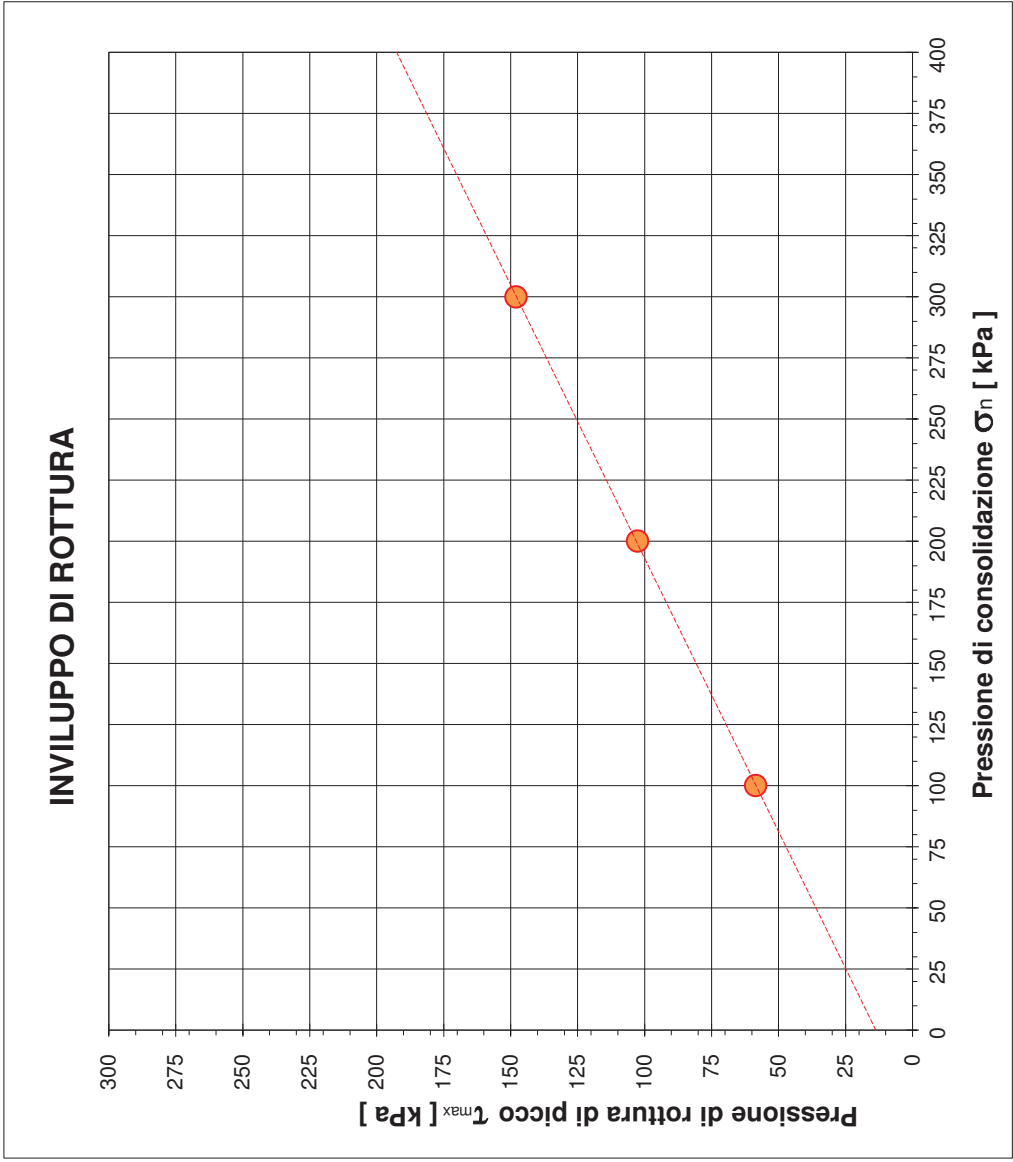


DIAGRAMMA DILATANZA - DEFORMAZIONE



8. INTERPRETAZIONE SULL'INVILUPPO DI ROTTURA DEL CAMPIONE



Pressione di consolidazione applicata S_n	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	[kPa]		
	100,00	200,00	300,00
Pressione di rottura di picco del campione t_{max}			
	[kPa]		
	58,611	102,667	148,056
Deformazione di rottura del provino D_s			
	[kPa]		
	6,360	4,510	3,995

Coesione	Angolo d'attrito
[kPa]	[gradi]
13,7	24,1

NUMERO CERTIFICATO L-0035-002-077

Lo sperimentatore
Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio
Dott. Dario Zulberti
Geologo

Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

NORMA UNI EN 17892-10

DATA CERTIFICATO	20/02/2015			NUMERO CERTIFICATO	L-0035-003-077
COMMITTENTE	Montenigo s.r.l. Via dei Biancospini n°4 - Loc. Montorio - 37100 - VERONA			OPERA	Strada delle Rive - Loc. Montorio Verona
DATA PRELIEVO/RICEVIM.	31/01/2015			DIREZIONE LAVORI	---
DATA APERTURA	04/02/2015			UBICAZIONE PRELIEVO	S3 -1,2
NUMERO DELLA PROVA	PROVA NR. 3				
DATA INIZIO PROVA	16/02/2015	NOTE VARIE	RICOSTITUITO	DATA FINE PROVA	20/02/2015

1. CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINO

	Mu. iniz.	Mu fin.	Ms	g in.	g fin.	gs in.	gs fin.	% H ₂ O in.	% H ₂ O fin.
	[g]	[g]	[g]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	[Mg/m ³]	%	%
PROVINO 1	114,05	116,98	91,44	15,534	19,188	12,454	14,999	24,73%	27,93%
PROVINO 2	113,07	113,57	90,24	15,401	19,922	12,291	15,830	25,30%	25,85%
PROVINO 3	113,33	112,07	90,71	15,436	21,335	12,355	17,269	24,94%	23,55%

Legenda:

Mu = massa umida
Ms = massa secca

g = peso di volume
gs = peso di volume secco

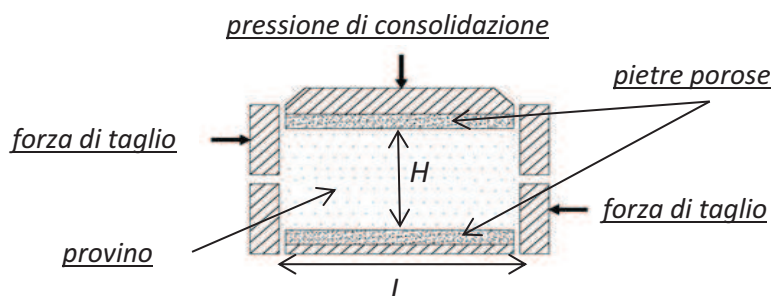
Massa volumica del grano

2,62

calcolata ☒
presunta ☐

2. CARATTERISTICHE DELLA PROVA

Per prove con provini ricostituiti: il materiale utilizzato per la prova è costituito dalla frazione del campione passante al setaccio di apertura 2 mm; successivamente il campione viene umidificato e ricostituito attraverso pestellatura manuale. La scatola di taglio di Casagrande a base quadrata ha dimensioni L X L X H = 60 x 60 x 20 mm. Campione sommerso durante la prova.



MACCHINE UTILIZZATE PER LA PROVA	
prov. 1	Tecnotest T665/N s/N 10048/01
prov. 2	Tecnotest T665/N s/N 10048/02
prov. 3	Tecnotest T665/N s/N 10048/01

	Lato	H in.	H fin.	CONSOLIDAZIONE		ROTTURA
				Pressione S _n	Tempo	Vel. imposta v _f
	[mm]	[mm]	[mm]	[kPa]	[min]	[mm/min]
PROVINO 1	60,00	20,00	16,61	100,00	1,18	0,00833
PROVINO 2	60,00	20,00	15,53	200,00	1,54	0,00833
PROVINO 3	60,00	20,00	14,31	300,00	1,92	0,00833

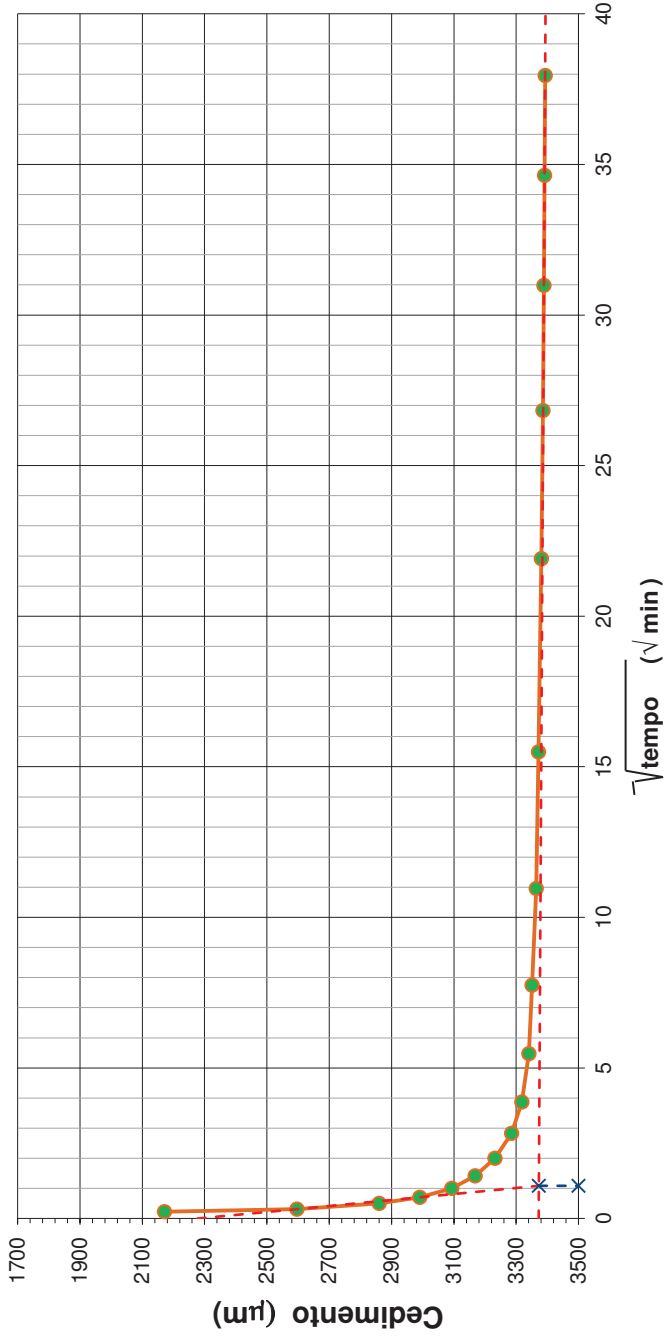


3. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (100 kPa) - PROVINO 1

N° CERTIFICATO L-0035-003-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	$\sqrt{\text{Tempo}}$ [$\sqrt{\text{min}}$]	Cedimenti [mm]
3	-2171	0,05	0,22	2171
6	-2596	0,10	0,32	2596
15	-2860	0,25	0,50	2860
30	-2990	0,50	0,71	2990
60	-3093	1,00	1,00	3093
120	-3168	2,00	1,41	3168
240	-3232	4,00	2,00	3232
480	-3285	8,00	2,83	3285
900	-3318	15,00	3,87	3318
1800	-3341	30,00	5,48	3341
3600	-3351	60,00	7,75	3351
7200	-3364	120,00	10,95	3364
14400	-3371	240,00	15,49	3371
28800	-3381	480,00	21,91	3381
43200	-3386	720,00	26,83	3386
57600	-3389	960,00	30,98	3389
72000	-3391	1200,00	34,64	3391
86400	-3393	1440,00	37,95	3393

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00	mm
	H finale =	16,61	mm

Tempo di consolidazione (t_{100})		$\sqrt{t_{100}} =$	1,09	min
		$t_{100} =$	1,18	min

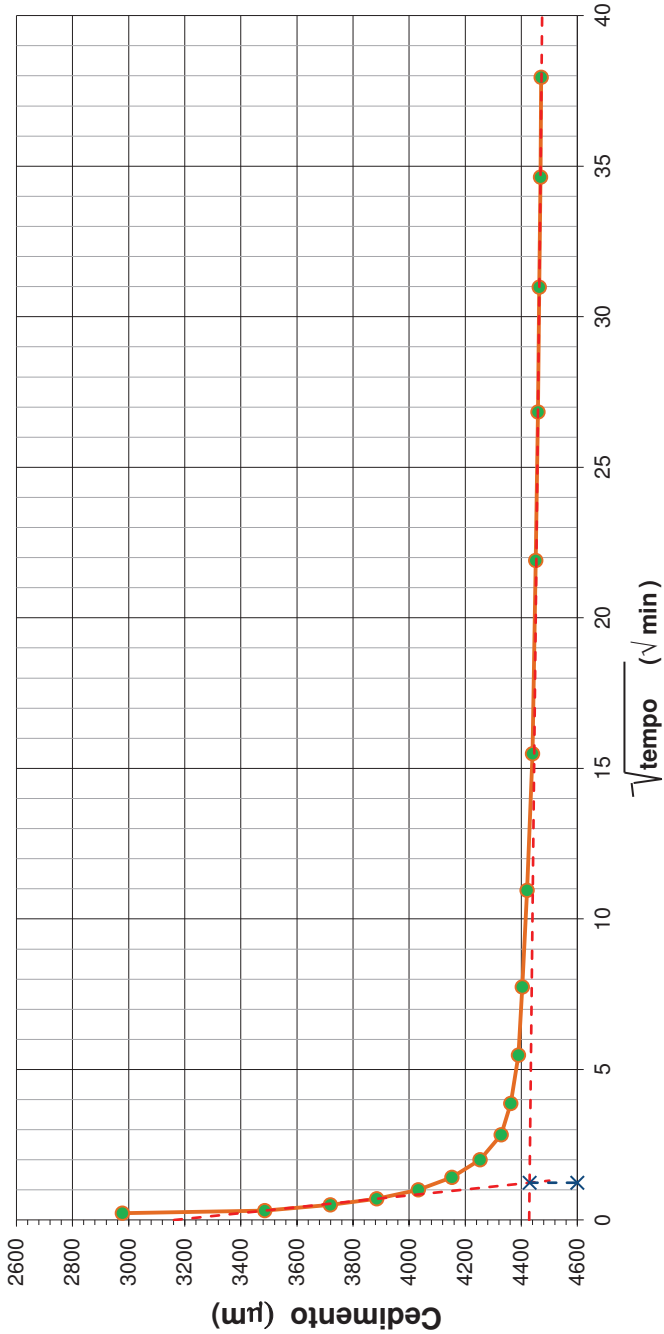


4. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (200 kPa) - PROVINO 2

N° CERTIFICATO L-0035-003-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	√Tempo [√(min)]	Cedimenti [mm]
3	-2978	0,05	0,22	2978
6	-3485	0,10	0,32	3485
15	-3719	0,25	0,50	3719
30	-3885	0,50	0,71	3885
60	-4033	1,00	1,00	4033
120	-4152	2,00	1,41	4152
240	-4253	4,00	2,00	4253
480	-4328	8,00	2,83	4328
900	-4362	15,00	3,87	4362
1800	-4390	30,00	5,48	4390
3600	-4403	60,00	7,75	4403
7200	-4421	120,00	10,95	4421
14400	-4440	240,00	15,49	4440
28800	-4451	480,00	21,91	4451
43200	-4459	720,00	26,83	4459
57600	-4464	960,00	30,98	4464
72000	-4468	1200,00	34,64	4468
86400	-4471	1440,00	37,95	4471

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00 mm
	H finale =	15,53 mm

Tempo di consolidazione (t_{100})	$\sqrt{t_{100}} =$	1,24 min
	$t_{100} =$	1,54 min

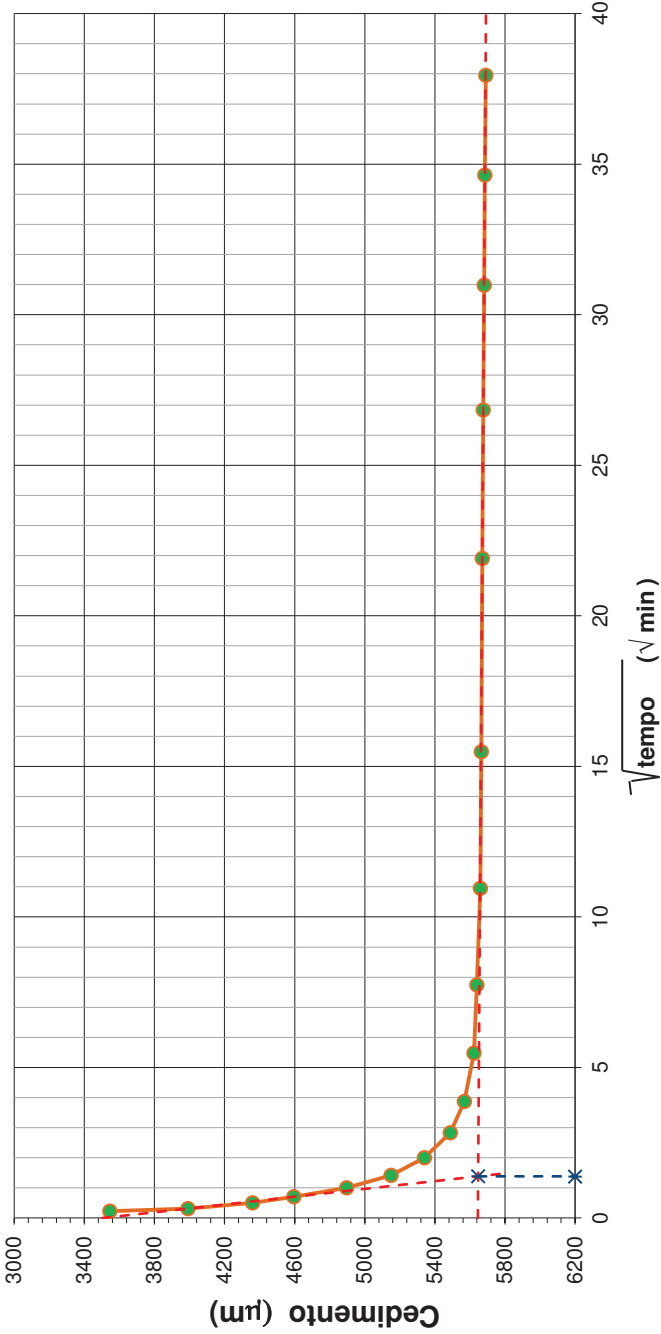


5. FASE DI CONSOLIDAZIONE PRIMARIA (300 kPa) - PROVINO 3

N° CERTIFICATO L-0035-003-077

Tempo [s]	Verticale [mm]	Tempo [min]	$\sqrt{\text{Tempo}}$ [$\sqrt{\text{min}}$]	Cedimenti [mm]
3	-3546	0,05	0,22	3546
6	-3991	0,10	0,32	3991
15	-4359	0,25	0,50	4359
30	-4596	0,50	0,71	4596
60	-4896	1,00	1,00	4896
120	-5150	2,00	1,41	5150
240	-5340	4,00	2,00	5340
480	-5488	8,00	2,83	5488
900	-5568	15,00	3,87	5568
1800	-5622	30,00	5,48	5622
3600	-5640	60,00	7,75	5640
7200	-5659	120,00	10,95	5659
14400	-5665	240,00	15,49	5665
28800	-5670	480,00	21,91	5670
43200	-5676	720,00	26,83	5676
57600	-5681	960,00	30,98	5681
72000	-5685	1200,00	34,64	5685
86400	-5691	1440,00	37,95	5691

Diagramma cedimenti - radice del tempo



Deformazioni	H iniziale =	20,00	mm
	H finale =	14,31	mm

Tempo di consolidazione (t_{100})	$\sqrt{t_{100}} =$	1,39	min
	$t_{100} =$	1,92	min



6. ACQUISIZIONE DATI DELLA FASE DI ROTTURA

NUMERO CERTIFICATO

L-0035-003-077

PROVINO 1			PROVINO 2			PROVINO 3		
Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]	Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]	Sforzo taglio [N]	Spostamento [mm]	Dilatanza [mm]
4	0.025	-0.005	29	0.07	-0.004	99	0.047	-0.023
33	0.09	-0.02	76	0.137	-0.024	152	0.118	-0.047
56	0.167	-0.036	104	0.219	-0.045	188	0.182	-0.075
67	0.242	-0.07	125	0.294	-0.062	218	0.255	-0.096
78	0.32	-0.099	144	0.382	-0.085	243	0.331	-0.109
87	0.405	-0.127	161	0.452	-0.111	265	0.409	-0.131
96	0.479	-0.142	177	0.538	-0.132	284	0.485	-0.153
103	0.551	-0.171	192	0.616	-0.158	303	0.563	-0.162
111	0.63	-0.197	206	0.687	-0.178	320	0.641	-0.177
117	0.701	-0.215	218	0.772	-0.193	336	0.712	-0.195
123	0.781	-0.228	229	0.844	-0.209	351	0.786	-0.206
129	0.863	-0.237	240	0.934	-0.231	364	0.866	-0.213
134	0.935	-0.251	249	1.006	-0.249	377	0.942	-0.226
140	1.024	-0.277	258	1.088	-0.254	389	1.024	-0.243
144	1.102	-0.304	267	1.165	-0.26	400	1.098	-0.255
148	1.181	-0.318	275	1.252	-0.27	411	1.184	-0.269
152	1.254	-0.327	282	1.328	-0.277	421	1.265	-0.277
156	1.331	-0.335	288	1.413	-0.288	430	1.344	-0.285
160	1.409	-0.344	295	1.488	-0.3	439	1.414	-0.292
163	1.487	-0.351	301	1.567	-0.311	446	1.495	-0.297
167	1.566	-0.36	307	1.651	-0.32	454	1.568	-0.3
170	1.655	-0.371	313	1.73	-0.328	462	1.642	-0.304
173	1.736	-0.384	317	1.81	-0.333	468	1.717	-0.311
176	1.819	-0.395	322	1.892	-0.341	474	1.803	-0.317
179	1.904	-0.406	327	1.971	-0.349	480	1.878	-0.32
182	1.985	-0.416	330	2.06	-0.355	486	1.965	-0.332
185	2.054	-0.426	335	2.13	-0.36	491	2.044	-0.341
187	2.14	-0.433	339	2.202	-0.364	495	2.132	-0.347
189	2.212	-0.439	342	2.286	-0.366	501	2.198	-0.356
192	2.294	-0.442	346	2.358	-0.371	505	2.284	-0.365
194	2.362	-0.452	348	2.449	-0.376	509	2.36	-0.374
196	2.439	-0.457	351	2.523	-0.381	514	2.442	-0.379
197	2.52	-0.463	354	2.605	-0.387	518	2.517	-0.385
199	2.608	-0.469	357	2.674	-0.393	522	2.59	-0.389
201	2.68	-0.476	359	2.768	-0.404	526	2.662	-0.393
203	2.762	-0.482	362	2.851	-0.409	530	2.752	-0.396
204	2.845	-0.489	364	2.938	-0.414	533	2.822	-0.399
204	2.92	-0.494	367	3.006	-0.42	537	2.905	-0.401
206	2.994	-0.496	369	3.095	-0.425	540	2.984	-0.403
208	3.064	-0.499	372	3.169	-0.428	543	3.059	-0.404
209	3.148	-0.502	374	3.252	-0.431	546	3.137	-0.406
210	3.237	-0.506	376	3.328	-0.434	549	3.21	-0.41
211	3.31	-0.509	377	3.411	-0.436	551	3.293	-0.413
212	3.397	-0.511	380	3.479	-0.439	553	3.377	-0.415
214	3.487	-0.514	382	3.56	-0.442	555	3.441	-0.417
214	3.554	-0.517	384	3.635	-0.446	557	3.538	-0.42
216	3.642	-0.52	384	3.715	-0.449	559	3.621	-0.422
216	3.708	-0.523	386	3.794	-0.453	561	3.687	-0.423
217	3.793	-0.525	387	3.876	-0.457	563	3.779	-0.424
218	3.865	-0.525	389	3.947	-0.46	565	3.851	-0.425
219	3.947	-0.529	390	4.022	-0.463	566	3.937	-0.428
220	4.016	-0.532	391	4.116	-0.465	568	4.005	-0.43
220	4.101	-0.535	391	4.191	-0.469	569	4.083	-0.433
221	4.181	-0.538	392	4.251	-0.47	571	4.156	-0.435
222	4.261	-0.542	394	4.34	-0.472	572	4.242	-0.437
222	4.351	-0.549	395	4.418	-0.473	575	4.317	-0.439
223	4.418	-0.553	395	4.498	-0.474	577	4.396	-0.443
223	4.505	-0.558	396	4.572	-0.476	578	4.475	-0.447
224	4.576	-0.561	397	4.648	-0.476	578	4.551	-0.45
224	4.665	-0.563	397	4.739	-0.48	579	4.639	-0.451
224	4.729	-0.566	398	4.822	-0.482	580	4.707	-0.455
225	4.816	-0.569	397	4.908	-0.485	580	4.789	-0.455
225	4.904	-0.569	398	4.988	-0.486	580	4.869	-0.457
226	4.975	-0.572	399	5.079	-0.488	580	4.948	-0.46
226	5.059	-0.574	399	5.148	-0.489	581	5.033	-0.462
226	5.144	-0.576	400	5.225	-0.489	582	5.107	-0.465
227	5.217	-0.577	400	5.306	-0.491	583	5.188	-0.468
226	5.307	-0.58	399	5.384	-0.492	583	5.269	-0.469
227	5.381	-0.581	399	5.463	-0.492	584	5.351	-0.474
228	5.458	-0.582	400	5.541	-0.494	583	5.429	-0.476
228	5.538	-0.582	399	5.613	-0.496	583	5.512	-0.476
228	5.617	-0.584	400	5.698	-0.497	583	5.587	-0.48
228	5.69	-0.586	399	5.772	-0.5	582	5.656	-0.48
229	5.779	-0.587	400	5.852	-0.5	582	5.747	-0.484
229	5.855	-0.588	399	5.929	-0.501	581	5.822	-0.486
229	5.939	-0.589	400	6.005	-0.503	580	5.894	-0.486
230	6.011	-0.591	400	6.078	-0.504	579	5.971	-0.488
230	6.095	-0.592	400	6.163	-0.505	578	6.064	-0.49
230	6.179	-0.593	400	6.238	-0.506	576	6.141	-0.491
230	6.251	-0.593	399	6.317	-0.507	578	6.218	-0.495
231	6.332	-0.595	400	6.393	-0.508	577	6.305	-0.497
231	6.402	-0.594	399	6.476	-0.509	575	6.382	-0.498
231	6.491	-0.595	399	6.557	-0.509	575	6.459	-0.5
231	6.568	-0.596	399	6.642	-0.51	574	6.538	-0.5
230	6.647	-0.597	399	6.735	-0.513	574	6.612	-0.501
230	6.732	-0.598	399	6.81	-0.517	573	6.69	-0.502
230	6.801	-0.599	399	6.898	-0.518	572	6.772	-0.504
230	6.885	-0.6	399	6.975	-0.52	572	6.854	-0.504
230	6.968	-0.601	399	7.048	-0.519	571	6.929	-0.505
230	7.051	-0.603	399	7.131	-0.52	570	7.017	-0.508
229	7.13	-0.604	399	7.213	-0.52	570	7.077	-0.507
229	7.206	-0.605	399	7.289	-0.521	569	7.165	-0.509
229	7.301	-0.605	398	7.37	-0.522	568	7.247	-0.509
229	7.371	-0.607	399	7.449	-0.523	569	7.334	-0.511
229	7.45	-0.608	398	7.527	-0.524	568	7.409	-0.511
229	7.538	-0.608	398	7.603	-0.526	567	7.49	-0.513
229	7.614	-0.609	398	7.685	-0.528	567	7.573	-0.514
229	7.69	-0.61	397	7.76	-0.529	566	7.651	-0.516
229	7.771	-0.61	397	7.838	-0.532	565	7.729	-0.519
226	7.853	-0.611	396	7.919	-0.534	564	7.805	-0.519



Laboratorio Autorizzato dal Min. Infrastrutture CSLP con Decreto nr. 5089 del 18/06/2013, ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. nr. 380/01

NUMERO CERTIFICATO L-0035-003-07

7. FASE DI ROTTURA DEI TRE PROVINI

DIAGRAMMA SFORZO - DEFORMAZIONE

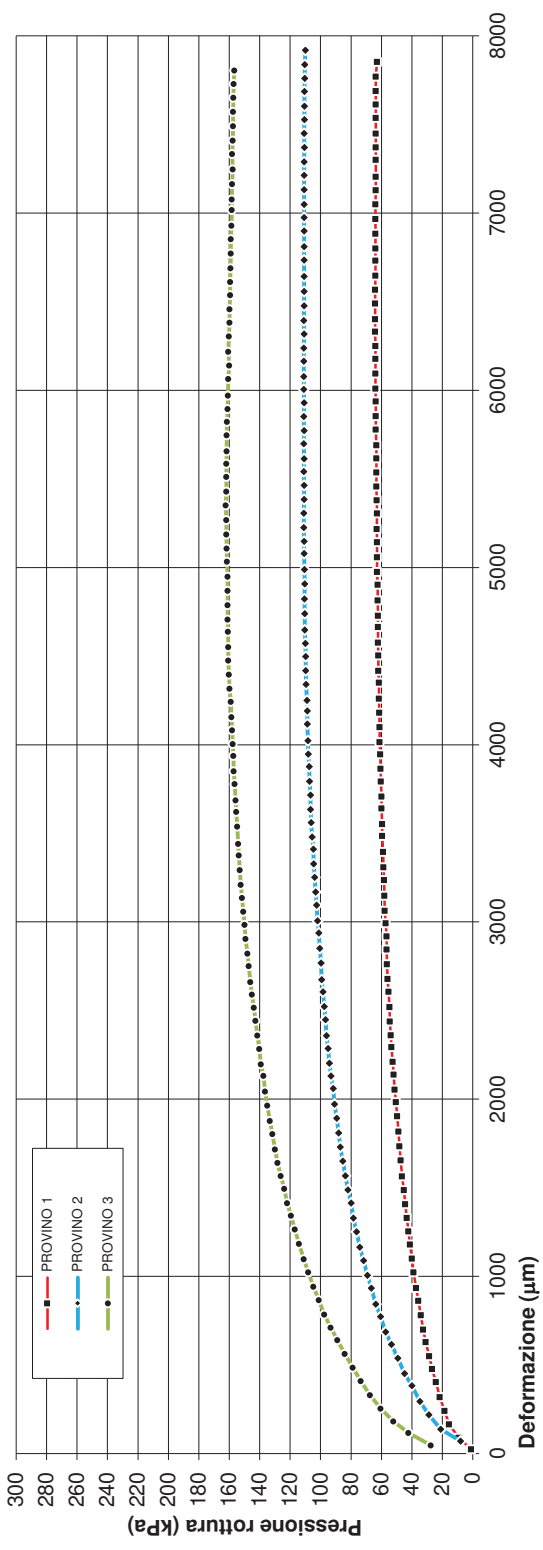
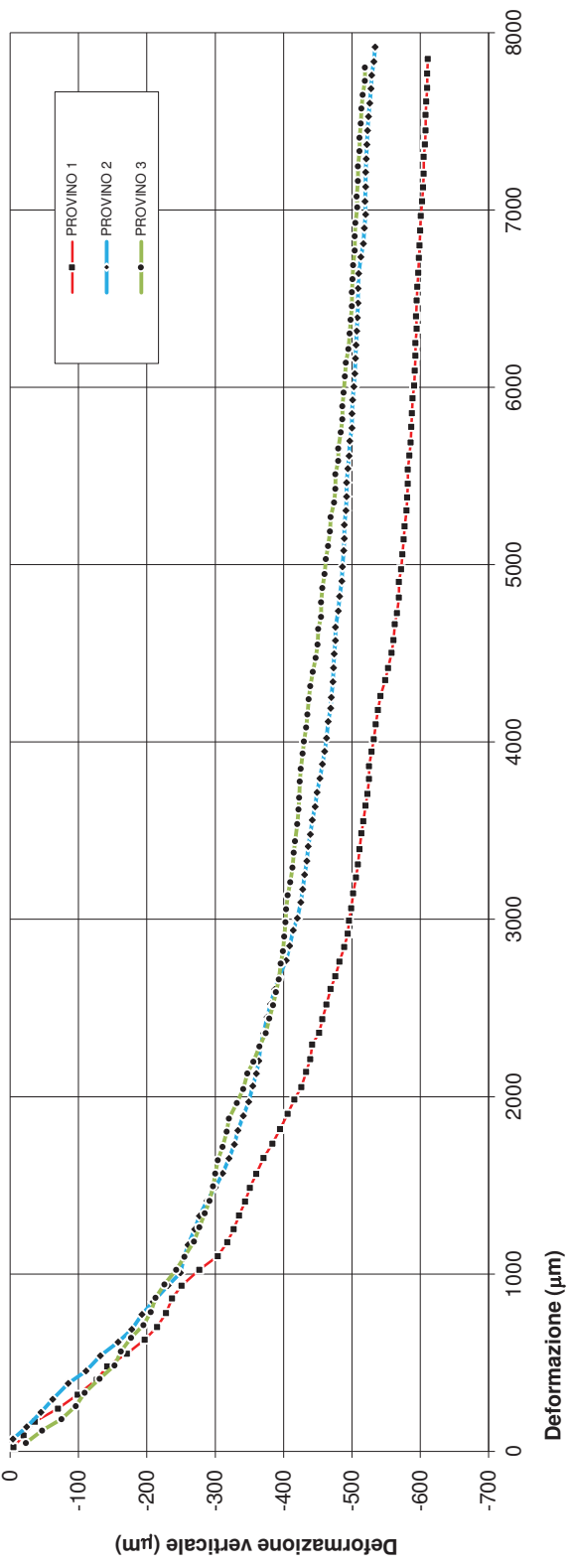
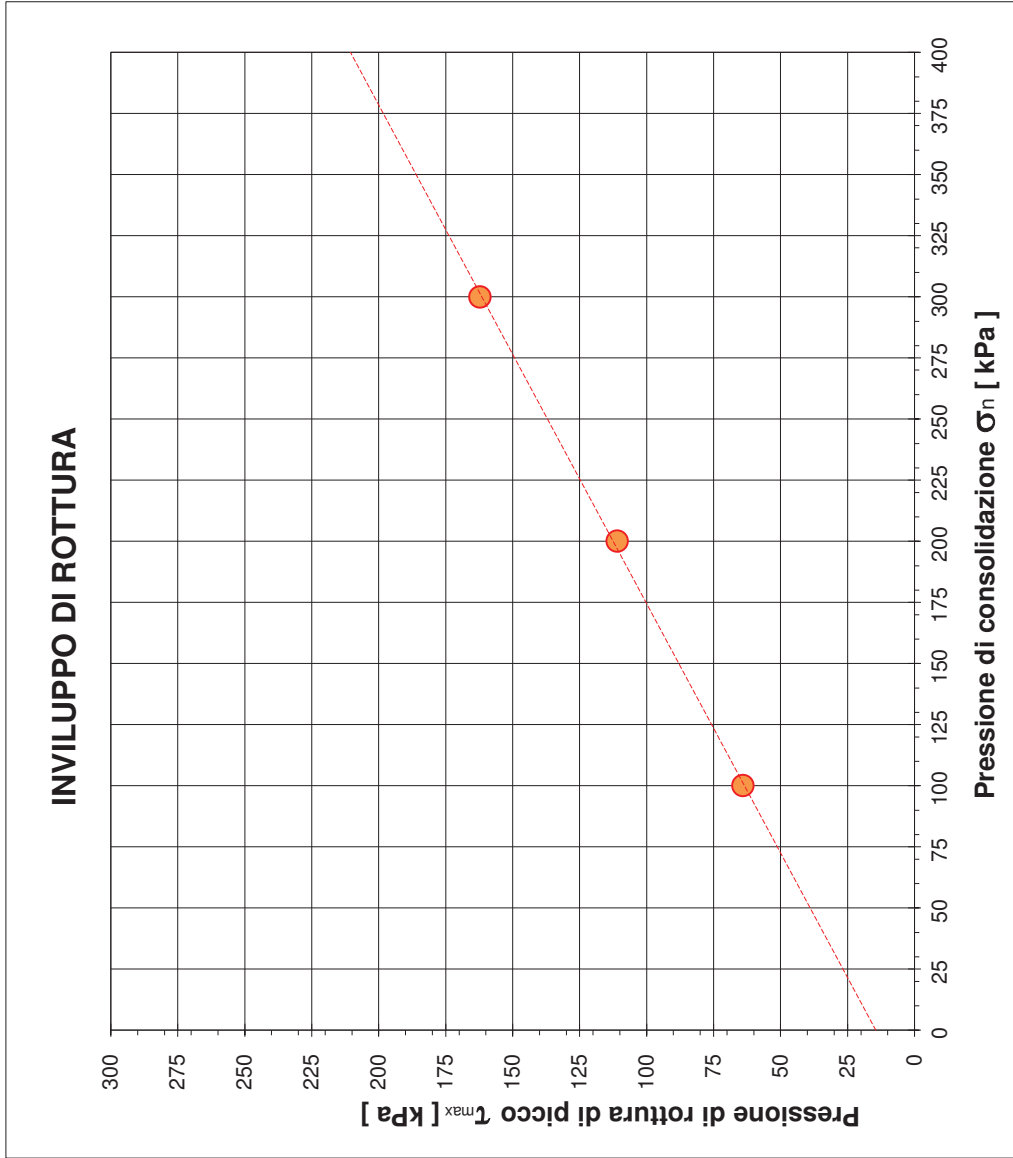


DIAGRAMMA DILATANZA - DEFORMAZIONE



8. INTERPRETAZIONE SULL'INVILUPPO DI ROTTURA DEL CAMPIONE



Pressione di consolidazione applicata S_n	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Pressione di rottura di picco del campione t_{max}	100,00	200,00	300,00
Deformazione di rottura del provino D_s	64,167	111,111	162,222
	[kPa]		
	[kPa]		
	[kPa]		

Coesione	Angolo d'attrito
[kPa]	[gradi]
14,4	26,1

NUMERO CERTIFICATO

L-0035-003-077

Lo sperimentatore

Dott. Giuseppe Spampinato

Il direttore del Laboratorio

Dott. Dario Zulberti

Geologo

Ordine dei Geologi Trentino-A.A. Iscrizione nr. 214

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente. Il presente Certificato non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta di Tecnoverifiche.