

PROGETTO N.

DATA

ats

AUTOSTRADA TORINO SAVONA S.p.A.

gruppo

autostrade // per l'Italia

AUTOSTRADA TORINO – SAVONA S.p.A.

Corso Trieste nr. 170 – 10024 Moncalieri (TO)

AUTOSTRADA A6
TORINO – SAVONA

ADEGUAMENTO SVINCOLO STAZIONE DI NIELLA TANARO

PROGETTO DEFINITIVO

GEOLOGIA E GEOTECNICA
RELAZIONE GEOLOGICA–GEOTECNICA

spea
autostrade

**ingegneria
europea**

IL PROGETTISTA :

Ing. Fulvio DI TADDEO
Ord. Ingg. Teramo N. 368

IL DIRETTORE TECNICO :

Ing. Giampaolo NEBBIA
Ord. Ingg. Roma N. 12028

RIFERIMENTO ELABORATO

DATA:

APRILE 2011

REVISIONE

UNITA'

DIRETTORIO

FILE

n.

data

codice commessa

N.Prog.

Fase

serie

n. progressivo

bis

rev.

SCALA:

PCM57010843PDGE001--

—

REDATTO:

CONSULENZA:

PROGETTATO: Ing. Gianluca GALLI

APPROVATO: Ing. Fulvio Di TADDEO

CAPO COMMESSA

VISTO DELLA COMMITTENTE

Ing. Gianluca GALLI
O.I. Roma n°23243

ats
AUTOSTRADA TORINO SAVONA S.p.A.



autostrada torino - savona S.p.A.

AUTOSTRADA (A6): TORINO-SAVONA

“Esecuzione di indagini geognostiche, prove in situ, prove geotecniche, geomeccaniche di laboratorio ed esecuzione di relazione geologica-geotecnica sull'intera rete autostradale”

SVINCOLO AUTOSTRADALE NIELLA-TANARO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

REDATTORE

Dr. Geol. Franco Tesone

IL PROGETTISTA

IL DIRETTORE TECNICO

Dr. Geol. Domenico Di Pasquo

LA DITTA ESECUTRICE



Via Castelnuovo, 81
86081 Agnone (IS)

CODICE COMMESSA

n. 930520
ns. rif. 06_2010

Riferimento elaborato:

Redatto: aprile 2011

Consulenza:

Progettato: aprile 2011

Approvato: Pro.Ge.Mo s.r.l.

Riferimento committente:



Via G. Vida, 2
20123 Milano (MI)

Riferimento cantiere:

Autostrada A6 Torino-Savona
Svincolo di Niella Tanaro
progr. km 70+600

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	PROVE IN SITO	2
2.1	Sondaggi geognostici	2
2.2	Prova penetrometrica dinamica in foro tipo S.P.T.	3
2.3	Prelievo di campioni	5
2.4	Prova sismica in foro di tipo down hole	6
2.4.1	<i>Strumentazione impiegata.....</i>	<i>6</i>
2.4.2	<i>Caratteristiche del foro di indagine e lavori svolti.....</i>	<i>7</i>
2.4.3	<i>Metodologia esecutiva</i>	<i>8</i>
2.4.4	<i>Metodologia interpretativa</i>	<i>10</i>
2.4.5	<i>Moduli elastici.....</i>	<i>10</i>
3	RELAZIONE GEOLOGICA.....	12
3.1	Inquadramento Geologico	12
3.1.1	<i>Stratigrafia Locale</i>	<i>13</i>
3.2	Inquadramento Geomorfologico ed idrogeologico.....	14
3.3	Cenni sulla caratterizzazione sismica del sito	15
4	RELAZIONE GEOTECNICA	17
4.1	Analisi di laboratorio geotecnico.....	17
4.2	Analisi dei risultati delle prove SPT	18
4.3	Calcolo della capacità portante	19

Allegati fuori testo

Certificati di laboratorio geotecnico

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione si espongono i risultati di una campagna di indagini geognostiche, prove in situ, prove geotecniche e geomeccaniche di laboratorio, realizzata su incarico di “SPEA INGEGNERIA EUROPEA”, a ridosso dello svincolo autostradale di Niella Tanaro, lungo l’autostrada A6 Torino-Savona, progr. km 70+600.

La relazione geologica e geotecnica viene compilata ai sensi dell’art. 2 della Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974, D.M.L.P. 11.03.1988, O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e succ. mod. e integr., D.M. 14.01.2008 riguardanti le nuove norme tecniche sulle costruzioni, oltre che delle Norme di Salvaguardia del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte.

Il sito si localizza nel settore sud-orientale del comprensorio comunale di Niella Tanaro (CN), circa 1 km a SE del centro urbano.

Lo studio geologico di dettaglio è stato finalizzato alla caratterizzazione geologica, geotecnica, dinamica ed idrogeologica dell’area interessata dall’intervento.

A questo scopo:

- *è stato eseguito un attento esame geologico e morfologico di una zona di estensione sufficiente per la comprensione delle problematiche tecniche dell’intero areale;*
- *sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti alla profondità massima di 30 m dal p.c.;*
- *è stato prelevato un campione indisturbato di terreno con campionatore di tipo Shelby, ed inviato al laboratorio geotecnico;*
- *sono state eseguite n. 6 prove penetrometriche dinamiche in foro SPT;*
- *all’interno di un foro di sondaggio è stato installato un tubo in pvc del diametro di 3” alla profondità di 30 m dal p.c.;*
- *è stata eseguita una prova sismica in foro down hole.*

2 PROVE IN SITO

Si espongono di seguito le metodologie d'indagine adottate. Va evidenziato che la Progemo s.r.l. si è avvalsa sul cantiere della presenza di personale qualificato, sia come manodopera sia come tecnici. Tutte le fasi lavorative sono state eseguite con la continua assistenza in cantiere di un geologo. Le indagini sono state eseguite secondo le modalità previste dalle Norme Tecniche d'Appalto per lavori di indagini geognostiche redatte dalla committenza.

2.1 Sondaggi geognostici

Allo scopo di caratterizzare da un punto di vista litostratigrafico il sito in esame, sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici verticali. Le postazioni dei sondaggi, sono riportate nella planimetria allegata con sigla S1, S2 ed S3. Essi sono stati spinti rispettivamente alla profondità di 30 m dal p.c. per quanto riguarda S1, e di 15,0 m per S2 ed S3. Non si è proceduto oltre tali quote, poiché le condizioni geologiche dell'area erano già chiare.

La metodica è stata quella della perforazione a carotaggio continuo con carotiere semplice, al fine di ottenere una precisa visione delle litologie attraversate e una buona conservazione delle carote estratte, nonostante il disturbo laterale dovuto alla rotazione.

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una macchina operatrice 'CMV MK 600'.

La perforazione è avvenuta mediante l'impiego di un carotiere di tipo semplice di diametro 101 mm con corona in widia di lunghezza 3,0 m.

Durante le fasi di lavorazione è stato necessario rivestire provvisoriamente i fori, poiché in alcuni tratti le condizioni litostratigrafiche non garantivano l' autosostentamento delle pareti.

Il foro di sondaggio S1 è stato strumentato con tubi in PVC ciechi del diametro di 3'' e lunghezza 3,0 m filettati M/F, assemblati in cantiere.

L'intercapedine tra il tubo e le pareti del foro è stata riempita con una miscela acqua/cemento/bentonite. La sommità del foro strumentato è protetta tramite chiusino metallico. I fori S2 ed S3 non sono stati strumentati.

Lo schema della strumentazione installata in S1 è riportata in allegato.

Le caratteristiche tecniche dei sondaggi geognostici sono riportate nella tabella sottostante:

Sigla sondaggio	Prof. (m)	Campioni	Prove SPT	Strumentazione installata
S1	30	1	2	tubo in pvc per prova down hole
S2	15		2	
S2	15		2	

Le stratigrafie di dettaglio e la documentazione fotografica dei sondaggi geognostici è riportata in allegato.

2.2 Prova penetrometrica dinamica in foro tipo S.P.T.

Per una puntuale valutazione geotecnica dei terreni presenti, durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo sono state eseguite in foro n. 6 (n. 2 per ogni sondaggio) penetrometriche dinamiche del tipo S.P.T. (*Standard Penetration Test*).

La penetrazione dinamica nel terreno di una punta conica consente di riconoscere dall'andamento del numero di colpi N con la profondità, la litologia attraversata nelle sue

linee essenziali, e la stima, attraverso delle correlazioni, di alcuni parametri geotecnici. In particolare sono generalmente differenziabili i terreni coerenti da quelli incoerenti.

Tale possibilità è ricollegabile alle differenti modalità di rottura che caratterizzano i litotipi resistenti per attrito interno da quelli resistenti per coesione.

Più in generale la prova penetrometrica dinamica consente in prima approssimazione di individuare la costituzione litologica per omogeneità geomeccanica degli strati costituenti il sottosuolo e più in particolare l'alternanza dei litotipi granulari da quelli coesivi.

La prova consiste nell'infissione, mediante un maglio, di un campionatore standard (Campionatore Raymond) sul fondo del foro pulito, registrando il numero di colpi necessario per farlo avanzare di 15 cm. Il procedimento è ripetuto per tre tratti, per un totale di 45 cm. Il valore di N_{SPT} è ricavato dalla somma del numero di colpi necessari per la penetrazione del campionatore di 30 cm, del secondo e del terzo tratto, in quanto si trascurano i colpi necessari per la penetrazione dei primi 15 cm.

La prova è eseguita secondo le normative di riferimento:

- ASTM D 1586-84 (1992) – standard Test Method Penetration and Spilt-Barrel Sampling of Soils.

- AGI (1977) – Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche.

Il dispositivo utilizzato per la prova presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

peso massa battente	63,5 Kg
altezza di caduta libera	76 cm
diametro punta conica	51 mm
area base punta conica	20,43 cm ²

angolo di apertura punta conica	60°
diametro aste	50 mm

Le profondità delle singole prove ed i risultati ottenuti, sono riportate nelle stratigrafie di dettaglio dei sondaggi geognostici e nella relazione geotecnica.

2.3 Prelievo di campioni

Nel corso del sondaggio geognostico S1 è stato prelevato un campione indisturbato di terreno con campionatore di tipo Shelby. Esso utilizza la spinta meccanica della sonda applicata alla batteria di aste ed impiega una fustella a pareti sottili in acciaio inox del diametro interno di 88,9 mm e lunghezza 600 mm.

Le due estremità del campione indisturbato sono state sigillate subito dopo il prelievo con uno strato di paraffina fusa e un tappo di protezione.

Il campione è stato accompagnato da etichetta indicante:

- cantiere e sito di indagine
- data del prelievo
- sigla del sondaggio
- sigla del campione
- profondità
- tipo di campione

Il campione prelevato è stato inviato al laboratorio geotecnico per la determinazione delle caratteristiche fisico meccaniche come da *D.M. 14.01.2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni, punto 6.2.2*. Su di esso sono stati determinati l'umidità naturale e il peso specifico, è stata eseguita l'analisi granulometrica e sono stati determinati i limiti di

Atterberg. Inoltre è stata eseguita la prova di taglio diretto, la prova di compressione triassiale non consolidata non drenata UU e la prova di compressione edometrica Ed.

2.4 Prova sismica in foro di tipo down hole

Si espongono di seguito le modalità d'esecuzione della fase di acquisizione dei dati sperimentali e le metodologie interpretative della prova sismica down hole.

È stata condotta una prova sismica in foro down hole all'interno del sondaggio S1.

L'ubicazione della prova e la rappresentazione dei dati ottenuti è riportata in allegato.

I lavori d'acquisizione dati si sono svolti il giorno 27 aprile 2011.

Lo scopo della prospezione geofisica, è stata la caratterizzazione dinamica dei terreni attraverso il parametro della velocità sismica delle onde P, delle onde S_H e la definizione del valore delle V_{s30} , utile per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla vigente normativa antisismica.

2.4.1 Strumentazione impiegata

- n. 1 sismografo M.A.E. mod. A 6000 S 24 bit, 24 canali ad incremento di segnale (fig. 1);
- n. 2 accumulatori per sismografo da 12 V (fig. 2)
- n. 1 tripletta di geofoni dotati di sistema di ancoraggio pneumatico (fig. 3);
- n. 1 geofono starter 4,5 Hz (fig. 4);



Fig. 1: Sismografo MAE A6000 S



Fig. 2 Accumulatori da 12 V



Fig. 3 geofono tridimensionale da 4,5 Hz

- martello da 10 Kg. (fig. 4);
- traversina in legno (fig. 4);
- batterie di aste in alluminio a sezione rettangolare (fig. 5);
- compressore.



Fig. 4 Sorgente di acquisizione costituita da traversina in legno, massa battente e geofono starter



Fig. 5 Aste in alluminio

Tutti gli strumenti di misura impiegati in accordo con il calendario di taratura imposto al sistema di qualità in uso presso questo studio sono tarati presso il laboratorio della M.A.E. di Frosolone (CB).

2.4.2 Caratteristiche del foro di indagine e lavori svolti

Il foro di sondaggio è stato attrezzato con tubo in PVC del diametro di 3". L'intercapedine tra il tubo e le pareti del foro è stata riempita con miscela acqua-cemento-bentonite. Le registrazioni sismiche, all'interno del foro, sono state eseguite con un'interdistanza fra le misure pari a 1,0 metro.

2.4.3 Metodologia esecutiva

Lo scopo della prova sismica Down-Hole è determinare la velocità di propagazione delle onde di compressione (onde P) e di taglio (onde S_H), calcolando il tempo ad esse necessario per raggiungere il geofono ricevitore (all'interno del foro di sondaggio) dalla zona sorgente (su piano campagna a distanza nota dal foro). Si suppone che il volume di terreno interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno di ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo.

La prova consiste nel produrre in superficie sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione P, ed orizzontali per la generazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente S_H , e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una terna di geofoni, ancorati a profondità nota nel foro di sondaggio (fig. 6).

Conosciuta la distanza tra la sorgente ed i ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P e S_H) in corrispondenza della verticale di misura.

Per generare le onde di compressione P è stata utilizzata una piastra in acciaio colpita verticalmente da una massa battente da 10 kg. Per le onde S_H è stato invece utilizzata una traversina in legno bloccata a terra mediante le ruote dell'auto e colpita orizzontalmente su entrambi i lati, in direzione perpendicolare alla congiungente foro-sorgente.

Il sistema energizzante adottato è in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza, con forme d'onda ripetibili e direzionali, vale a dire con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali (ed eventualmente anche verticali).

Come sistema di ricezione è stata utilizzata un tripletta di geofoni orientati. Due geofoni orizzontali e perpendicolari tra loro per acquisire le onde di taglio bidirezionali polarizzate nel piano orizzontale S_H , ed un geofono verticale per acquisire le onde di compressione.

L'aderenza tra i ricevitori e le pareti del tubo è stata garantita da un sistema di ancoraggio pneumatico.

Il sistema d'acquisizione dati è di tipo multicanale ed è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 24 bit.

Le prove si sono sviluppate secondo le seguenti fasi:

- dopo aver predisposto un opportuno piano d'appoggio, il dispositivo sorgente è stato collocato sulla superficie (suolo nudo) ad una distanza di 3,0 m dal foro, ed orientato perpendicolarmente alla congiungente sorgente-foro;

- il sistema costituito dai tre ricevitori, è stato calato a fondo foro, collegandolo alla superficie mediante un sistema di astine che ne consente l'orientamento assoluto dalla superficie;

- a questo punto è stato attivato il dispositivo sorgente, producendo una sollecitazione che attivando il trigger (dispositivo "geofono starter"), si propaga dalla sorgente verso i ricevitori con vibrazioni di tipo compressionale;

- di seguito (con energizzazione separata e distinta) sono state generate vibrazioni di tipo S_H , dirette perpendicolarmente alla direzione di percussione e polarizzate sul piano orizzontale.

- la prova è stata quindi ripetuta con interdistanza fra le misure pari a 1,0 m per tutto il tratto di sondaggio.

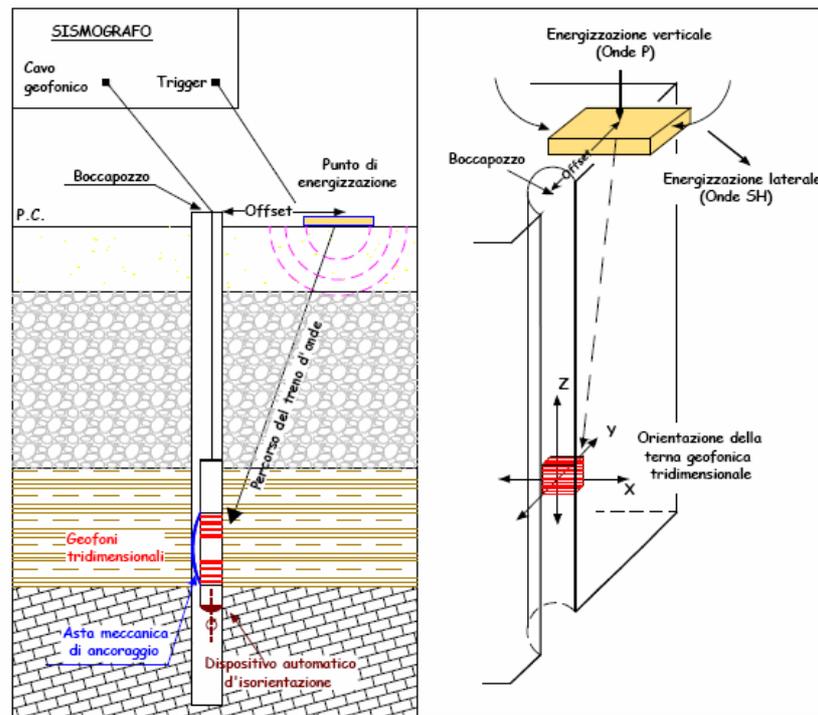


Fig. 6 Rappresentazione schematica di una prova sismica down-hole

2.4.4 Metodologia interpretativa

Nella presente prova è stato utilizzato un passo di campionamento di 0,100 millisecondi.

I tempi relativi alle onde P ed S_H sono stati individuati attraverso uno specifico software di picking e successivamente riportati in tabella.

I tempi di arrivo delle onde di compressione e di taglio sono stati ridotti alla verticale e riportati su un diagramma profondità-tempo sui quali sono stati individuati i tratti a pendenza all'incirca costante. Dalle pendenze dei tratti sono state ricavate le velocità intervallari delle onde P ed S_H nel terreno.

2.4.5 Moduli elastici

Dai dati ottenuti della down-hole, nota la densità del terreno, è stato possibile ricavare i moduli relativi alle proprietà elastiche dei mezzi attraversati. In genere le deformazioni di taglio così ottenute sono molto basse (<0.001%) per cui il modulo di taglio è G_{max} .

Tale modulo riveste particolare importanza nei problemi dell'interazione dinamica terreno – struttura che coinvolgono grosse deformazioni, tipo le scosse di terremoto; le

proprietà dinamiche di bassa ampiezza a partire dai punti di sorgente forniscono infatti importanti dati di riferimento.

I parametri di deformazione del terreno, sono legati al rapporto esistente tra gli incrementi di tensione e deformazioni unitarie, e possono essere:

- di compressione assiale;
- di distorsione, secondo le varie componenti cartesiane;
- di variazione di volume.

Tali parametri non sono costanti, come per un mezzo elastico, ma variano a seconda della storia tensionale del materiale, secondo una sorta di ciclo isteretico, legato al decorso dello stress, tale che a ciascun decorso di tensione corrispondono degli stati di deformazione. Tale binomio stress-deformazioni costituisce una descrizione completa delle caratteristiche meccaniche del terreno in questione.

Dalla teoria dell'elasticità è pertanto possibile esprimere le proprietà elastiche dei terreni secondo i seguenti parametri:

deformazioni di volume:

- MODULO DI COMPRESSIBILITÀ espresso dalla formula $M = (\gamma^*Vp^2)/g$

deformazioni di taglio:

- MODULO DI TAGLIO espresso dalla formula $G_0 = (\gamma^*Vs^2)/g$
- MODULO DI YOUNG espresso dalla formula $E = (2\gamma^*Vs^2)(1+\nu)/g$

con

- g = accelerazione di gravità

- γ = peso di volume
- ν = coefficiente di Poisson

Al fine della valutazione dei cedimenti – a causa del meccanismo di deformazione che si instaura nel terreno – è fondamentale considerare le proprietà elastiche del terreno stesso, esprimibili mediante il coefficiente di Poisson, il quale nei valori minimi e massimi può assumere i seguenti significati:

- $\nu = 0 \Rightarrow$ n dilatabilità (assenza di deformazione laterale)
- $\nu = 0.5 \Rightarrow$ indeformabilità

3 RELAZIONE GEOLOGICA

Di seguito si riportano i risultati delle ricerche bibliografiche, cartografiche e delle indagini di campagna, condotte allo scopo di ricostruire le caratteristiche morfologiche, geologiche ed idrogeologiche dell'area e per evidenziare eventuali problematiche di carattere idrogeologico.

3.1 Inquadramento Geologico

L'area in esame è inquadrata nel settore sud-orientale del foglio n° 80 'Cuneo' della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

Il sito in questione si localizza nella fascia sub-pianeggiante a ridosso della sinistra idrografica del Fiume Tanaro, che scorre circa 1,5 km a NNO del sito, per cui l'evoluzione geologico e morfologica dell'area è strettamente connessa all'attività di quest'ultimo. La successione stratigrafica locale in superficie è costituita da depositi quaternari fluviali che poggiano su depositi terziari miocenici. I depositi alluvionali sono costituiti da sedimenti sabbioso ghiaiosi attuali e recenti che affiorano nei fondovalle attuali, denominate 'a²' nella

legenda della Carta Geologica d'Italia, con annesse le aree dei diversi ordini di terrazzi, maggiormente elevati rispetto al livello fondamentale della pianura, dove affiorano alluvioni antichi denominati 'a¹'. I depositi alluvionali hanno uno spessore variabile dell'ordine di qualche metro alla decina di metri, e poggiano in discordanza stratigrafica su marne di età miocenica, denominate 'm²' (Vedi Stralcio della "Carta Geologica d'Italia" in allegato).

Nell'area in esame la copertura alluvionale ha uno spessore di circa 8 m ed è costituita da limi con sabbia argillosi di colore grigio e nocciola, e ghiaie debolmente sabbiose localmente alterate, poggianti su marne argillose siltose di colore grigio con locali intercalazioni arenitiche.

3.1.1 Stratigrafia Locale

I dati raccolti con il rilevamento geologico e dai sondaggi geognostici a carotaggio continuo hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica locale fino alla profondità di 30,0 m dal p.c. Non si è proceduto oltre, poiché a tale profondità erano già chiare le condizioni litostratigrafiche del sito riguardo alle opere in progetto.

I litotipi sono stati raggruppati in tre unità, ben distinte dalle caratteristiche geologiche e geotecniche, tali da poter essere considerati omogenei per i calcoli geotecnici.

La serie stratigrafica può essere schematizzata come di seguito:

Unità A: limo con sabbia argilloso di colore nocciola da poco consistente a consistente, prevalentemente plastico con inclusi locali clasti da millimetrici a centimetrici (diam. max 3-4 cm) da sub-angolari ad arrotondati poligenici. Presenti lenti millimetriche e centimetriche dove aumenta il tenore sabbioso. Sporadiche lenti e fiamme millimetriche nerastre di resti carboniosi. Lo spessore dell'unità varia da 6,0 m in S1, a 4,5 m in S2 e 3,6 m in S3.

Unità B: ghiaia debolmente sabbiosa costituita da clasti eterometrici (diam. max 5-6 cm) da sub-angolari a ben arrotondati poligenici, talvolta alterati ed ossidati, in scarsa matrice

sabbiosa di colore nocciola e grigiastro localmente ossidata. Lo spessore dell'unità varia da 2,1 m in S1, a 3,0 m in S2 e 2,8 m in S3.

Unità C: marna argillosa e siltosa di colore grigio con porzioni centimetriche di colore nocciola. Presenti clasti e livelli centimetrici arenitici di colore grigiastro.

3.2 Inquadramento Geomorfológico ed idrogeológico

L'area in esame è localizzata nel settore sud-orientale del comprensorio comunale di Niella Tanaro (CN), circa 1 km a SSE del centro urbano, ad una quota che varia da 415 m a 427 m s.l.m. sul terrazzo morfologico tra la testata del Rio Annunziata, e la valle del Torrente Corsaglia, corsi d'acqua secondari affluenti di sinistra del Fiume Tanaro, che rappresenta il livello di base del pattern idrografico e scorre circa 1,5 km a NNO. L'area presenta una morfologia sub-pianeggiante e si sviluppa ai piedi della fascia collinare che funge da spartiacque tra la valle del Tanaro e la valle del Torrente Corsaglia. Le colline presentano quote massime di circa 600 m s.l.m. con forme del rilievo dolci ed arrotondate.

Il settore di pianura in questione in tempi recenti è stato interessato da una rapido approfondimento del corso d'acqua principale e dei suoi affluenti, che ora scorrono profondamente incassati nella pianura incidendo i depositi quaternari e terziari. Il Tanaro nel tratto in esame comincia a snodarsi in una serie di meandri tipici delle aree di pianura, mentre più monte il corso è nettamente più rettilineo. La successione litostratigrafica in superficie è costituita da limi sabbiosi argillosi a permeabilità medio bassa con intercalati livelli ghiaiosi a permeabilità buona, poggianti sul substrato marnoso a bassa permeabilità.

Questo assetto stratigrafico determina un frazionamento dell' acquifero superficiale in falde sospese e imprigionate all'interno degli orizzonti ghiaiosi permeabili, con diversi potenziali di accumulo.

L'esame approfondito di un'areale sufficientemente vasto, nell'intorno del sito analizzato, non ha evidenziato la presenza di processi di instabilità gravitativa in atto né quiescenti.

3.3 Cenni sulla caratterizzazione sismica del sito

La normativa, Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 successive mod. e int. e il D.M. 14.01.2008 hanno definito la nuova classificazione sismica del territorio nazionale e le nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

L'intero territorio nazionale è stato caratterizzato dal punto di vista sismico dai valori di accelerazione (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico locali e le norme progettuali e costruttive da applicare. Di seguito si riportano i parametri legati allo spettro di risposta elastico del sito in oggetto.

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0.023	2.600	0.175
50	0.029	2.576	0.195
72	0.033	2.608	0.213
101	0.037	2.631	0.227
140	0.042	2.623	0.249
201	0.048	2.616	0.260
475	0.063	2.634	0.301
975	0.077	2.730	0.318
2475	0.097	2.835	0.344

dove:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Per quanto riguarda l'amplificazione dei terreni in relazione all'azione sismica, la normativa prevede la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo definendo cinque tipologie di suoli da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m di terreno (V_{s30}).

Nel caso in questione il valore di V_{s30} è stato ricavato attraverso la prova sismica in foro down hole, il valore ottenuto è di **324,01 m/s**. Nel caso in questione quindi il suolo di fondazione può essere classificato come di **tipo C**.

SUOLO DI FONDAZIONE	V_{s30}	$N_{SPT} - C_u$
A Formazioni litoidi o suoli rigidi	>800 m/s	
B Sabbie e ghiaie addensate/ argille molto consistenti	>360 m/s <800 m/s	$N_{SPT} >50$ $C_u >250$ kPa
C Sabbie e ghiaie mediam. addensate/ Argille mediam. consistenti	>180 m/s <360 m/s	$15 < N_{SPT} < 50$ $10 < C_u < 250$ kPa
D Terreni granulari sciolti/ Terreni coesivi da poco a mediam. consistenti	<180 m/s	$N_{SPT} < 15$ $C_u < 70$ kPa
E Strati superficiali alluvionali (5-20 m) su substrato rigido	<180 m/s >180 m/s <360 m/s	
S₁ Terreni costituiti o che includono uno strato di argille >10 m PI-40	<100 m/s	
S₂ Terreni soggetti a liquefazione/ Argille sensitive/ Terreni non classificati in precedenza		

Per quanto riguarda l'analisi della risposta sismica locale in relazione alle condizioni topografiche del sito, le nuove norme tecniche per le costruzioni prevedono la seguente suddivisione in categorie topografiche.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Dall'analisi morfologica emerge che il sito rientra nella **categoria T1**. In funzione delle categorie topografiche sopradescritte e dell'ubicazione dell'opera sono stati definiti i valori del coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Dalla soprastante tabella emerge per il sito in questione si può adottare $S_T=1,0$.

4 RELAZIONE GEOTECNICA

Si riportano di seguito l'analisi dei risultati ottenuti dalle prove penetrometriche in sito e dalle prove di laboratorio geotecnico. Ulteriori informazioni sono riportate nelle stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo e nei certificati di laboratorio geotecnico allegati.

4.1 Analisi di laboratorio geotecnico

Il campione prelevato nel corso del sondaggio geognostico a carotaggio continuo è stato sottoposto alle prove geotecniche di laboratorio elencate in precedenza.

Il campione S1C11 è stato prelevato ad una profondità compresa tra 3,0 m e 3,5 m. Si tratta di limo con sabbia argilloso di colore nocciola. Dai valori di WL e WP ricavati in laboratorio il campione è classificabile come argilla di bassa plasticità nella Carta di plasticità di Casagrande, di consistenza plastica. Nella classificazione USBR il sedimento analizzato è identificato come limo di bassa compressibilità ML. Sul campione è stata eseguita la prova di taglio diretto, il valore dell'angolo di attrito è di 23° e la coesione efficace C' è di 15,0 KPa, e la prova di compressione triassiale non consolidata non drenata UU che ha fornito valori di coesione non drenata C_u di 91 KPa. Inoltre è stata eseguita la prova di compressione edometrica ed i valori del modulo di compressibilità edometrica nel campo dei carichi di interesse confermano le osservazioni ricavate dalle analisi di classificazione.

Si riportano di seguito tabelle riepilogative delle prove eseguite e dei parametri geotecnici ricavati.

Sond. N°	Camp. N°	Prof.				PESO SPECIFICO DEI GRANI				LIMITI DI ATTEMBERG			
			w	γ	γ_d		e	n	Sr	LL	LP	IP	Ic
			medio	medio	medio								
			(%)	(Mg/m ³)	(Mg/m ³)	(Mg/m ³)			(%)	(%)	(%)	(%)	
		2.50											
S1	CI1	-	18.3	1.90	1.61	2.72	0.69	0.41	71.8	29	12	17	0.6
		3.00											

GRANULOMETRIA				PROVA DI TAGLIO DIRETTO			PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)			PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA			P.P.
ASTM D 2487 - 93				σ	c'	ϕ	σ	$\sigma_1 - \sigma_3$	Cu	σ	M	Cv	(kPa)
ghiaia	sabbia	limo	argilla										
(%)	(%)	(%)	(%)										
				50			50	179		50	4.3	3.3E-03	180
0.0	26.1	49.3	24.6	100	15	23	100	184	91	100	2.3	1.1E-02	150
				200			150	183		200	4.7	3.3E-03	200

dove:

w = contenuto naturale d'acqua medio; g = peso di volume umido medio; g_d = peso di volume secco medio; e = indice dei vuoti;

n = porosità; Sr = grado di saturazione; LL = limite liquido; LP = limite plastico; Ic = indice di consistenza; σ = tensione normale;

c' = coesione efficace; j' = angolo di resistenza al taglio; $(\sigma_1 - \sigma_3)$ = sforzo deviatorico; P.P. = pocket penetrometer.

4.2 Analisi dei risultati delle prove SPT

Nel corso dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo sono state eseguite 6 prove penetrometriche in foro SPT. Questo tipo di prova è l'unico in grado di fornire correlazioni sicure con i principali indici geotecnici.

Per quanto riguarda l'angolo di attrito interno la correlazione qui usata è:

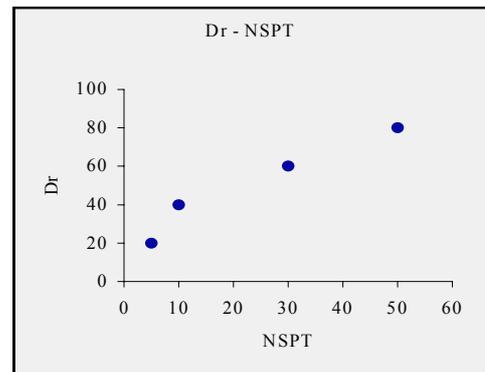
$$\phi = 15 + (15 * N_{SPT})^{0.5}$$

Il valore utilizzato per il calcolo dell'angolo di attrito interno è stato come da bibliografia ottenuto dalla media dei due valori più bassi.

Per quanto riguarda la valutazione del modulo di deformazione drenato si è usata la correlazione D'Apollonia e al. (1970).

Per il calcolo del valore della densità relativa, è stata utilizzata la classica correlazione di Terzaghi e Peck.

Definizione	Nspt	Densità relativa (Dr)
Molto sciolto	< 4	< 20%
Sciolto	4 - 10	20 - 40%
Medio	10 - 30	40 - 60%
Denso	30 - 50	60 - 80%
Molto denso	> 50	> 80%



Nelle tabella seguente sono riportati, in sintesi, i valori dei parametri geotecnici ricavati dalle prove penetrometriche in sito.

sondaggio	prof. SPT	n. colpi	Nspt	Dr (%)	ϕ (°)	E' (Kg/cmq)	definizione
S1	6,0 m	11-12-14	26	59	34.0	391.8	medio
S1	7,5 m	13-13-17	30	65	36.0	423.0	denso
S2	4,7 m	11-10-13	23	55	33.0	368.4	medio
S2	6,5 m	9-12-10	22	53	33.0	360.6	medio
S3	4,0 m	10-10-14	24	56	34.0	376.2	medio
S3	6,0 m	12-13-15	28	62	35.0	407.4	denso

4.3 Calcolo della capacità portante

Il carico limite per terreni di fondazione si determina con sufficiente precisione, utilizzando il metodo di Terzaghi.

I risultati del calcolo geotecnico sono riportati di seguito.

Il metodo consiste nella risoluzione della seguente relazione:

$$q_{ult} = c N_c s_c + \gamma D N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma s_\gamma$$

dove:

$$N_q = a/[2 \cos^2 (45 + \varphi/2)]$$

dove $a = e^{0,75\pi - \varphi/2 \tan\varphi}$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \tan \varphi/2 [(Kp_\gamma/\cos^2 \varphi) - 1]$$

dove il coefficiente Kp_γ non è mai stato spiegato chiaramente dall'autore, per cui si è utilizzata una tabella di valori forniti dall'autore stesso

Fattori di forma s

sono dipendenti dalle dimensioni L (lunghezza) e B (larghezza) della fondazione:

per fondazioni nastriformi:

$$s_c = 1$$

$$s_\gamma = 1$$

per fondazioni quadrate

$$s_c = 1,3$$

$$s_\gamma = 0,8$$

Dati

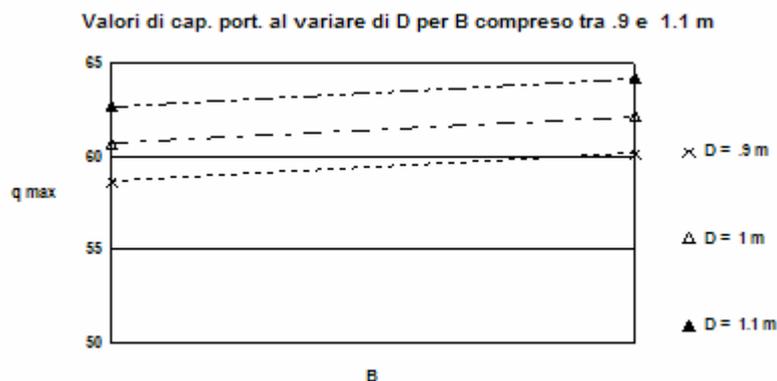
Lato minore della fondazione	B	1,000	[m]
Lato maggiore della fondazione	L	1,000	[m]
Profondità del piano di posa della fondazione	D	1,000	[m]
Peso di volume del terreno	γ	1,900	[t]

Angolo di attrito del terreno	φ	23,000	[gradi]
Coesione	c	1,530	[t/mq]
Aderenza alla base della fondazione	c''	1,530	[t/mq]
Componente orizzontale del carico trasmesso al terreno	H	0,000	[t]
Componente verticale del carico trasmesso al terreno	V	0,000	[t]
Angolo formato tra H e il lato maggiore della fondazione	$L \theta$	0,000	[gradi]
Eccentricità del carico parallela a B	$e(B)$	0,000	[m]
Eccentricità del carico parallelo a L	$e(L)$	0,000	[m]
Angolo di inclinazione tra il piano di fondazione e l'orizzontale	η	0,0	[gradi]
Angolo di inclinazione del terreno	β	0,000	[gradi]
Profondità del livello di falda dal piano di fondazione	Z	0,000	[m]

Risultati

Risolvendo il metodo sopra enunciato sulla base dei dati sopra elencati si può affermare che la capacità portante ultima di una fondazione siffatta nelle condizioni sopra descritte è pari a:

$$\underline{q_{ult} = 70.070 \text{ [t/mq]}}$$



Il grafico riporta sulle ordinate il q max e sulle ascisse la larghezza della fondazione (B), ipotizzando un range pari al 10% per la variazione della altezza di fondazione D è possibile vedere come varia il q max.

Agnone, aprile 2011

Dr. Geol. Domenico di Pasquo

ALLEGATI

Stralcio Carta Geologica d'Italia (scala 1:100000)

Stralcio Carta Corografica del territorio Italiano

Planimetria con ubicazione sondaggi geognostici (scala 1:125)

Stralcio Ortofoto

Documentazione sondaggi geognostici

Documentazione prova sismica in foro down hole

STRALCIO CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Foglio n. 80 - 'Cuneo'

scala 1:100000

Legenda

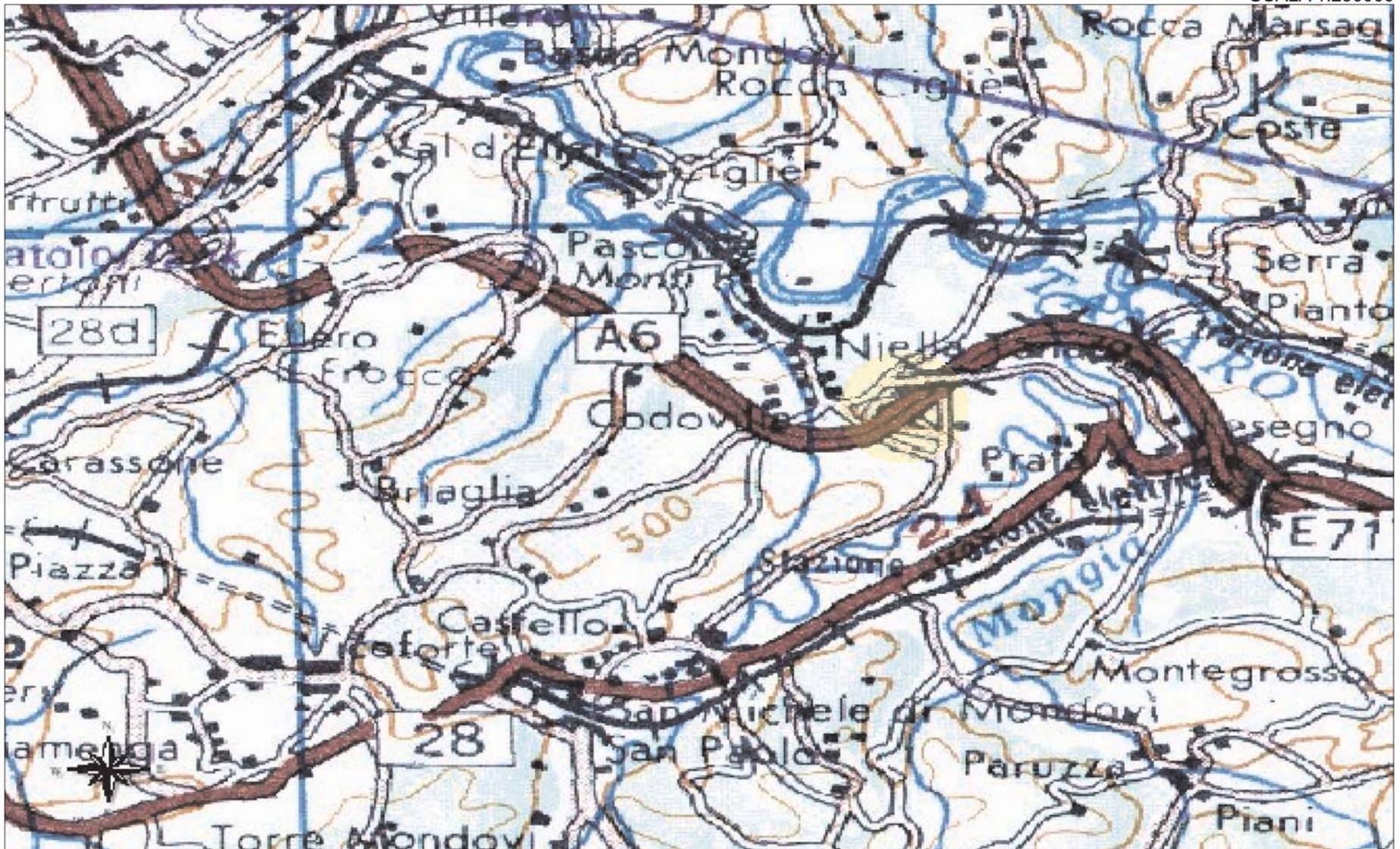


Quaternario		Trias		
Olocene	a ^p	Medio	Tm	Dolomie bigie zeppe di diploporo e di Cheserizza in cui è aperta la Caverna dei Dossi, e calcari a crinoidi (Colletta di Rossana).
	a ^o		Inferiore	Ti
Pliocene	q ²	Permiano		P
	q ¹		Pf	Rocce porfirittiche metamorfosate in scisti glaucofanici, prasinitici e lawsonitici.
Pliocene	q ¹	Serie cristallina pretriassica	Cs	Gneis minuti psammitici grigi, a biotite e micascisti e a scisti grafici, con banchi e lenti di grafite. Micascisti a simonidina con granati e grafite, gneis minuti e micascisti ordinarî, includenti talora banchi di quarziti (Busca).
	q ¹		gms	Micascisti di tipi avariatissimi, filladici, squamosi, muscovitici e cloritici. Gneis ordinari e micascisti muscovitici (mg) soventi laminati e metamorfosati.
	q ¹		qt	Quarzi tegulari micacee (bargioline) utilizzate per coperture.
Terziario	Mio-pliocene	Miocene		Cave di argille refrattarie, di ocre e di arenarie di importanza locale. Cave di gesso.
			m ³	Strati di dolce pendenza.
	m ²		Strati di media pendenza.	
	m ¹		Strati di fortissima pendenza.	
Oligocene	O			
Giura-Lias a facies cristallina	cs			Calcescisti.
	ctx			Lenti di calcari cristallini tabulari.
	br			Lenti di breccie poligeniche.
	p			Lenti di prasinitici e di anfiboliti a luoghi glaucofaniche.
	s			Lenti di serpentine.

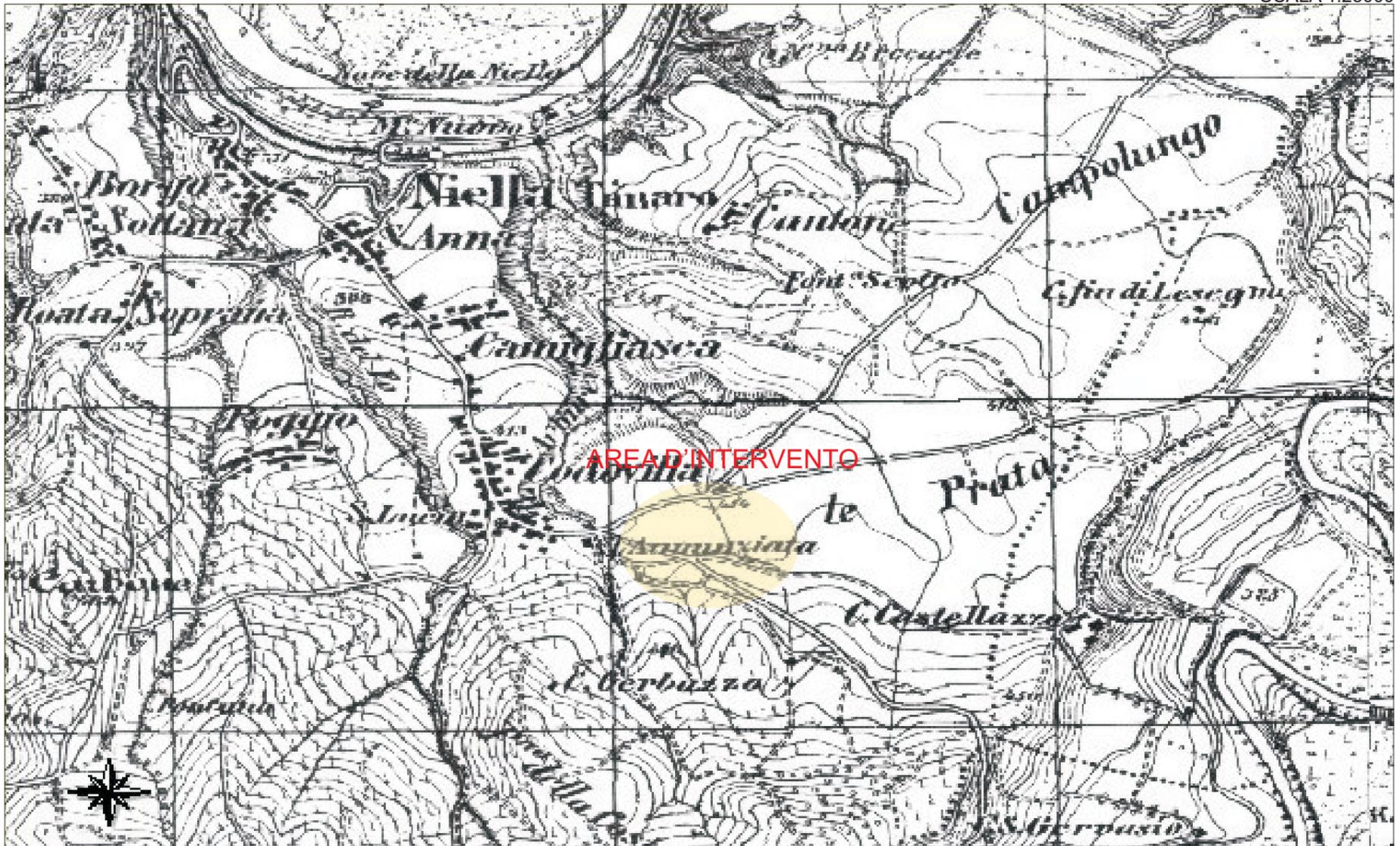
STRALCIO CARTA COROGRAFICA DEL TERRITORIO ITALIANO

a cura dell'Istituto Geografico Militare

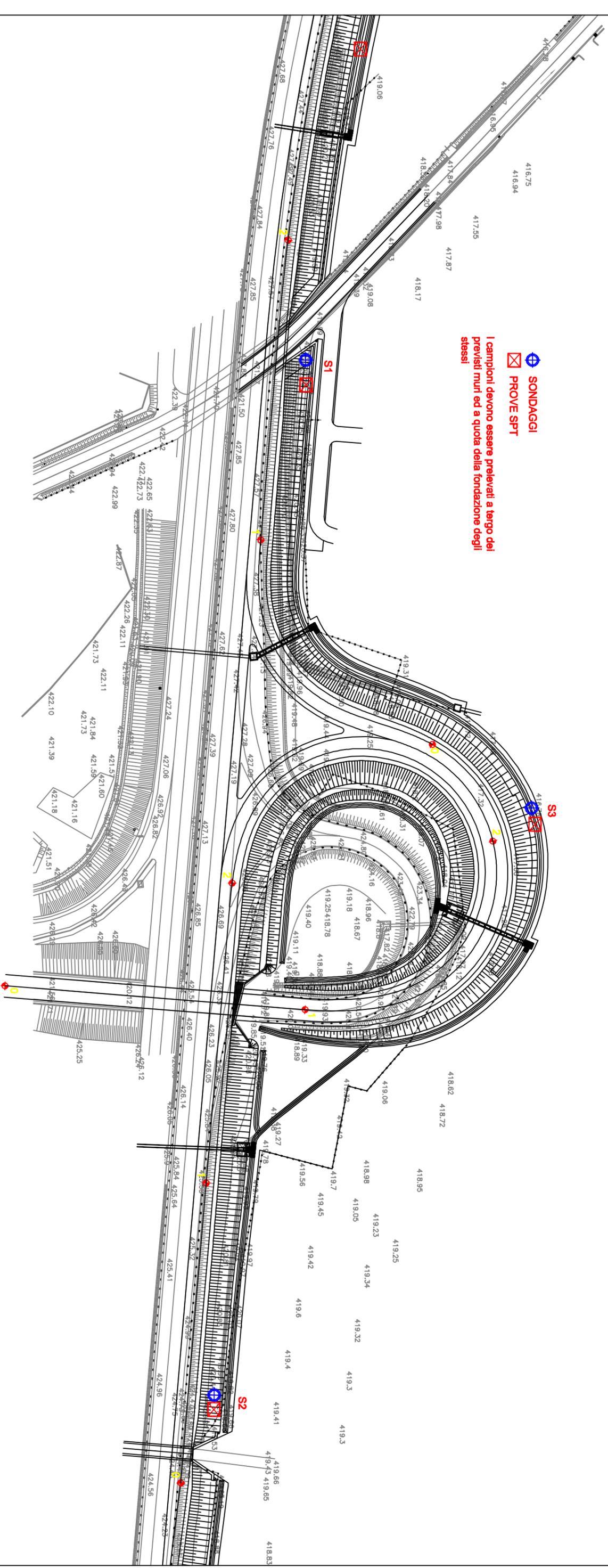
SCALA 1:25000



SCALA 1:25000



PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI



SCALA 1:125

STRALCIO ORTOFOTO

Publicata dal Ministero dell' Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare
- anno 2006 -



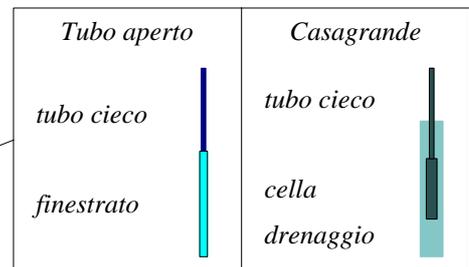
SONDAGGIO

S1

LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			prof. m	DESCRIZIONE	
										m	S.P.T.	N Pt			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 9) Vane test (kg/cm²)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Valore di N_{spt}
- 14) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 15) Profondità della base dello strato (m)
- 16) Descrizione della litologia dello strato



She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Riferimento: Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro	Sondaggio: S1
Località: Niella Tanaro (CN)	Quota: 420 m s.l.m.
Impresa esecutrice: Pro.Ge.Mo s.r.l.	Data: 08/04/2011
Coordinate:	Redattore: dr. geol. Franco Tesone
Perforazione: carotaggio continuo	

σ mm	R v	A r	S s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			prof. m	DESCRIZIONE	
											m	S.P.T.	N Pt			
101					25 26 27 28 29 30											Marna siltosa generalmente sub-litoide, a tratti debolmente sabbiosa, con intercalati livelli pluricentimetrici di arenaria e rari livelli di sabbia debolmente cementata, di colore grigio. Presenti fratture sub-verticali da -15,5 m a -15,6 m da -17,8 m a -17,9 m da -25,1 m a -25,2 m dal p.c.
														30,0		

note:

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 6 cassette catalogatrici.

Macchina operatrice: CMV MK 600.

Operatore: giuseppe Di Ciocco (operaio qualificato).

Assistente: Dino Catalano.

Carotiere e corona: la perforazione da p.c. a 30,0 m è stata eseguita a carotaggio continuo con carotiere semplice del diametro di 101 mm e lunghezza di 3.0 m con corona in widia.

Il rivestimento provvisorio è costituito da tubi metallici della lunghezza di 1,5 m e diametro 127 mm.

Fluidi di circolazione: la perforazione è stata eseguita a secco senza l'ausilio di fluidi di perforazione, l'immissione di acqua è avvenuta solo per la penetrazione del rivestimento provvisorio.

Il foro è stato strumentato con tubo in pvc del diametro di 3" per prova sismica down hole.

La sommità del foro è protetta tramite chiusino metallico.

CODICE STRUMENTO: S1

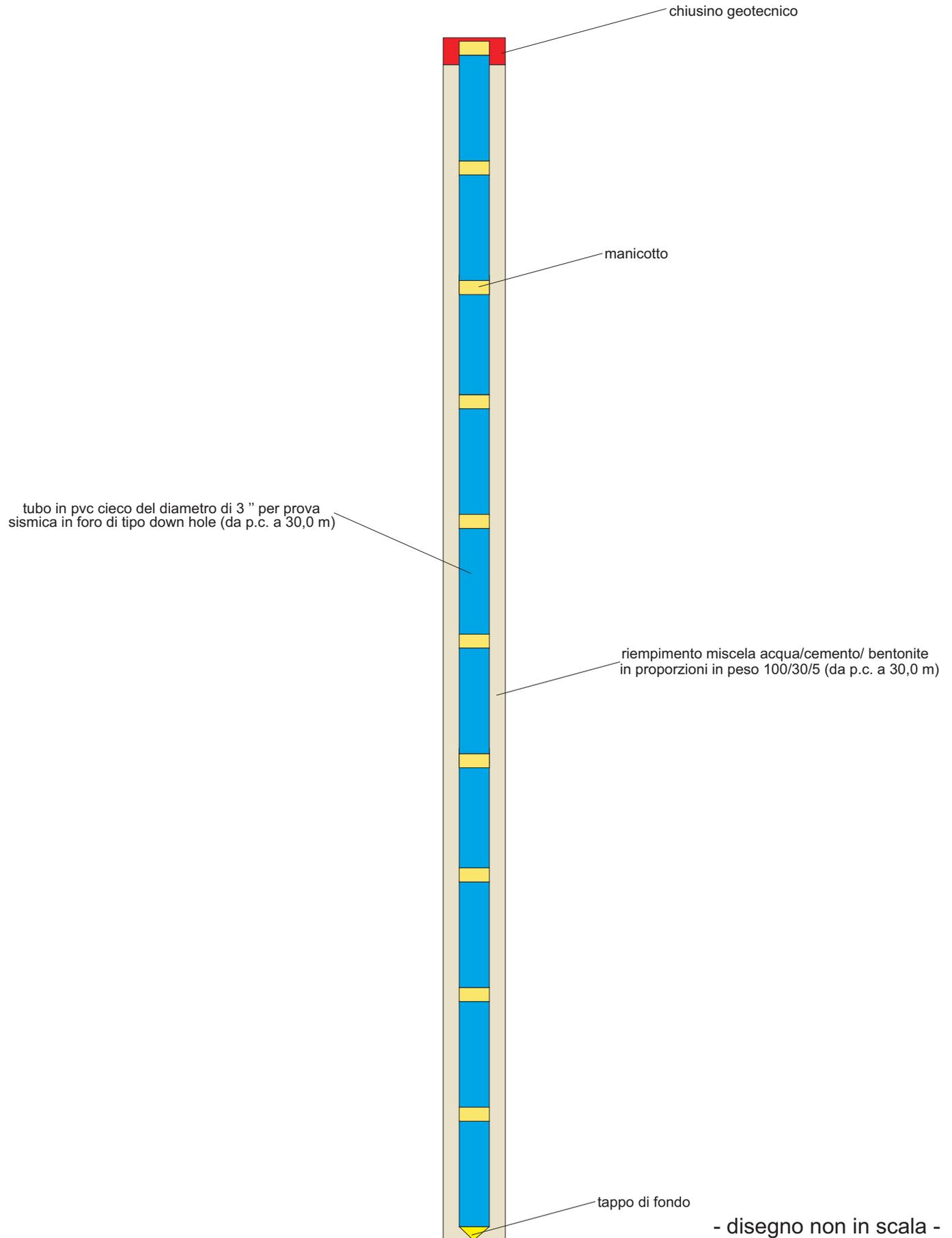
Perforazione: carotaggio continuo

Data d'installazione: 21/04/2011

Coordinate:

Tipologia Strumento: tubo prova down hole

Profondità: 30,00 m dal p.c.



PROVA

DOWN HOLE

Committente	Spea Ingegneria Europea
Cantiere	Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro
Località	Niella Tanaro (CN)
Data esecuzione	27/04/2011

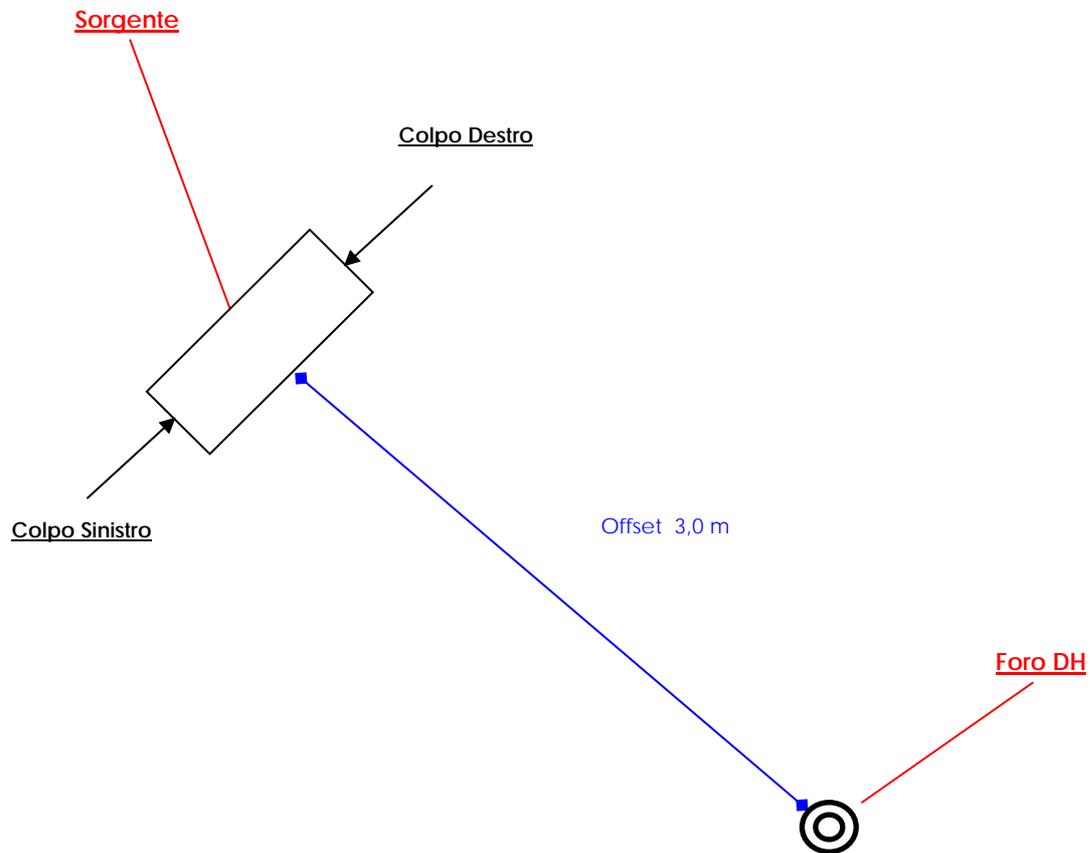
MISURE SISMICHE IN FORO

Offset dal foro onde longitudinali:	3,00 metri
Offset dal foro onde trasversali:	3,00 metri
Numero di misure:	30

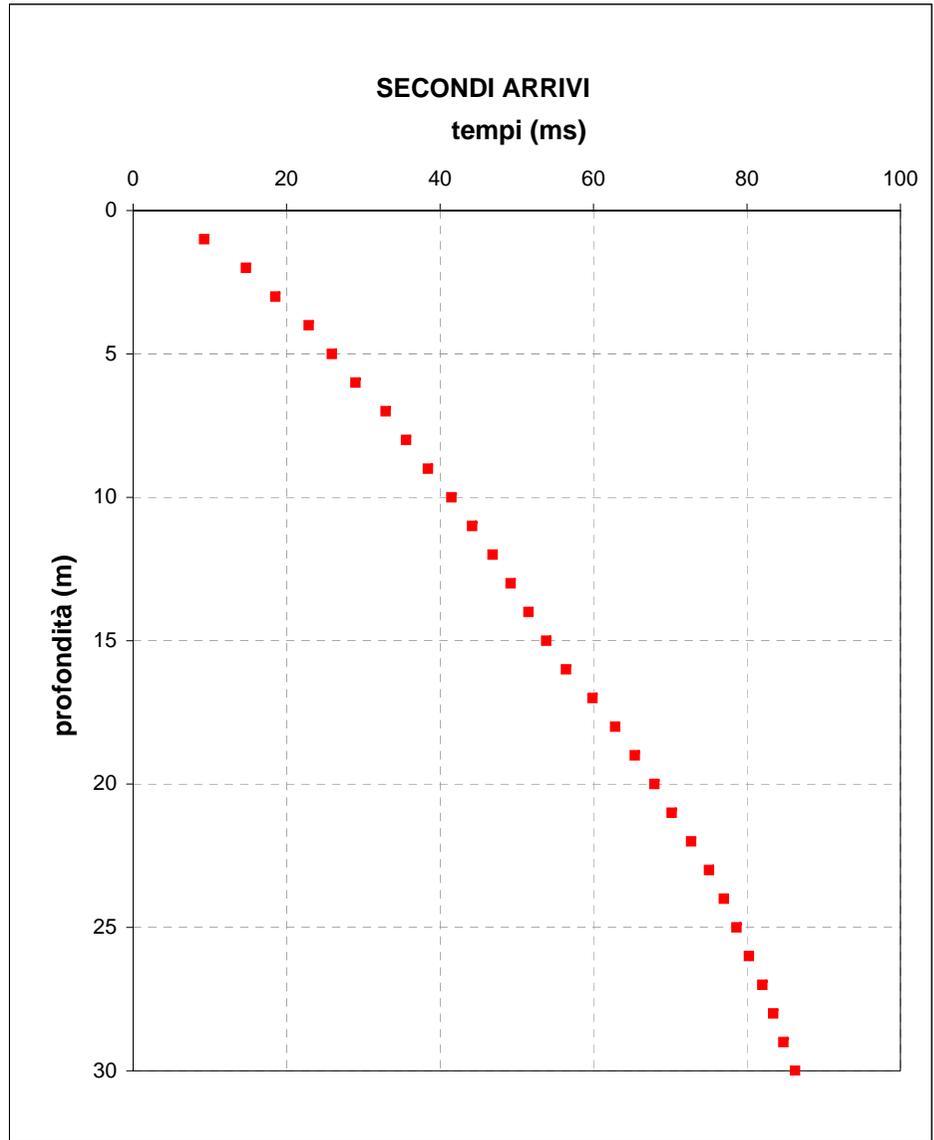
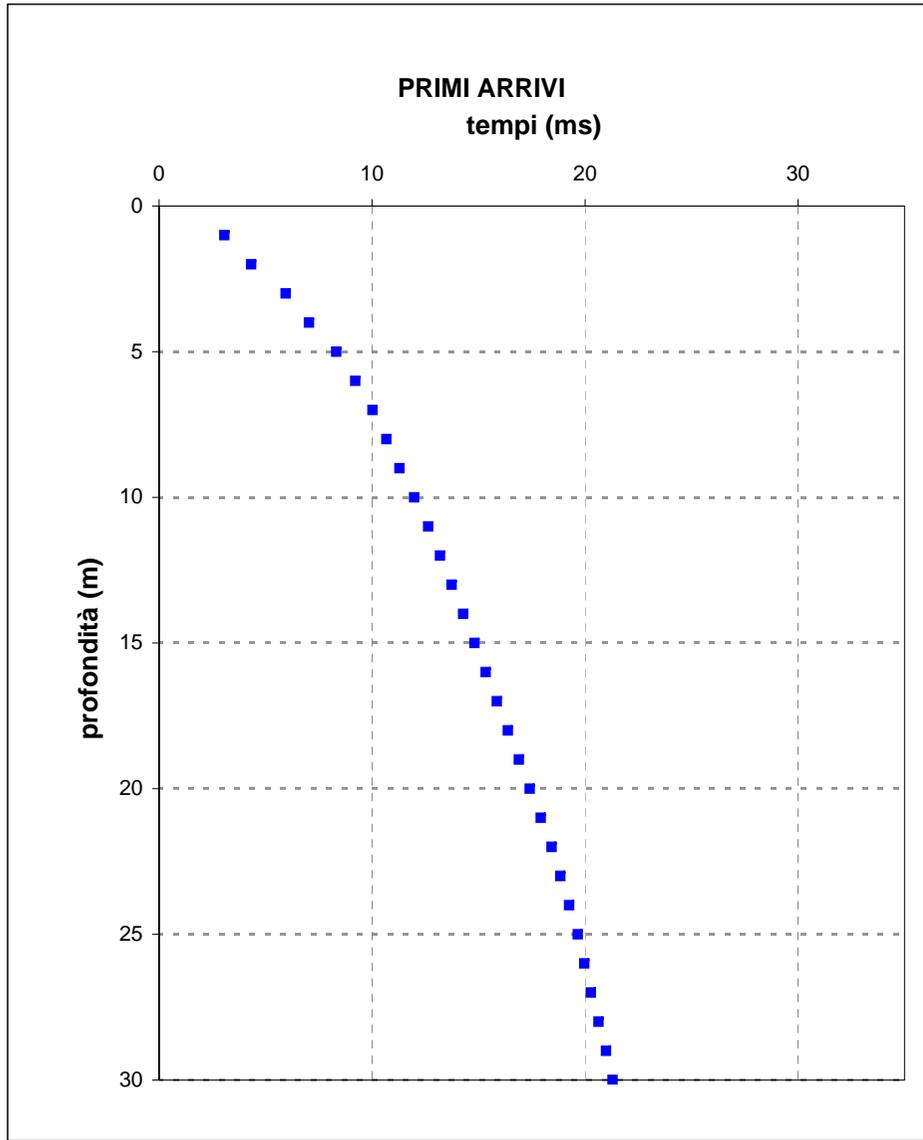
		<i>Distanza sorgente-ricevitore</i>		<i>Tempi Sperimentali</i>		<i>Tempi Corretti</i>	
<i>Misure in foro</i>	<i>Profondità (metri)</i>	<i>Onda P (m)</i>	<i>Onda S (m)</i>	<i>Onda P (ms)</i>	<i>Onda S (ms)</i>	<i>Onda P (ms)</i>	<i>Onda S (ms)</i>
1	1.0	3.1623	3.1623	9.700	29.30	3.0674	9.265
2	2.0	3.6056	3.6056	7.800	26.50	4.3267	14.700
3	3.0	4.2426	4.2426	8.400	26.20	5.9397	18.526
4	4.0	5.0000	5.0000	8.800	28.60	7.0400	22.880
5	5.0	5.8310	5.8310	9.700	30.20	8.3177	25.896
6	6.0	6.7082	6.7082	10.300	32.40	9.2126	28.979
7	7.0	7.6158	7.6158	10.900	35.80	10.0187	32.905
8	8.0	8.5440	8.5440	11.400	38.00	10.6742	35.581
9	9.0	9.4868	9.4868	11.900	40.50	11.2893	38.422
10	10.0	10.4403	10.4403	12.500	43.30	11.9728	41.474
11	11.0	11.4018	11.4018	13.100	45.80	12.6384	44.186
12	12.0	12.3693	12.3693	13.600	48.30	13.1939	46.858
13	13.0	13.3417	13.3417	14.100	50.50	13.7389	49.207
14	14.0	14.3178	14.3178	14.600	52.70	14.2759	51.530
15	15.0	15.2971	15.2971	15.100	54.90	14.8068	53.834
16	16.0	16.2788	16.2788	15.600	57.40	15.3328	56.417
17	17.0	17.2627	17.2627	16.100	60.80	15.8550	59.875
18	18.0	18.2483	18.2483	16.600	63.70	16.3741	62.833
19	19.0	19.2354	19.2354	17.100	66.20	16.8907	65.390
20	20.0	20.2237	20.2237	17.600	68.70	17.4053	67.940
21	21.0	21.2132	21.2132	18.100	70.90	17.9181	70.187
22	22.0	22.2036	22.2036	18.600	73.40	18.4294	72.727
23	23.0	23.1948	23.1948	19.000	75.70	18.8404	75.064
24	24.0	24.1868	24.1868	19.400	77.60	19.2502	77.001
25	25.0	25.1794	25.1794	19.800	79.20	19.6590	78.636
26	26.0	26.1725	26.1725	20.100	80.80	19.9675	80.267
27	27.0	27.1662	27.1662	20.400	82.50	20.2752	81.995
28	28.0	28.1603	28.1603	20.750	83.90	20.6319	83.423
29	29.0	29.1548	29.1548	21.100	85.20	20.9880	84.748
30	30.0	30.1496	30.1496	21.400	86.70	21.2938	86.270

Committente	<i>Spea Ingegneria Europea</i>
Cantiere	<i>Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro</i>
Località	<i>Niella Tanaro (CN)</i>
Data esecuzione	<i>27/04/2011</i>

Geometria della Prova



PROFILO TEMPI DI ARRIVO PROFONDITA'



Committente	Spea Ingegneria Europea
Cantiere	Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro
Località	Niella Tanaro (CN)
Data esecuzione	27/04/2011

Moduli Elastici

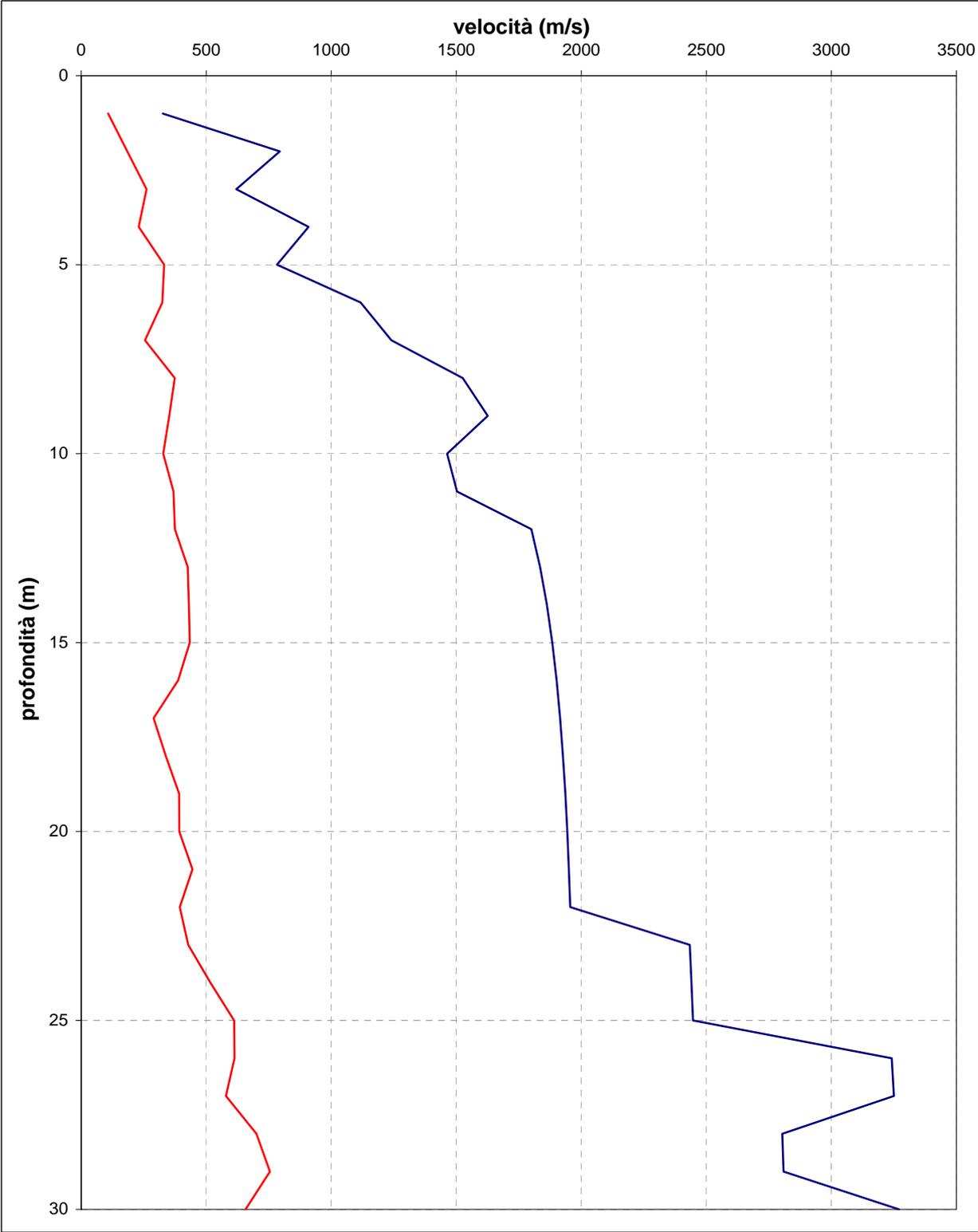
Profondità (m)	Velocità (m/s)		γ (t/mc)	v	Moduli elastici		
	onde P	onde S			Go (MPa)	E (MPa)	M (MPa)
1	326.01	107.9276	1.70	0.438	19.80	56.9497	180.616
2	794.12	184.0237	1.70	0.472	57.55	169.3854	1071.705
3	619.95	261.3257	1.70	0.392	116.06	323.0886	653.150
4	908.84	229.6843	1.80	0.466	94.93	278.3026	1486.277
5	782.67	331.5335	1.80	0.391	197.78	550.0877	1102.248
6	1117.42	324.3431	1.80	0.454	189.29	550.4624	2246.762
7	1240.57	254.7153	1.80	0.478	116.74	345.0938	2769.282
8	1525.62	373.8155	1.80	0.468	251.44	738.2675	4188.092
9	1625.54	351.9683	1.80	0.475	222.91	657.7682	4754.685
10	1463.06	327.6320	1.80	0.474	193.15	569.2557	3851.684
11	1502.45	368.6901	1.90	0.468	258.18	758.0070	4287.539
12	1800.08	374.2936	1.90	0.477	266.09	786.2482	6154.422
13	1834.94	425.7362	1.90	0.472	344.26	1013.1932	6395.105
14	1862.20	430.3978	1.90	0.472	351.84	1035.6654	6586.547
15	1883.76	434.0858	1.90	0.472	357.90	1053.6171	6739.953
16	1901.00	387.1491	1.90	0.478	284.68	841.7312	6863.905
17	1914.94	289.1864	1.90	0.488	158.84	472.8144	6964.924
18	1926.32	338.0145	2.00	0.484	228.43	678.0322	7418.905
19	1935.71	391.1421	2.00	0.479	305.88	904.6187	7491.352
20	1943.51	392.1539	2.00	0.479	307.46	909.3440	7551.881
21	1950.06	444.9405	2.00	0.473	395.81	1165.6890	7602.834
22	1955.59	393.7759	2.00	0.479	310.01	916.9386	7646.034
23	2433.29	427.8593	2.00	0.484	366.00	1086.3296	11837.732
24	2440.32	516.3657	2.00	0.477	533.09	1574.2681	11906.220
25	2446.36	611.5900	2.00	0.467	747.83	2193.6326	11965.269
26	3240.88	612.8967	2.00	0.481	751.03	2225.2286	20999.432
27	3249.83	578.7151	2.00	0.484	669.59	1986.8521	21115.558
28	2803.58	700.7071	2.00	0.467	981.65	2879.5313	15714.761
29	2808.34	754.6015	2.00	0.461	1138.46	3326.7817	15768.194
30	3270.12	657.0373	2.00	0.479	863.10	2552.9956	21380.092

dove:

- γ Peso di volume
- v Cefficiente di Poisson
- Go Modulo di taglio iniziale
- M Modulo di Compressibilità
- E Modulo di Young

Committente	Spea Ingegneria Europea
Cantiere	Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro
Località	Niella Tanaro (CN)
Data esecuzione	27/04/2011

Profilo Velocità onde sismiche - Profondità

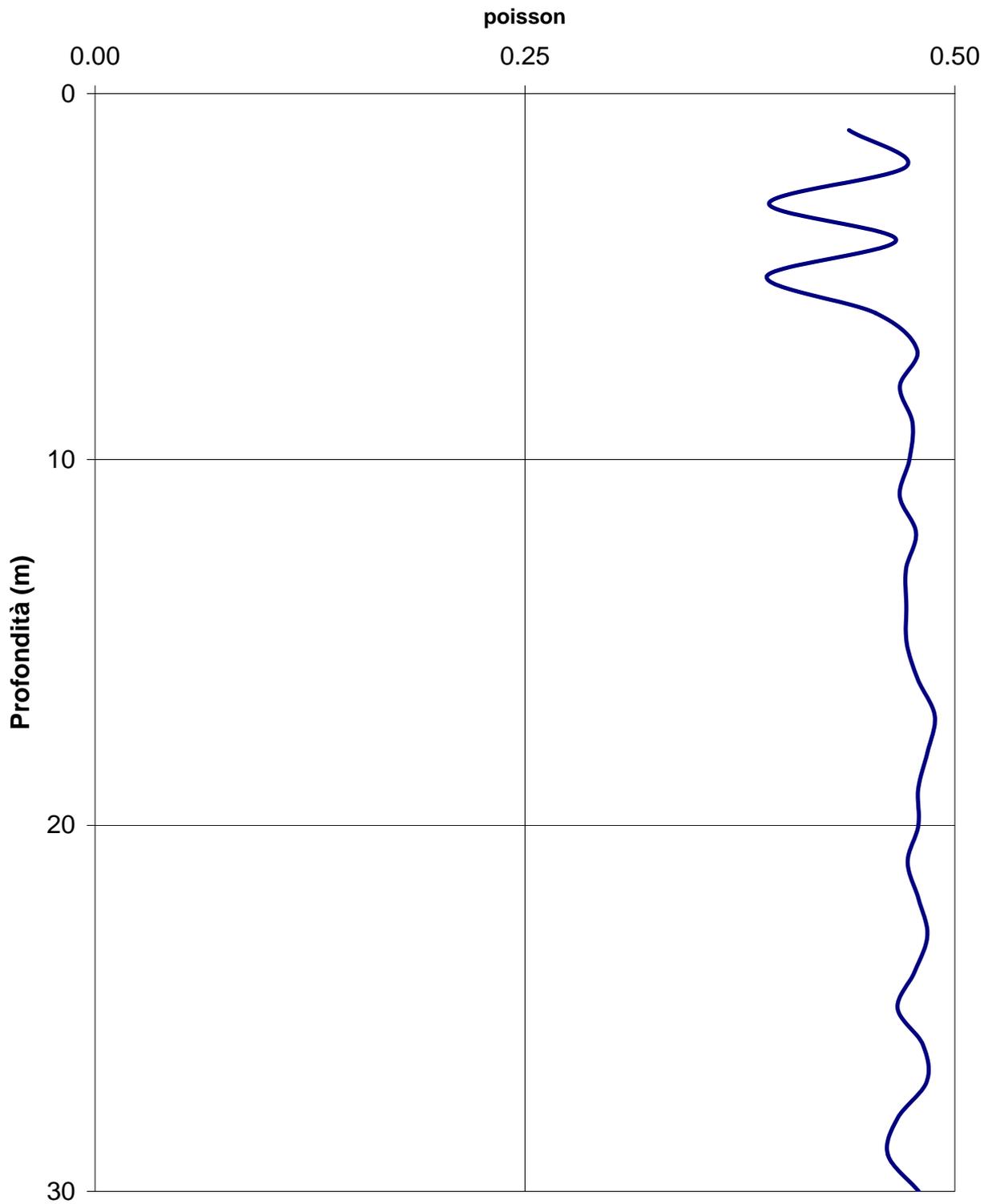


Vs

Vp

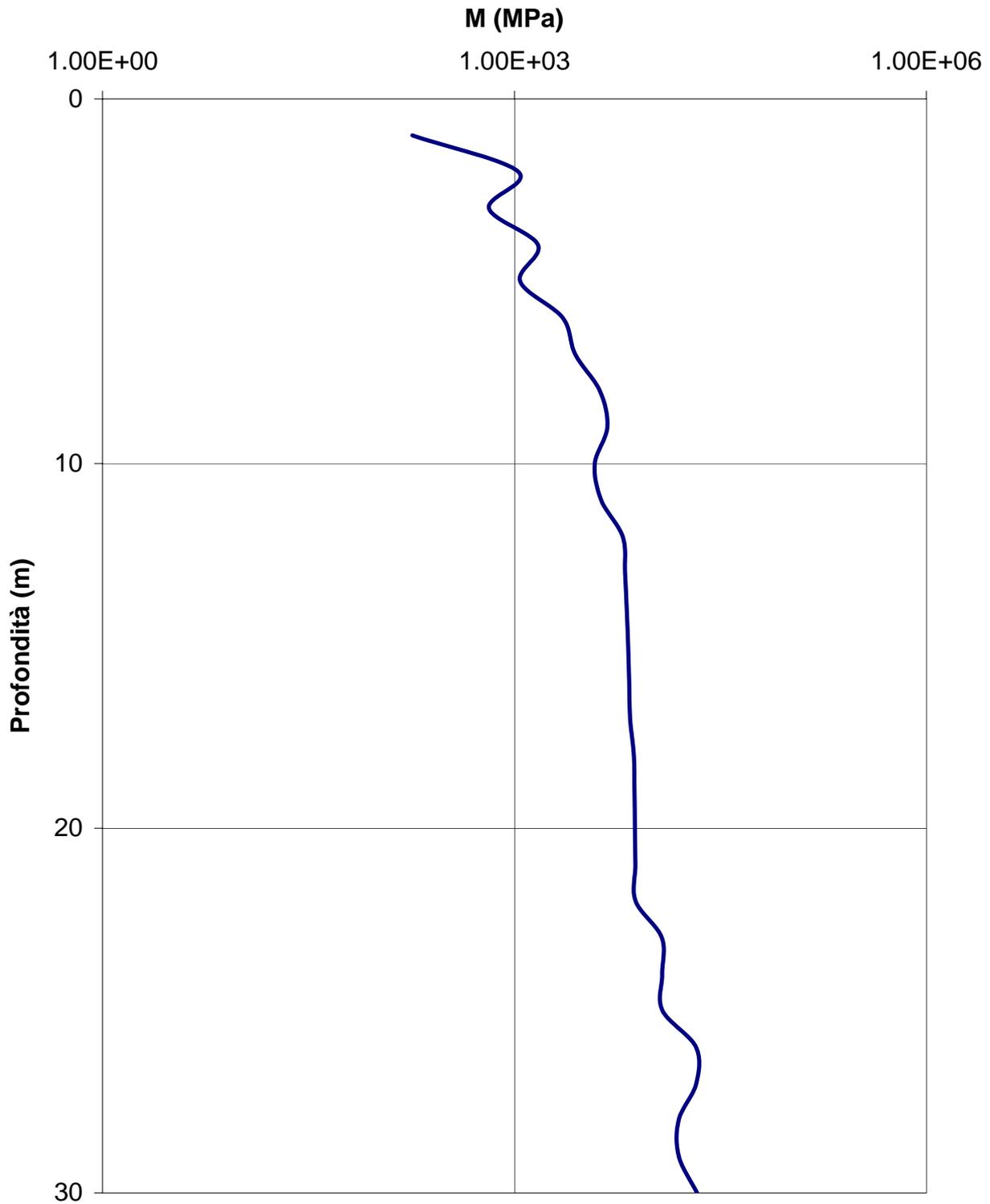
Committente	<i>Spea Ingegneria Europea</i>
Cantiere	<i>Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro</i>
Località	<i>Niella Tanaro (CN)</i>
Data esecuzione	<i>27/04/2011</i>

Profilo Profondità-Coefficiente di Poisson



Committente	<i>Spea Ingegneria Europea</i>
Cantiere	<i>Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro</i>
Località	<i>Niella Tanaro (CN)</i>
Data esecuzione	<i>27/04/2011</i>

Profilo Profondità-Modulo di Compressibilità



Committente

Spea Ingegneria Europea

Cantiere

Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro

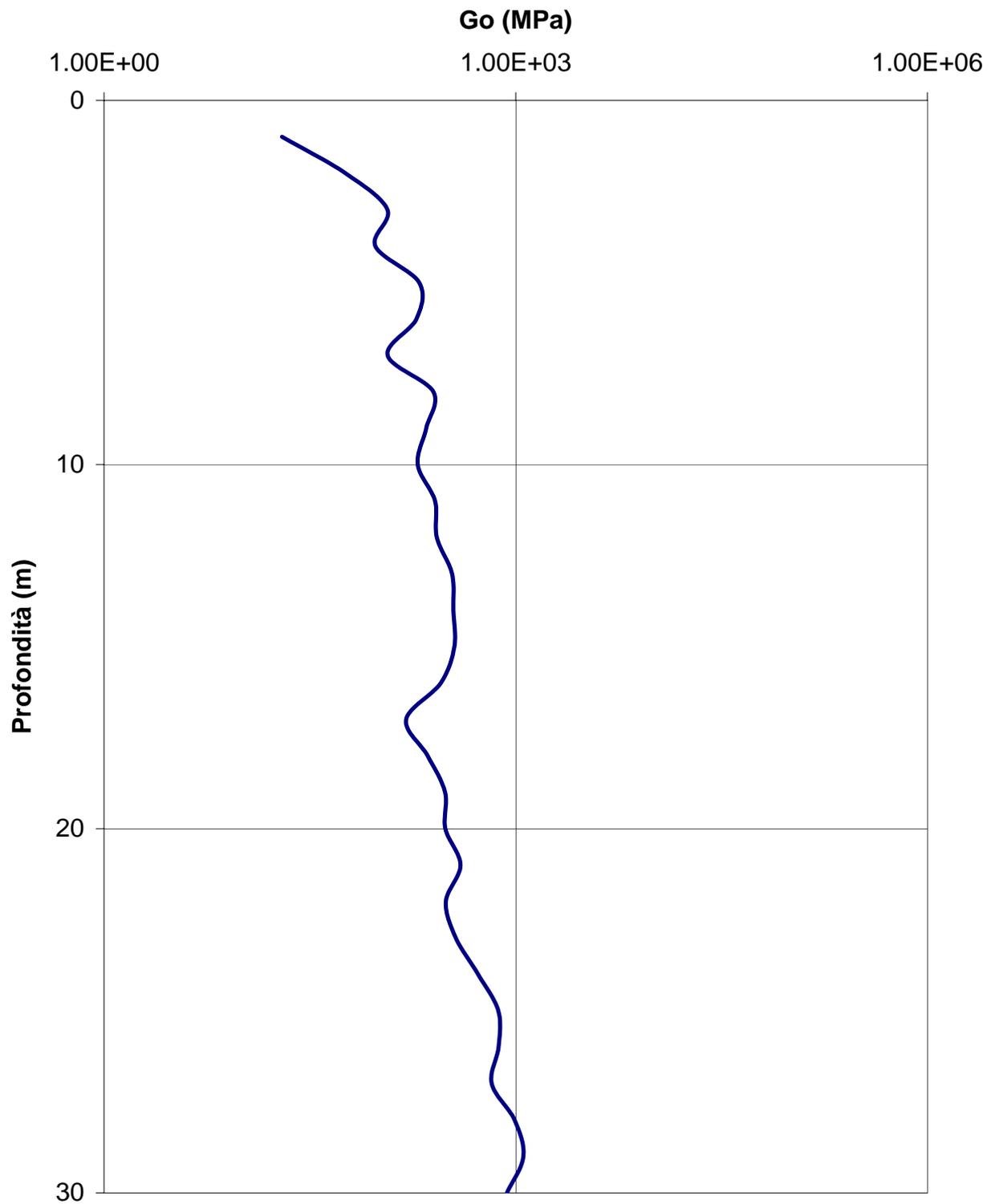
Località

Niella Tanaro (CN)

Data esecuzione

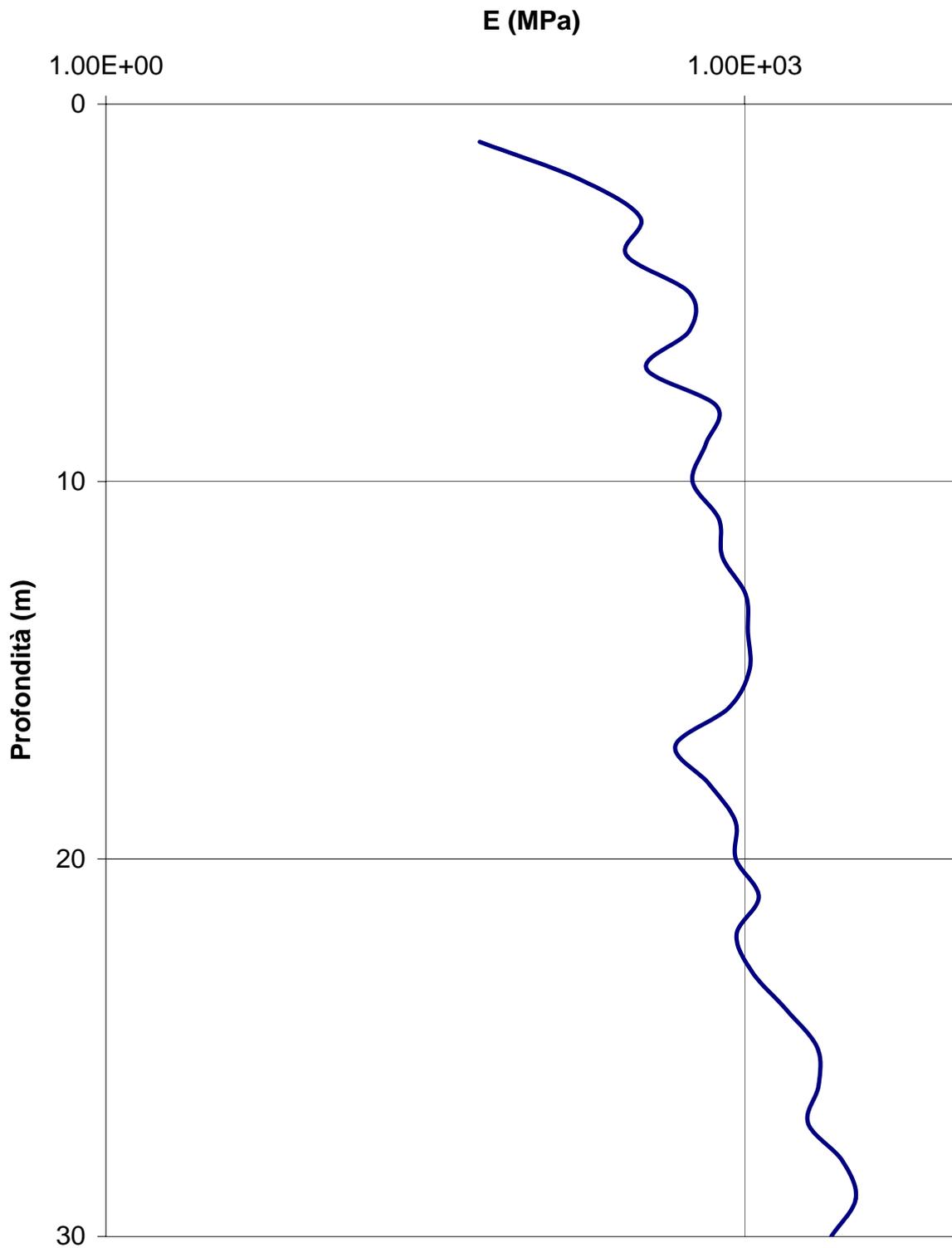
27/04/2011

Profilo Profondità-Modulo di Taglio



Committente	<i>Spea Ingegneria Europea</i>
Cantiere	<i>Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro</i>
Località	<i>Niella Tanaro (CN)</i>
Data esecuzione	<i>27/04/2011</i>

Profilo Profondità-Modulo di Young



Committente	Spea Ingegneria Europea
Cantiere	Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro
Località	Niella Tanaro (CN)
Data esecuzione	27/04/2011

CALCOLO V_{s30}

Sismostrati individuati

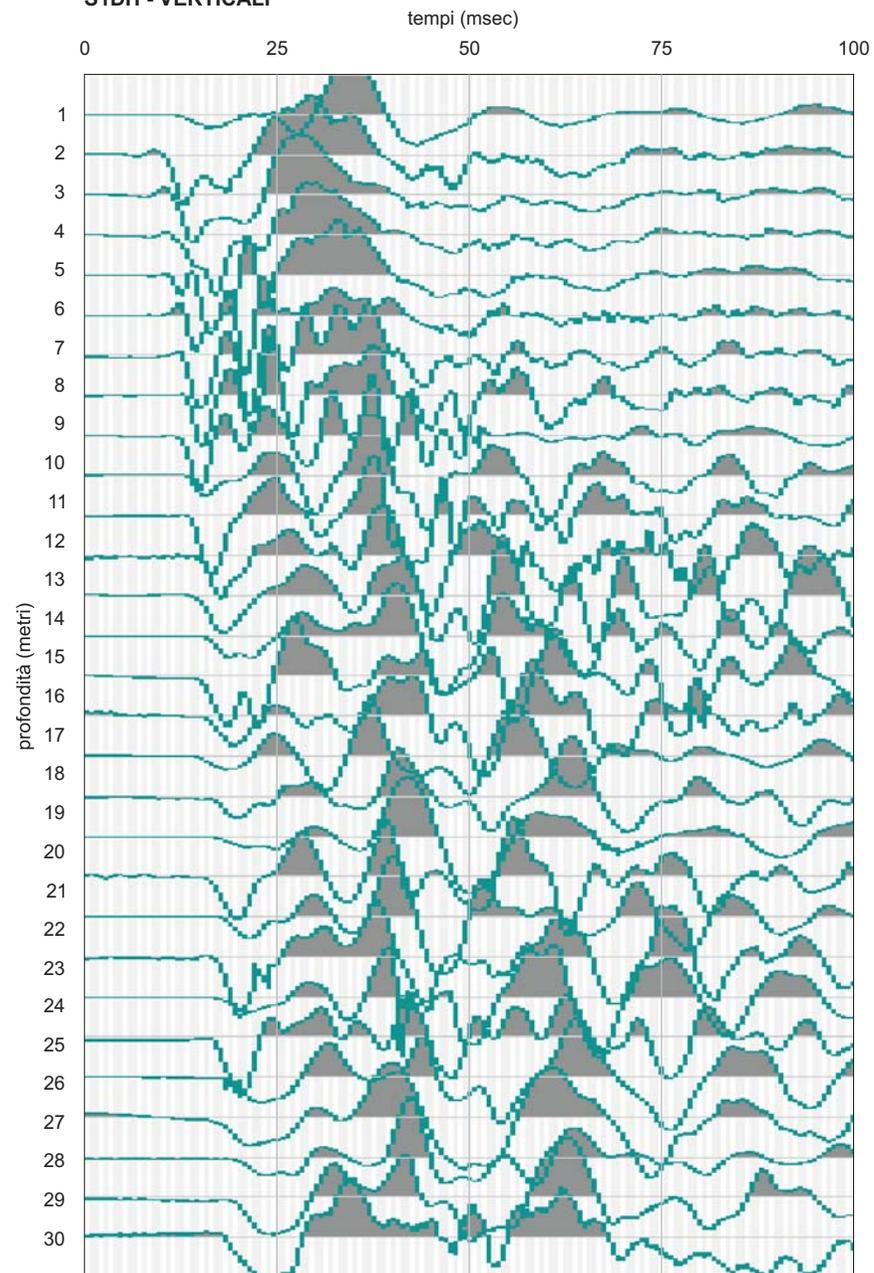
profondità da m	a m	Vp (m/s)	Vs (m/s)
0.0	4.0	566	175
4.0	10.0	1263	321
10.0	17.0	1830	393
14.0	19.0	2185	399
17.0	30.0	2866	629

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \quad V_{s30} = \mathbf{324.01 \text{ m/s}}$$

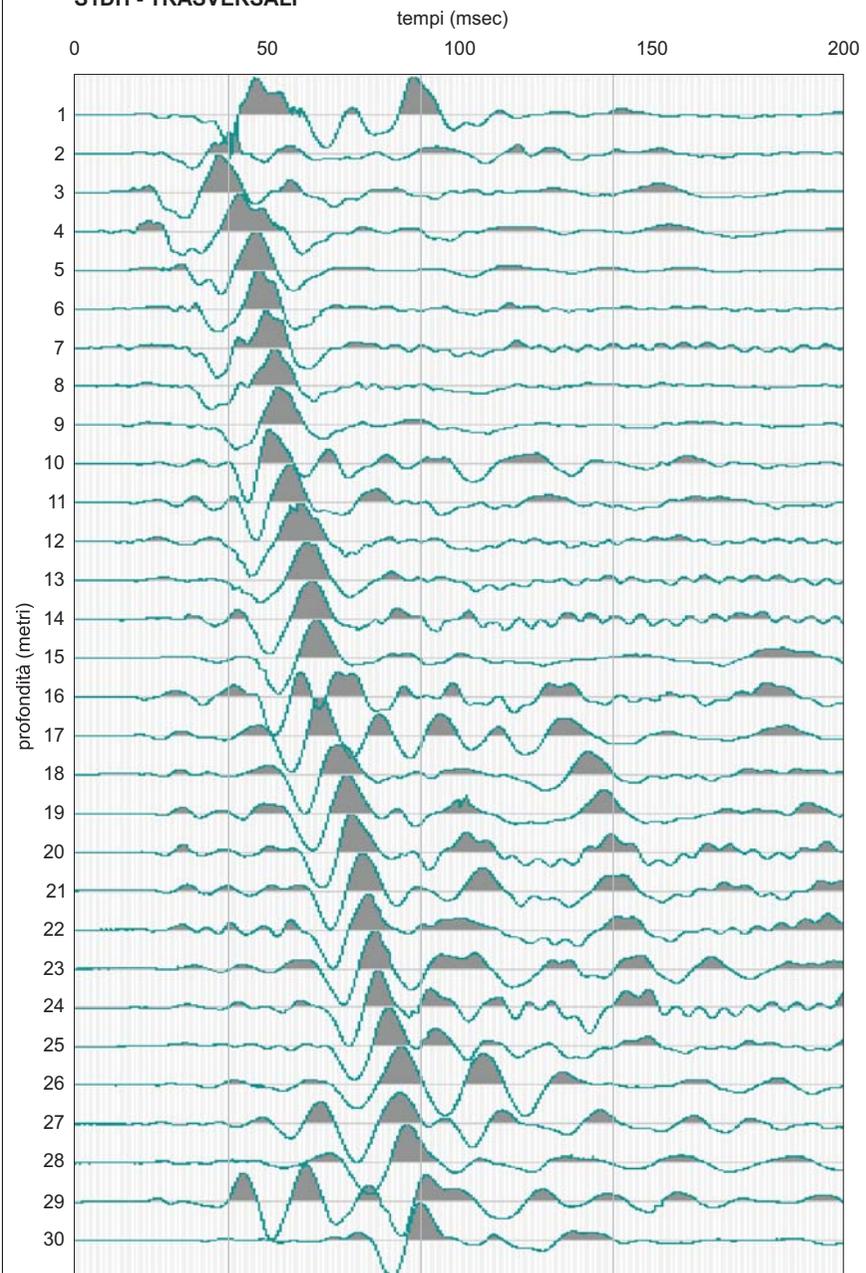
DEFINIZIONE DELLE CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE

SUOLO DI FONDAZIONE	V_{s30}	NSPT-Cu
A Formazioni litoidi o suoli rigidi	>800 m/s	
B Sabbie e ghiaie addensate/ Argille molto consistenti	>360 m/s <800 m/s	NSPT > 50 cu > 250 kPa
C Sabbie e ghiaie mediam.addensate/ Argille mediam. consistenti	>180 m/s <360m/s	15 < NSPT < 50 10 < cu < 250
D Terreni granulari sciolt/ Terreni coesivi da poco a mediam. consistenti	<180 m/s	NSPT < 50 cu < 70 kPa
E Strati superficiali alluvionali (5 - 20 m) su substrato rigido	<180 m/s >180 m/s <360 m/s	
S₁ Terreni costituiti o che includono uno strato di argille >10 m PI>40	<100 m/s	
S₂ Terreni soggetti a liquefazione/ Argille sensitive/ terreni non classificati in precedenza		

S1DH - VERTICALI



S1DH - TRASVERSALI



SONDAGGIO

S2

Riferimento: Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro	Sondaggio: S2
Località: Niella Tanaro (CN)	Quota: 419 m s.l.m,
Impresa esecutrice: Pro.Ge.Mo s.r.l.	Data: 09/04/2011
Coordinate:	Redattore: dr. geol. Franco Tesone
Perforazione: carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			prof. m	DESCRIZIONE	
										m	S.P.T.	N Pt			
				1											
				2											
				3											
				4											
				4.5					4.7	11-10-13	23	C	4.5	Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso, di colore nocciola con locali porzioni centimetriche di colore grigiastro, da poco consistente a molto consistente, prevalentemente plastico. La frazione ghiaiosa è costituita da clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 3-4 cm) da sub-angolari a ben arrotondati poligenici. Sporadiche fiamme millimetriche color ocra ruggine e puntature millimetriche nerastre di resti carboniosi.	
				5											
				6											
				6.5					6.5	9-12-10	22	C	6.5	Ghiaia debolmente sabbiosa da mediamente addensata ad addensata, costituita da clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 5-6 cm) da sub-angolari a ben arrotondati poligenici, talvolta ossidati ed alterati, in scarsa sabbia a grana media, talvolta assente di colore nocciola e grigiastro localmente ossidata color marrone ocra.	
				7											
				7.5									7.5		
				8											
				8											
				9											
				10											
				11											
				12											
				13											
				14											
101				15									15.0		

note:

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 3 cassette catalogatrici.

Macchina operatrice: CMV MK 600.

Operatore: giuseppe Di Ciocco (operaio qualificato).

Assistente: Dino Catalano.

Carotiere e corona: la perforazione da p.c. a 15,0 m è stata eseguita a carotaggio continuo con carotiere semplice del diametro di 101 mm e lunghezza di 3.0 m con corona in widia.

Il rivestimento provvisorio è costituito da tubi metallici della lunghezza di 1,5 m e diametro 127 mm.

Fluidi di circolazione: la perforazione è stata eseguita a secco senza l'ausilio di fluidi di perforazione, l'immissione di acqua è avvenuta solo per la penetrazione del rivestimento provvisorio.

Il foro è non stato strumentato.

SONDAGGIO

S3

Riferimento: Autostrada A6 Torino-Savona - Svincolo di Niella Tanaro	Sondaggio: S3
Località: Niella Tanaro (CN)	Quota: 417 m s.l.m.,
Impresa esecutrice: Pro.Ge.Mo s.r.l.	Data: 09/04/2011
Coordinate:	Redattore: dr. geol. Franco Tesone
Perforazione: carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test		prof. m	DESCRIZIONE
										m	S.P.T.		
				1									Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso, di colore nocciola con locali porzioni centimetriche di colore grigiastro, da poco consistente a molto consistente, prevalentemente plastico. La frazione ghiaiosa è costituita da clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 3-4 cm) da sub-angolari a ben arrotondati poligenici.
				2									
				3									
				4					4.0	10-10-14	24	3.6	Ghiaia debolmente sabbiosa da mediamente addensata ad addensata, costituita da clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 5-6 cm) da sub-angolari a ben arrotondati poligenici, talvolta ossidati ed alterati, in scarsa sabbia a grana media di colore nocciola e grigiastro localmente ossidata color marrone oca.
				5									
				6					6.0	12-13-15	28	C	
				7								6.4	Marna argillosa e siltosa di colore grigio con porzioni centimetriche di colore nocciola. Presenti sottili intercalazioni arenacee di colore grigiastro.
				8									
				9									
				10									
				11									
				12									
				13									
				14									
101				15								15.0	

note:

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 3 cassette catalogatrici.

Macchina operatrice: CMV MK 600.

Operatore: giuseppe Di Ciocco (operaio qualificato).

Assistente: Dino Catalano.

Carotiere e corona: la perforazione da p.c. a 15,0 m è stata eseguita a carotaggio continuo con carotiere semplice del diametro di 101 mm e lunghezza di 3.0 m con corona in widia.

Il rivestimento provvisorio è costituito da tubi metallici della lunghezza di 1,5 m e diametro 127 mm.

Fluidi di circolazione: la perforazione è stata eseguita a secco senza l'ausilio di fluidi di perforazione, l'immissione di acqua è avvenuta solo per la penetrazione del rivestimento provvisorio.

Il foro è non stato strumentato.

CERTIFICATI DI
LABORATORIO GEOTECNICO



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA – Via Raiale, 110/B – Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 – Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 – R.E.A. 129704 – Registro Imprese

Settore sperimentale di laboratorio: Geotecnica
Sezione: Meccanica delle Terre/Rocce

Identificazione del Cliente: Pro.Ge.Mo. srl

Identificazione dei campioni:

- **Rif. Lavori:** Svincolo Autostrada A6 Totrino Savona – NIELLA TANARO

- **Descrizione dei campioni:** - n.1 campione di terreno contenuto in fustella di acciaio inox

- **Date ricevimento:** 12/04/2011

Richiesta del Cliente: Prove geotecniche di laboratorio

- **Descrizione:** Descrizione dei campioni, contenuto naturale d'acqua, peso di volume naturale, massa volumica reale, limiti di Atterberg, analisi granulometrica, classificazione, prova di taglio diretto (Scatola di Casagrande), prova triassiale non consolidata non drenata (UU), prova di compressione edometrica.

- **Norme di riferimento:** ASTM; UNI CEN ISO/TS; CNR-BU;
Raccomandazioni AGI;
v. Certificati.

Identificazione documento: **RAPPORTO DI PROVA N°: 0010 ÷ 0020**

Data di emissione: 27 Aprile 2011

Foglio: 1/23

Allegati: -

Accettazione: -

Rif. Cliente: -

Nome e codifica file: -



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0089
Foglio : 1/1
Data di emissione : 27/04/2011

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Campionamento:

Campione di terreno tipo indisturbato, prelevato con campionatore a fustella a pareti sottili tipo Shelby, non sigillato alle due estremità con strato di paraffina fusa e identificato mediante contrassegni apposti con scrittura indelebile.

Data di apertura del campione: 12 aprile 2011

Metodo di prova: ASTM D 2488-06

Descrizione visiva del campione:

Lunghezza campione \cong 38 cm

Diametro campione \cong 85 mm

Limo sabbioso argilloso di colore marrone nocciola

Il campione si presenta omogeneo nell'aspetto, umido, poco consistente e plastico alla manipolazione.

RISULTATI DELLA PROVA

	0	10	20	30	40	50	60	
Lunghezza campione								
Pocket Penetrometer (kPa)	180	200	150	180				

Prove eseguite Descrizione del campione, contenuto naturale d'acqua, peso di volume naturale, massa volumica reale, analisi granulometrica, limiti di Atterberg, classificazione, prova di taglio diretto (Scatola di Casagrande), prova triassiale non consolidata non drenata (UU), prova di compressione edometrica.

Note Prove, confezionamento, numero e dimensioni provini in funzione delle condizioni del materiale.



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931
Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0090
Foglio : 1/1
Data di emissione : 27/04/2011

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12 aprile 2011

Metodo di prova : ASTM D 2216-05; UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data di inizio/fine prova: 12.04.11 / 16.04.11

Provino n°	TD1	TD2	TD3	UU1	UU2	UU3	ED
Peso tara (g)	19,68	21,36	22,50	0,00	0,00	0,00	19,45
Peso campione umido + tara (g)	79,86	90,32	88,74	180,51	179,89	180,03	75,44
Peso campione umido (g)	60,18	68,96	66,24	180,51	179,89	180,03	55,99
Peso campione secco + tara (g)	70,41	79,66	78,62	153,25	152,33	152,00	66,59
Peso campione secco (g)	50,73	58,30	56,12	153,25	152,33	152,00	47,14
Contenuto d'acqua (%)	18,6	18,3	18,0	17,8	18,1	18,4	18,8

Contenuto naturale d'acqua medio (%) W= 18,3

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931
Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0091
Foglio : 1/1
Data di emissione : 27/04/2011

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME NATURALE

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12 aprile 2011

Metodo di prova : BS 1377 Test 15 (1990)

Data di inizio/fine prova: 12.04.11 / 16.04.11

Provino n°	TD1	TD2	TD3	UU1	UU2	UU3	ED
Diametro (mm)	60,00	60,00	60,00	38,10	38,10	38,10	50,00
Altezza (mm)	22,00	22,00	22,00	76,20	76,20	76,20	20,00
Volume (cm ³)	62,20	62,20	62,20	86,87	86,87	86,87	39,27
Peso fustella (g)	35,16	35,16	35,16	0,00	0,00	0,00	59,44
Peso terreno umido + fustella (g)	152,20	153,10	152,20	165,20	169,23	165,20	134,25
Peso terreno umido (g)	117,04	117,94	117,04	165,20	169,23	165,20	74,81
Peso di volume umido (Mg/m ³)	1,88	1,90	1,88	1,90	1,95	1,90	1,91
Peso di volume secco (Mg/m ³)	1,59	1,60	1,59	1,61	1,65	1,61	1,60

Peso di volume umido MEDIO (Mg/m³) $\gamma = 1,90$

Peso di volume secco MEDIO (Mg/m³) $\gamma_d = 1,61$

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0092
Foglio : 1/1
Data di emissione : 27.04.2011

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE

(Peso specifico dei grani)

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12 aprile 2011

Metodo di prova : ASTM D 854-92

Data di inizio/fine prova: 14.04.11 / 15.04.11

Numero prova	1	2
Peso Picnometro + campione secco (g)	53,68	55,01
Peso Picnometro (g)	33,57	34,54
Peso campione secco (g)	20,11	20,47
Peso picnometro + acqua a T (g)	141,98	143,58
Peso picnometro + acqua + campione secco (g)	154,68	156,53
Temperatura (°C)	19	19
Peso specifico dei grani (Mg/m ³)	2,71	2,72

Peso specifico dei grani Medio (Mg/m³) 2,72

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0093
Foglio : 1/1
Data di emissione : 27.04.2011

ANALISI GRANULOMETRICA

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12 aprile 2011

Metodo di prova : CNR-B.U. A.VI - N.23/71; ASTM D 422-63 (2007);
UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005

Data di inizio/fine prova: 17.04.11/21.04.11

Caratteristiche fisiche del campione:

Peso iniziale del materiale per analisi per vagliatura : 690,00 g

Peso iniziale del materiale per analisi per sedimentazione : 50,10 g

Peso specifico dei granuli : 2,72 Mg/m³

RISULTATI DELLA PROVA

VAGLIATURA

Serie Setacci (mm)	Trattenuto Parziale (g)	Trattenuto Parziale (%)	Trattenuto Progressivo (%)	Passante Progressivo (%)
100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
75,00	0,00	0,00	0,00	100,00
63,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
16,00	0,00	0,00	0,00	100,00
9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
2,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1,00	18,61	2,66	2,66	97,34
0,425	42,50	6,08	8,74	91,26
0,25	30,62	4,38	13,12	86,88
0,125	50,27	7,19	20,30	79,70
0,075	40,20	5,75	26,05	73,95

SEDIMENTAZIONE

Diametro (mm)	Passante Progressivo (%)
0,038	66,1
0,028	61,9
0,020	58,3
0,015	52,3
0,011	47,9
0,008	43,6
0,006	39,6
0,004	33,7
0,003	27,9
0,002	25
0,001	22,1

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0094
Foglio : 1/1
Data di emissione : 27.04.2011

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12 aprile 2011

Metodo di prova : ASTM D 4318-05; UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005

Data di inizio/fine prova: 17.04.11 18.04.11

LIMITE LIQUIDO (LL)

Numero prova	1	2	3
Numero dei colpi	16	22	32
Peso tara (g)	8,45	9,57	10,20
Peso umido + tara (g)	37,25	39,62	41,06
Peso secco + tara (g)	30,00	32,67	34,66
Peso acqua contenuta (g)	7,25	6,95	6,40
Peso secco (g)	21,55	23,10	24,46
Contenuto d'acqua (%)	33,6	30,1	26,2

LIMITE PLASTICO (LP)

Numero prova	1	2
Peso tara (g)	8,68	9,25
Peso umido + tara (g)	12,84	13,44
Peso secco + tara (g)	12,40	13,00
Peso acqua contenuta (g)	0,44	0,44
Peso secco (g)	3,72	3,75
Contenuto d'acqua (%)	11,8	11,7

Limite Liquido (%): 29

Limite plastico (%): 12

Indice di Plasticità: 17

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0095
Foglio : 1/1
Data di emissione : 27.04.2011

CLASSIFICAZIONE DEL CAMPIONE

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12.04.2011

Metodo di prova : Raccomandazioni AGI (1977); ASTM D 2487-06 ; UNI 10006:2002

RISULTATI DELLA PROVA

- Limiti di separazione secondo

Raccomandazione AGI (1977)

Ciottoli ($\phi > 60$ mm)	0,0%
Ghiaia ($60 > \phi > 2$ mm)	0,0%
Sabbia ($2 > \phi > 0,06$ mm)	29,3%
Limo ($0,06 > \phi > 0,002$ mm)	45,8%
Argilla ($\phi < 0,002$ mm)	24,6%

- Frazione passante al setaccio secondo

CNR UNI 10006

2 UNI 2332	100,0%
0,4 UNI 2332	91,3%
0,075 UNI 2332	73,9%

- Limiti di separazione secondo

ASTM D 2487 - 93

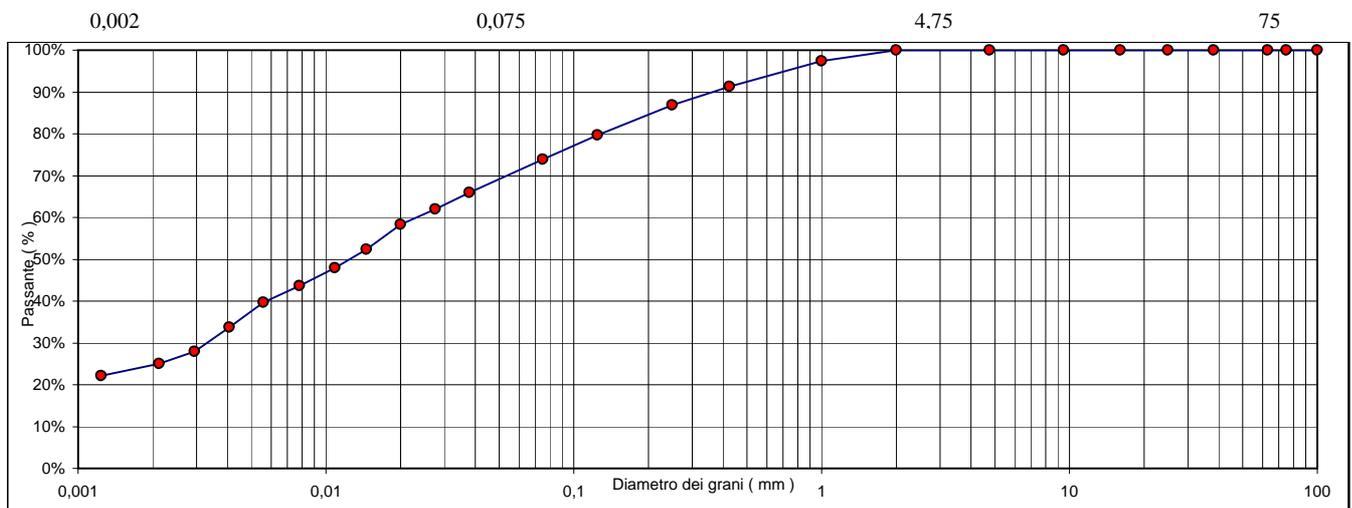
Ciottoli ($\phi > 75$ mm)	0,0%
Ghiaia ($75 > \phi > 4,75$ mm)	0,0%
Sabbia ($4,75 > \phi > 0,075$ mm)	26,1%
Limo ($0,075 > \phi > 0,002$ mm)	49,3%
Argilla ($\phi < 0,002$ mm)	24,6%

- Limiti di Atterberg secondo

ASTM D 4318 - 84

Limite Liquido	29%
Limite Plastico	12%
Indice di plasticità	17

CURVA GRANULOMETRICA



CLASSIFICA

Secondo Raccomandazioni AGI: **Limo con sabbia argilloso**

Secondo ASTM D 2487-93: **CL**

Secondo CNR - UNI 10006: **A6**

Indice di gruppo: **11**

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0096
Foglio : 1/4
Data di emissione : 27.04.2011

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(Scatola di Casagrande)

Identificazione del campione:

Sondaggi: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12 aprile 2011

Caratteristiche fisiche del campione:

γ (Mg/m ³)	γ_d (Mg/m ³)	w (%)	Gs (Mg/m ³)	LL (%)	LP (%)	Ghiaia* (%)	Sabbia* (%)	Limo* (%)	Argilla* (%)
1,90	1,61	18,3	2,72	29	12	0,0	26,1	49,3	24,6

* Limiti di separazione secondo ASTM D 2487 - 06

Metodo di prova : ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Attrezzatura di prova: macchina di taglio Belladonna Cod. Inv. SGMT1;
macchina di taglio Belladonna Cod. Inv. SGMT2;
macchina di taglio Belladonna Cod. Inv. SGMT5;
Conferma metrologica: 07.04.2011

Data di inizio/fine prova: 13.04.11 / 16.04.11

Preparazione provini: provini indisturbati

Condizioni di prova : fase di rottura Velocità: 0.010 mm/min

Caratteristiche dei provini:

Provino n°	1	2	3
Diametro (mm)	60,00	60,00	60,00
Altezza iniziale (mm)	22,00	22,00	22,00
Volume iniziale (cm ³)	62,20	62,20	62,20
Peso fustella + provino umido (g)	152,20	153,10	152,20
Peso fustella (g)	35,16	35,16	35,16
Peso provino umido (g)	117,04	117,94	117,04
Peso Tara (g)	19,68	21,36	22,50
Peso umido + Tara (g)	79,86	90,32	88,74
Peso secco + Tara (g)	70,41	79,66	78,62
Umidità iniziale (%)	18,6	18,3	18,0
Peso di volume umido iniziale (Mg/m ³)	1,88	1,90	1,88
Peso di volume secco iniziale (Mg/m ³)	1,59	1,60	1,59

**LABORTEC C.S.M. s.r.l.**

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-0465128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0096
Foglio : 2/4
Data di emissione : 27.04.2011**Identificazione del campione:**

Sondaggi S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

RISULTATI DELLA PROVA

FASE DI CONSOLIDAZIONE					
Provino 1 $\sigma = 50$ kPa		Provino 2 $\sigma = 100$ kPa		Provino 3 $\sigma = 200$ kPa	
Sv (mm)	t ($\sqrt{\text{min}}$)	Sv (mm)	t ($\sqrt{\text{min}}$)	Sv (mm)	t ($\sqrt{\text{min}}$)
0,00	0,22	0,01	0,22	0,00	0,22
-0,01	0,27	0,07	0,27	0,05	0,27
0,04	0,34	0,09	0,34	0,06	0,34
0,07	0,41	0,11	0,41	0,19	0,41
0,09	0,50	0,16	0,50	0,25	0,50
0,10	0,62	0,17	0,62	0,29	0,62
0,10	0,75	0,18	0,75	0,32	0,75
0,10	0,92	0,19	0,92	0,35	0,92
0,10	1,13	0,20	1,13	0,36	1,13
0,11	1,39	0,22	1,39	0,38	1,39
0,11	1,70	0,23	1,70	0,40	1,70
0,12	2,08	0,24	2,08	0,42	2,08
0,12	2,55	0,25	2,55	0,44	2,55
0,12	3,12	0,26	3,12	0,45	3,12
0,12	3,82	0,27	3,82	0,46	3,82
0,12	4,68	0,27	4,68	0,47	4,68
0,12	5,73	0,27	5,73	0,47	5,73
0,12	7,02	0,27	7,02	0,47	7,02
0,12	8,60	0,28	8,60	0,48	8,60
0,12	10,53	0,27	10,53	0,48	10,53
0,12	12,89	0,28	12,89	0,48	12,89
0,12	15,79	0,28	15,79	0,48	15,79
0,12	19,34	0,28	19,34	0,49	19,34
0,12	23,69	0,27	23,69	0,49	23,69
0,13	29,01	0,28	29,01	0,49	29,01
0,13	35,53	0,30	35,53	0,49	35,53

Provino (n)	σ (kPa)	Δt (ore)	ΔH (mm)
1	50	21	0,13
2	100	21	0,30
3	200	21	0,49

LEGENDA: σ = tensione normale

Sv = Scorrimento verticale

 Δt = tempo di consolidazione

t = tempo di acquisizione

 ΔH = cedimento di consolidazione



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0096
Foglio : 3/4
Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggi: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

RISULTATI DELLA PROVA

FASE DI ROTTURA								
Provino 1 $\sigma = 50$ kPa			Provino 2 $\sigma = 100$ kPa			Provino 3 $\sigma = 200$ kPa		
Sh	Sv	τ	Sh	Sv	τ	Sh	Sv	τ
(mm)	(mm)	(kPa)	(mm)	(mm)	(kPa)	(mm)	(mm)	(kPa)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,06	-0,01	19,89	0,18	0,00	30,55	0,21	0,00	48,46
0,28	-0,02	32,26	0,41	0,00	42,78	0,47	0,01	73,73
0,52	-0,07	39,18	0,66	0,00	50,44	0,73	0,02	93,84
0,74	-0,11	41,26	0,92	-0,02	56,71	0,99	0,02	102,47
1,02	-0,14	39,53	1,18	-0,04	59,72	1,26	0,02	109,69
1,30	-0,18	36,93	1,44	-0,05	61,79	1,53	0,02	111,96
1,55	-0,19	35,12	1,70	-0,07	63,23	1,80	0,03	115,00
1,78	-0,20	33,65	1,97	-0,09	63,23	2,08	0,03	115,00
2,05	-0,21	31,57	2,24	-0,09	62,54	2,34	0,04	115,00
2,29	-0,22	29,06	2,50	-0,11	61,35	2,61	0,04	113,86
2,54	-0,22	27,33	2,77	-0,12	59,21	2,88	0,05	113,48
2,81	-0,22	26,29	3,04	-0,12	58,02	3,16	0,06	113,21
3,07	-0,22	25,95	3,30	-0,12	57,33	3,42	0,06	113,14
3,31	-0,22	25,86	3,57	-0,10	57,02	3,70	0,07	113,01
3,59	-0,22	25,69	3,83	-0,10	57,15	3,96	0,07	112,94
3,88	-0,22	25,69	4,10	-0,10	56,96	4,23	0,08	112,34
4,13	-0,22	25,34	4,37	-0,09	56,58	4,51	0,08	112,01
4,47	-0,22	25,34	4,64	-0,09	56,39	4,78	0,08	111,27
4,70	-0,22	25,26	4,90	-0,09	55,95	5,06	0,09	110,73
4,91	-0,22	25,17	5,16	-0,08	55,51	5,32	0,09	110,06
5,21	-0,22	25,08	5,43	-0,08	55,26	5,59	0,09	109,53
5,43	-0,23	24,82	5,69	-0,08	54,89	5,86	0,09	108,92
5,67	-0,23	24,82	5,95	-0,07	54,57	6,13	0,09	108,25
6,00	-0,23	24,56	6,22	-0,07	54,39	6,41	0,09	107,38
6,24	-0,23	24,48	6,50	-0,06	54,26	6,66	0,10	106,18
-	-	-	6,76	-0,05	54,14	6,94	0,10	104,63
-	-	-	7,02	-0,04	54,07	-	-	-

LEGENDA:

σ = tensione normale

τ = tensione di taglio

Sv = cedimento

Sh = spostamento orizzontale



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0096
Foglio : 4/4
Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggi S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Diagramma fase di consolidazione

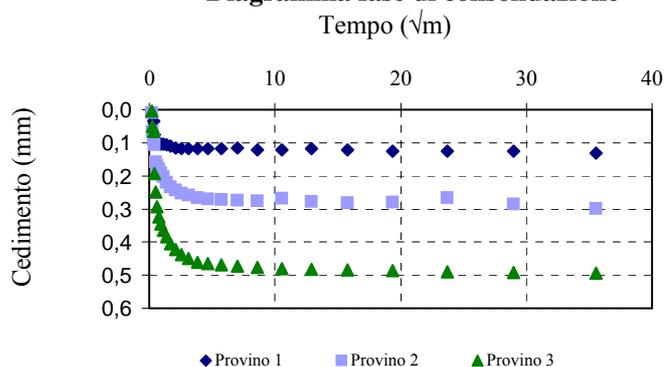


Diagramma fase di rottura

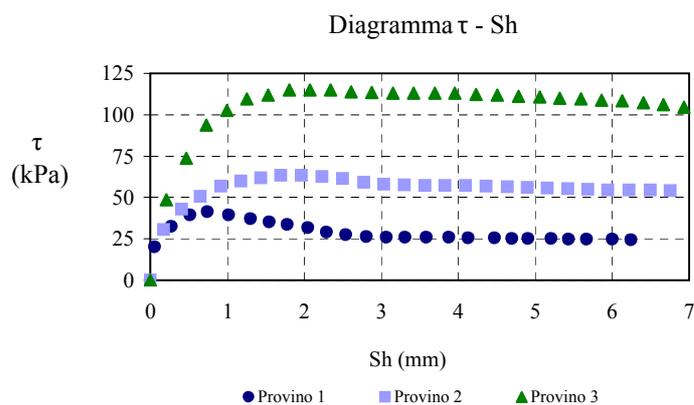
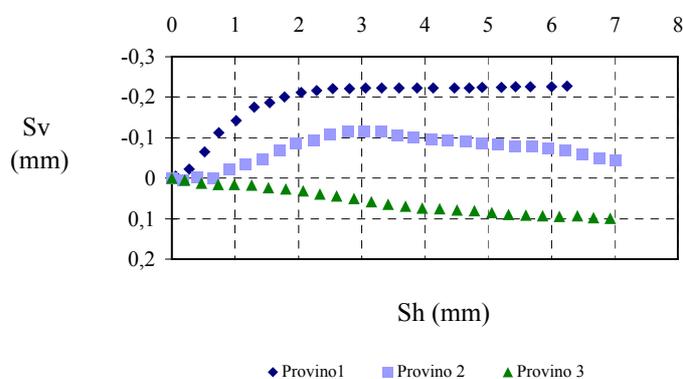


Diagramma Sv - Sh



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

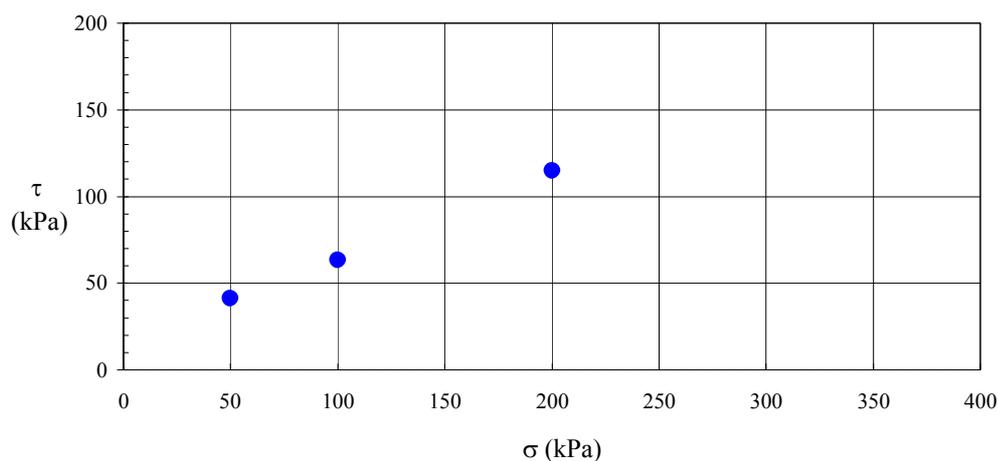
Accettazione n : 0445/T/04/11

Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggi S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Diagramma $\tau - \sigma$



FASE DI ROTTURA

Provino (n°)	σ (kPa)	Sh_r (mm)	Sh_f (mm)	Sv_r (mm)	Sv_f (mm)	τ (kPa)
1	50	0,74	6,24	-0,11	-0,23	41,26
2	100	1,70	7,02	-0,07	-0,04	63,23
3	200	1,80	6,94	0,03	0,10	115,00

LEGENDA:

σ = tensione normale

Sh_r = spostamento orizzontale a rottura

Sv_r = cedimento a rottura

τ = tensione di taglio

Sh_f = spostamento orizzontale finale a rottura

Sv_f = cedimento finale a rottura

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO $\phi' = 23^\circ$ ()**

COESIONE EFFICACE $c' = 15$ kPa ()**

NOTE: (**) = A richiesta del Cliente, si fornisce l'interpretazione soggettiva del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0098
Foglio : 1/6
Data di emissione : 27.04.2011

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(IL - Incremental loading)

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12.04.2011

Caratteristiche fisiche del campione:

γ	γ_d	w	Gs	LL	LP	Ghiaia*	Sabbia*	Limo*	Argilla*
(Mg/m ³)	(Mg/m ³)	(%)	(Mg/m ³)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1,90	1,61	18,3	2,72	29	12	0,0	26,1	49,3	24,6

* Limiti di separazione secondo ASTM D 2487 - 06

Metodo di prova : ASTM D 2435 - 04; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005
Raccomandazioni AGI per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio (1994)

Attrezzatura di prova: Edometro marca Tecnotest, Mod.T301, Cod. Inv. SGMT08
Conferma Metrologica: 07.04.2011

Data di inizio/fine prova: 12.04.11 / 26.04.11

Preparazione provini: provini indisturbati

Condizioni di prova : prova IL a gradini di carico finiti

Caratteristiche dei provini:

	Iniziale	Finale
Diametro (mm)	50,00	50,00
Altezza (mm)	20,00	18,62
Volume (cm ³)	39,27	36,57
Peso fustella (g)	59,44	59,44
Peso fustella + provino umido (g)	134,25	138,68
Peso provino umido (g)	74,81	79,24
Peso Tara (g)	19,45	59,44
Peso umido + Tara (g)	75,44	138,68
Peso secco + Tara (g)	66,59	126,95
Umidità (%)	18,8	17,4
Indice dei vuoti	0,70	0,47
Peso di volume umido (Mg/m ³)	1,91	2,17
Peso di volume secco (Mg/m ³)	1,60	1,85



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0098
Foglio : 2/6
Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

RISULTATI DELLA PROVA

Passo	σ kPa	dH mm	e	ε %	M MPa	Cv cm ² /s	K cm/s	C $_{\alpha}$ %	Metodo
1	6.25	Tendenza a rigonfiamento							
2	12.50	Tendenza a rigonfiamento							
3	25.00	0.038	0.523	0.19					
4	50.00	0.154	0.514	0.77	4.3	3.3e-003	7.5e-008		Taylor
5	100.00	0.581	0.481	2.91	2.3	1.1e-002	0.0e+000	0.06	Casagrande
6	200.00	1.007	0.449	5.04	4.7	3.3e-003	6.9e-008	0.09	Casagrande
7	400.00	1.541	0.408	7.70	7.5				
8	800.00	1.857	0.384	9.28	25.3				
9	1600.00	2.337	0.348	11.68	27.9				
10	200.00	1.933	0.378	9.67					
11	50.00	1.660	0.399	8.30					
12	6.25	1.376	0.421	6.88					

NOTA : per calcolo k : $m_v = 1/M$

LEGENDA:

σ_v = pressione di prova

ε = deformazione unitaria verticale

k = coefficiente di permeabilità

e = indice dei vuoti

dH = deformazione verticale

M = modulo edometrico

Cv = coefficiente di consolidazione primaria

C $_{\alpha}$ = coefficiente di consolidazione secondaria



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931
Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0098
Foglio : 3/6
Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Diagramma $\varepsilon - \log \sigma$

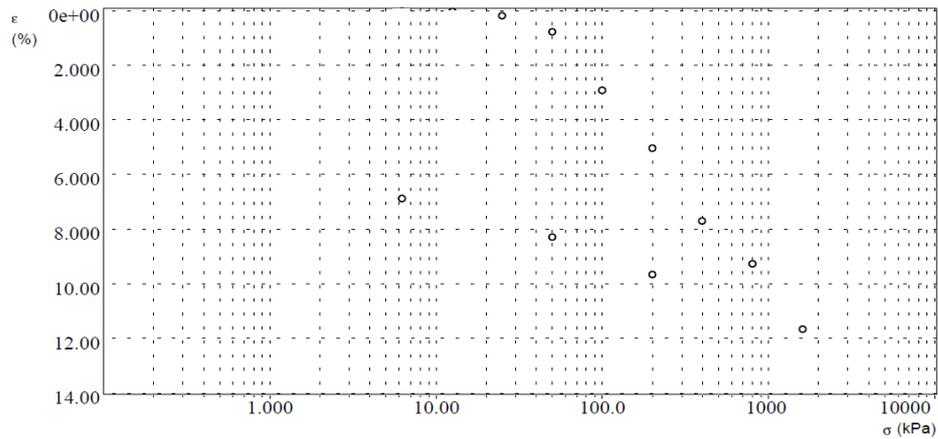


Diagramma $\log M - \log \sigma$

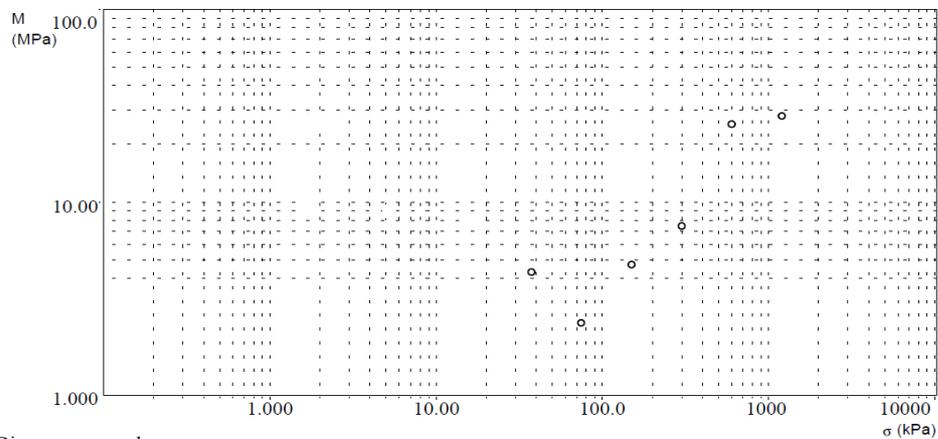
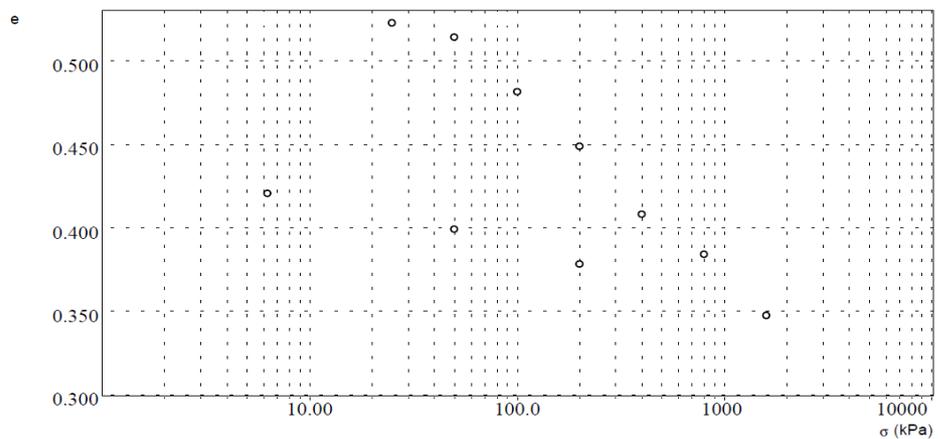


Diagramma $e - \log \sigma$





LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931
Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

σ (kPa)

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0098
Foglio : 4/6
Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

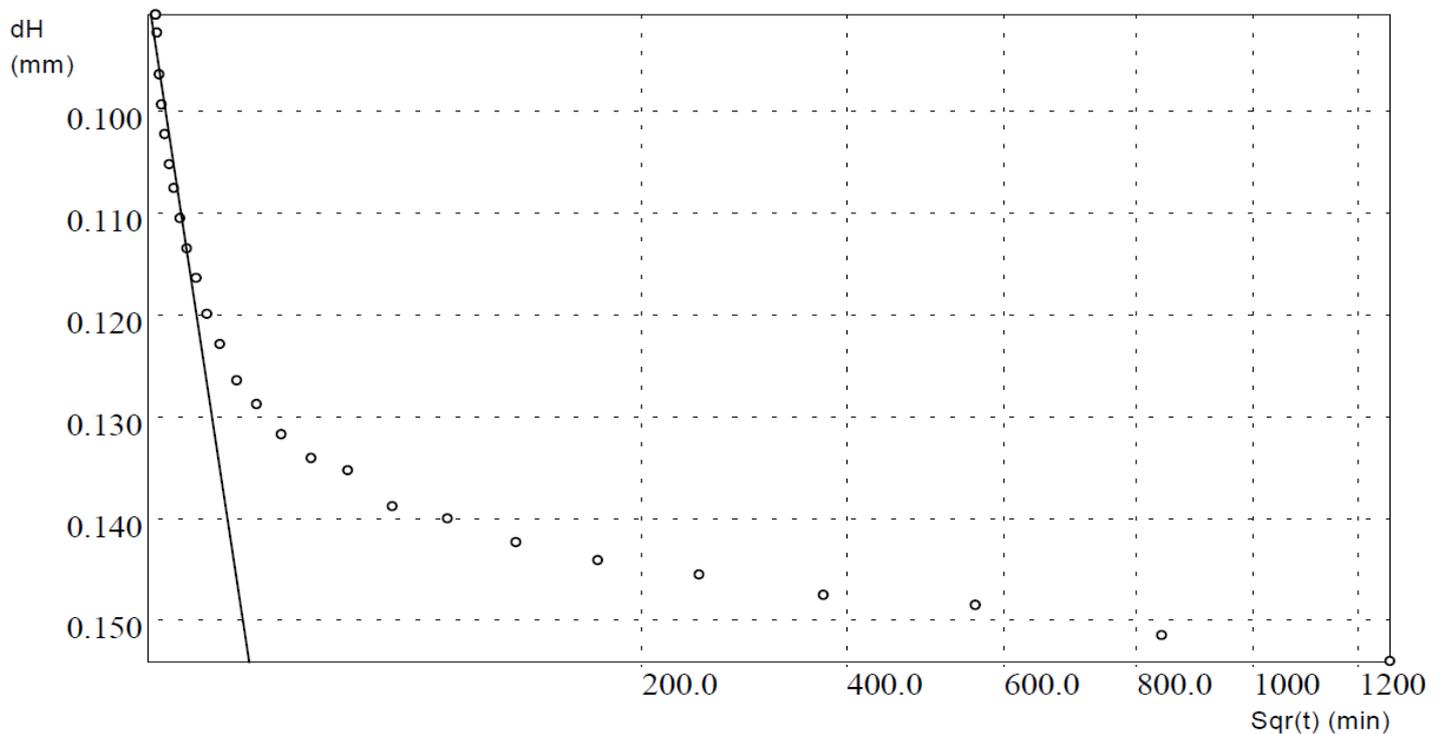
Dati relativi al passo 04 $\sigma = 50.00$ kPa

dt min	dH mm
0.05	0.090
0.08	0.092
0.11	0.096
0.17	0.099
0.25	0.102
0.38	0.105
0.57	0.108
0.85	0.110
1.28	0.113
1.92	0.116
2.88	0.120
4.32	0.123

dt min	dH mm
6.49	0.126
9.73	0.129
14.60	0.132
21.89	0.134
32.84	0.135
49.26	0.139
73.89	0.140
110.84	0.142
166.26	0.144
249.39	0.146
374.09	0.148
561.14	0.149

dt min	dH mm
841.71	0.152
1262.56	0.154

Diagramma dH - log t $\sigma = 50.00$ kPa





LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0098
Foglio : 5/6
Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

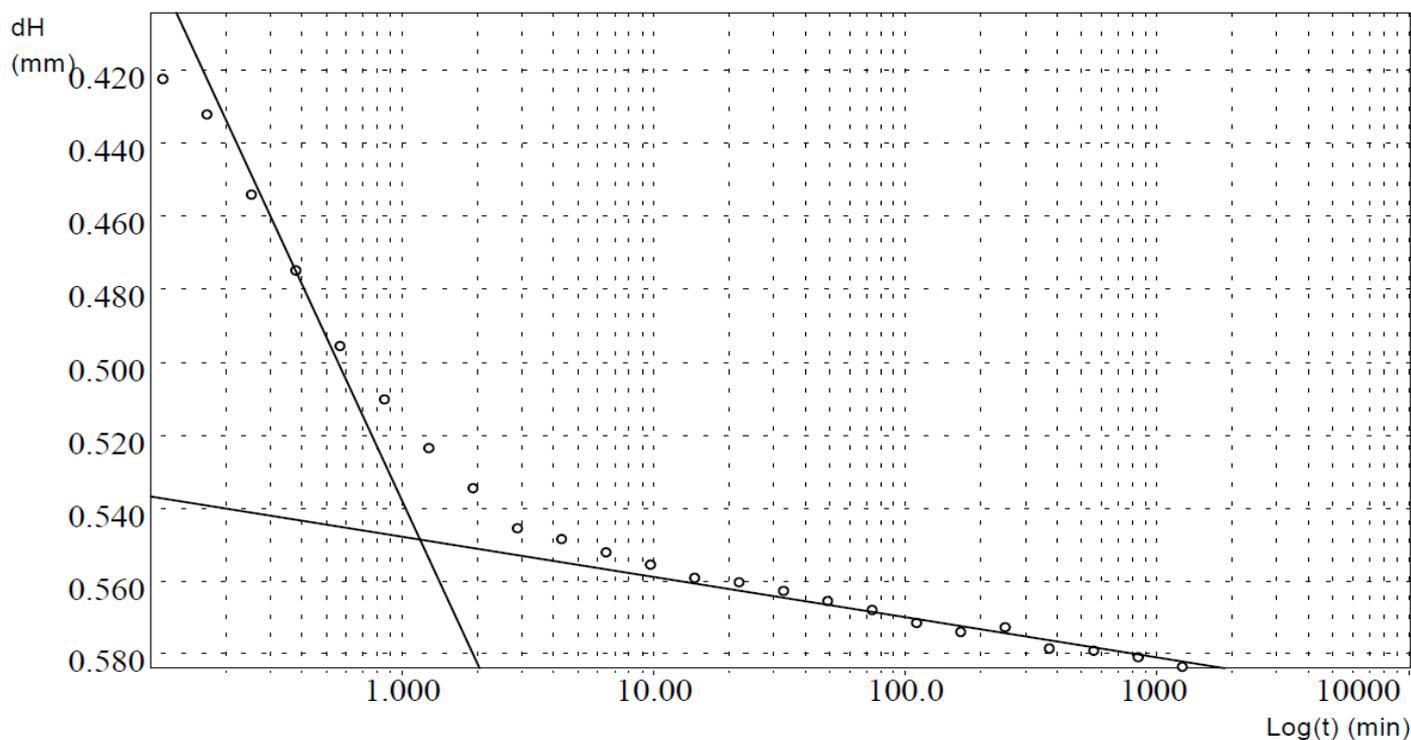
Dati relativi al passo 05 $\sigma = 100.00$ kPa

dt min	dH mm
0.05	0.404
0.08	0.411
0.11	0.422
0.17	0.432
0.25	0.454
0.38	0.475
0.57	0.496
0.85	0.510
1.28	0.524
1.92	0.535
2.88	0.546
4.32	0.549

dt min	dH mm
6.49	0.552
9.73	0.556
14.60	0.559
21.89	0.560
32.84	0.563
49.26	0.566
73.89	0.568
110.84	0.572
166.26	0.574
249.39	0.573
374.09	0.579
561.14	0.579

dt min	dH mm
841.71	0.581
1262.56	0.584

Diagramma dH - log t $\sigma = 100.00$ kPa





LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest

Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0098
Foglio : 6/6
Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggio: S1 Campione: C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

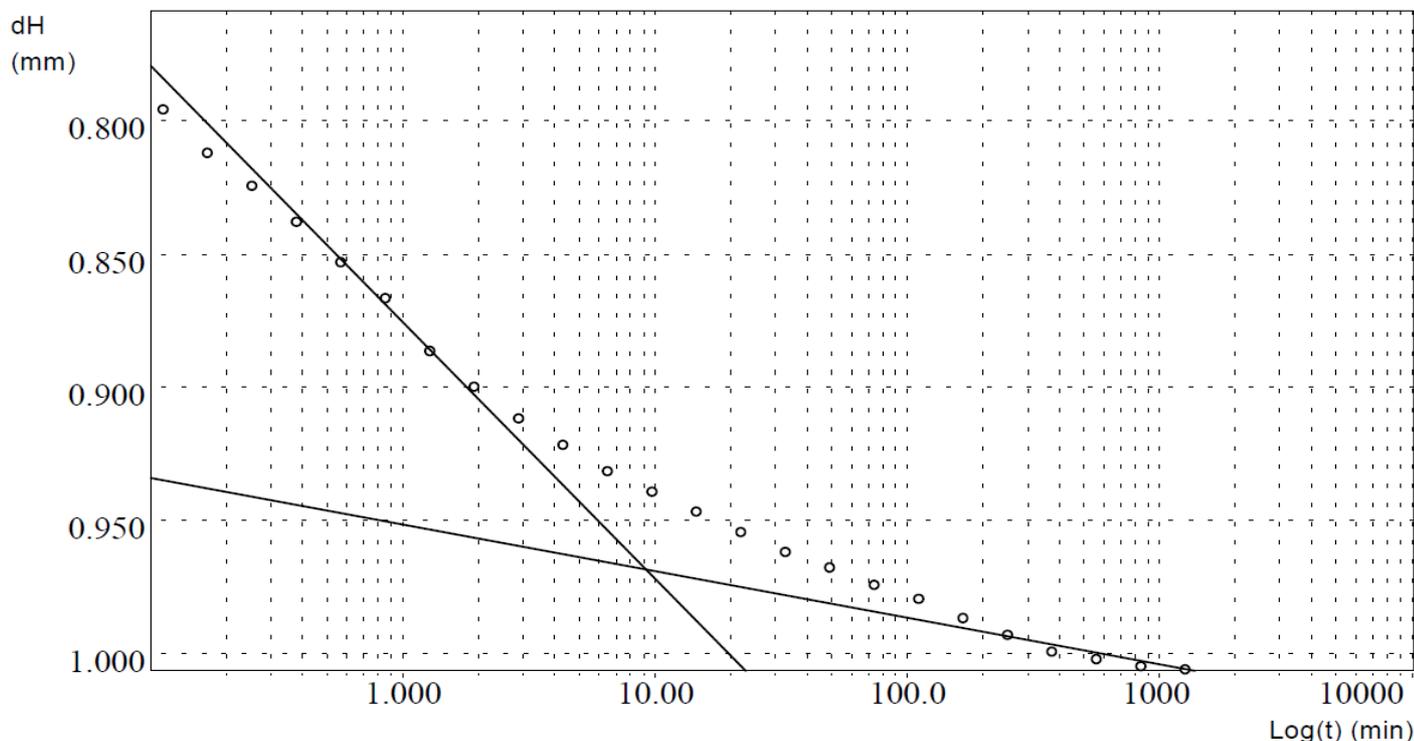
Dati relativi al passo 06 $\sigma = 200.00$ kPa

dt min	dH mm
0.05	0.758
0.08	0.772
0.11	0.796
0.17	0.812
0.25	0.824
0.38	0.838
0.57	0.853
0.85	0.867
1.28	0.886
1.92	0.900
2.88	0.912
4.32	0.922

dt min	dH mm
6.49	0.932
9.73	0.939
14.60	0.947
21.89	0.954
32.84	0.962
49.26	0.968
73.89	0.974
110.84	0.979
166.26	0.987
249.39	0.993
374.09	0.999
561.14	1.002

dt min	dH mm
841.71	1.005
1262.56	1.006

Diagramma dH - log t $\sigma = 200.00$ kPa



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0097
Foglio : 1/2
Data di emissione : 27.04.2011

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)

Identificazione del campione:

Sondaggi S1 Campioni C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Data di apertura del campione: 12.04.2011

Caratteristiche fisiche del campione:

γ (Mg/m ³)	γ_d (Mg/m ³)	w (%)	Gs (Mg/m ³)	LL (%)	LP (%)	Ghiaia* (%)	Sabbia* (%)	Limo* (%)	Argilla* (%)
1,90	1,61	18,3	2,72	29	12	0,0	26,1	49,3	24,6

* Limiti di separazione secondo ASTM D 2487 - 06

Metodo di prova : ASTM D 2850 -03a; UNI CEN ISO/TS 17892-8:2005
Raccomandazioni AGI per l'esecuzione di prove geotecniche (1994)

Attrezzatura di prova: Pressa Controls T401 - Coferma Metrologica: 07.04.2011
Sistema pressioni Tecnotest - Conferma Metrologica: 07.04.2011

Data di prova : 14.04.11

Condizioni di prova : Velocità di prova = 0,7 mm/min

Caratteristiche dei provini:

Provino n°	1	2	2
Diametro (mm)	38,10	38,10	38,10
Altezza iniziale (mm)	76,20	76,20	76,20
Volume iniziale (cm ³)	86,87	86,87	86,87
Peso fustella (g)	0,00	0,00	0,00
Peso fustella (g) + provino umido (g)	165,20	169,23	165,20
Peso provino umido (g)	165,20	169,23	165,20
Peso Tara (g)	0,00	0,00	0,00
Peso umido + Tara (g)	180,51	179,89	180,03
Peso secco + Tara (g)	153,25	152,33	152,00
Umidità iniziale (%)	17,8	18,1	18,4
Peso di volume umido iniziale (Mg/m ³)	1,90	1,95	1,90
Peso di volume secco iniziale (Mg/m ³)	1,61	1,65	1,61
Grado di Saturazione iniziale (%)	70,7	75,9	72,3

**LABORTEC C.S.M. s.r.l.**

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-0465128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

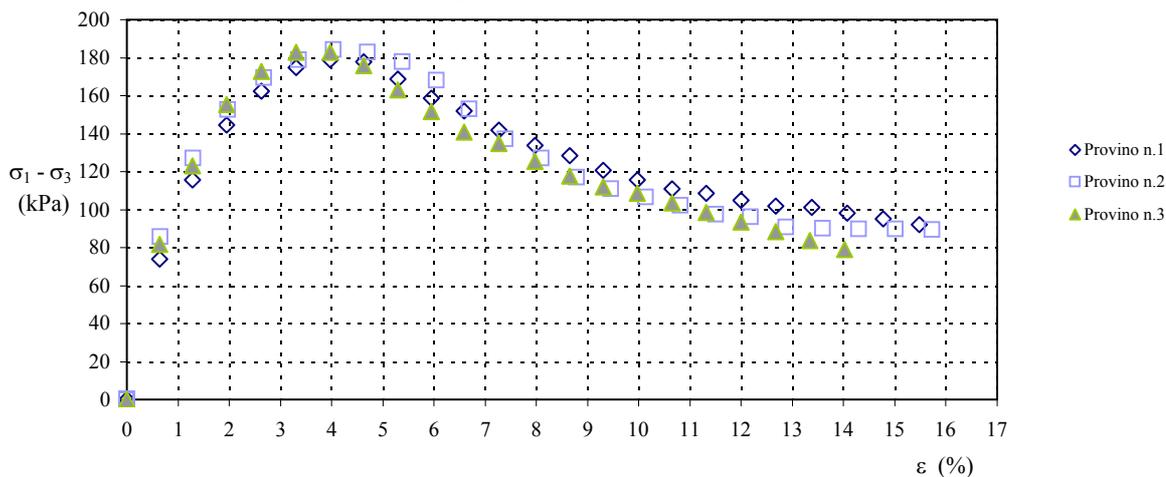
Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

Accettazione n : 0445/T/04/11
Certificato n : 0097
Foglio : 2/2
Data di emissione : 27.04.2011**Identificazione del campione:**

Sondaggi S1 Campioni C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

RISULTATI DELLA PROVA

FASE DI ROTTURA											
Provino 1 $\sigma = 50 \text{ kPa}$				Provino 2 $\sigma = 100 \text{ kPa}$				Provino 3 $\sigma = 150 \text{ kPa}$			
Rottura(*)= 1				Rottura(*)= 1				Rottura(*)= 1			
$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	ε (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	ε (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	ε (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	ε (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	ε (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)	ε (%)
0,00	0,00	128,35	8,65	0,00	0,00	116,86	8,79	0,00	0,00	117,66	8,65
74,12	0,64	120,60	9,31	85,55	0,65	111,03	9,46	81,65	0,64	111,83	9,31
115,78	1,28	115,75	9,97	126,98	1,30	106,50	10,13	123,09	1,28	108,54	9,97
144,54	1,95	110,96	10,65	152,46	1,98	102,02	10,82	155,19	1,95	103,44	10,65
162,48	2,63	108,45	11,32	169,39	2,67	97,59	11,50	172,80	2,63	98,41	11,32
174,70	3,31	104,87	11,99	178,80	3,36	96,24	12,18	182,87	3,31	93,44	12,00
178,92	3,98	101,87	12,67	184,12	4,04	90,71	12,87	182,93	3,98	88,53	12,67
177,69	4,63	101,05	13,38	182,84	4,71	89,97	13,59	175,79	4,63	83,69	13,35
168,73	5,30	98,07	14,08	177,65	5,38	89,81	14,30	162,88	5,30	78,91	14,02
158,71	5,95	95,14	14,78	168,03	6,05	89,65	15,01	151,44	5,95	74,20	14,69
151,77	6,59	92,23	15,48	152,80	6,69	89,47	15,73	140,80	6,59	69,55	15,37
141,93	7,27			137,06	7,39			134,68	7,27		
133,92	7,97			127,18	8,10			125,46	7,97		

Diagramma ($\sigma_1 - \sigma_3$) - ε 

LEGENDA:

 ε = deformazione assiale $(\sigma_1 - \sigma_3)$ = sforzo deviatorico

(*) TIPO DI ROTTURA:

1 - Superfici di rottura nette

2 - Superfici di rottura non evidenti

3 - Deformazione a barilotto

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



LABORTEC C.S.M. s.r.l.

Istituto Sperimentale Materiali e Strutture

Concessioni: Min.LL.PP.D.M.16363, 31-05-77 e successivi
Min.LL.PP.D.M.52500, 11-10-04

65128 PESCARA - Via Raiale, 110/B - Zona Ind.le Ovest
Tel. 085.432151 - Fax 085.51931

Partita IVA: 02185150428 - R.E.A. 129704 - Registro Imprese

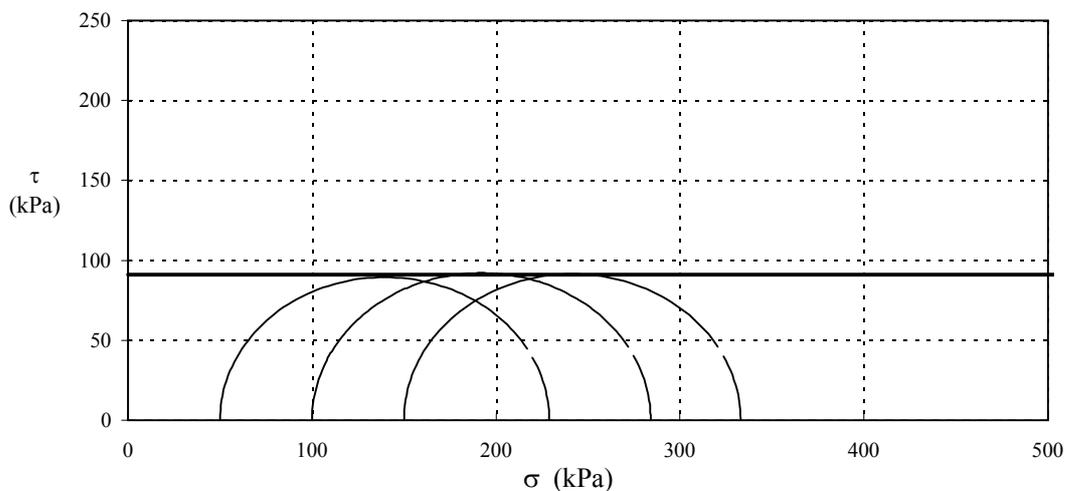
Accettazione n : 0445/T/04/11

Data di emissione : 27.04.2011

Identificazione del campione:

Sondaggi S1 Campioni C1 Profondità: 3,00 - 3,50 m

Diagramma $\tau - \sigma$



FASE DI ROTTURA			
Provino (n°)	σ (kPa)	$(\sigma_1 - \sigma_3)_r$ (kPa)	ε_r (%)
1	50	178,92	3,98
2	100	184,12	4,04
3	150	182,93	3,98

LEGENDA:

$(\sigma_1 - \sigma_3)_r$ = sforzo deviatorico a rottura

ε_r = deformazione assiale a rottura

σ = pressione in cella

COESIONE NON DRENATA $C_U = 91 \text{ kPa}^{()}$**

NOTE: ^(**) = A richiesta del Cliente, si fornisce l'interpretazione soggettiva del Laboratorio