

Studio Tecnico Geologico

Albo Geologi Regione Puglia n. 188

P. IVA = 03514130727=

e-mail : giudas@virgilio.it

Tel/Fax. 0883-511223

reperibilità 335 - 8247605

COMUNE DI CANOSA DI PUGLIA

Oggetto:

PUE COMPARTO CPF.CP/EP SS. 93

Committente:

S.E.M. S.r.l.

Il Tecnico:

Arch. Paolo D'ADDATO

Relazione geologica

dott.geol.
Giuseppe DASCANIO

Febbraio 2022

Premessa

A seguito di incarico ricevuto dalla **Ditta S.E.M. S.r.l.**, per la redazione di uno studio geologico e, relativo all'area sita in **Canosa di Puglia**, di cui all'oggetto, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche, al fine di acclarare l'assetto dell'area prescelta.

Lineamenti geomorfologici del territorio

L'agro del **Comune di Canosa di Puglia** è dato da diversi tipi morfologici, con altezza variabile tra **50 e 150** metri sul livello del mare, e dista circa **20 km** dalla costa, posta a **NE** e circa **3 Km** dal fiume **Ofanto**; posto a **NO**.

Le strutture morfologiche degradano sia verso il fiume **Ofanto** (raccordandosi alle sponde dello stesso a mezzo di piani, dati da vecchi terrazzi alluvionali dello stesso fiume, che assumono un orientamento parallelo alla direzione del corso d'acqua, ossia perpendicolare alla linea di costa) e sia verso la linea di costa, con un analogo sistema di raccordo a terrazzi.

Il raccordo tra le strutture morfologiche dei pianori e dei terrazzi (sia alluvionali che marini) avviene con un cambio repentino di pendenza di pochi metri.

Lungo la linea di contatto fra le formazioni quaternarie e quelle alluvionali recenti, si riscontra una fascia, all'incira coincidente con la **SS. 16**, ove affiorano detriti di pezzatura varia derivanti dal disfacimento dei rilievi per erosione fluviale, o per degradazione meteorica areale.

Nel raggio di almeno **1,5 km** dall'abitato non si riscontra una vera idrografia, mentre l'elemento idrografico più importante è dato dal fiume **Ofanto**, posto a **NO** dell'abitato, a circa **3 km** dallo stesso.

Caratteri geologici

L'area, oggetto di studio, presenta una morfologia tipica dei terrazzi marini, ossia ripiani con andamento parallelo alla costa, che si raccordano alle sabbie delle spiagge attuali a mezzo di gradini o scarpate di altezza non superiore a pochi metri. La linea di costa è infatti posta a NE, a circa 20 km.

Non esistono strutture tettoniche e morfologiche di particolare rilievo.

Dal punto di vista geolitologico, il Comune di **Canosa di Puglia**, in cui ricade l'area oggetto di studio è caratterizzato dalle seguenti formazioni affioranti :

- a) **depositi alluvionali terrazzati;**
- b) **depositi marini sabbiosi postcalabriani;**
- c) **sabbie calcareo - quarzose;**
- d) **argille subappennine;**
- e) **calcareniti ("tufi calcarei").**

La costituzione geologica del sottosuolo della zona interessata è stata valutata sia mediante l'esame di dati bibliografici esistenti nella letteratura specifica, sia tramite il rilevamento geologico della zona, che attraverso l'esame delle informazioni tratte dalle indagini geognostiche effettuate.

I terreni affioranti nella zona in esame appartengono a formazioni sedimentatesi nel **Quaternario** e costituite generalmente da un complesso sabbioso - siltoso - argilloso, passante verso il basso ad argille sabbiose e sabbie argillose.

I depositi alluvionali terrazzati sono costituiti da livelli sabbioso - ciottolosi, sabbie e silts alluvionali, e sono il risultato del colmamento di persistenti depressioni da parte delle periodiche alluvioni del vicino **Fiume Ofanto**.

La loro consistenza è variabile, e comunque mai elevata, trattandosi di terreni praticamente sciolti.

I soprastanti depositi marini postcalabriani, riferibili al **Pleistocene**, sono costituiti da sabbie fini in prevalenza quarzose, di colore giallastro o rossastro, con presenza di componenti siltose ed argillose in percentuali variabili.

Localmente si osservano concrezioni calcaree intercalate a crosta pseudolapidea (crosta pugliese) in superficie.

Di seguito affiorano le cosiddette Sabbie di Monte Marano, date da sabbie calcareo - quarzose di colore giallastro, a luoghi con livelli più o meno cementati. Detti depositi sono riferibili al **Calabriano**.

Nella parte più orientale della zona di **Canosa di Puglia** affiorano le argille subappennine, date da argille marnose, più o meno siltose, di colore grigio - azzurro (o giallastro per fenomeni di alterazione).

Le "Calcareni di Gravina", impropriamente note anche col nome di "tufi calcarei", riferibili al **Plio-Pleistocene**, hanno un colore giallognolo-biancastro ed una granulometria variabile da media a fine, con consistenza da pseudocoerente a lapidea.

Sondaggi e prove effettuate

L'area oggetto di studio è ben nota allo scrivente in quanto nella stessa area in cui ricade il sito oggetto di studio, sono state effettuate diverse indagini geognostiche.

Le stesse, eseguite in vicinanza del sito in parola e comunque sui medesimi litotipi, sono stati effettuate in occasione di passati lavori professionali e si allegano al presente lavoro in quanto utili a caratterizzare i terreni.

Le indagini geognostiche sono state le seguenti:

- a) perforazioni, per l'accertamento della stratigrafia ed il prelievo di campioni;
- b) analisi di laboratorio, sui campioni prelevati nelle perforazioni;
- c) sondaggio sismico per l'accertamento delle caratteristiche sismosstratigrafiche dell'area, oltre che per la caratterizzazione dei terreni di fondazione.

Nel seguito della presente nota sono descritte le metodologie usate.

Litostratigrafia

L'area oggetto di studio è caratterizzata, litologicamente, dalla presenza di alluvioni e conglomerati alluvionali poggianti sui terreni quaternari marini, cui seguono, in profondità, argille e calcari.

Dal punto di vista tettonico non si riscontrano, nella zona esaminata, evidenti linee di faglie.

L'idrogeologia è presente per falde acquifere sospese, che si rinvengono in genere a profondità corrispondenti al livello mare, con lento deflusso verso la linea di costa, ma possono anche rinvenirsi livelli di acqua non riferibili avere e proprie falde, a quote più superficiali.

Nell'area in esame sono già note le caratteristiche litostratigrafiche, anche a causa del notevole numero di indagini geognostiche eseguite a suo tempo, in particolare mediante perforazioni, penetrometrie e stendimenti microsismici.

La effettuazione di n. 2 perforazioni (S1 ed S2) ubicate come riportate in allegato grafico, ha permesso di stabilire la seguente successione stratigrafica.

Pertanto si può indicare la seguente **stratigrafia**.

Al di sotto della coltre di **terreno vegetale**, di spessore non superiore al metro, si rinvengono delle alluvioni ghiaiose e conglomeratiche, a matrice prevalentemente sabbioso - limosa, continua sino a poco meno di 4 m di profondità.

A queste seguono i depositi quaternari, dati essenzialmente da una alternanza di sabbie, sabbie limose e limoso - argillose che, all'aumentare della profondità aumentano la componente argillosa, e comunque continue sino a circa 8,5 m di profondità.

A questo punto i terreni si fanno decisamente più argillosi, con frequente presenza di fiamme di ossidazione, e continui sino a fondo foro (20 m).

A partire da circa 80 m di profondità, è nota la presenza del banco calcarenitico che poggia, verso i 100 m circa di profondità

sui calcari cretacici, continui sino a non meno di 200 m di profondità.

Per quanto riguarda la falda acquifera considerata, si ha evidenza di presenza di acqua a partire da circa 10 m di profondità, per quanto la falda vera e propria sia nota a quote non inferiori a **- 20 - 25 m** dal p.c. attuale.

Nei fori effettuati sono stati prelevati dei campioni, rappresentativi delle varie tipologie litologiche rinvenute, per poterne ricavare (attraverso apposite analisi geotecniche di laboratorio) opportune indicazioni utili al Progettista ai fini fondazionali.

CLIVOMETRIA E PERMEABILITÀ'

Il sito oggetto di studio è subpianeggiante e non presenta, al contorno, pendenze particolari ovvero degne di nota.

La clivometria dei terreni in esame, infatti è tale da essere compresa tra pendenze oscillanti tra il 5% ed il 10%.

L'area in esame è posta su terreni quaternari conglomeratici poggianti verso i 3,5 - 4 m di profondità su sabbie.

La Carta Tecnica dell'Italia Meridionale, in scala 1:5.000, riporta, per i terreni presenti nel sito indagato e nelle zone limitrofe, fornisce buoni valori di permeabilità media (per le sabbie sottostanti) e medio - alta (per i conglomerati).

La permeabilità è medio - alta (circa $5 * 10^{-3}$ cm/sec) per i terreni più schiaramente conglomeratici, mentre diminuisce (valori intorno a 10^{-4} cm/sec) per terreni più schiaramente sabbiosi, posti peraltro in profondità.

Vincolistica PAI

L'area oggetto di studio non è praticamente interessata da alcun vincolo o restrizione di cui al Piano Territoriale delle Acque della Regione Puglia, così come determinato dalla relativa Autorità di Bacino (adb puglia).

In particolare una porzione marginale delle aree di cui all'oggetto del presente lavoro, ricadono ai bordi di un'area a vincolo per pericolosità idraulica, in particolare in area BP (Bassa Pericolosità) - peraltro essendo il resto delle aree interessate al progetto al di fuori di tali aree a vincolo.

E' peraltro noto che, come da normativa, in tali aree a vincolo non sia consentita, tra le altre cose, l'alterazione della morfologia e/o della permeabilità dei terreni, vincolando pertanto la realizzazione di qualsiasi manufatto a opere di mitigazione del rischio o semplicemente al divieto delle stesse a realizzarsi.

A seguito di verifica, di cui si riportano in allegato le carte tecniche esplicative, è stato possibile accettare quanto segue:

a - è vero che porzioni marginali di alcune particelle ricadono negli ultimi lembi di aree a vincolo BP;

b - le zone in oggetto non saranno interamente interessate agli interventi che si intende realizzare;

c - all'interno delle stesse zone di cui al punto b) le aree interessate agli interventi a realizzarsi sono sempre e totalmente al di fuori delle aree a rischio BP

d - le stesse aree oggetto reale degli interventi a realizzarsi sono poste a distanze sempre superiori a 200 metri dal bordo dell'area a rischio BP

Pertanto, sulla base di quanto sopra considerato, si ritiene che nulla osti alla realizzazione del progetto in parola, per quanto di competenza espresso dallo scrivente in questa sede.

Inoltre, per quanto precedentemente detto, sono di fatto salvaguardate le aree a rischio BP, non essendo le stesse interessate da alcun tipo di attività edilizia.

In allegato grafico risulta molto più esplicito quanto testé riportato.

INDAGINE SISMICA

Per evidenziare le caratteristiche geomeccaniche degli strati oggetto di studio, nonchè i loro rapporti stratigrafici, è stata eseguita una campagna di indagini microsismiche, della quale si riportano di seguito i risultati (sondaggio **Sr1**).

In particolare, la campagna di indagini è consistita nella esecuzione di uno stendimento sismico, con metodica sismica a rifrazione, come illustrato nell'allegato grafico (e denominato **Sr1**).

Le indagini microsismiche sono state oggetto di interpretazione ed analisi e sono oggetto di una apposita ed esaustiva nota posta in allegato alla presente relazione.

In particolare, dal profilo effettuato si è ottenuta una categoria di suolo di fondazione pari a "B" con velocità di Vs equivalenti (= Vs30) pari a 390 m/s,

ANALISI DI LABORATORIO

Durante la effettuazione delle perforazioni sono stati prelevati dei campioni

a) n. 3 campioni nel sondaggio S1 (ed ognuno rappresentativo dei tre litotipi individuati - ghiaie, sabbie ed argille);

b) n. 1 campione nel sondaggio S2, in corrispondenza del tetto della formazione sabbiosa.

I campioni sono stati sottoposti a diverse tipologie di analisi, in base alla natura di partenza che, ovviamente, consente la effettuazione di alcune piuttosto che di altre tipologie indagative.

Il campione S1 - C1 (ghiaie) è stato sottoposto a determinazione del contenuto d'acqua ed ad una analisi granulometrica (per la definizione del litotipo) - la natura ghiaiosa in matrice sabbiosa non consente altre indagini ugualmente affidabili.

In sede esecutiva, ai fini del calcolo della spinta laterale dei terreni a detti terreni possono essere attribuiti i seguenti valori:

- angolo di attrito interno = 25°
- peso di volume = 1,6 - 1,7 g/cm³
- coesione = 0 - 0,1 kg/cm² = 0 - 0,1 kg/cm²

Il campione S1 - C2 (sabbie debolmente limose) è stato sottoposto a

- determinazione del contenuto d'acqua
- determinazione del peso secco
- analisi granulometrica
- prova di taglio diretto
- analisi edometrica

In sede esecutiva, per il calcolo strutturale ai fini fondazionali, a detti terreni possono essere attribuiti i seguenti valori:

- angolo di attrito interno = 32° - 33°
- peso di volume = 1,8 g/cm³
- coesione = 0 KN/m² = 0 kg/cm²

Il campione S1 - C3 (limi ed argille) è stato sottoposto a

- determinazione del contenuto d'acqua
- determinazione del peso secco
- analisi granulometrica
- prova di taglio diretto
- analisi edometrica
- prova triassiale di tipo U.U.

In sede esecutiva, per il calcolo strutturale ai fini fondazionali, a detti terreni possono essere attribuiti i seguenti valori:

- angolo di attrito interno = 25°
- peso di volume = 1,8 g/cm³
- coesione = 20 KN/m² = 0,2 kg/cm²

Tutte le indagini sinteticamente esposte sopra, trovano ampia documentazione negli allegati certificati del **Laboratorio Geotecnico Pavia S.r.l.** che ha effettuato le analisi, e che meglio illustrano le caratteristiche geotecniche dei terreni indagati.

N. B. il campione S1 - C2 è perfettamente correlabile al campione S2 - C1, prelevato nel secondo sondaggio (S2) sia in quanto a litologia che per i dati geotecnici trovati.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti si può affermare che i terreni di fondazione dei manufatti meglio specificati in oggetto, da realizzarsi alla S.S. n. 93, rappresentati (al di sotto dei primi metri ghiaioso-sabbiosi alluvionali) da sabbie limose ed argille sabbiose, siano idonei ad ospitare le opere previste dal progetto.

Tali terreni risultano dotati di sufficienti valori dei parametri di resistenza meccanica, ma in considerazione della loro natura disomogenea e poco addensata, si consiglia di adottare una struttura di fondazione sufficientemente rigida.

Per le sue caratteristiche i terreni in esame possono essere attribuiti a terreni di **Categoria B**, in quanto la velocità sismica tipica delle V_s eq. (= V_{s30}) è compresa tra 380 e 400 m/sec..

L'adozione di **strutture dirette rigide, di tipo continuo** a trave rovescia, ovvero del tipo a platea, potrà essere scelta dal progettista solo dopo attenta valutazione della natura e della intensità dei carichi in gioco, nonchè della geometria della struttura in elevazione.

Dall'esame dei parametri geomeccanici prelevati dalle elaborazione dei dati delle prove penetrometriche confrontati con il calcolo della capacità portante secondo Terzaghi-Mejerhof, è consigliabile applicare al terreno un **carico di rottura, non superiore a 6 Kg/cm²**, per fondazioni comprese tra i - 4 m ed i - 8 m dal p.c.

Nel casi si vogliano usare, in alternativa od in congiunzione con quelle sauperficiali, fondazioni profonde (ad esempio a pali), si consiglia di ammorsare gli stessi per almeno 2 m nello strato maggiormente argilloso - detto strato, che è evidente a partire da circa 8 m di profondità, può considerarsi pienamente usabile ipotizzando un carico alla punta posto a non meno di - 12 m di profondità.

Vista la stratigrafia, già descritta in apposito paragrafo, si riassumono di seguito le caratteristiche geomeccaniche dei tre strati individuati

a) **STRATO 1** da 0,5 a 3,8 m

- litologia ghiaie
 - angolo di attrito interno = 25°
 - peso di volume = $1,6 - 1,7 \text{ g/cm}^3$
 - coesione = $0 - 0,1 \text{ kg/cm}^2 = 0 - 0,1 \text{ kg/cm}^2$
 - carico di rottura = $3 - 4 \text{ kg/cm}^2$

b) **STRATO 2** da 3,8 a 8 m

- litologia sabbie limose
 - angolo di attrito interno = $32^\circ - 33^\circ$
 - peso di volume = 1,8 g/cm³
 - coesione = 0 KN/mq = 0 kg/cm²
 - carico di rottura = 6 - 7 kg/cm²

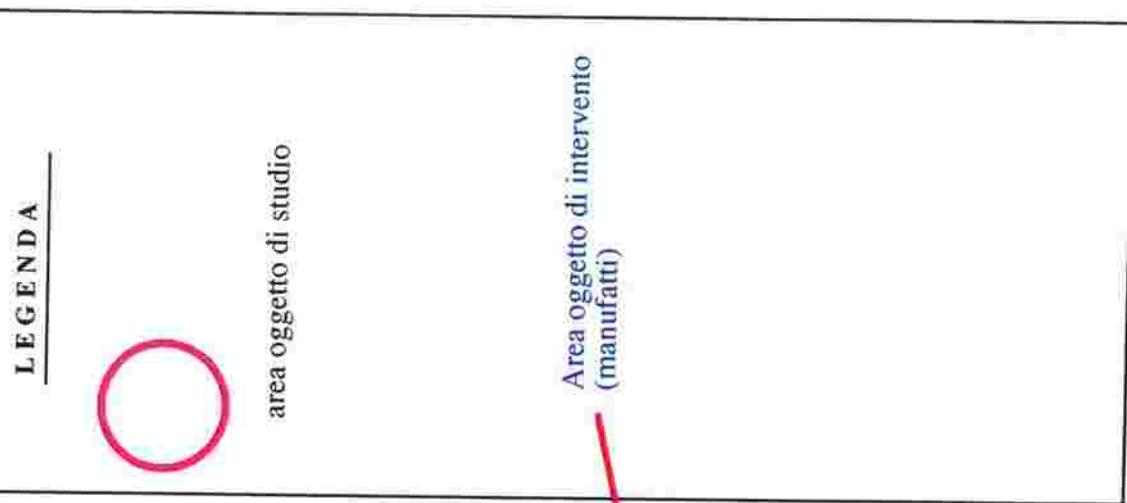
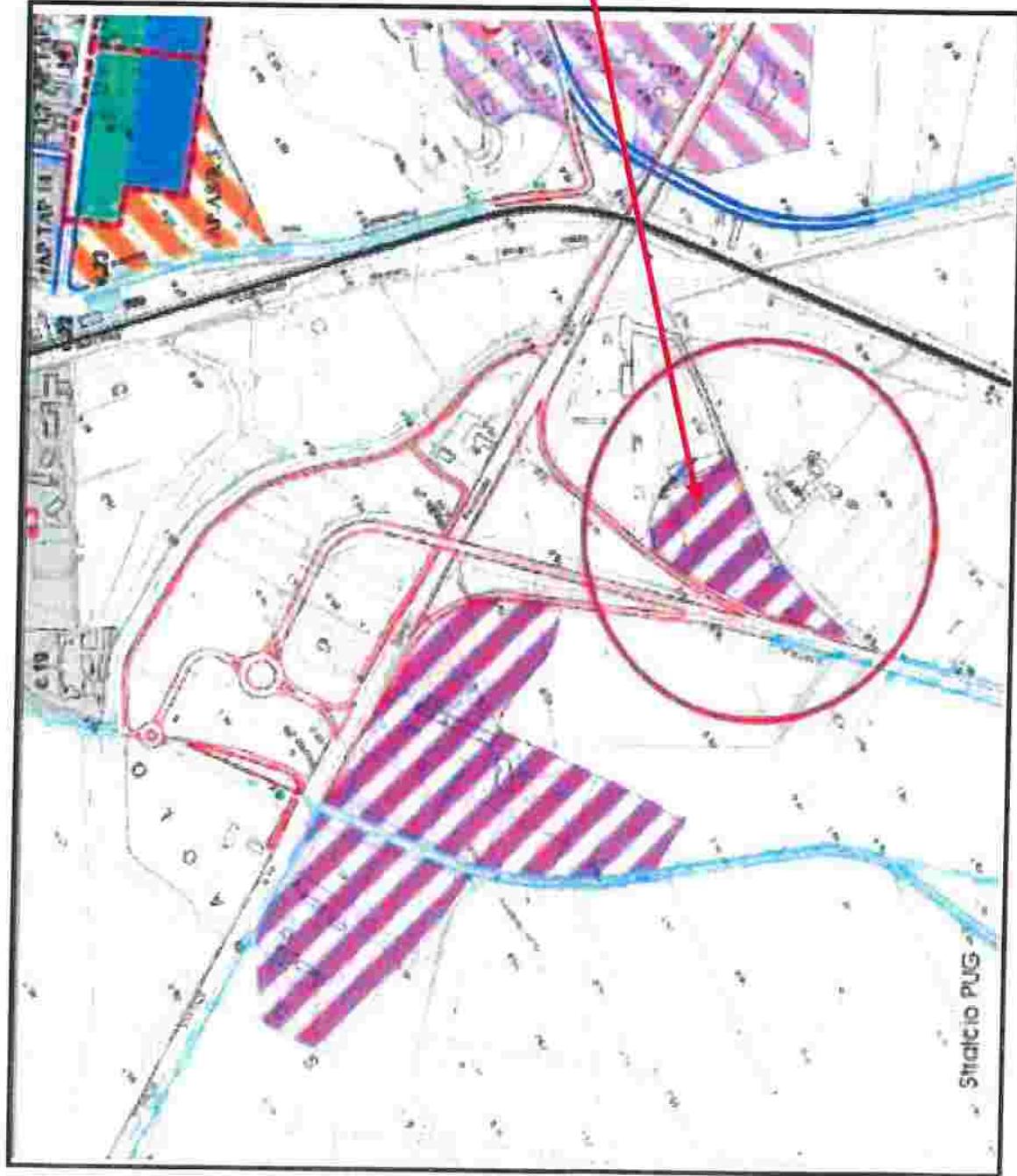
c) STRATO 3 da 8 a 20 m

- litologia limi ed argille
 - angolo di attrito interno = 25°
 - peso di volume = $1,8 \text{ g/cm}^3$
 - coesione = $20 \text{ KN/m}^2 = 0,2 \text{ kg/cm}^2$
 - carico di rottura = $6 - 7 \text{ kg/cm}^2$

In sede esecutiva potranno essere svolte ulteriori indagini di dettaglio, ove la situazione contingente e le tipologie fondali ad adottarsi le rendano necessarie.

A tali condizioni ed in considerazione che i tratti geomorfologici della zona sono abbastanza favorevoli, rispetto al contesto più ampio territoriale, il sito previsto dal piano di zona è da ritenersi idoneo alla edificabilità.

AREA OGGETTO DI STUDIO - PUG



**AREA OGGETTO
DI STUDIO -
Ubicazione indagini
Vista da satellite**

LEGENDA



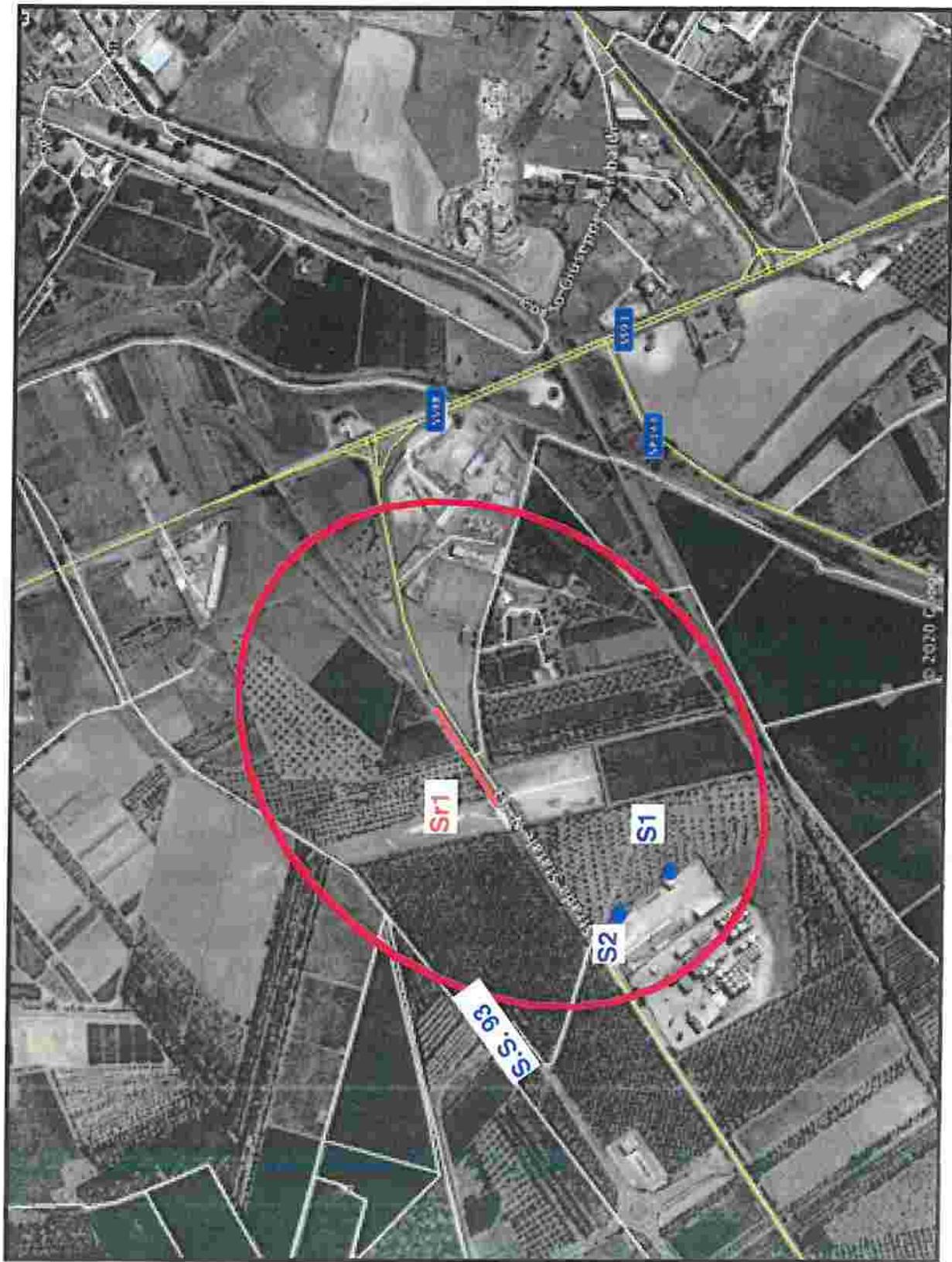
area oggetto di studio



perforazioni

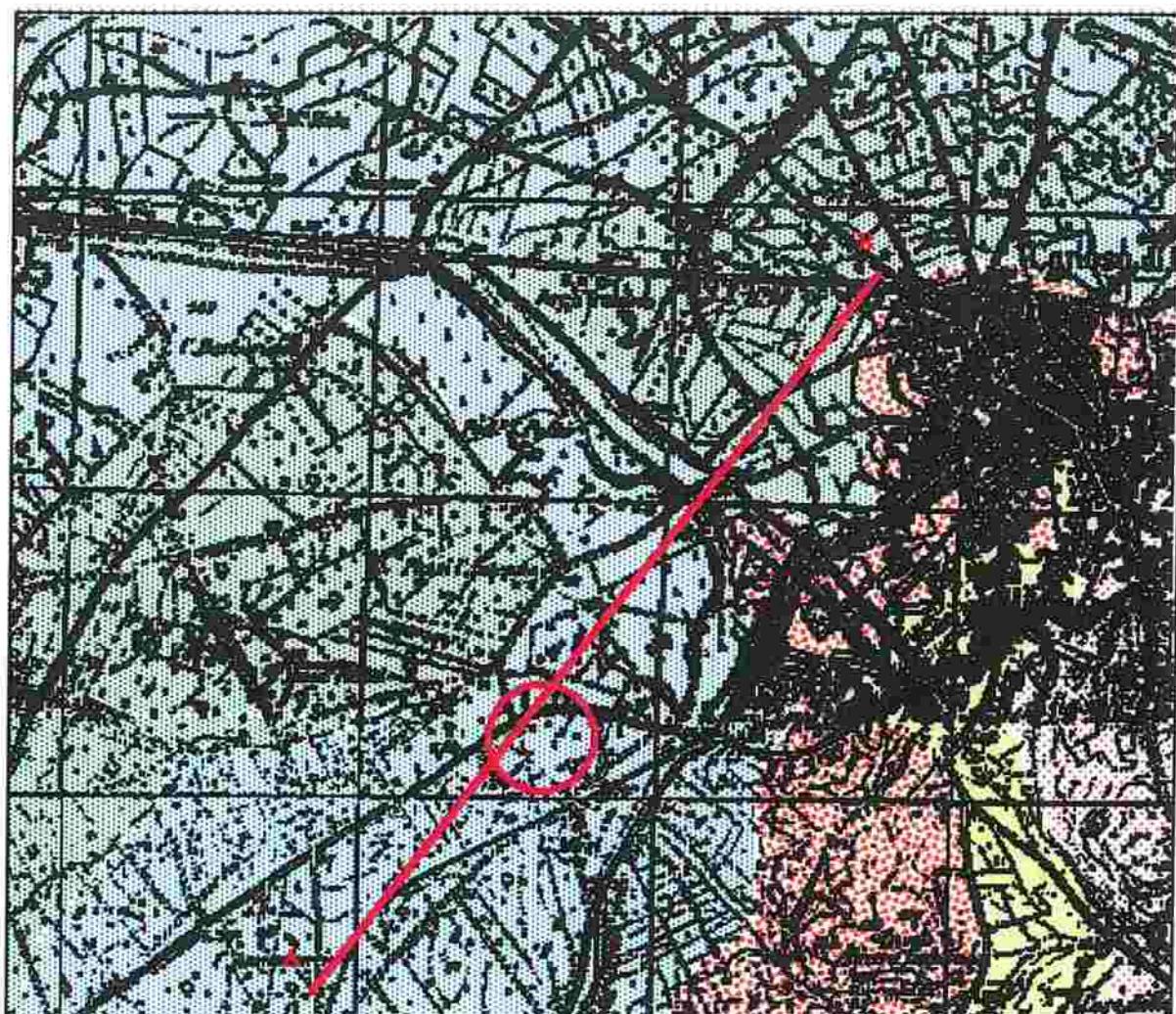


stendimento sismico



CARTA GEOMORFOLOGICA

scala 1:25000



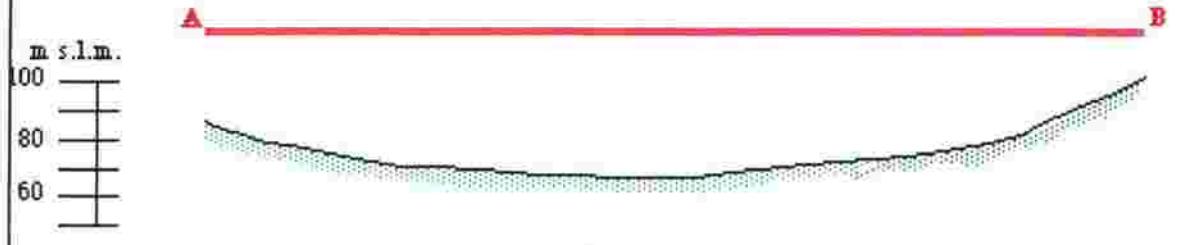
LEGENDA

- Depositi alluvionali recenti
- Depositi alluvionali terrazzati
- depositi marini quaternari
- Argille
- Calcareniti di Gravina



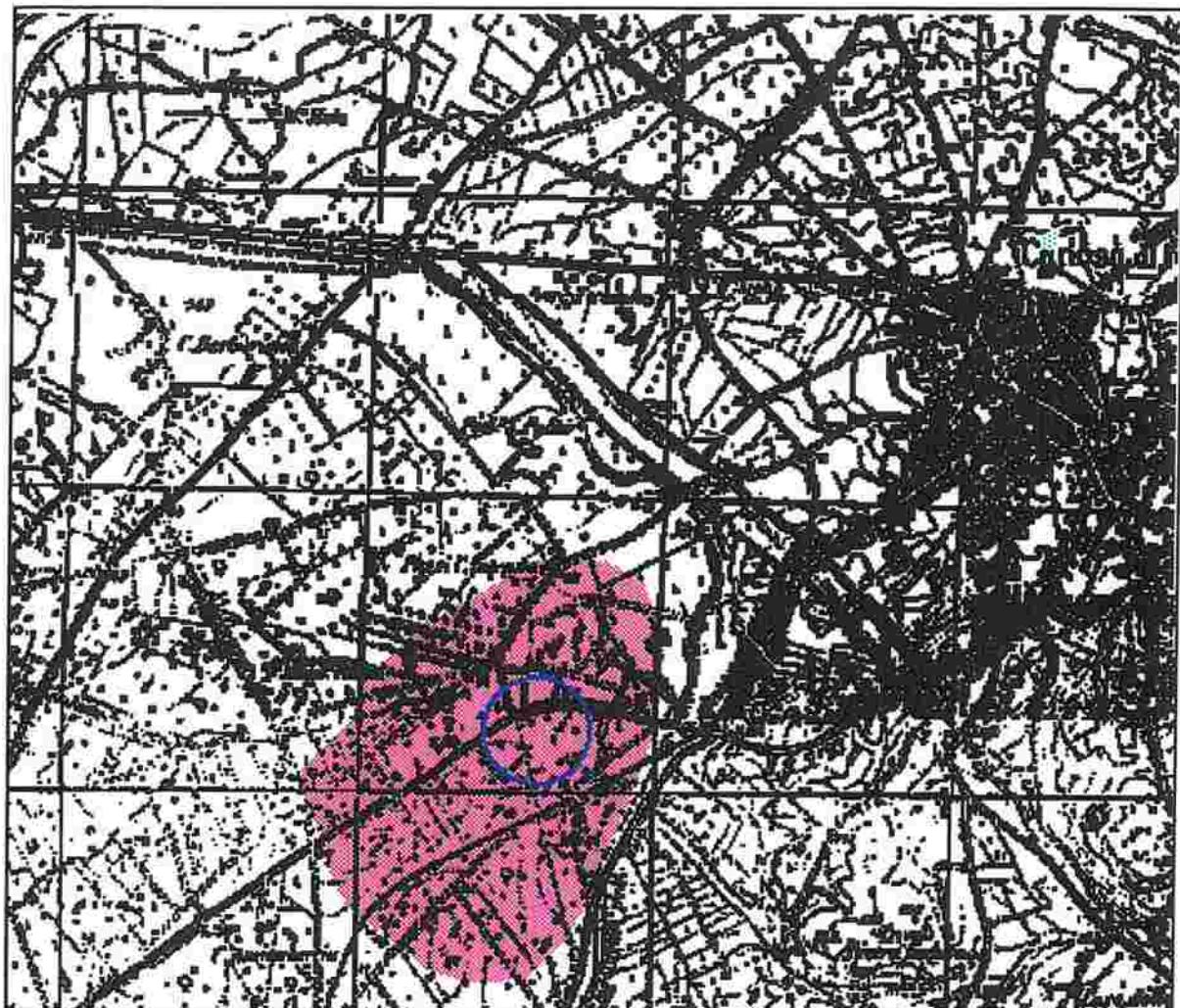
A — B
traccia di sezione
geomorfologica

SEZIONE GEOMORFOLOGICA



CARTA CLIVOMETRICA o delle pendenze

scala 1:25000



LEGENDA



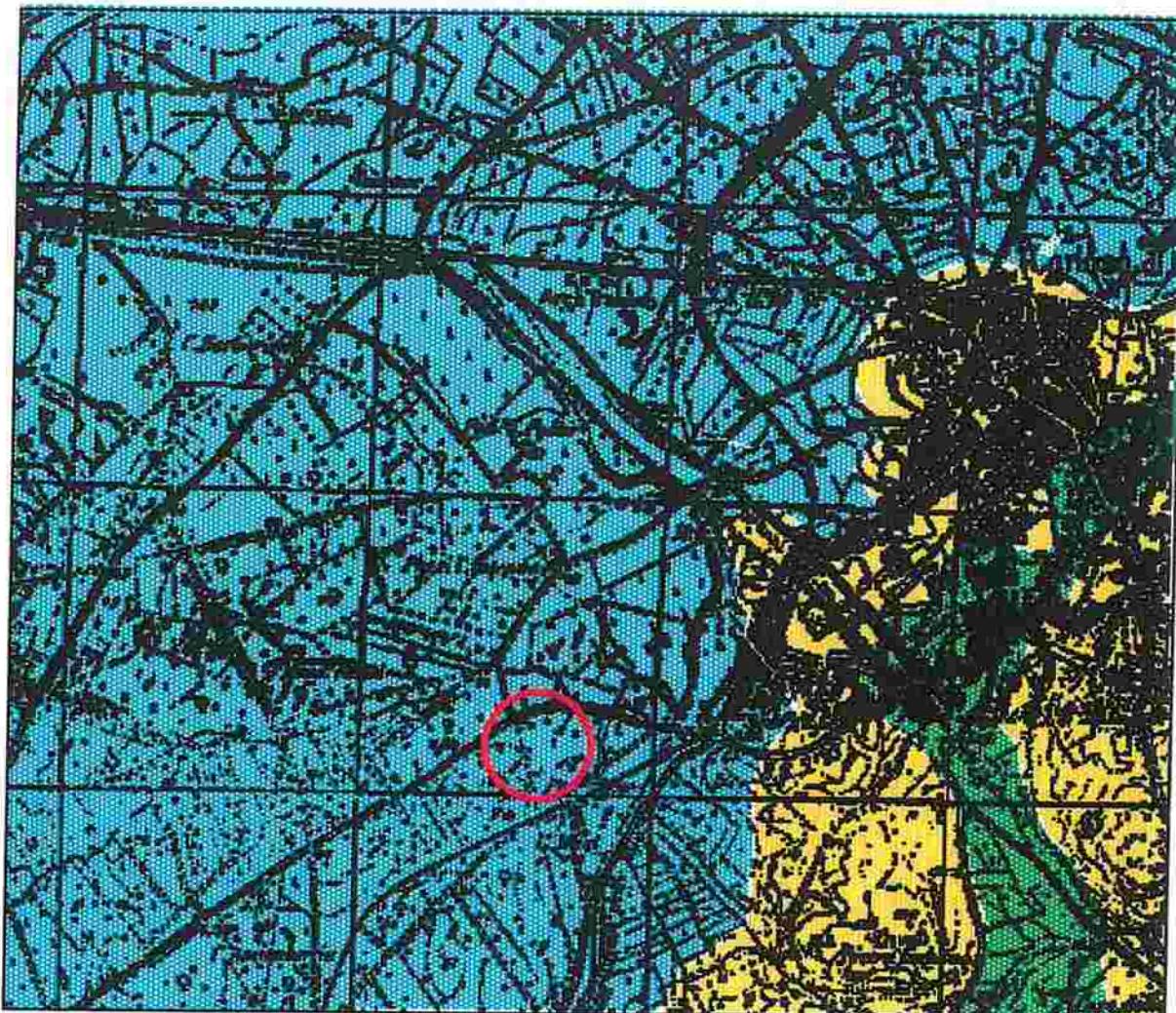
area oggetto di studio



aree a pendenza compresa
tra il 5% ed il 10%

CARTA DELLE PERMEABILITA'

scala 1:25000



LEGENDA

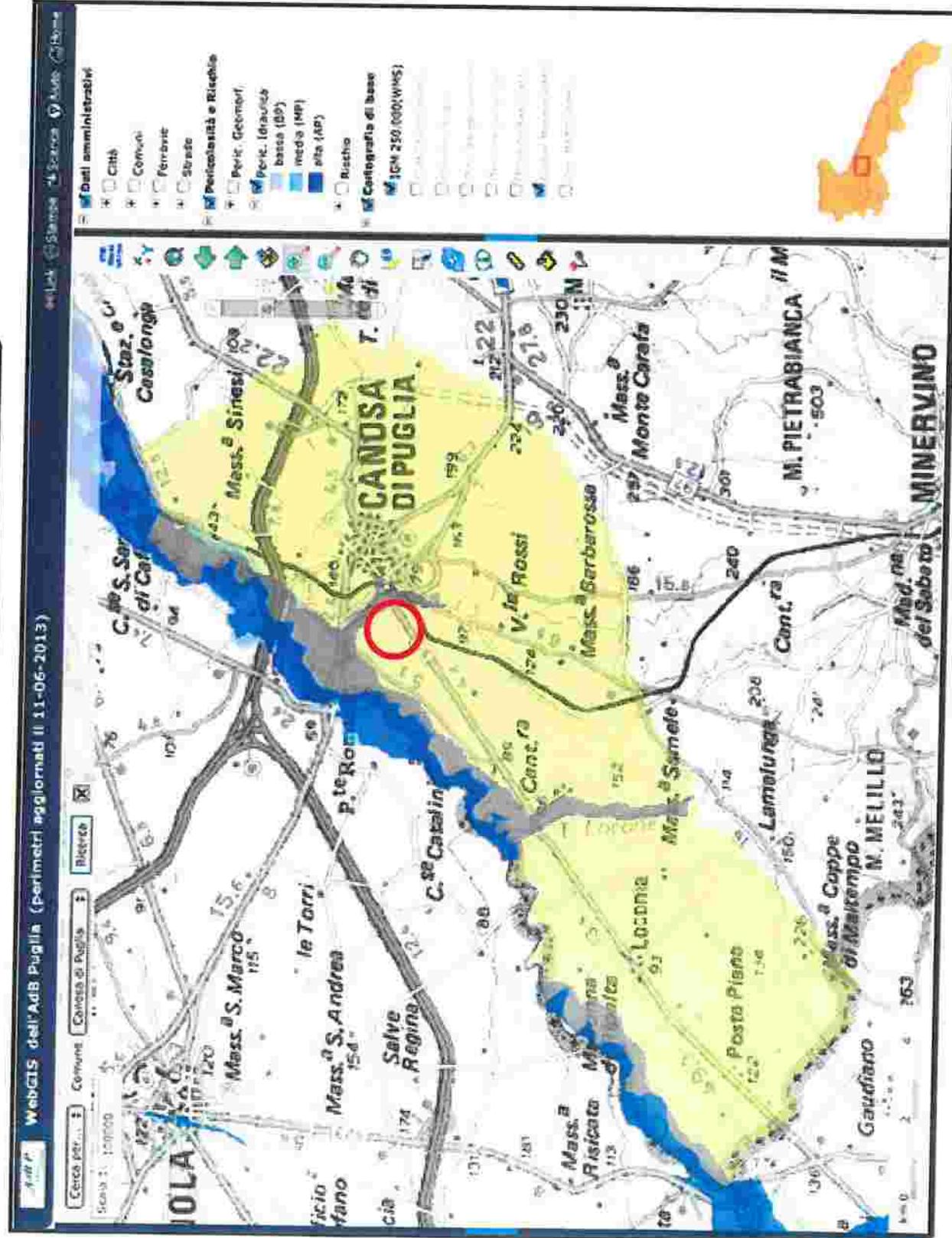
 terreni a permeabilità medio alta (10^{-3} cm/sec)

 terreni a permeabilità media (10^{-4} cm/sec)

 terreni a permeabilità medio bassa (10^{-5} cm/sec)

 area oggetto di studio

AREA OGGETTO DI STUDIO - Interazione con i vincoli PAI



LEGENDA



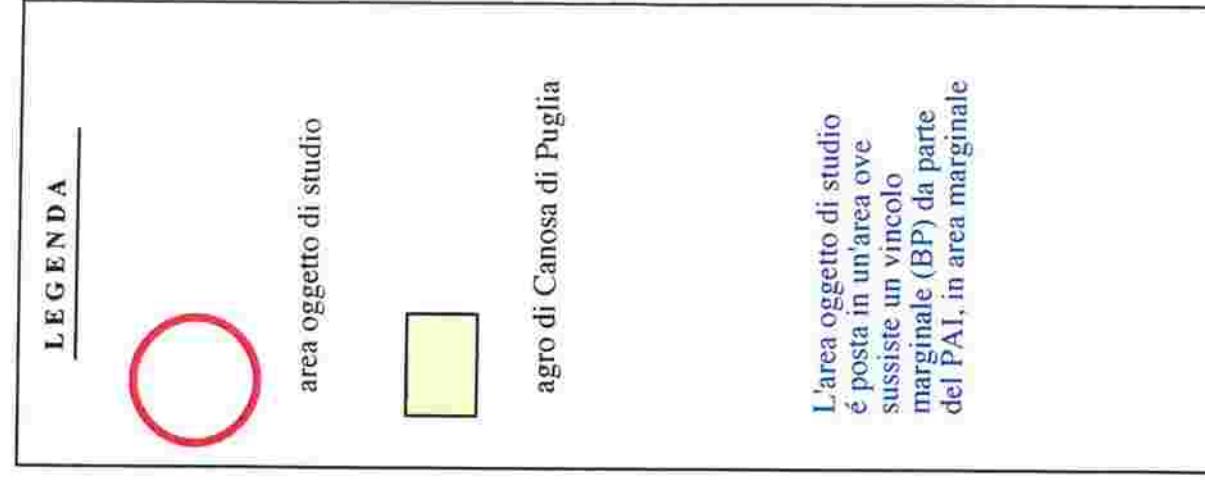
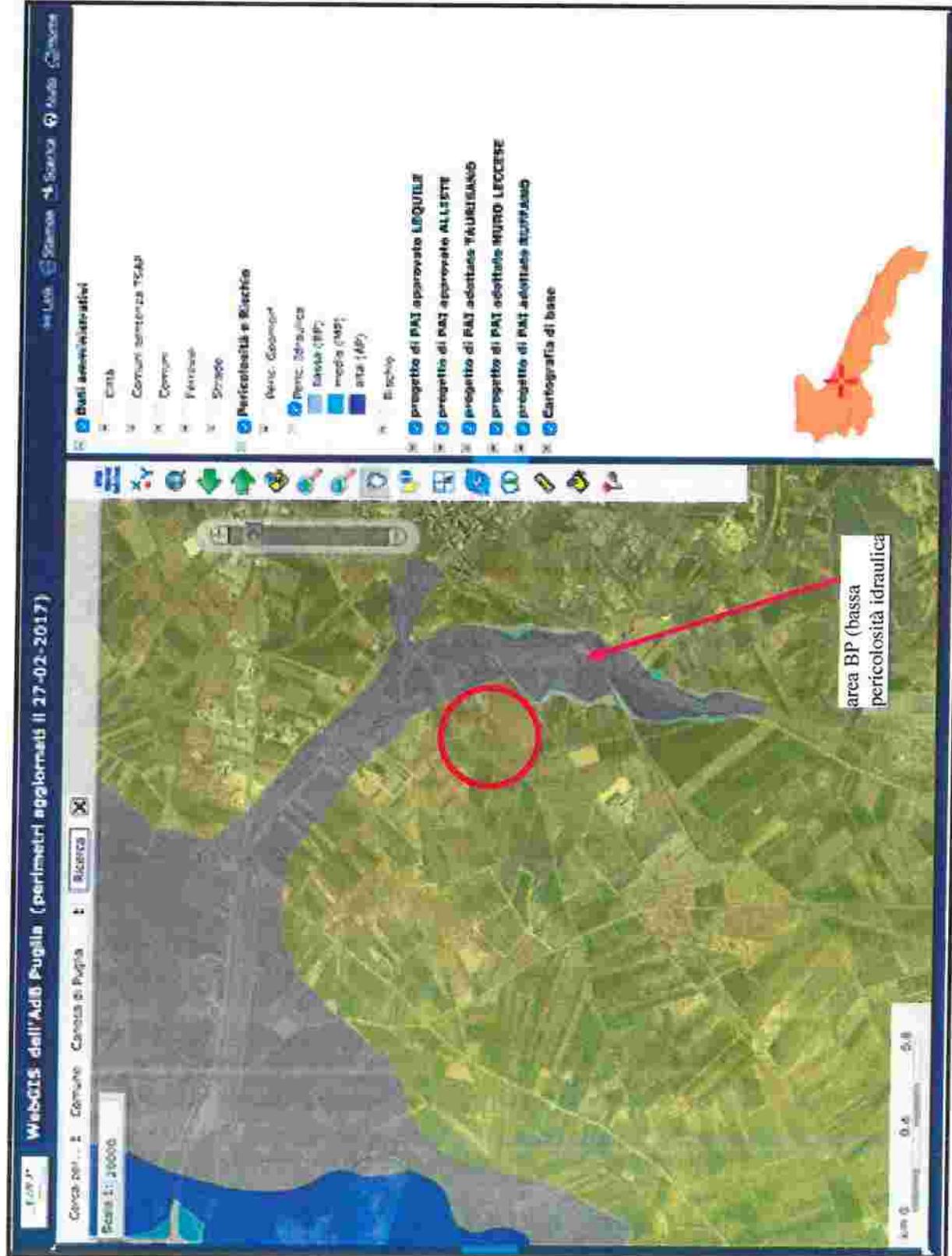
area oggetto di studio



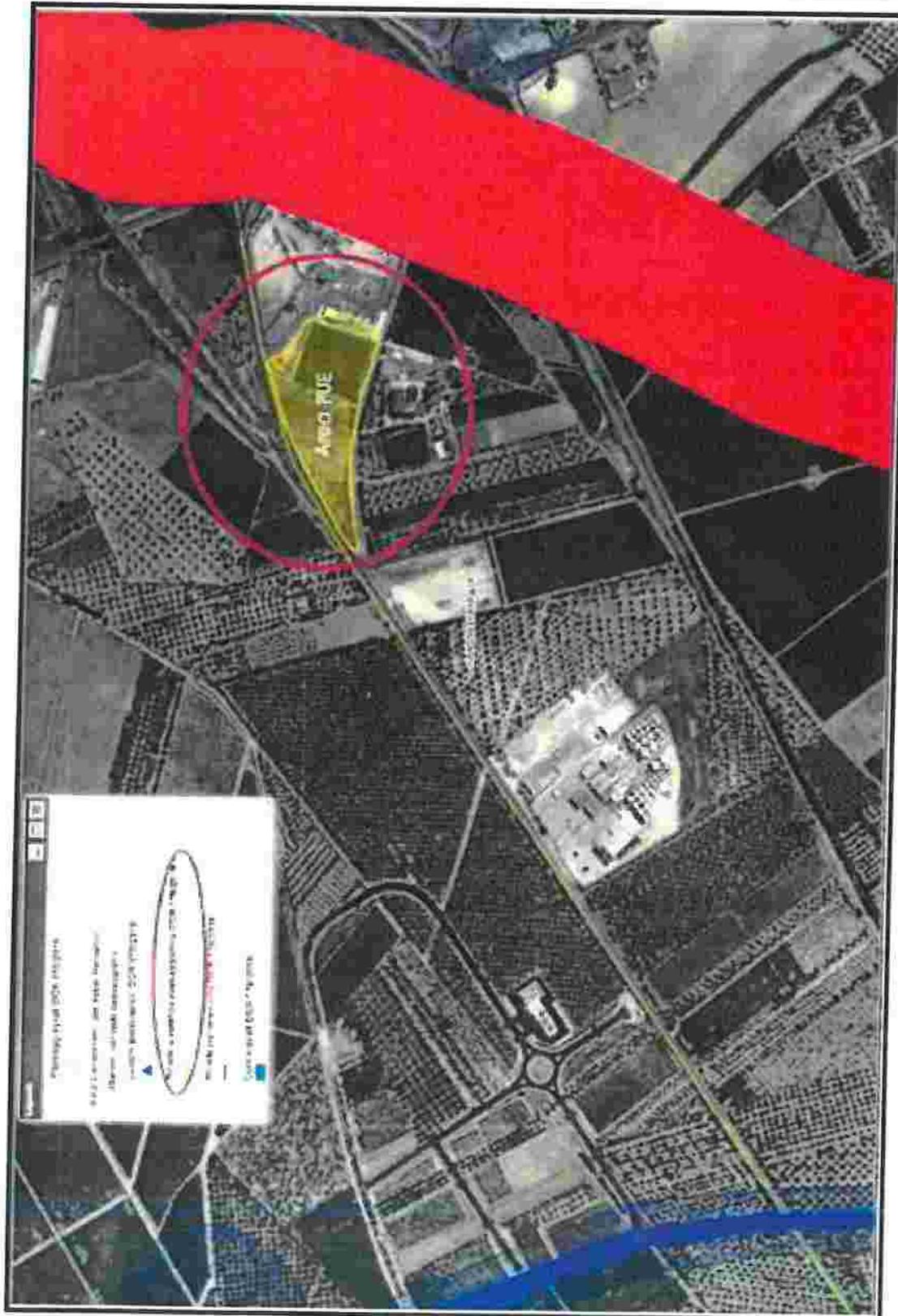
agro di Canosa di Puglia

L'area oggetto di studio è posta in un'area ove sussiste un vincolo marginale (BP) da parte del PAI, in area marginale

AREA OGGETTO DI STUDIO - Interazione con i vincoli PAI



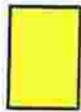
AREA OGGETTO DI STUDIO - Interazione con i vincoli PAI



LEGENDA



area oggetto di studio



area oggetto di interventi

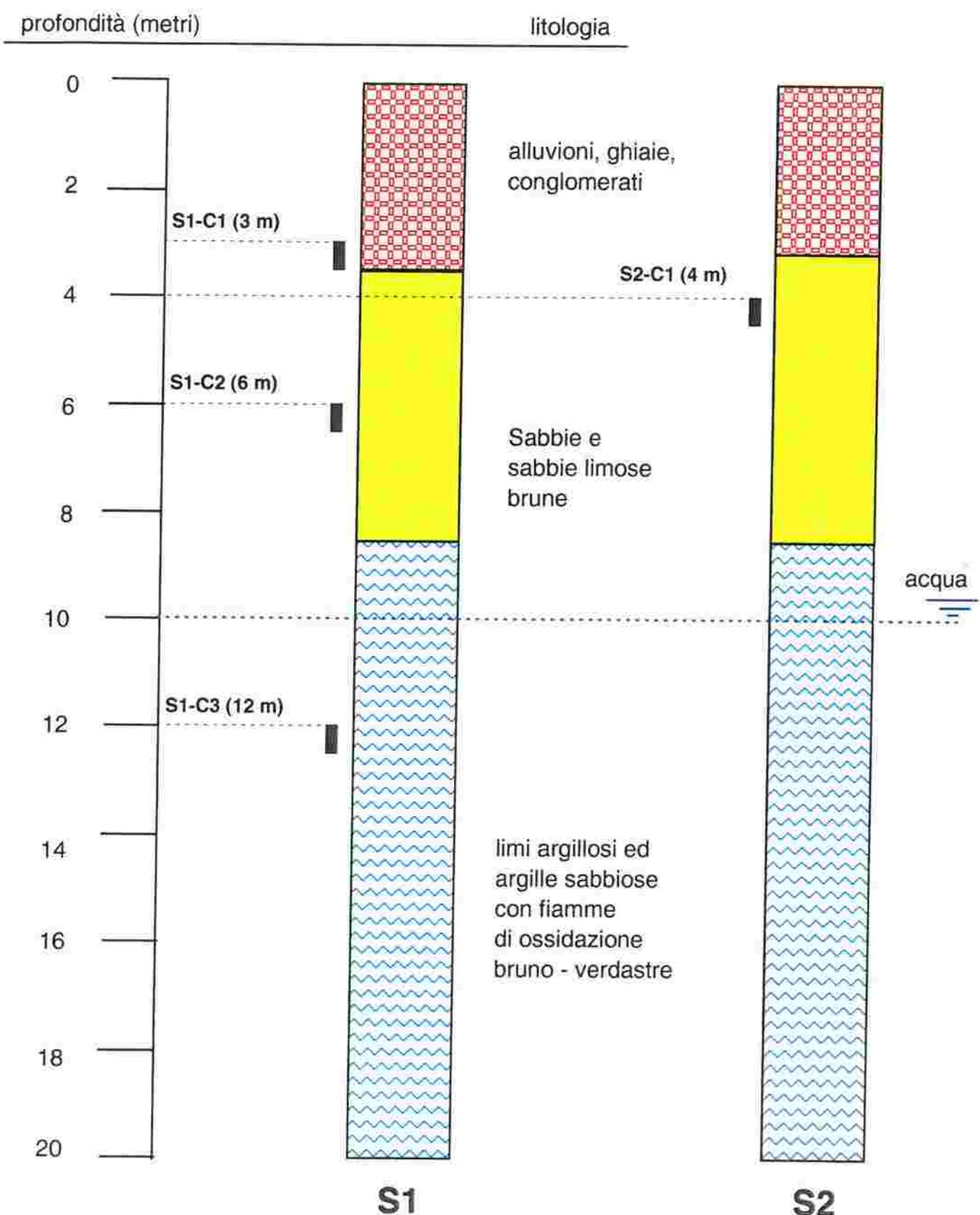


area BP (bassa pericolosità idraulica)

L'area oggetto di studio è posta in un'area ove sussiste un vincolo marginale (BP) da parte del PAI, in area marginale

Le aree oggetto di intervento (manufatti) non rientrano in area BP

SCHEMA STRATIGRAFICO DELL'AREA IN ESAME (sondaggi S1 ed S2)



SONDAGGIO SISMICO

relazione sui dati sismici

INDAGINI SISMICHE

Nel sito oggetto d'intervento, al fine di ricostruire il modello sismostratigrafico del sottosuolo, sono state effettuate una prospezione di sismica a rifrazione e un'indagine sismica di tipo MASW. L'ubicazione dei luoghi in cui sono state eseguite dette prospezioni sismiche sono riportate in allegato.

Prospezione sismica a rifrazione

Metodologia d'indagine

Il metodo sismico a rifrazione permette la determinazione della velocità delle onde longitudinali o primarie P. Queste onde sono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest'ultimo è sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale, sia artificiale. Il metodo si basa sulla misura dei tempi di arrivo delle onde sismiche rifratte all'interfaccia tra corpi del sottosuolo caratterizzati da differenti proprietà elastiche. L'energia viene generata tramite una sorgente posta in superficie da cui le onde sismiche si irradiano in tutte le direzioni. L'istante di arrivo dei segnali sismici a varie distanze dalla sorgente viene rilevato disponendo lungo allineamenti prefissati una serie di geofoni ad intervalli regolari (distanza intergeofonica). Entro una certa distanza (distanza di *cross-over*) i primi arrivi registrati corrispondono alle onde che si sono propagate direttamente dalla sorgente ai geofoni. Per distanze maggiori, le onde rifratte lungo le discontinuità tra strato a velocità crescente con la profondità, precedono quelle dirette.

Misurando i tempi di arrivo ai geofoni delle onde dirette e rifratte, si ottengono informazioni sulla profondità, gli spessori, la geometria e i parametri elasticci dei diversi strati. La sismica a rifrazione risulta particolarmente efficace per definire la stratigrafia del sottosuolo, la profondità e la morfologia del substrato litoide.

Modalità di esecuzione

L'indagine sismica a rifrazione è stata eseguita utilizzando come sorgente attiva per l'energizzazione una massa battente di peso pari a 10 Kg e n. 12 geofoni da 4 Hz.

Per l'acquisizione delle onde sismiche è stato utilizzato un sismografo della "SARA Electronic Instruments s.r.l.", modello DoReMi.

Tenendo conto delle caratteristiche piano-altimetriche del sito e degli spazi disponibili, la distanza intergeofonica adottata è stata di 4 m. Per l'energizzazione in onde P è stata adottata un'unica configurazione a 3 *shots*:

- 2 *end shots* esterni allo stendimento di geofoni a 4 m dal 1° e dal 12°;
- 1 centrale tra il 6° e il 7° geofono

Elaborazioni e risultati

L'interpretazione dei segnali rilevanti e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P è articolata nelle seguenti fasi fondamentali:

- individuazione dei primi arrivi attraverso l'osservazione dei sismogrammi e l'operazione di picking, previa elaborazione dei segnali ed operazioni di filtraggio anche consecutivo con diverse tipologie di filtro digitale;
- ricostruzione delle dromocrone in P e scelta del modello di sottosuolo da utilizzare nell'interpretazione ;
- linearizzazione delle dromocrone e calcolo delle velocità di propagazione delle onde elastiche analizzate e dei relativi tempi di intercetta;
- ricostruzione del modello del sottosuolo con calcolo della profondità di ciascun strato omogeneo.

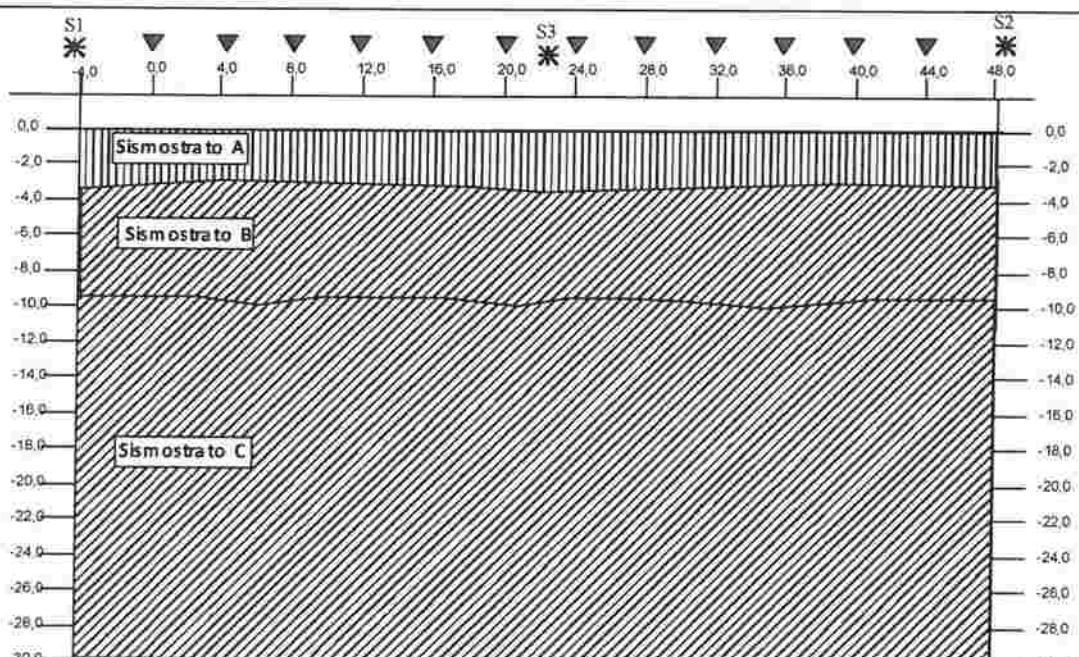
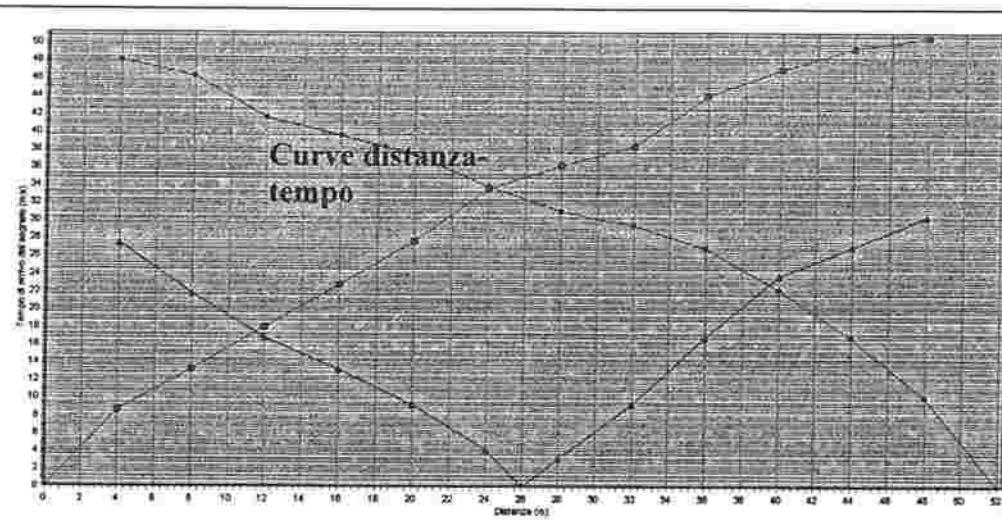
Per queste analisi interpretative è stato utilizzato il software SismaCON della Program GEO. In particolare, nella ricostruzione del modello del sottosuolo, è stato usato il Metodo reciproco di Hawkins, che consente di ricostruire profili di strato con andamento qualsiasi, anche nel caso di stendimenti non orizzontali.

Dall'elaborazione del profilo di sismica a rifrazione si evidenzia la sovrapposizione di tre sismostrati:

- da 0 m a 3 m: Sismostrato A – $V_p = 690$ m/s;
- da 3 m a 9 m: Sismostrato B – $V_p = 730$ m/s;
- da 9 m a 30 m – Sismostrato C – $V_p = 750-870$ m/s.

Segue il *report* del profilo di sismica a rifrazione contenente la foto, la dromocrona e la sezione sismostratigrafica ricostruita.

REPORT PROFILO DI SISMICA A RIFRAZIONE



■■■■■ V_p (m/s) = 690

■■■■■ V_p (m/s) = 730

■■■■■ V_p (m/s) = 750-870

* Sorgente energia

Sezione sismostratigrafica rappresentativa lungo lo stendimento

Prospezione sismica di tipo MASW

Metodologia d'indagine

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 rigidezza.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

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.

Nella tecnica MASW le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Questa tecnica generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, pertanto dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30 m - 50 m (in funzione della rigidezza del suolo) e consente di ricostruire il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Ottenuto l'andamento delle velocità delle onde S con la profondità, si procede al calcolo del parametro Vs30 che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna, calcolato mediante la seguente espressione:

$$Vs30 = 30 / \sum_{i=1, N} (h_i / V_i)$$

dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri.

Infine, sulla base del parametro Vs30 ottenuto, all'area investigata viene attribuito il tipo di sottosuolo di cui alla tabella 3.2.II delle NTC 2008.

Modalità di esecuzione

Nella zona in esame è stata eseguita un'indagine sismica di tipo MASW utilizzando come sorgente attiva per l'energizzazione una massa battente di peso pari a 10 Kg e n. 12 geofoni da 4,5 Hz.

Per l'acquisizione delle onde sismiche è stato utilizzato un sismografo della "SARA Electronic Instruments s.r.l.", modello DoReMi.

La prospezione sismica MASW è consistita in uno stendimento di lunghezza totale di 18 metri, con spaziatura geofonica pari a 1,5 metri, distanza della sorgente rispetto al primo/ultimo geofono pari a 1,5 metri, durata dell'acquisizione di 2 secondi e tempo di campionamento pari a 1 millisecondo.

Elaborazioni e risultati

La procedura per giungere all'interpretazione di una prova MASW si compone di quattro passaggi.

- caricamento delle tracce registrate in campagna;
- generazione dello spettro f-k (spettro frequenza-numero d'onda);
- visualizzazione della curva di dispersione;
- interpretazione della curva di dispersione.

L'interpretazione utilizza un algoritmo di inversione che consente di generare una curva di dispersione teorica una volta inserito un modello stratigrafico iniziale del terreno fino alla profondità desiderata e le caratteristiche del semispazio elastico di riferimento.

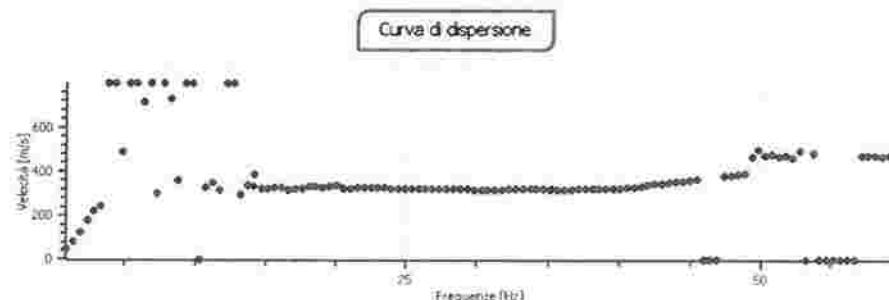
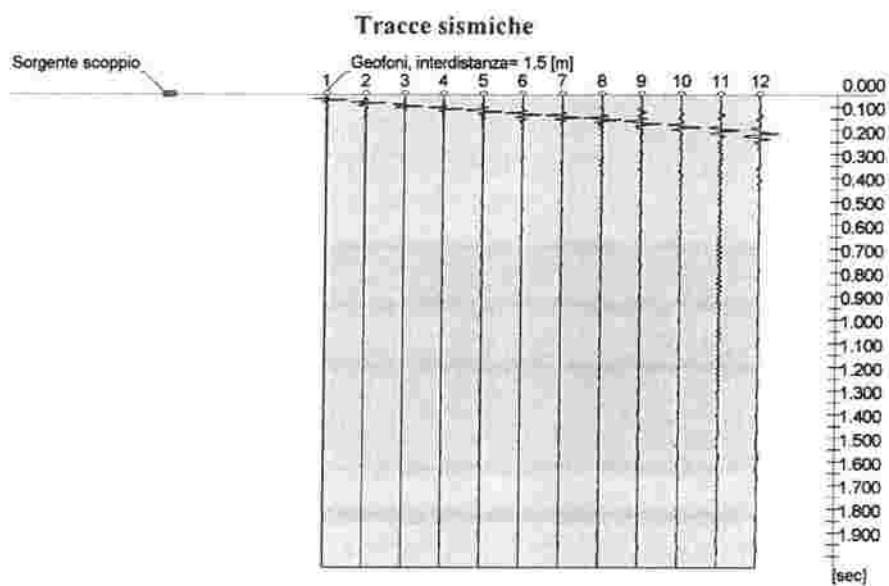
Procedendo per tentativi, secondo la procedura di Dunkin (1965) modificata da Watson (1970), il programma modifica in automatico il modello iniziale fino a quando lo scarto quadratico medio calcolato fra curva sperimentale e teorica non scende sotto un valore di soglia impostato e modificabile dall'operatore.

Per l'interpretazione della prova MASW è stato utilizzato il software EasyMasw della GeoStru.

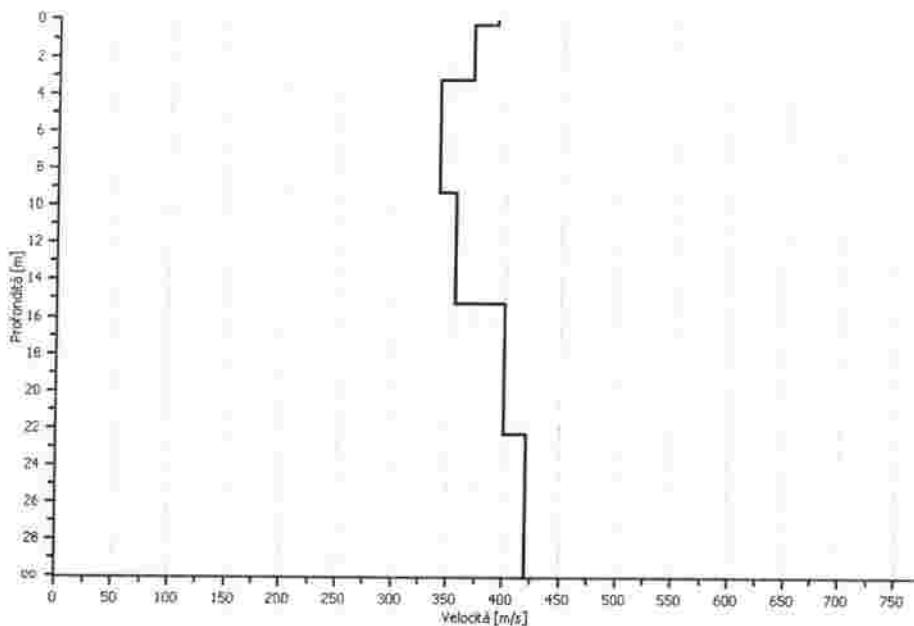
L'indagine ha consentito di calcolare il parametro Vs30 (analogo nel caso di specie alle vs equivalenti dell'ultima normativa), che è risultato pari a 390 m/s; pertanto la categoria di sottosuolo dell'area investigata è di tipo B.

Segue il *report* dell'indagine MASW effettuata, contenente la foto dello stendimento, il sismogramma acquisito, il grafico che rappresenta il processo di inversione, la curva di dispersione e il profilo verticale delle Vs.

REPORT INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW



Profilo di velocità



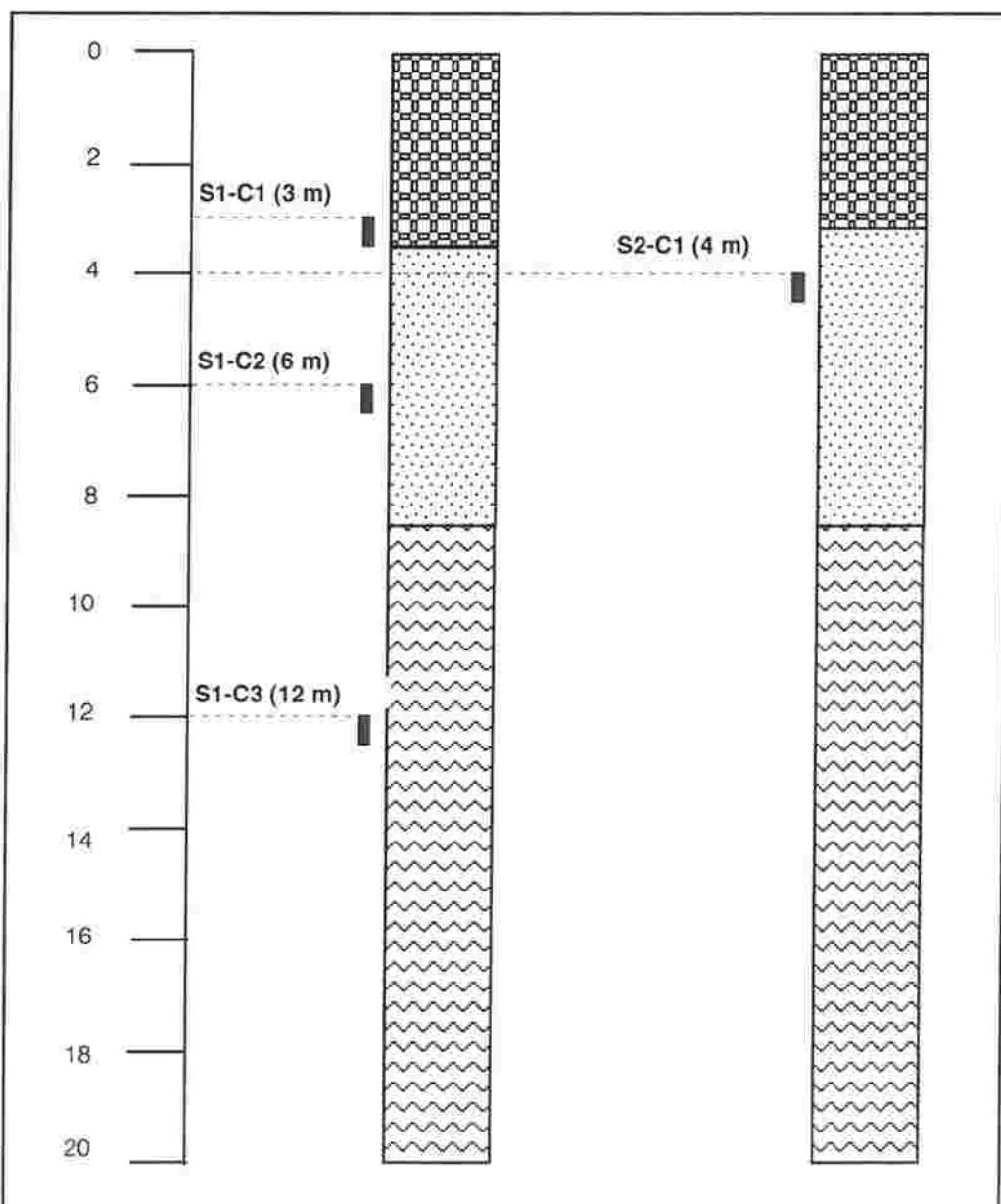
Interpretazione dei risultati delle prospezioni sismiche

Il profilo sismico a rifrazione e l'indagine sismica di tipo MASW hanno consentito di rilevare nel sottosuolo investigato la presenza di 3 sismostrati, ciascuno dei quali caratterizzato da specifici valori delle velocità di propagazione delle onde P e delle onde S:

- da 0 m a 3 m: Sismostrato A – $V_p = 690 \text{ m/s}$; $V_s = 370 \text{ m/s}$
- da 3 m a 9 m: Sismostrato B – $V_p = 730 \text{ m/s}$; $V_s = 340 \text{ m/s}$;
- da 9 m a 30 m – Sismostrato C – $V_p = 750-870 \text{ m/s}$; $V_s = 360-420 \text{ m/s}$.

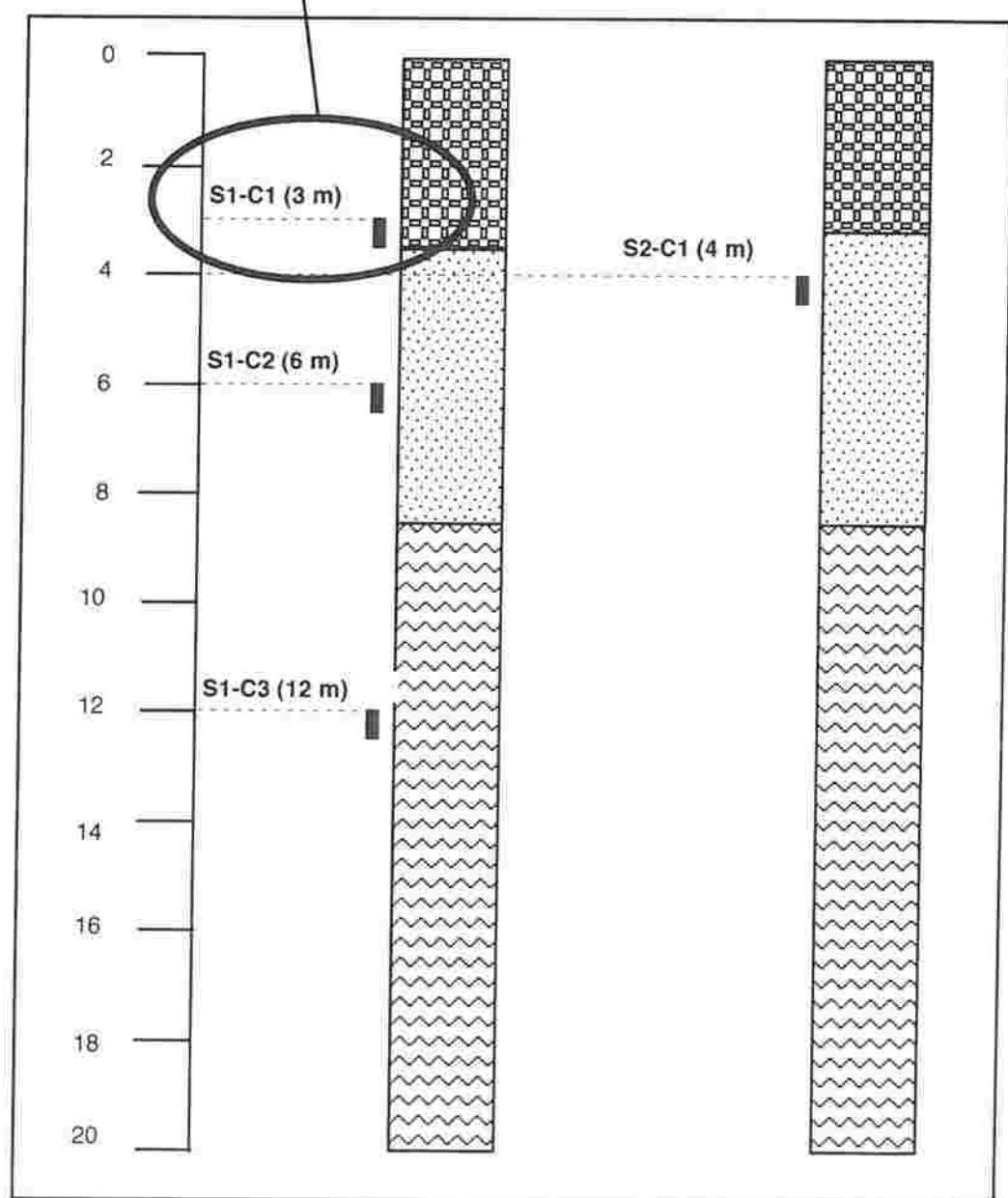
Per quanto concerne le correlazioni fra sismostrati e litologia, il sismostrato A è costituito da alluvioni e conglomerati, il sismostrato B corrisponde a un deposito sabbioso-limoso, il Sismostrato C è riconducibile al substrato argilloso.

ANALISI DI LABORATORIO



ANALISI DI LABORATORIO

Campione S1 - C1





Laboratorio Geotecnologico Pavia S.r.l.

Prove su terreni e materiali da costruzione

Rapporto di prova n° 150 del 29/05/2014

Pag. 1/1

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (ASTM D2216)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S1-C1	Data fine prova:	20/05/2014
Profondità prelievo:	3,00 - 3,50 m.		
Campione N.:	8/a		

Descrizione del campione:

Campione rimaneggiato. Ghiaia sabbiosa debolmente limosa.

Dati delle prove			
	N° 1		
Peso campione umido + tara	(N)	32,127	
Peso campione secco + tara	(N)	31,592	
Peso tara	(N)	5,392	
Peso acqua	(N)	0,534	
Peso campione secco	(N)	26,200	
Contenuto naturale di acqua	(%)	2,0	

NOTE:

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

S. Bonomini

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

S. Bonfoco



ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA (C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Data consegna: 16/05/2014
Cantiere: Angela & C. - Canosa di Puglia (BT) Data inizio/fine prova: 16-17/05/2014
Sigla campione: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)
Profondità prelievo: S1-C1
Campione N.: 3,00 - 3,50 m.
8/a

Descrizione del campione:

Campione rimaneggiato. Ghiaia sabbiosa debolmente limosa.

RISULTATO DELLA PROVA

Analisi granulometrica eseguita: per via secca per via umida

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA				
Crivelli (mm)	Setacci (mm)	Trattenuto parziale %	Trattenuto progressivo %	Passante progressivo %
	63			100,0
	31,5	42,5	42,5	57,5
	16	9,7	52,2	47,8
	8	10,9	63,1	36,9
	4	7,3	70,4	29,6
	2	5,8	76,2	23,8
	1	3,6	79,9	20,1
	0,5	3,3	83,2	16,8
	0,25	5,7	88,9	11,1
	0,125	4,6	93,5	6,5
	0,075	1,0	94,5	5,5
	<	5,5	100,0	0,0

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

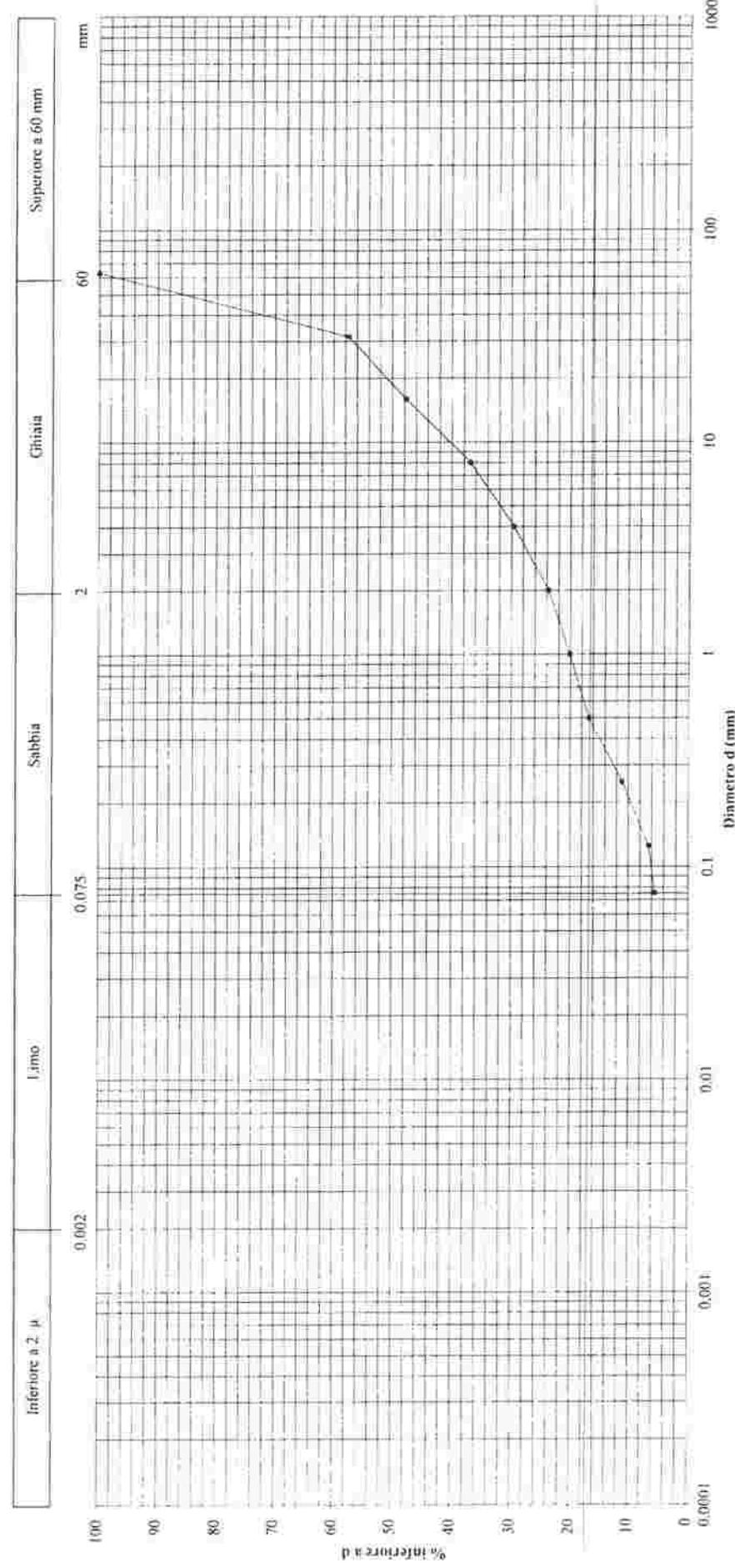
Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. B.U.N. 23 - ASTM D 422)

Rapporto di prova n° 151 del 29/05/2014

Campione **8/4** Sigla campione **S1-C1**

Pag. 2/2



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)
S. Bonomini

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)
S. Bonfoco

S.E.M. S.p.c. di Matorese Maria
Angela & C - Canosa di Puglia (BT)
SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)
16-17/05/2014

Committente:
Cantieri:
Data inizio/fine provat:

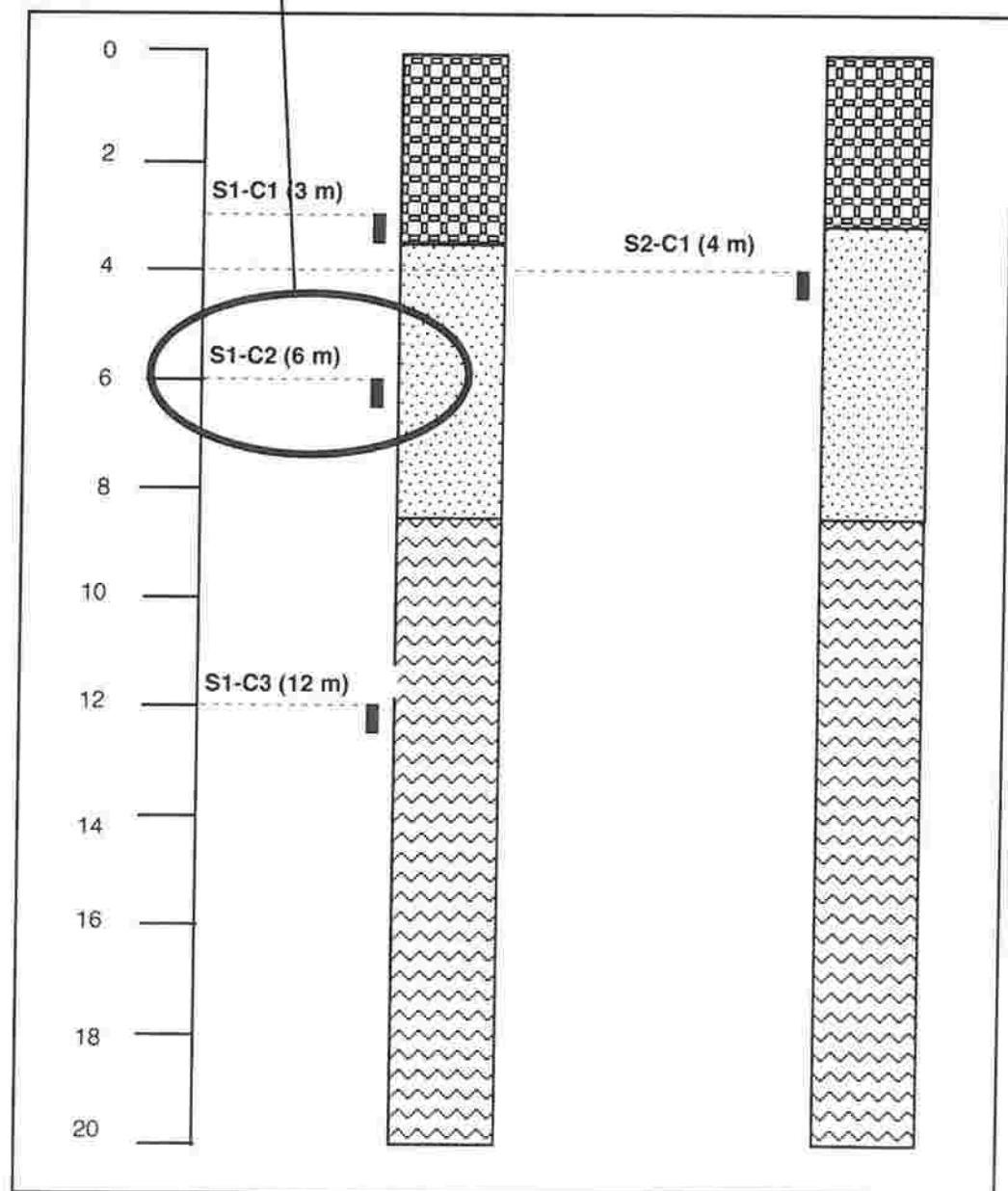
ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. B.U.N. 23 - ASTM D 422)

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. B.U.N. 23 - ASTM D 422)

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. B.U.N. 23 - ASTM D 422)

ANALISI DI LABORATORIO

Campione S1 - C2





Laboratorio Geotecnologico Pavia S.r.l.

Prove su terreni e materiali da costruzione

Rapporto di prova n° 152 del 29/05/2014

Pag. 1/1

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA NATURALE
(ASTM D2216)**

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S1-C2	Data fine prova:	20/05/2014
Profondità prelievo:	6,00 - 6,50 m.		
Campione N.:	8/b		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Sabbia debolmente limosa bruna.

Dati delle prove						
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	
Peso campione umido + tara	(N)	1,562	0,878	0,851	0,837	
Peso campione secco + tara	(N)	1,517	0,829	0,810	0,793	
Peso tara	(N)	0,896	0,198	0,230	0,198	
Peso acqua	(N)	0,045	0,049	0,041	0,045	
Peso campione secco	(N)	0,621	0,631	0,580	0,595	
Contenuto naturale di acqua	(%)	7,3	7,8	7,0	7,5	

NOTE: Determinazioni eseguite su provini sottoposti a prova di taglio diretto consolidato drenato tipo CD (provini n° 1, n° 2 e n° 3) e di compressione edometrica (provino n° 4).

Lo Sperimentatore
(S. Bononini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



DETERMINAZIONE DEL PESO SECCO DI VOLUME (BS 1377:1975 Test 15/e)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S1-C2	Data fine prova:	20/05/2014
Profondità prelievo:	6,00 - 6,50 m.		
Campione N.:	8/b		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato, Sabbia debolmente limosa bruna.

Dati della prova						
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	
Volume fustella	(cm ³)	90,00	90,00	90,00	78,27	
Peso campione umido + tara	(N)	3,1381	3,1332	3,1479	3,1430	
Peso tara	(N)	1,3980	1,3980	1,3980	1,6306	
Peso umido di volume	(kN/m ³)	19,33	19,28	19,44	19,32	
Contenuto naturale di acqua	(%)	7,3	7,8	7,0	7,5	
Peso secco di volume	(kN/m³)	18,01	17,88	18,17	17,97	
Peso specifico dei granuli *	(kN/m ³)	25,99	25,99	25,99	25,99	
Indice dei vuoti		0,443	0,454	0,430	0,446	
Porosità	(%)	30,7	31,2	30,1	30,8	
Umidità di saturazione	(%)	16,7	17,1	16,2	16,8	
Grado di saturazione	(%)	43,7	45,6	43,2	44,6	

NOTE: Determinazioni eseguite su provini sottoposti a prova di taglio diretto consolidato drenato tipo CD (provini n° 1, n° 2 e n° 3) e di compressione edometrica (provino n° 4).

* Valore assunto

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



Laboratorio Geotecnologico Pavia S.r.l.

Prove su terreni e materiali da costruzione

Rapporto di prova n° 154 del 29/05/2014

Pag. 1/2

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA (C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Data consegna: 16/05/2014
Angela & C. - Canosa di Puglia (BT) Data inizio/fine prova: 20-23/05/2014
Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)
Sigla campione: S1-C2
Profondità prelievo: 6,00 - 6,50 m.
Campione N.: 8/b

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Sabbia debolmente limosa bruna.

RISULTATO DELLA PROVA

Analisi granulometrica eseguita: *per via umida* *per via secca*

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA				
Crivelli (mm)	Setacci (mm)	Trattenuto parziale %	Trattenuto progressivo %	Passante progressivo %
	16			100,0
	8	0,1	0,1	99,9
	4	0,9	1,1	98,9
	2	2,3	3,4	96,6
	1	3,9	7,3	92,7
	0,5	12,0	19,2	80,8
	0,25	48,9	68,1	31,9
	0,125	19,5	87,6	12,4
	0,075	3,5	91,1	8,9
	<	8,9	100,0	0,0

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE		Diametro equiv. (mm)	Totale passante %
		0,0481	7,2
		0,0338	6,6
		0,0238	6,0
		0,0167	5,4
		0,0121	4,7
		0,0085	4,0
		0,0059	3,4
		0,0042	2,9
		0,0029	2,5
		0,0020	2,1
		0,0012	1,7

LABORATORIO
Lo Sperimentatore **GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**
(S. Bonomini)
S. Bonomini

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)
S. Bonfoco

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

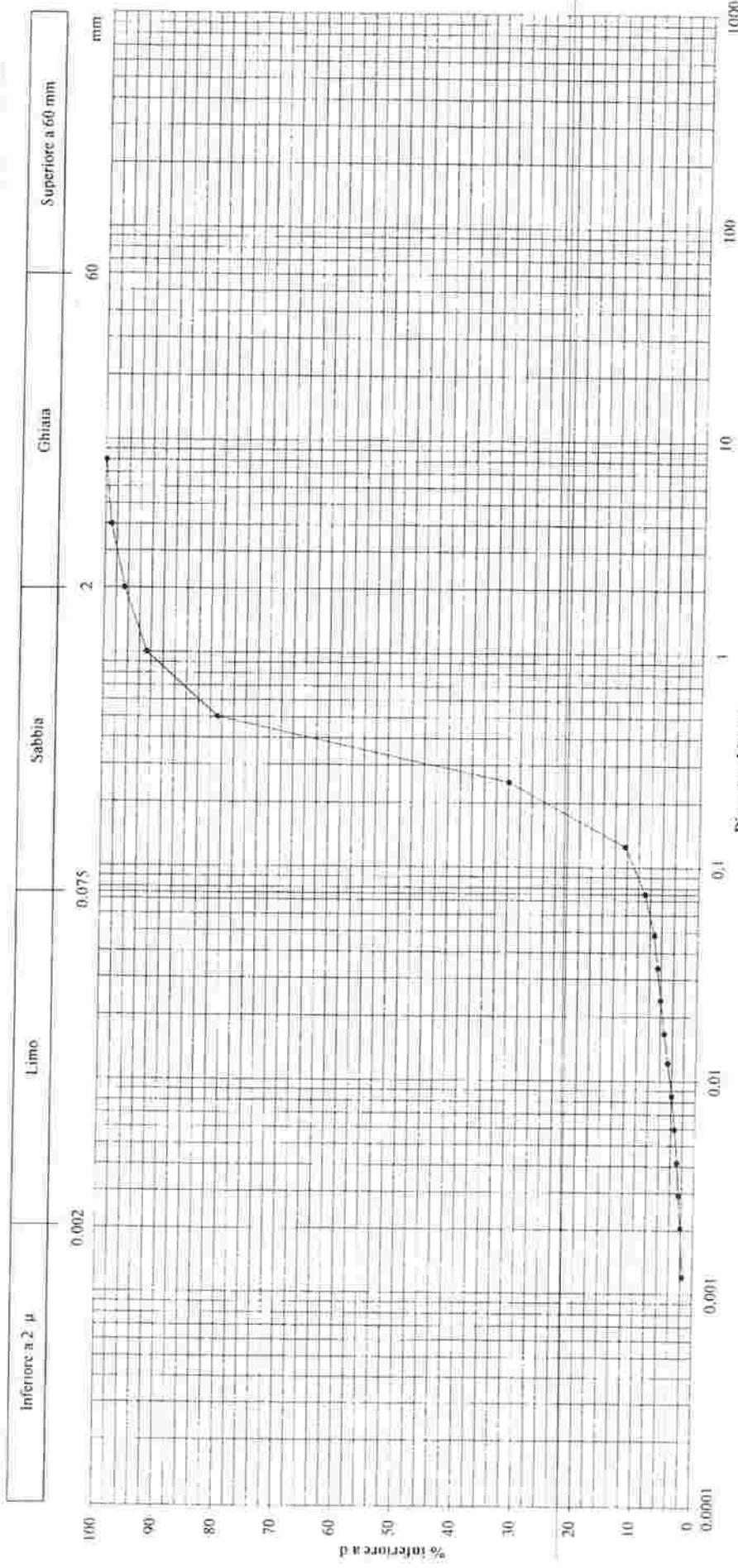
Rapporto di prova n° 154 del 29/05/2014

Committente:
S.E.M. S.r.l. di Matarrese Maria
Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)
Sp. n. 231 - Canosa di Puglia (BT)

Cantieri:
Data inizio/fine prova:
20-23/05/2014

Pag. 2/2

Campione	Sigla campione	$< 2 \mu$	Limo	Sabbia	Ghiaia	$60-120$	$120-240$	> 240 mm	D60 mm	D10 mm	U
8/b	S1-C2	2	7	88	3	%	%	%	mm	mm	D60/D10



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)
S. Bonomini

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAMA s.r.l.**
S. Bonomini

100

10

Diametro d (mm)

1

100

10

Diametro d (mm)

1

100

Il Responsabile
(Dott. S. Bontateo)
S. Bontateo



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	20/05/2014
Sigla campione:	S1-C2	Data fine prova:	23/05/2014
Profondità prelievo:	6,00 - 6,50 m.		
Campione N.:	8/b		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Sabbia debolmente limosa bruna.

Caratteristiche fisiche del campione:

Peso specifico dei grani*	γ_s	=	25,99	kN/m ³	* Valore assunto
Limite Liquido	W_L	=	-	%	
Limite Plastic	W_P	=	-	%	
Indice Plastic	PI	=	-	%	
Umidità	W	=	7,4	%	
Indice di consistenza	I_C	=	-		

Caratteristiche fisiche dei provini:

	Provino 1		Provino 2		Provino 3	
	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali
Altezza (mm)	25,00	24,69	25,00	24,51	25,00	24,47
Lunghezza lato (mm)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Volume (cm ³)	90,000	88,884	90,000	88,236	90,000	88,092
Peso umido (N)	1,7401	-	1,7352	-	1,7499	-
Peso secco (N)	-	1,6217	-	1,6096	-	1,6354
Peso umido di volume (kN/m ³)	19,33	-	19,28	-	19,44	-
Umidità (%)	7,3	19,2	7,8	19,3	7,0	18,6
Peso secco di volume (kN/m ³)	18,01	18,24	17,88	18,24	18,17	18,56
Indice dei vuoti	0,443	0,425	0,454	0,425	0,430	0,400
Porosità (%)	30,7	29,8	31,2	29,8	30,1	28,6
Umidità di saturazione (%)	16,7	16,0	17,1	16,0	16,2	15,1
Grado di saturazione (%)	43,7	100,0	45,6	100,0	43,2	100,0

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

S. Bonomini

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

S. Bonfoco



PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	20/05/2014
Sigla campione:	SI-C2	Data fine prova:	23/05/2014
Profondità prelievo:	6,00 - 6,50 m.		
Campione N.:	8/b		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		

Velocità di prova = 0,0047 mm/min

Dati delle prove											
Provino 1				Provino 2				Provino 3			
$\sigma_v = 98,07 \text{ kN/m}^2$				$\sigma_v = 147,10 \text{ kN/m}^2$				$\sigma_v = 196,13 \text{ kN/m}^2$			
Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]	Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]	Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]
0,000	0,0	0,0	0,000	0,000	0,2	0,0	0,000	0,000	0,0	0,0	0,000
0,200	232,2	64,5	0,000	0,087	228,3	63,4	0,046	0,087	336,1	93,4	0,004
0,449	262,7	73,0	-0,001	0,258	346,2	96,2	0,046	0,258	489,6	136,0	0,005
0,634	263,4	73,2	-0,027	0,490	374,4	104,0	0,036	0,490	517,2	143,7	-0,001
0,808	263,0	73,1	-0,048	0,717	378,6	105,2	0,008	0,717	513,6	142,7	-0,029
1,013	262,3	72,9	-0,073	0,948	379,7	105,5	-0,017	0,948	506,0	140,6	-0,061
1,194	256,0	71,1	-0,106	1,193	375,0	104,2	-0,031	1,193	497,4	138,2	-0,086
1,386	253,5	70,4	-0,128	1,413	372,3	103,4	-0,066	1,413	488,3	135,6	-0,107
1,569	250,4	69,6	-0,143	1,644	369,5	102,6	-0,066	1,644	482,4	134,0	-0,128
1,738	245,7	68,3	-0,156	1,877	365,0	101,4	-0,073	1,877	478,9	133,0	-0,138
1,924	243,9	67,8	-0,176	2,113	362,2	100,6	-0,082	2,113	476,1	132,3	-0,150
2,116	244,1	67,8	-0,184	2,357	364,8	101,3	-0,085	2,357	473,4	131,5	-0,151
2,291	243,9	67,8	-0,193	2,585	365,2	101,4	-0,087	2,585	471,2	130,9	-0,163
2,479	244,1	67,8	-0,197	2,817	364,5	101,3	-0,089	2,817	468,5	130,1	-0,164
2,676	242,7	67,4	-0,203	3,064	363,4	100,9	-0,090	3,064	466,2	129,5	-0,175
2,852	240,8	66,9	-0,208	3,293	361,8	100,5	-0,093	3,293	464,5	129,0	-0,176
3,042	239,0	66,4	-0,213	3,530	360,6	100,2	-0,093	3,530	464,3	129,0	-0,176
3,229	237,2	65,9	-0,217	3,767	365,9	101,6	-0,094	3,767	462,7	128,5	-0,176
3,434	235,1	65,3	-0,217	4,001	366,0	101,7	-0,095	4,001	462,0	128,3	-0,177
3,607	233,2	64,8	-0,218	4,234	365,7	101,6	-0,095	4,234	460,6	127,9	-0,188
3,789	231,5	64,3	-0,219	4,469	364,8	101,3	-0,101	4,469	460,8	128,0	-0,188
3,989	229,9	63,9	-0,219	4,707	363,2	100,9	-0,102	4,707	461,9	128,3	-0,190
4,175	227,1	63,1	-0,220	4,935	361,8	100,5	-0,103	4,935	464,0	128,9	-0,190
4,350	225,3	62,6	-0,221	5,173	360,2	100,1	-0,104	5,173	464,5	129,0	-0,190
4,551	222,4	61,8	-0,221	5,433	358,5	99,6	-0,104	5,433	467,0	129,7	-0,190
4,732	219,9	61,1	-0,222	5,664	356,4	99,0	-0,105	5,664	466,8	129,7	-0,191
4,913	218,0	60,6	-0,222	5,899	354,8	98,6	-0,106	5,899	465,2	129,2	-0,193
5,114	217,3	60,4	-0,223	6,147	354,3	98,4	-0,106	6,147	467,1	129,8	-0,194
5,295	214,8	59,7	-0,223	6,382	353,1	98,1	-0,107	6,382	465,0	129,2	-0,192

Lo Sperimentatore

(S. Bonomini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

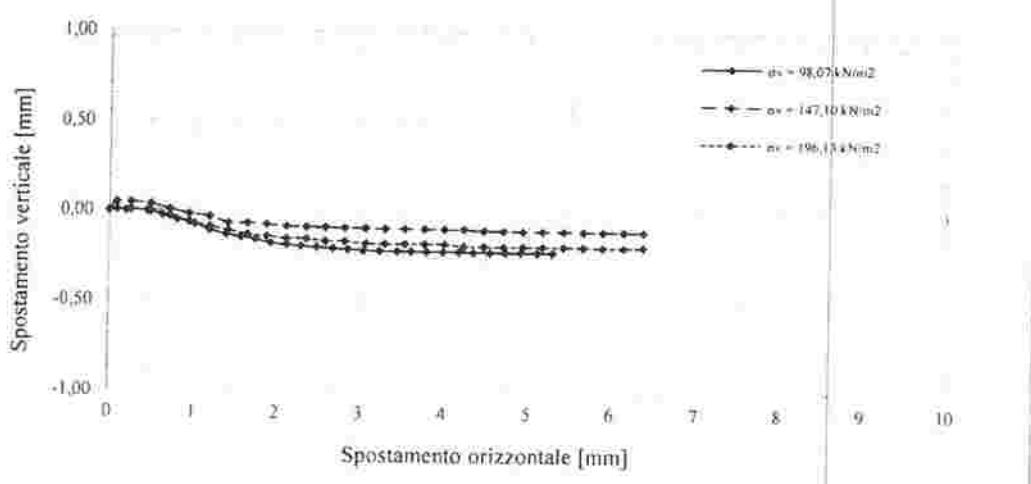
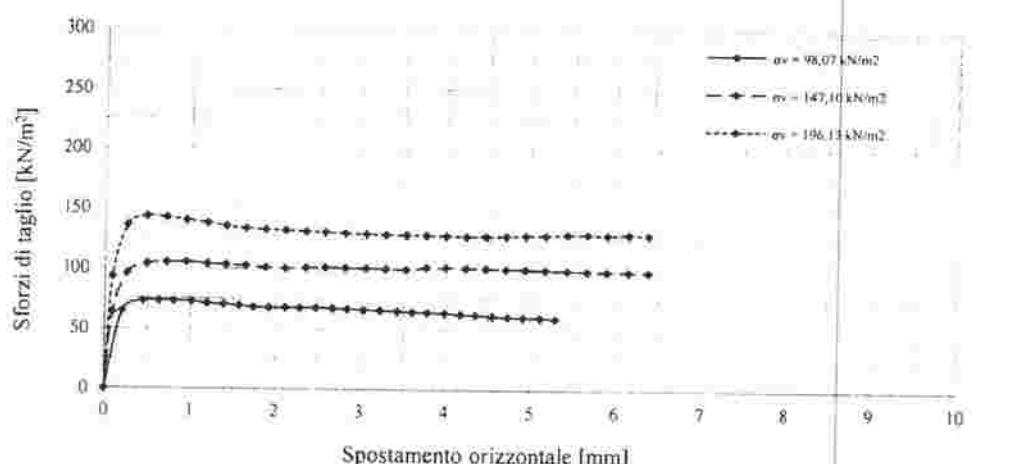
Il Responsabile

(Dott. S. Bonfoco)



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)**

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	20/05/2014
Sigla campione:	S1-C2	Data fine prova:	23/05/2014
Profondità prelievo:	6,00 - 6,50 m.		
Campione N.:	8/b		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



EDOMETRIA (ASTM D 2435)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S1-C2	Data fine prova:	29/05/2014
Profondità prelievo:	6,00 - 6,50 m.		
Campione N.:	8/b		
Attrezzatura di prova:	Edometro n° 8		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Sabbia debolmente limosa bruna.

Caratteristiche fisiche del campione:

Peso specifico dei grani*	γ_s	= 25,99 kN/m ³	* = Valore assunto
Limite Liquido	W_L	= - %	
Limite Plastico	W_p	= - %	
Indice Plastico	PI	= - %	
Umidità naturale	W_N	= 7,5 %	
Indice di consistenza	I_C	= -	

Caratteristiche fisiche del provino:

	Iniziali	Finali
Altezza (mm)	19,83	18,62
Diametro (mm)	70,90	70,90
Volume (cm ³)	78,27	73,48
Peso umido (N)	1,5122	-
Peso secco (N)	-	-
Peso umido di volume (kN/m ³)	19,32	21,63
Umidità (%)	7,5	13,0
Peso secco di volume (kN/m ³)	17,97	19,14
Indice dei vuoti	0,446	0,358
Porosità (%)	30,8	26,4
Umidità di saturazione (%)	16,8	13,5
Grado di saturazione (%)	44,6	96,3

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



EDOMETRIA
(ASTM D 2435)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Anglia & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT) S1-C2	Data inizio prova:	19/05/2014
Profondità prelievo:	6,00 - 6,50 m.	Data fine prova:	29/05/2014
Campione N.:	8/b		
Attrezzatura di prova:	Edometro n° 8		

Intervallo di tempo tra gli incrementi di carico: 24 h

TEMPO	Dati della prova (δh del provino in mm)									
	PRESSIONE (kN/m ²)									
0	36,77	73,55	147,10	294,20	588,40	1176,80	2353,60	588,40	147,10	36,77
6 "	0,000	0,496	0,581	0,687	0,832	1,006	1,187	1,485	1,375	1,302
12 "	0,450	0,542	0,644	0,764	0,918	1,104	1,357			
24 "		0,544	0,648	0,766	0,924	1,108	1,365			
48 "	0,459	0,544	0,652	0,768	0,931	1,113	1,371			
1 h 36 "		0,550	0,660	0,781	0,941	1,138	1,389			
3 h 12 "		0,552	0,664	0,783	0,950	1,140	1,412			
6 h 24 "	0,465	0,553	0,670	0,787	0,952	1,146	1,418	1,378	1,302	1,238
12 h 48 "		0,554	0,672	0,793	0,956	1,150	1,430			
25 h 36 "	0,496	0,558	0,675	0,797	0,961	1,157	1,445			
51 h 12 "		0,562	0,678	0,805	0,967	1,163	1,457			
1 h 42 "		0,566	0,681	0,826	0,978	1,161	1,473			
3 h 25 "		0,575	0,686	0,831	0,990	1,181	1,483			
6 h 50 "		0,581	0,687	0,831	1,006	1,187	1,485			
13 h 40 "		0,581	0,687	0,832	1,006	1,187	1,485			
24 h	0,496	0,581	0,687	0,832	1,006	1,187	1,485	1,375	1,302	1,208

Tabella riassuntiva					
Pressione	Cedimenti	Indice dei vuoti e	Modulo edometrico M	Coefficiente di consolidazione Cv	Coefficiente di permeabilità k
kN/m ²	mm		kN/m ²	m ² /s	m/s
0,00	0,000	0,446			
36,77	0,496	0,410	1470		
73,55	0,581	0,404	8581	-	-
147,10	0,687	0,396	13759	-	-
294,20	0,832	0,386	20117	-	-
588,40	1,006	0,373	33529	-	-
1176,80	1,187	0,360	64464	-	-
2353,60	1,485	0,338	78309	-	-
588,40	1,375	0,346			
147,10	1,302	0,351			
36,77	1,208	0,358			

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

S. Bonomini

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

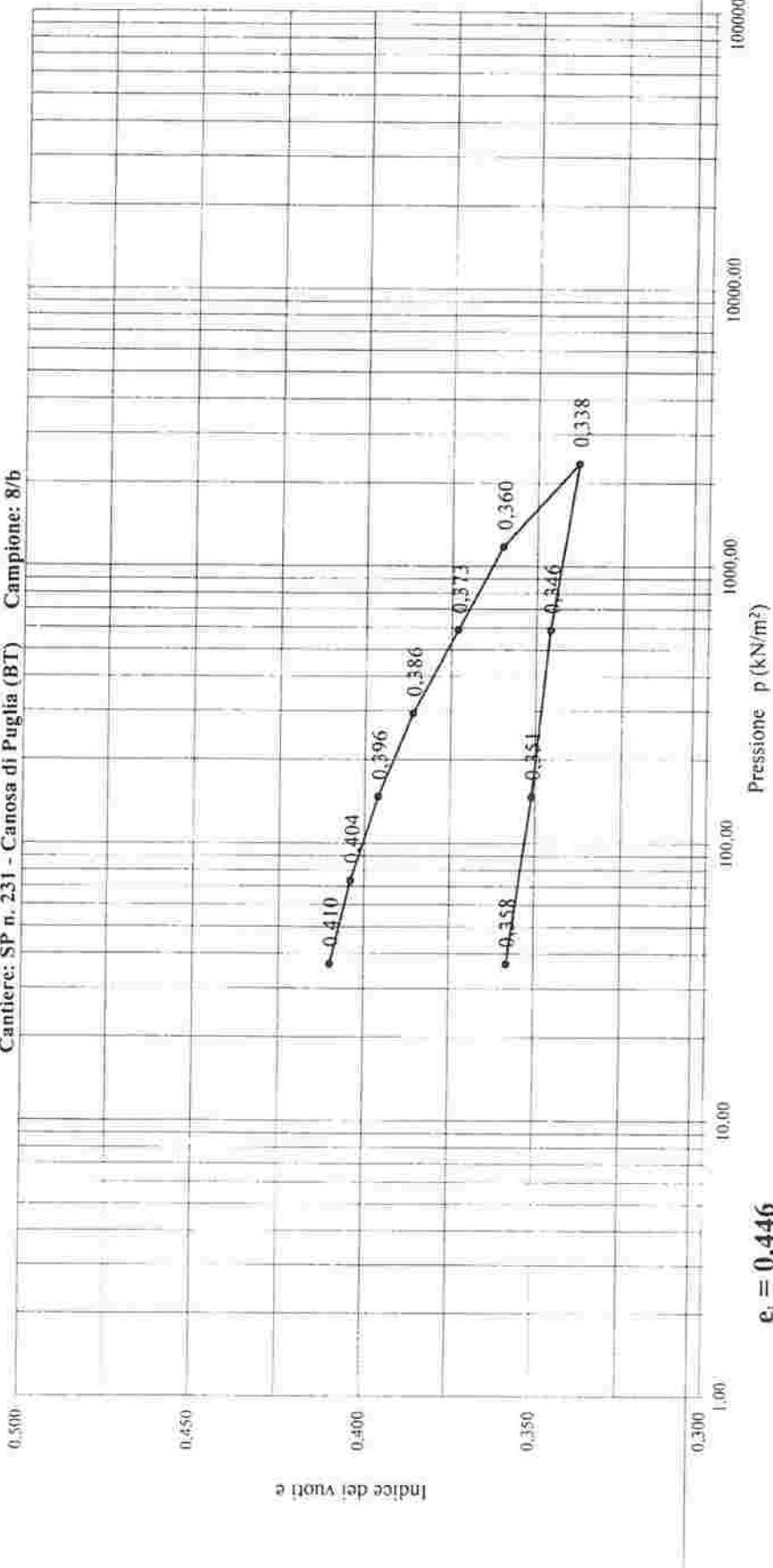
Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

S. Bonfoco

Diagramma "indice dei vuoti - logaritmo decimale della pressione verticale effettiva"

EDOMETRIA (ASTM D 2435)

Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT) Campione: 8/b



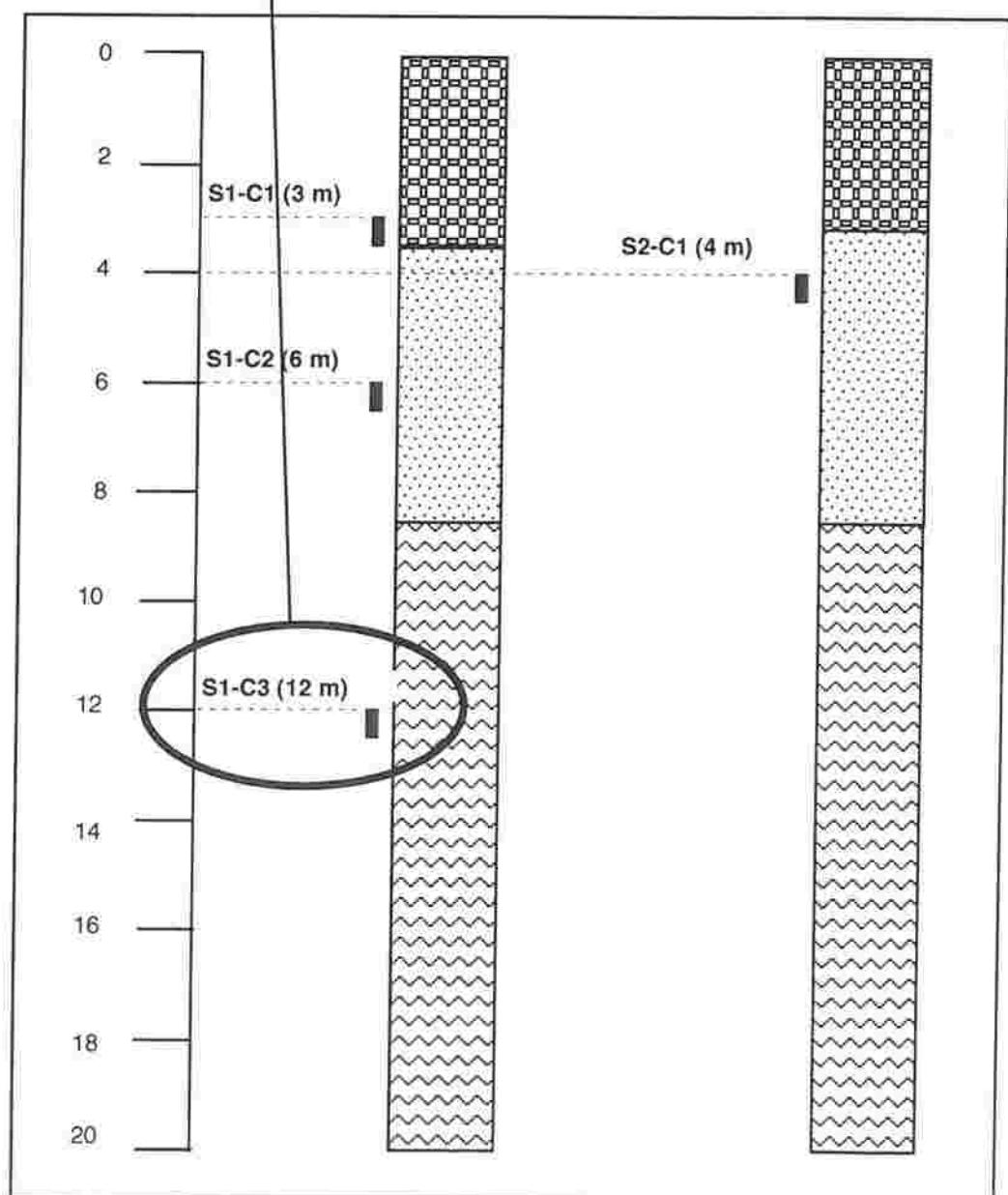
Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)
S. Bonomini

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA srl

Il Responsabile
(Dott. S. Belfiore)
S. Belfiore

ANALISI DI LABORATORIO

Campione S1 - C3





**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA NATURALE
(ASTM D2216)**

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S1-C3	Data fine prova:	22/05/2014
Profondità prelievo:	12,00 - 12,50 m.		
Campione N. :	8/c		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Limo con argilla nocciola con screziature grigie molto consistente.

Dati delle prove							
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6
Peso campione umido + tara	(N)	0,592	0,483	0,532	1,221	1,999	1,991
Peso campione secco + tara	(N)	0,527	0,433	0,475	1,114	1,698	1,680
Peso tara	(N)	0,210	0,188	0,187	0,567	0,207	0,188
Peso acqua	(N)	0,065	0,050	0,057	0,107	0,301	0,311
Peso campione secco	(N)	0,317	0,245	0,288	0,547	1,491	1,492
Contenuto naturale di acqua	(%)	20,4	20,3	19,8	19,5	20,2	20,8
							20,5

NOTE: Determinazioni eseguite su provini sottoposti a prova di taglio diretto consolidato drenato tipo CD (provini n° 1, n° 2 e n° 3), di compressione edometrica (provino n° 4) e di compressione triassiale non consolidata non drenata tipo UU (provini n° 5, n° 6 e n° 7).

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)
S. Bonomini

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)
S. Bonfoco



DETERMINAZIONE DEL PESO SECCO DI VOLUME (BS 1377:1975 Test 15/e)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S1-C3	Data fine prova:	22/05/2014
Profondità prelievo:	12,00 - 12,50 m.		
Campione N.:	8/e		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Limo con argilla nocciola con screziature grigie molto consistente.

Dati della prova								
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7
Volume fustella	(cm ³)	90,00	90,00	90,00	78,21	86,94	86,94	86,94
Peso campione umido + tara	(N)	3,1234	3,1692	3,1649	3,1994	1,9995	1,9907	1,9873
Peso tara	(N)	1,3980	1,3980	1,3980	1,6306	0,2068	0,1882	0,1869
Peso umido di volume	(kN/m ³)	19,17	19,68	19,63	20,06	20,62	20,73	20,71
Contenuto naturale di acqua	(%)	20,4	20,3	19,8	19,5	20,2	20,8	20,5
Peso secco di volume	(kN/m ³)	15,92	16,36	16,39	16,79	17,15	17,16	17,19
Peso specifico dei granuli *	(kN/m ³)	26,48	26,48	26,48	26,48	26,48	26,48	26,48
Indice dei vuoti		0,663	0,619	0,616	0,577	0,544	0,543	0,540
Porosità	(%)	39,9	38,2	38,1	36,6	35,2	35,2	35,1
Umidità di saturazione	(%)	24,6	22,9	22,8	21,4	20,1	20,1	20,0
Grado di saturazione	(%)	82,9	88,6	86,8	91,1	100,0	100,0	100,0

NOTE: Determinazioni eseguite su provini sottoposti a prova di taglio diretto consolidato drenato tipo CD (provini n° 1, n° 2 e n° 3), di compressione edometrica (provino n° 4) e di compressione triassiale non consolidata non drenata tipo UU (provini n° 5, n° 6 e n° 7).

* Valore assunto

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



Laboratorio Geotecnologico Pavia S.r.l.

Prove su terreni e materiali da costruzione

Rapporto di prova n° 159 del 29/05/2014

Pag. 1/2

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA (C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Data consegna: 16/05/2014
Angela & C. - Canosa di Puglia (BT) Data inizio/fine prova: 20-23/05/2014
Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)
Sigla campione: S1-C3
Profondità prelievo: 12,00 - 12,50 m.
Campione N.: 8/c

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Limo con argilla nocciola con screziature grigie molto consistente.

RISULTATO DELLA PROVA

Analisi granulometrica eseguita: per via umida
 per via secca

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA				
Crivelli (mm)	Setacci (mm)	Trattenuto parziale %	Trattenuto progressivo %	Passante progressivo %
	1			100,0
	0,5	0,1	0,1	99,9
	0,25	0,1	0,2	99,8
	0,125	0,2	0,3	99,7
	0,075	0,7	1,0	99,0
	<	99,0	100,0	0,0

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE		Diametro equiv. (mm)	Totale passante %
		0,0479	92,3
		0,0337	86,0
		0,0237	81,3
		0,0167	74,6
		0,0121	68,4
		0,0085	61,7
		0,0060	56,6
		0,0042	50,3
		0,0029	45,6
		0,0020	40,5
		0,0012	34,6

LABORATORIO
Lo Sperimentatore: **GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**
(S. Bonomini)

S.Bonomini

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

S.Bonfoco

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

Rapporto di prova n° 159 del 29/05/2014

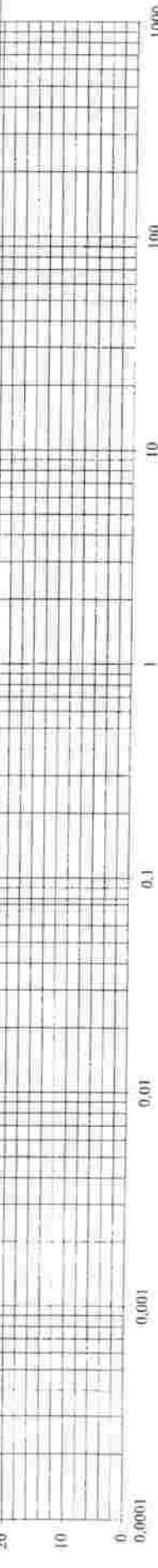
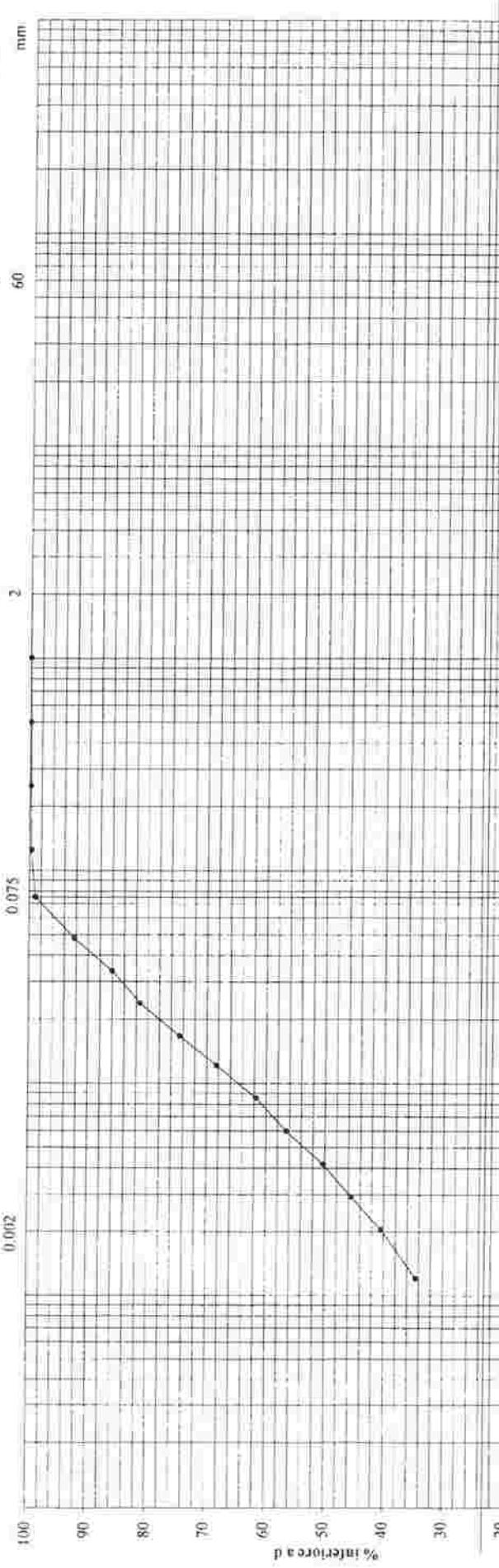
SE.M. Snc di Mararesi Maria
Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)
Sp n. 231 - Canosa di Puglia (BT)

Committente:
Cantieri:
Data inizio/fine prova:
20-23/05/2014

Campione **8/c** — Sigla campione **SI-C3**

<2 μ % Lime % Sabbia % Ghiaia %
40 59 1

Inferiore a 2 μ Limone Sabbia Ghiaia Superiore a 60 min



Il Responsabile
(Dott. S. Bonomini)

S. Bonomini

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA srl**

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)
S. Bonomini



PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrése Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	22/05/2014
Sigla campione:	S1-C3	Data fine prova:	28/05/2014
Profondità prelievo:	12,00 - 12,50 m.		
Campione N.:	8/c		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Limo con argilla nocciola con screziature grigie molto consistente.

Caratteristiche fisiche del campione:

Peso specifico dei grani*	γ_s = 26,48	kN/m ³	* Valore assunto
Limite Liquido	W_L = N.D.	%	N.D. = Non Determinato
Limite Plastico	W_p = -	%	
Indice Plastico	PI = -	%	
Umidità	W = 20,2	%	
Indice di consistenza	I_C = -		

Caratteristiche fisiche dei provini:

	Provino 1		Provino 2		Provino 3	
	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali
Altezza (mm)	25,00	24,68	25,00	24,49	25,00	24,56
Lunghezza lato (mm)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Volume (cm ³)	90,000	88,848	90,000	88,164	90,000	88,416
Peso umido (N)	1,7254	-	1,7712	-	1,7669	-
Peso secco (N)	-	1,4331	-	1,4723	-	1,4749
Peso umido di volume (kN/m ³)	19,17	-	19,68	-	19,63	-
Umidità (%)	20,4	24,3	20,3	23,3	19,8	23,3
Peso secco di volume (kN/m ³)	15,92	16,13	16,36	16,70	16,39	16,68
Indice dei vuoti	0,663	0,642	0,619	0,586	0,616	0,587
Porosità (%)	39,9	39,1	38,2	36,9	38,1	37,0
Umidità di saturazione (%)	24,6	23,8	22,9	21,7	22,8	21,7
Grado di saturazione (%)	82,9	100,0	88,6	100,0	86,8	100,0

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP.n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	22/05/2014
Sigla campione:	S1-C3	Data fine prova:	28/05/2014
Profondità prelievo:	12.00 - 12.50 m.		
Campione N.:	8/c		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		

Velocità di prova = 0,0024 mm/min

Dati delle prove											
Provino 1				Provino 2				Provino 3			
$\sigma_v = 147,10 \text{ kN/m}^2$				$\sigma_v = 245,17 \text{ kN/m}^2$				$\sigma_v = 343,23 \text{ kN/m}^2$			
Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]	Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]	Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]
0,000	0,0	0,0	0,000	0,000	0,0	0,0	0,000	0,000	0,0	0,0	0,000
0,154	81,1	22,5	-0,012	0,027	141,2	39,2	0,000	0,038	188,2	52,3	-0,035
0,305	125,9	35,0	-0,022	0,171	229,6	63,8	-0,001	0,162	333,0	92,5	-0,056
0,444	153,7	42,7	-0,032	0,310	277,6	77,1	-0,001	0,295	417,7	116,0	-0,080
0,587	177,9	49,4	-0,039	0,441	320,3	89,0	-0,002	0,433	475,3	132,0	-0,097
0,727	195,6	54,3	-0,045	0,587	359,9	100,0	-0,003	0,571	517,0	143,6	-0,109
0,888	216,1	60,0	-0,043	0,735	400,4	111,2	-0,004	0,719	553,7	153,8	-0,117
1,057	233,8	64,9	-0,043	0,889	436,9	121,4	-0,004	0,859	584,3	162,3	-0,125
1,219	247,9	68,9	-0,043	1,052	467,9	130,0	-0,002	1,015	613,0	170,3	-0,131
1,378	258,3	71,8	-0,042	1,203	484,6	134,6	0,000	1,178	634,3	176,2	-0,134
1,531	269,8	74,9	-0,041	1,363	502,5	139,6	0,002	1,334	643,1	178,6	-0,140
1,677	280,6	77,9	-0,041	1,517	513,8	142,7	0,006	1,479	651,2	180,9	-0,144
1,824	290,1	80,6	-0,040	1,657	523,0	145,3	0,007	1,632	660,4	183,4	-0,156
1,983	299,6	83,2	-0,040	1,811	512,5	142,4	0,006	1,710	662,7	184,1	-0,160
2,127	304,8	84,7	-0,039	1,959	501,0	139,2	0,004	1,780	659,5	183,2	-0,168
2,268	293,1	81,4	-0,039	2,115	518,1	143,9	-0,010	1,938	643,3	178,7	-0,182
2,420	296,9	82,5	-0,049	2,264	527,5	146,5	-0,029	2,091	641,8	178,3	-0,196
2,590	307,8	85,5	-0,075	2,412	530,6	147,4	-0,041	2,232	634,7	176,3	-0,208
2,736	315,4	87,6	-0,091	2,561	536,1	148,9	-0,047	2,402	635,4	176,5	-0,215
2,882	320,7	89,1	-0,103	2,716	534,8	148,6	-0,052	2,550	634,3	176,2	-0,224
3,029	312,7	86,9	-0,121	2,856	530,1	147,3	-0,057	2,698	633,7	176,0	-0,233
3,185	312,2	86,7	-0,144	3,020	512,7	142,4	-0,061	2,854	632,3	175,6	-0,240
3,340	315,3	87,6	-0,157	3,173	485,9	135,0	-0,073	2,994	630,3	175,1	-0,245
3,490	319,3	88,7	-0,163	3,326	477,7	132,7	-0,079	3,153	623,7	173,3	-0,248
3,637	311,2	86,4	-0,177	3,442	473,6	131,6	-0,082	3,294	614,1	170,6	-0,252
3,783	311,6	86,6	-0,200								
3,937	314,3	87,3	-0,217								
4,071	315,8	87,7	-0,224								
4,210	314,6	87,4	-0,231								
4,350	313,1	87,0	-0,238								

Lo Sperimentatore

(S. Bonomini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

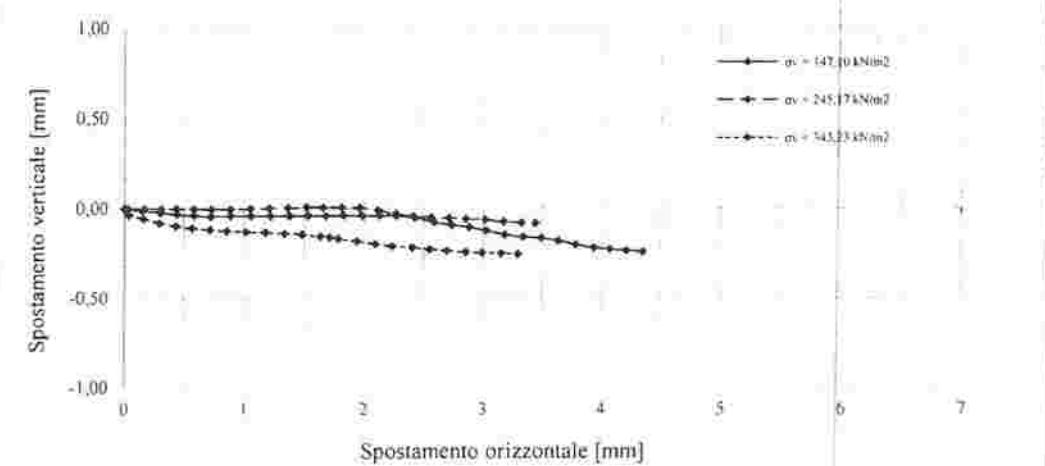
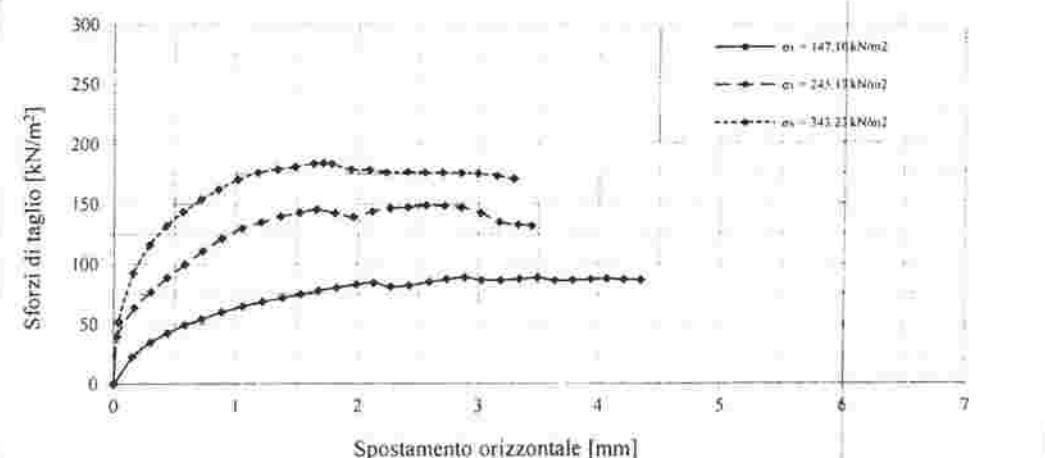
Il Responsabile

(Dott. S. Bonfoco)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	22/05/2014
Sigla campione:	SI-C3	Data fine prova:	28/05/2014
Profondità prelievo:	12,00 - 12,50 m.		
Campione N.:	8/c		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



EDOMETRIA
(ASTM D 2435)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S1-C3	Data fine prova:	29/05/2014
Profondità prelievo:	12,00 - 12,50 m.		
Campione N.:	8/c		
Attrezzatura di prova:	Edometro n° 7		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Limo con argilla nocciola con screziature grigie molto consistente.

Caratteristiche fisiche del campione:

Peso specifico dei grani*	γ_s	= 26,48 kN/m ³	* Valore assunto
Limite Liquido	W_L	= N.D. %	N.D. = Non Determinato
Limite Plastico	W_p	= - %	
Indice Plastico	PI	= - %	
Umidità naturale	W_N	= 19,5 %	
Indice di consistenza	I_C	= -	

Caratteristiche fisiche del provino:

	Iniziali	Finali
Altezza (mm)	19,80	18,45
Diametro (mm)	70,92	70,92
Volume (cm ³)	78,21	72,84
Peso umido (N)	1,5688	-
Peso secco (N)	-	-
Peso umido di volume (kN/m ³)	20,06	21,26
Umidità (%)	19,5	17,9
Peso secco di volume (kN/m ³)	16,79	18,03
Indice dei vuoti	0,577	0,469
Porosità (%)	36,6	31,9
Umidità di saturazione (%)	21,4	17,4
Grado di saturazione (%)	91,1	100,0

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



EDOMETRIA
(ASTM D 2435)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT) S1-C3	Data inizio prova:	19/05/2014
Profondità prelievo:	12,00 - 12,50 m.	Data fine prova:	29/05/2014
Campione N.:	8/c		
Attrezzatura di prova:	Edometro n° 7		

Intervallo di tempo tra gli incrementi di carico: 24 h

TEMPO	Dati della prova (δh del provino in mm)									
	PRESSIONE (kN/m ²)									
0	36,77	73,55	147,10	294,20	588,40	1176,80	2353,60	588,40	147,10	36,77
6 "	0,000	0,000	0,091	0,309	0,649	1,056	1,686	2,470	2,160	1,678
12 "	0,086		0,143	0,389	0,744	1,158	1,795			
24 "			0,148	0,399	0,756	1,180	1,809			
48 "			0,157	0,407	0,766	1,197	1,836			
1 ' 36 "	0,096	0,074	0,170	0,423	0,776	1,218	1,865	2,342	2,052	1,592
3 ' 12 "			0,186	0,439	0,815	1,249	1,894			
6 ' 24 "	0,095	0,087	0,219	0,500	0,882	1,366	2,018	2,271	1,956	1,568
12 ' 48 "			0,236	0,548	0,930	1,435	2,095			
25 ' 36 "	0,050		0,251	0,569	0,974	1,497	2,204			
51 ' 12 "			0,265	0,598	1,005	1,557	2,267			
1 h 42 '			0,275	0,616	1,020	1,598	2,316			
3 h 25 '	0,000	0,091	0,291	0,626	1,033	1,617	2,415			
6 h 50 '			0,303	0,635	0,105	1,645	2,437			
13 h 40 '			0,308	0,639	1,050	1,655	2,468			
24 h		0,091	0,309	0,649	1,056	1,686	2,470	2,160	1,678	1,352

Tabella riassuntiva					
Pressione	Cedimenti	Indice dei vuoti e	Modulo edometrico M	Coefficiente di consolidazione C _v	Coefficiente di permeabilità k
kN/m ²	mm		kN/m ²	m ² /s	m/s
0,00	0,000	0,577			
36,77	0,000	0,576			
73,55	0,091	0,569	8003		
147,10	0,309	0,552	6680	$4,2 \times 10^{-7}$	$6,2 \times 10^{-10}$
294,20	0,649	0,525	8566	$6,9 \times 10^{-8}$	$7,9 \times 10^{-11}$
588,40	1,056	0,492	14312	$7,8 \times 10^{-8}$	$5,3 \times 10^{-11}$
1176,80	1,686	0,442	18493	$5,4 \times 10^{-8}$	$2,9 \times 10^{-11}$
2353,60	2,470	0,380	29720	$3,9 \times 10^{-8}$	$1,3 \times 10^{-11}$
588,40	2,160	0,404			
147,10	1,678	0,443			
36,77	1,352	0,469			

NOTE: Alla pressione di 36,77 kN/m² il provino rigonfia.

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

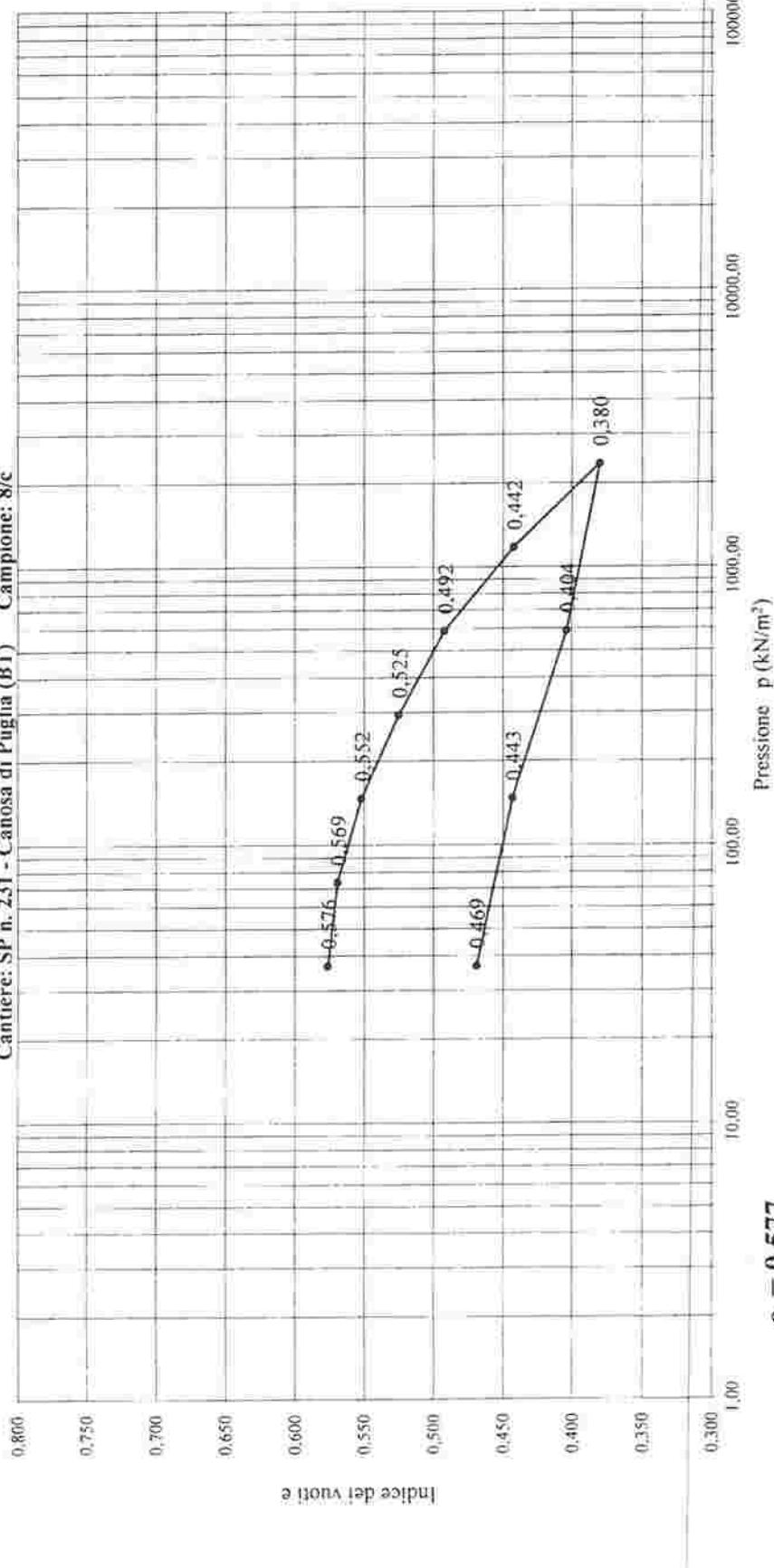
**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

Diagramma "indice dei vuoti" - logaritmo decimale della pressione verticale effettiva"

EDOMETRIA (ASTM D 2435)

Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT) Campione: 8/c



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonomini)


EDOMETRIA

(ASTM D 2435)

Diagramma "assestamento-radice quadrata del tempo"

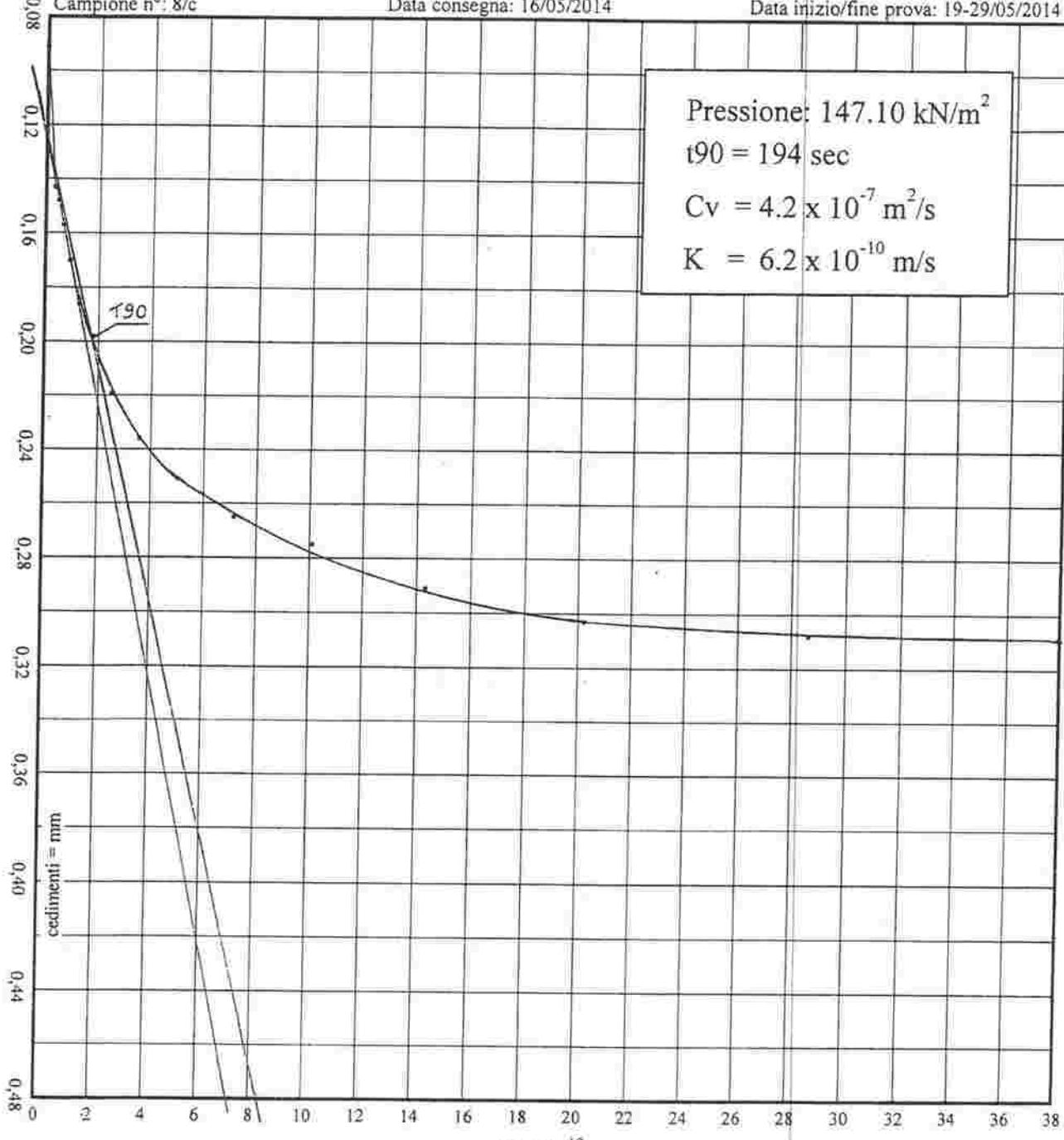
Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C.

Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)

Campione n°: 8/c

Data consegna: 16/05/2014

Data inizio/fine prova: 19-29/05/2014



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

EDOMETRIA

(ASTM D 2435)

Diagramma "assestamento-radice quadrata del tempo"

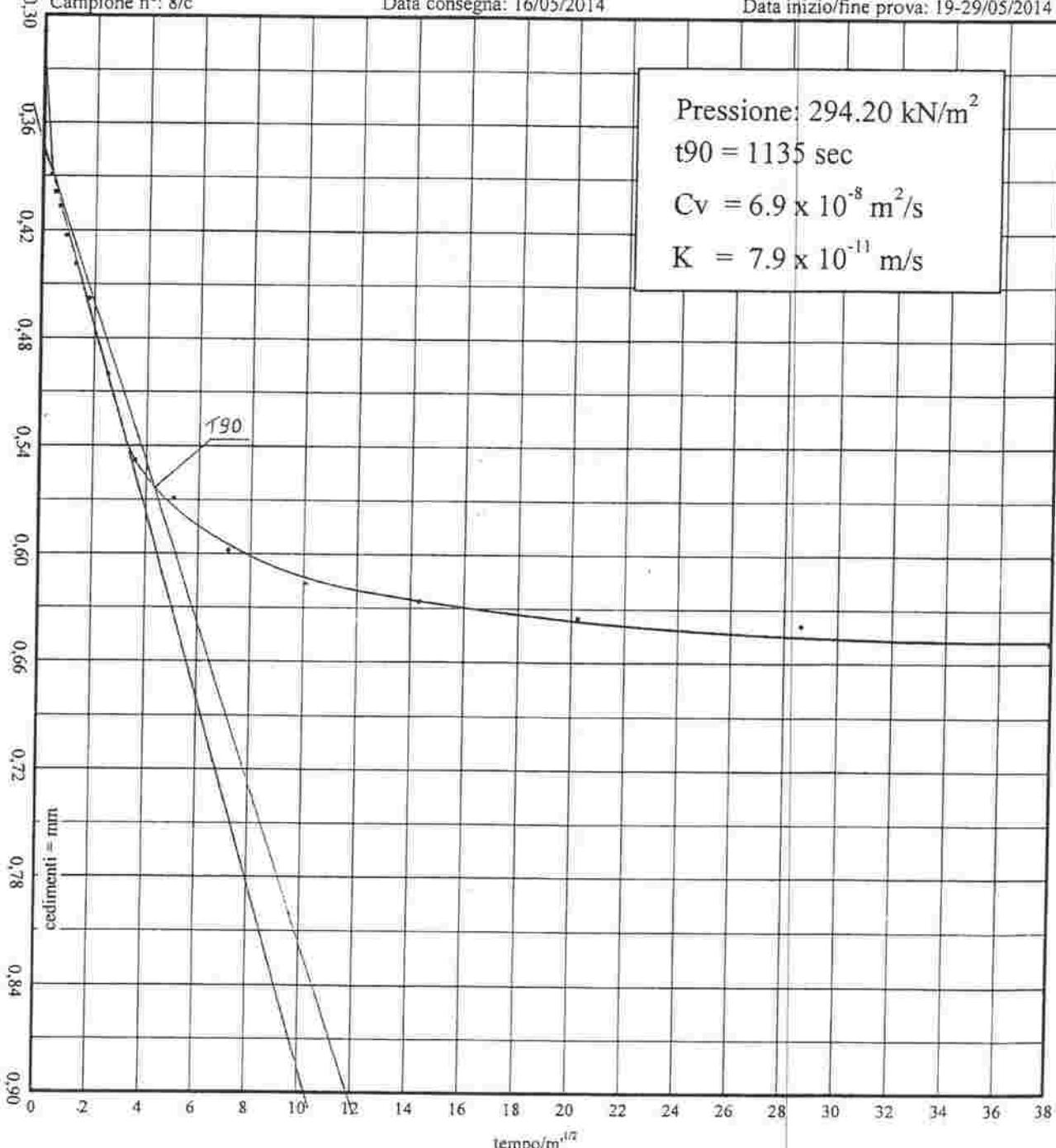
Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C.

Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)

Campione n°: 8/c

Data consegna: 16/05/2014

Data inizio/fine prova: 19-29/05/2014



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

S. Bonomini

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

S. Bonfoco

EDOMETRIA

(ASTM D 2435)

Diagramma "assestamento-radice quadrata del tempo"

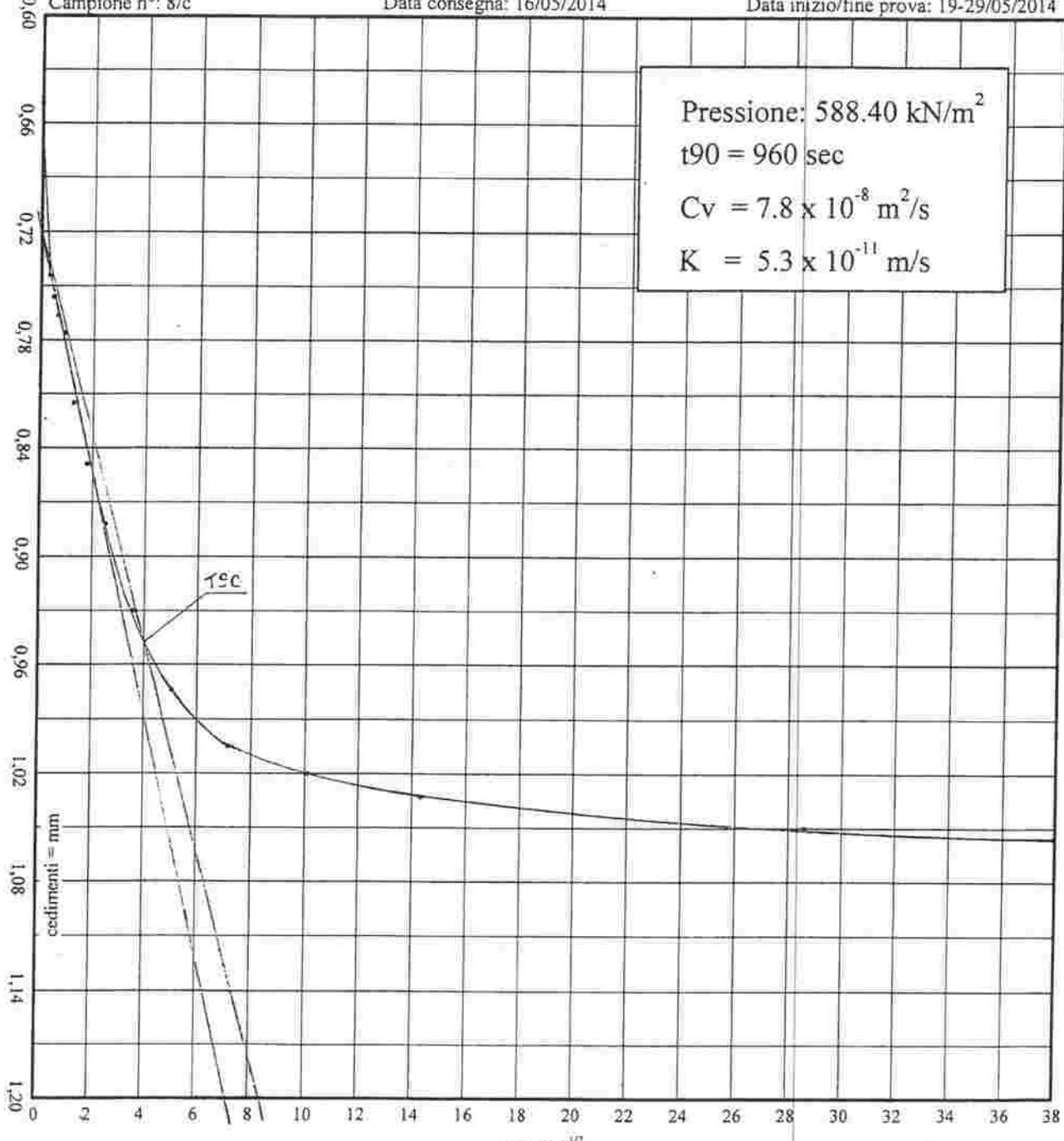
Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C.

Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)

Campione n°: 8/c

Data consegna: 16/05/2014

Data inizio/fine prova: 19-29/05/2014



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

S. Bonomini

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

S. Bonfoco

EDOMETRIA

(ASTM D 2435)

Diagramma "assestamento-radice quadrata del tempo"

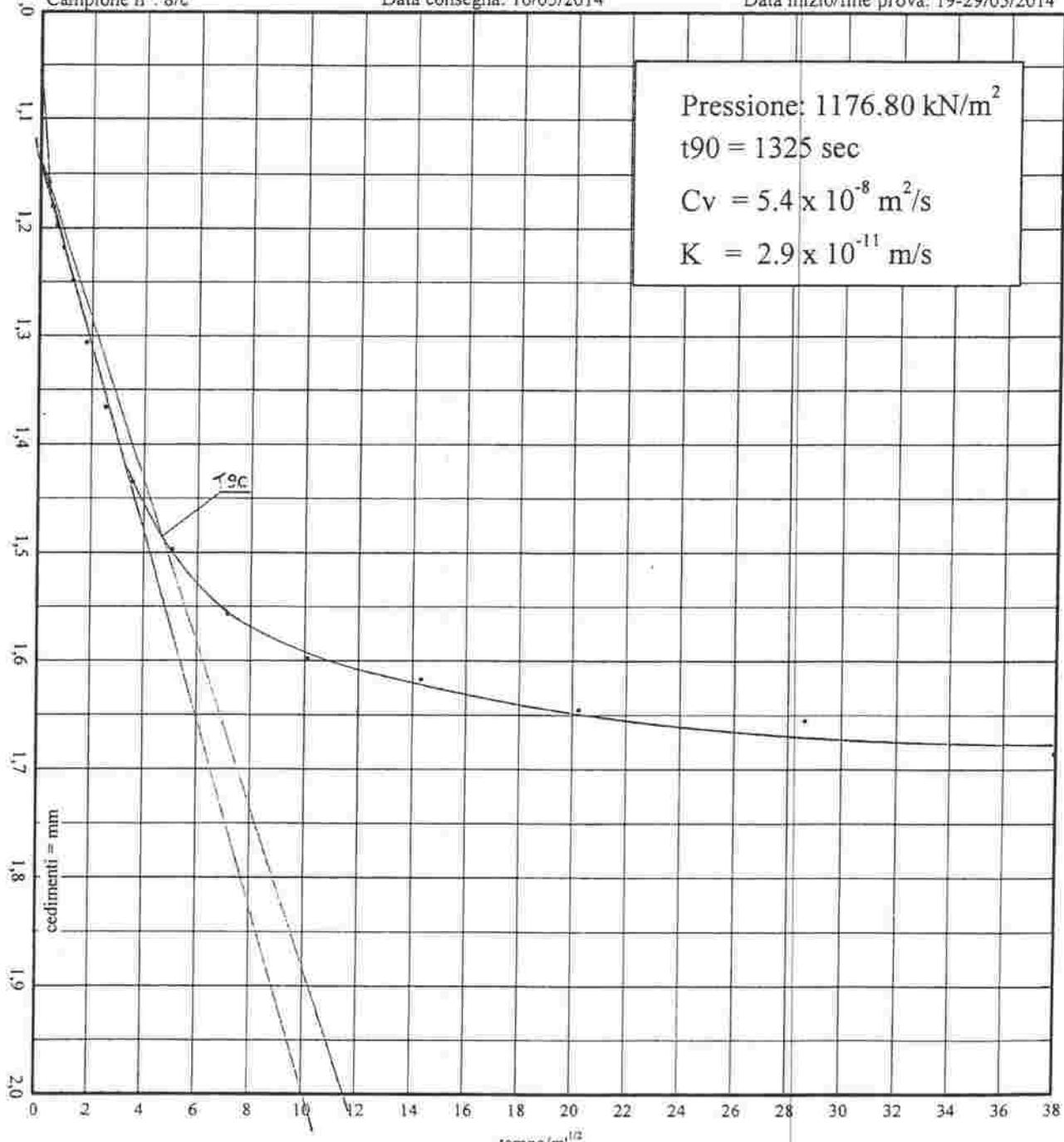
Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C.

Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)

Campione n°: 8/c

Data consegna: 16/05/2014

Data inizio/fine prova: 19-29/05/2014



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

S. Bonomini

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

S. Bonfoco

EDOMETRIA

(ASTM D 2435)

Diagramma "assestamento-radice quadrata del tempo"

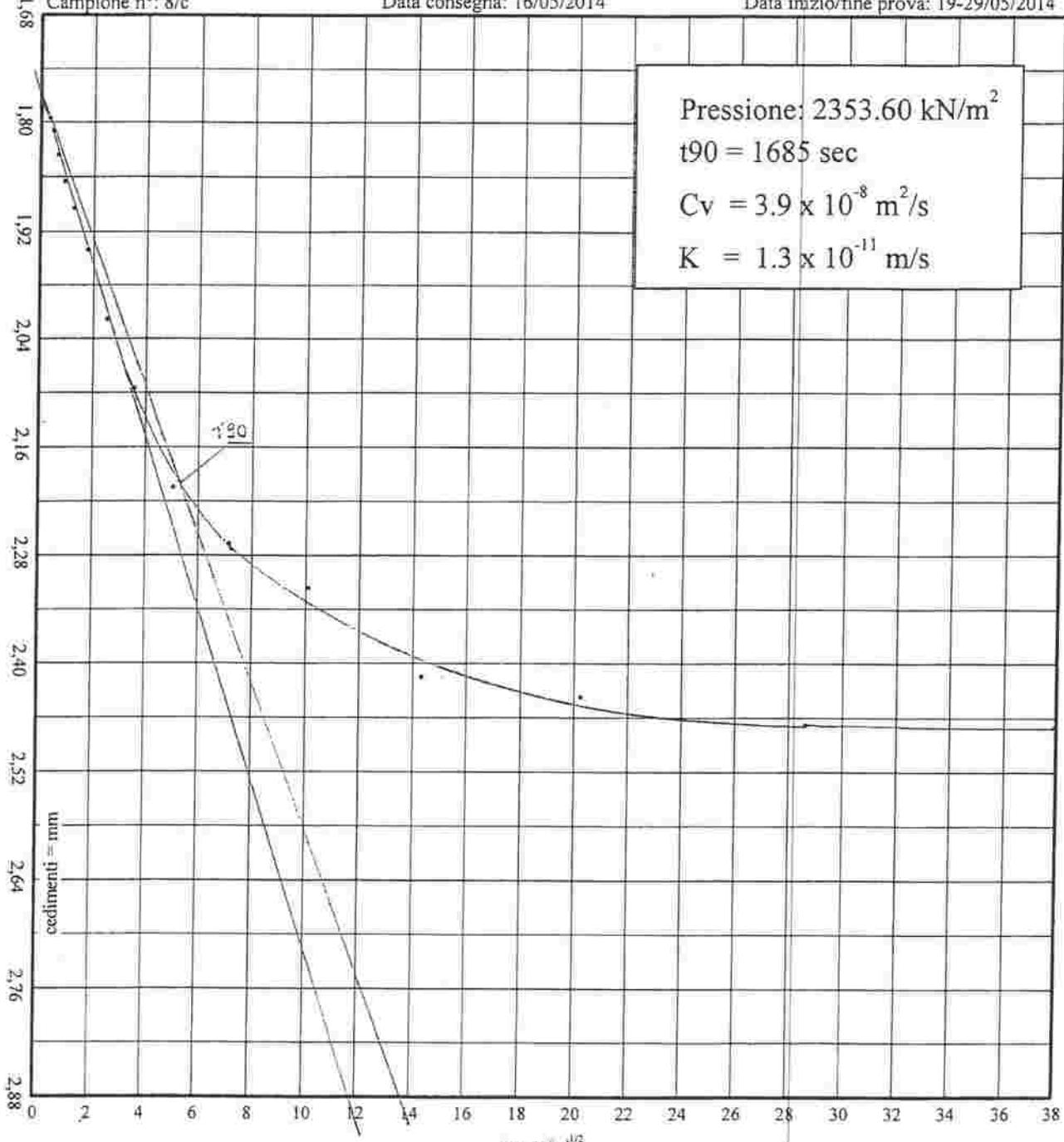
Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C.

Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)

Campione n°: 8/c

Data consegna: 16/05/2014

Data inizio/fine prova: 19-29/05/2014



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

S. Bonomini

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)

S. Bonfoco



**PROVA TRIASSIALE TIPO UU
(RACC. A.G.I.)**

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	20/05/2014
Sigla campione:	S1-C3	Data fine prova:	20/05/2014
Profondità prelievo:	12,00 - 12,50 m.		
Campione N.:	8/c		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura per prove triassiali "GEOTISCO"		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Limo con argilla nocciola con screziature grigie molto consistente.

Caratteristiche fisiche del campione:

Peso specifico dei grani *	γ_s =	26,48	KN/m ³	* Valore assunto
Limite Liquido	W_L =	N.D.	%	N.D. = Non Determinato
Limite Plastico	W_P =	-	%	
Indice Plastico	P_I =	-	%	
Umidità naturale	W_n =	20,5	%	
Indice di consistenza	I_C =	-		

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini indisturbati:

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
	Iniziali	Iniziali	Iniziali
Altezza (mm)	76,30	76,30	76,30
Diametro (mm)	38,10	38,10	38,10
Volume (cm ³)	86,94	86,94	86,94
Peso umido (N)	1,7918	1,8025	1,8004
Peso umido di volume (kN/m ³)	20,61	20,73	20,71
Umidità (%)	20,2	20,8	20,5
Peso secco di volume (kN/m ³)	17,15	17,16	17,19
Indice dei vuoti	0,544	0,543	0,540
Porosità (%)	35,2	35,2	35,1
Umidità di saturazione (%)	20,1	20,1	20,0
Grado di saturazione (%)	100,0	100,0	100,0

NOTE: Il provino n° 2 è stato fustellato su sezione diversa

Lo Sperimentatore

(S. Bonomini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile

(Dott. S. Bonfoco)

PROVA TRIASSIALE TIPO UU (RACC. A.G.L.)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT) SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna: 16/05/2014 Data inizio prova: 20/05/2014 Data fine prova: 20/05/2014
Sigla campione:	SI-C3	
Profondità prelievo:	12,00 - 12,50 m.	
Campioni N.:	8/c	
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura per prove triassiali "GEOTISCO"	

Velocità di avanzamento della pressa $v = 0,6$ mm/min

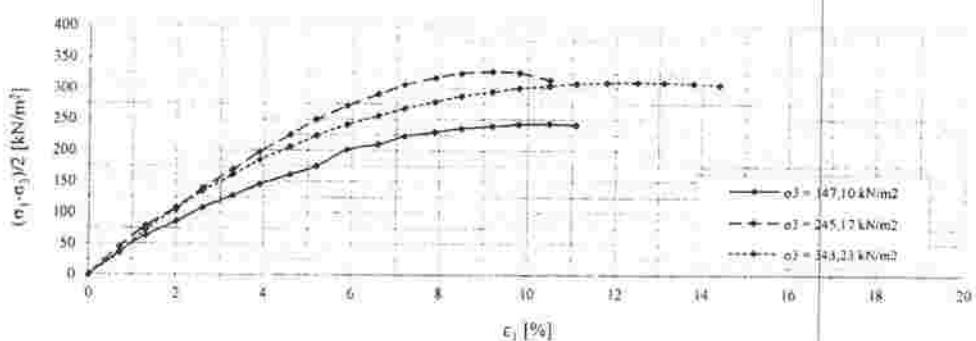
Dati delle rotture

Provino 1					Provino 2 (fustellato su sezione diversa)					Provino 3				
$\sigma_3 = 147,10$ kN/m ²					$\sigma_3 = 245,17$ kN/m ²					$\sigma_3 = 343,23$ kN/m ²				
Avanz. vertic.	Carico assiale	Deform. assiale	Area corretta	Sforzo tangenz. massimo ($\sigma_1 - \sigma_3$)/2	Avanz. vertic.	Carico assiale	Deform. assiale	Area corretta	Sforzo tangenz. massimo ($\sigma_1 - \sigma_3$)/2	Avanz. vertic.	Carico assiale	Deform. assiale	Area corretta	Sforzo tangenz. massimo ($\sigma_1 - \sigma_3$)/2
δh [mm]	N [N]	ϵ_1 [%]	A [cm ²]	t [kN/m ²]	δh [mm]	N [N]	ϵ_1 [%]	A [cm ²]	t [kN/m ²]	δh [mm]	N [N]	ϵ_1 [%]	A [cm ²]	t [kN/m ²]
0,00	0,0	0,0	11,40	0,0	0,00	0,0	0,0	11,40	0,0	0,00	0,0	0,0	11,40	0,0
0,50	85,0	0,7	11,48	37,0	0,50	104,0	0,7	11,48	45,3	0,50	79,0	0,7	11,48	24,4
1,00	148,0	1,3	11,55	64,1	1,00	183,0	1,3	11,55	79,2	1,00	170,0	1,3	11,55	75,6
1,50	202,0	2,0	11,63	86,8	1,50	253,0	2,0	11,63	108,8	1,50	246,0	2,0	11,63	105,8
2,00	254,0	2,6	11,70	108,5	2,00	327,0	2,6	11,70	139,7	2,00	316,0	2,6	11,70	135,0
2,50	302,0	3,3	11,78	128,2	2,50	400,0	3,3	11,78	169,8	2,50	380,0	3,3	11,78	161,3
3,00	346,0	3,9	11,86	145,9	3,00	470,0	3,9	11,86	198,1	3,00	438,0	3,9	11,86	184,7
3,50	386,0	4,6	11,94	161,6	3,50	538,0	4,6	11,94	225,3	3,50	492,0	4,6	11,94	206,0
4,00	422,0	5,2	12,02	175,5	4,00	601,0	5,2	12,02	250,0	4,00	539,0	5,2	12,02	224,2
4,50	488,0	5,9	12,11	201,5	4,50	659,0	5,9	12,11	272,1	4,50	586,0	5,9	12,11	241,9
5,00	514,0	6,6	12,20	210,7	5,00	710,0	6,6	12,20	291,0	5,00	625,0	6,6	12,20	256,1
5,50	550,0	7,2	12,28	223,9	5,50	753,0	7,2	12,28	306,6	5,50	659,0	7,2	12,28	268,3
6,00	570,0	7,9	12,37	230,4	6,00	787,0	7,9	12,37	318,1	6,00	690,0	7,9	12,37	278,9
6,50	588,0	8,5	12,45	236,1	6,50	810,0	8,5	12,45	325,3	6,50	717,0	8,5	12,45	288,0
7,00	601,5	9,2	12,55	239,6	7,00	822,5	9,2	12,55	327,7	7,00	740,0	9,2	12,55	294,8
7,50	612,5	9,8	12,63	242,5	7,50	823,0	9,8	12,63	325,8	7,50	760,0	9,8	12,63	300,0
8,00	619,0	10,5	12,73	243,1	8,00	800,0	10,5	12,73	314,2	8,00	776,0	10,5	12,73	304,8
8,50	620,0	11,1	12,82	241,8						8,50	791,0	11,1	12,82	308,5
										9,00	802,0	11,8	12,92	310,4
										9,50	809,0	12,5	13,02	310,7
										10,00	814,0	13,1	13,11	310,5
										10,50	816,5	13,8	13,27	308,8
										11,00	816,2	14,4	13,31	306,6

Forma del provino a rottura: cilindrica lungo
superficie inclinata circa 45°

Forma del provino a rottura: a botte

Forma del provino a rottura: a botte



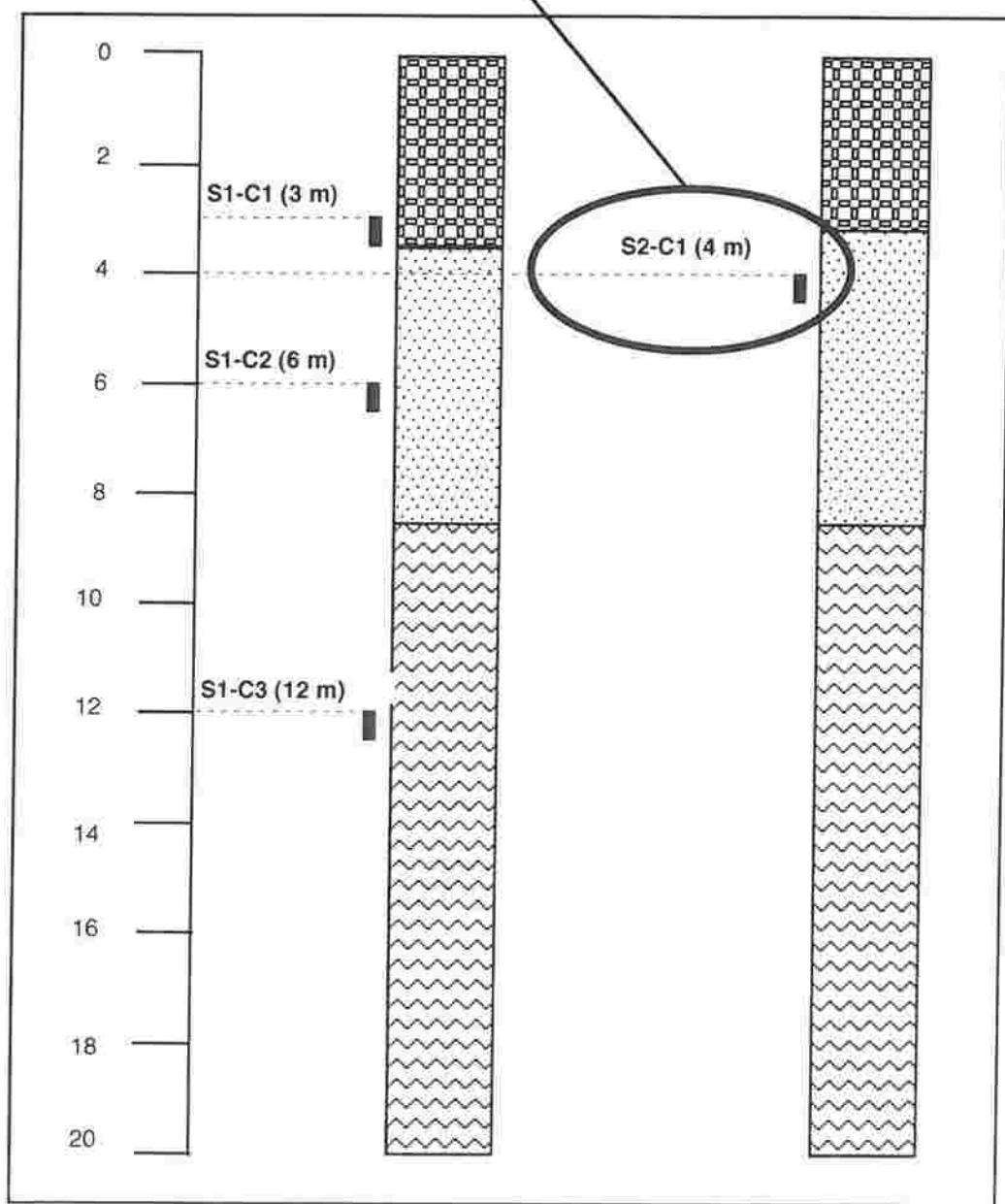
Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonomini)

ANALISI DI LABORATORIO

Campione S2 - C1





Laboratorio Geotecnologico Pavia S.r.l.

Prove su terreni e materiali da costruzione

Rapporto di prova n° 163 del 29/05/2014

Pag. 1/1

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA NATURALE
(ASTM D2216)**

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	16/05/2014
Sigla campione:	S2-Cl	Data fine prova:	17/05/2014
Profondità prelievo:	4,00 - 4,30 m.		
Campione N.:	8/d		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Sabbia media-fine con limo debolmente argillosa bruna.

Dati delle prove					
		N° 1	N° 2	N° 3	
Peso campione umido + tara	(N)	1,600	0,912	0,939	
Peso campione secco + tara	(N)	1,536	0,845	0,877	
Peso tara	(N)	0,891	0,198	0,230	
Peso acqua	(N)	0,064	0,067	0,063	
Peso campione secco	(N)	0,644	0,647	0,646	
Contenuto naturale di acqua	(%)	10,0	10,3	9,7	

NOTE:

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



DETERMINAZIONE DEL PESO SECCO DI VOLUME (BS 1377:1975 Test 15/e)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	16/05/2014
Sigla campione:	S2-C1	Data fine prova:	17/05/2014
Profondità prelievo:	4,00 - 4,30 m.		
Campione N.:	8/d		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Sabbia media-fine con limo debolmente argillosa bruna,

Dati della prova					
		N° 1	N° 2	N° 3	
Volume fustella	(cm ³)	90,00	90,00	90,00	
Peso campione umido + tara	(N)	3,1048	3,1067	3,1107	
Peso tara	(N)	1,3980	1,3980	1,3980	
Peso umido di volume	(kN/m ³)	18,96	18,99	19,03	
Contenuto naturale di acqua	(%)	10,0	10,3	9,7	
Peso secco di volume	(kN/m ³)	17,24	17,22	17,35	
Peso specifico dei granuli *	(kN/m ³)	25,99	25,99	25,99	
Indice dei vuoti		0,508	0,509	0,498	
Porosità	(%)	33,7	33,7	33,2	
Umidità di saturazione	(%)	19,2	19,2	18,8	
Grado di saturazione	(%)	52,1	53,6	51,6	

NOTE: * Valore assunto

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA
(C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

Committente: S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Data consegna: 16/05/2014
Angela & C. - Canosa di Puglia (BT) Data inizio/fine prova: 20-23/05/2014
Cantiere: SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)
Sigla campione: S2-C1
Profondità prelievo: 4,00 - 4,30 m.
Campione N.: 8/d

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Sabbia media-fine con limo debolmente argillosa bruna.

RISULTATO DELLA PROVA

Analisi granulometrica eseguita: *per via umida* *per via secca*

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA				
Crivelli (mm)	Setacci (mm)	Trattenuto parziale %	Trattenuto progressivo %	Passante progressivo %
	16			100,0
	8	0,2	0,2	99,8
	4	0,8	1,0	99,0
	2	2,3	3,3	96,7
	1	3,4	6,7	93,3
	0,5	5,9	12,7	87,3
	0,25	15,9	28,5	71,5
	0,125	26,6	55,1	44,9
	0,075	13,4	68,5	31,5
	<	31,5	100,0	0,0

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE		Diametro equiv. (mm)	Totale passante %
		0,0478	23,3
		0,0335	19,9
		0,0236	18,0
		0,0166	16,1
		0,0121	14,6
		0,0085	12,8
		0,0059	11,6
		0,0042	10,0
		0,0029	8,6
		0,0020	7,5
		0,0012	5,8

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

**LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.**

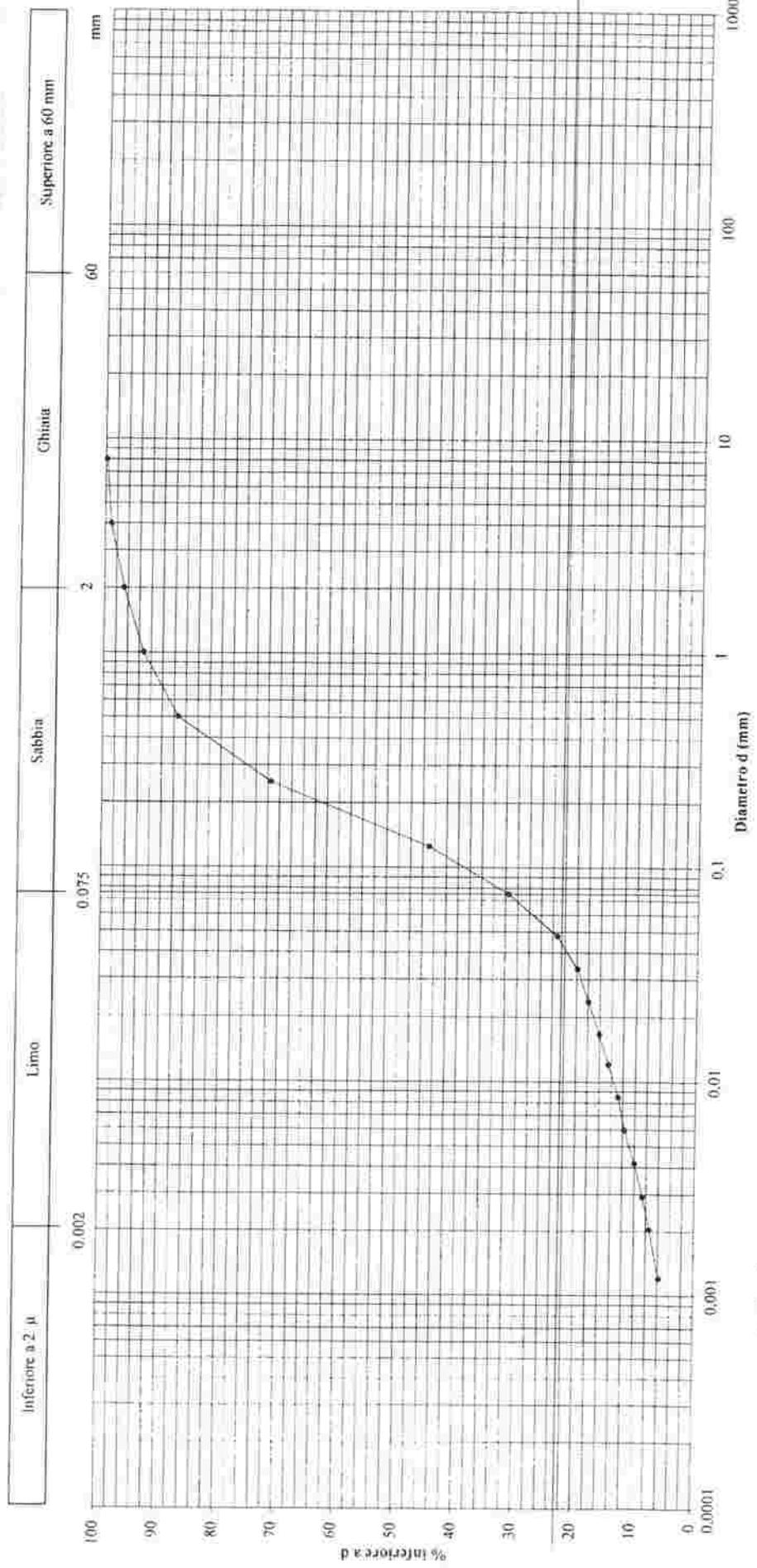
Il Responsabile
(Dott. S. Bofoco)

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

Committente:
S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria
Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)
Cantiere:
SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)
Data inizio/fine prova:
20-23/05/2014

Campione 8/d — Sigla campione S2-C1

<2 μ Limo % 7
Limo % 25
Sabbia % 65
Ghiaccia % 3



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)
S. Bonomini

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA srl

Il Responsabile
(Dott. S. Bonomini)

S. Bonomini



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S2-C1	Data fine prova:	22/05/2014
Profondità prelievo:	4,00 - 4,30 m.		
Campione N.:	8/d		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		

Descrizione del campione:

Campione indisturbato. Sabbia media-fine con limo debolmente argillosa bruna.

Caratteristiche fisiche del campione:

Peso specifico dei grani*	γ_s	=	25,99	kN/m ³	* Valore assunto
Limite Liquido	W_L	=	-	%	
Limite Plasticco	W_p	=	-	%	
Indice Plasticco	PI	=	-	%	
Umidità	W	=	10,0	%	
Indice di consistenza	I _C	=	-		

Caratteristiche fisiche dei provini:

	Provino 1		Provino 2		Provino 3	
	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali	Iniziali	Finali
Altezza (mm)	25,00	24,95	25,00	24,78	25,00	24,77
Lunghezza lato (mm)	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Volume (cm ³)	90,000	89,820	90,000	89,208	90,000	89,172
Peso umido (N)	1,7066	-	1,7087	-	1,7126	-
Peso secco (N)	-	1,5515	-	1,5491	-	1,5612
Peso umido di volume (kN/m ³)	18,96	-	18,99	-	19,03	-
Umidità (%)	10,0	20,2	10,3	20,6	9,7	20,2
Peso secco di volume (kN/m ³)	17,24	17,27	17,22	17,37	17,35	17,51
Indice dei vuoti	0,508	0,505	0,509	0,496	0,498	0,484
Porosità (%)	33,7	33,6	33,7	33,2	33,2	32,6
Umidità di saturazione (%)	19,2	19,0	19,2	18,7	18,8	18,3
Grado di saturazione (%)	52,1	100,0	53,6	100,0	51,6	100,0

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S2-C1	Data fine prova:	22/05/2014
Profondità prelievo:	4,00 - 4,30 m.		
Campione N.:	8/d		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		

Velocità di prova = 0,0047 mm/min

Dati delle prove											
Provino 1				Provino 2				Provino 3			
$\sigma_v = 49,03 \text{ kN/m}^2$				$\sigma_v = 98,07 \text{ kN/m}^2$				$\sigma_v = 147,10 \text{ kN/m}^2$			
Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]	Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]	Spostam. orizz. Sh [mm]	Forza di taglio F [N]	Sforzo di taglio τ [kN/m ²]	Spostam. vertic. Sv [mm]
0,000	0,0	0,0	0,000	0,000	0,0	0,0	0,000	0,000	0,0	0,0	0,000
0,208	41,4	11,5	0,005	0,148	101,4	28,2	0,000	0,172	189,9	52,8	0,002
0,407	52,4	14,6	0,007	0,356	161,3	44,8	0,000	0,381	274,2	76,2	0,006
0,629	62,7	17,4	0,008	0,560	192,3	53,4	0,001	0,581	336,1	93,4	0,006
0,884	74,2	20,6	0,008	0,780	210,0	58,3	-0,019	0,812	368,8	102,4	-0,013
1,111	80,4	22,3	0,009	1,017	217,8	60,5	-0,052	0,887	372,2	103,4	-0,025
1,332	85,8	23,8	0,010	1,246	218,5	60,7	-0,067	1,112	366,5	101,8	-0,056
1,552	90,4	25,1	0,010	1,471	219,1	60,9	-0,082	1,259	362,2	100,6	-0,071
1,766	94,6	26,3	0,010	1,691	219,0	60,8	-0,087	1,478	359,5	99,9	-0,081
1,988	98,7	27,4	0,009	1,920	219,6	61,0	-0,090	1,699	357,9	99,4	-0,092
2,207	102,2	28,4	-0,017	2,156	220,6	61,3	-0,092	1,909	356,5	99,0	-0,097
2,428	105,6	29,3	-0,037	2,366	220,8	61,3	-0,093	2,135	355,3	98,7	-0,103
2,655	108,3	30,1	-0,054	2,579	222,3	61,8	-0,093	2,365	353,0	98,1	-0,110
2,873	109,6	30,4	-0,072	2,790	223,4	62,1	-0,093	2,591	352,1	97,8	-0,112
3,088	111,2	30,9	-0,095	3,017	223,5	62,1	-0,093	2,817	351,8	97,7	-0,115
3,315	112,2	31,2	-0,118	3,233	223,7	62,1	-0,097	3,032	350,8	97,4	-0,117
3,531	112,3	31,2	-0,136	3,457	225,0	62,5	-0,100	3,257	351,6	97,7	-0,118
3,741	112,9	31,4	-0,148	3,670	226,2	62,8	-0,100	3,476	352,3	97,9	-0,119
3,965	112,9	31,4	-0,161	3,893	228,1	63,4	-0,101	3,693	352,8	98,0	-0,120
4,181	111,8	31,1	-0,176	4,112	229,9	63,9	-0,101	3,906	353,5	98,2	-0,121
4,404	111,5	31,0	-0,180	4,324	231,5	64,3	-0,101	4,108	353,5	98,2	-0,121
4,610	108,0	30,0	-0,183	4,553	230,8	64,1	-0,101	4,334	354,5	98,5	-0,122
4,841	105,8	29,4	-0,185	4,763	230,6	64,1	-0,102	4,560	355,2	98,7	-0,123
5,056	103,2	28,7	-0,185	4,983	232,5	64,6	-0,102	4,793	354,3	98,4	-0,123
5,258	102,5	28,5	-0,184	5,198	231,1	64,2	-0,102	5,001	354,3	98,4	-0,124
5,475	101,7	28,3	-0,183	5,409	231,0	64,2	-0,102	5,215	353,8	98,3	-0,124
				5,633	230,8	64,1	-0,102	5,422	351,9	97,8	-0,125
								5,632	351,3	97,6	-0,125

Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)



Laboratorio Geotecnologico Pavia S.r.l.

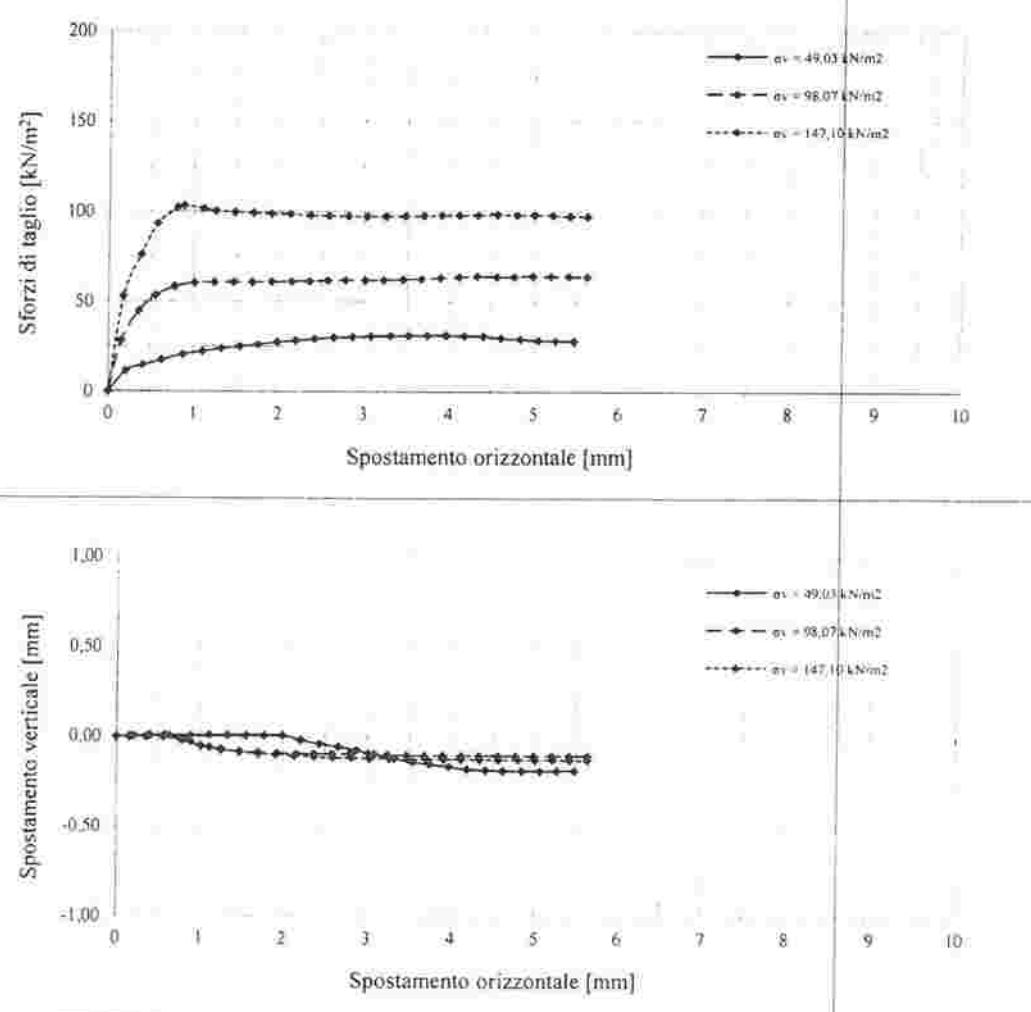
Prove su terreni e materiali da costruzione

Rapporto di prova n° 166 del 29/05/2014

Pag. 3/3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

Committente:	S.E.M. S.n.c. di Matarrese Maria Angela & C. - Canosa di Puglia (BT)	Data consegna:	16/05/2014
Cantiere:	SP n. 231 - Canosa di Puglia (BT)	Data inizio prova:	19/05/2014
Sigla campione:	S2-C1	Data fine prova:	22/05/2014
Profondità prelievo:	4,00 - 4,30 m.		
Campione N.:	8/d		
Attrezzatura di prova:	Apparecchiatura di taglio diretto "ELE"		



Lo Sperimentatore
(S. Bonomini)

LABORATORIO
GEOTECNOLOGICO PAVIA s.r.l.

Il Responsabile
(Dott. S. Bonfoco)