

COMUNE DELLA SPEZIA

CONTREPAIR srl

P.U.O. DI INIZIATIVA PRIVATA PER IL COMPLETAMENTO
DEL FABBRICATO "B" DI CUI AL S.U.A. CONFERMATO AI SENSI
DELL'ART. 17 DEL P.U.C. PER LA REALIZZAZIONE DEL CENTRO
DIREZIONALE PORTUALE

agg. 10.09.2025

TAV.		N.
<p>RELAZIONE GEOMORFOLOGICA EX ART. 89 DPR 380/01</p>		01
<p>PROGETTISTA  STUDIO ZACUTTI VIA TOLONI, 3 • 19124 LA SPEZIA TEL. 010/770774 • FAX 010/737586 e-mail: studio@studiozacutti.it</p> <p>COLLABORAZIONE M.L.Z. Servizi - La Spezia (It) ING. ALBERTO ZACUTTI</p>	<p>COMMITTENTE</p>	<p>SCALA</p> <hr/> <p>RIF. terr.imm.2024/04B agg.06.25</p> <hr/> <p>DATA 01 luglio 2025</p>

PUO DI INIZIATIVA PRIVATA PER IL COMPLETAMENTO DEL FABBRICATO B DI CUI
AL SUA CONFERMATO AI SENSI DELL'ART. 17 DEL PUC PER LA REALIZZAZIONE
DEL CENTRO DIREZIONALE PORTUALE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

LEGENDA

- A. CONGRUENZA DEL PUO RISPETTO AL PUC**
- B. STATO ATTUALE**
- C. FASI DI ATTUAZIONE**
- D. RISPONDENZA GEOMORFOLOGICA EX ART. 89 DPR. 380/01**

A. CONGRUENZA DEL PUO RISPETTO AL PUC

a.1) Il PUO in oggetto è finalizzato all'attuazione del completamento del Fabbricato B di cui al SUA vigente in quanto confermato dal PUC ai sensi dell'articolo 17.

Il SUA vigente è stato realizzato, come previsto dalle norme tecniche di attuazione, per la parte del Fabbricato A.

Per tale comparto sono state eseguite, collaudate e prese in consegna della Amministrazione Comunale tutte le opere di urbanizzazione.

Per quanto riguarda il completamento del Fabbricato B del quale sono state già eseguite le fondazioni e le strutture perimetrali del piano interrato viene redatto il presente PUO a conferma degli impegni già presi in sede di Convenzione di cui al SUA approvato e confermato nel PUC.

Il fabbricato previsto e le relative opere di urbanizzazione di sistemazioni esterne e di vincolo a parcheggio confermano quanto già in obbligo alla Società Contrempair srl con in data 30 aprile 1999 rep. 56622/12663 e successivi atti di sottomissione.

Il Fabbricato B ha già ottenuto le seguenti approvazioni ed è identico a quanto già approvato e confermato con successive SCIA e DIA ed autorizzazioni varie:

- Per il Fabbricato B già iniziato del quale sono state realizzate le fondazioni ed il piano interrato sono state oggetto di pratica di DIA di completamento in data 15.01.2008 – DIA di completamento 12.4.2012 – SCIA 10.10.2017;
- Il fabbricato B ha autorizzazione paesistica n. 17/053 in data 10.05.2017 attualmente valida per proroghe di legge e l'attuale progetto non modifica quanto già assentito;
- Il progetto del Fabbricato B ha ottenuto dalla Amministrazione Provinciale deroga alla distanza dal Canale Nuova Dorgia con autorizzazione n. 467 del 07.12.1995 confermata con nota 0041263 del 18.10.2004;

- Il progetto Fabbricato B ha ottenuto parere favorevole dal punto di vista antincendio da parte dei Vigili del Fuoco n. 1265 in data 31.01.2007;
- Il fabbricato B è stato oggetto di deposito strutturale presso la provincia della Spezia da parte del Comune della Spezia con n. 46217/53 in data 12.05.2009;
- Il complesso dei fabbricati A e B è dotato di allacciamento alla fognatura nera comunale;
- La Società Contrepair ha la disponibilità delle aree demaniali circostanti la proprietà giusta Concessione Demaniale N. 91/2022.
- Allo stato attuale l'area oggetto del PUO risulta come area di cantiere recintata ed all'interno è presente il piano interrato che è stato realizzato conformemente alle autorizzazioni e regolarmente oggetto di deposito strutturale.

L'intervento previsto dal PUO è relativo al completamento del Fabbricato B (già previsto nello SUA) nella stessa identica configurazione di quanto già assentito. Con il completamento dell'edificio verranno realizzate le opere di urbanizzazione (parcheggi, verde, pista ciclabile) già previste nello SUA confermato dal PUC;

a.2) Tutti i costi previsti per l'attuazione del PUO saranno a carico della Società Contrepair e saranno portati a termine entro i termini (4 anni) del permesso di costruire che si attiverà tramite SCIA.

- La Società Contrepair è proprietaria delle aree all'interno delle quali verrà realizzato il fabbricato mentre per le zone esterne è titolare di Concessione Demaniale n. 91/2022
- Le norme tecniche di attuazione sono analoghe a quanto già previsto e rispettati tutti i parametri urbanistici già previsti dallo SUA confermato.
- Dal punto di vista compositivo architettonico ed edilizio è confermata la soluzione già approvata. Il PUO viene ad attuare e completare quanto già approvato nel SUA confermato dal PUC e secondo la bozza di convenzione allegata che conferma tutte le obbligazioni di cui alla precedente convenzione.

B. STATO ATTUALE

Allo stato attuale l'area oggetto del PUO di iniziativa privata per il completamento del fabbricato si presenta come area di cantiere completamente recintato e privo di qualsiasi vegetazione come meglio evidenziato dalla documentazione allegata.

Per quanto riguarda la situazione geologica e geotecnica tutte le prescrizioni previste dalla normativa sono state inserite nel deposito strutturale N. 46217/53 in data 12/05/2009 in base alla quale sono stati sviluppati i calcoli strutturali e sono già stati eseguite tutte le opere di fondazione previste e tutti i muri di contenimento del piano interrato.

C. FASI DI ATTUAZIONE

Il completamento del Lotti B avverrà su due fasi soggette a separata SCIA:

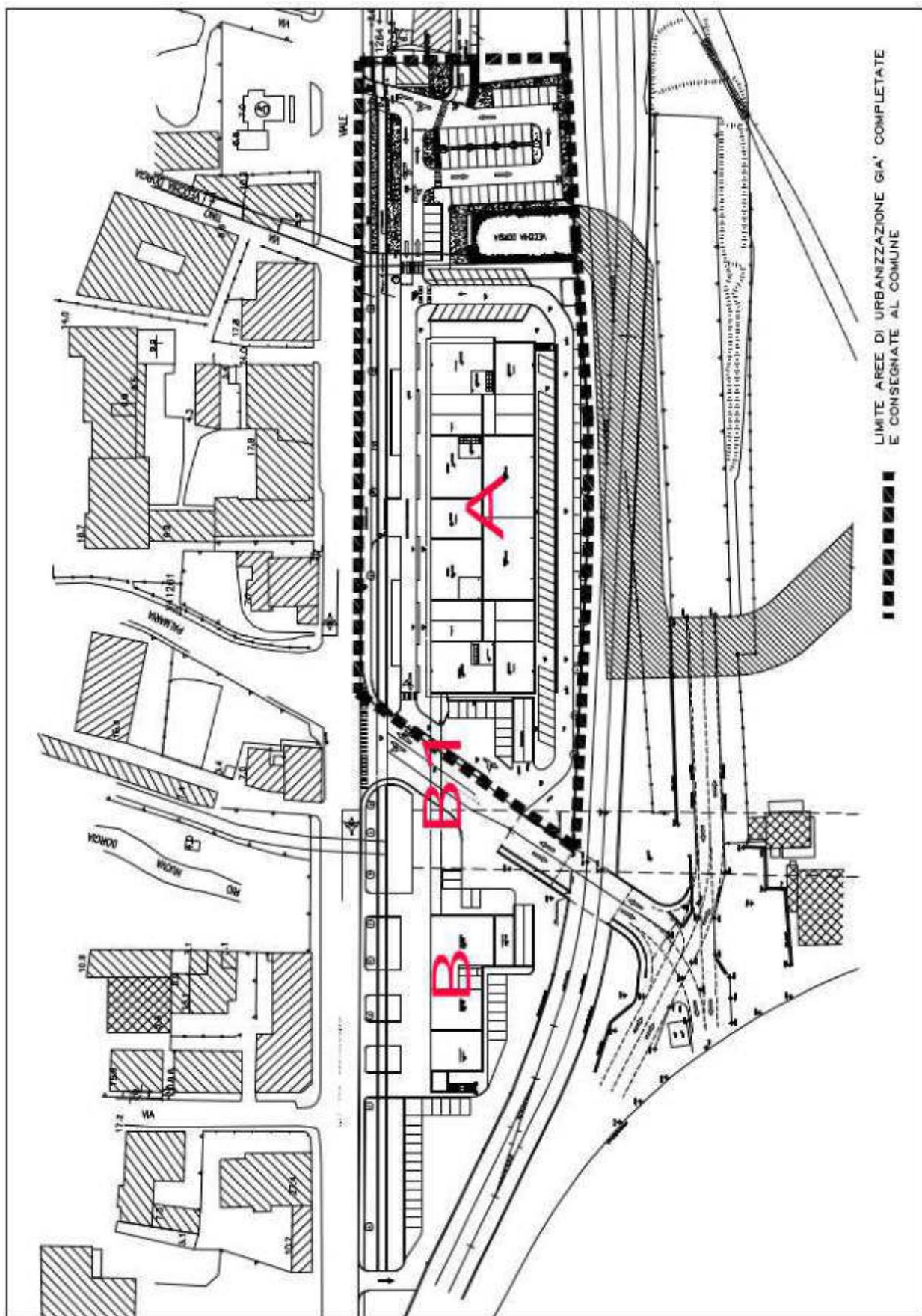
- Lotto B: completamento del fabbricato che prescrizioni di cui alla nota della Regione Liguria Unità Organizzativa Assetto del Territorio prot. 2025/13.12.7.0/1-3;
- Lotto B1: realizzazione della passerella pedonale di collegamento che non prevede elementi strutturali nella fascia dei 10 metri di inedificabilità rispetto al Canale Nuova Dorgia;

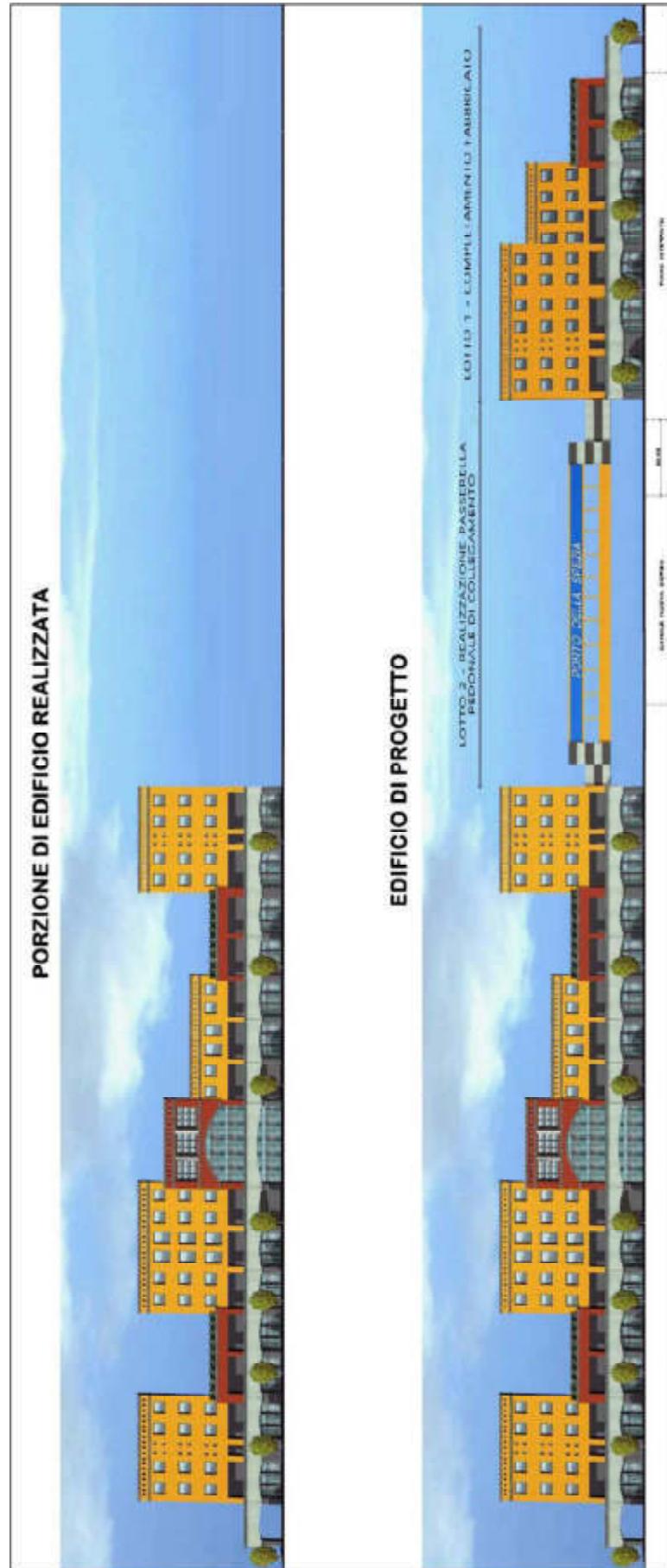


PORZIONE REALIZZATA vista 1



PORZIONE REALIZZATA vista 2





VISTA SATELLITARE DEL SITO DI INTERVENTO



(circoscritta in rosso la porzione di edificio realizzata)

(circoscritta in blu la porzione di edificio in costruzione)

VISTA AEREA - STATO ATTUALE



(circoscritta in rosso la porzione di edificio realizzata)

(circoscritta in blu la porzione di edificio in costruzione)

VISTA AEREA - PROGETTO



(circoscritta in rosso la porzione di edificio realizzata)

(circoscritta in blu la porzione di edificio in costruzione)

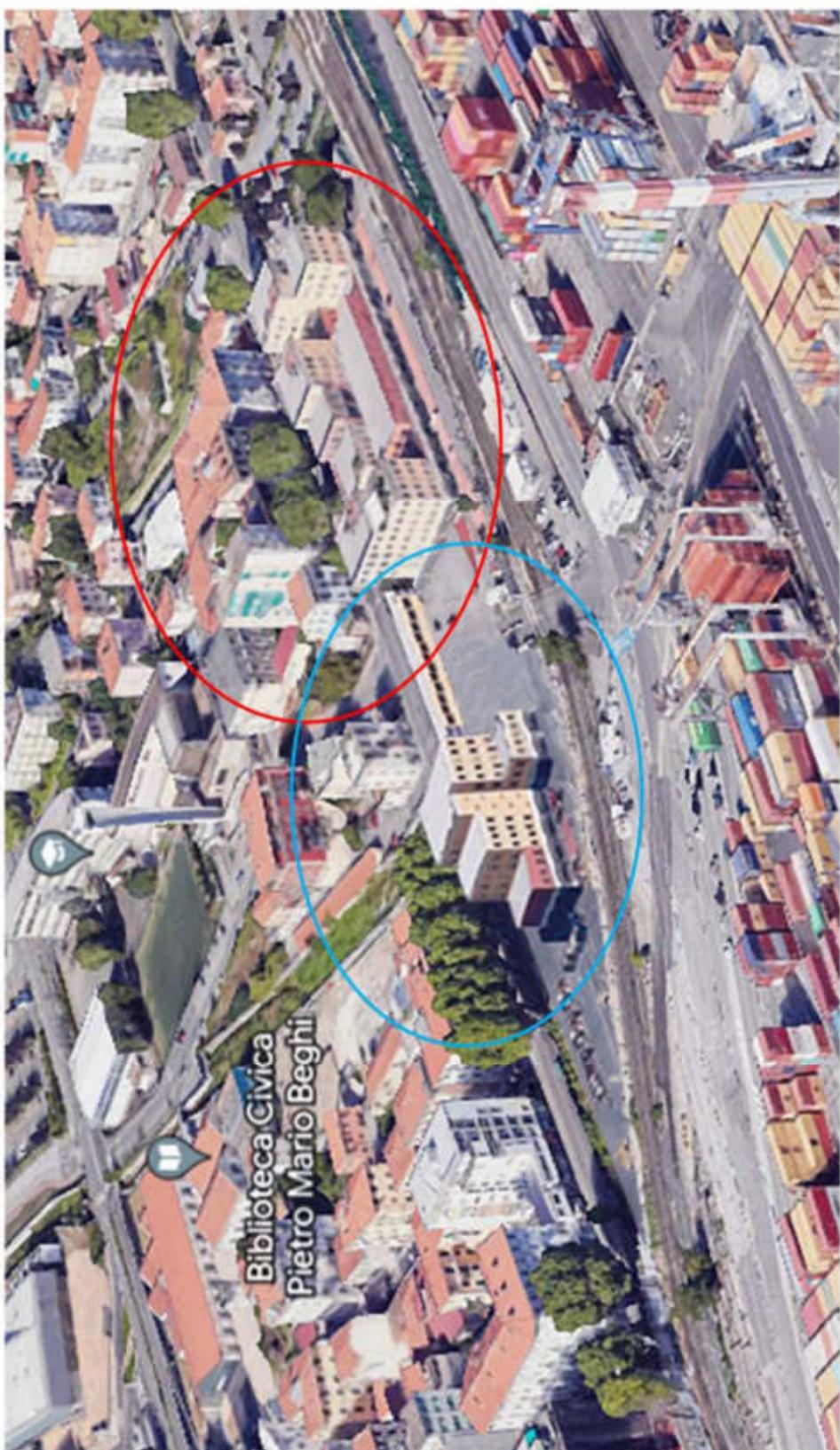
VISTA AEREA RAVVICINATA - STATO ATTUALE



(circoscritta in rosso la porzione di edificio realizzata)

(circoscritta in blu la porzione di edificio in costruzione)

VISTA AEREA RAVVICINATA - PROGETTO



(circoscritta in rosso la porzione di edificio realizzata)

(circoscritta in blu la porzione di edificio in costruzione)



VISTA 1 DALLA CITTA' - STATO ATTUALE



VISTA 1 DALLA CITTA' – PROGETTO



VISTA 2 DALLA CITTA' - STATO ATTUALE



VISTA 2 DALLA CITTA' – PROGETTO



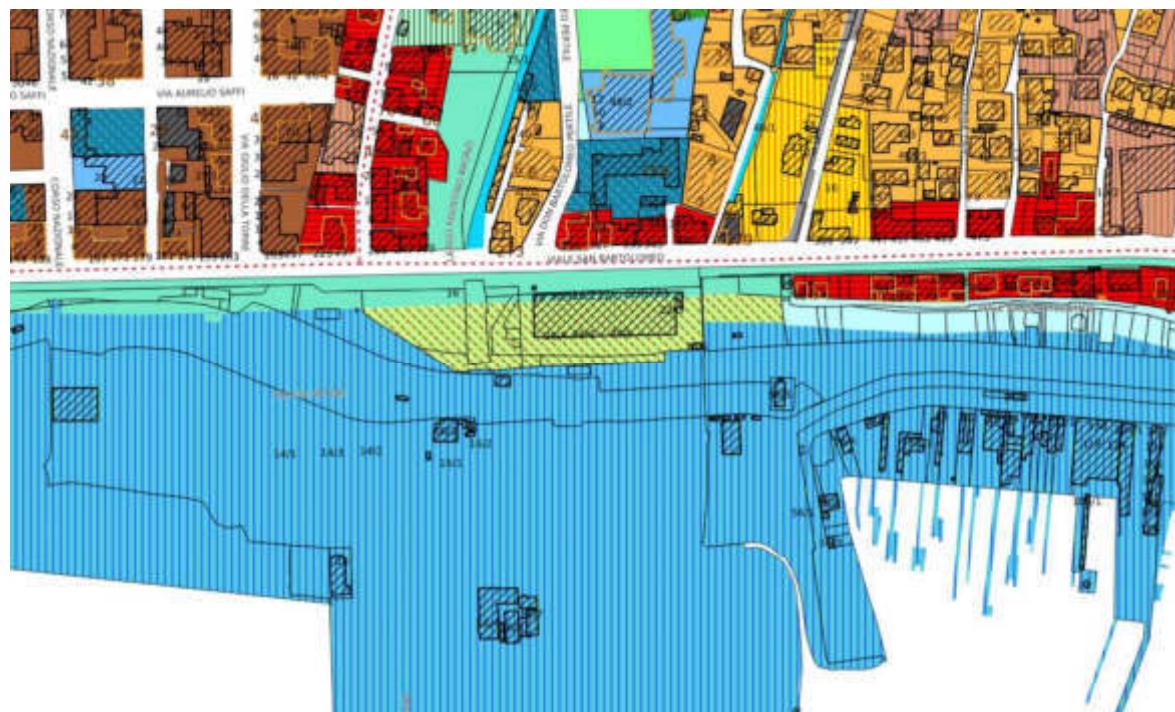
VISTA 3 DALLA CITTA' - STATO ATTUALE



VISTA 3 DALLA CITTA' – PROGETTO

Il PUO per realizzare il completamento di quanto già previsto dallo SUA confermato realizzando il complesso edilizio nella sua configurazione quale:

STRALCIO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE



STRALCIO CARTA DEI VINCOLI

PIANO URBANISTICO COMUNALE

Zone		
24-3-F-P	Att. 24 - Beni di pubblico - Zone di relazione con il reato - QM	33%
17	Att. 17 - Strumenti urbanistici confermati	66%

Organismi territoriali elementari		
11	Canalotto - Canale	100%

PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PAESISTICO

Assetto ineditivo	AI CO - Attivazione impianti e regime normativo di Consolidamento	100%
-------------------	---	------

VINCOLI SOVRAORDINATI

Arearie ferroviarie	O.P.R. 753/01 Arearie ferroviarie	64%
---------------------	-----------------------------------	-----

Perimetro urbano	Perimetro Urbano - Centro	100%
------------------	---------------------------	------

Arearie tutelate per legge	D.Lgs. 42/2004 art.142	100%
----------------------------	------------------------	------

Bacini	Basin idrografico - T DORGIA	100%
--------	------------------------------	------

Distanze dai corsi d'acqua del reticolto idrografico regionale approvato con D.G.R. 1288/2023		
Fascia di inaffiabilità assoluta (verificare art. 4 e 5. R.R. n. 1/2016)		10%

Carta del rischio di incendi boschivi a livello comunale - D.G.R. 374/2003		
Classi di rischio incendi boschivi valido da novembre a aprile - livello 4		100%
Classi di rischio incendi boschivi valido da maggio a ottobre - livello 4		100%

Classi di rischio incendi boschivi annuali - livello 4		100%
--	--	------

DESTINAZIONE GEOLOGICA

Zona	classe c2	100%
------	-----------	------

STRALCIO DEL PTCP



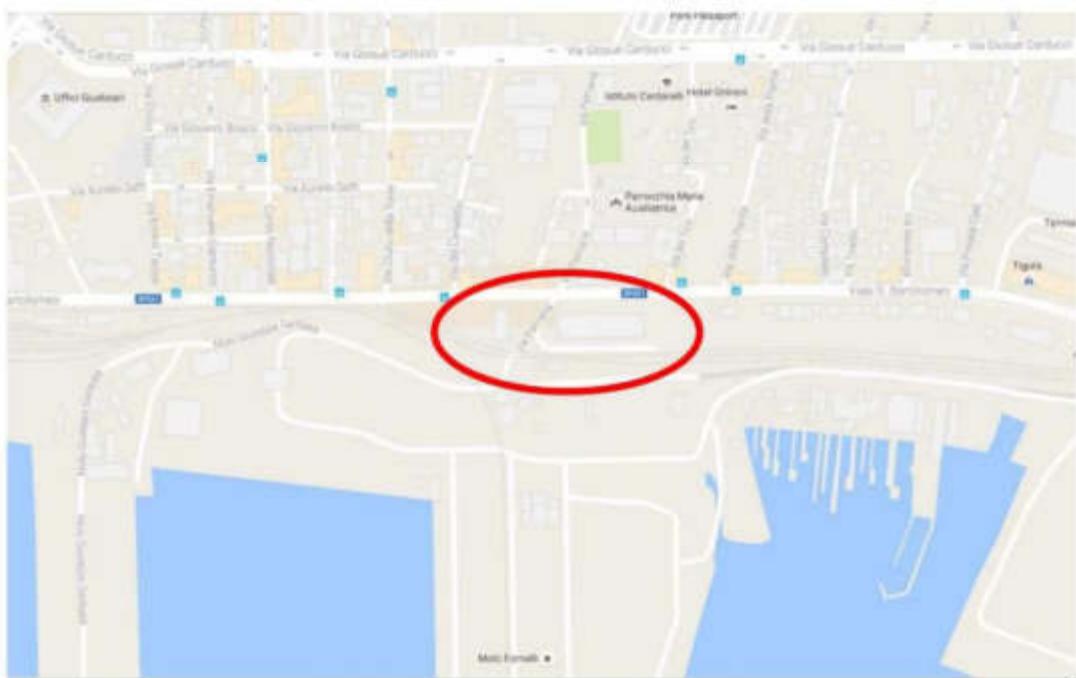
STRALCIO CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA



STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE



STRALCIO STRADARIO



D. RISPONDENZA GEOMORFOLOGICA EX ART. 89 DPR 380/01

Il progetto ha ottenuto il parere favorevole della Regione Liguria Direzione Generale Protezione Civile Edilizia del suolo con autorizzazione 2025/13.12.7.0.0/1-3 con prescrizioni che sono già state recepite nel progetto di completamento del Fabbricato.



REGIONE LIGURIA
Direzione Generale Protezione Civile e Difesa Suolo
Unità Organizzativa Assetto del Territorio

Trasmissione via PEC

Genova, data del protocollo

Classif./Fasc.: 2025/13.12.7.0.0/1-3

Allegati: -

Comune della Spezia
Lavori Pubblici e Pianificazione Territoriale
– CDR Progetti Speciali
protocollo.comune.laspezia@legalmail.it

e p.c.
Regione Liguria
- Settore Urbanistica
- Settore Pianificazione Territoriale e VAS
- Settore Difesa del Suolo La Spezia

Oggetto: Parere ex art.89 DPR 380/2001 relativo al PUO di iniziativa privata per il completamento del Fabbricato B di cui al SUA confermato ai sensi dell'art. 17 del PUC del Comune della Spezia per la realizzazione del centro direzionale portuale.

Con riferimento alla richiesta di parere ex art.89 DPR 380/2001 relativo al PUO in oggetto, di cui alla Vs. nota prot. n. 0019030 del 07/02/2025 (prot. RL n. 2025-0071597 del 07/02/2025), si comunica quanto di seguito indicato.

Si precisa che il parere in oggetto è rilasciato esclusivamente ai fini della verifica preliminare in merito alla compatibilità delle previsioni con le condizioni geomorfologiche del territorio, che si sostanzia in riferimento ai vincoli dettati dalla pianificazione di bacino ed al comportamento dei terreni in prospettiva sismica, e non riguarda quindi specifici aspetti di carattere progettuale e strutturale, la cui successiva valutazione da parte dei soggetti competenti ai sensi di legge non è da intendersi in alcun modo sostituita dal presente parere.

In primo luogo, sulla base di quanto indicato nella documentazione tecnica trasmessa, come integrata con Vs. note prot. n. 0049218 del 04/04/2025 (prot. RL n. 2025-0187469 del 04/04/2025) e n. 0066305 del 09/05/2025 (prot. RL n. 2025-0238321 del 09/05/2025), si evince che il PUO in oggetto riguarda il completamento del Fabbricato B del SUA confermato ai sensi dell'art. 17 del PUC del Comune della Spezia, finalizzato alla realizzazione del centro direzionale portuale.

Dalla documentazione tecnica complessivamente trasmessa si evince, in particolare, che l'edificio in questione risulta allo stato attuale già parzialmente realizzato, con riferimento alle fondazioni ed alle opere di scavo e relative strutture perimetrali del piano interrato, i cui lavori risultano eseguiti da diversi anni sulla base di pregresse DIA e SCIA ed autorizzazioni varie.

A livello documentale si rileva poi che il PUO in esame risulta in particolare supportato da apposita documentazione geologica-tecnica, che richiama e conferma anche le risultanze delle indagini pregresse, indicate alle relazioni trasmesse, eseguite sul sito di intervento per la realizzazione del limitrofo Fabbricato A e delle opere fondazionali già eseguiti del Fabbricato B, oggetto di completamento nell'ambito del PUO in esame.

Ciò premesso, dall'esame cartografie del vigente PAI Dissesti dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, ed anche dalla consultazione delle ulteriori banche dati ufficiali

COMUNE DELLA SPEZIA
COPIA CONFERMATA ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0071597/2025 del 20/05/2025
Protocollo N. 0049218/2025 del 04/04/2025

REGIONE LIGURIA – Unità Organizzativa Assetto del Territorio

Via D'Annunzio 111 - 16121 Genova - Tel. 010.54851 - PEC: protocollo@pec.regeniguria.it

Referente: Luca Redano Coppede - Tel. 010.5484213 - E-mail: luca.redano@regione.liguria.it

disponibili relative ai dissesti idrogeologici, si rileva che, sotto il profilo geomorfologico, il PUO in oggetto non interessa aree a significativa pericolosità, soggette quindi a particolari vincoli normativi per quanto attiene la pianificazione di bacino distrettuale.

Analogamente, anche per quanto riguarda la compatibilità con il vigente Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, si rileva che il sedime interessato dalle edificazioni previste dal PUO in oggetto non interessa aree classificate a pericolosità idraulica, soggette quindi a specifici vincoli normativi per quanto attiene la pianificazione di bacino distrettuale.

Relativamente agli aspetti geologico-sismici di competenza regionale, si rileva che l'area in esame risulta classificata come "Zalq - Zona di attenzione per liquefazione" nella Carta delle Microzoni Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del Comune della Spezia, tenuto anche conto che lo stesso Comune rientra ai sensi della DGR 535/2021 nell'elenco dei Comuni potenzialmente soggetti a fenomeni di liquefazione dei suoli sulla base dei dati di pericolosità sismica di base.

A tale specifico riguardo si prende atto in particolare che, nell'ambito delle integrazioni inviate con Vs. nota prot. n. 0066305 del 09/05/2025, sono stati trasmessi opportuni approfondimenti di carattere geologico-tecnico, che escludono tale rischio potenziale in ragione delle caratteristiche di distribuzione granulometrica dei terreni di fondazione interessati, come desunte dalle indagini condotte.

Le integrazioni trasmesse, per gli aspetti geologico-sismici, rispondono e assolvono pertanto alle richieste di integrazioni documentali formulate con ns. nota prot. RL n. 2025-126902 del 04-03-2025.

Per quanto attiene invece alle interferenze con il tracciato del reticolto idrografico regionale, approvato con DGR n.1280/2023, con specifico riferimento al Canale Nuova Dorgia, che scorre parzialmente tominato al margine orientale dell'area di intervento, a seguito dell'esame della documentazione complessivamente trasmessa, si rileva che alcuni elementi strutturali del progetto di completamento non risultano rispettare i limiti della fascia di inedificabilità assoluta, di cui all'art.4 del Regolamento Regionale n.3/2011 e s.m.i., del sopra citato Torrente Nuova Dorgia.

In particolare, si prende atto che per quanto attiene il completamento dell'edificio a progetto per la sua parte in elevazione le opere significative previste risultano esterne alla fascia di inedificabilità assoluta, pari a 10 metri misurati dal limite più esterno dell'alveo del Torrente Nuova Dorgia, come peraltro confermato anche dalle precisazioni trasmesse con Vs. nota prot. n. 0049218 del 04/04/2025, mentre si rileva che il piano **interrato**, che allo stato attuale risulta solo parzialmente realizzato, non rispetta tali limiti, non più derogabili ai sensi delle normative oggi vigenti.

Si precisa altresì che, anche a seguito dell'esame della documentazione integrativa trasmessa, nonché di specifica consultazione per le vie brevi con il competente Settore regionale Difesa del Suolo La Spezia, che legge per conoscenza, a giudizio dello scrivente ufficio regionale, l'intervento in esame non appare in ogni caso potere rientrare in una delle casistiche previste dell'art. 10 *"Disposizioni transitorie e finali"* del RR n.3/2011 e dall'art. 2 *"Regime transitorio"* del RR n. 1/2016.

Alla luce di quanto sopra sinteticamente evidenziato, non si riscontrano, a livello pianificatorio, elementi ostativi al PUO in oggetto ai sensi dell'art.89 del DPR 380/2001 per quanto attiene al completamento dell'edificio a progetto per la sua parte in elevazione, mentre, relativamente al piano **interrato**, che non risulta rispettare i limiti della fascia di inedificabilità assoluta del Torrente Nuova Dorgia, si rileva che, a giudizio dello scrivente ufficio regionale, non risulta ammissibile il suo completamento così come da elaborati trasmessi, che dovranno quindi essere opportunamente modificati in sede progettuale, in modo tale da renderlo compatibile con le normative di carattere idraulico oggi vigenti.

Si rimanda in ogni caso, in sede progettuale, alle più specifiche valutazioni del competente Settore regionale Difesa del Suolo La Spezia in merito alla compatibilità delle eventuali opere comunque ancora ricadenti all'interno della fascia di inedificabilità assoluta, ex art.4 del RR n.3/2011 e s.m.i., del Torrente Nuova Dorgia.

Si specifica infine che il presente parere non esonera il Comune della Spezia dall'acquisizione di pareri, nulla-osta, autorizzazioni, concessioni o atti di assenso comunque denominati, di competenza di altri Uffici o di altre amministrazioni.

Rimanendo a disposizione per eventuali chiarimenti, con l'occasione si porgono distinti saluti.

IL DIRIGENTE
(Ing. Roberto BONI)
firmato digitalmente

REGIONE LIGURIA – Unità Organizzativa Assetto del Territorio
Via D'Annunzio 111 - 16121 Genova - Tel. 010.54851 - PEC: protocollo@pec.regenze.liguria.it
Referente: Luca Redano Coppedè - Tel. 010.5484213 - E-mail: luca.redano@regione.liguria.it

Pag. 3 di 3

**POSTA CERTIFICATA: Parere ex art.89 DPR 380/2001 relativo al PUO di
iniziativa privata per il completamento del Fabbricato B di cui al SUA
confermato ai sensi dell'art. 17 del PUC del Comune della Spezia per la
realizzazione del centro direzionale portuale.**

Mittente: protocollo@pec.regione.liguria.it

Destinatari: protocollo.comune.laspezia@legalmail.it

Inviato il: 20/05/2025 10.46.04

Posizione: PEC- istituzionale comune di la spezia/Posta in ingresso

Buongiorno,

si invia in allegato il protocollo numero:

Prot-2025-0255038

del

20/05/2025

Cordiali saluti,

REGIONE LIGURIA - U.O. ASSETTO DEL TERRITORIO

==== LISTA DEGLI ALLEGATI ===

Prot-2025-0255038-signed_Parereart89PUOcentrodirezionaleportualespesia.pdf ()





STUDI di GEOLOGIA
F. Ferrari - J. De Nobili

Via C. Arzelà n° 76 - 19123 SP
tel & fax 0187/713950

Committente: Soc. Terrestre Immobiliare

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA ESEGUITA PER
LA REALIZZAZIONE DI DUE EDIFICI IN LOCALITA'
LA SPEZIA ZONA RETROPORTUALE**

Il geologo:
Dott. Iacopo De Nobili

La Spezia 21 Giugno 2001



INDICE

1) PREMESSA	Pag. 2
2) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO	Pag. 3
3) IDROGEOLOGIA	Pag. 3
4) METODOLOGIA DI INDAGINE	Pag. 4
5) DESCRIZIONE SONDAGGI	Pag. 5
6) CONCLUSIONI	Pag. 10
7) ALLEGATI:	
a) Tavola n. 1: Carta geolitologica	
b) Tavola n. 2: Carta idrogeologica	
c) Tavola n. 3: Ubicazione sondaggi	
d) Tavola n. 4: Profilo geotecnico Edificio “A”	
e) Tavola n. 5: Profilo geotecnico Edificio “B”	
f) Stratigrafie sondaggi	
g) Certificati prove penetrometriche S.P.T.	
h) Certificati prove di laboratorio su campioni indisturbati	
i) Stratigrafie sondaggi e risultati prove penetrometriche statiche campagna geognostica del 7 Febbraio 2001 “Realizzazione nuovo fascio merci della Stazione marittima di La Spezia”	

1) PREMESSA



Nell'ambito del progetto per la realizzazione di due palazzine uffici nella zona antistante il Terminal LSCT, la Soc. Terrestre Immobiliare ha dato incarico a questo Studio di eseguire un'indagine geognostica e quindi di redigere la presente relazione che riassume tutti i dati ricavati dalle indagini svolte.

Lo studio ha avuto come finalità il verificare la situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica della zona in relazione alle opere previste, stabilire il tipo di litologia presente, l'eventuale presenza di falda e le caratteristiche geotecniche dei terreni incontrati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici necessarie per il dimensionamento delle strutture previste con l'intento di ottemperare alle norme stabilite dal D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le rocce.....".

Lo studio è stato così articolato:

- a) ricerca bibliografica e cartografica
- b) sopralluoghi
- c) raccolta, analisi e rielaborazione dei dati litostratimetrici e geotecnici esistenti
- d) rilevamento geologico di campagna
- e) stesura della Carta geolitologica
- f) stesura della Carta idrogeologica
- g) esecuzione di n° 4 sondaggi a carotaggio continuo con prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test) e prelievo di campioni indisturbati
- h) analisi di laboratorio sui campioni indisturbati
- i) stesura della presente relazione.

Gli elaborati cartografici oltre all'area di intervento coprono un discreto intorno sufficiente a definire le interrelazioni geologiche ed idrogeologiche al contorno.

2) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO



L'area oggetto di studio e di indagini si trova a La Spezia nella zona retroportuale di fronte al Terminal LSCT nella zona antistante a Viale San Bartolomeo su una porzione di terreno praticamente pianeggiante sulla quale insistono alcuni fabbricati a tutt'oggi ancora in uso e che verranno demoliti per la realizzazione del progetto che prevede la costruzione di due edifici adibiti principalmente ad uso uffici.

La geologia della zona e delle zone limitrofe è caratterizzata dalla presenza dei depositi alluvionali, colluviali e marini che costituiscono la piana di La Spezia.

Tali depositi sono costituiti, almeno per i primi trenta - quaranta metri di profondità, da strati di terreno caratterizzati dalla presenza di ghiaia, sabbia, limo e argilla in percentuali differenti tra zona e zona sia in senso verticale che orizzontale che rendono la situazione geologica e idrogeologica molto varia e complessa.

I depositi alluvionali colluviali e marini presenti nell'area retroportuale in oggetto sono ricoperti per la loro totalità oltre che da un manto bituminoso anche da materiale di riporto eterogeneo di origine antropica caratterizzato dalla presenza di resti di laterizi, calcestruzzo, ciottoli, sabbia ecc. per uno spessore variabile da 1 a 3 metri.

3) IDROGEOLOGIA

Attualmente l'area oggetto di studio risulta nel suo complesso ricoperta da uno strato di asfalto continuo e praticamente impermeabile; tuttavia nell'ottica della realizzazione di nuovi fabbricati si è cercato di dare un valore di permeabilità a tutti i livelli di terreno sottostanti lo strato superficiale.

Nell'area interessata è stata rilevata una falda freatica alla profondità di circa 2 metri dal piano campagna. Il livello durante tutta la campagna di indagine e nelle settimane successive non ha subito alcuna variazione rilevante; la falda freatica interagisce con l'acqua di mare.



Per alcuni livelli di terreno attraversati con le perforazioni risultati a differenti caratteristiche è stato ricercato il coefficiente di permeabilità attraverso l'esecuzione di prove di laboratorio (prove edometriche); ne è risultata una situazione caratterizzata generalmente dalla presenza di livelli a medio-alta permeabilità nei primi 3 metri (sabbie e ghiaie) e più in profondità da terreni con una permeabilità compromessa dalla presenza di materiali fini (limi e limi sabbiosi) con valori variabili da 1E-04 a 1E-08; inoltre è stato rilevato che in linea di massima la diminuzione della permeabilità aumenta con la profondità.

La struttura emersa dai sondaggi ricca di livelli molto eterogenei per caratteristiche granulometriche e con anisotropie orizzontali diffuse consente comunque solo una determinazione di valori di permeabilità mediati. A conferma della forte eterogeneità presente, le prove di permeabilità fatte, a volte anche all'interno di uno stesso strato, hanno dato valori differenti.

4) METODOLOGIA DI INDAGINE

Le indagini geognostiche eseguite, 4 sondaggi a carotaggio continuo, sono state ubicate come da planimetria generale riportata in allegato.

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda Puntel modello T 600 montata su trattore cingolato a rotazione a secco in avanzamento rispetto al rivestimento con carotiere del diametro minimo di 101 mm e sono stati spinti ad una profondità di 25-35 metri dal piano campagna attuale.

In tutti i sondaggi sono state eseguite prove S.P.T. (Standard Penetration Test) e sono stati prelevati campioni indisturbati per le prove di laboratorio per una corretta determinazione dei parametri geotecnici dei vari livelli attraversati (angolo di attrito interno, coesione ecc.) e per la correlazione degli stessi da un punto di vista oltre che granulometrico e tipologico anche geotecnico.



Le prove penetrometriche in foro S.P.T. sono state eseguite con campionatore tipo Raymond a punta aperta e dispositivo di sollevamento automatico del maglio controllando, prima dell'inizio di ciascuna prova la quota precisa di fondo foro per verificare che l'inizio della prova stessa corrispondesse alla quota raggiunta precedentemente con il carotaggio.

I campioni rimasti all'interno del campionatore sono stati sigillati, classificati e posti nelle apposite cassette catalogatrici.

Il prelievo di campioni indisturbati è stato eseguito con campionatori a pareti sottili tipo Shelby Tube e Osterberg; i campioni, una volta prelevati, sono stati sigillati con paraffina, classificati e portati in laboratorio per essere analizzati.

Tutto il terreno carotato è stato messo in apposite cassette catalogatrici opportunamente numerate sulle quali sono state segnate anche tutte le quote di riferimento.

Nelle stratigrafie in allegato sono riportate le quote relative ad ogni livello litologico e sono evidenziati i rispettivi spessori di ciascuno strato per consentire una più rapida e precisa lettura delle suddette tabelle riassuntive; inoltre sono anche indicate, oltre il livello della falda acquifera, tutte le prove svolte durante la campagna di indagini, tutte le caratteristiche granulometriche e geotecniche del materiale su cui ciascuna prova è stata eseguita e la percentuale di materiale carotato per ciascun livello di terreno.

5) DESCRIZIONE SONDAGGI (vedi anche stratigrafie sondaggi in allegato)

5.1 SONDAGGIO S1 (quota assoluta 2 metri s.l.m.; livello falda acquifera al 22 Maggio 2001 –2 metri da p.c.)

La stratigrafia riferita al piano campagna è risultata la seguente:



- da 0,0 a 1,5 metri Terreno di riporto eterogeneo (sabbia e ghiaia con frammi di mattoni, frammenti di demolizioni ecc.);
- da 1,5 a 2,3 metri Sabbia scura e ocra (terreno di riporto);
- da 2,3 a 3,5 metri Sabbia compatta di colore grigio; in questo livello, anche se di spessore limitato è stata eseguita una prova penetrometrica S.P.T. a 3,3 metri di profondità che ha dato valori di angolo di attrito interno pari a 30,2 gradi e coesione 0 Kg/cmq;
- da 3,5 a 7,8 metri Sabbia sciolta di colore grigio; questo livello si presenta particolarmente sciolto e la prova penetrometrica S.P.T. eseguita a 5 metri di profondità ha dato valori di angolo di attrito interno pari a 23,7 gradi; i parametri geotecnici ricavati dalle analisi di laboratorio eseguite sul campione indisturbato prelevato a quota -3,5 metri sono riportati in allegato sia nella stratigrafia del sondaggio che nei certificati di laboratorio; i parametri geotecnici ricavati dal laboratorio sono risultati sensibilmente differenti da quelli ricavati in campagna con prova penetrometrica S.P.T., su tale disomogeneità di dati è opportuno fare le seguenti osservazioni:
 - 1) stiamo considerando sabbie sciolte immerse in falda quasi monogranulari;
 - 2) con tale materiale è possibile una differenziazione di stato tra il terreno in posto e lo stato effettivo dei provini dopo la loro preparazione; tale differenziazione può produrre notevoli aumenti delle caratteristiche geotecniche ricavate in laboratorio;
 - 3) al contrario le prove S.P.T., per loro caratteristiche, prove eseguite sul materiale in posto con colpi e vibrazioni, possono evidenziare diminuzioni di caratteristiche geotecniche che devono comunque essere previste nella progettazione di opere su questi terreni.



da 7,8 a 11 metri Sabbia limosa di colore grigio con resti vegetali; anche su questo livello è stata eseguita una prova S.P.T. alla quota di 9,7 metri dal piano campagna dalla quale tale livello è risultato a caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti, infatti l'angolo di attrito interno è risultato pari a 20,5 gradi;

da 11 a 12,5 metri Sabbia limosa di colore grigio;

da 12,5 a 14 metri Limo argilloso di colore ocra grigio; la prova S.P.T. eseguita alla quota di 13,5 metri dal piano campagna ha dato valore di angolo di attrito interno pari a 30 gradi;

da 14 a 19,8 metri Limo sabbioso compatto di colore ocra grigio; anche su questo livello è stata eseguita una prova S.P.T. alla quota di 16,5 metri dal piano campagna dalla quale tale livello è risultato a caratteristiche geotecniche buone, infatti l'angolo di attrito interno è risultato pari a 31,7 gradi;

da 19,8 a 20,8 metri Sabbia limosa di colore grigio compatta;

da 20,8 a 22 metri Limo sabbioso plastico di colore ocra;

da 22,0 a 30 metri Limo sabbioso plastico di colore grigio; anche su quest'ultimo livello incontrato con la perforazione (il sondaggio è stato interrotto alla profondità di 30 metri) è stata eseguita una prova S.P.T. alla quota di 25 metri dal piano campagna dalla quale tale livello è risultato a caratteristiche geotecniche scadenti, infatti l'angolo di attrito interno è risultato pari a 25,2 gradi.

5.2 SONDAGGIO S2 (quota assoluta 2 metri s.l.m.; livello falda acquifera al 22 Maggio 2001 –2 metri da p.c.)



La stratigrafia riferita al piano campagna è risultata la seguente:

- da 0,0 a 2,0 metri Terreno di riporto eterogeneo costituito prevalentemente da sabbia e ciottoli;
- da 2,0 a 3,5 metri Sabbia e ghiaia di colore marrone chiaro;
- da 3,5 a 8,0 metri Sabbia limosa di colore grigio; il valore di angolo di attrito interno ricavato da prova S.P.T. è risultato di 22,7 gradi;
- da 8,0 a 12,3 metri Limo sabbioso di colore grigio con resti vegetali; in questo livello, risultato anche al Poket penetrometrico a caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti è stata eseguita una prova S.P.T. che ha dato valori di angolo di attrito interno pari a 20,5 gradi;
- da 12,3 a 13,5 metri Limo sabbioso di colore grigio con resti di conchiglie;
- da 13,5 a 21 metri Limo argilloso sabbioso di colore ocra grigio; tale livello si presenta piuttosto compatto e omogeneo; in questo livello è stato prelevato un campione alla quota di -15,5 metri (i risultati delle analisi sono riportati in allegato) ed è stata eseguita una prova S.P.T. (angolo di attrito interno pari a 30,7 gradi);
- da 21 a 25 metri Sabbia limosa di colore grigio con presenza di resti vegetali; la prova S.P.T. eseguita a quota -22 metri ha dato valore di angolo di attrito interno pari a 26,6 gradi e coesione 0 Kg/cmq.

5.3 SONDAGGIO S3 (quota assoluta 2 metri s.l.m.; livello falda acquifera al 22 Maggio 2001 -2 metri da p.c.)

La stratigrafia riferita al piano campagna è risultata la seguente:

- da 0,0 a 1,5 metri Terreno di riporto eterogeneo;



- da 1,5 a 6,0 metri Sabbia e ghiaia di colore marrone;
- da 6 a 11,7 metri Limo sabbioso di colore grigio plastico; il valore di angolo di attrito interno ricavato da prova S.P.T. eseguita a quota di -6,5 metri dal piano campagna è risultato di 21,7 gradi;
- da 11,7 a 15 metri Limo plastico di colore grigio con resti vegetali; il livello è risultato a caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti, in quanto l'angolo di attrito interno ricavato sempre da prova S.P.T. è risultato di 20,5 gradi;
- da 15 a 19,3 metri Limo sabbioso di colore grigio con resti di conchiglie; anche questo livello, come peraltro quelli superiori è risultato a caratteristiche geotecniche non particolarmente buone in quanto l'angolo di attrito interno è pari a 23,7 gradi;
- da 19,3 a 24,5 metri Limo argilloso di colore ocra grigio; non sono state eseguite prove in questo strato in quanto già riconosciuto nei precedenti sondaggi e già classificato attraverso prove penetrometriche e campioni indisturbati;
- da 24,5 a 28 metri Sabbia sciolta di colore ocra grigio;
- da 28 a 30,0 metri Limo argilloso di colore grigio scuro.

5.4 SONDAGGIO S4 (quota assoluta 2 metri s.l.m.; livello falda acquifera al 22 Maggio 2001 -2 metri da p.c.)

La stratigrafia riferita al piano campagna è risultata la seguente:

- da 0,0 a 2,5 metri Terreno di riporto eterogeneo costituito prevalentemente da sabbia e ghiaia;



- da 2,5 a 8,0 metri Sabbia di colore grigio con ciottoli;
- da 8,0 a 9,5 metri Limo sabbioso plastico di colore grigio; la prova S.P.T. eseguita in questo livello ha dato resistenza alla penetrazione del campionatore tipo Raymond praticamente nulla in quanto per l'approfondimento di 45 cm è stato necessario dare solo un colpo di maglio, per cui dalla prova l'angolo di attrito interno del materiale è risultato di 18,9 gradi; per questo motivo è stato prelevato anche un campione indisturbato i cui risultati ricavati da prove di laboratorio sono riportati in allegato;
- da 9,5 a 16,2 metri Limo sabbioso plastico di colore grigio con resti vegetali e legno; la prova S.P.T. eseguita a -12 metri su questo livello ha dato valore di angolo di attrito interno pari a 22,7 gradi;
- da 16,2 a 17,8 metri Limo di colore grigio scuro;
- da 17,8 a 21 metri Limo con sabbia di colore ocra grigio; il valore di angolo di attrito interno ricavato da prova S.P.T. è risultato di 30,2 gradi
- da 21,0 a 27 metri Sabbia limosa di colore variabile dal grigio al grigio scuro con resti di legno;
- da 27,0 a 35 metri Limo sabbioso di colore variabile dal grigio scuro al nero con resti di legno.

Su tutti i livelli attraversati nei quattro sondaggi, fatta esclusione per quelli sabbiosi e ghiaiosi particolarmente sciolti, sono stati presi dei valori indicativi di carico ammissibile con il poket penetrometrico; tali valori, non riportati nella presente relazione sono comunque consultabili nelle stratigrafie relative a ciascun sondaggio eseguito riportate in allegato.

6) CONCLUSIONI

6-1 Premessa



L'area oggetto di studio e di indagini, situata lungo Viale San Bartolomeo nella zona retroportuale antistante il Terminal LSCT e la Terrestre Marittima, risulta praticamente pianeggiante, ad una quota assoluta sul livello del mare di circa 2 metri e caratterizzata dalla presenza dei depositi alluvionali, colluviali e marini che costituiscono la piana della Spezia.

I depositi alluvionali sono caratterizzati da livelli di spessore variabile da zona a zona costituiti prevalentemente da sabbie e limi di colore grigio che contengono all'interno resti di materia organica e resti di conchiglie; la potenza di questi depositi sull'area indagata è di almeno 35-40 metri e si ritrovano inframezzati a livelli di depositi colluviali che sono invece costituiti in prevalenza da limo, argilla e sabbia in percentuali differenti tra zona e zona con strati in cui è possibile rilevare la presenza di scheletro arenaceo sotto forma di frammenti lapidei generalmente spigolosi e di piccole dimensioni; tali livelli si presentano di colore ocra grigio o marrone.

La distanza tra i 4 sondaggi eseguiti non ha consentito di realizzare una sezione stratigrafica continua che va dal sondaggio n. 1 al sondaggio n. 4, tuttavia i livelli che caratterizzano i depositi alluvionali, come quelli più profondi che costituiscono la copertura detritica colluviale sono stati riconosciuti in tutti i sondaggi anche se in alcuni casi si sono ritrovati a profondità differenti e con spessori variabili tra zona e zona.

All'interno di questi livelli sono stati prelevati campioni indisturbati poi mandati in laboratorio sui quali sono state eseguite alcune prove per la determinazione dei parametri geotecnici principali necessari per un miglior riconoscimento di ciascun di essi e sono state eseguite prove penetrometriche S.P.T. in foro (tutti i risultati delle prove di laboratorio e delle prove S.P.T. sono riportati in allegato alla presente relazione) per meglio permettere ai Progettisti di dimensionare le opere in oggetto.

Il livello di falda acquifera su tutta l'area è stato ritrovato ad una profondità media di circa 2 metri dal piano campagna, e quindi alla quota del livello medio mare, per cui si



presuppone, vista anche la poca distanza dal mare, una interazione anche importante tra l'acqua di falda proveniente da monte e l'acqua di mare.

I primi livelli di terreno naturale caratterizzati dalla presenza dei depositi alluvionali limo-sabbiosi sono ricoperti per la loro totalità da riempimenti antropici eterogenei di spessore variabile da 1,5 a 2,5 metri, che si presentano in alcune zone compatti e in altre più sciolti e che a loro volta sono mascherati da uno strato praticamente impermeabile di asfalto.

Dall'analisi dei quattro sondaggi a carotaggio continuo eseguiti per il riconoscimento dei terreni al di sotto del piano di fondazione degli edifici in progetto e ubicati come da planimetria riportata in allegato è risultato possibile racchiudere i numerosi livelli di terreno riconosciuti durante i sondaggi in quattro strati principali a caratteristiche geotecniche differenti tra loro; questo per una più semplice ed immediata visione di insieme della geologia che caratterizza la zona e per un più semplice seppur corretto approccio al calcolo e al dimensionamento delle fondazioni dei due edifici ad opera dei Progettisti.

I quattro strati principali possono essere così descritti:

STRATO “A” Caratterizzato da terreno di riporto eterogeneo costituito in prevalenza da sabbia e ghiaia all'interno del quale si rinvengono comunque anche resti di demolizioni, mattoni, murature e altro; questo livello si presenta generalmente piuttosto compatto con caratteristiche geotecniche discrete (angolo di attrito interno pari a 28-30 gradi);

STRATO “B” Caratterizzato da alternanze di differenti strati di terreno prevalentemente limosi e sabbiosi di colore grigio interessati per buona parte da resti vegetali, torba e resti di conchiglie; questo livello piuttosto potente in tutti i sondaggi ha caratteristiche geotecniche scadenti (angolo di attrito interno variabile tra i 20 e i 23 gradi e coesione pressoché nulla);



STRATO “C” Caratterizzato da alternanze di limi sabbiosi e argillosi di colore grigio-ocra con presenza di rari piccoli clasti spigolosi di origine arenacea; questo livello si presenta sempre piuttosto compatto e con caratteristiche geotecniche buone (angolo di attrito variabile tra 30 e 31 gradi), la potenza dello stesso però varia molto tra la zona dove sorgerà l’ “Edificio A” e la zona dove sorgerà l’ “Edificio B” (vedi “Stratigrafie” e “Profili geotecnicci” riportati in allegato);

STRATO “D” Caratterizzato ancora da alternanze di differenti strati di terreno prevalentemente limosi e sabbiosi di colore grigio interessati in alcuni casi da resti vegetali; tale livello a caratteristiche geotecniche mediocri (angolo di attrito interno variabile tra 24 e 25 gradi) non è stato indagato nella sua totalità in quanto anche con i sondaggi spinti fino ad una profondità di 35 metri dal piano campagna non è stato raggiunto il limite inferiore dello stesso.

Qui di seguito vengono analizzati per ciascun edificio gli spessori dei suddetti orizzonti e di conseguenza le problematiche geologiche e geotecniche da affrontare in fase di progettazione e dimensionamento delle fondazioni.

6-2 *Edificio A*

Non considerando lo Strato A che in fase di realizzazione dell’edificio verrà eliminato nella sua totalità in quanto è prevista la realizzazione di un piano interrato, al di sotto di questo edificio la situazione stratigrafica è molto regolare con gli spessori di tutti i principali strati che non varia sensibilmente tra un punto di sondaggio e l’altro anche in relazione ad altre campagne geognostiche eseguite per altre opere in zone limitrofe; la stratigrafia sotto il piano di fondazione di questo edificio può quindi essere riassunta come segue:

STRATO A Spessore variabile tra 1,5 e 2 metri



STRATO B Lo strato va da -1,5 2 metri fino a -12,5 13 metri, ha uno spessore di circa

11 metri e le caratteristiche geotecniche sono le seguenti:

Angolo di attrito interno variabile tra 20 e 23 gradi

Coesione 0 Kg/cmq

Peso di volume naturale 1,6 T/mc

STRATO C Lo strato va da -12,5 13,5 metri fino a -20 21 metri circa, ha uno spessore

di circa 7 7,5 metri e le caratteristiche geotecniche sono le seguenti:

Angolo di attrito interno variabile tra 30 e 31 gradi

Coesione 0 Kg/cmq

Peso di volume naturale 1,8 T/mc

STRATO D Lo strato va da -20 21 metri fino a fine sondaggi e oltre e le caratteristiche geotecniche sono le seguenti:

Angolo di attrito interno variabile tra 24 e 25 gradi

Coesione 0 Kg/cmq

Peso di volume naturale 1,7 T/mc

In una tale situazione, poiché l'unico strato a caratteristiche geotecniche buone è lo strato C, si consiglia, in caso di fondazioni profonde (pali trivellati o infissi) di raggiungere con le stesse il suddetto strato tenendo comunque in considerazione il non eccessivo spessore di quest'ultimo e la presenza al di sotto di esso dello strato D a caratteristiche geotecniche peggiori; in caso di fondazioni superficiali (platea, travi ecc.), poiché lo strato B ha caratteristiche geotecniche scadenti, si consiglia di prevedere un miglioramento delle caratteristiche di quest'ultimo utilizzando metodi di preconsolidamento (jet grouting) che eliminerebbero anche la possibilità di un comportamento disomogeneo del piano di posa della fondazione; utilizzando tale metodologia si potrebbe anche pensare di eseguire lo scavo per le fondazioni all'asciutto, nonostante il livello di falda risulti ad una quota superiore a quella dello scavo, prevedendo di realizzare una serie di colonne jet grouting secanti tra loro lungo tutto il perimetro dell'edificio e intestate nello Strato C poco permeabile.



6-3 *Edificio B*

Non considerando lo Strato A che anche in fase di realizzazione di questo edificio verrà eliminato nella sua totalità in quanto è prevista la realizzazione del piano interrato, al di sotto di questo edificio la situazione stratigrafica, al contrario dell'Edificio A, è piuttosto irregolare con gli spessori dei due principali strati (Strato B e Strato C) che variano tra un punto di sondaggio e l'altro, quindi, riassumendo, la situazione è la seguente:

STRATO A Spessore variabile tra 1,5 e 2,5 metri

STRATO B Lo strato ha uno spessore di circa 18 metri (da -1,5 a -19,3) nell'area in cui è stato eseguito il sondaggio S3, e uno spessore di circa 15 metri (da -2,5 a -17,8) nell'area in cui è stato eseguito il sondaggio S4 e le caratteristiche geotecniche sono le seguenti:

Angolo di attrito interno variabile tra 20 e 23 gradi

Coesione 0 Kg/cm²

Peso di volume naturale 1,6 T/m³

STRATO C Lo strato ha uno spessore di circa 5 metri (da -19,3 a -24,5) nell'area in cui è stato eseguito il sondaggio S3, e uno spessore di circa 3 metri (da -17,8 a -21) nell'area in cui è stato eseguito il sondaggio S4 e le caratteristiche geotecniche sono le seguenti:

Angolo di attrito interno variabile tra 30 e 31 gradi

Coesione 0 Kg/cm²

Peso di volume naturale 1,8 T/m³

STRATO D Lo strato ha uno spessore indefinito in quanto con i sondaggi non si è raggiunto il limite inferiore dello stesso, comunque nell'area in cui è stato eseguito il sondaggio S3 inizia ad una profondità di -24,5 metri, mentre nell'area in cui è stato eseguito il sondaggio S4 inizia ad una profondità di -21 metri e le caratteristiche geotecniche sono le seguenti:



Angolo di attrito interno variabile tra 24 e 25 gradi

Coesione 0 Kg/cmq

Peso di volume naturale 1,7 T/mc

Tutte le considerazioni geotecniche fatte per l'Edificio A valgono anche per questo edificio con l'aggiunta del fatto che lo spessore dello Strato C, il più compatto, non è omogeneo al di sotto dell'edificio in quanto diminuisce spostandosi dal sondaggio 3 (spessore dello strato C 5 metri circa) verso il sondaggio 4 (spessore dello Strato C 3 metri circa).

In una tale situazione stratigrafica, nell'ottica di realizzare fondazioni profonde intestate in questo strato, lo spessore dello stesso potrebbe essere insufficiente come base di appoggio dei pali soprattutto nella zona in cui è stato eseguito il sondaggio 4, per cui potrebbe essere necessario prevedere anche pali più lunghi che attraversino lo strato C da far lavorare soprattutto per attrito laterale.

Nel rispetto di quanto sopra esposto l'opera in progetto appare compatibile con la situazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e geotecnica della zona.

La Spezia 21 Giugno 2001



FERRARI DE NOBILI
S.r.l.
Sede Legale: Via Levanto n. 9 - 19126 La Spezia
Sede Amm.va: Via C. Arzelà n. 76 - 19123 La Spezia
Tel: 0187/713950 Fax: 0187/717589
C.F. e P.IVA: 01141690113
R.E.A. C.C.I.A.A. della Spezia n. 104215

COMMITTENTE: TERRESTRE IMMOBILIARE S.R.L.

LAVORO

**INDAGINI INTEGRATIVE PER LA REALIZZAZIONE DI UN
NUOVO FABBRICATO DA REALIZZARSI IN ZONA
RETROPORTUALE A LA SPEZIA**

RELAZIONE

Dott. Geol. Franco Ferrari

Dott. Geol. Iacopo De Nobili

La Spezia 21 Novembre 2008

de nobili
ferrari

1) PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di un nuovo fabbricato da realizzarsi in zona retroportuale lungo Viale San Bartolomeo nei pressi dell'entrata del terminal LSCT, la Società Terrestre Immobiliare S.r.l. ha dato incarico alla Ferrari De Nobili S.r.l. di eseguire un'indagine geognostica integrativa di quanto già realizzato nel Giugno 2001 a supporto della progettazione definitiva e di redigere quindi la presente relazione al fine di raccogliere tutti i dati ricavati dalle indagini svolte.

L'indagine è stata così articolata:

- a) Analisi degli elaborati geologici e geotecnici allegati al progetto;
- b) Sopralluogo ed ubicazione punti di indagine;
- c) Esecuzione di n° 2 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo;
- d) Esecuzione di n° 2 Prove penetrometriche statiche CPT;
- e) Prelievo campioni per analisi geotecniche di laboratorio;
- f) Stesura della presente relazione.

2) INDAGINI GEOGNOSTICHE

3.1 *Sondaggi geognostici*

Le indagini geognostiche eseguite, 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità di 25 metri cadauno e 2 prove CPT sono state ubicate come da planimetria generale riportata in allegato.

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda ELLETTARI montata su trattore cingolato, la perforazione è stata condotta a rotazione a secco in avanzamento rispetto al rivestimento provvisorio con carotiere semplice o a rotazione e circolazione di acqua con carotiere doppio tipo T2 o T6S del diametro minimo di 116 mm e corone al Widiam o al diamante a seconda dei materiali da attraversare.

In tutti i sondaggi, in relazione alla litologia, sono state eseguite prove S.P.T. (Standard Penetration Test) e sono stati prelevati campioni indisturbati per le prove di laboratorio per una corretta determinazione dei parametri geotecnici dei vari livelli attraversati (angolo di attrito interno, coesione ecc.) e per la correlazione degli stessi da un punto di vista oltre che granulometrico e tipologico anche geotecnico.

Le prove penetrometriche in foro S.P.T. sono state eseguite con campionatore tipo Raymond a punta aperta e dispositivo di sollevamento automatico del maglio controllando, prima dell'inizio di ciascuna prova la quota precisa di fondo foro per verificare che l'inizio della prova stessa corrispondesse alla quota raggiunta precedentemente con il carotaggio.

Il prelievo di campioni indisturbati è stato eseguito con campionatori a pareti sottili tipo Shelby Tube e Osterberg; i campioni, una volta prelevati, sono stati sigillati con paraffina, classificati e portati in laboratorio per essere analizzati.

Tutto il terreno carotato è stato messo in apposite cassette catalogatrici opportunamente numerate sulle quali sono state segnate tutte le quote di riferimento del sondaggio e quindi sono state fotografate.

Nelle stratigrafie relative a ciascun sondaggio, riportate in allegato, sono indicate le quote relative ad ogni livello litologico e sono evidenziati i rispettivi spessori di ciascuno strato per consentire una più rapida e precisa lettura delle suddette tabelle riassuntive; inoltre sono anche indicate tutte le caratteristiche del sondaggio:

- Tipo di perforazione;
- Tipo di rivestimento;
- Tipo di punta utilizzata;
- Tipo di carotiere utilizzato;
- Prove in sito;
- Caratteristiche delle prove realizzate;
- Elaborazione prove penetrometriche S.P.T.
- Livello di falda;
- Descrizione litologica;
- Fotografie cassette catalogatrici.

2.2 Prove Penetrometriche CPT

Le prove penetrometriche statiche sono state eseguite con penetrometro statico Pagani da 20 Tonnellate montato su carro cingolato.

La prova è stata eseguita con punta Begemann tradizionale (CPT) per mezzo della quale è possibile ricavare distintamente le caratteristiche del terreno sia come resistenza alla punta che come attrito laterale misurando con continuità la resistenza del terreno all'infissione.

Nei grafici e nelle tabelle relative di ciascuna prova sono riportati i seguenti parametri:

Per i terreni coesivi:

- Resistenza alla punta
- Attrito laterale locale
- Coesione non drenata
- Modulo Edometrico
- Modulo di deformazione non drenato
- Modulo di deformazione a taglio
- Grado di sovraconsolidazione
- Peso unità di volume
- Fattori di compressibilità
- Peso unità di volume saturo

Per i terreni incoerenti:

- Densità relativa
- Angolo di resistenza al taglio
- Modulo di Young
- Modulo edometrico
- Modulo di deformazione a taglio
- Grado di sovraconsolidazione
- Modulo di reazione
- Fattori di compressibilità
- Peso unità di volume
- Peso unità di volume saturo

- Liquefazione
- Permeabilità
- Coefficiente di consolidazione.

Tutti i diagrammi e le tabelle relative alle 2 prove eseguite alle quali si rimanda per la corretta interpretazione dei dati sono riportate in allegato alla presente relazione.

3) CONCLUSIONI

3.1) Premessa

La presente relazione è ad integrazione di un elaborato presentato nel Giugno 2001 relativo alla realizzazione di 2 edifici.

Scopo dell'indagine è stato quello di verificare la presenza sotto tutta l'area di sedime del costruendo fabbricato, lo spessore e le caratteristiche geotecniche di uno strato compatto già individuato durante la prima campagna di indagine.

Per far ciò è stata predisposta una campagna di indagini integrative che ha portato alla realizzazione delle seguenti indagini e prove:

- Esecuzione di 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità di 23 e 24 metri;
- Esecuzione di n. 7 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio;
- Esecuzione di n. 4 prove di permeabilità in sito;
- Prelievo di n. 3 campioni indisturbati;
- Esecuzione delle seguenti prove geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati;
Classificazione
Analisi granulometrica completa
Limiti di Atterberg
Prova di taglio diretto CD
Prova edometrica

- Esecuzione di n. 2 prove penetrometriche statiche CPT.

3.2) *Stratigrafie sondaggi*

Le stratigrafie relative ai due sondaggi eseguiti sono risultate le seguenti.

STRATIGRAFIA SONDAGGIO SA

La stratigrafia riferita al piano campagna attuale è risultata la seguente:

- da 0,0 a 1,0 metri Terreno di riporto eterogeneo;
- da 1,0 a 6,0 metri Sabbia e ghiaia di colore grigio marrone con livelli limosi alla base;
- da 6,0 a 8,0 metri Limo sabbioso di colore grigio plastico con resti di conchiglia;
- da 8,0 a 10,0 metri Limo plastico di colore grigio con torba e resti di conchiglia;
- da 10,0 a 16,5 metri Limo sabbioso di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglie; è un livello a caratteristiche geotecniche mediocri, dalla prova penetrometrica S.P.T. eseguita a quota -10 metri è stato possibile ricavare un valore di angolo di attrito interno pari a 24,5 gradi;
- da 16,5 a 21,5 metri Argilla con limo di colore ocra grigio (le caratteristiche geotecniche di questo strato verranno descritte in seguito);
- da 21,5 a 23,0 metri Sabbia limosa sciolta di colore grigio.

STRATIGRAFIA SONDAGGIO SB

La stratigrafia riferita al piano campagna attuale è risultata la seguente:

- da 0,0 a 1,0 metri Terreno di riporto eterogeneo;
- da 1,0 a 6,7 metri Sabbia e ghiaia di colore grigio marrone con livelli limosi alla base; la prova penetrometrica S.P.T. ha dato un solo colpo per l'approfondimento di 30 cm da cui è stato possibile dedurre che lo

strato ha caratteristiche geotecniche scadenti (angolo di attrito interno 19 gradi circa);

- da 6,7 a 9,2 metri Limo sabbioso di colore grigio plastico con resti di conchiglia;
- da 9,2 a 12,2 metri Limo plastico di colore grigio con torba e resti di conchiglia;
- da 12,2 a 17,3 metri Limo sabbioso di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglie (per le caratteristiche geotecniche vedi sondaggio SA da 10 a 16,5 metri di profondità);
- da 17,3 a 21,8 metri Argilla con limo di colore ocra grigio (le caratteristiche geotecniche di questo strato verranno descritte in seguito);
- da 21,8 a 24,0 metri Sabbia limosa sciolta di colore grigio.

In entrambi i sondaggi è stata ritrovata la falda alla quota di -1 metri da piano campagna attuale.

3.3) Correlazioni stratigrafiche

Dall'analisi dei 2 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti per il riconoscimento dei terreni al di sotto del piano di fondazione dell'edificio in progetto e ubicati come da planimetria riportata in allegato è risultato possibile racchiudere i numerosi livelli di terreno riconosciuti durante i sondaggi in quattro strati principali a caratteristiche geotecniche differenti tra loro; questo per una più semplice ed immediata visione di insieme della geologia che caratterizza la zona e per un più semplice seppur corretto approccio al calcolo e al dimensionamento delle fondazioni ad opera dei Progettisti.

I quattro strati principali possono essere così descritti:

STRATO “A” Terreno di riporto eterogeneo (spessore medio 1 metro circa) costituito in prevalenza da sabbia e ghiaia all'interno del quale si rinvengono comunque anche resti di demolizioni, mattoni, murature e altro;

STRATO “B” Alternanze di differenti strati di terreno prevalentemente limosi e sabbiosi di colore grigio interessati per buona parte da resti vegetali, torba e resti

di conchiglie; questo livello piuttosto potente in tutti e due i sondaggi ha caratteristiche geotecniche scadenti;

STRATO “C” Argilla con limo di colore grigio-ocra; questo livello è risultato piuttosto compatto e con caratteristiche geotecniche buone che verranno descritte in dettaglio in un paragrafo a parte analizzando tutte le prove geotecniche di laboratorio realizzate sui campioni indisturbati;

STRATO “D” Alternanze di differenti strati di terreno prevalentemente sabbiosi e limosi di colore grigio interessati in alcuni casi da resti vegetali; tale livello, indagato più approfonditamente nella precedente indagine, ha caratteristiche geotecniche nel suo complesso discrete.

Lo STRATO C a caratteristiche geotecniche migliori su cui verranno appoggiati i pali in ghiaia previsti per il consolidamento degli strati più superficiali è stato ritrovato in entrambi i sondaggi anche se a quote leggermente differenti; infatti nel sondaggio SA lo strato inizia a quota -16,5 metri e termina a quota -21,5 metri con uno spessore di 5 metri, mentre nel sondaggio SB lo strato inizia a quota -17,3 metri e termina a quota -21,8 metri con uno spessore di 4,5 metri.

Riprendendo anche quanto emerso dalla precedente campagna di indagine (Giugno 2001) è stato possibile ricostruire una sezione geologica rappresentativa di tutta l'area al di sotto del fabbricato in progetto (vedi Sezione geologica riportata in allegato) che ha evidenziato come lo STRATO C tenda ad assottigliarsi spostandosi verso Nord (nel sondaggio S4 del Giugno 2001 lo spessore di detto strato, ritrovato all'incirca alla stessa profondità rispetto ai 2 nuovi sondaggi, è ridotto a 3,2 metri).

3.4) Caratteristiche geotecniche STRATO C

Scopo delle indagini integrative di cui stiamo trattando nel presente elaborato è stato, oltre a verificare la presenza di detto strato al di sotto di tutta l'area di sedime del fabbricato, anche quello di definirne nel dettaglio le caratteristiche geotecniche.

A tal scopo oltre ad essere state realizzate prove penetrometriche S.P.T. in questo strato sono anche stati prelevati in entrambi i sondaggi 2 campioni indisturbati per le relative prove di laboratorio.

Nel sondaggio Sa il campione indisturbato è stato prelevato tra quota -18,1 e quota -18,7, mentre nel sondaggio SB il campione indisturbato è stato prelevato tra quota -18,2 e quota -18,8.

Su entrambi i campioni indisturbati sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Descrizione geotecnica del campione;
- Analisi granulometrica con setacci e con aerometro;
- Limiti di consistenza (Limiti di Atterberg);
- Umidità, Densità e Peso specifico;
- Prova edometrica con ciclo di carico e scarico;
- Prova di taglio diretto CD (consolidata e drenata)

Dall'analisi dei risultati di entrambi i campioni è stato possibile definire quanto segue:

- 1) Lo STRATO C è un livello con una forte percentuale di terreni fini che per la classificazione A.G.I. deve essere definito come "Argilla con limo";
- 2) Dai limiti di consistenza lo strato il terreno è da classificarsi al limite tra i "limi inorganici di media compressibilità" e le "argille inorganiche di media plasticità";
- 3) Il contenuto di acqua è pari al 27,15%;
- 4) Il peso di volume naturale medio ricavato dai due campioni è di 20 Kn/mc (2 T/mc);
- 5) Le prove edometriche evidenziano che si tratta di un terreno mediamente compressibile che durante il 4° gradino di carico ($\sigma_v = 100$ KPa) ha avuto un ε pari a 2-2,5 %, praticamente impermeabile (K variabile tra 5,3 e $9,97 \text{ E-}10$ m/s), saturo e con un Indice dei vuoti che durante le prove è variato tra 0,61 (Indice dei vuoti iniziale) a 0,53 (Indice dei vuoti finale) nel campione prelevato nel sondaggio SA, mentre nel sondaggio SB l'Indice dei vuoti è variato tra 0,69 (Indice dei vuoti iniziale) a 0,56 (Indice dei vuoti finale);
- 6) Le prove di taglio diretto hanno invece perfezionato quanto emerso attraverso le elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T. che indicavano un angolo di attrito interno pari a 32,5 gradi; infatti dall'attenta analisi delle prove è stato possibile

ricavare i seguenti parametri geotecnici mediati tra le prove effettuate sui 2 campioni indisturbati:

ϕ' (angolo di attrito interno) = 27,8 gradi

C' (Coesione) = 0,5 KPa.

Per una più dettagliata analisi delle prove di laboratorio e delle correlazioni stratigrafiche tra i vari STRATI si rimanda ai certificati di laboratorio e alla stratigrafia riportati in allegato.

La Spezia 21 Novembre 2008

ALLEGATI:

UBICAZIONE SONDAGGI E PROVE PENETROMETRICHE

STRATIGRAFIE SONDAGGI GEOGNOSTICI

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE S.P.T.

ELABORAZIONE PROVE DI PERMEABILITA'

DIAGRAMMI E TABELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE C.P.T.

CERTIFICATI ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO



FERRARI DE NOBILI^{S.r.l.}

Sede Legale: Via Levanto n. 9 - 19126 La Spezia
Sede Amm.va: Via C. Arzelà n. 76 - 19123 La Spezia
Tel: 0187/713950 Fax: 0187/717589
C.F. e P.IVA: 01141690113
R.E.A. C.C.I.A.A. della Spezia n. 104215

COMMITTENTE: TERRESTRE IMMOBILIARE S.R.L.

LAVORO

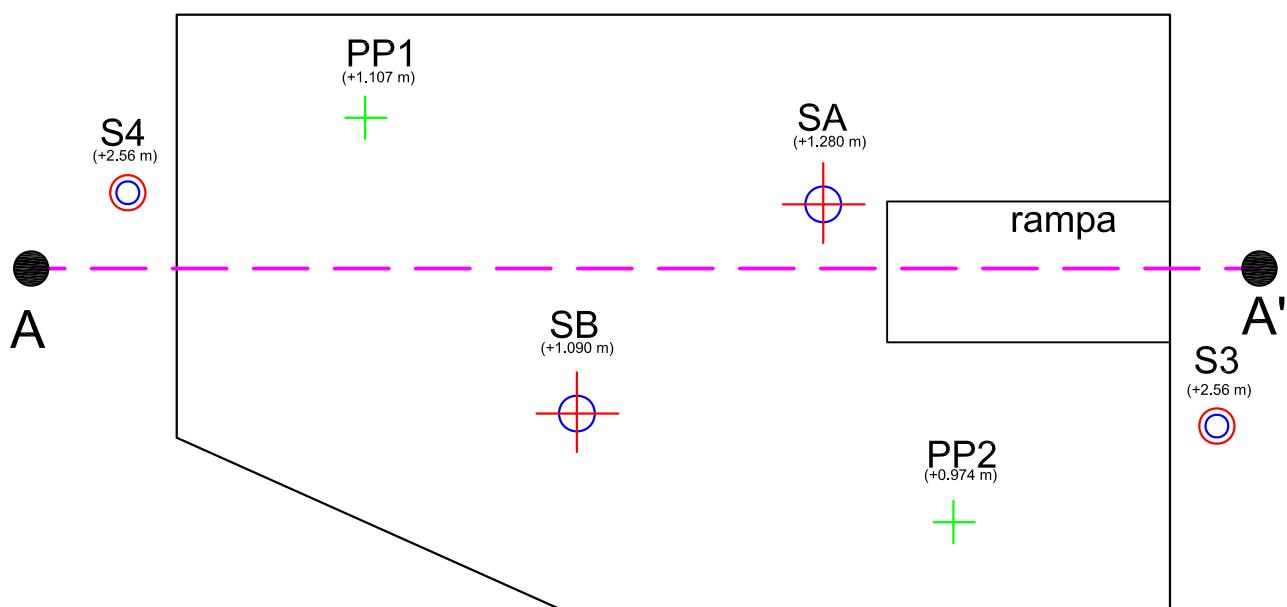
**INDAGINI INTEGRATIVE PER LA REALIZZAZIONE DI UN
NUOVO FABBRICATO DA REALIZZARSI IN ZONA
RETROPORTUALE A LA SPEZIA**

- 1) UBICAZIONE SONDAGGI E PROVE
- 2) STRATIGRAFIE SONDAGGI
- 3) SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

de nobili
ferrari

SCHEMA PLANIMETRICO CON UBICAZIONE SONDAGGI, PROVE PENETROMETRICHE E TRACCIA SEZIONE

Viale San Bartolomeo



Sondaggi geotecnici campagna indagini Giugno 2001



Sondaggi geotecnici campagna indagini Ottobre 2008



Prove penetrometriche statiche campagna indagini Ottobre 2008

(+1.107 m)

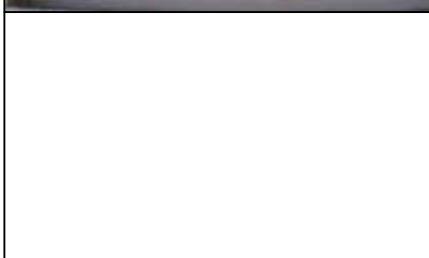
Quota punti di indagine sul l.m.m.



Traccia sezione geologica e geotecnica

COMMITTENTE: Terrestre Immobiliare	LUNG. SONDAGGIO: 23,0 metri	Quota sul l.m.m.: 1,280 metri	TIPO CAROTAGGIO: Carotaggio continuo	CERTIFICATO n°: 1	OPERATORE: Valter Molinari	INDAGINE: Realizzazione nuovo edificio	COORDINATE: 44°06'39,57"N; 9°50'40,56"E	TIPO SONDA: Ellettari EK650C	PAGINA: 1 di 1	INIZIO / FINE: 28.10.08 / 30.10.08
NOTE:										

SONDAGGIO: **SA**

Foto cassette catalogatrici	Scala (m)	Metodo perforaz.	Quota livello strato p.c.	Stratigrafia	Descrizione litologia	Spess. strato (m)	Percent. di recupero	Quota livello falda (m)	SPT		Polet K ₆₀ (kg/cm)	Prelievo campioni		Percentuali granulometriche (%)				Limiti di Atterberg (%)		Ip	γ kN/mc	Taglio diretto		W (%)	K (m/s)			
									Profondità (m)	Tipo (n° colpi) (ϕ / Cu)		n° Prof. (m)	Tipo	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	LL	LP			Φ gradi	C kPa					
	1.00				Terreno di riporto eterogeneo																							
	6.00				Sabbia e ghiaia di colore grigio marrone con livelli limosi alla base (ciottoli poco arrotondati di diametro massimo 3 cm)																			7.0	e-05			
	8.00				Limo sabbioso di colore grigio, plastico con resti di conchiglia																							
	10.00				Limo grigio plastico con torba e resti di conchiglia																					1.7	e-06	
	16.50				Limo sabbioso di colore varabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglia																							
	21.50				Argilla con limo di colore ocra grigio																						5.3	e-10
	23.00				Sabbia limosa sciolta di colore grigio																							
					FINE SONDAGGIO																							

PROVE SPT: PA punta aperta, PC punta chiusa; PERMEABILITÀ: LE lefranc, LU Lugeon

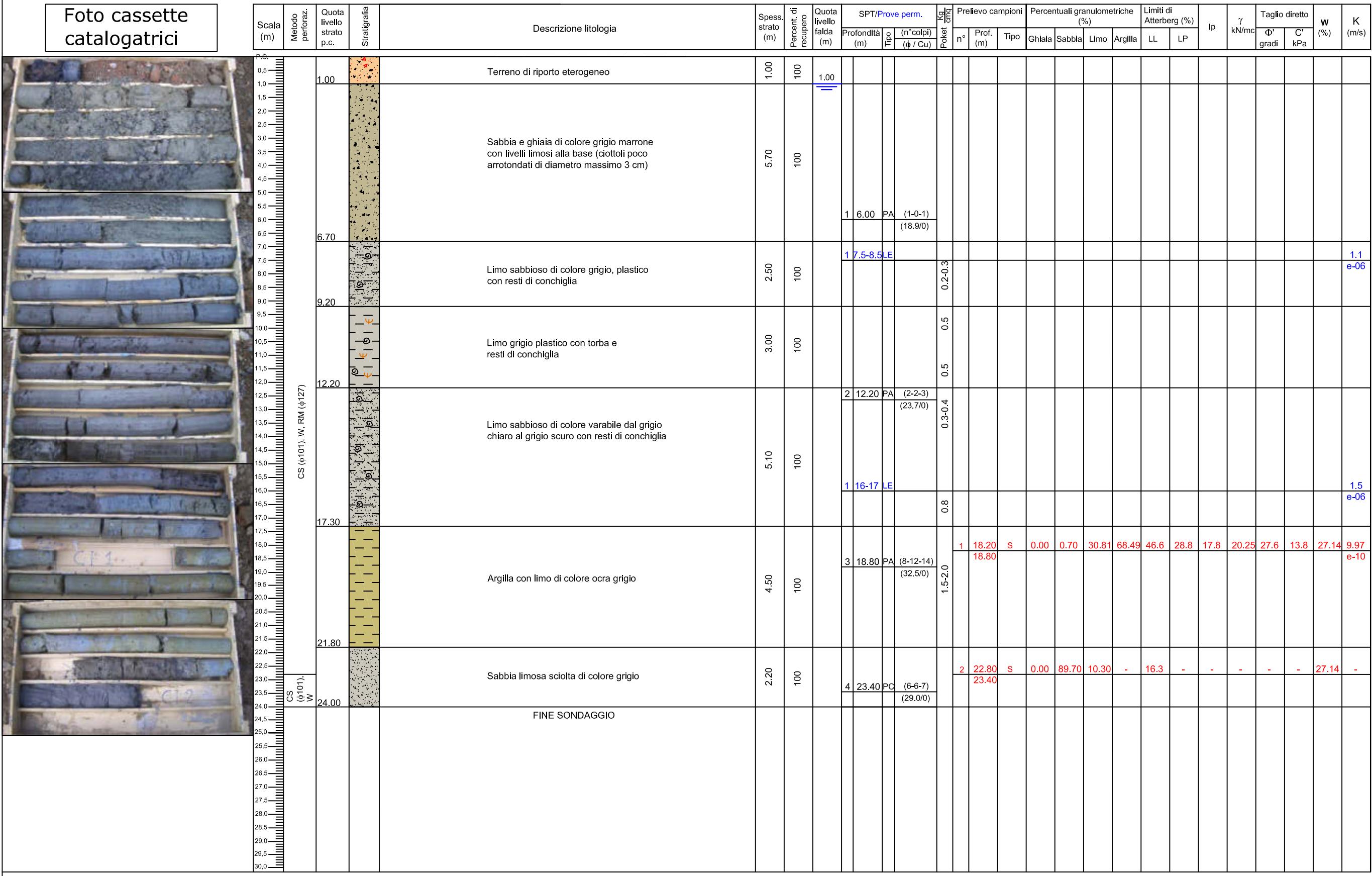
RIVESTIMENTO: RM rivestimento metallico, FB fanghi bentonitici

CAMPIONI: S pareti sottili, O osterberg, M mazler, R rimaneggiato, RS rimaneggiato da SPT

PERFORAZIONE: CS carottere semplice, CD carottere doppio, EC elica continua, DN distruzione di nucleo, D corona diamante, W corona Widia

COMMITTENTE: Terrestre Immobiliare	LUNG. SONDAGGIO: 24,0 metri	Quota sul l.m.m.: 1,090 metri	TIPO CAROTAGGIO: Carotaggio continuo	CERTIFICATO n°: 2	OPERATORE: Valter Molinari	INDAGINE: Realizzazione nuovo edificio	COORDINATE: 44°06'39,57"N; 9°50'40,56"E	TIPO SONDA: Ellettari EK650C	PAGINA: 1 di 1	INIZIO / FINE: 27.10.08 / 28.10.08
NOTE:										

SONDAGGIO: **SB**



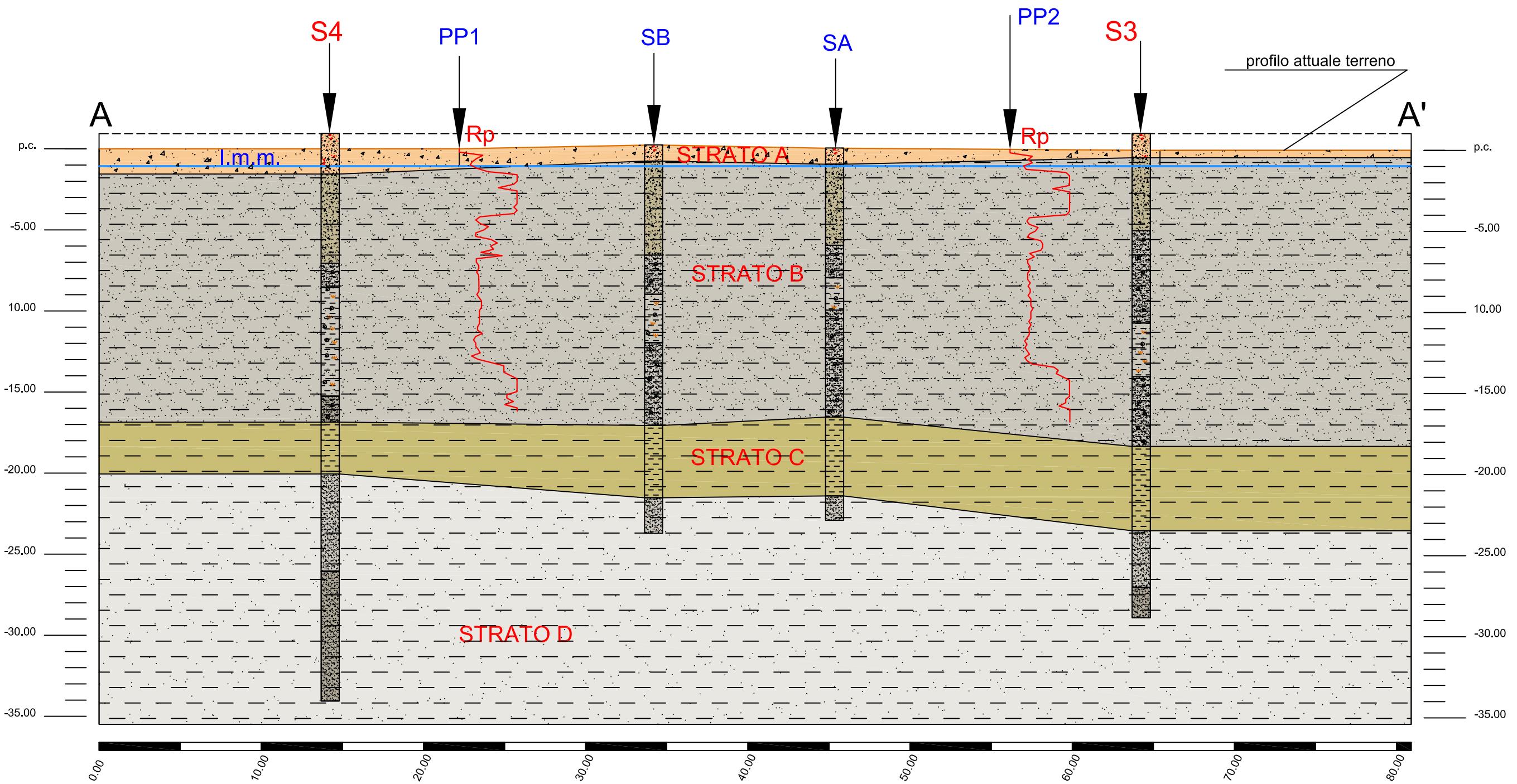
PROVE SPT: PA punta aperta, PC punta chiusa; PERMEABILITÀ: LE lefranc, LU Lugeon

CAMPIONI: S pareti sottili, O osterberg, M mazler, R rimaneggiato, RS rimaneggiato da SPT

RIVESTIMENTO: RM rivestimento metallico, FB fanghi bentonitici

PERFORAZIONE: CS carottere semplice, CD carottere doppio, EC elica continua, DN distruzione di nucleo, D corona diamante, W corona Widia

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA



STRATO A:
Terreno di riporto



STRATO B:
Alternanze di sabbie e limi



STRATO C:
Argilla con limo



STRATO D:
Alternanze di sabbie e limi

S3-S4

Sondaggi geotecnici campagna indagini Giugno 2001

SA-SB

Sondaggi geotecnici campagna indagini Ottobre 2008

PP1-PP2

Prove penetrometriche statiche campagna indagini Ottobre 2008



FERRARI DE NOBILI
S.r.l.
Sede Legale: Via Levanto n. 9 - 19126 La Spezia-
Sede Amm.va: Via C. Arzelà n. 76 - 19123 La Spezia-
Tel: 0187/713950 Fax: 0187/717589
C.F. e P.IVA: 01141690113
R.E.A. C.C.I.A.A. della Spezia n. 104215

COMMITTENTE: TERRESTRE IMMOBILIARE S.R.L.

LAVORO

**INDAGINI INTEGRATIVE PER LA REALIZZAZIONE DI UN
NUOVO FABBRICATO DA REALIZZARSI IN ZONA
RETROPORTUALE A LA SPEZIA**

**CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE S.P.T.
(STANDARD PENETRATION TEST)**

de nobili
ferrari

PROVA PENETROMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO
STANDARD PENETRATION TEST S.P.T.

Direttore lavori	<i>Dott. Iacopo De Nobili</i>
Committente	<i>Terrestre Immobiliare S.r.l.</i>
Cantiere	<i>Area retroportuale Terrestre Marittima</i>
Località	<i>La Spezia</i>
Data	<i>Ottobre 2008</i>

ELABORAZIONE PROVA

SONDAGGIO N	SA
PROVA N	1

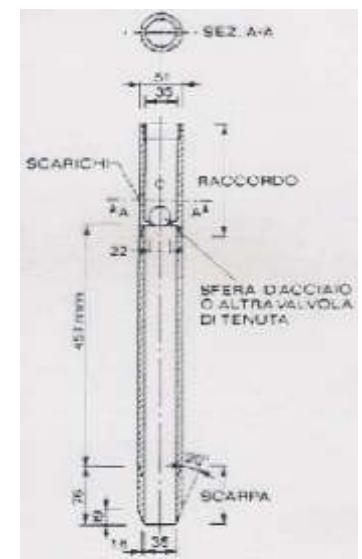
CARATTERISTICHE STRUMENTO	
Peso del maglio	63,5 Kg
Altezza di caduta	76,2 cm
Tipo di punta utilizzata	Punta aperta

Profondità inizio prova :		
da livello mare	mt	
da fondo marino	mt	
da piano campagna	mt	<i>9,8</i>

da 0 a 15 cm. numero colpi	2
da 15 a 30 cm. numero colpi	3
da 30 a 45 cm. numero colpi	3

Numero colpi da 15 a 45 cm.	6
Numero colpi corretto in falda	10,5

SCHEMA CAMPIONATORE



Riferimento stratigrafico	<i>Limo sabbioso di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglia</i>
---------------------------	--

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO ϕ (gradi)	24,5
--	-------------

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cmq)	0
---	----------

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

PROVA PENETROMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO
STANDARD PENETRATION TEST S.P.T.

Direttore lavori	<i>Dott. Iacopo De Nobili</i>
Committente	<i>Terrestre Immobiliare S.r.l.</i>
Cantiere	<i>Area retroportuale Terrestre Marittima</i>
Località	<i>La Spezia</i>
Data	<i>Ottobre 2008</i>

ELABORAZIONE PROVA

SONDAGGIO N	SA
PROVA N	2

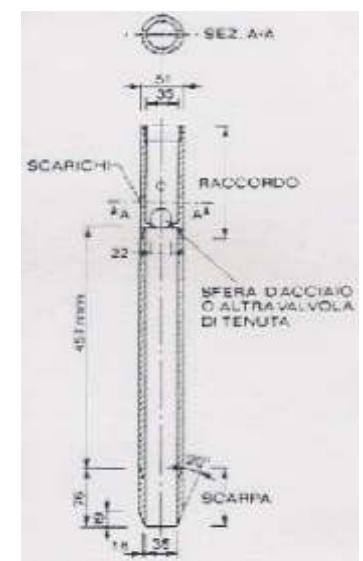
CARATTERISTICHE STRUMENTO	
Peso del maglio	63,5 Kg
Altezza di caduta	76,2 cm
Tipo di punta utilizzata	Punta aperta

Profondità inizio prova :		
da livello mare	mt	
da fondo marino	mt	
da piano campagna	mt	18,7

da 0 a 15 cm. numero colpi	8
da 15 a 30 cm. numero colpi	13
da 30 a 45 cm. numero colpi	13

Numero colpi da 15 a 45 cm.	26
Numero colpi corretto in falda	20,5

SCHEMA CAMPIONATORE



Riferimento stratigrafico	Argilla con limo di colore ocra grigio
---------------------------	--

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO ϕ (gradi)	32,5
--	-------------

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cmq)	0
---	----------

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

PROVA PENETROMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO
STANDARD PENETRATION TEST S.P.T.

Direttore lavori	<i>Dott. Iacopo De Nobili</i>
Committente	<i>Terrestre Immobiliare S.r.l.</i>
Cantiere	<i>Area retroportuale Terrestre Marittima</i>
Località	<i>La Spezia</i>
Data	<i>Ottobre 2008</i>

ELABORAZIONE PROVA

SONDAGGIO N	SA
PROVA N	3

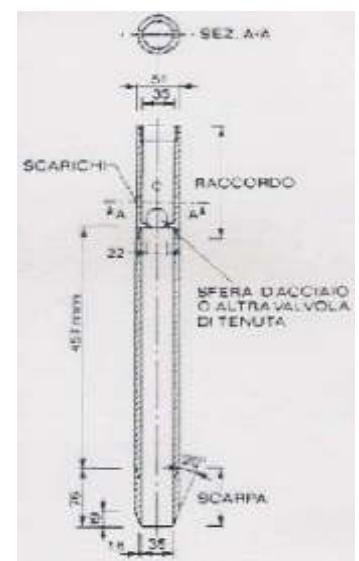
CARATTERISTICHE STRUMENTO	
Peso del maglio	63,5 Kg
Altezza di caduta	76,2 cm
Tipo di punta utilizzata	Punta aperta

Profondità inizio prova :		
da livello mare	mt	
da fondo marino	mt	
da piano campagna	mt	22

da 0 a 15 cm. numero colpi	5
da 15 a 30 cm. numero colpi	6
da 30 a 45 cm. numero colpi	8

Numero colpi da 15 a 45 cm.	14
Numero colpi corretto in falda	14,5

SCHEMA CAMPIONATORE



Riferimento stratigrafico	<i>Sabbia limosa sciolta di colore grigio</i>
---------------------------	---

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO ϕ (gradi)	29,5
--	-------------

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cmq)	0
---	----------

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

PROVA PENETROMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO
STANDARD PENETRATION TEST S.P.T.

Direttore lavori	<i>Dott. Iacopo De Nobili</i>
Committente	<i>Terrestre Immobiliare S.r.l.</i>
Cantiere	<i>Area retroportuale Terrestre Marittima</i>
Località	<i>La Spezia</i>
Data	<i>Ottobre 2008</i>

ELABORAZIONE PROVA

SONDAGGIO N	SB
PROVA N	1

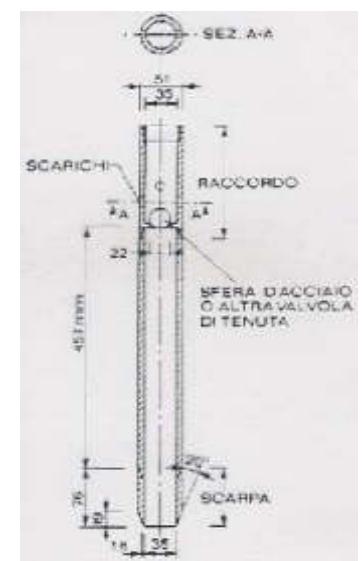
CARATTERISTICHE STRUMENTO	
Peso del maglio	63,5 Kg
Altezza di caduta	76,2 cm
Tipo di punta utilizzata	Punta aperta

Profondità inizio prova :		
da livello mare	mt	
da fondo marino	mt	
da piano campagna	mt	6

da 0 a 15 cm. numero colpi	1
da 15 a 30 cm. numero colpi	0
da 30 a 45 cm. numero colpi	1

Numero colpi da 15 a 45 cm.	1
Numero colpi corretto in falda	8

SCHEMA CAMPIONATORE



Riferimento stratigrafico	<i>Sabbia e ghiaia di colore grigio marrone con livelli limosi alla base</i>
---------------------------	--

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO ϕ (gradi)	18,9
--	-------------

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cmq)	0
---	----------

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

PROVA PENETROMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO
STANDARD PENETRATION TEST S.P.T.

Direttore lavori	<i>Dott. Iacopo De Nobili</i>
Committente	<i>Terrestre Immobiliare S.r.l.</i>
Cantiere	<i>Area retroportuale Terrestre Marittima</i>
Località	<i>La Spezia</i>
Data	<i>Ottobre 2008</i>

ELABORAZIONE PROVA

SONDAGGIO N	SB
PROVA N	2

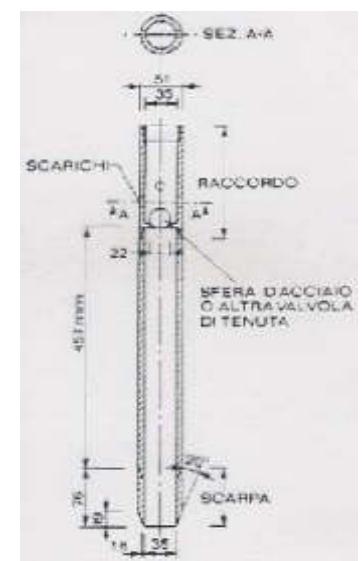
CARATTERISTICHE STRUMENTO	
Peso del maglio	63,5 Kg
Altezza di caduta	76,2 cm
Tipo di punta utilizzata	Punta aperta

Profondità inizio prova :		
da livello mare	mt	
da fondo marino	mt	
da piano campagna	mt	12,2

da 0 a 15 cm. numero colpi	2
da 15 a 30 cm. numero colpi	2
da 30 a 45 cm. numero colpi	3

Numero colpi da 15 a 45 cm.	5
Numero colpi corretto in falda	10

SCHEMA CAMPIONATORE



Riferimento stratigrafico	<i>Limo sabbioso di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglia</i>
---------------------------	--

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO ϕ (gradi)	23,7
--	-------------

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cmq)	0
---	----------

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

PROVA PENETROMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO
STANDARD PENETRATION TEST S.P.T.

Direttore lavori	<i>Dott. Iacopo De Nobili</i>
Committente	<i>Terrestre Immobiliare S.r.l.</i>
Cantiere	<i>Area retroportuale Terrestre Marittima</i>
Località	<i>La Spezia</i>
Data	<i>Ottobre 2008</i>

ELABORAZIONE PROVA

SONDAGGIO N	SB
PROVA N	3

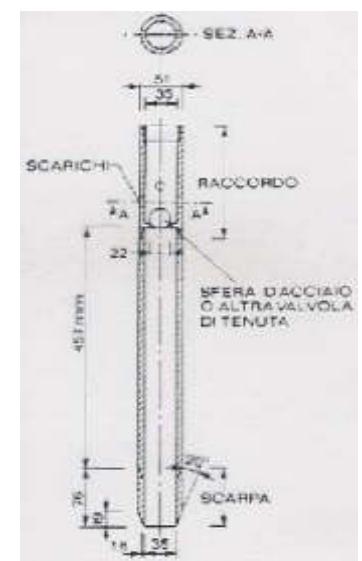
CARATTERISTICHE STRUMENTO	
Peso del maglio	63,5 Kg
Altezza di caduta	76,2 cm
Tipo di punta utilizzata	Punta aperta

Profondità inizio prova :		
da livello mare	mt	
da fondo marino	mt	
da piano campagna	mt	18,8

da 0 a 15 cm. numero colpi	8
da 15 a 30 cm. numero colpi	12
da 30 a 45 cm. numero colpi	14

Numero colpi da 15 a 45 cm.	26
Numero colpi corretto in falda	20,5

SCHEMA CAMPIONATORE



Riferimento stratigrafico	Argilla con limo di colore ocra grigio
---------------------------	--

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO ϕ (gradi)	32,5
--	-------------

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cmq)	0
---	----------

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

PROVA PENETROMETRICA IN FORO DI SONDAGGIO
STANDARD PENETRATION TEST S.P.T.

Direttore lavori	<i>Dott. Iacopo De Nobili</i>
Committente	<i>Terrestre Immobiliare S.r.l.</i>
Cantiere	<i>Area retroportuale Terrestre Marittima</i>
Località	<i>La Spezia</i>
Data	<i>Ottobre 2008</i>

ELABORAZIONE PROVA

SONDAGGIO N	SB
PROVA N	4

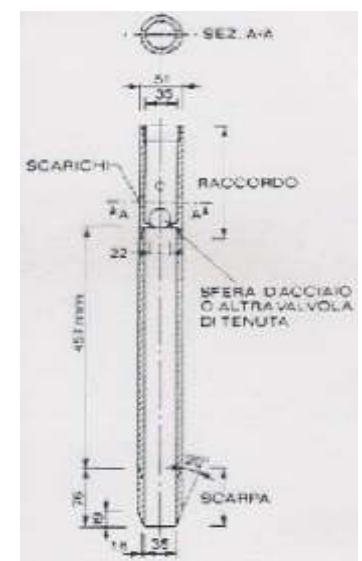
CARATTERISTICHE STRUMENTO	
Peso del maglio	63,5 Kg
Altezza di caduta	76,2 cm
Tipo di punta utilizzata	Punta aperta

Profondità inizio prova :		
da livello mare	mt	
da fondo marino	mt	
da piano campagna	mt	23,4

da 0 a 15 cm. numero colpi	6
da 15 a 30 cm. numero colpi	6
da 30 a 45 cm. numero colpi	7

Numero colpi da 15 a 45 cm.	13
Numero colpi corretto in falda	14

SCHEMA CAMPIONATORE



Riferimento stratigrafico	<i>Sabbia limosa sciolta di colore grigio</i>
---------------------------	---

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO ϕ (gradi)	29,0
--	-------------

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cmq)	0
---	----------

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili



FERRARI DE NOBILI
S.r.l.
Sede Legale: Via Levanto n. 9 - 19126 La Spezia-
Sede Amm.va: Via C. Arzelà n. 76 - 19123 La Spezia-
Tel: 0187/713950 Fax: 0187/717589
C.F. e P.IVA: 01141690113
R.E.A. C.C.I.A.A. della Spezia n. 104215

COMMITTENTE: TERRESTRE IMMOBILIARE S.R.L.

LAVORO

**INDAGINI INTEGRATIVE PER LA REALIZZAZIONE DI UN
NUOVO FABBRICATO DA REALIZZARSI IN ZONA
RETROPORTUALE A LA SPEZIA**

ELABORAZIONE PROVE DI PERMEABILITÀ'

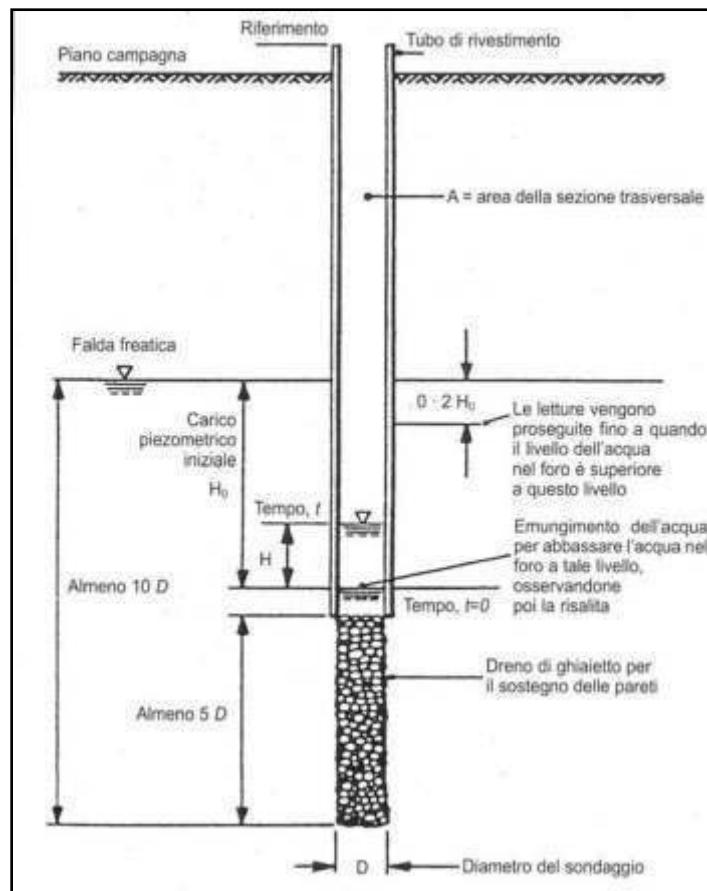
TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

de nobili
ferrari

ELABORAZIONE PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente:	Terrete immobiliare S.r.l.		Sondaggio:	SA
Cantiere:	Realizzazione nuovo edificio		Prova n.:	1
Tratto provato:	da m	4,00	a m	5,00
Sporgenza rivestimento (p.r.):		1,50	m da p.c.	
Liv. Statico falda acquifera		-1,00	m da p.c.	
Liv. statico ho presunto/misurato :		2,50	m da p.r.	

d (m)	0,12
D (m)	0,14
L (m)	1,00
A (m²)	0,01
F (m)	2,93



NOTE

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato calcolato mediante la seguente

espressione:

$$K = A/F \cdot T$$

dove:

A = area della sezione trasversale interessata (m²);

F = fattore di forma (m);

T = tempo di riequilibrio (sec).

Per il fattore forma si è preso in considerazione il valore ricavato dalle relazioni Hvorslev (1951).

Il tempo di equilibrio T è stato calcolato tramite il diagramma $h/h_0 - t$ considerando

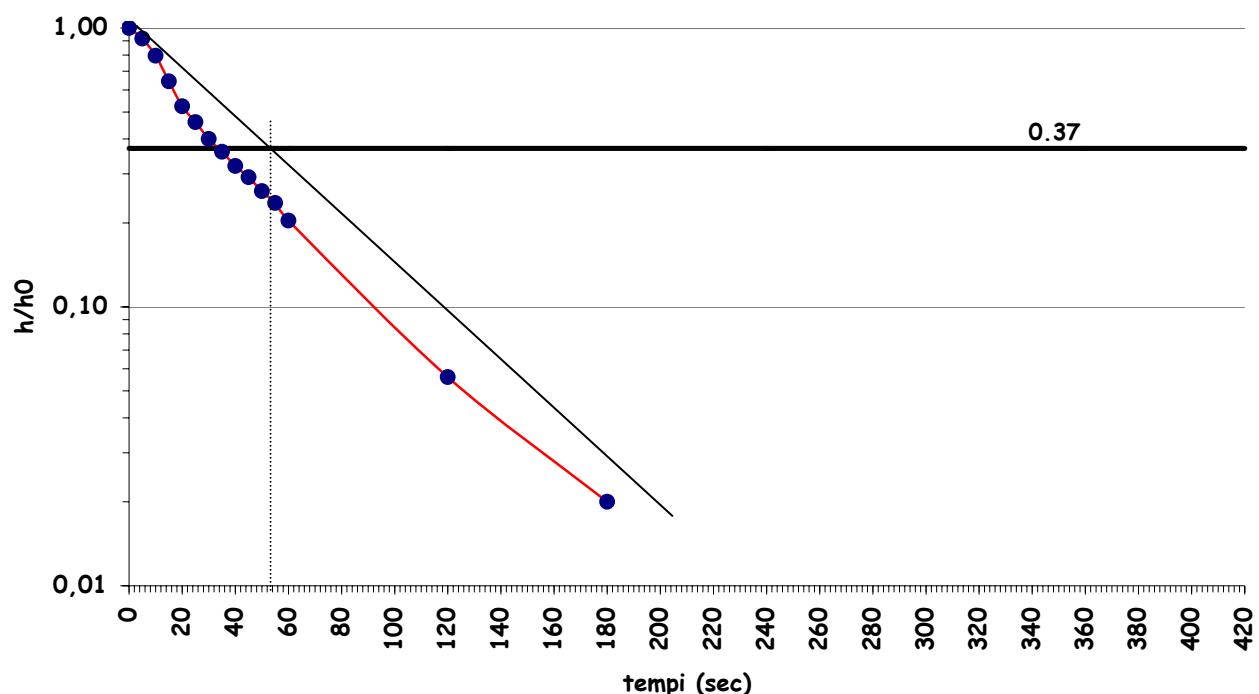
l'intersezione con il valore di h/h_0 di 0,37.

Tempi di misura	Abbassamenti (m)	h	h/h ₀
secondi	da p.r.	da liv. Stat.	m
0	0,00	2,50	1,00
5	0,21	2,29	0,92
10	0,51	1,99	0,80
15	0,89	1,61	0,64
20	1,19	1,31	0,52
25	1,35	1,15	0,46
30	1,50	1,00	0,40
35	1,60	0,90	0,36
40	1,70	0,80	0,32
45	1,77	0,73	0,29
50	1,85	0,65	0,26
55	1,91	0,59	0,24
60	1,99	0,51	0,20
120	2,36	0,14	0,06
180	2,45	0,05	0,02
240			
360			
420			

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Sabbia e ghiaia di colore grigio marrone con livelli limosi alla base

- INIZIO PROVA: 28/10/2008, 10:15
- FINE PROVA: 28/10/2008, 10:19
- Temperatura falda: 13 °C
- Temperatura acqua immessa: 11 °C
- Temperatura esterna: 15 °C



tempo di riequilibrio (T) sec 55

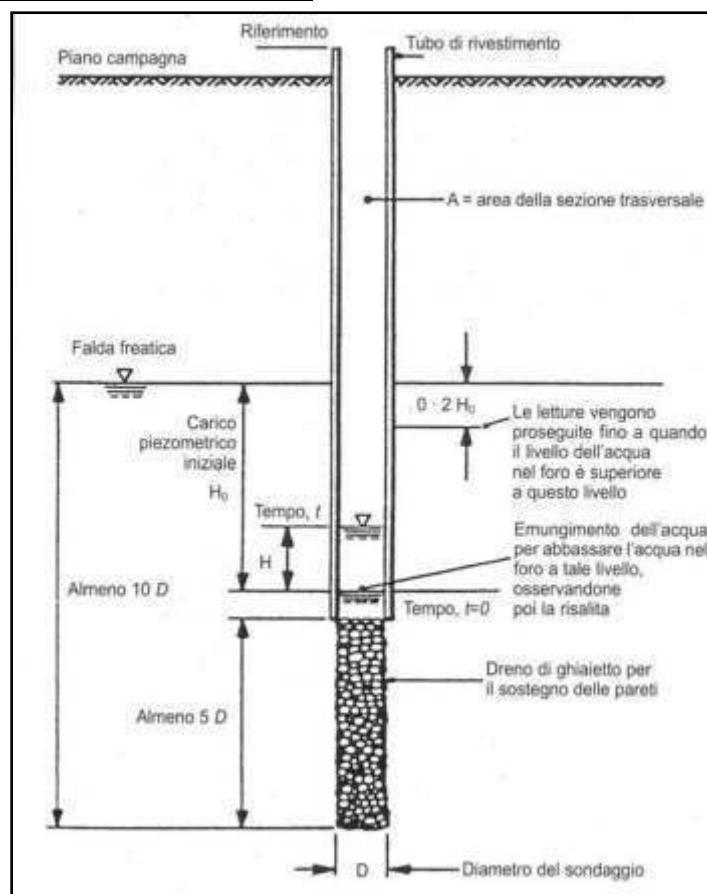
PERMEABILITA'	$K = A/(F*T)$	$7,0E-05$	m/sec
		$7,0E-03$	cm/sec

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

ELABORAZIONE PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente:	Terrete immobiliare S.r.l.		Sondaggio:	SA
Cantiere:	Realizzazione nuovo edificio		Prova n.:	2
Tratto provato:	da m	13,00	a m	14,00
Sporgenza rivestimento (p.r.):		1,50	m da p.c.	
Liv. Statico falda acquifera		-1,00	m da p.c.	
Liv. statico ho presunto/misurato :		2,50	m da p.r.	

d (m)	0,12
D (m)	0,14
L (m)	1,00
A (m²)	0,01
F (m)	2,93



NOTE

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato calcolato mediante la seguente

espressione:

$$K = A/F \cdot T$$

dove:

A = area della sezione trasversale interessata (m²);

F = fattore di forma (m);

T = tempo di riequilibrio (sec).

Per il fattore forma si è preso in considerazione il valore ricavato dalle relazioni Hvorslev (1951).

Il tempo di equilibrio T è stato calcolato tramite il diagramma $h/h_0 - t$ considerando

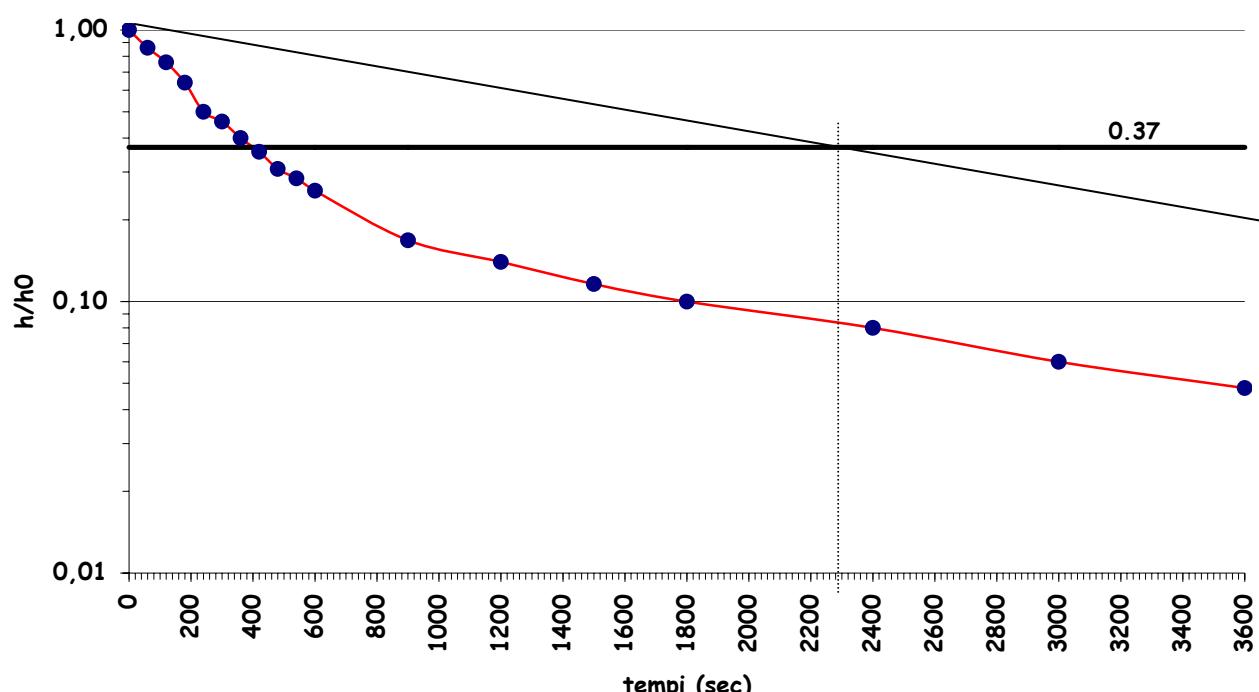
l'intersezione con il valore di h/h_0 di 0,37.

Tempi di misura	Abbassamenti (m)	h	h/h ₀
secondi	da p.r.	da liv. Stat.	m
0	0,00	2,50	1,00
60	0,35	2,15	0,86
120	0,60	1,90	0,76
180	0,90	1,60	0,64
240	1,25	1,25	0,50
300	1,35	1,15	0,46
360	1,50	1,00	0,40
420	1,61	0,89	0,36
480	1,73	0,77	0,31
540	1,79	0,71	0,28
600	1,86	0,64	0,26
900	2,08	0,42	0,17
1200	2,15	0,35	0,14
1500	2,21	0,29	0,12
1800	2,25	0,25	0,10
2400	2,30	0,20	0,08
3000	2,35	0,15	0,06
3600	2,38	0,12	0,05

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglia

- INIZIO PROVA: 30/10/2008, 10:57
- FINE PROVA: 30/10/2008, 11:57
- Temperatura falda: 13 °C
- Temperatura acqua immessa: 11 °C
- Temperatura esterna: 15 °C



tempo di riequilibrio (T) sec 2280

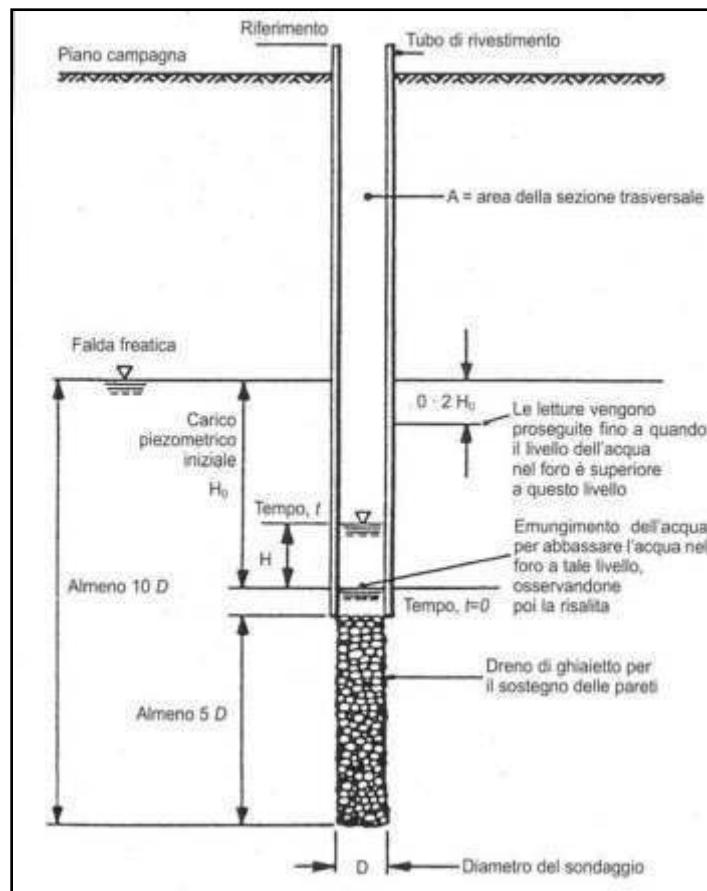
PERMEABILITA'	$K = A/(F*T)$	1,7E-06	m/sec
		1,7E-04	cm/sec

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

ELABORAZIONE PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente:	Terrete immobiliare S.r.l.	Sondaggio:	SB
Cantiere:	Realizzazione nuovo edificio	Prova n.:	1
Tratto provato:	da m 7,50 a m 8,50		
Sporgenza rivestimento (p.r.):	1,50 m da p.c.		
Liv. Statico falda acquifera	-1,00 m da p.c.		
Liv. statico ho presunto/misurato :	2,50 m da p.r.		

d (m)	0,12
D (m)	0,14
L (m)	1,00
A (m²)	0,01
F (m)	2,93



NOTE

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato calcolato mediante la seguente

espressione:

$$K = A/F \cdot T$$

dove:

A= area della sezione trasversale interessata (m²);

F= fattore di forma (m);

T= tempo di riequilibrio (sec).

Per il fattore forma si è preso in considerazione il valore ricavato dalle relazioni Hvorslev (1951).

Il tempo di equilibrio T è stato calcolato tramite il diagramma h/h₀ - t considerando

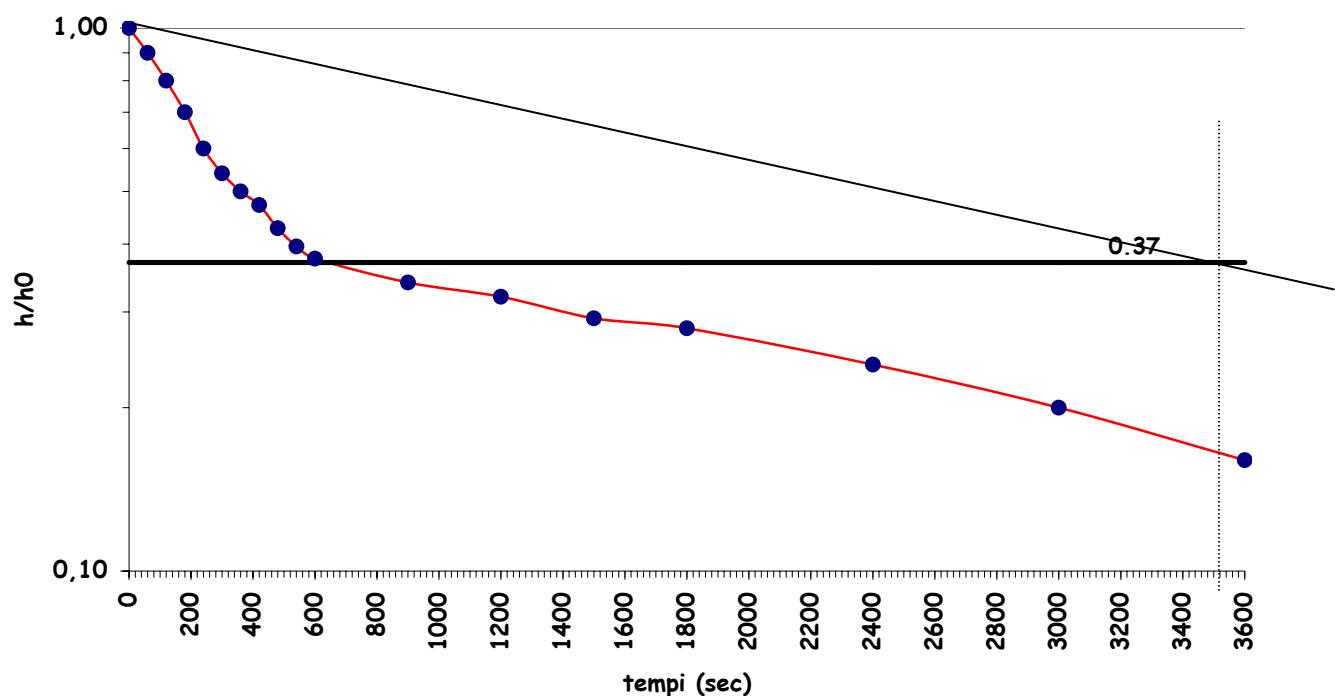
l'intersezione con il valore di h/h₀ di 0,37.

Tempi di misura	Abbassamenti (m)	h	h/h ₀
secondi	da p.r.	da liv. Stat.	m
0	0,00	2,50	1,00
60	0,25	2,25	0,90
120	0,50	2,00	0,80
180	0,75	1,75	0,70
240	1,00	1,50	0,60
300	1,15	1,35	0,54
360	1,25	1,25	0,50
420	1,32	1,18	0,47
480	1,43	1,07	0,43
540	1,51	0,99	0,40
600	1,56	0,94	0,38
900	1,65	0,85	0,34
1200	1,70	0,80	0,32
1500	1,77	0,73	0,29
1800	1,80	0,70	0,28
2400	1,90	0,60	0,24
3000	2,00	0,50	0,20
3600	2,10	0,40	0,16

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore grigio plastico con resti di conchiglia

- INIZIO PROVA: 27/10/2008, 11:30
- FINE PROVA: 27/10/2008, 12:30
- Temperatura falda: 13 °C
- Temperatura acqua immessa: 11 °C
- Temperatura esterna: 17 °C



tempo di riequilibrio (T) sec 3540

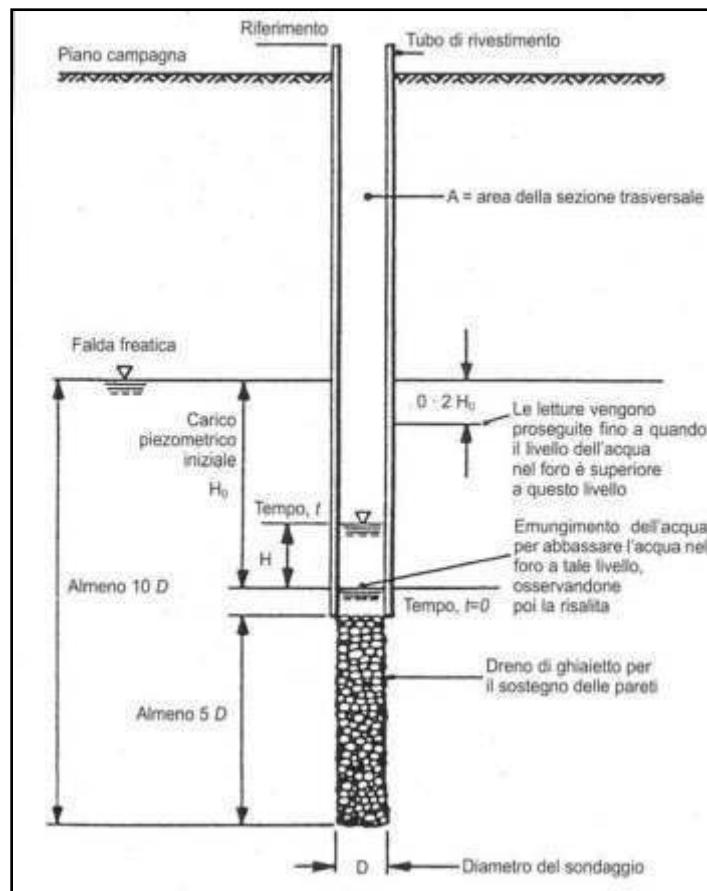
PERMEABILITA'	$K = A/(F*T)$	1,1E-06	m/sec
		1,1E-04	cm/sec

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

ELABORAZIONE PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente:	Terrete immobiliare S.r.l.		Sondaggio:	SB
Cantiere:	Realizzazione nuovo edificio		Prova n.:	2
Tratto provato:	da m	16,00	a m	17,00
Sporgenza rivestimento (p.r.):		1,50	m da p.c.	
Liv. Statico falda acquifera		-1,00	m da p.c.	
Liv. statico ho presunto/misurato :		2,50	m da p.r.	

d (m)	0,12
D (m)	0,14
L (m)	1,00
A (m²)	0,01
F (m)	2,93



NOTE

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato calcolato mediante la seguente

espressione:

$$K = A/F \cdot T$$

dove:

A= area della sezione trasversale interessata (m²);

F= fattore di forma (m);

T= tempo di riequilibrio (sec).

Per il fattore forma si è preso in considerazione il valore ricavato dalle relazioni Hvorslev (1951).

Il tempo di equilibrio T è stato calcolato tramite il diagramma h/h₀ - t considerando

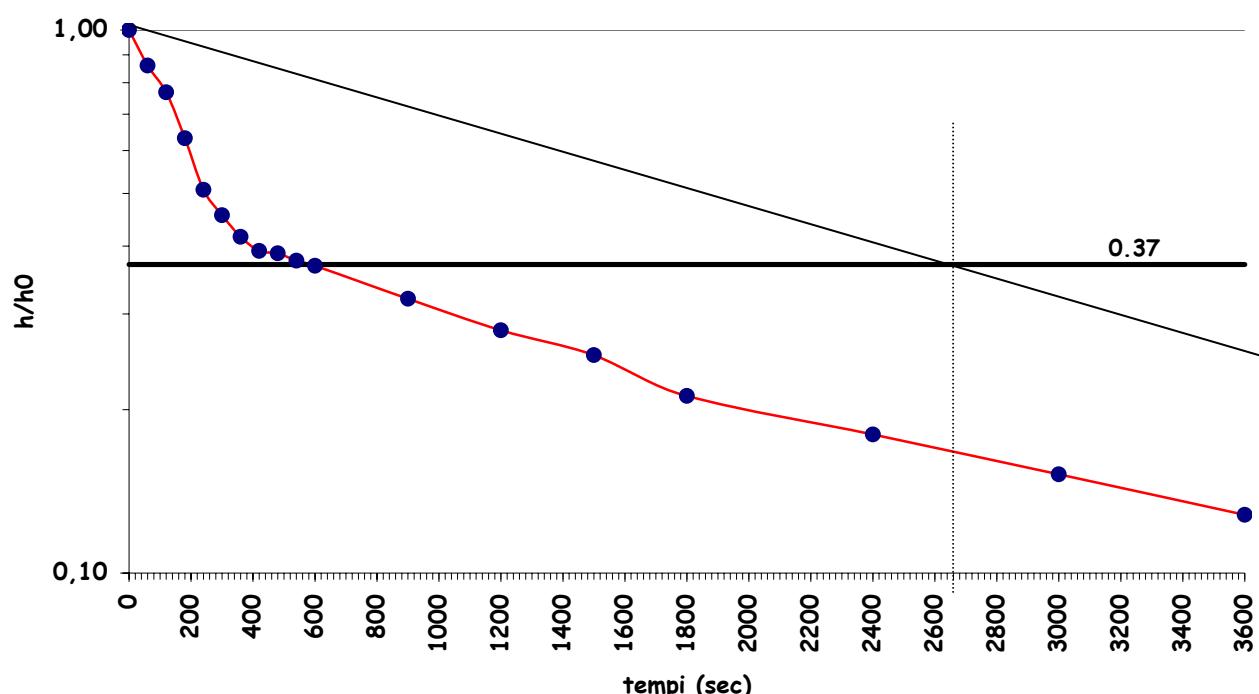
l'intersezione con il valore di h/h₀ di 0,37.

Tempi di misura	Abbassamenti (m)	h	h/h ₀
secondi	da p.r.	da liv. Stat.	m
0	0,00	2,50	1,00
60	0,35	2,15	0,86
120	0,58	1,92	0,77
180	0,92	1,58	0,63
240	1,23	1,27	0,51
300	1,36	1,14	0,46
360	1,46	1,04	0,42
420	1,52	0,98	0,39
480	1,53	0,97	0,39
540	1,56	0,94	0,38
600	1,58	0,92	0,37
900	1,70	0,80	0,32
1200	1,80	0,70	0,28
1500	1,87	0,63	0,25
1800	1,97	0,53	0,21
2400	2,05	0,45	0,18
3000	2,12	0,38	0,15
3600	2,18	0,32	0,13

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore grigio plastico con resti di conchiglia

- INIZIO PROVA: 28/10/2008, 11:30
- FINE PROVA: 28/10/2008, 12:30
- Temperatura falda: 13 °C
- Temperatura acqua immessa: 11 °C
- Temperatura esterna: 17 °C



tempo di riequilibrio (T) sec 2660

PERMEABILITA'	$K = A/(F*T)$	1,5E-06	m/sec
		1,5E-04	cm/sec

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili



FERRARI DE NOBILI S.r.l.
Sede Legale: Via Levanto n. 9 -19126 La Spezia-
Sede Amm.va: Via C. Arzelà n. 76 -19123 La Spezia-
Tel: 0187/713950 Fax: 0187/717589
C.F. e P.IVA: 01141690113
R.E.A. C.C.I.A.A. della Spezia n. 104215

COMMITTENTE: TERRESTRE IMMOBILIARE S.R.L.



LAVORO

INDAGINI INTEGRATIVE PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO FABBRICATO DA REALIZZARSI IN ZONA RETROPORTUALE A LA SPEZIA

DIAGRAMMI E TABELLE PROVE PENETROMETRICHE

STATICHE C.P.T. (CONE PENETRATION TEST)

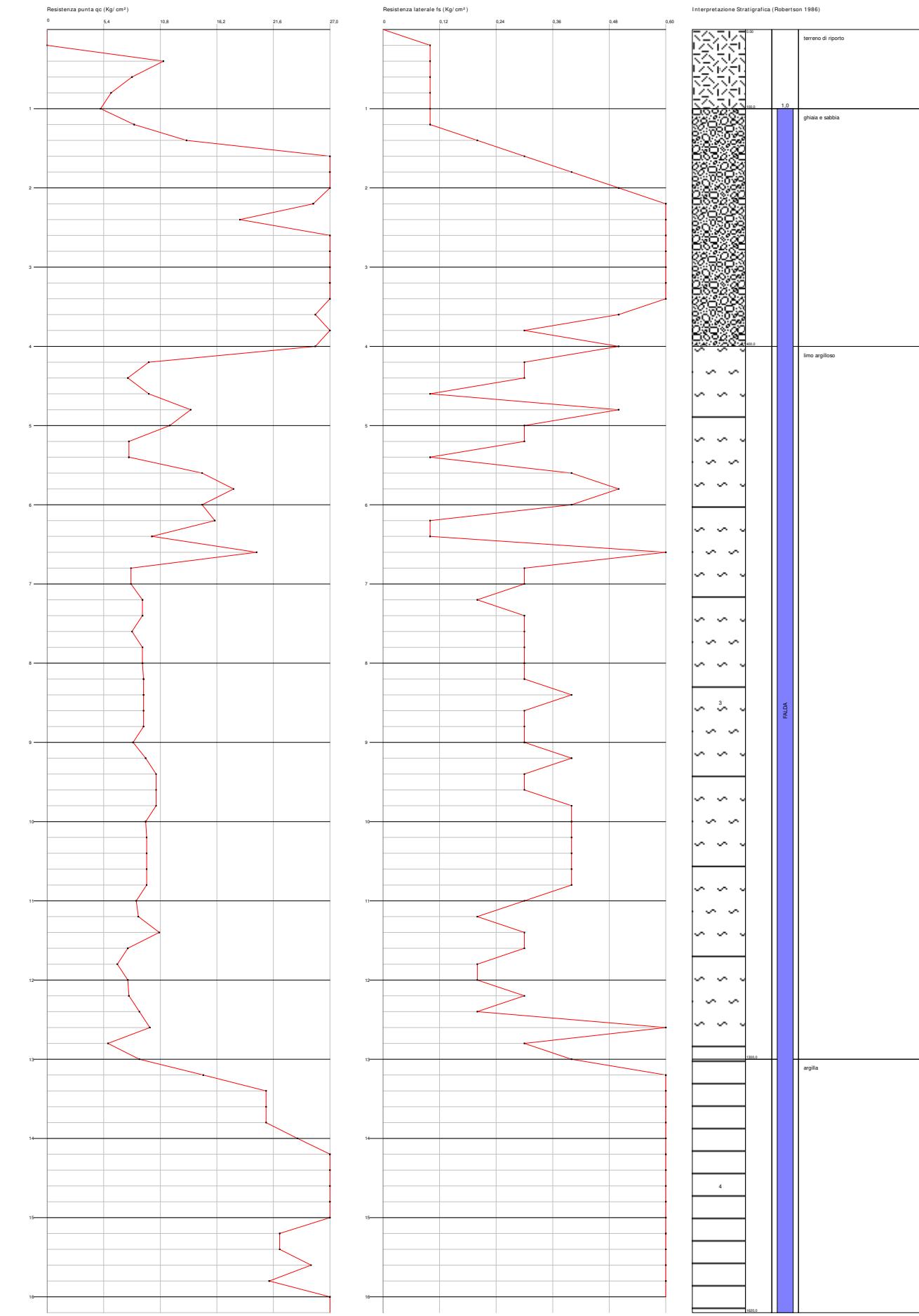
nobilità
DI UN
NA
de
CHE
T)
i
fermarri

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs

Committente :
Terrestre Immobiliare S.r.l.
Città :
Costruzione nuovo fabbricato
Località :
La Spezia

Data : 06/11/2008

Scala 1:67



PROVA Nr.1

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 06/11/2008

Profondità prova: 16,20 mt

Falda: -1,00 metri da piano campagna

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	
0,40	11,0	13,0	11,1	0,1	111,0	0,9
0,60	8,0	10,0	8,1	0,1	81,0	1,2
0,80	6,0	7,0	6,1	0,1	61,0	1,6
1,00	5,0	6,0	5,1	0,1	51,0	2,0
1,20	8,0	10,0	8,3	0,1	83,0	1,2
1,40	13,0	15,0	13,3	0,2	66,5	1,5
1,60	27,0	30,0	27,3	0,3	91,0	1,1
1,80	34,0	39,0	34,3	0,4	85,8	1,2
2,00	49,0	55,0	49,3	0,5	98,6	1,0
2,20	25,0	33,0	25,4	0,7	36,3	2,8
2,40	18,0	28,0	18,4	1,2	15,3	6,5
2,60	64,0	82,0	64,4	3,0	21,5	4,7
2,80	88,0	133,0	88,4	0,7	126,3	0,8
3,00	71,0	81,0	71,4	2,1	34,0	2,9
3,20	44,0	76,0	44,6	1,2	37,2	2,7
3,40	38,0	56,0	38,6	0,7	55,1	1,8
3,60	25,0	36,0	25,6	0,5	51,2	2,0
3,80	35,0	42,0	35,6	0,3	118,7	0,8
4,00	25,0	30,0	25,6	0,5	51,2	2,0
4,20	9,0	17,0	9,7	0,3	32,3	3,1
4,40	7,0	12,0	7,7	0,3	25,7	3,9
4,60	9,0	14,0	9,7	0,1	97,0	1,0
4,80	13,0	15,0	13,7	0,5	27,4	3,6
5,00	11,0	19,0	11,7	0,3	39,0	2,6
5,20	7,0	12,0	7,8	0,3	26,0	3,8
5,40	7,0	11,0	7,8	0,1	78,0	1,3
5,60	14,0	16,0	14,8	0,4	37,0	2,7
5,80	17,0	23,0	17,8	0,5	35,6	2,8
6,00	14,0	21,0	14,8	0,4	37,0	2,7
6,20	15,0	21,0	16,0	0,1	160,0	0,6
6,40	9,0	11,0	10,0	0,1	100,0	1,0
6,60	19,0	20,0	20,0	0,6	33,3	3,0
6,80	7,0	16,0	8,0	0,3	26,7	3,8
7,00	7,0	12,0	8,0	0,3	26,7	3,8
7,20	8,0	12,0	9,1	0,2	45,5	2,2
7,40	8,0	11,0	9,1	0,3	30,3	3,3
7,60	7,0	11,0	8,1	0,3	27,0	3,7
7,80	8,0	12,0	9,1	0,3	30,3	3,3
8,00	8,0	13,0	9,1	0,3	30,3	3,3
8,20	8,0	12,0	9,2	0,3	30,7	3,3
8,40	8,0	13,0	9,2	0,4	23,0	4,3
8,60	8,0	14,0	9,2	0,3	30,7	3,3
8,80	8,0	13,0	9,2	0,3	30,7	3,3
9,00	7,0	12,0	8,2	0,3	27,3	3,7
9,20	8,0	13,0	9,4	0,4	23,5	4,3
9,40	9,0	15,0	10,4	0,3	34,7	2,9
9,60	9,0	14,0	10,4	0,3	34,7	2,9
9,80	9,0	14,0	10,4	0,4	26,0	3,8
10,00	8,0	14,0	9,4	0,4	23,5	4,3
10,20	8,0	14,0	9,5	0,4	23,8	4,2
10,40	8,0	14,0	9,5	0,4	23,8	4,2
10,60	8,0	14,0	9,5	0,4	23,8	4,2
10,80	8,0	14,0	9,5	0,4	23,8	4,2
11,00	7,0	13,0	8,5	0,3	28,3	3,5
11,20	7,0	12,0	8,7	0,2	43,5	2,3

11,40	9,0	12,0	10,7	0,3	35,7	2,8
11,60	6,0	10,0	7,7	0,3	25,7	3,9
11,80	5,0	9,0	6,7	0,2	33,5	3,0
12,00	6,0	9,0	7,7	0,2	38,5	2,6
12,20	6,0	9,0	7,8	0,3	26,0	3,8
12,40	7,0	11,0	8,8	0,2	44,0	2,3
12,60	8,0	11,0	9,8	0,6	16,3	6,1
12,80	4,0	13,0	5,8	0,3	19,3	5,2
13,00	7,0	12,0	8,8	0,4	22,0	4,5
13,20	13,0	19,0	14,9	0,6	24,8	4,0
13,40	19,0	28,0	20,9	1,1	19,0	5,3
13,60	19,0	36,0	20,9	1,3	16,1	6,2
13,80	19,0	38,0	20,9	1,0	20,9	4,8
14,00	22,0	37,0	23,9	1,0	23,9	4,2
14,20	36,0	51,0	38,1	1,7	22,4	4,5
14,40	52,0	77,0	54,1	2,5	21,6	4,6
14,60	78,0	115,0	80,1	1,0	80,1	1,2
14,80	68,0	83,0	70,1	1,4	50,1	2,0
15,00	32,0	53,0	34,1	1,4	24,4	4,1
15,20	20,0	41,0	22,2	0,9	24,7	4,1
15,40	20,0	33,0	22,2	0,6	37,0	2,7
15,60	23,0	32,0	25,2	1,3	19,4	5,2
15,80	19,0	38,0	21,2	1,5	14,1	7,1
16,00	34,0	56,0	36,2	5,7	6,4	15,7

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	Terzaghi	0,5
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	Terzaghi	1,9

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	Metodo generale del modulo Edometrico	43,3
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	Metodo generale del modulo Edometrico	74,0

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	Cancelli 1980	340,1
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	Cancelli 1980	1336,9

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	Imai & Tomauchi	113,6
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	Imai & Tomauchi	254,3

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	P.W.Mayne 1991	7,61
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	P.W.Mayne 1991	9

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	Meyerhof	1,8
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	Meyerhof	2,1

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	0,1	0,0

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	Meyerhof	1,9
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	Meyerhof	2,2

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	24,2
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	55,3

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Meyerhof 1951	19,7
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Meyerhof 1951	34,1

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Robertson & Campanella 1983	12,2
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Robertson & Campanella 1983	76,0

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Robertson & Campanella da Schmertmann	32,5
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Robertson & Campanella da Schmertmann	57,9

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Imai & Tomauchi	84,5
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Imai & Tomauchi	258,5

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Stress-History	2,0
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Stress-History	2,9

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Kulhawy- Mayne (1990)	0,55
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Kulhawy- Mayne (1990)	0,70

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	0,28503	0,03705
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	0,11344	0,01475

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Meyerhof	1,9
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Meyerhof	2,2
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Meyerhof	2,1

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Robertson e Wride 1997	1,206
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Robertson e Wride 1997	5,428

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Piacentini- Righi 1988	1,95E-03
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Piacentini- Righi 1988	2,78E-04
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	Piacentini- Righi 1988	8,38E-06
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	Piacentini- Righi 1988	1,36E-07

Coefficiente di consolidazione

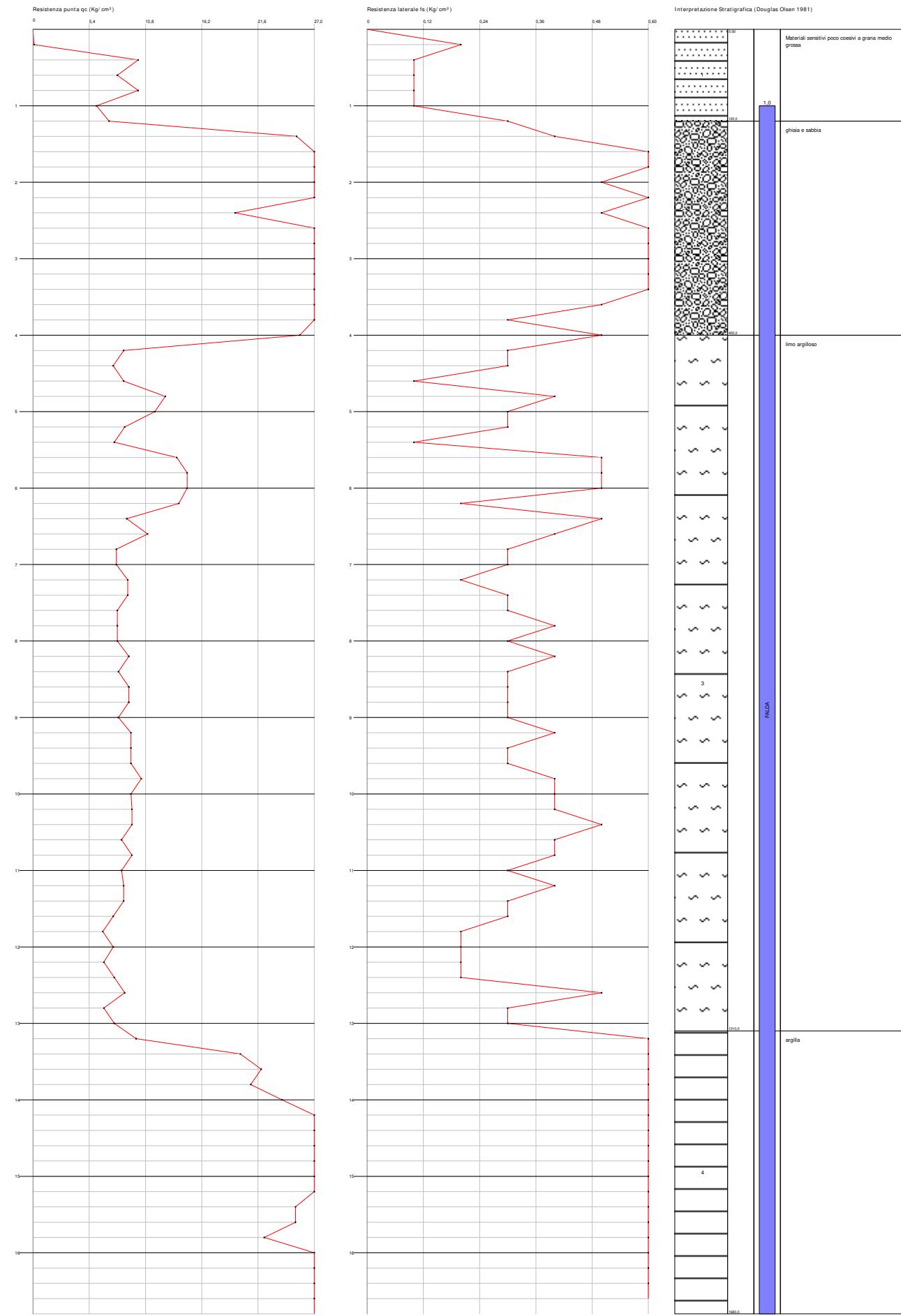
	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,00	6,1	0,1	0,1	0,1	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 2	4,00	38,0	0,8	0,5	0,3	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 3	13,00	9,9	0,3	1,6	0,8	Piacentini- Righi 1988	0,2489014
Strato 4	16,20	37,0	1,4	2,7	1,4	Piacentini- Righi 1988	1,507486E-02

Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs

Committente :
Terreste Immobiliare S.r.l.
Città :
Costruzione nuovo fabbricato
Località :
La Spezia

Data : 17/11/2008

Scala 1:69



PROVA Nr.2

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 17/11/2008

Profondità prova: 16,80 mt

Falda: -1,00 metri da piano campagna

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	200,0
0,40	10,0	13,0	10,1	0,1	101,0	1,0
0,60	8,0	10,0	8,1	0,1	81,0	1,2
0,80	10,0	11,0	10,1	0,1	101,0	1,0
1,00	6,0	7,0	6,1	0,1	61,0	1,6
1,20	7,0	9,0	7,3	0,3	24,3	4,1
1,40	25,0	29,0	25,3	0,4	63,3	1,6
1,60	32,0	38,0	32,3	0,9	35,9	2,8
1,80	38,0	52,0	38,3	0,7	54,7	1,8
2,00	44,0	54,0	44,3	0,5	88,6	1,1
2,20	27,0	34,0	27,4	0,7	39,1	2,6
2,40	19,0	30,0	19,4	0,5	38,8	2,6
2,60	28,0	35,0	28,4	2,9	9,8	10,2
2,80	57,0	101,0	57,4	0,8	71,8	1,4
3,00	65,0	77,0	65,4	2,1	31,1	3,2
3,20	45,0	77,0	45,6	2,1	21,7	4,6
3,40	47,0	78,0	47,6	0,9	52,9	1,9
3,60	36,0	50,0	36,6	0,5	73,2	1,4
3,80	35,0	42,0	35,6	0,3	118,7	0,8
4,00	25,0	30,0	25,6	0,5	51,2	2,0
4,20	8,0	16,0	8,7	0,3	29,0	3,4
4,40	7,0	11,5	7,7	0,3	25,7	3,9
4,60	8,0	13,0	8,7	0,1	87,0	1,1
4,80	12,0	14,0	12,7	0,4	31,8	3,1
5,00	11,0	17,0	11,7	0,3	39,0	2,6
5,20	8,0	12,0	8,8	0,3	29,3	3,4
5,40	7,0	11,0	7,8	0,1	78,0	1,3
5,60	13,0	15,0	13,8	0,5	27,6	3,6
5,80	14,0	21,0	14,8	0,5	29,6	3,4
6,00	14,0	21,0	14,8	0,5	29,6	3,4
6,20	13,0	21,0	14,0	0,2	70,0	1,4
6,40	8,0	11,0	9,0	0,5	18,0	5,6
6,60	10,0	18,0	11,0	0,4	27,5	3,6
6,80	7,0	13,0	8,0	0,3	26,7	3,8
7,00	7,0	12,0	8,0	0,3	26,7	3,8
7,20	8,0	12,0	9,1	0,2	45,5	2,2
7,40	8,0	11,0	9,1	0,3	30,3	3,3
7,60	7,0	12,0	8,1	0,3	27,0	3,7
7,80	7,0	12,0	8,1	0,4	20,3	4,9
8,00	7,0	13,0	8,1	0,3	27,0	3,7
8,20	8,0	12,0	9,2	0,4	23,0	4,3
8,40	7,0	13,0	8,2	0,3	27,3	3,7
8,60	8,0	13,0	9,2	0,3	30,7	3,3
8,80	8,0	13,0	9,2	0,3	30,7	3,3
9,00	7,0	12,0	8,2	0,3	27,3	3,7
9,20	8,0	12,0	9,4	0,4	23,5	4,3
9,40	8,0	14,0	9,4	0,3	31,3	3,2
9,60	8,0	13,0	9,4	0,3	31,3	3,2
9,80	9,0	14,0	10,4	0,4	26,0	3,8
10,00	8,0	14,0	9,4	0,4	23,5	4,3
10,20	8,0	14,0	9,5	0,4	23,8	4,2
10,40	8,0	14,0	9,5	0,5	19,0	5,3
10,60	7,0	14,0	8,5	0,4	21,3	4,7
10,80	8,0	14,0	9,5	0,4	23,8	4,2
11,00	7,0	13,0	8,5	0,3	28,3	3,5
11,20	7,0	12,0	8,7	0,4	21,8	4,6
11,40	7,0	13,0	8,7	0,3	29,0	3,4

11,60	6,0	10,0	7,7	0,3	25,7	3,9
11,80	5,0	9,0	6,7	0,2	33,5	3,0
12,00	6,0	9,0	7,7	0,2	38,5	2,6
12,20	5,0	8,0	6,8	0,2	34,0	2,9
12,40	6,0	9,0	7,8	0,2	39,0	2,6
12,60	7,0	10,0	8,8	0,5	17,6	5,7
12,80	5,0	12,0	6,8	0,3	22,7	4,4
13,00	6,0	11,0	7,8	0,3	26,0	3,8
13,20	8,0	12,0	9,9	0,6	16,5	6,1
13,40	18,0	27,0	19,9	0,9	22,1	4,5
13,60	20,0	34,0	21,9	1,3	16,8	5,9
13,80	19,0	38,0	20,9	1,0	20,9	4,8
14,00	22,0	37,0	23,9	1,4	17,1	5,9
14,20	27,0	48,0	29,1	1,4	20,8	4,8
14,40	31,0	52,0	33,1	1,4	23,6	4,2
14,60	29,0	50,0	31,1	1,5	20,7	4,8
14,80	34,0	56,0	36,1	1,4	25,8	3,9
15,00	32,0	53,0	34,1	1,4	24,4	4,1
15,20	36,0	57,0	38,2	0,7	54,6	1,8
15,40	23,0	34,0	25,2	0,6	42,0	2,4
15,60	23,0	32,0	25,2	1,3	19,4	5,2
15,80	20,0	40,0	22,2	1,5	14,8	6,8
16,00	34,0	56,0	36,2	1,7	21,3	4,7
16,20	36,0	61,0	38,3	1,7	22,5	4,4
16,40	41,0	66,0	43,3	1,5	28,9	3,5
16,60	39,0	61,0	41,3	1,8	22,9	4,4
16,80	43,0	70,0	45,3	0,0	0,0	0,0

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	Terzaghi	0,5
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	Terzaghi	1,5

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	Metodo generale del modulo Edometrico	42,0
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	Metodo generale del modulo Edometrico	60,6

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	Cancelli 1980	316,7
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	Cancelli 1980	1083,6

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	Imai & Tomauchi	109,4
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	Imai & Tomauchi	225,1

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	P.W.Mayne 1991	6,98
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	P.W.Mayne 1991	9

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	Meyerhof	1,8
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	Meyerhof	2,0

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	0,1	0,0

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	Meyerhof	1,9
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	Meyerhof	2,1

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	22,8
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	53,7

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Meyerhof 1951	20,1
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Meyerhof 1951	34,0

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Robertson & Campanella 1983	14,0
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Robertson & Campanella 1983	75,6

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Robertson & Campanella da Schmertmann	28,9
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Robertson & Campanella da Schmertmann	55,9

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Imai & Tomauchi	91,9
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Imai & Tomauchi	257,6

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Stress-History	1,6
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Stress-History	2,6

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qe (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Kulhawy- Mayne (1990)	0,48
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Kulhawy- Mayne (1990)	0,65

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	0,257	0,03341
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	0,11361	0,01477

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Meyerhof	1,8
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Meyerhof	2,1
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Meyerhof	2,1

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Robertson e Wride 1997	1,444
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Robertson e Wride 1997	7,51

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Piacentini- Righi 1988	1,74E-05
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Piacentini- Righi 1988	2,84E-05
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	Piacentini- Righi 1988	3,87E-06
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	Piacentini- Righi 1988	7,35E-08

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,20	7,0	0,2	0,1	0,1	Piacentini- Righi 1988	0,3662508
Strato 2	4,00	37,8	1,0	0,5	0,3	Piacentini- Righi 1988	3,21662
Strato 3	13,10	9,3	0,3	1,6	0,9	Piacentini- Righi 1988	0,1079728
Strato 4	16,80	30,3	1,2	2,8	1,4	Piacentini- Righi 1988	6,677362E-03



FERRARI DE NOBILI
S.r.l.
Sede Legale: Via Levanto n. 9 - 19126 La Spezia-
Sede Amm.va: Via C. Arzelà n. 76 - 19123 La Spezia-
Tel: 0187/713950 Fax: 0187/717589
C.F. e P.IVA: 01141690113
R.E.A. C.C.I.A.A. della Spezia n. 104215

COMMITTENTE: TERRESTRE IMMOBILIARE S.R.L.

LAVORO

**INDAGINI INTEGRATIVE PER LA REALIZZAZIONE DI UN
NUOVO FABBRICATO DA REALIZZARSI IN ZONA
RETROPORTUALE A LA SPEZIA**

CERTIFICATI ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

- 1) SONDAGGIO SA CAMPIONE 1
- 2) SONDAGGIO SB CAMPIONE 1
- 3) SONDAGGIO SB CAMPIONE 2



FERRARI DE NOBILI S.r.l.

Sede Legale: Via Levanto n. 9 - 19126 La Spezia
Sede Amm.va: Via C. Arzelà n. 76 - 19123 La Spezia
Tel: 0187/713950 Fax: 0187/717589
C.F. e P.IVA: 01141690113
R.E.A. C.C.I.A.A. della Spezia n. 104215

COMMITTENTE: TERRESTRE IMMOBILIARE S.R.L.



**REALIZZAZIONE DI UN NUOVO FABBRICATO IN ZONA
RETROPORTUALE A LA SPEZIA**

RELAZIONE

Dott. Geol. Iacopo De Nobili


Iacopo De Nobili

La Spezia 27 Gennaio 2025

1) PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di 2 fabbricati da realizzarsi in zona retroportuale lungo Viale San Bartolomeo nei pressi dell'entrata del terminal LSCT, la Società Terrestre Immobiliare S.r.l. ha dato incarico alla Ferrari De Nobili S.r.l. di realizzare tutti gli studi geologici propedeutici alla costruzione dei suddetti fabbricati, quindi nel tempo sono state redatte le seguenti relazioni:

- RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA ESEGUITA PER LA REALIZZAZIONE DI DUE EDIFICI IN LOCALITA' LA SPEZIA ZONA RETROPORTUALE (La Spezia 21 Giugno 2001)
- INDAGINI INTEGRATIVE PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO FABBRICATO DA REALIZZARSI IN ZONA RETROPORTUALE A LA SPEZIA (21 Novembre 2008).

Le relazioni sono state redatte sulla base di numerose indagini geognostiche realizzate in loco e rappresentate da sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche dinamiche e statiche, analisi geotecniche di laboratorio effettuate su campioni indisturbati di terreno.

L'area oggetto di studio è rappresentata da una porzione di terreno praticamente pianeggiante a stabilità geomorfologica elevata, anche nell'attuale cartografia redatta dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, di cui qui di seguito si riporta uno stralcio, è classificata come non pericolosa sotto l'aspetto geomorfologico.

In una tale situazione si ritiene che le opere in progetto siano compatibili con le condizioni geomorfologiche generali del sito non alterandone in alcun modo la situazione morfologica attuale ne durante i lavori ne tantomeno al termine degli stessi.

STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA



LEGENDA

	P1 - moderata propensione al dissesto
	P2b - media propensione al dissesto
	P3a - pericolosità elevata tipo a
	P3b - pericolosità elevata tipo b
	P4 - pericolosità molto elevata

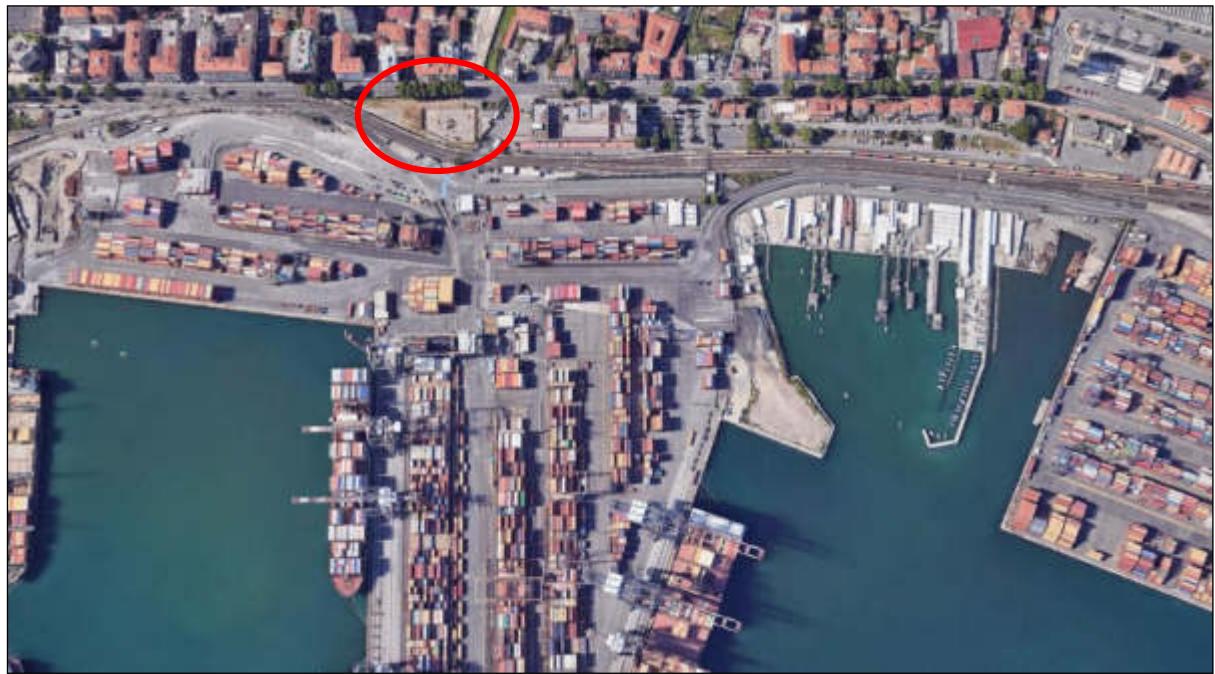


STUDI di GEOLOGIA

F. Ferrari - I. De Nobili

Via C. Arzelà n° 76 - 19123 SP
tel 0187/713950 Fax 0187/717589
e-mail: ferrardenobili@gmail.com

COMMITTENTE: CONTREPAIR S.r.l.



LAVORO

REALIZZAZIONE DI UN NUOVO FABBRICATO SITO IN VIALE SAN BARTOLOMEO
A LA SPEZIA

RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOLOGICO-TECNICA

Il geologo
Dott. Iacopo De Nobili



La Spezia 06 Maggio 2025

1) PREMESSE

Su incarico della Società CONTREPAIR S.r.l. è stato intrapreso uno studio geologico, geologico-tecnico e sismico su un terreno sito lungo Viale San Bartolomeo a La Spezia in previsione della realizzazione di un nuovo fabbricato.

Le indagini hanno avuto come finalità il verificare la situazione geologica, geomorfologica, idrogeologica, sismica e geologico-tecnica della zona in relazione alle opere previste dal progetto, cercando di ricostruire la situazione stratigrafica e geotecnica dell'area interessata con lo scopo di fornire ai Progettisti tutte le informazioni necessarie al dimensionamento e alla scelta tipologica delle fondazioni e contestualmente ottemperare alle seguenti norme nazionali, regionali e locali:

- **D.M. 17-01-2018 “Nuovo Testo Unico per le Costruzioni”** e successiva Circolare esplicativa;
- **Piano Urbanistico Comunale della Spezia** (l'area di interesse ricade in zona C1 “*Aree con condizionamento di ordine geologico in senso lato eliminabili con interventi di medio-bassa difficoltà ed onerosità*” della Carta di Zonizzazione geologica e di suscettività d'uso del territorio);
- **Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale** (Carta della pericolosità geomorfologica) secondo la quale l'area in esame non ricade in zone a pericolosità geomorfologica;
- **Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale** (Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera) secondo la quale l'area in esame non ricade in zone a pericolosità idraulica;
- **Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 28.04.2006 n. 3519** Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone
- **Deliberazione della giunta regionale 17/03/2017 N. 216 OPCM 3519/2006;**
Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria.

Il programma di lavoro è stato così articolato:

- 1) Sopralluogo;
- 2) Ricerca bibliografica precedenti campagne di indagini geognostiche esistenti;
- 3) Stesura carte tematiche di inquadramento;
- 4) Esecuzione di n. 4 sondaggi eseguiti a carotaggio continuo con prove S.P.T. in foro, prove di permeabilità e prelievo di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove di laboratorio;

- 5) Esecuzione di n. 1 indagine sismica congiunta MASW/HVSR;
- 6) Elaborazione ed interpretazione prove penetrometriche S.P.T.;
- 7) Elaborazione ed interpretazione prova sismica MASW/HVSR;
- 8) Analisi ed elaborazione dei risultati delle analisi di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati;
- 9) Redazione di stratigrafie relative a ciascun sondaggio eseguito;
- 10) Definizione della categoria di suolo di fondazione e dei parametri sismici di base;
- 11) Valutazione del rischio di liquefazione dei terreni di fondazione del fabbricato;
- 12) Relazione geologica e geologico-tecnica esecutiva.

Gli elaborati cartografici, oltre all'area in oggetto, coprono un discreto intorno tale da inquadrare la totalità delle problematiche inerenti l'opera da realizzare.

Quale base cartografica è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale per le carte di inquadramento geologico e l'immagine satellitare per l'ubicazione prove.

2) RELAZIONE GEOLOGICA

2.1) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'indagine oggetto del presente elaborato è alla base della progettazione di un nuovo fabbricato da realizzarsi lungo Viale San Bartolomeo a La Spezia.

La geologia dell'area in oggetto e delle zone limitrofe è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali, colluviali e marini che nel tempo hanno contribuito alla formazione della piana della Spezia che, tra Viale San Bartolomeo e l'attuale linea di costa, sono nel tempo stati ricoperti per la loro totalità, per uno spessore variabile tra 1 e 15 metri, da terreno di riporto eterogeneo di natura antropica scaricato durante la realizzazione dei vari terminal e cantieri navali che si affacciano sul golfo.

I depositi di origine naturale marina e continentale sono costituiti da strati di terreno caratterizzati dalla presenza di ghiaia, sabbia, limo e argilla in percentuali differenti tra zona e zona con variazioni sia in senso verticale che orizzontale che rendono la situazione geologica ed idrogeologica molto varia e complessa, mentre il terreno di riporto è solitamente costituito da sabbia, ghiaia e clasti di varia natura e pezzatura.

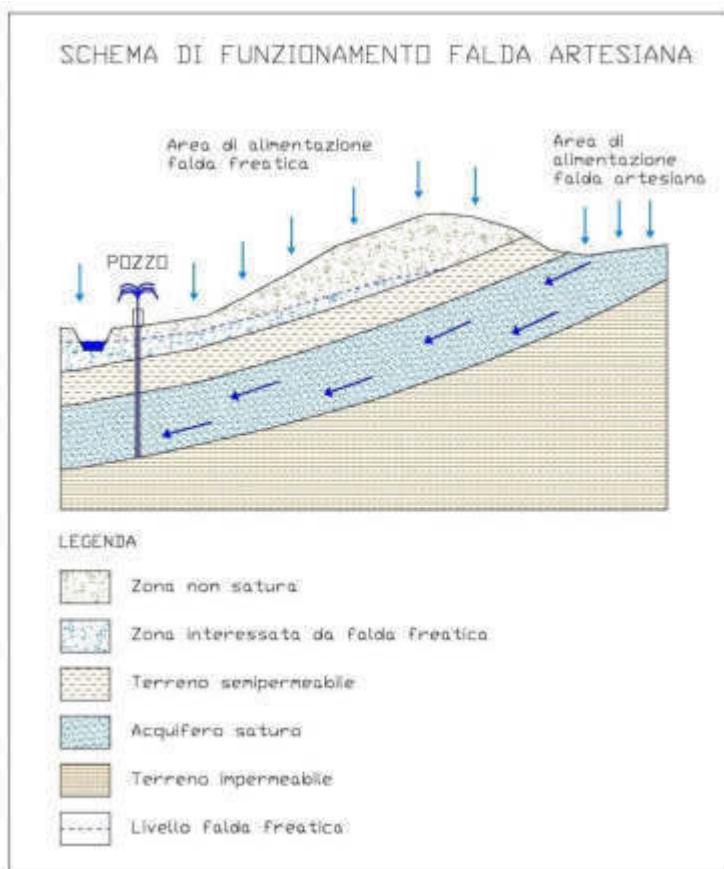
2.2) IDROGEOLOGIA e GEOMORFOLOGIA

I terreni che costituiscono l'area interessata dalle opere in progetto sono rappresentati da uno strato superficiale di spessore limitato di terreno di riporto eterogeneo a permeabilità variabile da

media a medio-bassa per porosità e da un deposito marino naturale costituito da limo sabbioso e/o argilloso da considerarsi a permeabilità bassa per porosità.

Da evidenziare che una caratteristica tipica di alcune zone all'interno del Golfo della Spezia è la presenza al di sotto della falda freatica superficiale, che ritroviamo sempre alla quota del livello medio marino, a profondità variabili da zona a zona di falde idriche sotterranee (falde in pressione o confinate) dovute alla presenza in profondità, al di sotto dei depositi marini caratterizzati da alternanze di livelli limosi e sabbiosi a bassa permeabilità, di strati o lenti di terreni sabbiosi e/o ghiaiosi saturi a medio alta permeabilità che fanno da serbatoio e che hanno come bacino di alimentazione le colline che delimitano il golfo.

Tali falde in pressione generalmente non si manifestano in superficie proprio perché confinate in profondità, ma se ne viene a conoscenza solo nel momento in cui, ad esempio durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico, si attraversano con la perforazione gli strati impermeabili più superficiali creando così una via di sfogo alle acque più profonde (vedi schema riportato qui di seguito).



Nello specifico nell'area di indagine non sono state ritrovate falde in pressione nei primi 25-30 metri di profondità da piano campagna, mentre il livello della falda superficiale si attesta a circa – 2 metri da p.c.

3) RELAZIONE SISMICA

3.1) CLASSIFICAZIONE SISMICA

La nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria inserisce il Comune della Spezia in zona sismica 3 con conseguente $Pga = 0,15g$ (valore massimo o picco di accelerazione del suolo attesa).

Il D.M. 17-01-2018 “Nuovo Testo Unico per le Costruzioni” introduce le direttive relative ad una analisi sismica di prevenzione per le nuove opere edilizie ove compito del professionista è quello di fornire un modello geologico del sito in funzione della Vs equivalente (Vs,eq), velocità media delle onde di taglio (Onde “s”) dal piano campagna, o al di sotto del piano di fondazione, fino al bedrock sismico ($Vs > 800$ m/s); oppure la $Vs30$ cioè la velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno al di sotto del piano di fondazione qualora il substrato sismico si venisse a trovare a profondità superiori ai 30 metri dal piano campagna.

Nel caso specifico il modello geologico è stato elaborato utilizzando le informazioni derivanti dal rilevamento geologico, dai sondaggi, dalle prove penetrometriche e da un’indagine sismica congiunta MASW/HVSR realizzata in sito per il progetto in essere.

La stratigrafia dell’area è caratterizzata, al di sotto del primo strato di terreno di riporto, dalla presenza di depositi marini e colluviali con caratteristiche geotecniche differenti tra strato e strato ma che nel complesso tendono a migliorare con la profondità così come tende a migliorare con la profondità il grado di compattezza dei materiali.

3.2) INDAGINE SISMICA HVSR

La presente tipologia d’indagine, definita “tecnica H.V.S.R.” (Horizontal to Vertical Spectral Ratio Metodo di Nakamura), prevede la registrazione del rumore sismico ambientale o microtremore. Questa tecnica è definita passiva, in quanto il “rumore” non è generato appositamente per l’indagine come ad esempio le energizzazioni per la sismica attiva.

Il rumore sismico ambientale è presente ovunque sulla superficie terrestre ed è generato sia dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento, temporali, vulcani, movimenti nel sottosuolo, etc) che dall’attività antropica (traffico veicolare, ferrovie, industrie, etc).

Le sollecitazioni in oggetto si propagano attraverso onde di superficie (onde di Love, onde di Rayleigh etc) che sono caratterizzate da una legge di attenuazione poco sensibile alla variazione della distanza.

In particolare queste sollecitazioni, giunte al bedrock presente sotto il sito di misura, subiscono anche diverse amplificazioni passando da un mezzo più rigido (strato molto addensato o consistente) ad un mezzo meno rigido (strato poco addensato o poco consistente). Le frequenze

che, attraversando uno specifico strato, subiscono il fenomeno della risonanza e che vengono amplificate maggiormente, forniscono informazioni sullo spessore dello strato, che guida questo fenomeno.

L'importanza dell'amplificazione dipende invece dal contrasto di rigidità tra i due strati attraversati.

Inserendo i dati registrati su un diagramma H/V (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali H e verticali V) ed interpretandone l'andamento è quindi possibile avere indicazioni sullo spessore degli strati e sui contrasti di rigidità, previa una corretta "pulizia" del segnale eliminando i disturbi dovuti a limitrofe sollecitazioni antropiche.

L'interpretazione di queste curve è tuttavia viziata dalla presenza di due incognite (spessore e velocità) per una sola equazione; per risolvere il problema è necessario procedere strato per strato e vincolare una di queste due incognite (grazie ad altri dati geologici o ad ipotesi di lavoro) per trovare l'altra; una volta risolto il primo strato, è possibile interpretare quelli sottostanti perché si conoscono, oltre alle frequenze, anche i fattori di amplificazione delle velocità.

Nell'ipotesi di investigare coperture "soffici" al di sopra di un basamento sismico rigido, è possibile stabilire una relazione tra lo spessore dello strato "soffice" h , la velocità media delle Onde S (V_s) e la frequenza di risonanza fondamentale (f_0) dello strato attraversato, avvalendosi della formula: $f_0 = V_s / 4h$.

Quindi ottenuto il valore f_0 dalle misure effettuate, avendo a disposizione dati provenienti da indagini pregresse (ad esempio valore V_s), è possibile stimare lo spessore dello strato "soffice" h , oppure viceversa, conoscendo il dato h , si può risalire al valore di V_s medio dello strato.

La strumentazione di acquisizione utilizzata per la presente indagine è un prospettore sismico SARA "SR04 GeoBox" a 3 canali completo di geofono 3D da superficie, che presenta le seguenti specifiche:

- trasduttori tricomponenti (N-S, E-W, verticale) a bassa frequenza (2 Hz);
- amplificatori;
- digitalizzatore;
- frequenza di campionamento: 300 Hz;
- convertitore A/D (analogico digitale) a 24 bit;

Lo strumento di misura è stato orientato secondo le direzioni geografiche (E e W) ed è stata eseguita una registrazione della durata di 10 minuti, nella posizione indicata in allegato (vedi Ubicazione indagini).

3.3) ELABORAZIONE E RISULTATI DELL'INDAGINE HVSR

L'elaborazione dei dati raccolti impiega il software *winMASW Academy* in grado di consentire la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo mediante la tecnica dei rapporti spettrali secondo le linee guida del progetto europeo SESAME (*Site effects assessment using ambient excitations, 2005*).

Il processing dei dati verte sul rapporto spettrale tra il segnale del sensore verticale e quelli orizzontali operando su finestre di selezione del segnale.

In fase di elaborazione vengono seguite le seguenti operazioni:

1. la registrazione viene suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,
2. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,
3. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,
4. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

La risultante di questa prova, dopo l'elaborazione, è una curva sperimentale che rappresenta il valore del rapporto spettrale fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali in funzione della frequenza di vibrazione, infatti le frequenze alle quali la curva H/V mostra dei massimi sono legate alla frequenza di risonanza del terreno al di sotto del punto di misura.

Per verificare la significatività della curva e dei picchi H/V è stato fatto riferimento ai criteri SESAME pertanto viene riportata la check-list seguente.

Dataset: MT_20250423_160348.SAF

Sampling frequency (Hz): 300

Window length (sec): 20

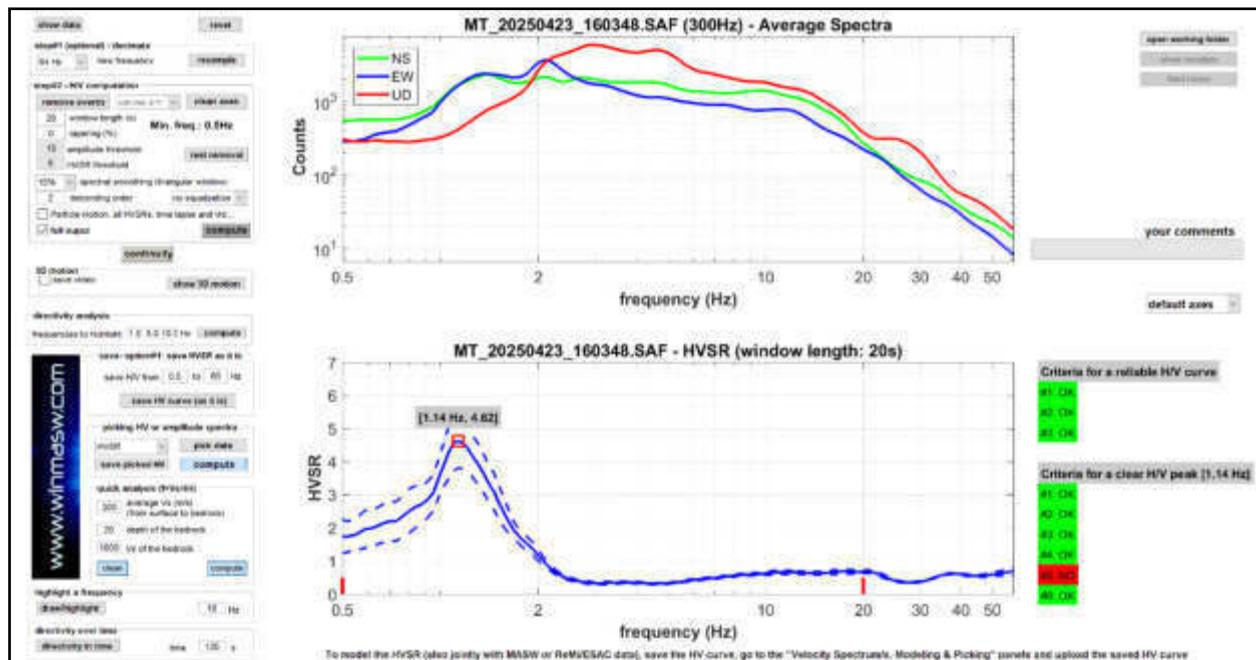
Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 10

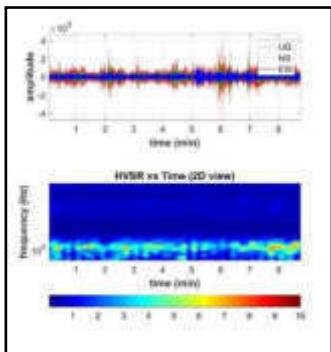
Tapering (%): 0

Smoothing (%): 15

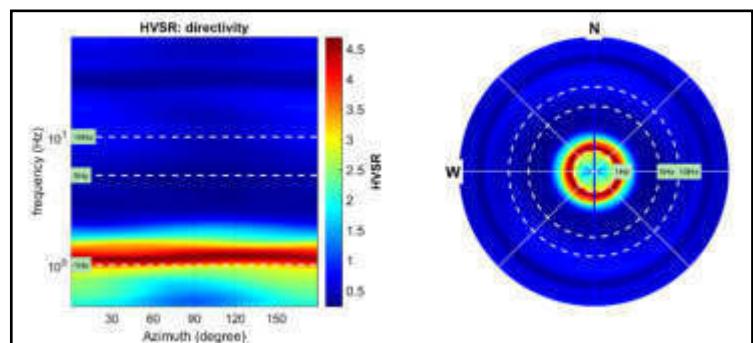
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



PERSISTENZA H/V



DIREZIONALITA' H/V



Di seguito i risultati considerando i dati nell'intervallo di frequenza 0.5-20.0Hz

Peak frequency (Hz): 1.1

Peak HVSR value: 4.6

Criteri per una curva H / V affidabile

- #1. $[f_0 > 10/L_w]$: $1.136 > 0.5$ (OK)
- #2. $[n_c > 200]$: $1204 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5 \text{ Hz}; \sigma A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

Criteri per un picco H / V chiaro (almeno 5 devono essere soddisfatti)

- #1. $[\exists f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid A/H(f_-) < A_0/2]$: yes, at frequency 0.3Hz (OK)
- #2. $[\exists f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid A/H(f_+) < A_0/2]$: yes, at frequency 0.7Hz (OK)
- #3. $[A_0 > 2]$: $4.6 > 2$ (OK)

- #4. [$f_{peak}[Ah/v(f)] \pm \sigma_{Ah/v(f)} = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{Ah/v(f)} < \epsilon(f_0)$]: $0.155 > 0.114$ (NO)
- #6. [$\sigma_{Ah/v(f)} < \theta(f_0)$]: $1.097 < 1.78$ (OK)

3.4) INDAGINE SISMICA MASW – GENERALITÀ'

L'indagine sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di sismica attiva non invasiva che consente di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali effettuata in corrispondenza dei diversi sensori (geofoni).

Nella maggior parte delle indagini sismiche attive, nelle quali si utilizzano ondepressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, che vengono generate dall'iterazione tra le onde di pressione e le onde di taglio verticali in presenza di una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo. 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.

Per ottenere un profilo della V_s bisogna quindi produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore sismico ambientale, questa fase detta di "energizzazione" consiste nella battuta di una mazza da 8 kg su una piastra metallica poggiata al suolo.

I dati acquisiti, dallo stendimento dei geofoni posti ad una determinata interdistanza, vengono sottoposti ad una fase di processing che consente di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto, e quindi la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza.

La metodologia più diffusa è l'analisi spettrale nel dominio $f-k$ (frequenza-numero d'onda). I dati sismici registrati vengono sottoposti ad una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio $x-t$ (spazio-tempo) al dominio $f-k$.

Lo spettro $f-k$ del segnale consente di ottenere ciò che viene chiamato in letteratura "curva di dispersione per le onde di Rayleigh", la cui velocità è associata ai massimi dello spettro $f-k$. Può così ottenere una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza un picco spettrale al quale è associato un numero d'onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh (V_r) determinabile, in base alla teoria delle onde, dalla relazione:

$$V_r(f) = \frac{2\pi f}{k}$$

Riportando le coppie di valori V_r-f in un grafico si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione. La fase di inversione deve essere tuttavia preceduta da una parametrizzazione del sottosuolo, che viene di norma schematizzato come un mezzo visco – elastico a strati piano paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata

dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche e fisiche degli strati, quali ad esempio spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P.

Il processo che consente di determinare il profilo di velocità delle onde sismiche in relazione alla profondità è detto di inversione ed è basato su algoritmi di minimizzazione ai minimi quadrati, per cui: partendo da un profilo di prova, costruito sulla base di metodi semplificati e dell'esperienza, il profilo di velocità viene elaborato diverse volte variando i parametri che definiscono il modello di sottosuolo, fintanto che non viene individuato quel set di parametri del modello che minimizza la differenza tra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica).

Infine, ricavata la velocità delle onde di Rayleigh, ed essendo noto dalla letteratura che tale velocità è circa il 15% più bassa della velocità delle onde di taglio (V_s), si ricava il profilo di quest'ultime con la profondità.

Dati generali della prova

Lo strumento utilizzato per la presente indagine è un prospettore sismico Ambrogeo Echo 24/2002 a 16 bit, collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz in configurazione ZVF per acquisire la componente verticale dell'onda di Rayleigh.

L'acquisizione è stata realizzata in base alla configurazione schematizzata nella tabella sotto riportata.

CONFIGURAZIONE INDAGINE MASW1	
N° geofoni	24 (orizzontali Geospace Oyo 4.5 Hz)
Interasse geofoni	1.5 m
Off-sets sorgente (da ciascun estremo)	G1: 5m; 6.5m
Sorgente	mazza da 10kg



Figura a lato:
documentazione
fotografica prova sismica
MASW.

3.5) ELABORAZIONE CONGIUNTA DEI DATI MASW E HVSR

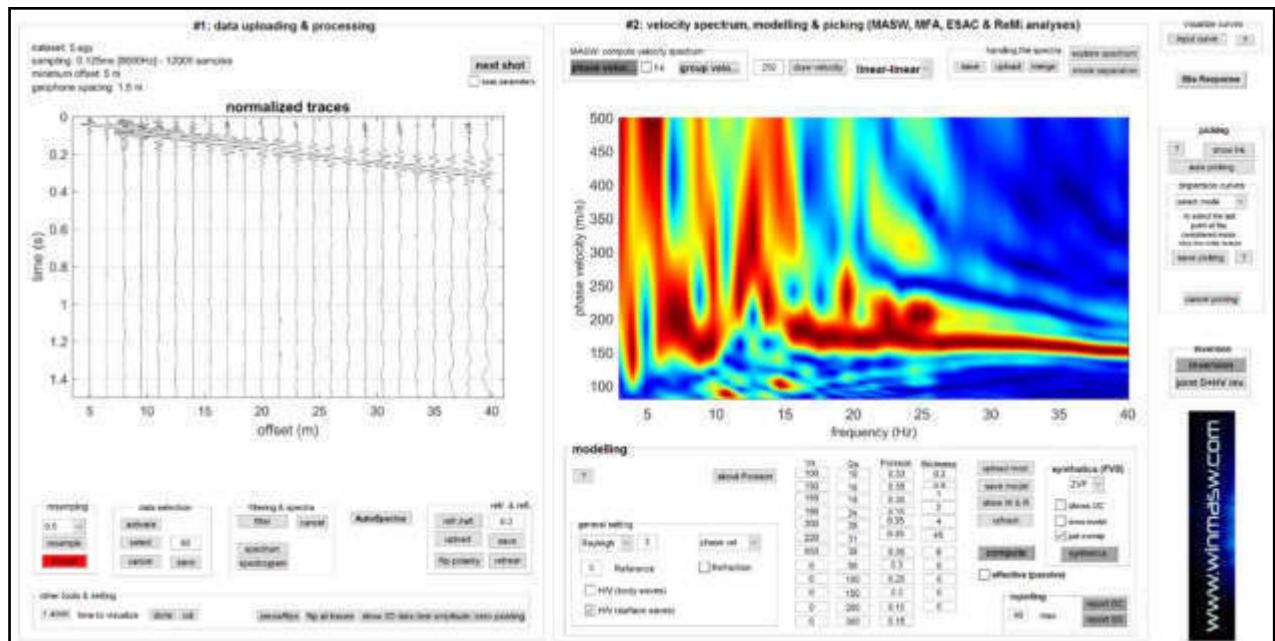
Utilizzando il software *winMASW Academy* è stata realizzata l'elaborazione congiunta dei dati provenienti da entrambe le prove sismiche realizzate. L'approccio misto di tecniche in array e tecniche a stazione singola si rivela ideale in quanto la prova MASW fornisce il vincolo per l'interpretazione della prova H/V e proprio quest'ultima permette di ottenere profili di Vs fino a profondità maggiori di quelle raggiungibili dalla sola prova in array.

L'elaborazione dei dati si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1. calcolo dello spettro di velocità (che rappresenta, in scala colorimetrica, le ampiezze delle onde in funzione della velocità di fase e della frequenza);
2. identificazione della curva di dispersione;
3. modellazione congiunta considerando la dispersione delle onde di Rayleigh (da prova MASW) e rapporto spettrale H/V (da prova HVSR).

L'analisi dei dati è stata quindi svolta considerando congiuntamente, dispersione delle onde di Rayleigh e rapporto spettrale H/V della registrazione HVSR 1 eseguita nelle immediate vicinanze della linea MASW1.

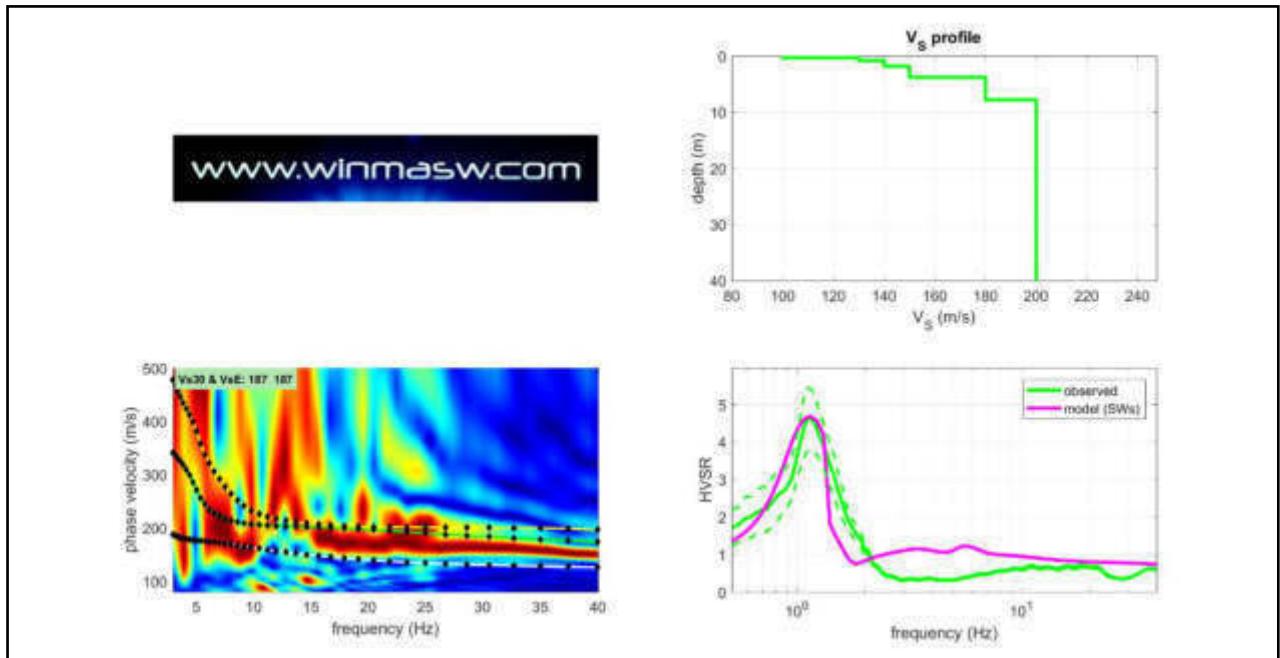
La modellazione graficamente è ben descritta e riportata nelle 2 figure sotto riportate.



Sulla sinistra del grafico sopra riportato le tracce sismiche relative alle componenti ZVF e sulla destra il relativo spettro di velocità.

Nella figura sotto sono proposti sulla sinistra gli spettri di velocità relativi alla componenti ZVF (componente verticale delle onde) con in sovrapposizione le curve di dispersione per l'onda di

Rayleigh; Sulla destra in basso in verde le misure HVSR effettuate in situ e in magenta la curva HVSR modellata tramite ellitticità delle onde di superficie (Lunedei & Albarello, 2009); in alto il modello di velocità del sottosuolo usato per la modellazione.



Modello medio

Vs (m/s): 100, 130, 140, 150, 180, 200, 500

Spessori (m): 0.3, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 40.0

Approximate values for Vp and Poisson

Vp (m/s): 199 271 291 312 375 416 1041

Poisson: 0.33 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35

Vs30 e Vs Eq: 187 m/s

3.6) CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE (D.M. 17/01/2018)

Per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, nella nuova normativa viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidezza sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possano amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base; il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio Vsh all'interno delle coperture.

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni in zona sismica si definiscono per questo aspetto cinque categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a diversa rigidezza sismica (A, B, C, D, E)

caratterizzate da velocità Vs30 e Vs Equivalente decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti (vedi tabella qui di seguito):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Deposit di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Deposit di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Nella classificazione precedente, Vs equivalente è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

In seguito ai risultati della prova congiunta MASW/HVSR, nonostante i risultati di Vs si avvicinino molto ai valori di categoria D, si ritiene ragionevole inserire il terreno di fondazione in **Categoria C**: *“Deposit di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”*.

Poiché in zona limitrofa a quella di intervento sono state realizzate 2 indagini sismiche Down-Hole in foro di sondaggio, relative ad altri interventi edilizi, dalle quali il terreno di fondazione è risultato essere per una C e per l'altra D, anche in relazione a quanto emerso dall'indagine sopra descritta, sarà a discrezione dell'Ingegnere Progettista scegliere se utilizzare come categoria di suolo di fondazione la Categoria C (emersa dall'indagine MASW/HVSR) o cautelativamente la Categoria D.

3.5) PARAMETRI SISMICI DI BASE

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella

progettazione bisognerà stabilire in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*; una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascuno stato limite; solo a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

In adempimento a quanto previsto quindi dal D.M. 17/01/2018, la pericolosità sismica di base, riferita al punto di riferimento in esame (Lat. 44,1110764 WGS84 Long. 9,8445549 WGS84) ed al T_R (compreso fra 30 e 975 anni) è stata ottenuta utilizzando il software Geostru PS advanced che permette di ricavare i seguenti parametri sismici:

- a_g (accelerazione orizzontale massima al sito),
- F_o (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),

necessari alla definizione delle forme spettrali per il sito oggetto di studio in relazione agli Stati Limite: di Esercizio **SLO** (stato limite di operatività), di Danno **SLD** (Stato Limite di Danno) e Ultimi **SLV** (stato di salvaguardia della Vita) **SLC** (Stato limite di prevenzione del Collaudo).

Tr	Ag	Fo	Tc*
30 (SLO)	0.040	2.533	0.223
50 (SLD)	0.050	2.519	0.244
475 (SLV)	0.122	2.404	0.291
975 (SLC)	0.158	2.379	0.298

Considerata la morfologia dell'area sulla quale insiste l'opera in progetto, la sua categoria topografica di appartenenza è:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
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 $> 30^\circ$

A tale categoria è associato il seguente coefficiente di amplificazione topografica ST:

Categoria topografica	ST
T1	1,0
T2	1,2
T3	1,2
T4	1,4

In allegato si riporta il report completo fornito dal software comprensivo dei coefficienti sismici in accordo con le NTC 2018.

4) RELAZIONE GEOTECNICA

4.1) INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Le indagini eseguite per fornire ai Progettisti tutte le informazioni di carattere geologico, geotecnico e sismico a cui far riferimento per il dimensionamento delle opere da realizzare sono consistite in:

- 1) Esecuzione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo spinti a differenti profondità variabili tra i 20 e i 35 metri da piano campagna ubicati come da planimetria sopra riportata e in allegato;
- 2) Esecuzione di prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) e prelievo di campioni indisturbati in tutti e 4 i sondaggi e in tutti i livelli di terreno significativi e riconosciuti differenti tra loro;
- 3) Esecuzione di n. 1 prova sismica di tipo congiunto MASW/HVSR per la definizione della categoria di suolo di fondazione e dei parametri sismici di base;
- 4) Esecuzione di n. 2 prove penetrometriche statiche tipo CPT.

4.2) DESCRIZIONE SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi sono stati eseguiti durante 2 differenti campagne di indagini, la prima è del 2001 e la seconda è del 2008.

Tutti e 4 i sondaggi sono stati eseguiti a rotazione a secco in avanzamento rispetto al rivestimento provvisorio con carotiere semplice del diametro di 116 o 101 mm, corone al Widiam o al diamante e colonna di rivestimento del diametro di 140 mm.

In tutti i sondaggi, in relazione alla litologia e a quanto richiesto dai Progettisti, sono state eseguite prove S.P.T. (Standard Penetration Test) per una corretta determinazione dei parametri geotecnici dei vari livelli attraversati (angolo di attrito interno, coesione ecc.) e per la correlazione degli stessi da un punto di vista oltre che granulometrico e tipologico anche geotecnico.

Le prove penetrometriche in foro S.P.T. sono state eseguite con campionatore tipo Raymond a punta aperta/chiusa a seconda della tipologia dei terreni da indagare e dispositivo di sollevamento automatico del maglio controllando, prima dell'inizio di ciascuna prova la quota precisa di fondo foro per verificare che l'inizio della prova stessa corrispondesse alla quota raggiunta precedentemente con il carotaggio.

Per caratterizzare con maggior dettaglio tutti i terreni carotati con i sondaggi sono stati anche prelevati dei campioni indisturbati da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio.

Tutto il terreno estratto è stato messo in apposite cassette catalogatrici opportunamente numerate sulle quali sono state segnate tutte le quote di riferimento del sondaggio e quindi sono state fotografate.

Nelle stratigrafie relative a ciascun sondaggio, riportate in allegato, sono indicate le quote relative ad ogni livello litologico e sono evidenziati i rispettivi spessori di ciascuno strato per consentire una più rapida e precisa lettura delle suddette tabelle riassuntive; inoltre sono anche indicate tutte le caratteristiche del sondaggio:

- Tipo di perforazione;
- Tipo di rivestimento;
- Tipo di punta utilizzata;
- Tipo di carotiere utilizzato;
- Prove in sito;
- Caratteristiche delle prove realizzate;
- Elaborazione prove penetrometriche S.P.T.;
- Descrizione litologica;
- Eventuale strumentazione installata.

Le stratigrafie relative ai 2 sondaggi eseguiti sono riportate come allegato al termine della relazione.

4.3) STRATIGRAFIE SONDAGGI

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S3 (2001):

da 0,0 a 1,5 metri Terreno di riporto eterogeneo;

da 1,5 a 6,0 metri Sabbia e ghiaia di colore marrone;

da 6 a 11,7 metri Limo sabbioso di colore grigio plastico; il valore di angolo di attrito interno ricavato da prova S.P.T. eseguita a quota di -6,5 metri dal piano campagna è risultato di 21,7 gradi;

da 11,7 a 15 metri Limo plastico di colore grigio con resti vegetali; il livello è risultato a caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti, in quanto l'angolo di attrito interno ricavato sempre da prova S.P.T. è risultato di 20,5 gradi;

da 15 a 19,3 metri Limo sabbioso di colore grigio con resti di conchiglie; anche questo livello, come peraltro quelli superiori, è risultato a caratteristiche geotecniche non particolarmente buone in quanto l'angolo di attrito interno è pari a 23,7 gradi;

da 19,3 a 24,5 metri Limo argilloso di colore ocra grigio; non sono state eseguite prove in questo strato in quanto già riconosciuto nei precedenti sondaggi e già classificato attraverso prove penetrometriche e campioni indisturbati;

da 24,5 a 28 metri Sabbia sciolta di colore ocra grigio;

da 28 a 30,0 metri Limo argilloso di colore grigio scuro.

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S4 (2001):

da 0,0 a 2,5 metri Terreno di riporto eterogeneo costituito prevalentemente da sabbia e ghiaia;

da 2,5 a 8,0 metri Sabbia di colore grigio con ciottoli;

da 8,0 a 9,5 metri Limo sabbioso plastico di colore grigio; la prova S.P.T. eseguita in questo livello ha dato resistenza alla penetrazione del campionatore tipo Raymond praticamente nulla in quanto per l'approfondimento di 45 cm è stato necessario dare solo un colpo di maglio, per cui dalla prova l'angolo di attrito interno del materiale è risultato di 18,9 gradi; per questo motivo è stato prelevato anche un campione indisturbato i cui risultati ricavati da prove di laboratorio sono riportati in allegato;

da 9,5 a 16,2 metri Limo sabbioso plastico di colore grigio con resti vegetali e legno; la prova S.P.T. eseguita a -12 metri su questo livello ha dato valore di angolo di attrito interno pari a 22,7 gradi;

da 16,2 a 17,8 metri Limo di colore grigio scuro;

da 17,8 a 21 metri Limo con sabbia di colore ocra grigio; il valore di angolo di attrito interno ricavato da prova S.P.T. è risultato di 30,2 gradi

da 21,0 a 27 metri Sabbia limosa di colore variabile dal grigio al grigio scuro con resti di legno;

da 27,0 a 35 metri Limo sabbioso di colore variabile dal grigio scuro al nero con resti di legno.

STRATIGRAFIA SONDAGGIO SA (2008):

da 0,0 a 1,0 metri Terreno di riporto eterogeneo;

da 1,0 a 6,0 metri Sabbia e ghiaia di colore grigio marrone con livelli limosi alla base;

da 6,0 a 8,0 metri Limo sabbioso di colore grigio plastico con resti di conchiglia;

da 8,0 a 10,0 metri Limo plastico di colore grigio con torba e resti di conchiglia;

da 10,0 a 16,5 metri Limo sabbioso di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglie; è un livello a caratteristiche geotecniche mediocri, dalla prova penetrometrica S.P.T. eseguita a quota -10 metri è stato possibile ricavare un valore di angolo di attrito interno pari a 24,5 gradi;

da 16,5 a 21,5 metri Argilla con limo di colore ocra grigio (le caratteristiche geotecniche di questo strato verranno descritte in seguito);

da 21,5 a 23,0 metri Sabbia limosa sciolta di colore grigio.

STRATIGRAFIA SONDAGGIO SB (2008):

da 0,0 a 1,0 metri Terreno di riporto eterogeneo;

da 1,0 a 6,7 metri Sabbia e ghiaia di colore grigio marrone con livelli limosi alla base; la prova penetrometrica S.P.T. ha dato un solo colpo per l'approfondimento di 30 cm da cui è stato possibile dedurre che lo strato ha caratteristiche geotecniche scadenti (angolo di attrito interno 19 gradi circa);

da 6,7 a 9,2 metri Limo sabbioso di colore grigio plastico con resti di conchiglia;

da 9,2 a 12,2 metri Limo plastico di colore grigio con torba e resti di conchiglia;

da 12,2 a 17,3 metri Limo sabbioso di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglie (per le caratteristiche geotecniche vedi sondaggio SA da 10 a 16,5 metri di profondità);

da 17,3 a 21,8 metri Argilla con limo di colore ocra grigio (le caratteristiche geotecniche di questo strato verranno descritte in seguito);

da 21,8 a 24,0 metri Sabbia limosa sciolta di colore grigio.

4.4) RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA AREA DI PROGETTO NUOVO FABBRICATO

In tutti e 4 i sondaggi sono state realizzate prove geotecniche in situ S.P.T. (Standard Penetration Test) e prelevati campioni di terreno indisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio e più precisamente:

SONDAGGIO S3 – Anno 2001 (profondità 30 metri): esecuzione di n. 3 prove S.P.T.;

SONDAGGIO S4 – Anno 2001 (profondità 35 metri): esecuzione di n. 3 prove S.P.T. e prelievo di n. 1 campione indisturbato;

SONDAGGIO SA – Anno 2008 (profondità 23 metri): esecuzione di n. 3 prove S.P.T. e prelievo di n. 1 campione indisturbato;

SONDAGGIO SB – Anno 2008 (profondità 24 metri): esecuzione di n. 4 prove S.P.T. e prelievo di n. 2 campioni indisturbati;

durante la realizzazione dei sondaggi della campagna di indagini 2008 sono anche state eseguite delle prove di permeabilità a varie profondità sia nel sondaggio SA che nel sondaggio SB.

Si precisa che tutte le elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T. sono state volutamente

eseguite con una formula che su tutti i terreni non francamente argillosi, fornisce solo il valore dell'angolo di attrito interno che si ritiene più idoneo da utilizzare per il dimensionamento delle opere in progetto; tuttavia nelle stratigrafie riportate in allegato al presente documento sono indicati anche i numeri di colpi di ciascuna prova nel caso in cui i Progettisti volessero utilizzare altre formule ritenute più idonee.

Tutti i parametri geotecnici riportati nel presente elaborato provengono dall'elaborazione delle prove S.P.T., dai risultati ottenuti con le prove geotecniche di laboratorio.

Dall'analisi delle 4 stratigrafie è stato possibile racchiudere i vari livelli stratigrafici riconosciuti nel sottosuolo in 4 *STRATI* principali a caratteristiche geotecniche e granulometriche differenti tra loro: lo STRATO A costituito da terreno di riporto (depositi antropici), lo STRATO B costituito da un limo sabbioso e argilla con presenza di resti vegetali (depositi marini), lo STRATO C costituito da sabbia limo e argilla (depositi colluviali) e lo STRATO D più profondo costituito da sabbia limosa di colore grigio (depositi marini).

DESCRIZIONE STRATO A (Terreno di riporto)

Terreno di riporto eterogeneo (spessore medio 1 metro circa) costituito in prevalenza da sabbia e ghiaia all'interno del quale si rinvengono comunque anche resti di demolizioni, mattoni, murature e altro. E' uno strato compatto ma di modesto spessore che verrà completamente asportato per la realizzazione delle fondazioni, per cui non è stato ritenuto necessario caratterizzarlo dal punto di vista geotecnico.

DESCRIZIONE STRATO B

Alternanze di differenti strati di terreno prevalentemente limosi e sabbiosi di colore grigio interessati per buona parte da resti vegetali, torba e resti di conchiglie; questo livello piuttosto potente in tutti e due i sondaggi ha caratteristiche geotecniche medie piuttosto scadenti:

ϕ (angolo di attrito interno) 21-23 gradi

C (coesione) 0,1 kPa

γ (peso di volume naturale) 16 kN/mc

DESCRIZIONE STRATO C

Argilla con limo di colore grigio-ocra; questo livello è risultato piuttosto compatto e con caratteristiche geotecniche buone ricavate mettendo insieme le prove penetrometriche S.P.T. e le prove geotecniche di laboratorio realizzate sui campioni indisturbati

ϕ (angolo di attrito interno) 28 gradi

C (coesione) 7,0 kPa

γ (peso di volume naturale) 19 kN/mc

Questo STRATO, essendo a caratteristiche geotecniche buone, nell'ottica di una progettazione che preveda per il nuovo fabbricato la realizzazione di fondazioni profonde, verrà trattato più approfonditamente anche nel capitolo conclusivo di questa relazione.

DESCRIZIONE STRATO D

Alternanze di differenti strati di terreno prevalentemente sabbiosi e limosi di colore grigio interessati in alcuni casi da resti vegetali; tale livello, indagato più approfonditamente nella precedente indagine, ha caratteristiche geotecniche nel suo complesso discrete:

ϕ (angolo di attrito interno) 29 gradi

C (coesione) 0,0 kPa

γ (peso di volume naturale) 19 kN/mc

4.6) VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno si intende la perdita della resistenza al taglio dello stesso, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. I fenomeni di liquefazione interessano i depositi saturi e prevalentemente sabbiosi e dipendono dai seguenti fattori:

- proprietà geotecniche dei terreni (indice dei vuoti, composizione granulometrica);
- caratteristiche del sisma (intensità e durata);
- genesi e storia geologica dei terreni (età e deformazioni pregresse).

Un terreno incoerente satturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto alla sola pressione litostatica dovuta al peso degli strati sovrastanti (in campo libero e con superficie piana). Durante un terremoto invece vengono indotte delle sollecitazioni di taglio cicliche, dovute alla propagazione delle onde sismiche. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali: se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento (quindi in assenza di una via di drenaggio), si possono generare fenomeni di liquefazione.

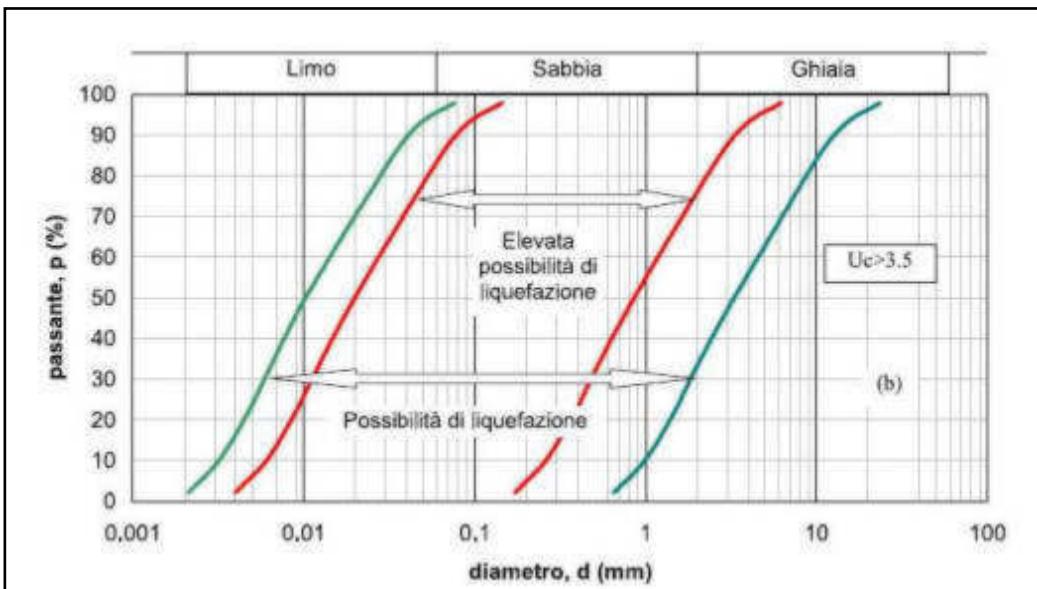
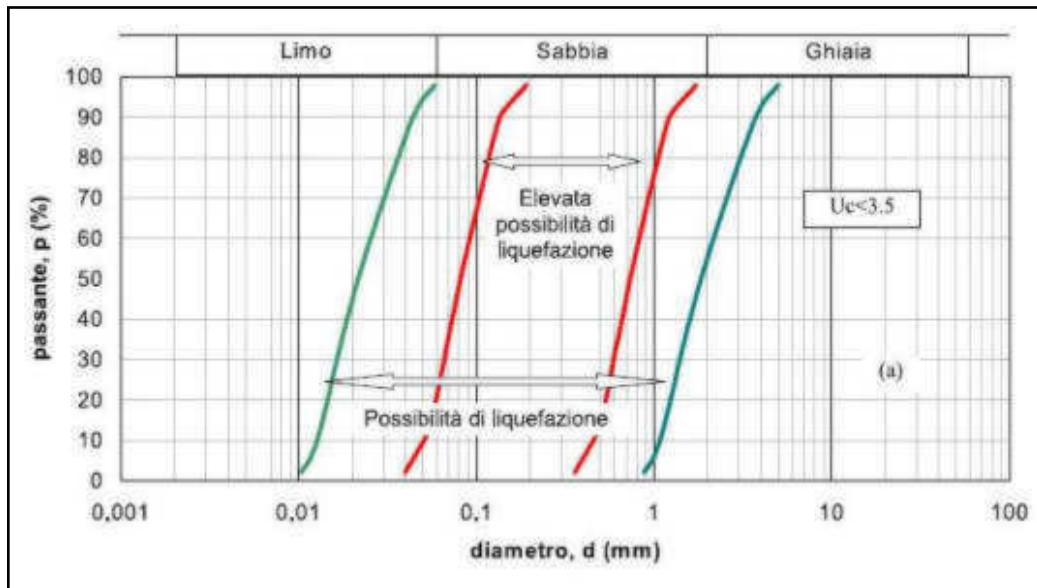
In accordo con le NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando **si verifica almeno una delle seguenti circostanze:**

Punto 1 accelerazioni massime attese al piano campagna (PGA) in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$ (*non verificato in quanto l'area si trova in zona sismica 3 con $Pga = 0,15g$*);

Punto 2 profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali (*non verificato in quanto la falda freatica è stata ritrovata alla profondità di 3,0 metri da piano campagna*);

Punto 3 depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N160 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove ($N160$) è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa (*non verificato in quanto il numero di $N160$ è sempre minore di 30*);

Punto 4 distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $Uc < 3,5$ e nel grafico (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $Uc > 3,5$ con Uc (indice di conformità) = $D60/D10$ con $D60$ (diam. dei granuli corrispondente al 60% di passante) e $D10$ (diam. dei granuli corrispondente al 10% di passante).



Quest'ultimo punto risulta verificato in quanto tutti i campioni di terreno prelevati dalle carote e sottoposti ad analisi granulometriche hanno evidenziato, per tutti gli strati attraversati, la presenza di una forte percentuale di terreni fini e/o ghiaiosi e quindi con curve granulometriche che non rientrano mai all'interno dei fusi riportati nei grafici di cui sopra; a tal proposito si rimanda alla consultazione di tutti i certificati delle analisi granulometriche svolte sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati in tutti gli strati riconosciuti e riportate in allegato in cui è ben visibile quanto appena affermato.

Alla luce di quanto sopra si ritiene che il terreno di fondazione non sia suscettibile di liquefazione in caso di sisma.

Tale affermazione risulta confermata anche da altre indagini da noi realizzate in zona limitrofa a quella di intervento (Calata ARTOM gennaio 2025 – Relazione PROGETTO STRATEGICO DI SVILUPPO PER LA RAZIONALIZZAZIONE INTERNA DEL TERMINAL LSCT PREVISTO NEL PIANO DI IMPRESA LSCT 2022 ALLEGATO ALL'ACCORDO SOSTITUTIVO DELLA CONCESSIONE DEMANIALE N. 91/2022).

5) CONCLUSIONI

L'area oggetto di studio interessa un'area situata lungo Viale San Bartolomeo in adiacenza all'entrata del Terminal LSCT a La Spezia.

Il presente elaborato è a supporto della progettazione e conseguente realizzazione di un nuovo fabbricato.

L'indagine è stata svolta con l'intento di fornire ai Progettisti tutti i parametri geotecnici necessari al dimensionamento delle opere ed è stata basata sulle risultanze di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità variabili dai 23 ai 35 metri con esecuzione di prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test), prelievo di campioni indisturbati, analisi geotecniche di laboratorio e n. 1 indagine sismica congiunta MASW/HVSR.

Dalla ricostruzione stratigrafica e geotecnica è emersa la presenza di 4 tipologie di terreni con ambienti di formazione differenti tra loro (Depositi antropici recenti, Depositi marini e Depositi colluviali) e con spessori leggermente differenti tra zona e zona.

I 4 STRATI riconosciuti, differenti tra loro per tipologia e caratteristiche geotecniche, sono descritti in dettaglio nel capitolo precedente e nelle stratigrafie relative a ciascun sondaggio alle quali si rimanda, mentre qui di seguito vengono elencate quelle che, alla luce di tutti i risultati ottenuti con le indagini geognostiche e sismiche, sono le problematiche geologiche, geotecniche e sismiche riconosciute a cui far riferimento durante la progettazione:

- 1) Presenza in superficie di uno strato di terreno di riporto (STRATO A) a caratteristiche geotecniche discrete ma che in fase di realizzazione del piano di fondazione verrà completamente asportato per via del modesto spessore al di sotto di tutta l'area di progetto (1-1,5 metri circa);
- 2) Presenza al di sotto dello STRATO A superficiale di uno strato costituito da depositi marini contenente resti di alghe (torba) a caratteristiche geotecniche piuttosto scadenti e piuttosto compressibile di spessore compreso tra 12 e 15 metri circa (STRATO B);
- 3) Presenza al di sotto dello STRATO B di uno strato, costituito da sabbia limo e argilla in percentuali leggermente differenti tra zona e zona, di origine colluviale (STRATO C) a caratteristiche geotecniche migliori rispetto allo STRATO B e che tendono a migliorare con la profondità; lo spessore di questo strato intermedio è variabile tra circa 3 e 5 metri al di sotto di tutta l'area di progetto (vedi sezioni geologiche riportate in allegato);
- 4) Presenza al di sotto dello STRATO C di uno strato che si estende oltre i 30 metri di profondità costituito da alternanze di sabbia limosa ghiaiosa e livelli di ghiaia con sabbia (STRATO D) a caratteristiche geotecniche mediocri;
- 5) CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE: CATEGORIA C. *“Deposit di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”*. Tuttavia, poiché in zona limitrofa a quella di intervento sono state realizzate 2 indagini sismiche Down-Hole in foro di sondaggio (relative ad altri interventi edilizi) dalle quali il terreno di fondazione è risultato essere per una C e per l'altra D, quindi in relazione a quanto emerso dall'indagine sopra descritta, sarà a discrezione dell'Ingegner Progettista scegliere se utilizzare come categoria di suolo di fondazione la CATEGORIA C (emersa dall'indagine MASW/HVSR) o cautelativamente la CATEGORIA D.
- 6) Assenza di bedrock sismico nei primi 30 metri di terreno; in tutti i sondaggi non è stato ritrovato il substrato roccioso che da sondaggi eseguiti in zona limitrofa si dovrebbe ritrovare a profondità superiori ai 40 metri;
- 7) Tutti i terreni al di sotto del livello medio marino (-2 metri da p.c.) sono sotto falda;
- 8) Tutti i terreni ritrovati nei primi 30 metri di profondità non sono risultati essere potenzialmente liquefacibili in caso di sisma.

Nel caso in cui la progettazione dovesse prevedere fondazioni profonde, queste ultime dovranno raggiungere almeno lo STRATO C costituito da sabbia limo e argilla in quanto a migliori caratteristiche geotecniche rispetto allo STRATO B più superficiale.

Lo STRATO C è stato ritrovato in tutti i sondaggi anche se a quote leggermente differenti; infatti nel sondaggio SA lo strato inizia a quota -16,5 metri e termina a quota -21,5 metri con uno spessore di 5 metri, mentre nel sondaggio SB lo strato inizia a quota -17,3 metri e termina a quota -21,8 metri con uno spessore di 4,5 metri; qui di seguito vengono riportate tutte le caratteristiche geotecniche dello STRATO C ricavate anche dalle prove geotecniche di laboratorio:

Nel sondaggio Sa il campione indisturbato è stato prelevato tra quota -18,1 e quota -18,7, mentre nel sondaggio SB il campione indisturbato è stato prelevato tra quota -18,2 e quota -18,8.

Su entrambi i campioni indisturbati sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Descrizione geotecnica del campione;
- Analisi granulometrica con setacci e con aerometro;
- Limiti di consistenza (Limiti di Atterberg);
- Umidità, Densità e Peso specifico;
- Prova edometrica con ciclo di carico e scarico;
- Prova di taglio diretto CD (consolidata e drenata)

Dall'analisi dei risultati di entrambi i campioni è stato possibile definire quanto segue:

- 1) Lo STRATO C è un livello con una forte percentuale di terreni fini che per la classificazione A.G.I. deve essere definito come "Argilla con limo";
- 2) Dai limiti di consistenza il terreno è da classificarsi al limite tra i "limi inorganici di media compressibilità" e le "argille inorganiche di media plasticità";
- 3) Il contenuto di acqua è pari al 27,15%;
- 4) Il peso di volume naturale medio ricavato dai due campioni è di 20 Kn/mc (2 T/mc);
- 5) Le prove edometriche evidenziano che si tratta di un terreno mediamente compressibile che durante il 4° gradino di carico ($\sigma_v = 100$ KPa) ha avuto un ε pari a 2-2,5 % (valore medio tra i due campioni), praticamente impermeabile (K variabile tra 5,3 e $9,97 \text{ E-}10$ m/s), saturo e con un Indice dei vuoti che durante le prove è variato tra 0,61 (Indice dei vuoti iniziale) a 0,53 (Indice dei vuoti finale) nel campione prelevato nel sondaggio SA, mentre nel sondaggio SB l'Indice dei vuoti è variato tra 0,69 (Indice dei vuoti iniziale) a 0,56 (Indice dei vuoti finale);
- 6) Le prove di taglio diretto hanno invece perfezionato quanto emerso attraverso le elaborazioni delle prove penetrometriche S.P.T. che indicavano un angolo di attrito interno pari a 32,5 gradi; infatti dall'attenta analisi delle prove è stato possibile ricavare i seguenti parametri geotecnici mediati tra le prove effettuate sui 2 campioni indisturbati:

ϕ' (angolo di attrito interno) = 27,8 gradi

C' (Coesione) = 7,0 KPa

Per una più dettagliata analisi delle prove di laboratorio e delle correlazioni stratigrafiche tra i vari STRATI si rimanda ai certificati di laboratorio e alle stratigrafie riportate in allegato.

Sempre a supporto della progettazione, per poter valutare al meglio tutte le soluzioni fondazionali sia superficiali che profonde, durante la realizzazione dei sondaggi sono state realizzate anche delle prove di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile per avere anche dei dati di permeabilità in situ per tutti gli STRATI e non soltanto da prove di laboratorio.

I risultati delle prove di permeabilità sono riportati in allegato.

Infine si ricorda che al di sotto di tutta l'area, alla profondità di circa 2 metri dal piano campagna (livello medio marino), è presente la falda costituita da acqua di impregnazione ovvero da acqua dolce frammista ad acqua di mare; in un tale ambiente sarà quindi necessario che qualsiasi materiale venga utilizzato per la realizzazione delle opere di fondazione al di sotto di detta quota (ad esempio in caso di fondazioni profonde) dovrà essere idoneo all'ambiente marino.

Per una più dettagliata interpretazione di quanto descritto in relazione si rimanda anche alla consultazione di tutti gli allegati ovvero:

- Stratigrafie sondaggi geognostici;
- Sezioni geologico-tecniche;
- Prove di permeabilità Lefranc a carico variabile;
- Certificati prove geotecniche di laboratorio.

Nel rispetto di quanto esposto nella presente relazione geologica, sismica e geologico tecnica che riassume quanto emerso dalle indagini geognostiche eseguite e prese in esame, le opere in progetto appaiono realizzabili, dimensionabili e compatibili con la situazione geologica, idrogeologica, sismica e geotecnica riscontrata.

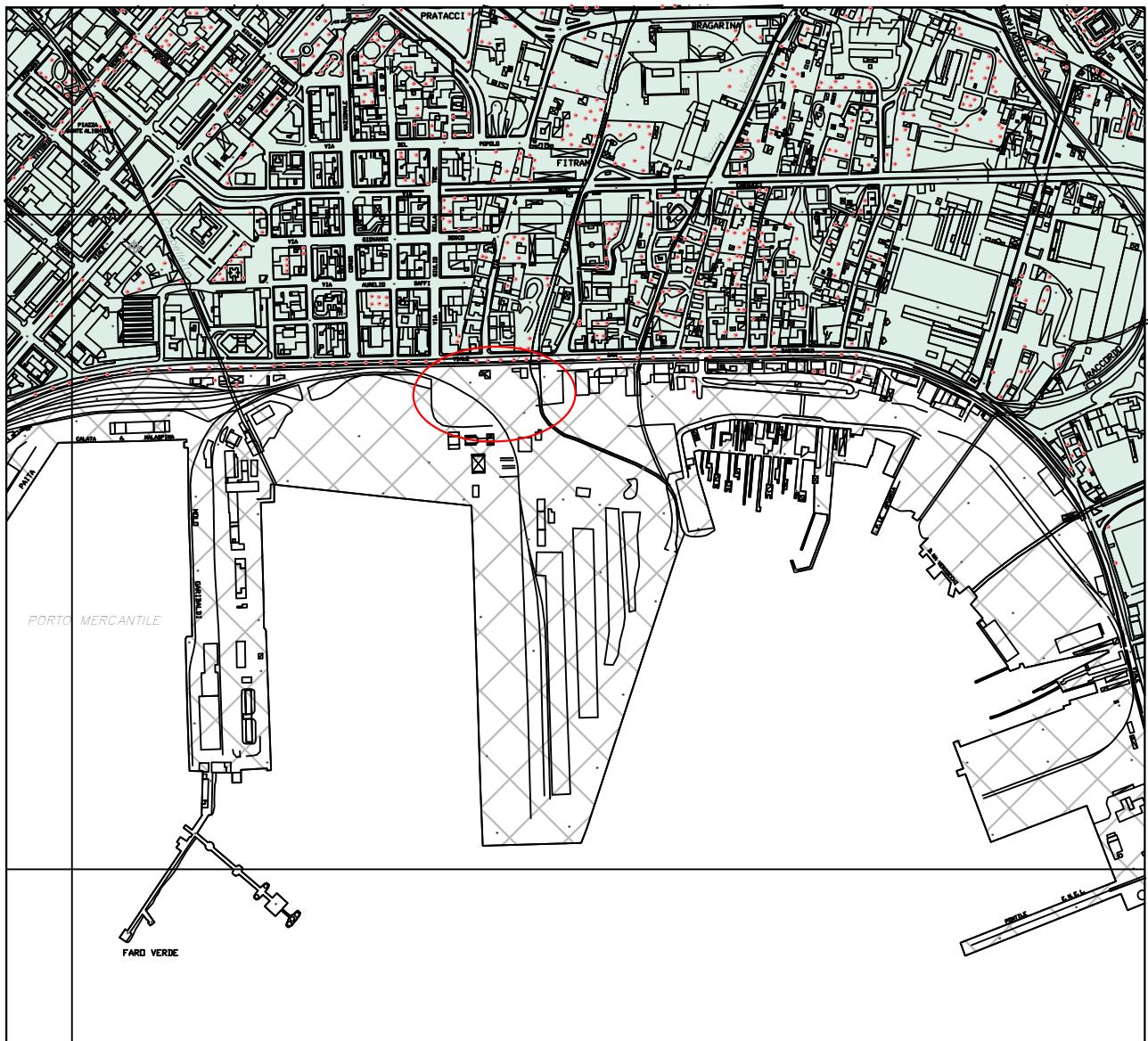
La Spezia 06 Maggio 2025



ALLEGATI:

- 1) CARTE TEMATICHE DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TERRITORIALE
- 2) CARTA "UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE"
- 3) STRATIGRAFIE SONDAGGI
- 4) SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA
- 5) ELABORAZIONE PROVE DI PERMEABILITA'
- 6) RELAZIONE PARAMETRI SISMICI DI BASE
- 7) CERTIFICATI PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

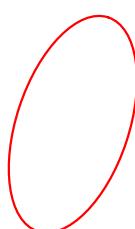
CARTA GEOLITOLOGICA



LEGENDA



Depositi alluvionali della Spezia

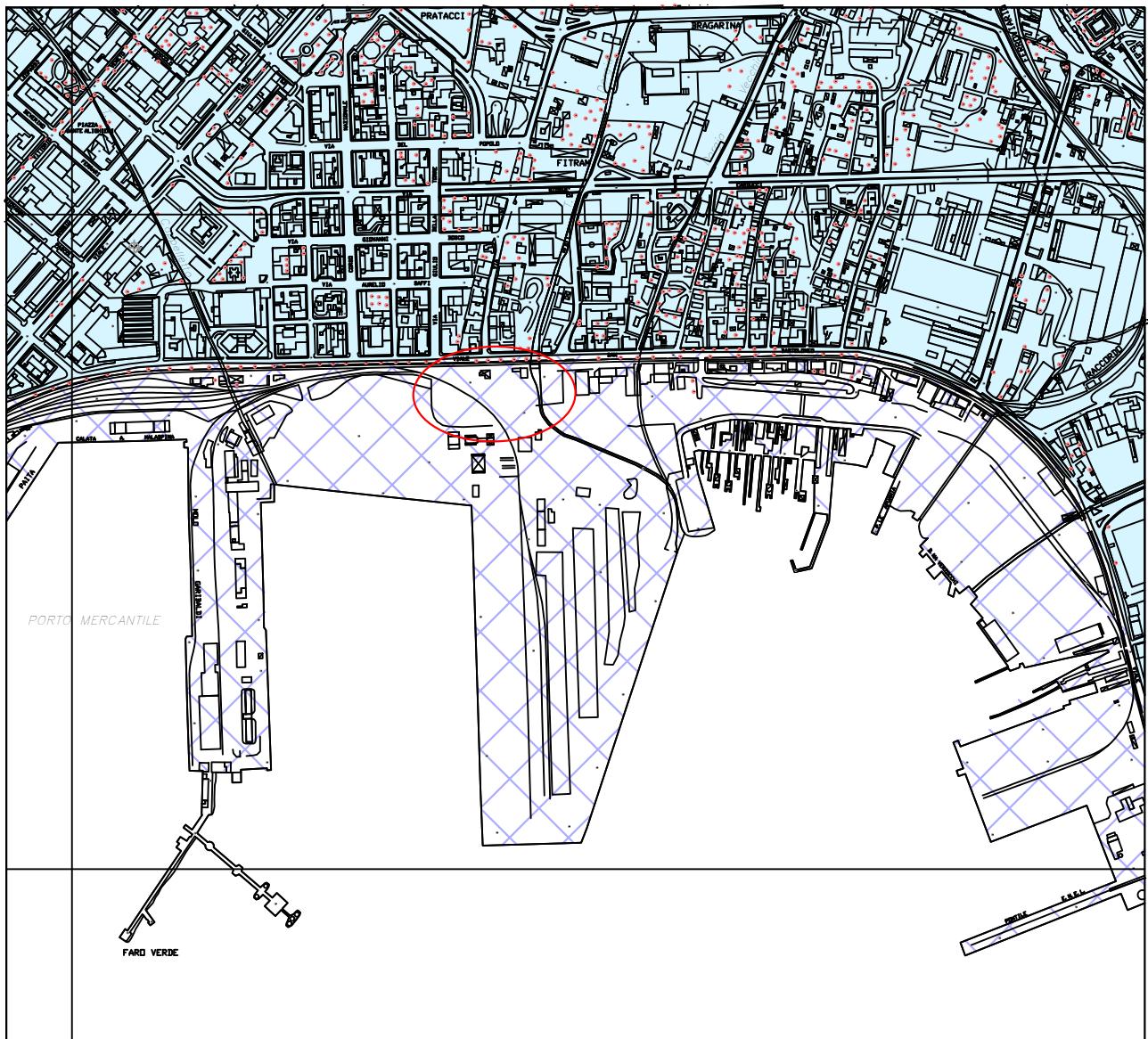


Area di intervento



Riempimenti antropici

CARTA IDROGEOLOGICA



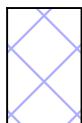
LEGENDA



Depositi alluvionali della Spezia: permeabilità medio-bassa per porosità

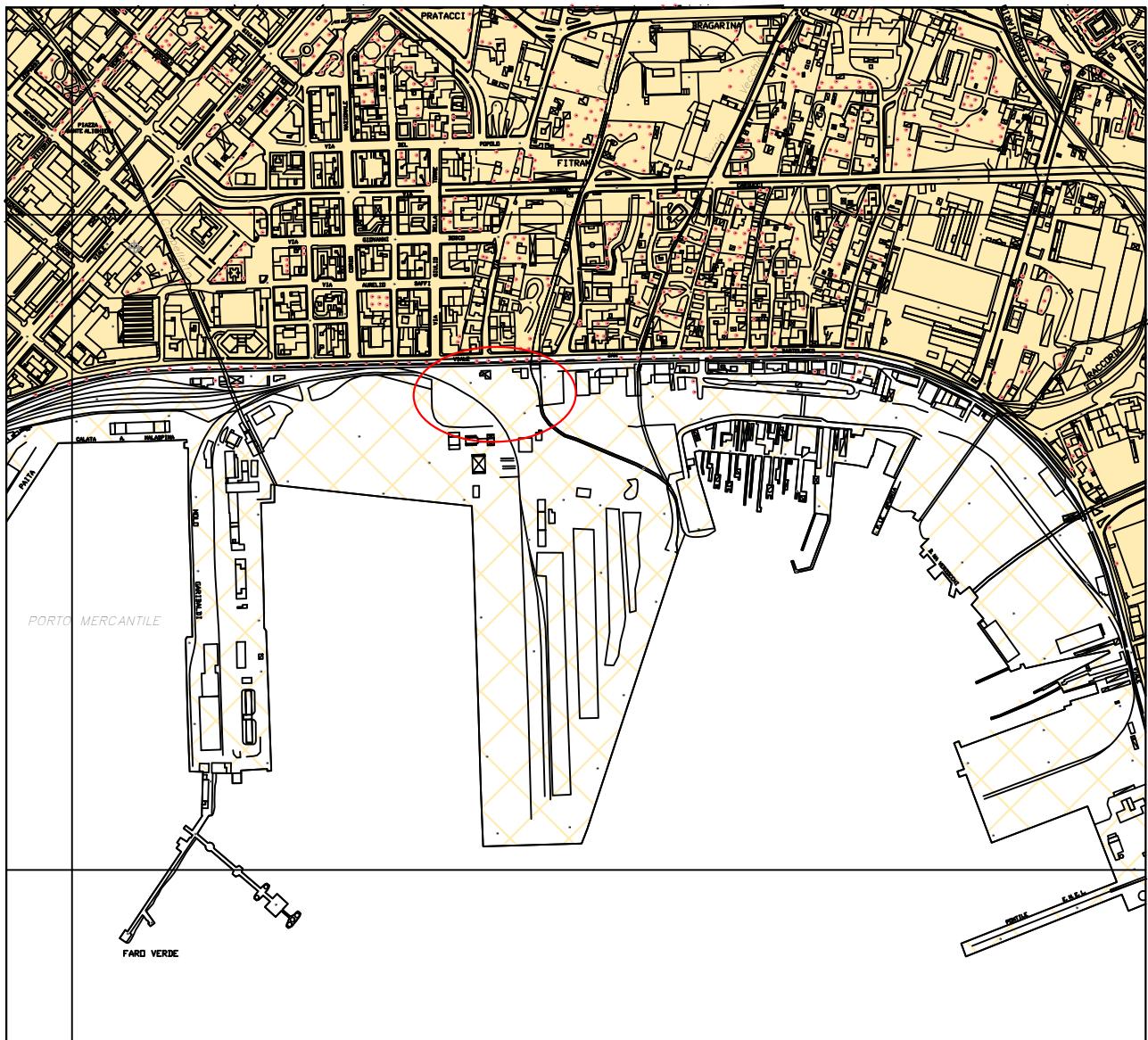


Area di intervento



Riempimenti antropici: permeabilità media per porosità

CARTA GEOMORFOLOGICA



LEGENDA



Depositi alluvionali della Spezia: elevata stabilità geomorfologica

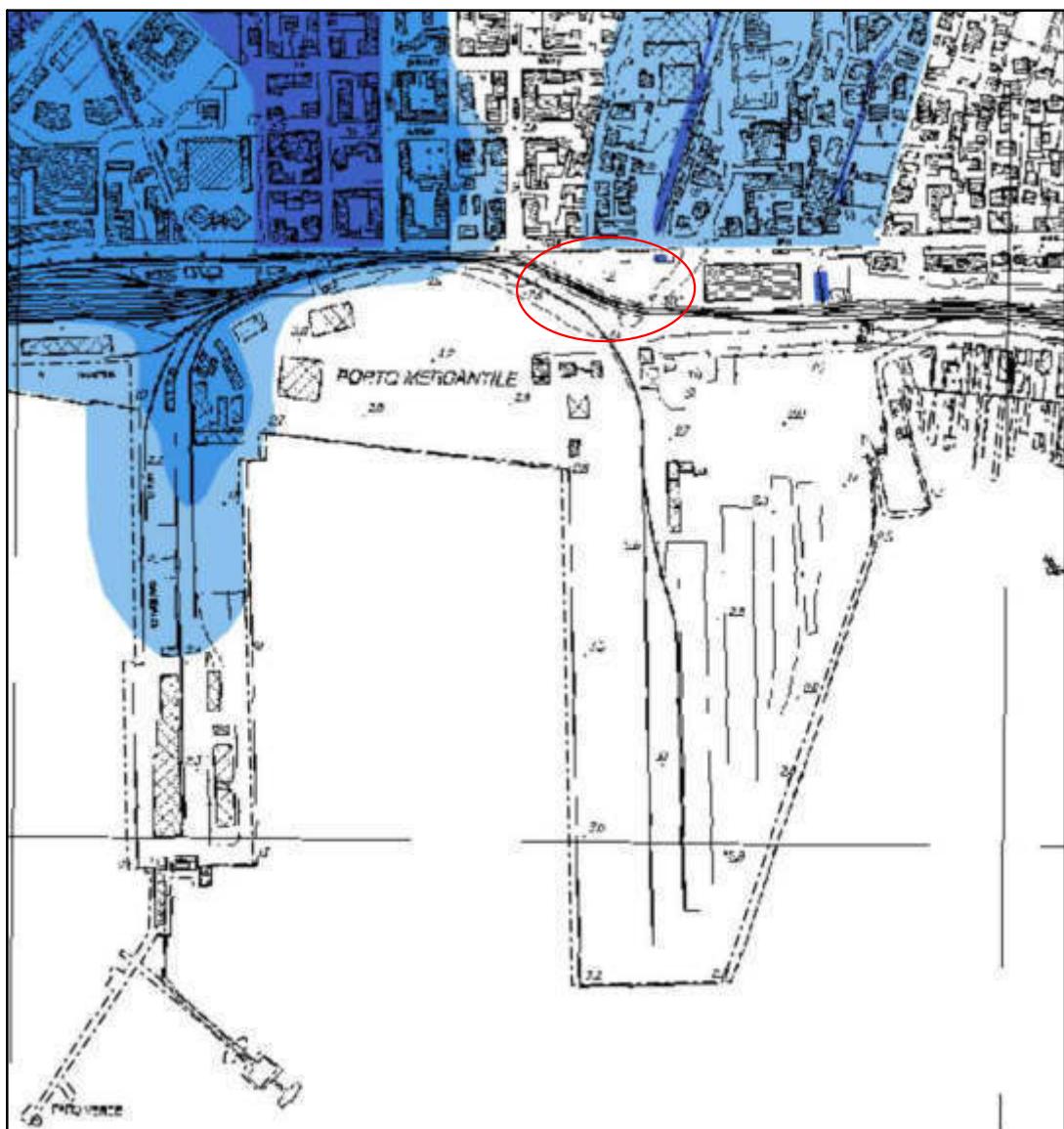


Area di intervento



Riempimenti antropici: elevata stabilità geomorfologica

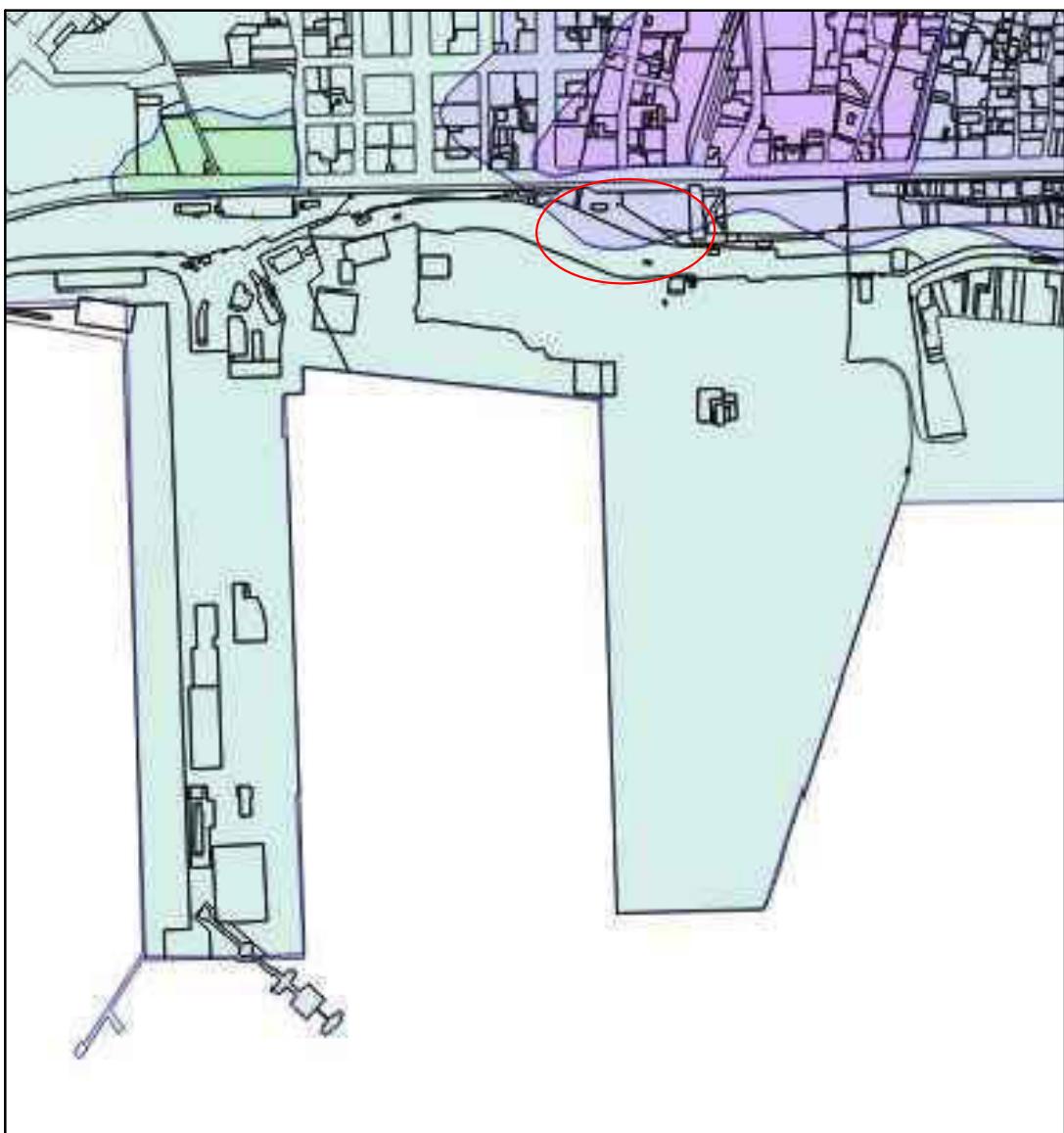
PIANO GESTIONE ALLUVIONI CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA
ALLUVIONE FLUVIALE E COSTIERA



LEGENDA

PGRA Pericolosità	
Pericolosità Dominio Costiero	
■	P2
■	P3
Pericolosità Dominio Fluviale	
■	P1
■	P2
■	P3

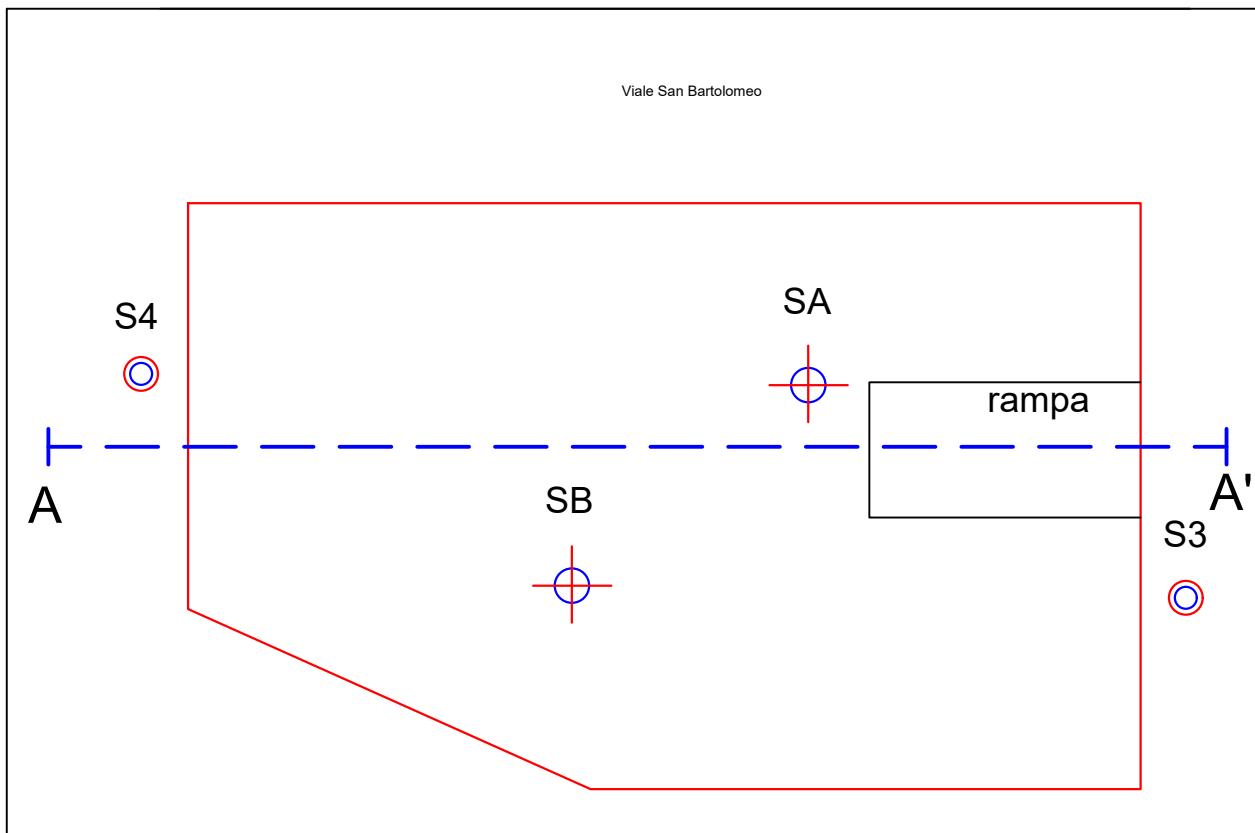
PIANO URBANISTICO COMUNALE CARTA DI ZONIZZAZIONE
GEOLOGICA



LEGENDA

	Classe a
	Classe c0
	Classe c1
	Classe c1a3
	Classe c2
	Classe c3a3
	Classe c3
	Classe carbonile
	Classe zona militare

SCHEMA PLANIMETRICO CON UBICAZIONE SONDAGGI, PROVE PENETROMETRICHE E TRACCIA SEZIONE



Sondaggi geotecnici campagna indagini Giugno 2001



Sondaggi geotecnici campagna indagini Ottobre 2008



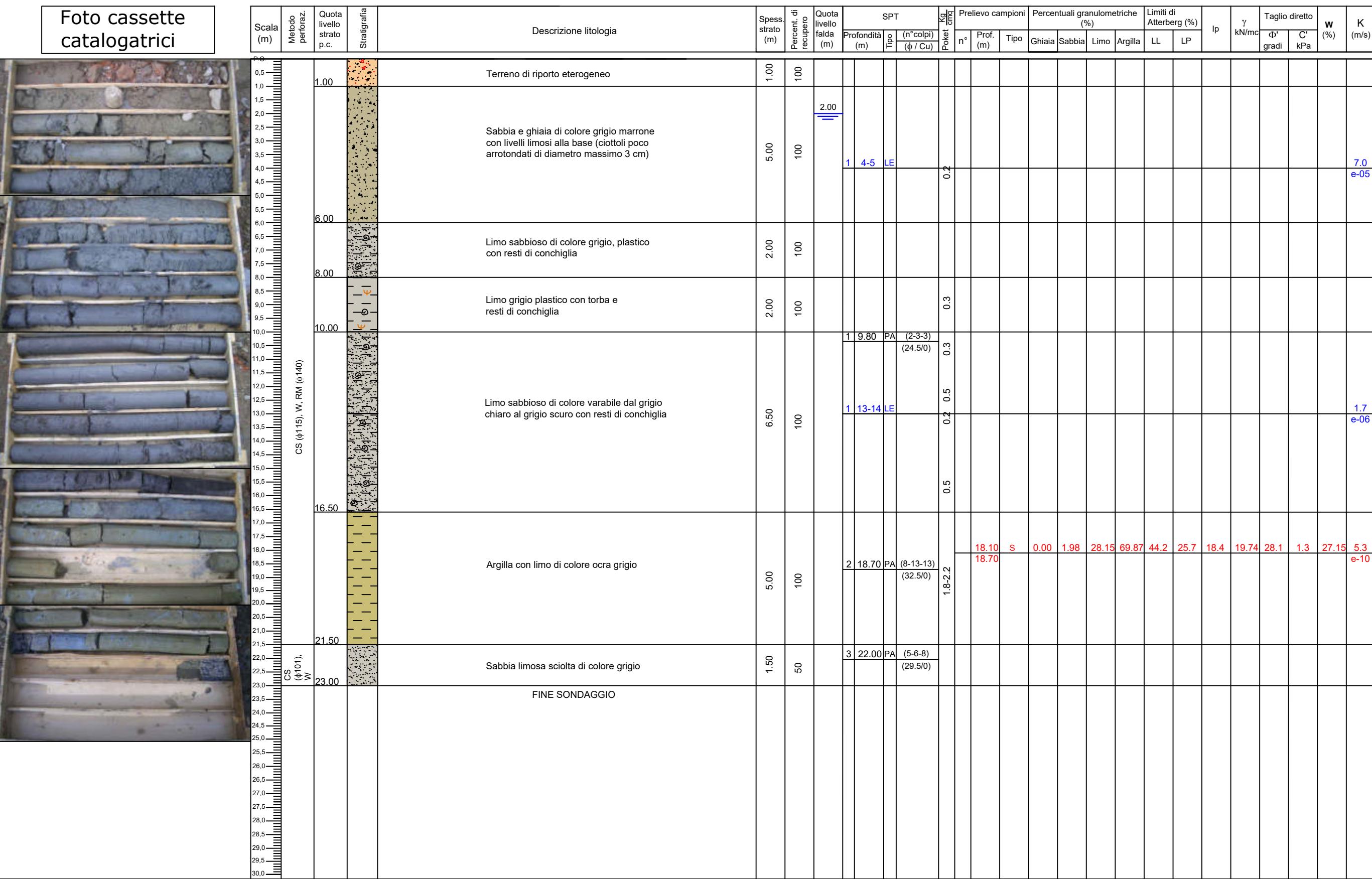
Traccia sezione geologica e geotecnica



Impronta nuovo fabbricato

COMMITTENTE: Terrestre Immobiliare	LUNG. SONDAGGIO: 23,0 metri	Quota sul l.m.m.: 1,280 metri	TIPO CAROTAGGIO: Carotaggio continuo	CERTIFICATO n°: 1	OPERATORE: Valter Molinari	INDAGINE: Realizzazione nuovo edificio	COORDINATE: 44°06'39,57"N; 9°50'40,56"E	TIPO SONDA: Elettari EK650C	PAGINA: 1 di 1	INIZIO / FINE: 28.10.08 / 30.10.08
NOTE:										

SONDAGGIO:
SA



PROVE SPT: PA punta aperta, PC punta chiusa; PERMEABILITÀ: LE lefranc, LU Lugeon

CAMPIONI: S pareti sottili, O osterberg, M mazier, R rimaneggiato, RS rimaneggiato da SPT

RIVESTIMENTO: RM rivestimento metallico, FB fanghi bentonitici

PERFORAZIONE: CS carotiere semplice, CD carotiere doppio, EC elica continua, DN distruzione di nucleo, D corona diamante, W corona Widia

PROVE SPT: PA punta aperta, PC punta chiusa; PERMEABILITA': LE lefranc, LU Luge

CAMPIONI: S pareti sottili, Q osterberg, M mazier, R rimaneggiato, RS rimaneggiato da SP

CAMPIONI: S pareti sottili, O osterberg, M mazier, R rimaneggiato, RS rimaneggiato da SP

RIVESTIMENTO: RM rivestimento metallico, FB fanghi bentonitic

PERFORAZIONE: CS cartierello semplice, CR cartierello doppio, EC elica continua, PN distruzione di nucleo, D cerona diamante, W cerona Widia.

CAMPIONI: S pareti sottili, O osterberg, M mazier, R rimaneggiato, RS rimaneggiato da SP

Sist. perf.	Prof. da D.G.	Spess. strati	Liv. H ₂ O	% Car.	Strat.	Classificazione		Camp. e prove	Prof. camp. prove	Ponet qa Ka/cm ³	Percentuali granulometriche				W% T/mc	WI% Ip	Wp% γ	Ip K cm/s	TRIASSIALE		E.L.L. gradi	S.P.T.		TAGLIO DIR. Φ C		
						* A.G.I. **CNR-UNI 10006					ghiaia	sabbia	limo	argilla					φ'	C'	Φ	Cu				
																			gradi	Ka/cm ³	Ka/cm ³	gradi	Ka/cm ³			
ROTAZIONE E R I V E S T I M E N T O	0	1,5	100	100	Terreno di riporto eterogeneo																					
	1,5	4,5	98	100	Sabbia e ghiaia marrone																					
	6,0	5,7	90	100	Limo sabbioso grigio plastico	S.P.T. 1 (0-1-2)	6,5			0,1										21,7	0					
	11,7	3,3	95	100	Limo grigio plastico con torba	S.P.T. 2 (1-1-1)	13,5		0,1											20,5	0					
	15,0	4,3	90	100	Limo sabbioso grigio con conchiglie	S.P.T. 3 (2-2-3)	17,5		0,3											23,7	0					
	19,3	5,2	100	100	Limo argilloso ocre-grigio				1,3																	
	24,5	3,5	85	100	Sabbia sciolta ocre grigia				1,2																	
	28	2	90	100	Limo argilloso grigio scuro				0,4																	
	30,0				Fine sondaggio																					

STRATIGRAFIA SONDAGGIO N. 3

Data di esecuzione 18/21 Maggio 2001
Quota assoluta p.c. 2 metri s.l.m.
Diametro perforaz. Rivestimento diam. 140 mm
Carotieri diam. 115 e 101 mm

LEGENDA SIMBOLI

- qa carico ammissibile da poket penetrometrico
- W% Contenuto naturale di acqua
- WI% Limite di liquidità (limiti di Atterberg)
- Wp% Limite di plasticità (limiti di Atterberg)
- Ip Indice di plasticità (limiti di Atterberg)
- γ Peso di volume naturale
- K Coeff. di permeabilità
- Cu Coesione non drenata
- C Coesione
- Φ Angolo di attrito interno
- S.P.T. Standard Penetration Test
- (4-5-6) N° colpi prova S.P.T.
- C. Ind. Campione indisturbato
- E.L.L. Prova di compressione ad Espansione Laterale Libera
- *A.G.I. Classificazione granulometrica secondo Associazione Geologica Italiana
- TAGLIO DIR. * Valori ricavati da prova non consolidata non drenata

Sist. perf.	Prof. da D.G.	Spess. strati	Liv. H ₂ O	% Car.	Strat.	Classificazione * A.G.I. **CNR-UNI 10006	Camp. e prove	Prof. camp. prove	Poket qa Kg/cm ²	Percentuali granulometriche				W%	WI%	Wp%	Ip	γ	K T/mc cm/s	TRIASSIALE		E.L.L. Sigma gradi Kg/cm ²	S.P.T. C' gradi Kg/cm ²	TAGLIO DIR. Φ C gradi Kg/cm ²		
										ghiaia	sabbia	limo	argilla							Φ' gradi	C' gradi					
																				gradi	Kg/cm ²					
ROTAZIONE E R I V E S T I M E N TO	0	2,5		95		Terreno di riporto eterogeneo																				
	2,5	5,5		80		* Sabbia limosa grigia con ciottoli																				
	8,0	1,5		100		Limo sabbioso grigio plastico	C. Ind. 1	7,5		0	73,3	18,4	8,3	14,9			1,55	4,8 E-04					*26,8	*0,01		
	9,5	6,7		90		Limo sabbioso plastico grigio con torba e tracce di legno	S.P.T. 1 (0-0-1)	8,5	0,1													18,9	0			
	16,2	1,6				Limo grigio scuro			0,2																	
	17,8	3,2		95		Limo con sabbia di colore ocre grigio	S.P.T. 3 (5-7-9)	19,5		1,1												30,2	0			
	21,0	6		85		Sabbia limosa di colore variabile dal grigio al grigio scuro con resti di legno			0,4																	
	27	8		80		Limo sabbioso grigio scuro nero plastico con resti di legno			0,3																	
	35								0,5																	
									0,4																	

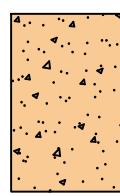
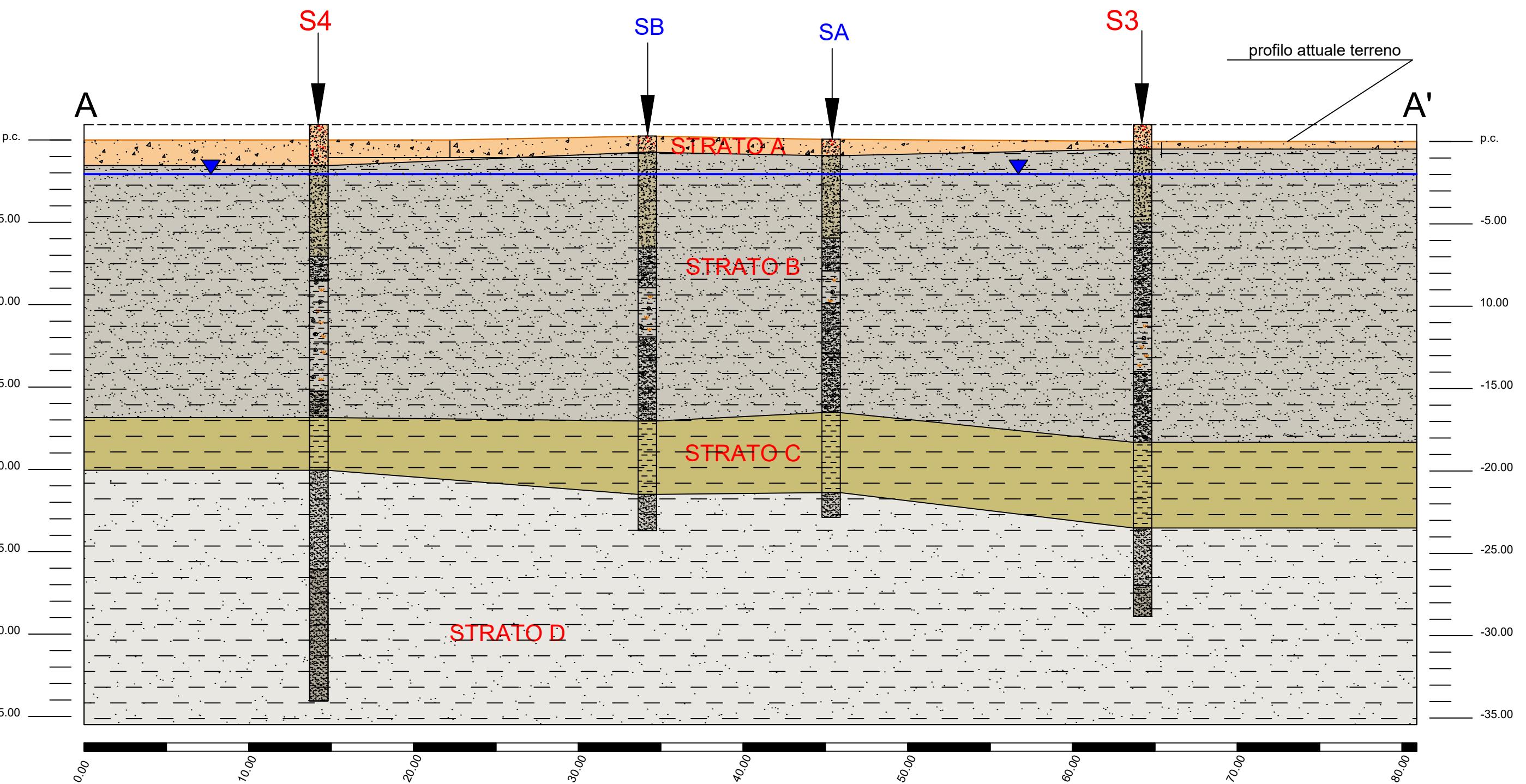
STRATIGRAFIA SONDAGGIO N. 4

Data di esecuzione 21/22 Maggio 2001
Quota assoluta p.c. 2 metri s.l.m.
Diametro perforaz. Rivestimento diam. 140 mm
Carotieri diam. 115 e 101 mm

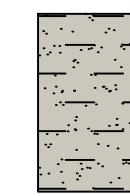
LEGENDA SIMBOLI

- qa carico ammissibile da poket penetrometrico
- W% Contenuto naturale di acqua
- WI% Limite di liquidità (limiti di Atterberg)
- Wp% Limite di plasticità (limiti di Atteberg)
- Ip Indice di plasticità (limiti di Atterberg)
- v Peso di volume naturale
- K Coeff. di permeabilità
- Cu Coesione non drenata
- C Coesione
- Φ Angolo di attrito interno
- S.P.T. Standard Penetration Test
- (4-5-5) N° colpi prova S.P.T.
- C. Ind. Campione indisturbato
- E.L.L. Prova di compressione ad Espansione Laterale Libera
- *A.G.I. Classificazione granulometrica secondo Associazione Geologica Italiana
- *TAGLIO DIR. Valori ricavati da prova non consolidata non drenata

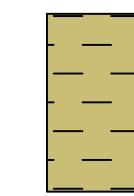
SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA



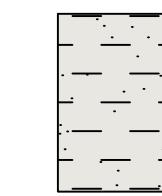
STRATO A:
Terreno di riporto



STRATO B:
Alternanze di sabbie e limi



STRATO C:
Argilla con limo



STRATO D:
Alternanze di sabbie e limi

S3-S4

Sondaggi geotecnici campagna indagini Giugno 2001

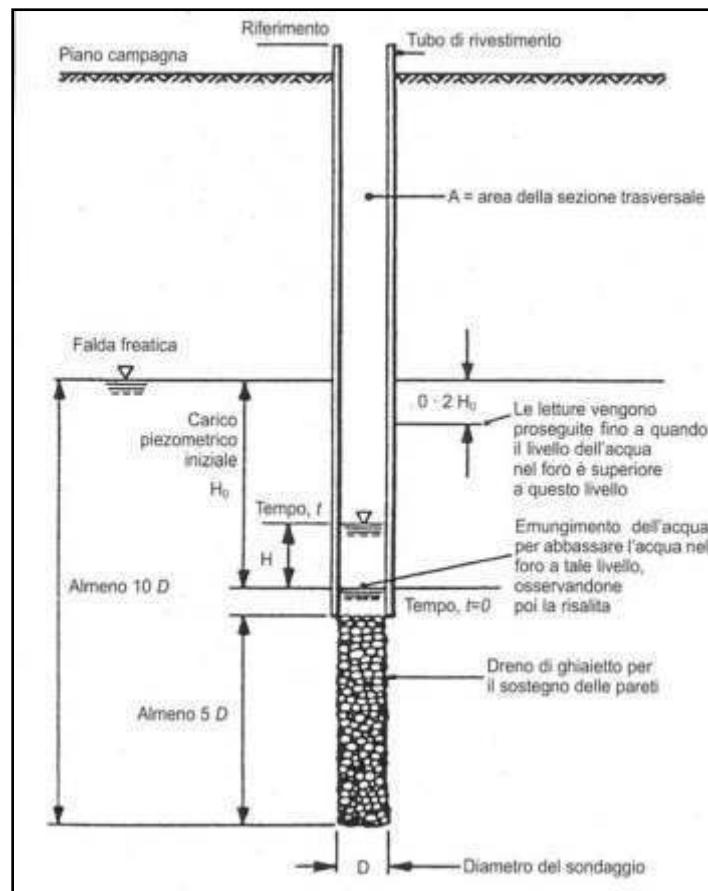
SA-SB

Sondaggi geotecnici campagna indagini Ottobre 2008

ELABORAZIONE PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente:	Terretre immobiliare S.r.l.	Sondaggio:	SA
Cantiere:	Realizzazione nuovo edificio	Prova n.:	1
Tratto provato:	da m 4,00	a m 5,00	
Sporgenza rivestimento (p.r.):	1,50	m da p.c.	
Liv. Statico falda acquifera	-1,00	m da p.c.	
Liv. statico ho presunto/misurato :	2,50	m da p.r.	

d (m)	0,12
D (m)	0,14
L (m)	1,00
A (m²)	0,01
F (m)	2,93



NOTE

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato calcolato mediante la seguente

espressione:

$$K = A/F \cdot T$$

dove:

A= area della sezione trasversale interessata (m²);

F= fattore di forma (m);

T= tempo di riequilibrio (sec).

Per il fattore forma si è preso in considerazione il valore ricavato dalle relazioni Hvorslev (1951).

Il tempo di equilibrio T è stato calcolato tramite il diagramma h/h₀ - t considerando

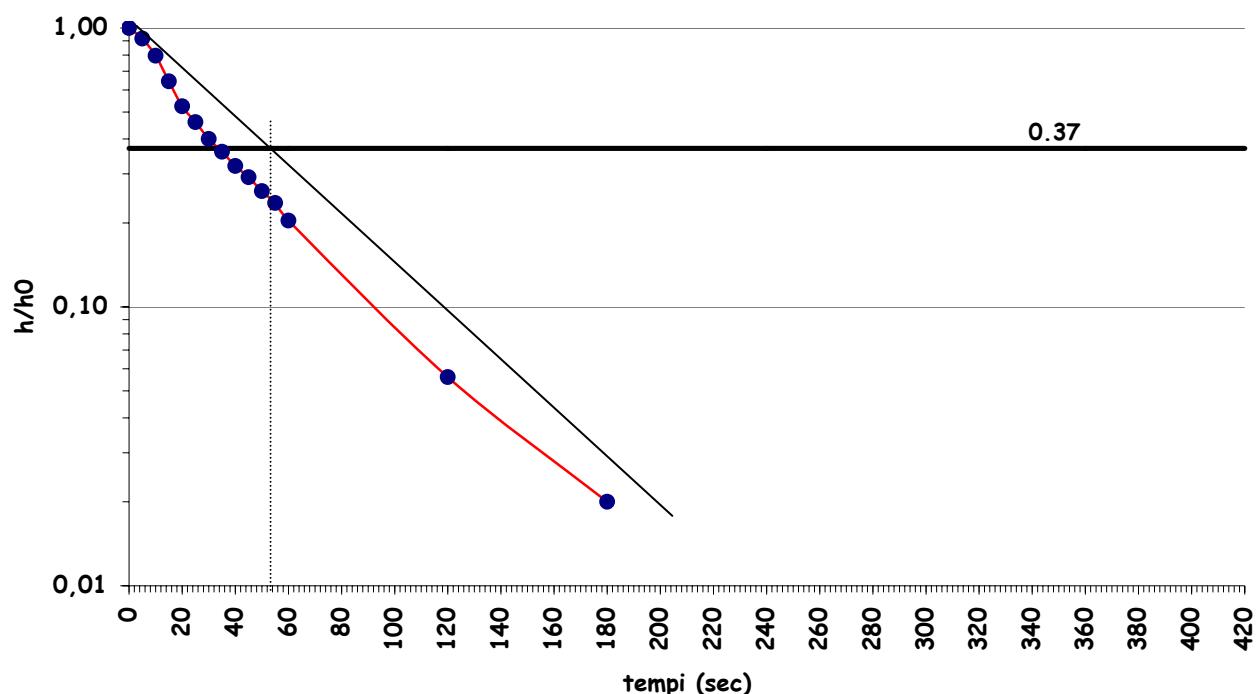
l'intersezione con il valore di h/h₀ di 0,37.

Tempi di misura	Abbassamenti (m)	h	h/h ₀
secondi	da p.r.	da liv. Stat.	m
0	0,00	2,50	1,00
5	0,21	2,29	0,92
10	0,51	1,99	0,80
15	0,89	1,61	0,64
20	1,19	1,31	0,52
25	1,35	1,15	0,46
30	1,50	1,00	0,40
35	1,60	0,90	0,36
40	1,70	0,80	0,32
45	1,77	0,73	0,29
50	1,85	0,65	0,26
55	1,91	0,59	0,24
60	1,99	0,51	0,20
120	2,36	0,14	0,06
180	2,45	0,05	0,02
240			
360			
420			

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Sabbia e ghiaia di colore grigio marrone con livelli limosi alla base

- INIZIO PROVA: 28/10/2008, 10:15
- FINE PROVA: 28/10/2008, 10:19
- Temperatura falda: 13 °C
- Temperatura acqua immessa: 11 °C
- Temperatura esterna: 15 °C



tempo di riequilibrio (T) sec 55

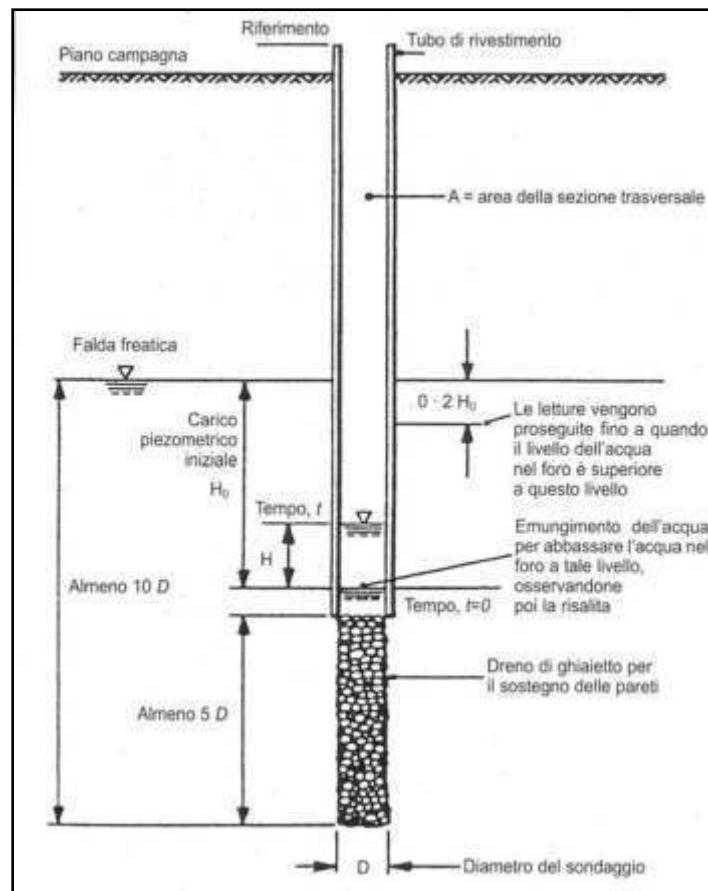
PERMEABILITA'	$K = A/(F \cdot T)$	$7,0E-05$	m/sec
		$7,0E-03$	cm/sec

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

ELABORAZIONE PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente:	Terretre immobiliare S.r.l.	Sondaggio:	SA
Cantiere:	Realizzazione nuovo edificio	Prova n.:	2
Tratto provato:	da m 13,00	a m 14,00	
Sporgenza rivestimento (p.r.):	1,50	m da p.c.	
Liv. Statico falda acquifera	-1,00	m da p.c.	
Liv. statico ho presunto/misurato :	2,50	m da p.r.	

d (m)	0,12
D (m)	0,14
L (m)	1,00
A (m²)	0,01
F (m)	2,93



NOTE

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato calcolato mediante la seguente

espressione:

$$K = A/F \cdot T$$

dove:

A= area della sezione trasversale interessata (m²);

F= fattore di forma (m);

T= tempo di riequilibrio (sec).

Per il fattore forma si è preso in considerazione il valore ricavato dalle relazioni Hvorslev (1951).

Il tempo di equilibrio T è stato calcolato tramite il diagramma h/h₀ - t considerando

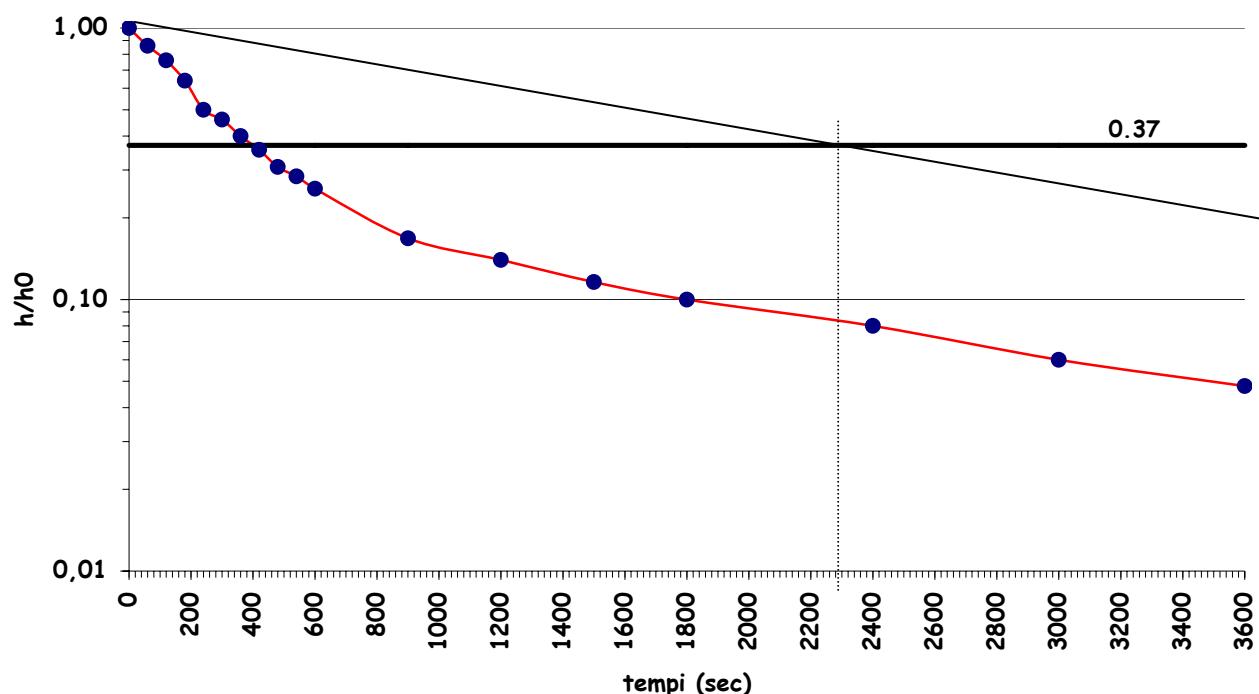
l'intersezione con il valore di h/h₀ di 0,37.

Tempi di misura	Abbassamenti (m)	h	h/h ₀
secondi	da p.r.	da liv. Stat.	m
0	0,00	2,50	1,00
60	0,35	2,15	0,86
120	0,60	1,90	0,76
180	0,90	1,60	0,64
240	1,25	1,25	0,50
300	1,35	1,15	0,46
360	1,50	1,00	0,40
420	1,61	0,89	0,36
480	1,73	0,77	0,31
540	1,79	0,71	0,28
600	1,86	0,64	0,26
900	2,08	0,42	0,17
1200	2,15	0,35	0,14
1500	2,21	0,29	0,12
1800	2,25	0,25	0,10
2400	2,30	0,20	0,08
3000	2,35	0,15	0,06
3600	2,38	0,12	0,05

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro con resti di conchiglia

- INIZIO PROVA: 30/10/2008, 10:57
- FINE PROVA: 30/10/2008, 11:57
- Temperatura falda: 13 °C
- Temperatura acqua immessa: 11 °C
- Temperatura esterna: 15 °C



tempo di riequilibrio (T) sec 2280

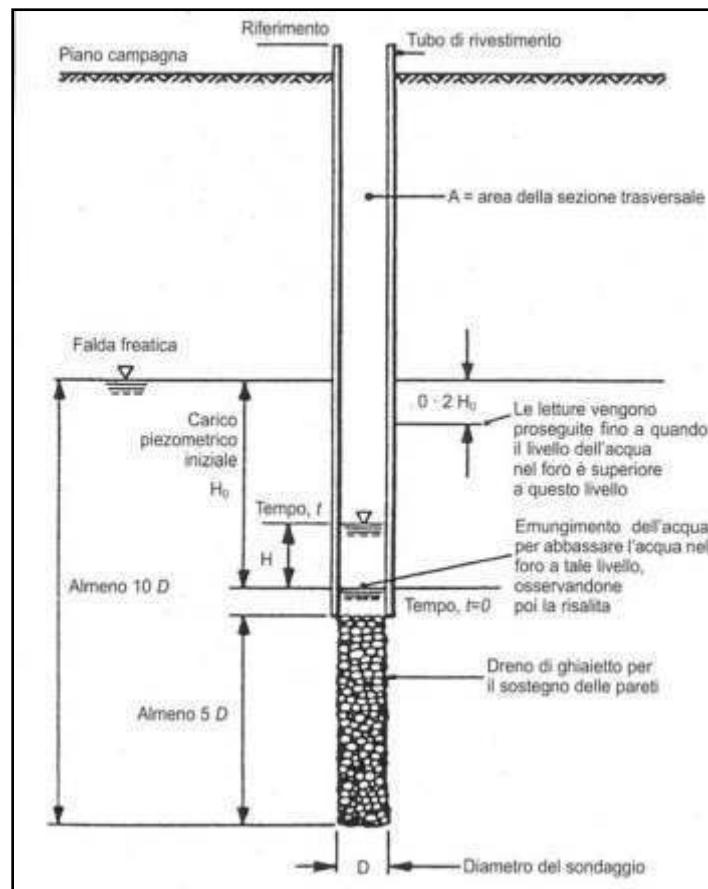
PERMEABILITA'	$K = A/(F \cdot T)$	1,7E-06	m/sec
		1,7E-04	cm/sec

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

ELABORAZIONE PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente:	Terretre immobiliare S.r.l.	Sondaggio:	SB
Cantiere:	Realizzazione nuovo edificio	Prova n.:	1
Tratto provato:	da m 7,50 a m 8,50		
Sporgenza rivestimento (p.r.):	1,50 m da p.c.		
Liv. Statico falda acquifera	-1,00 m da p.c.		
Liv. statico ho presunto/misurato :	2,50 m da p.r.		

d (m)	0,12
D (m)	0,14
L (m)	1,00
A (m²)	0,01
F (m)	2,93



NOTE

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato calcolato mediante la seguente

espressione:

$$K = A/F \cdot T$$

dove:

A= area della sezione trasversale interessata (m²);

F= fattore di forma (m);

T= tempo di riequilibrio (sec).

Per il fattore forma si è preso in considerazione il valore ricavato dalle relazioni Hvorslev (1951).

Il tempo di equilibrio T è stato calcolato tramite il diagramma h/h₀ - t considerando

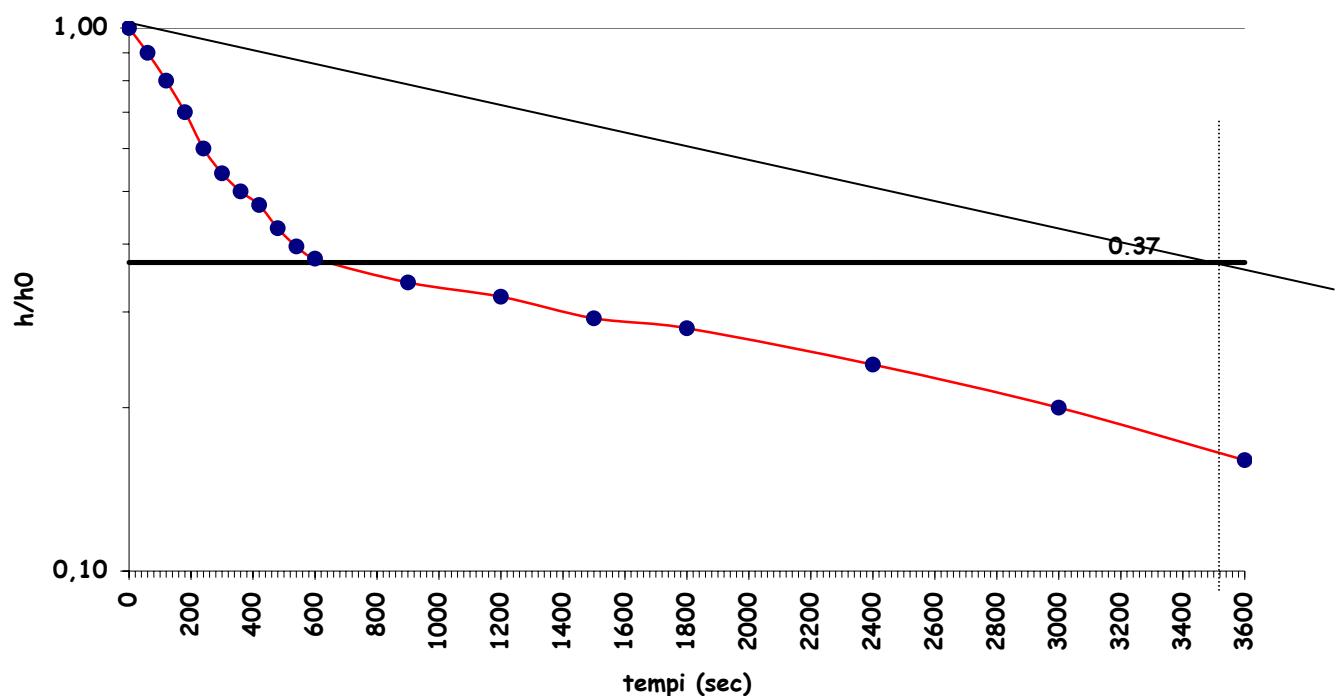
l'intersezione con il valore di h/h₀ di 0,37.

Tempi di misura	Abbassamenti (m)	h	h/h ₀
secondi	da p.r.	da liv. Stat.	m
0	0,00	2,50	1,00
60	0,25	2,25	0,90
120	0,50	2,00	0,80
180	0,75	1,75	0,70
240	1,00	1,50	0,60
300	1,15	1,35	0,54
360	1,25	1,25	0,50
420	1,32	1,18	0,47
480	1,43	1,07	0,43
540	1,51	0,99	0,40
600	1,56	0,94	0,38
900	1,65	0,85	0,34
1200	1,70	0,80	0,32
1500	1,77	0,73	0,29
1800	1,80	0,70	0,28
2400	1,90	0,60	0,24
3000	2,00	0,50	0,20
3600	2,10	0,40	0,16

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore grigio plastico con resti di conchiglia

- INIZIO PROVA: 27/10/2008, 11:30
- FINE PROVA: 27/10/2008, 12:30
- Temperatura falda: 13 °C
- Temperatura acqua immessa: 11 °C
- Temperatura esterna: 17 °C



tempo di riequilibrio (T) sec 3540

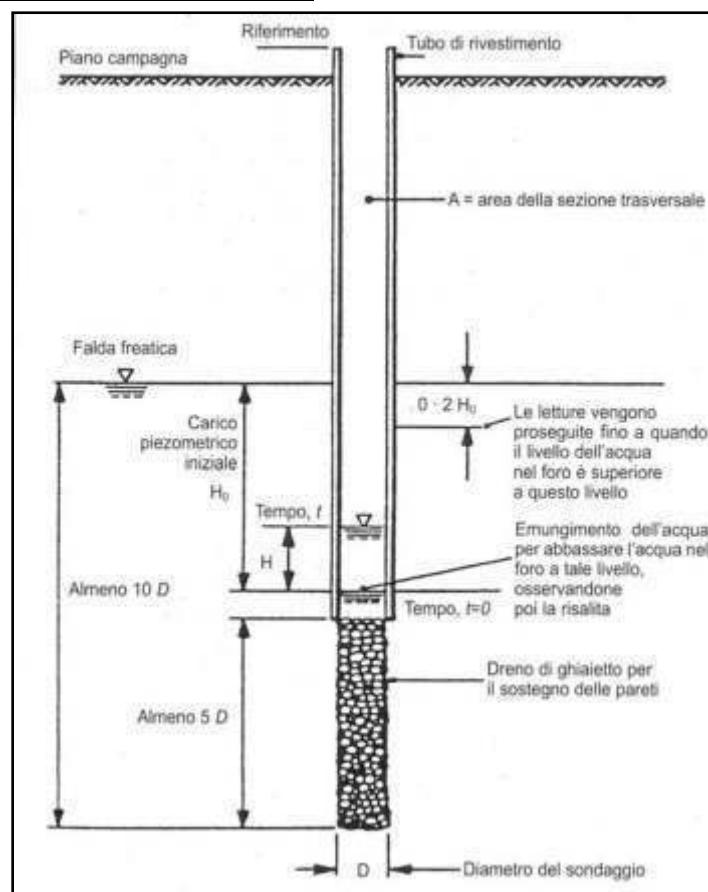
PERMEABILITA'	$K = A/(F \cdot T)$	1,1E-06	m/sec
		1,1E-04	cm/sec

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

ELABORAZIONE PROVA DI PERMEABILITA' A CARICO VARIABILE

Committente:	Terretre immobiliare S.r.l.		Sondaggio:	SB
Cantiere:	Realizzazione nuovo edificio		Prova n.:	2
Tratto provato:	da m	16,00	a m	17,00
Sporgenza rivestimento (p.r.):		1,50	m da p.c.	
Liv. Statico falda acquifera		-1,00	m da p.c.	
Liv. statico ho presunto/misurato :		2,50	m da p.r.	

d (m)	0,12
D (m)	0,14
L (m)	1,00
A (m²)	0,01
F (m)	2,93



NOTE

Il valore del coefficiente di permeabilità (K) è stato calcolato mediante la seguente

espressione:

$$K = A/F \cdot T$$

dove:

A= area della sezione trasversale interessata (m²);

F= fattore di forma (m);

T= tempo di riequilibrio (sec).

Per il fattore forma si è preso in considerazione il valore ricavato dalle relazioni Hvorslev (1951).

Il tempo di equilibrio T è stato calcolato tramite il diagramma h/h₀ - t considerando

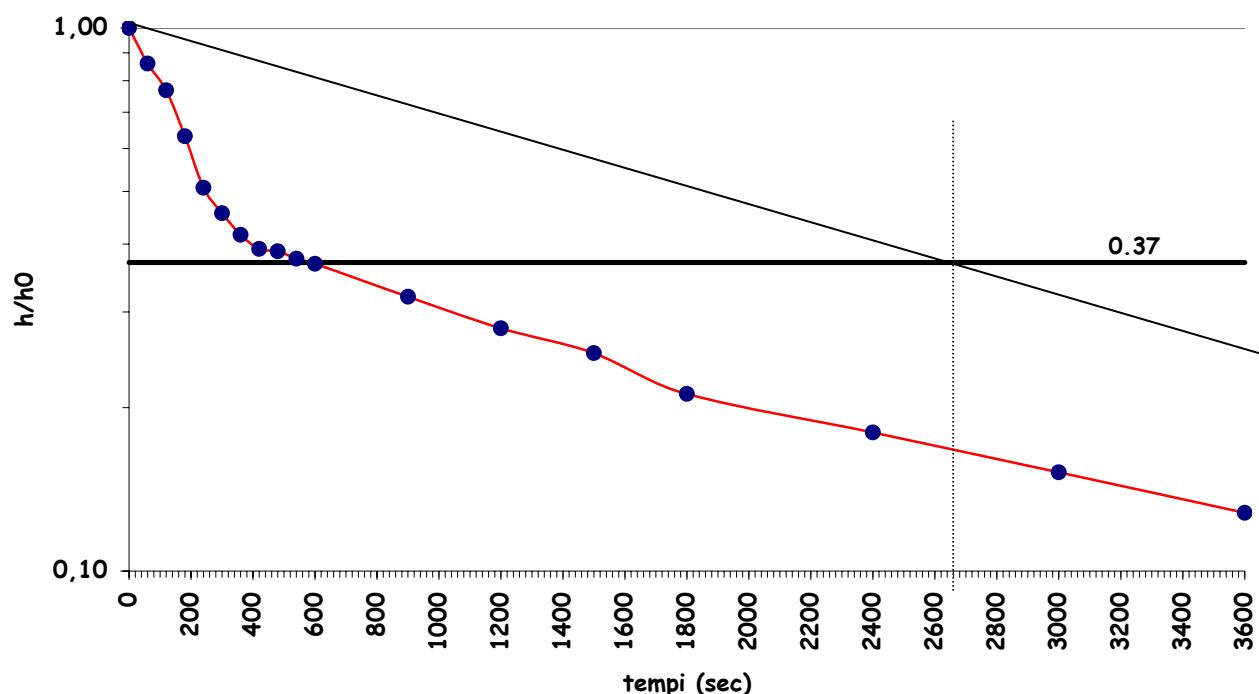
l'intersezione con il valore di h/h₀ di 0,37.

Tempi di misura	Abbassamenti (m)	h	h/h ₀
secondi	da p.r.	da liv. Stat.	m
0	0,00	2,50	1,00
60	0,35	2,15	0,86
120	0,58	1,92	0,77
180	0,92	1,58	0,63
240	1,23	1,27	0,51
300	1,36	1,14	0,46
360	1,46	1,04	0,42
420	1,52	0,98	0,39
480	1,53	0,97	0,39
540	1,56	0,94	0,38
600	1,58	0,92	0,37
900	1,70	0,80	0,32
1200	1,80	0,70	0,28
1500	1,87	0,63	0,25
1800	1,97	0,53	0,21
2400	2,05	0,45	0,18
3000	2,12	0,38	0,15
3600	2,18	0,32	0,13

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Limo sabbioso di colore grigio plastico con resti di conchiglia

- INIZIO PROVA: 28/10/2008, 11:30
- FINE PROVA: 28/10/2008, 12:30
- Temperatura falda: 13 °C
- Temperatura acqua immessa: 11 °C
- Temperatura esterna: 17 °C

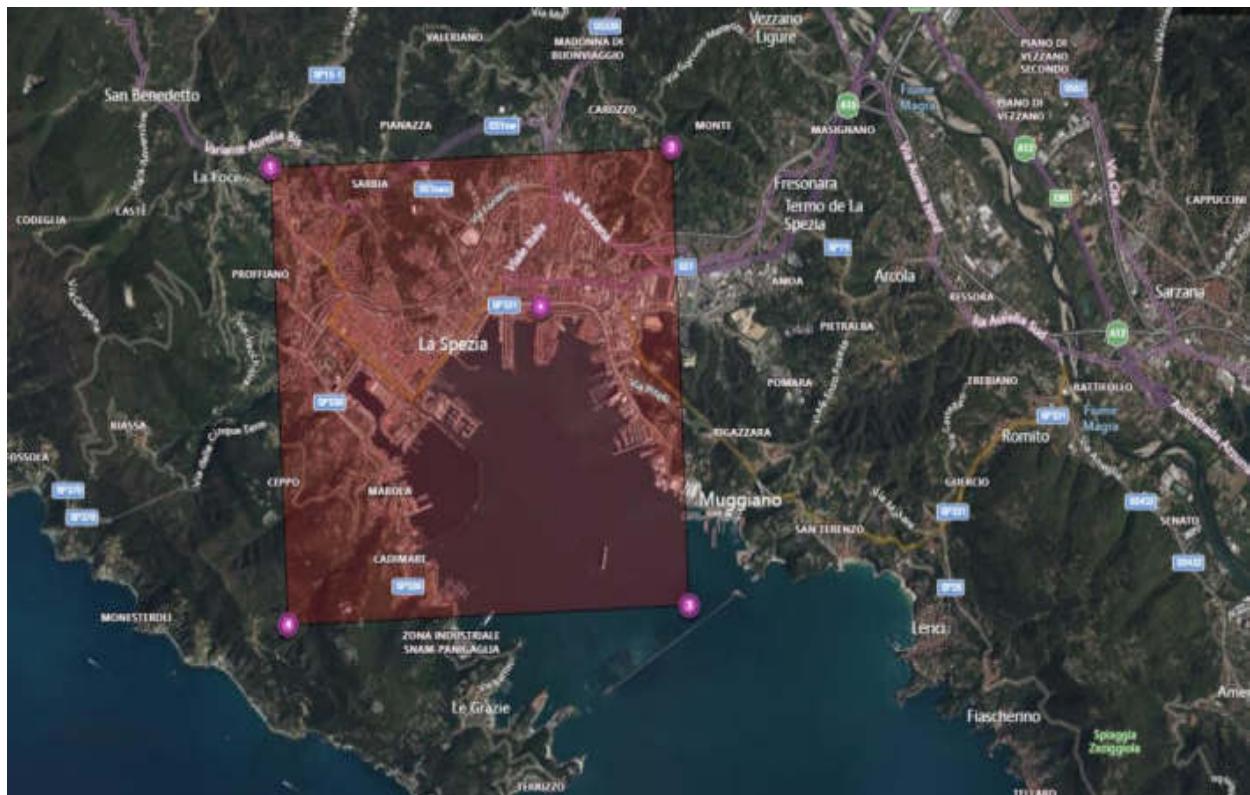


tempo di riequilibrio (T) sec 2660

PERMEABILITA'	$K = A/(F \cdot T)$	$1,5E-06$	m/sec
		$1,5E-04$	cm/sec

La Direzione
Dott. Iacopo De Nobili

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44,1110764 [°]

Longitudine (WGS84): 9,8445549 [°]

Latitudine (ED50): 44,1120377 [°]

Longitudine (ED50): 9,8455744 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	18262	44,127180	9,798735	4100,59
2	18263	44,129330	9,868282	2642,39
3	18485	44,079380	9,871231	4169,58
4	18484	44,077220	9,801764	5218,30

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,039	2,539	0,223
SLD	50	0,050	2,516	0,243
SLV	475	0,122	2,400	0,290
SLC	975	0,157	2,381	0,297

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,042	2,512	0,227
SLD	50	0,053	2,510	0,245
SLV	475	0,130	2,406	0,290
SLC	975	0,167	2,372	0,299

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,039	2,547	0,223
SLD	50	0,049	2,523	0,244
SLV	475	0,120	2,404	0,291
SLC	975	0,154	2,381	0,298

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,037	2,549	0,214
SLD	50	0,046	2,534	0,244
SLV	475	0,111	2,404	0,293
SLC	975	0,144	2,386	0,299

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,040	2,533	0,223
SLD	50	0,050	2,519	0,244
SLV	475	0,122	2,404	0,291
SLC	975	0,158	2,379	0,298

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

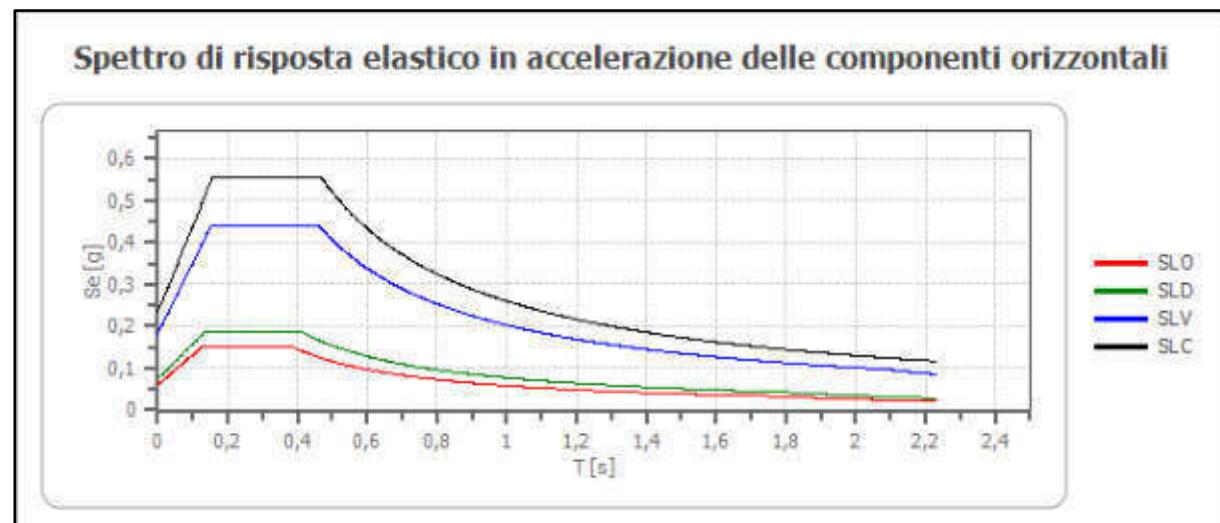
Categoria sottosuolo: C “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valore di V equivalente compresi tra 180 e 360 m/s”

Categoria topografica: T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,015	0,044	0,056
kv	0,006	0,007	0,022	0,028
amax [m/s ²]	0,588	0,734	1,798	2,287
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

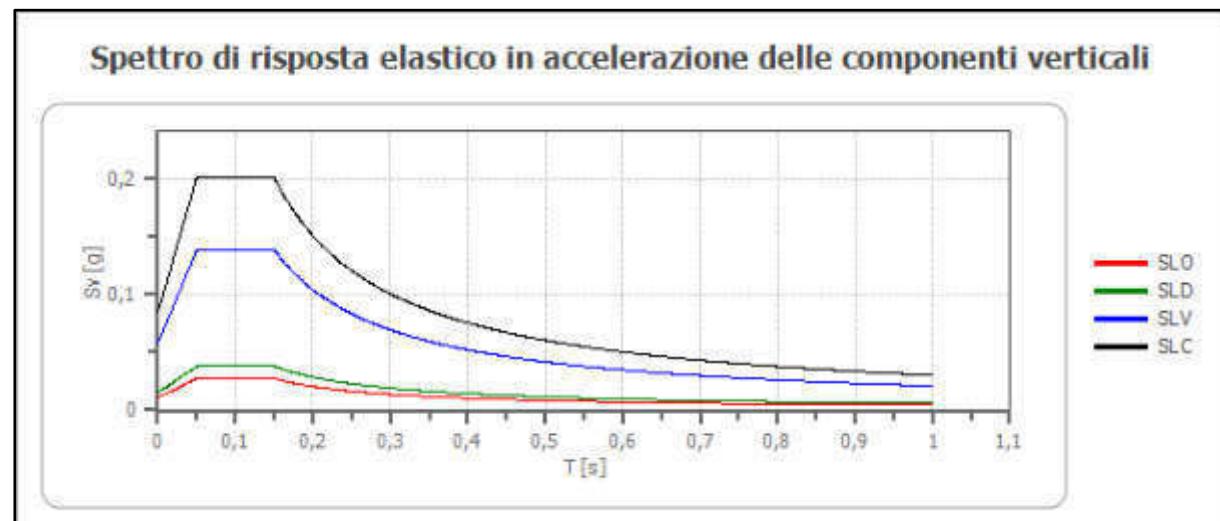


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,040	2,533	0,223	1,500	1,720	1,000	1,500	1,000	0,128	0,383	1,760	0,060	0,152
SLD	1,0	0,050	2,519	0,244	1,500	1,670	1,000	1,500	1,000	0,136	0,408	1,800	0,075	0,189
SLV	1,0	0,122	2,404	0,291	1,500	1,580	1,000	1,500	1,000	0,153	0,460	2,089	0,183	0,441
SLC	1,0	0,158	2,379	0,298	1,480	1,570	1,000	1,480	1,000	0,156	0,468	2,230	0,233	0,555

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000



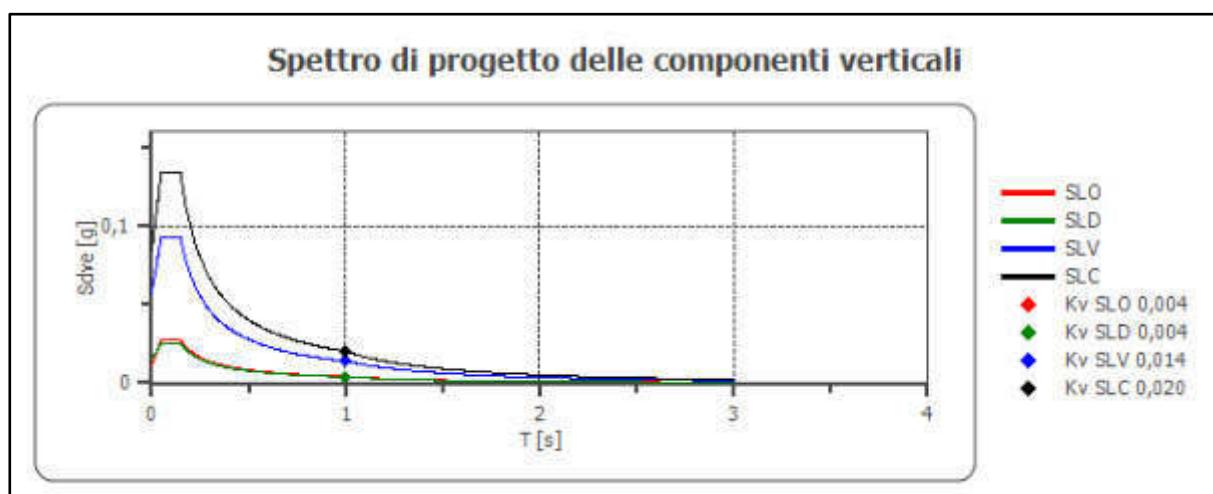
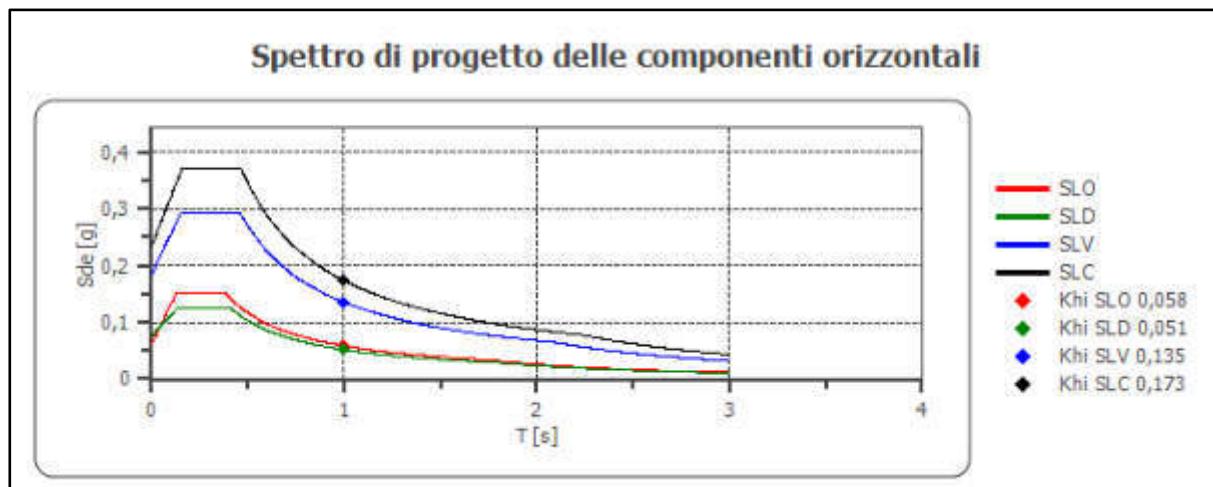
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,040	2,533	0,223	1	1,720	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,011	0,027
SLD	1,0	0,050	2,519	0,244	1	1,670	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
SLV	1,0	0,122	2,404	0,291	1	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,058	0,139
SLC	1,0	0,158	2,379	0,298	1	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,084	0,201

Spettro di progetto

Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,058	0,051	0,135	0,173

kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,004	0,004	0,014	0,020
----------------------------	-------	-------	-------	-------



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,040	2,533	0,223	1,500	1,720	1,000	1,500	1,000	0,128	0,383	1,760	0,060	0,152
SLO verticale	1,0	0,040	2,533	0,223	1,500	1,720	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,011	0,027
SLD orizzontale	1,0	0,050	2,519	0,244	1,500	1,670	1,000	1,500	1,500	0,136	0,408	1,800	0,075	0,126
SLD verticale	1,0	0,050	2,519	0,244	1,500	1,670	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,015	0,025
SLV orizzontale	1,0	0,122	2,404	0,291	1,500	1,580	1,000	1,500	1,500	0,153	0,460	2,089	0,183	0,294
SLV verticale	1,0	0,122	2,404	0,291	1,500	1,580	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,058	0,092
SLC orizzontale	1,0	0,158	2,379	0,298	1,480	1,570	1,000	1,480	1,500	0,156	0,468	2,230	0,233	0,370
SLC verticale	1,0	0,158	2,379	0,298	1,480	1,570	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,084	0,134

Data emissione: 18/11/08
Certificato n° 1390

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.	Sondaggio: SA
Cantiere: Terrestre Immobiliare	Campione: C1
Località: La Spezia	Profondità: 18,10 - 18,70 m
Verbale di accettazione n°: 119	Data esecuzione prova: 5/11/08
Data verbale: 05/11/08	Specifica di prova: ASTM D2488-93- D4648-00
Note:	Rep: 08/120

Contenitore del campione	X	Inox	PVC
		Vetro	Sacchetto

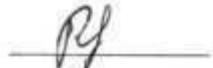
Dimensioni del campione	<2"	X	<4"
	<3"		>4"

Condizioni del materiale	X	Buone	Rammollito
		Mediocri	Strati piegati
		Cattive	Rimescolato

Descrizione del campione
Campione di 47 cm di lunghezza.
Argilla limosa con rara sabbia di colore grigio verde.

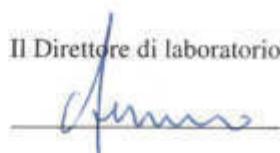
Consistenza (kPa)	cm	Scissometro		Penetrometro
		kPa		
Alto	0-10	95	TG	290
	10-20	95	TG	220
	20-30	100		320
	30-40	95	ED	270
Basso	40-50	90		230
	50-60			
	60-70			
	70-80			
	80-90			

Lo Sperimentatore



Pagina 1 di 1

Il Direttore di laboratorio



ANALISI GRANULOMETRICA

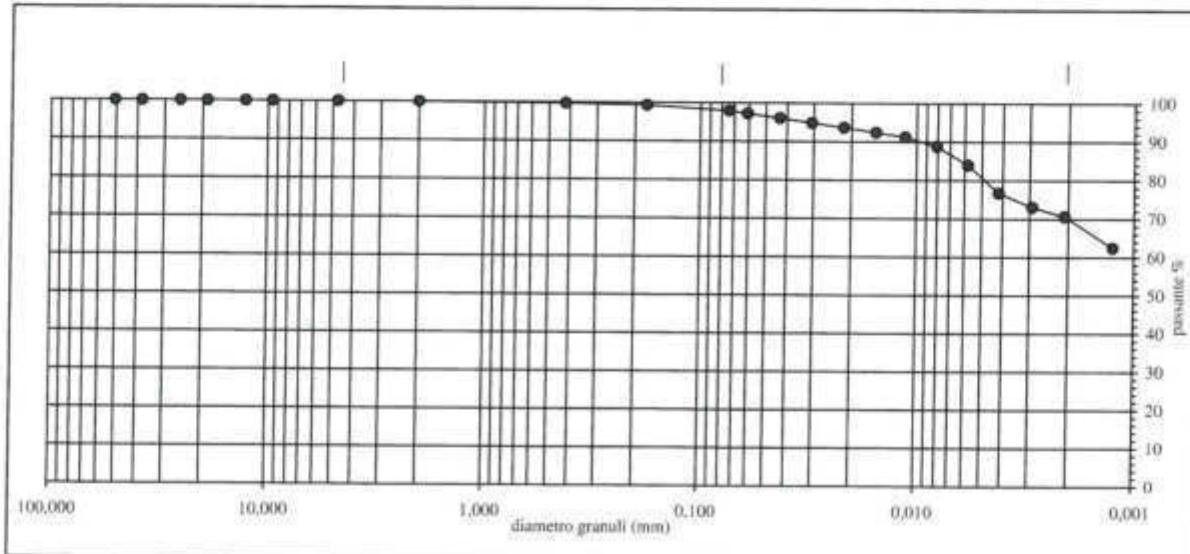
Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.
 Cantiere: Terrestre Immobiliare
 Località: La Spezia
 Verbale di accettazione n°: 119
 Data verbale: 05/11/08
 Note:

Sondaggio: SA
 Campione: C1
 Profondità: 18,10 - 18,70 m
 Data esecuzione prova: 6-11/11/08
 Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
 Rep: 08/120

Analisi con setacci			M (gr) =		418,08	Analisi con areometro	
Setacci	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	1
ASTM N°						Areometro tipo	152 H
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00	Dispersivo	esametafosfato di sodio
1" 1/2	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. dispersivo	Cd
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. menisco	Cm
3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. temperatura	Ct
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	Campione secco	Psp (g)
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00		40
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00		
10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00	Peso spec. f<0,074 (Gs) =	2,72
40	0,42	0,93	0,22	0,22	99,78	Castante K =	0,986
80	0,177	1,95	0,47	0,69	99,31		
200	0,074	5,39	1,29	1,98	98,02		
Fondo		409,81					

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	φ grani mm	Lettura ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0,5	17,0	40,5	41,0	0,25	0,0609	40,25	99,22	97,25
1	17,0	40,0	40,5	0,25	0,0432	39,75	97,98	96,05
2	17,0	39,5	40,0	0,25	0,0307	39,25	96,75	94,84
4	17,0	39,0	39,5	0,25	0,0218	38,75	95,52	93,63
8	17,0	38,5	39,0	0,25	0,0155	38,25	94,29	92,42
15	17,0	38,0	38,5	0,25	0,0113	37,75	93,05	91,21
30	17,0	37,0	37,5	0,25	0,0081	36,75	90,59	88,80
60	17,0	35,0	35,5	0,25	0,0058	34,75	85,66	83,96
120	17,0	32,0	32,5	0,25	0,0042	31,75	78,26	76,72
240	19,0	30,0	30,5	0,75	0,0029	30,25	74,57	73,09
480	19,0	29,0	29,5	0,75	0,0021	29,25	72,10	70,68
1440	17,5	26,0	26,5	0,38	0,0012	25,88	63,78	62,52

Classificazione	USCS CL	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			0,00	1,98	28,15	69,87



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

LIMITI DI CONSISTENZA

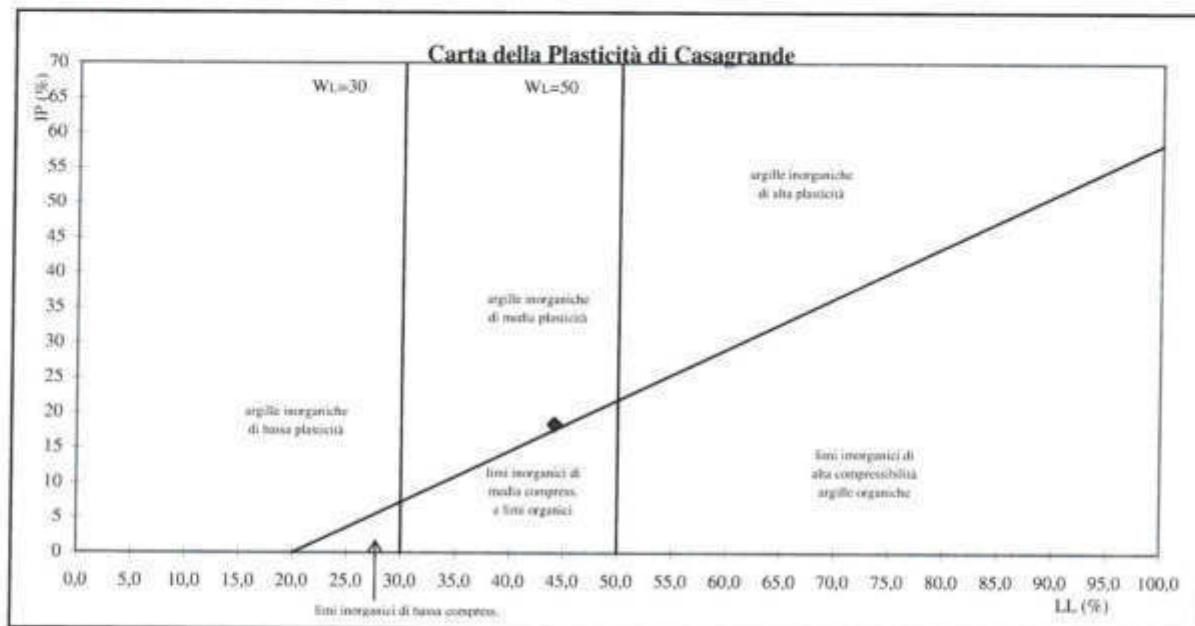
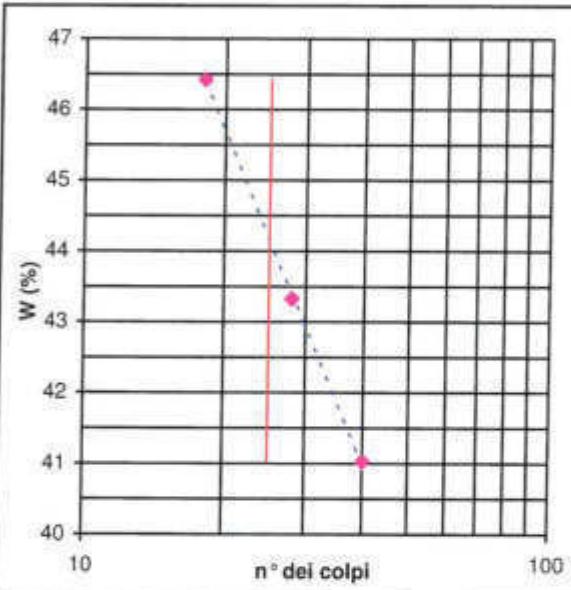
Data emissione: 18/11/08

Certificato n° 1392

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.
 Cantiere: Terrestre Immobiliare
 Località: La Spezia
 Verbale di accettazione n°: 119
 Data verbale: 05/11/08
 Note:

Sondaggio: SA
 Campione: C1
 Profondità: 18,10 - 18,70 m
 Data esecuzione prova: 07-10/11/08
 Specifica di prova: ASTM D4318-00
 Rep:08/120

Limite liquido		LL (%) = 44,2		
Contenitore		1	2	3
Massa umida + t (g)	50,42	50,62	50,27	
Massa secca + t (g)	48,02	48,12	48,67	
Massa acqua contenuta (g)	2,40	2,50	1,60	
Tara t (g)	42,85	42,35	44,77	
Massa secca netta (g)	5,17	5,77	3,90	
Contenuto d'acqua W (%)	46,42	43,33	41,03	
Numero colpi	18	28	40	
Limite plastico		LP (%) = 25,7		
Contenitore		A	B	
Massa umida + t (g)	47,41	48,02		
Massa secca + t (g)	46,58	47,38		
Massa acqua contenuta (g)	0,83	0,64		
Tara t (g)	43,38	44,87		
Massa secca (g)	3,20	2,51		
Contenuto d'acqua W (%)	25,94	25,50		
Indice di Plasticità (LL-LP) =		IP	18,4	



Lo Sperimentatore

Pagina 1 di 1

Il Direttore di laboratorio

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Data emissione: 18/11/08

Certificato n°: 1393

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.	Sondaggio: SA
Cantiere: Terrestre Immobiliare	Campione: C1
Località: La Spezia	Profondità: 18,10 - 18,70 m
Verbale di accettazione n°: 119	Data esecuzione prova: 05-06/11/08
Data verbale: 05/11/08	Specifica di prova: ASTM e BS
Note:	Rep: 08/120

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-98	W (%) =	27,15
Contenitore	X	Y	Z
Massa linda umida (g)	832,84	445,14	825,53
Massa linda secca (g)	655,70	351,53	659,46
Massa acqua contenuta (g)	177,14	93,61	166,07
Tara (g)	15,88	16,09	17,49
Massa netta secca (g)	639,82	335,44	641,97
Contenuto d'acqua W (%)	27,69	27,91	25,87

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m ³) =	19,74
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	246,22	243,16	243,91
Massa dello stampo (g)	75,09	71,78	74,27
Massa terreno netta umida (g)	171,13	171,38	169,64
Volume dello stampo (cm ³)	84,81	84,81	84,81
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,79	19,82	19,62

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-00	G_s (Mg/m ³) =
Prova n°		
Volume picnometro (cm ³)		
Massa picnometro (g)		
Massa picnometro + terra (g)		
Massa terra netta (g)		
Massa picn. + terra + acqua (g)		
Massa terra + acqua (g)		
Peso specifico (Mg/m ³)		
Temperatura (°C)		
Densità acqua (Mg/m ³)		
Costante K		
Peso specifico T = 20°C		

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	27,15
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m ³)	19,74
Peso di volume secco	γ_d (kN/m ³)	15,52
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m ³)	
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m ³)	
Porosità	n (%)	
Indice dei pori	e	
Grado di saturazione	S _r (%)	

Lo Sperimentatore



Pagina 1 di 1

Il Direttore di laboratorio



PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1388

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-15/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	19,63 cm ²	Densità umida finale	20,80 kN/m ³ γ
Altezza iniziale	20,00 mm	Densità secca	16,53 kN/m ³ γ _s
Altezza finale	19,00 mm	Umidità iniziale	22,44 % W ₀
Peso tara 1	59,13 g	Umidità finale	19,54 % W _f
Tara + peso umido iniziale	140,16 g	Saturazione iniziale	99,47 % S ₀
Tara + peso umido finale	138,24 g	Saturazione finale	99,72 % S _f
Tara + peso secco	125,31 g	Indice dei vuoti iniziale	0,61 e ₀
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,53 e _f
Densità umida iniziale	20,24 kN/m ³	Densità secca finale	17,40 kN/m ³ γ _s

Cedimenti in funzione del tempo

Gradino 01 12,5 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,006
0,085	0,006
0,145	0,006
0,246	0,006
0,418	0,006
0,710	0,007
1,207	0,006
2,052	0,006
3,488	0,006
5,929	0,006
10,080	0,004
17,136	0,003
29,131	0,000
49,523	0,002
0,000	0,000
0,000	0,000
0,000	0,000
0,000	0,000
0,000	0,000
0,000	0,000

Gradino 02 25,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,024
0,085	0,025
0,145	0,026
0,246	0,027
0,418	0,029
0,710	0,031
1,207	0,033
2,052	0,035
3,488	0,038
5,929	0,040
10,080	0,042
17,136	0,045
29,131	0,046
49,523	0,048
84,189	0,050
0,000	0,000
0,000	0,000
0,000	0,000
0,000	0,000
0,000	0,000

Gradino 03 50,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,130
0,085	0,132
0,145	0,135
0,246	0,138
0,418	0,142
0,710	0,146
1,207	0,151
2,052	0,157
3,488	0,163
5,929	0,169
10,080	0,178
17,136	0,186
29,131	0,193
49,523	0,198
84,189	0,203
143,121	0,205
243,306	0,207
413,620	0,209
703,155	0,211
0,000	0,000

Gradino 04 100,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,262
0,085	0,265
0,145	0,272
0,246	0,281
0,418	0,289
0,710	0,297
1,207	0,308
2,052	0,316
3,488	0,328
5,929	0,341
10,080	0,354
17,136	0,365
29,131	0,374
49,523	0,380
84,189	0,384
143,121	0,389
243,306	0,394
413,620	0,398
703,155	0,402
1195,363	0,405

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1388

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-15/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	19,63 cm ²	Densità umida finale	20,80 kN/m ³ γ _f
Altezza iniziale	20,00 mm	Densità secca	16,53 kN/m ³ γ _d
Altezza finale	19,00 mm	Umidità iniziale	22,44 % W ₀
Peso tara l	59,13 g	Umidità finale	19,54 % W _f
Tara + peso umido iniziale	140,16 g	Saturazione iniziale	99,47 % S ₀
Tara + peso umido finale	138,24 g	Saturazione finale	99,72 % S _f
Tara + peso secco	125,31 g	Indice dei vuoti iniziale	0,61 e ₀
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,53 e _f
Densità umida iniziale	20,24 kN/m ³	Densità secca finale	17,40 kN/m ³ γ _d

Cedimenti in funzione del tempo

Gradino 05 200,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,468
0,085	0,474
0,145	0,486
0,246	0,499
0,418	0,509
0,710	0,519
1,207	0,530
2,052	0,547
3,488	0,567
5,929	0,587
10,080	0,612
17,136	0,630
29,131	0,640
49,523	0,646
84,189	0,651
143,121	0,658
243,306	0,665
413,620	0,670
703,155	0,675
1195,363	0,678
2032,117	0,683

Gradino 06 400,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,763
0,085	0,770
0,145	0,777
0,246	0,792
0,418	0,802
0,710	0,820
1,207	0,838
2,052	0,866
3,488	0,896
5,929	0,921
10,080	0,956
17,136	0,976
29,131	0,993
49,523	1,005
84,189	1,012
143,121	1,019
243,306	1,025
413,620	1,030
703,155	1,037
1195,363	1,043
0,000	0,000

Gradino 07 800,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	1,138
0,085	1,143
0,145	1,155
0,246	1,172
0,418	1,189
0,710	1,209
1,207	1,235
2,052	1,273
3,488	1,318
5,929	1,359
10,080	1,404
17,136	1,434
29,131	1,451
49,523	1,464
84,189	1,472
143,121	1,479
243,306	1,488
413,620	1,495
703,155	1,503
1195,363	1,511
0,000	0,000

Gradino 08 1600,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	1,552
0,085	1,558
0,145	1,569
0,246	1,630
0,418	1,663
0,710	1,697
1,207	1,739
2,052	1,793
3,488	1,844
5,929	1,911
10,080	1,969
17,136	2,001
29,131	2,030
49,523	2,045
84,189	2,058
143,121	2,068
243,306	2,080
413,620	2,091
703,155	2,100
1195,363	2,112
0,000	0,000

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008

Certificato n° : 1388

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-15/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	19,63 cm ²	Densità umida finale	20,80 kN/m ³ γ
Altezza iniziale	20,00 mm	Densità secca	16,53 kN/m ³ γ_s
Altezza finale	19,00 mm	Umidità iniziale	22,44 % W_i
Peso tara 1	59,13 g	Umidità finale	19,54 % W_f
Tara + peso umido iniziale	140,16 g	Saturazione iniziale	99,47 % S_i
Tara + peso umido finale	138,24 g	Saturazione finale	99,72 % S_f
Tara + peso secco	125,31 g	Indice dei vuoti iniziale	0,61 e_i
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,53 e_f
Densità umida iniziale:	20,24 kN/m ³	Densità secca finale	17,40 kN/m ³ γ_s

Cedimenti in funzione del tempo

Gradino 09 400,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	2,090
0,085	2,085
0,145	2,055
0,246	2,028
0,418	2,011
0,710	1,993
1,207	1,978
2,052	1,962
3,488	1,938
5,929	1,926
10,080	1,916
17,136	1,909
29,131	1,904
49,523	1,902
84,189	1,899
143,121	1,895
243,306	1,894
413,620	1,892
703,155	1,891
1195,363	1,888

Gradino 10 100,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	1,843
0,085	1,838
0,145	1,831
0,246	1,822
0,418	1,814
0,710	1,805
1,207	1,790
2,052	1,761
3,488	1,736
5,929	1,701
10,080	1,663
17,136	1,628
29,131	1,599
49,523	1,582
84,189	1,564
143,121	1,554
243,306	1,550
413,620	1,544
703,155	1,540
1195,363	1,536

Gradino 11 12,5 kPa

dt min	dH mm
0,050	1,495
0,085	1,492
0,145	1,490
0,246	1,482
0,418	1,474
0,710	1,467
1,207	1,454
2,052	1,439
3,488	1,413
5,929	1,383
10,080	1,341
17,136	1,294
29,131	1,237
49,523	1,181
84,189	1,125
143,121	1,079
243,306	1,051
413,620	1,031
703,155	1,017
1195,363	1,007

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1388

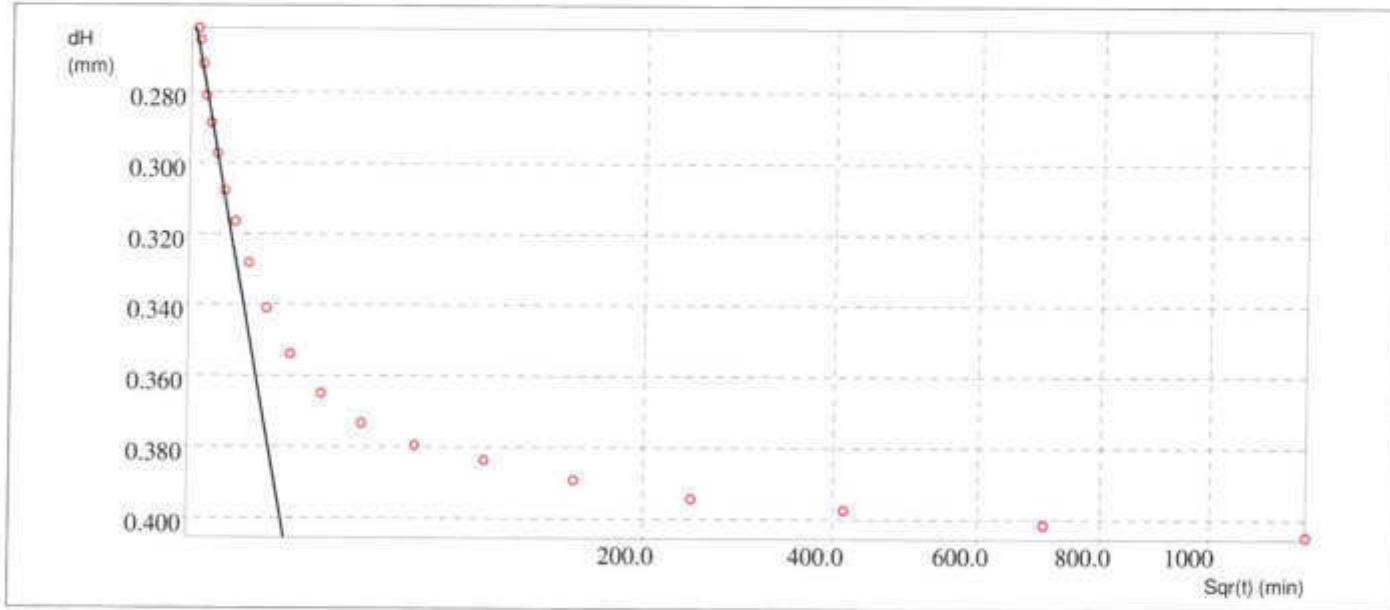
Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-15/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati acquisiti del gradino 04

 $\sigma_v = 100,0 \text{ Kpa}$

dt min	dH mm
0,05	0,262
0,09	0,265
0,14	0,272
0,25	0,281
0,42	0,289
0,71	0,297
1,21	0,308
2,05	0,316
3,49	0,328
5,93	0,341
10,08	0,354
17,14	0,365
29,13	0,374

dt min	dH mm
49,52	0,380
84,19	0,384
143,12	0,389
243,31	0,394
413,62	0,398
703,15	0,402
1195,36	0,405



Risultati di elaborazione

ϵ	1,919	%
e	0,583	
Metodo	Taylor	
C_v	2,90e-003	cm^2/s
C_a		
M	5,371	MPa
K	5,30e-010	m/s

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1388

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-15/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	19,63 cm ²	Densità umida finale	20,80 kN/m ³ γ_f
Altezza iniziale	20,00 mm	Densità secca	16,53 kN/m ³ γ_d
Altezza finale	19,00 mm	Umidità iniziale	22,44 % W_i
Peso tara I	59,13 g	Umidità finale	19,54 % W_f
Tara + peso umido iniziale	140,16 g	Saturazione iniziale	99,47 % S_i
Tara + peso umido finale	138,24 g	Saturazione finale	99,72 % S_f
Tara + peso secco	125,31 g	Indice dei vuoti iniziale	0,61 e_i
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,53 e_f
Densità umida iniziale	20,24 kN/m ³	Densità secca finale	17,40 kN/m ³ γ_d

Gradino	σ kPa	ϵ %	e	M MPa	Cv cm ² /s	K m/s	Metodo
1	12,5	0,031	0,613				
2	25,0	0,222	0,610	6,52			
3	50,0	0,988	0,598	3,26			
4	100,0	1,919	0,583	5,37	2,904e-003	5,303e-010	Taylor
5	200,0	3,291	0,560	7,29			
6	400,0	5,065	0,532	11,28			
7	800,0	7,312	0,496	17,80			
8	1600,0	10,214	0,449	27,56			
9	400,0	9,441	0,461				
10	100,0	7,682	0,490				
11	12,5	5,035	0,532				

Lo Sperimentatore



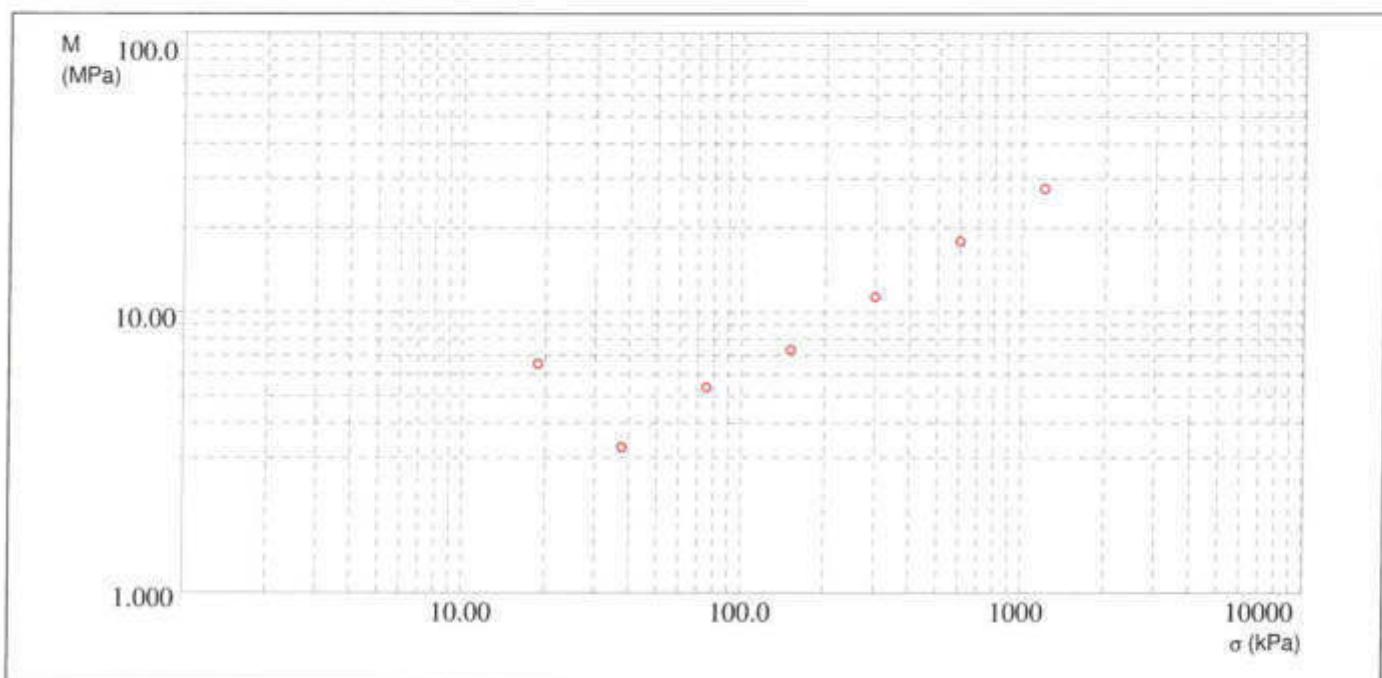
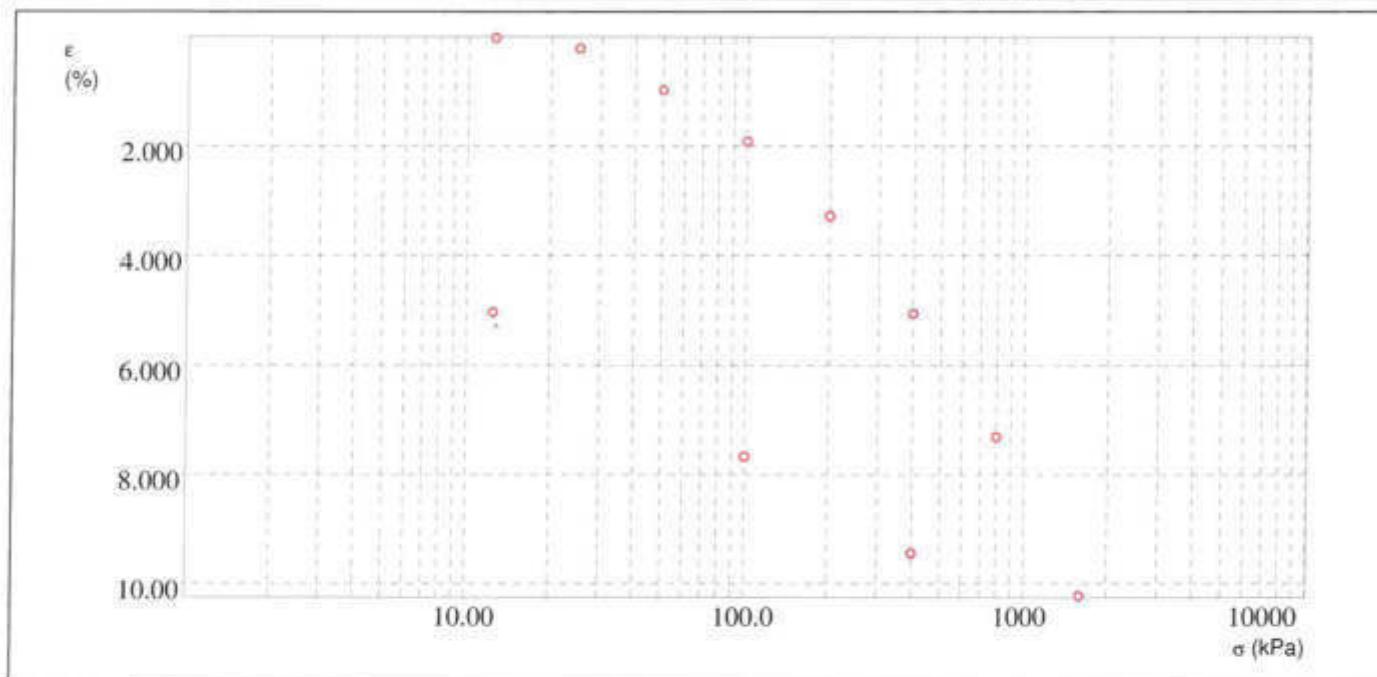
Il Direttore del Laboratorio



PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1388

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-15/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 12/b 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 010-2100241

SERVIZI GEOTECNICI

LIGURI

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Riferimento n. 08/120

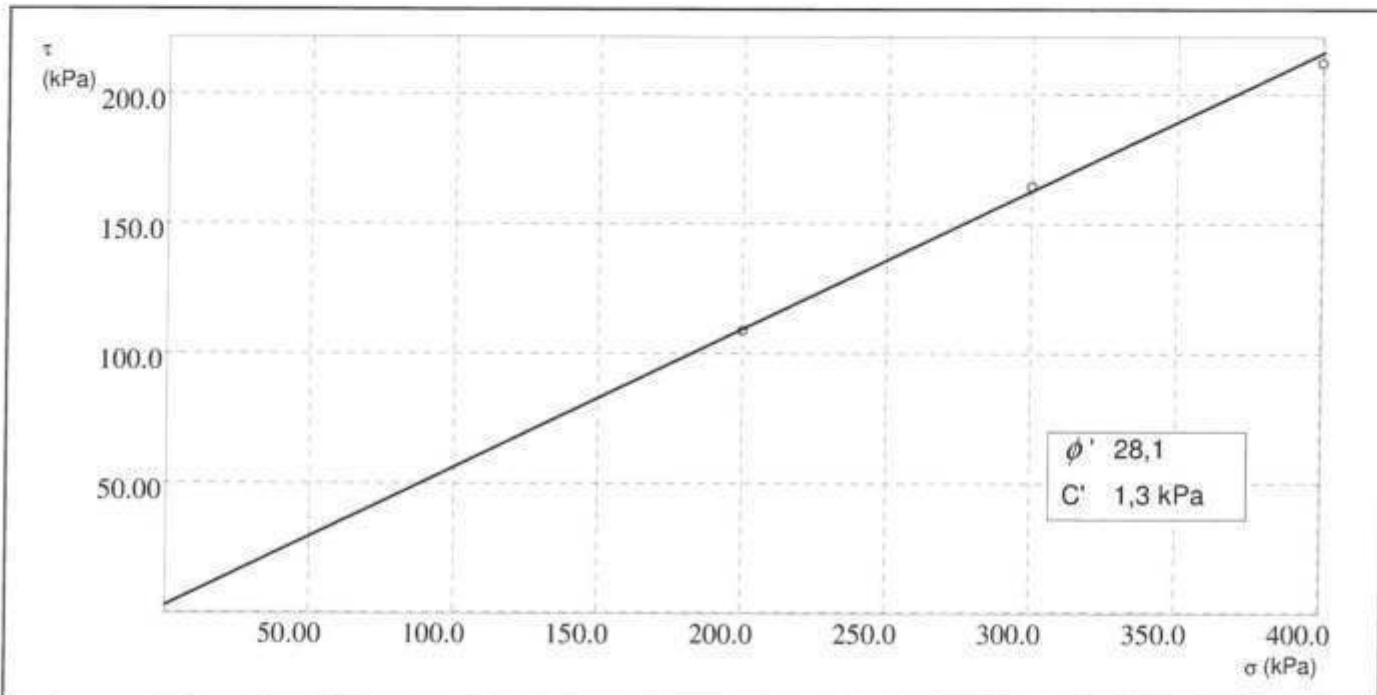
Committente: Ferrari De Nobili
Cantiere: Terrestre Immobiliare
Località: La Spezia- Viale S. Bartolomeo
Note:

Sondaggio: SA
Campione: C1
Profondità: 18.10 - 18.70 m

Interpretazione risultati

Provino	Ho mm	Ao cm ²	γ _n Mg/m ³	γ _d Mg/m ³	Wo %	Wf %	So %	Sf %
TFERSA1A	30,00	28,27	2,018	1,621	24,49	22,78	98,22	99,61
TFERSA1B	30,00	28,27	2,021	1,620	24,74	20,69	99,10	99,71
TFERSA1C	30,00	28,27	2,000	1,583	26,33	19,11	99,77	99,23

Provino	σ _v kPa	H mm	dt h	τ _f kPa	Sh mm	V micron/min		
TFERSA1A	200,00	29,00	24,00	108,59	2,34	5,00		
TFERSA1B	300,00	27,95	24,00	164,20	2,60	5,00		
TFERSA1C	400,00	26,61	24,00	211,90	0,78	5,00		



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119.	Data esecuzione prova	5 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	28,27 cm ²	Densità umida iniziale	19,79 kN/m ³ γ_s
Altezza iniziale	30,00 mm	Densità umida finale	20,19 kN/m ³ γ_s
Altezza finale	29,00 mm	Densità secca	15,90 kN/m ³ γ_d
Massa fustella	75,09 g	Umidità iniziale	24,49 % W ₀
Fustella + massa umida iniziale	246,22 g	Umidità finale	22,78 % W ₁
Massa tara	2,49 g	Saturazione iniziale	98,22 % S ₀
Tara + massa umida finale	171,28 g	Saturazione finale	99,61 % S ₁
Tara + massa secca finale	139,96 g	Indice dei vuoti iniziale	0,68 e ₀
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,62 e ₁
Provino	TFERSA1A	Densità secca finale	16,44 kN/m ³ γ_d

Dati di prova

Carico applicato	200,00 kPa
------------------	------------

Risultati fase finale di consolidazione

Tempo di consolidazione	24,0 ore
Altezza di fine consolidazione	29,12 mm
Valore di t100	8,5 min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

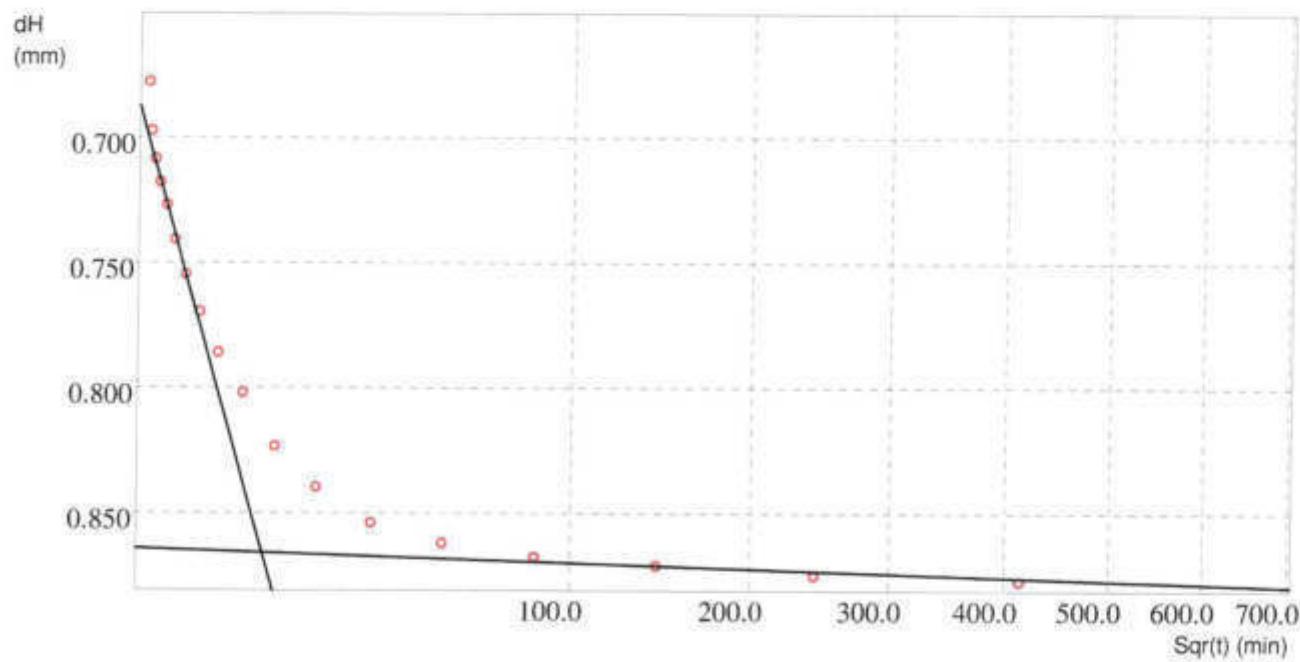
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di consolidazione

dt min	dH mm
0.05	0.68
0.09	0.70
0.14	0.71
0.25	0.72
0.42	0.73
0.71	0.74
1.21	0.75
2.05	0.77
3.49	0.79
5.93	0.80
10.08	0.82
17.14	0.84
29.13	0.85

dt min	dH mm
49,52	0,862
84,19	0,867
143,12	0,871
243,31	0,875
413,62	0,877
703,15	0,880



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

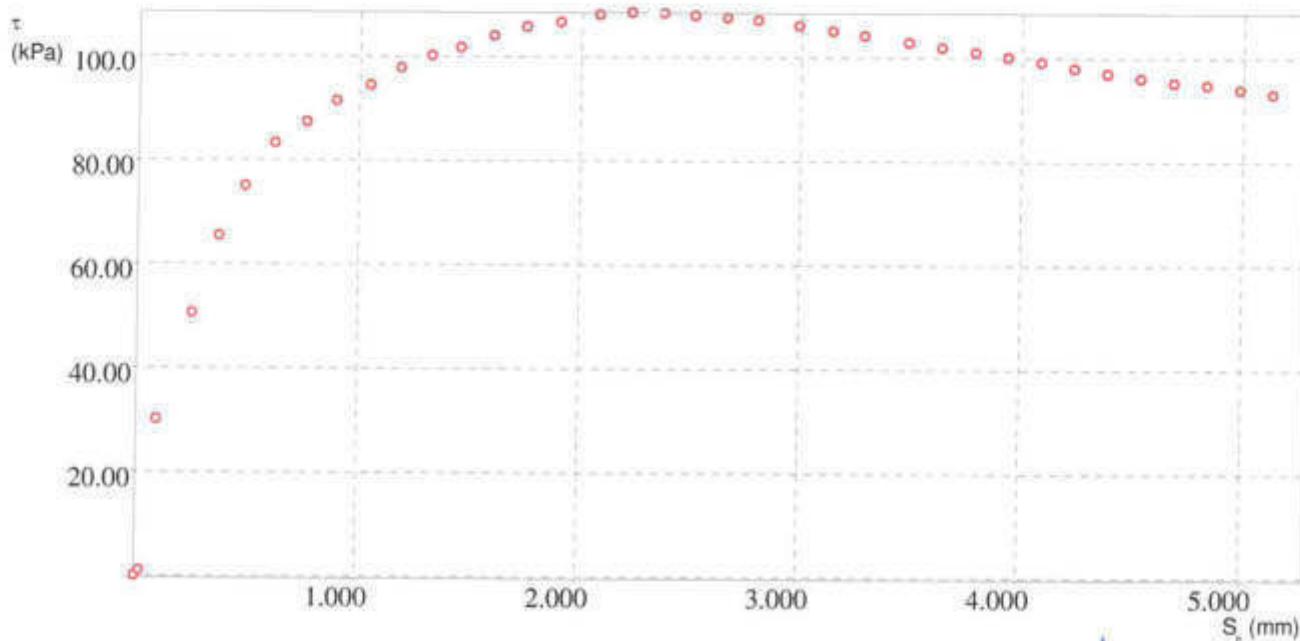
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18,10 - 18,70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,02	3,23	1,14
0,00	0,09	85,34	30,19
0,01	0,25	143,00	50,58
0,00	0,37	185,23	65,52
0,00	0,48	212,32	75,10
0,00	0,62	235,72	83,38
0,00	0,76	247,00	87,37
0,00	0,89	258,79	91,54
0,00	1,05	267,18	94,51
0,00	1,18	276,62	97,85
0,01	1,32	283,24	100,19
0,02	1,45	287,87	101,83
0,05	1,61	294,34	104,12
0,08	1,75	299,27	105,86
0,10	1,90	301,68	106,71
0,11	2,08	305,83	108,18
0,11	2,23	307,00	108,60
0,11	2,37	306,78	108,52
0,11	2,51	305,39	108,02

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,11	2,66	304,22	107,61
0,11	2,80	303,07	107,21
0,11	3,14	297,30	105,16
0,11	2,99	300,06	106,14
0,12	3,28	294,74	104,26
0,12	3,48	291,05	102,95
0,12	3,63	288,27	101,97
0,12	3,79	285,50	100,99
0,12	3,93	283,42	100,26
0,12	4,09	280,42	99,19
0,12	4,23	276,94	97,96
0,12	4,38	274,22	97,00
0,12	4,53	271,84	96,16
0,12	4,68	269,25	95,24
0,12	4,83	267,94	94,78
0,12	4,98	265,65	93,97
0,12	5,13	263,26	93,12
0,12	5,28	261,90	92,64



Lo Sperimentatore

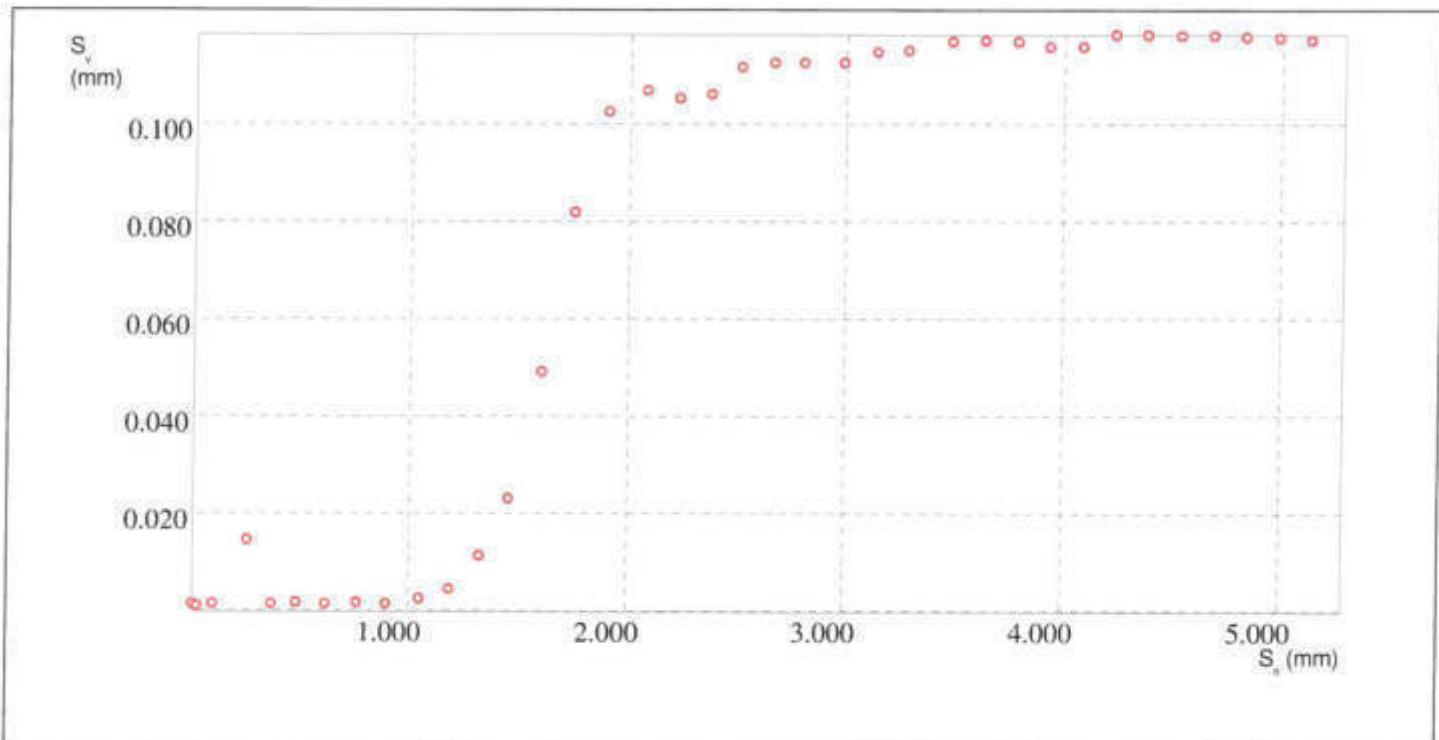
Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura



Lo Sperimentatore

Pagina 4 di 12

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	28,27 cm ²	Densità umida iniziale	19,82 kN/m ³ γ _u
Altezza iniziale	30,00 mm	Densità umida finale	20,58 kN/m ³ γ _u
Altezza finale	27,95 mm	Densità secca	15,89 kN/m ³ γ _d
Massa fustella	71,78 g	Umidità iniziale	24,74 % W _u
Fustella + massa umida iniziale	243,16 g	Umidità finale	20,69 % W _f
Massa tara	2,32 g	Saturazione iniziale	99,10 % S _u
Tara + massa umida finale	168,13 g	Saturazione finale	99,71 % S _f
Tara + massa secca finale	139,71 g	Indice dei vuoti iniziale	0,68 e _u
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,56 e _f
Provino	TFERSA1B	Densità secca finale	17,05 kN/m ³ γ _d

Dati di prova

Carico applicato	300,00 kPa
------------------	------------

Risultati fase finale di consolidazione

Tempo di consolidazione	24,0 ore
Altezza di fine consolidazione	28,02 mm
Valore di t100	17,2 min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

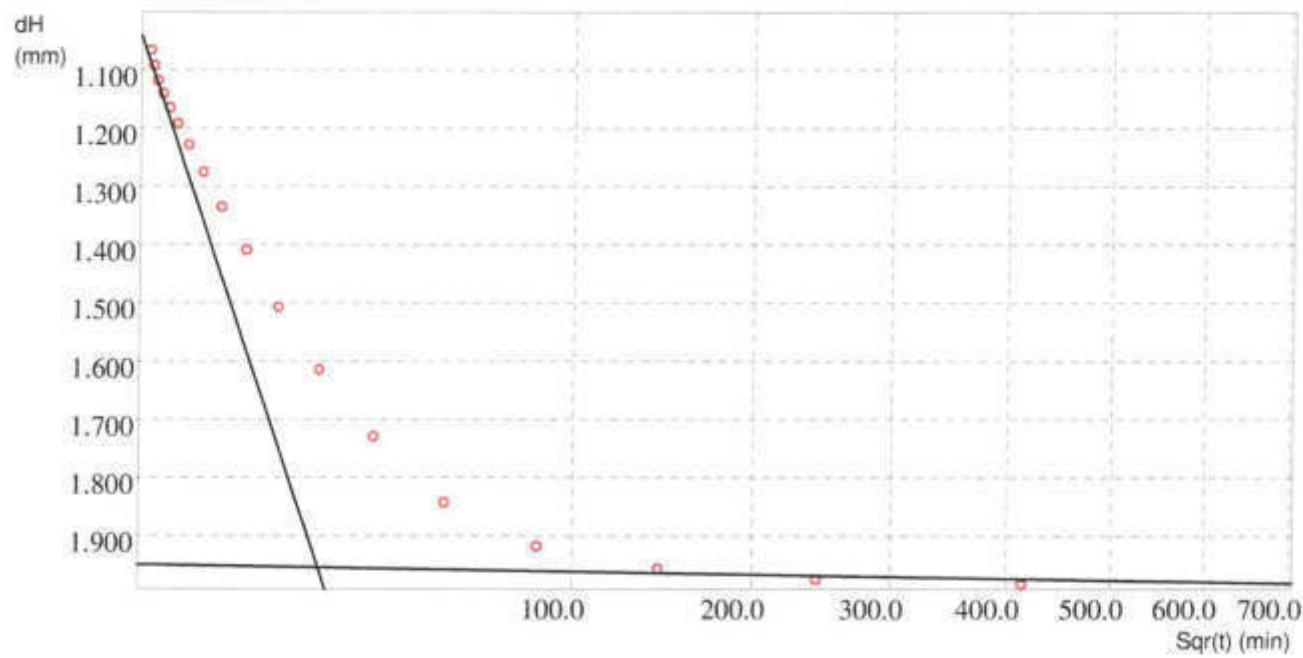
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di consolidazione

dt min	dH mm
0,05	1,07
0,09	1,09
0,14	1,12
0,25	1,14
0,42	1,16
0,71	1,19
1,21	1,23
2,05	1,28
3,49	1,33
5,93	1,41
10,08	1,51
17,14	1,62
29,13	1,73

dt min	dH mm
49,52	1,843
84,19	1,918
143,12	1,958
243,31	1,975
413,62	1,984
703,15	1,989



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

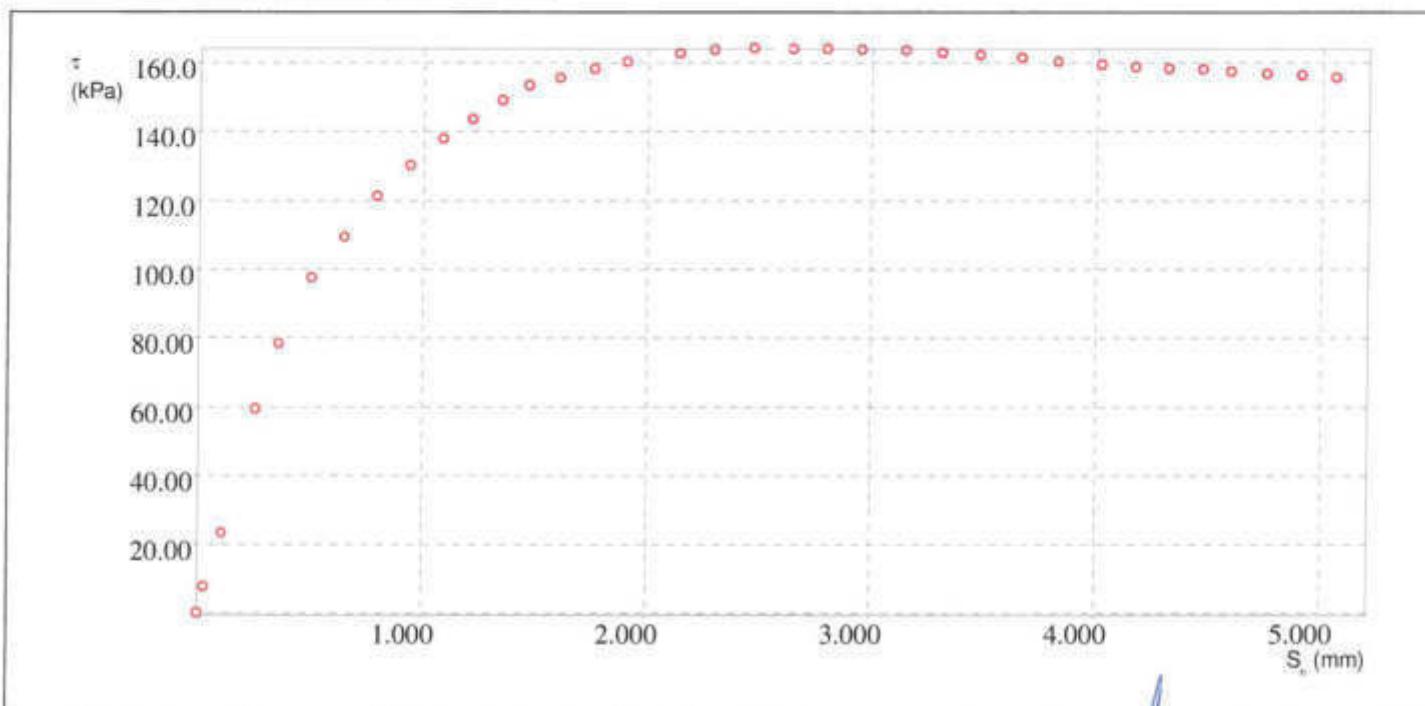
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,00	0,00	0,46	0,16
0,00	0,03	21,70	7,67
0,00	0,11	65,93	23,32
0,00	0,26	168,16	59,48
0,01	0,36	222,16	78,59
0,01	0,50	275,93	97,60
0,01	0,65	309,46	109,47
0,01	0,79	343,09	121,36
0,02	0,94	368,01	130,18
0,02	1,08	389,78	137,88
0,04	1,22	406,02	143,62
0,05	1,35	421,19	148,99
0,05	1,47	433,66	153,40
0,06	1,60	440,35	155,76
0,06	1,76	447,36	158,25
0,07	1,90	453,29	160,34
0,07	2,14	459,79	162,64
0,07	2,29	463,11	163,82
0,06	2,47	464,22	164,21
0,06	2,64	463,75	164,04

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,06	2,79	463,52	163,96
0,06	2,95	463,05	163,80
0,06	3,15	462,35	163,55
0,06	3,31	460,73	162,98
0,06	3,48	458,88	162,32
0,06	3,66	456,10	161,34
0,07	3,82	452,84	160,19
0,07	4,02	450,53	159,37
0,07	4,17	448,91	158,79
0,07	4,32	447,52	158,30
0,07	4,47	446,59	157,97
0,07	4,59	444,95	157,39
0,07	4,75	443,22	156,78
0,07	4,91	441,87	156,30
0,07	5,06	439,92	155,62
0,07	5,20	438,04	154,95



Lo Sperimentatore

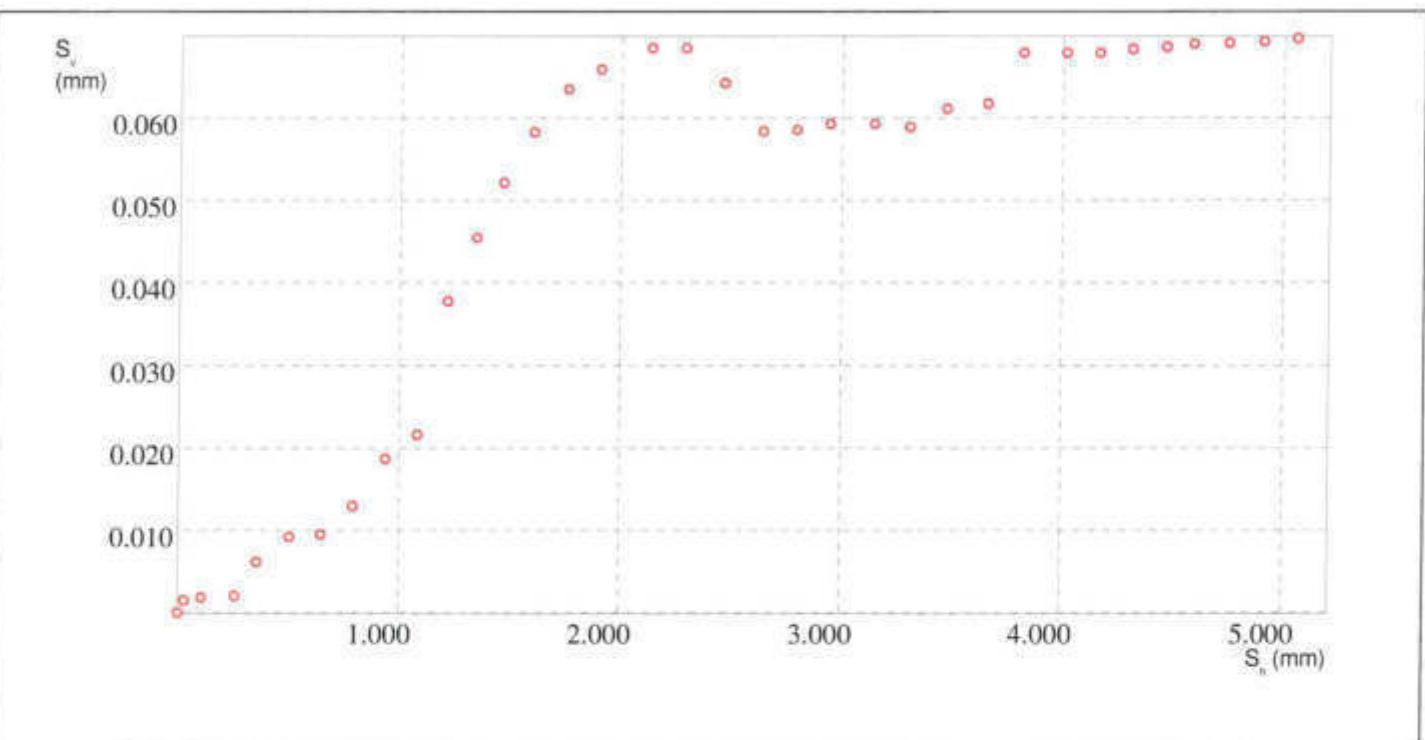
Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	6 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	28,27 cm ²	Densità umida iniziale	19,62 kN/m ³ γ _s
Altezza iniziale	30,00 mm	Densità umida finale	20,85 kN/m ³ γ _s
Altezza finale	26,61 mm	Densità secca	15,53 kN/m ³ γ _d
Massa fustella	74,27 g	Umidità iniziale	26,33 % W ₀
Fustella + massa umida iniziale	243,91 g	Umidità finale	19,11 % W _f
Massa tara	2,28 g	Saturazione iniziale	99,77 % S ₀
Tara + massa umida finale	162,22 g	Saturazione finale	99,23 % S _f
Tara + massa secca finale	136,56 g	Indice dei vuoti iniziale	0,72 e ₀
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,52 e _f
Provino	TFERSA1C	Densità secca finale	17,50 kN/m ³ γ _d

Dati di prova

Carico applicato	400,00 kPa
------------------	------------

Risultati fase finale di consolidazione

Tempo di consolidazione	24,0 ore
Altezza di fine consolidazione	26,95 mm
Valore di t100	7,6 min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

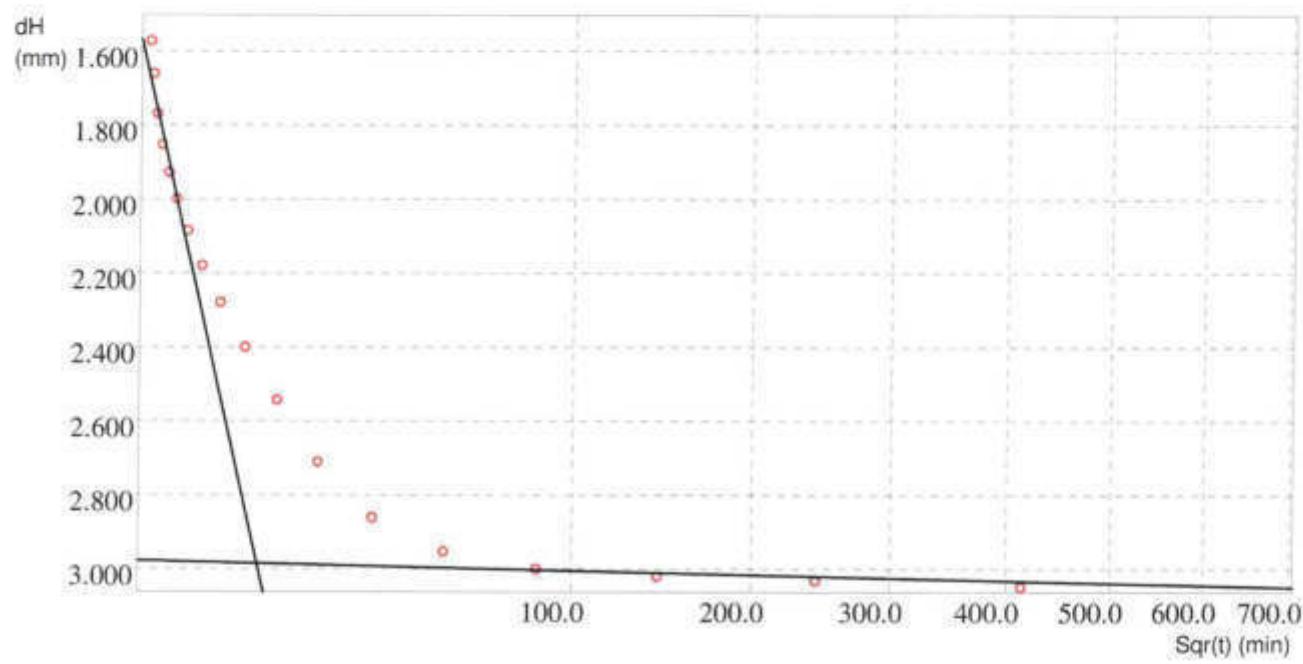
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	6 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di consolidazione

dt min	dH mm
0,05	1,57
0,09	1,66
0,14	1,77
0,25	1,85
0,42	1,93
0,71	2,00
1,21	2,08
2,05	2,18
3,49	2,28
5,93	2,40
10,08	2,54
17,14	2,71
29,13	2,86

dt min	dH mm
49,52	2,954
84,19	3,001
143,12	3,021
243,31	3,033
413,62	3,049
703,15	3,058



Lo Sperimentatore

Pagina 10 di 12

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

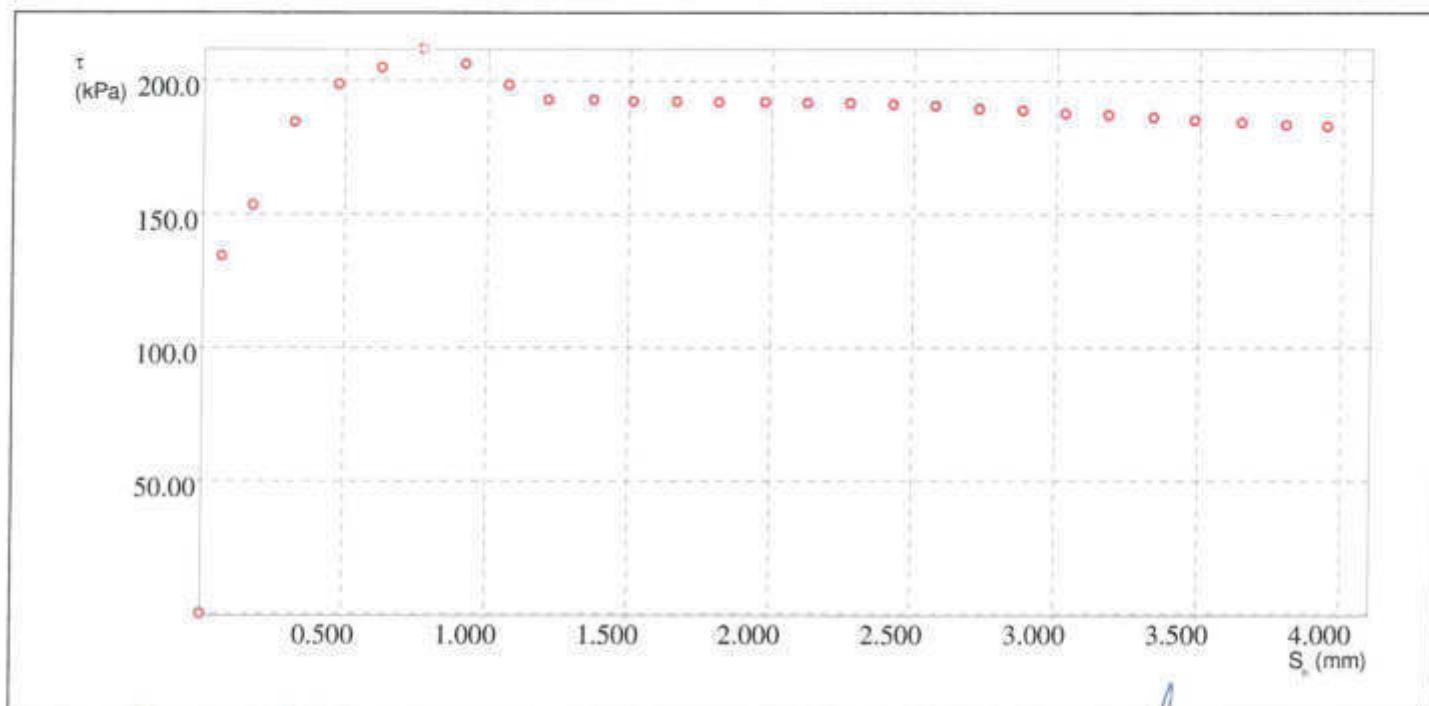
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n°: 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	6 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,07	380,36	134,55
0,02	0,18	433,77	153,44
0,06	0,32	521,15	184,35
0,11	0,48	561,14	198,49
0,16	0,63	579,18	204,87
0,18	0,77	599,06	211,91
0,18	0,92	583,34	206,34
0,19	1,07	560,91	198,41
0,21	1,21	544,50	192,61
0,22	1,37	544,30	192,54
0,23	1,51	543,25	192,16
0,23	1,66	543,09	192,11
0,24	1,81	542,25	191,81
0,26	1,98	542,13	191,77
0,26	2,12	541,63	191,59
0,28	2,27	541,23	191,45
0,28	2,43	540,12	191,06
0,29	2,57	538,21	190,38
0,30	2,73	535,04	189,26

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,31	2,88	533,54	188,73
0,33	3,03	530,23	187,56
0,33	3,18	528,42	186,92
0,34	3,34	526,16	186,12
0,34	3,48	523,44	185,16
0,34	3,65	520,50	184,12
0,34	3,80	518,53	183,42
0,34	3,94	516,45	182,69
0,34	4,10	516,72	182,78



Lo Sperimentatore

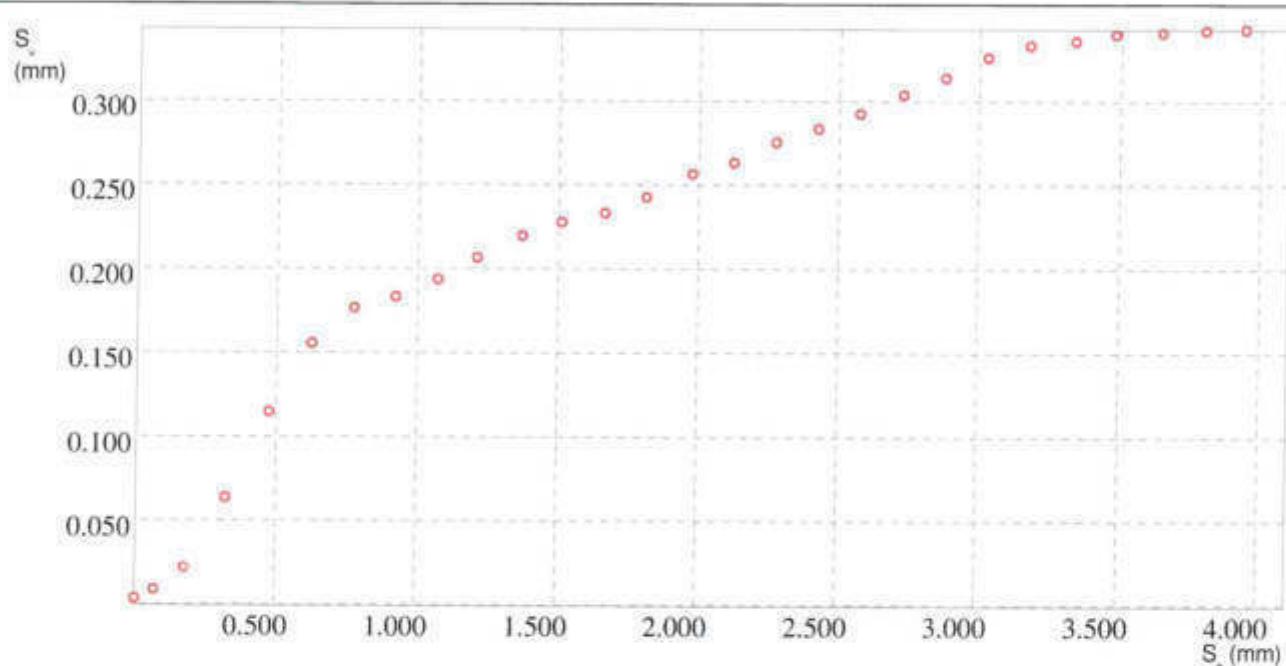
Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1386

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SA
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.10 - 18.70 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	6 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura



Lo Sperimentatore

Pagina 12 di 12

Il Direttore del Laboratorio

Data emissione: 18/11/08

Certificato n° 1394

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.
 Cantiere: Terrestre Immobiliare
 Località: La Spezia
 Verbale di accettazione n°: 119
 Data verbale: 05/11/08
 Note:

Sondaggio: SB
 Campione: C1
 Profondità: 18,20 - 18,80 m
 Data esecuzione prova: 5/11/08
 Specifica di prova: ASTM D2488-93- D4648-00
 Rep: 08/120

Contenitore del campione	X	Inox	PVC
		Vetro	Sacchetto

Dimensioni del campione	<2"	X	<4"
	<3"		>4"

Condizioni del materiale	X	Buone	Rammollito
		Mediocri	Strati piegati
		Cattive	Rimescolato

Descrizione del campione
Campione di 44 cm di lunghezza.
Argilla limosa di colore grigio.

Consistenza (kPa)	cm	Scissometro	Penetrometro	
			kPa	kPa
Alto	0-10	125		300
	10-20	150	TG	450
	20-30	170	TG	400
	30-40	170	ED	350
	40-50			
	50-60			
	60-70			
	70-80			
	80-90			
Basso				

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio



ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.

Cantiere: Terrestre Immobiliare

Località: La Spezia

Verbale di accettazione n°: 119

Data verbale: 05/11/08

Note:

Sondaggio: SB

Campione: C1

Profondità: 18,20 - 18,80 m

Data esecuzione prova: 7-11/11/08

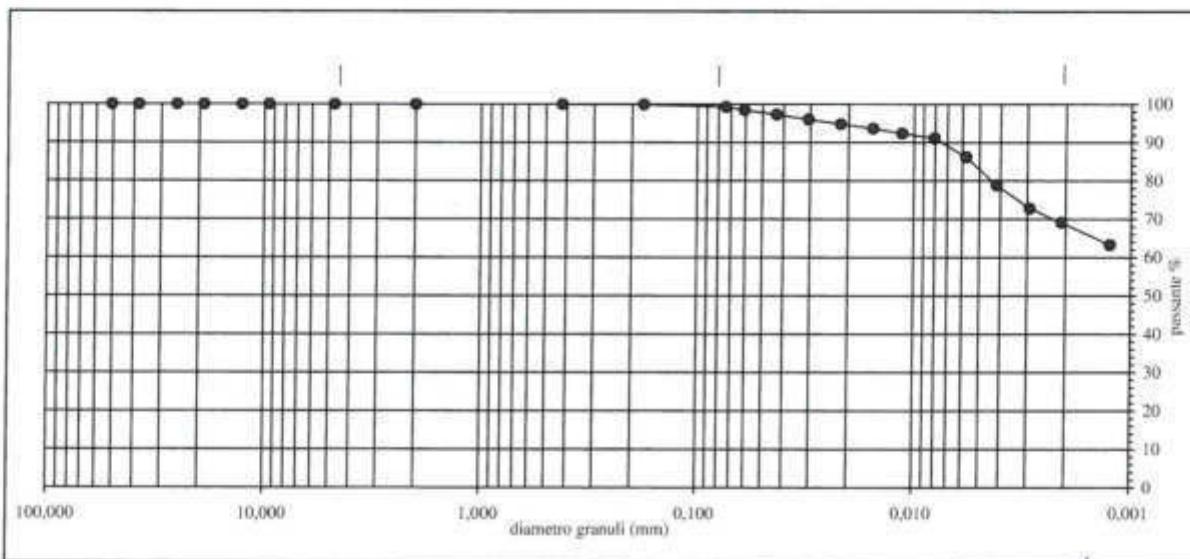
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90

Rep: 08/120

Analisi con setacci						Analisi con areometro		
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	1	
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00	Areometro tipo	152 H	
1" 1/2	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	Dispersivo	esametafosfato di sodio	
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. dispersivo	Cd	-1
3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. menisco	Cm	0,5
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	Correz. temperatura	Ct	-4+0,25*T
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00	Campione secco Psp (g)	40	
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00			
10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
40	0,42	0,05	0,02	0,02	99,98	Peso spec. f<0,074 (Gs) =	2,72	
80	0,177	0,25	0,10	0,12	99,88	Costante K =	0,986	
200	0,074	1,50	0,58	0,70	99,30			
Fondo		254,89						

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	ϕ grani mm	Lettura ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR"	% Somma KR''X
0,5	17,0	40,5	41,0	0,25	0,0609	40,25	99,22	98,52
1	17,0	40,0	40,5	0,25	0,0432	39,75	97,98	97,30
2	17,0	39,5	40,0	0,25	0,0307	39,25	96,75	96,07
4	17,0	39,0	39,5	0,25	0,0218	38,75	95,52	94,85
8	17,0	38,5	39,0	0,25	0,0155	38,25	94,29	93,63
15	17,0	38,0	38,5	0,25	0,0113	37,75	93,05	92,40
30	17,0	37,5	38,0	0,25	0,0080	37,25	91,82	91,18
60	17,0	35,5	36,0	0,25	0,0058	35,25	86,89	86,28
120	17,0	32,5	33,0	0,25	0,0042	32,25	79,50	78,94
240	19,0	29,5	30,0	0,75	0,0029	29,75	73,33	72,82
480	19,0	28,0	28,5	0,75	0,0021	28,25	69,64	69,15
1440	17,5	26,0	26,5	0,38	0,0012	25,88	63,78	63,33

Classificazione	USCS ML	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			0,00	0,70	30,81	68,49



Lo Sperimentatore

Pagina 1 di 1

Il Direttore di laboratorio

LIMITI DI CONSISTENZA

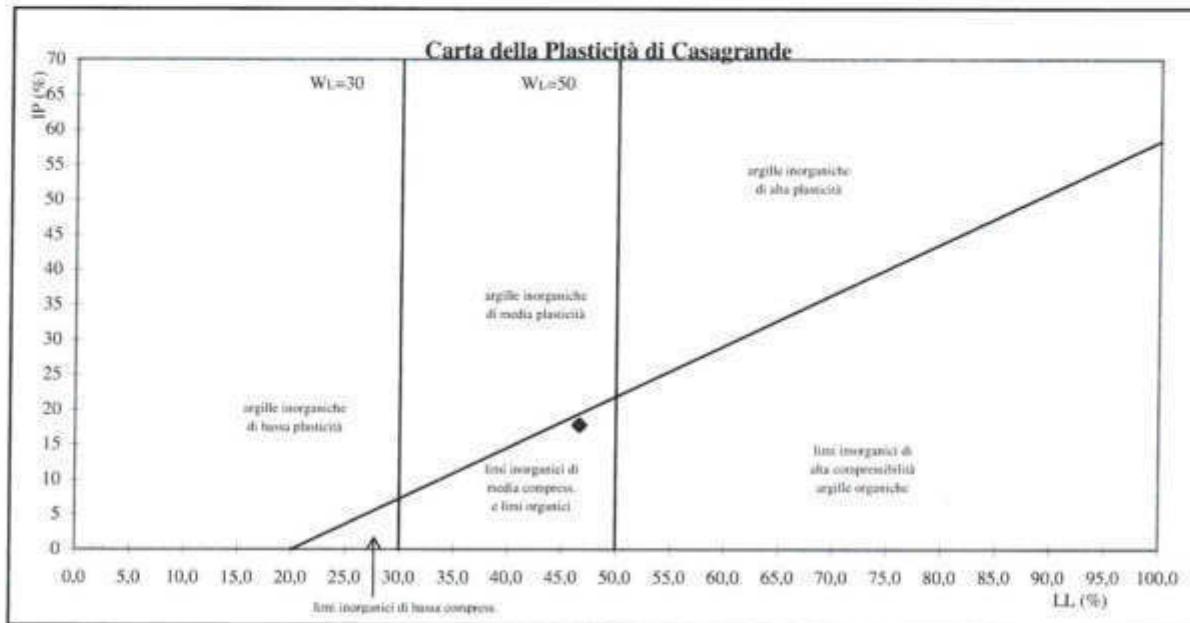
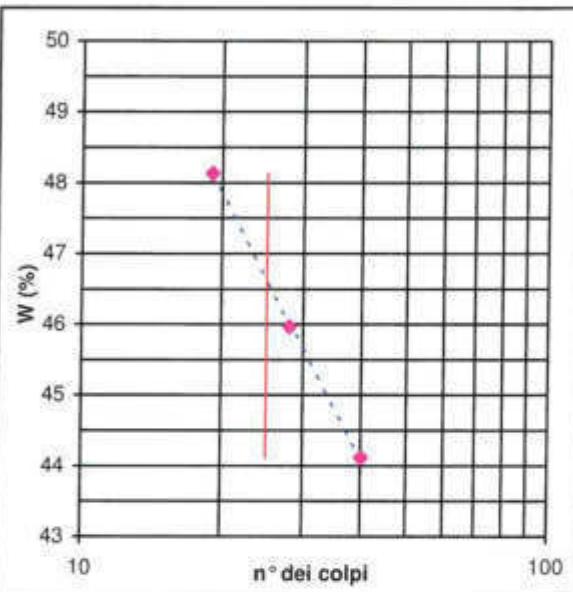
Data emissione: 18/11/08

Certificato n° 1396

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.
 Cantiere: Terrestre Immobiliare
 Località: La Spezia
 Verbale di accettazione n°: 119
 Data verbale: 05/11/08
 Note:

Sondaggio: SB
 Campione: C1
 Profondità: 18,20 - 18,80 m
 Data esecuzione prova: 07-10/11/08
 Specifica di prova: ASTM D4318-00
 Rep:08/120

Limite liquido		LL (%) = 46,6		
Contenitore		1	2	3
Massa umida + t (g)	86,05	85,02	84,67	
Massa secca + t (g)	84,25	82,97	82,72	
Massa acqua contenuta (g)	1,80	2,05	1,95	
Tara t (g)	80,51	78,51	78,30	
Massa secca netta (g)	3,74	4,46	4,42	
Contenuto d'acqua W (%)	48,13	45,96	44,12	
Numero colpi	19	28	40	
Limite plastico		LP (%) = 28,8		
Contenitore		A	B	
Massa umida + t (g)	16,91	17,90		
Massa secca + t (g)	16,24	17,08		
Massa acqua contenuta (g)	0,67	0,82		
Tara t (g)	13,92	14,22		
Massa secca (g)	2,32	2,86		
Contenuto d'acqua W (%)	28,88	28,67		
Indice di Plasticità	(LL-LP)	IP	17,8	



Lo Sperimentatore

Pagina 1 di 1

Il Direttore di laboratorio

Data emissione: 18/11/08

Certificato n°: 1397

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.	Sondaggio: SB
Cantiere: Terrestre Immobiliare	Campione: C1
Località: La Spezia	Profondità: 18,20 - 18,80 m
Verbale di accettazione n°: 119	Data esecuzione prova: 05-06/11/08
Data verbale: 05/11/08	Specifica di prova: ASTM e BS
Note:	Rep: 08/120

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-98	W (%) =	27,14
Contenitore	X	Y	Z
Massa linda umida (g)	485,18	340,39	398,65
Massa linda secca (g)	382,19	269,08	317,73
Massa acqua contenuta (g)	102,99	71,31	80,92
Tara (g)	9,58	10,05	9,54
Massa netta secca (g)	372,61	259,03	308,19
Contenuto d'acqua W (%)	27,64	27,53	26,26

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m ³) =	20,25
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	243,64	252,90	249,45
Massa dello stampo (g)	71,81	74,87	73,81
Massa terreno netta umida (g)	171,83	178,03	175,64
Volume dello stampo (cm ³)	84,81	84,81	84,81
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19,87	20,59	20,31

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-00	G_s (Mg/m ³) =	
Prova n°			
Volume picnometro (cm ³)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Peso specifico (Mg/m ³)			
Temperatura (°C)			
Densità acqua (Mg/m ³)			
Costante K			
Peso specifico T = 20°C			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	27,14
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m ³)	20,25
Peso di volume secco	γ_d (kN/m ³)	15,93
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m ³)	
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m ³)	
Porosità'	n (%)	
Indice dei pori	e	
Grado di saturazione	S_r (%)	

Lo Sperimentatore



Il Direttore di laboratorio



PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n°: 1389

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-17/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	19,63 cm ²	Densità umida finale	20,56 kN/m ³ γ_f
Altezza iniziale	20,00 mm	Densità secca	15,80 kN/m ³ γ_d
Altezza finale	18,54 mm	Umidità iniziale	24,83 % W_i
Peso tara 1	59,32 g	Umidità finale	20,63 % W_f
Tara + peso umido iniziale	138,29 g	Saturazione iniziale	98,17 % S_i
Tara + peso umido finale	135,63 g	Saturazione finale	99,34 % S_f
Tara + peso secco	122,58 g	Indice dei vuoti iniziale	0,69 e_i
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,56 e_f
Densità umida iniziale	19,73 kN/m ³	Densità secca finale	17,05 kN/m ³ γ_d

Cedimenti in funzione del tempo

Gradino 01 12,5 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,008
0,085	0,007
0,145	0,007
0,246	0,007
0,418	0,007
0,710	0,007
1,207	0,006
2,052	0,004
3,488	0,000
5,929	0,005
10,080	0,011
17,136	0,017
29,131	0,022
49,523	0,026
84,189	0,029
143,121	0,030
243,306	0,030
413,620	0,031
703,155	0,031
0,000	0,000
0,000	0,000

Gradino 02 25,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,005
0,085	0,006
0,145	0,009
0,246	0,011
0,418	0,012
0,710	0,016
1,207	0,019
2,052	0,021
3,488	0,023
5,929	0,024
10,080	0,027
17,136	0,027
29,131	0,029
49,523	0,031
84,189	0,035
143,121	0,039
243,306	0,044
413,620	0,046
703,155	0,051
1195,363	0,054
0,000	0,000

Gradino 03 50,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,148
0,085	0,153
0,145	0,157
0,246	0,164
0,418	0,168
0,710	0,174
1,207	0,184
2,052	0,197
3,488	0,206
5,929	0,215
10,080	0,221
17,136	0,230
29,131	0,241
49,523	0,246
84,189	0,250
143,121	0,256
243,306	0,261
413,620	0,267
703,155	0,273
1195,363	0,280
2032,117	0,286

Gradino 04 100,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,433
0,085	0,445
0,145	0,460
0,246	0,470
0,418	0,483
0,710	0,492
1,207	0,510
2,052	0,518
3,488	0,535
5,929	0,561
10,080	0,575
17,136	0,591
29,131	0,602
49,523	0,614
84,189	0,625
143,121	0,632
243,306	0,640
413,620	0,646
703,155	0,651
1195,363	0,656
0,000	0,000

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1389

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-17/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	19,63 cm ²	Densità umida finale	20,56 kN/m ³ γ_c
Altezza iniziale	20,00 mm	Densità secca	15,80 kN/m ³ γ_d
Altezza finale	18,54 mm	Umidità iniziale	24,83 % W_i
Peso tara 1	59,32 g	Umidità finale	20,63 % W_f
Tara + peso umido iniziale	138,29 g	Saturazione iniziale	98,17 % S_i
Tara + peso umido finale	135,63 g	Saturazione finale	99,34 % S_f
Tara + peso secco	122,58 g	Indice dei vuoti iniziale	0,69 e_i
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,56 e_f
Densità umida iniziale	19,73 kN/m ³	Densità secca finale	17,05 kN/m ³ γ_d

Cedimenti in funzione del tempo

Gradino 05 200,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	0,838
0,085	0,851
0,145	0,871
0,246	0,890
0,418	0,909
0,710	0,929
1,207	0,954
2,052	0,980
3,488	1,005
5,929	1,039
10,080	1,064
17,136	1,080
29,131	1,104
49,523	1,120
84,189	1,131
143,121	1,140
243,306	1,147
413,620	1,155
703,155	1,164
1195,363	1,170

Gradino 06 400,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	1,296
0,085	1,315
0,145	1,340
0,246	1,354
0,418	1,380
0,710	1,406
1,207	1,432
2,052	1,452
3,488	1,497
5,929	1,536
10,080	1,580
17,136	1,613
29,131	1,644
49,523	1,653
84,189	1,662
143,121	1,667
243,306	1,675
413,620	1,685
703,155	1,694
1195,363	1,702

Gradino 07 800,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	1,797
0,085	1,818
0,145	1,840
0,246	1,858
0,418	1,887
0,710	1,906
1,207	1,940
2,052	1,986
3,488	2,041
5,929	2,106
10,080	2,156
17,136	2,197
29,131	2,238
49,523	2,261
84,189	2,269
143,121	2,275
243,306	2,281
413,620	2,286
703,155	2,295
1195,363	2,302

Gradino 08 1600,0 kPa

dt min	dH mm
0,050	2,423
0,085	2,439
0,145	2,457
0,246	2,480
0,418	2,509
0,710	2,544
1,207	2,584
2,052	2,644
3,488	2,714
5,929	2,785
10,080	2,858
17,136	2,922
29,131	2,950
49,523	2,969
84,189	2,991
143,121	3,000
243,306	3,014
413,620	3,028
703,155	3,039
1195,363	3,047

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1389

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-17/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	19,63 cm ²	Densità umida finale	20,56 kN/m ³ γ _s
Altezza iniziale	20,00 mm	Densità secca	15,80 kN/m ³ γ _d
Altezza finale	18,54 mm	Umidità iniziale	24,83 % W _s
Peso tara I	59,32 g	Umidità finale	20,63 % W _d
Tara + peso umido iniziale	138,29 g	Saturazione iniziale	98,17 % S _s
Tara + peso umido finale	135,63 g	Saturazione finale	99,34 % S _d
Tara + peso secco	122,58 g	Indice dei vuoti iniziale	0,69 e _s
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,56 e _d
Densità umida iniziale	19,73 kN/m ³	Densità secca finale	17,05 kN/m ³ γ _d

Cedimenti in funzione del tempo

Gradino 09 400,0 kPa		Gradino 10 100,0 kPa		Gradino 11 12,5 kPa	
dt min	dH mm	dt min	dH mm	dt min	dH mm
0,050	2,977	0,050	2,649	0,050	2,142
0,085	2,956	0,085	2,644	0,085	2,141
0,145	2,948	0,145	2,637	0,145	2,134
0,246	2,941	0,246	2,628	0,246	2,126
0,418	2,928	0,418	2,616	0,418	2,118
0,710	2,906	0,710	2,594	0,710	2,110
1,207	2,879	1,207	2,579	1,207	2,099
2,052	2,850	2,052	2,550	2,052	2,078
3,488	2,821	3,488	2,515	3,488	2,050
5,929	2,784	5,929	2,469	5,929	2,011
10,080	2,758	10,080	2,411	10,080	1,957
17,136	2,729	17,136	2,355	17,136	1,901
29,131	2,723	29,131	2,294	29,131	1,831
49,523	2,718	49,523	2,264	49,523	1,749
84,189	2,715	84,189	2,245	84,189	1,661
143,121	2,714	143,121	2,215	143,121	1,588
243,306	2,712	243,306	2,199	243,306	1,534
413,620	2,709	413,620	2,192	413,620	1,505
703,155	2,706	703,155	2,184	703,155	1,481
1195,363	2,701	1195,363	2,178	1195,363	1,466
0,000	0,000	2032,117	2,173	0,000	0,000

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1389

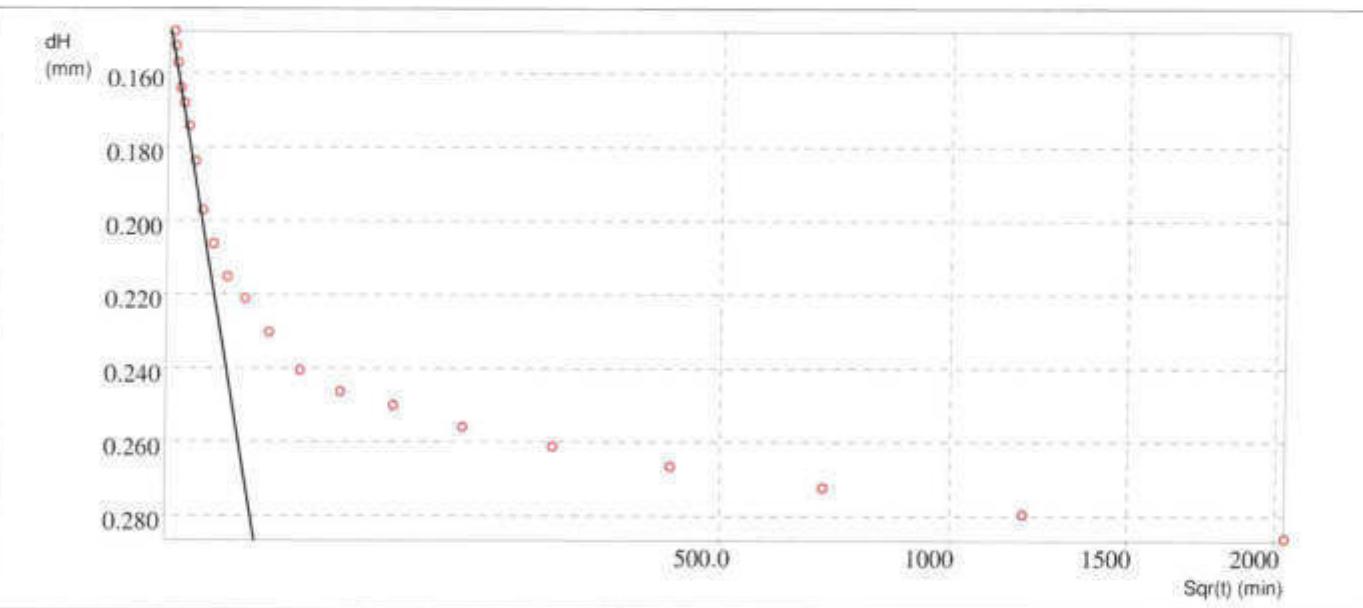
Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-17/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati acquisiti del gradino 03

 $\sigma_v = 50,0 \text{ Kpa}$

dt min	dH mm
0,05	0,148
0,09	0,153
0,14	0,157
0,25	0,164
0,42	0,168
0,71	0,174
1,21	0,184
2,05	0,197
3,49	0,206
5,93	0,215
10,08	0,221
17,14	0,230
29,13	0,241

dt min	dH mm
49,52	0,246
84,19	0,250
143,12	0,256
243,31	0,261
413,62	0,267
703,15	0,273
1195,36	0,280
2032,12	0,286



Risultati di elaborazione

ϵ	1,229	%
e	0,667	
Metodo	Taylor	
C_v	2,32e-003	cm^2/s
C_a		
M	2,288	MPa
K	9,97e-010	m/s

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1389

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-17/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	19,63 cm ²	Densità umida finale	20,56 kN/m ³ γ ₁
Altezza iniziale	20,00 mm	Densità secca	15,80 kN/m ³ γ ₀
Altezza finale	18,54 mm	Umidità iniziale	24,83 % W ₀
Peso tara 1	59,32 g	Umidità finale	20,63 % W ₁
Tara + peso umido iniziale	138,29 g	Saturazione iniziale	98,17 % S ₀
Tara + peso umido finale	135,63 g	Saturazione finale	99,34 % S ₁
Tara + peso secco	122,58 g	Indice dei vuoti iniziale	0,69 e ₀
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,56 e ₁
Densità umida iniziale	19,73 kN/m ³	Densità secca finale	17,05 kN/m ³ γ ₀

Gradino	σ kPa	ε %	e	M MPa	Cv cm ² /s	K m/s	Metodo
1	12,5	0,035	0,687				
2	25,0	0,136	0,686	12,27			
3	50,0	1,229	0,667	2,29	2,324e-003	9,966e-010	Taylor
4	100,0	3,066	0,636	2,72			
5	200,0	5,539	0,595	4,04			
6	400,0	8,037	0,552	8,01			
7	800,0	11,157	0,500	12,82			
8	1600,0	14,743	0,439	22,31			
9	400,0	13,504	0,460				
10	100,0	10,864	0,505				
11	12,5	7,332	0,564				

Lo Sperimentatore



Pagina 5 di 6

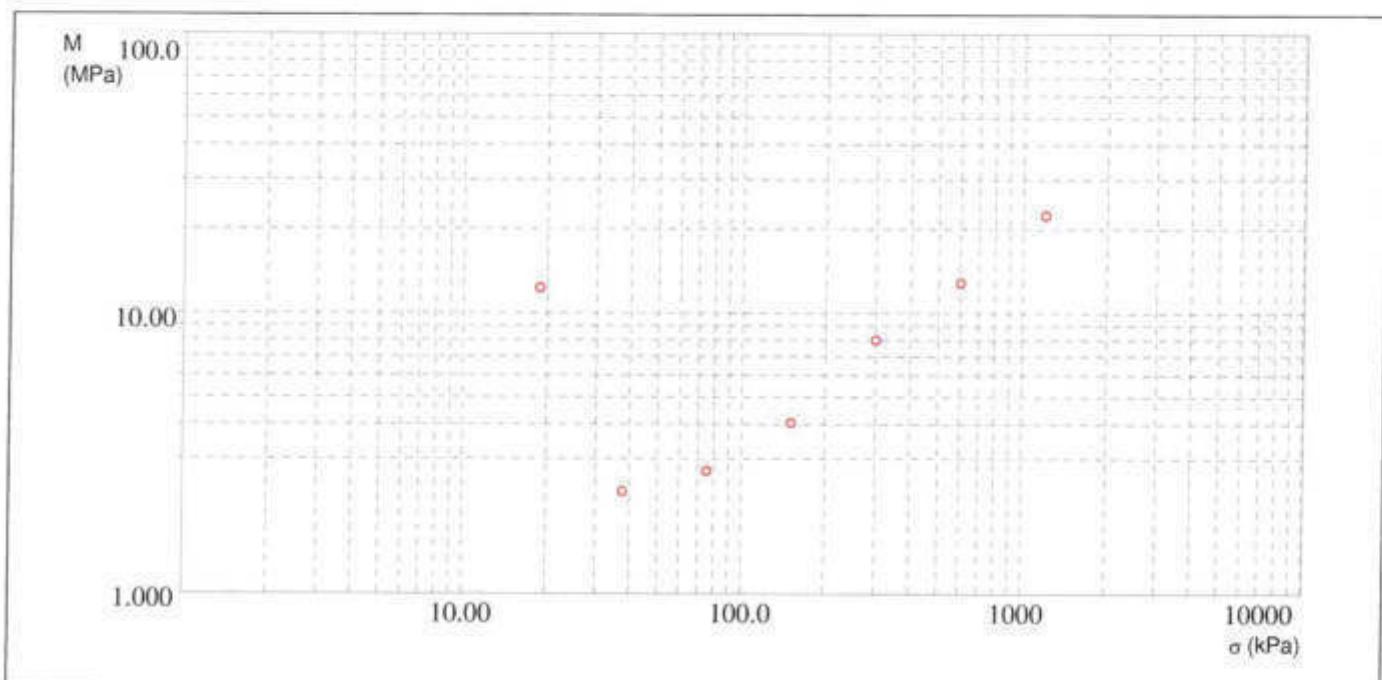
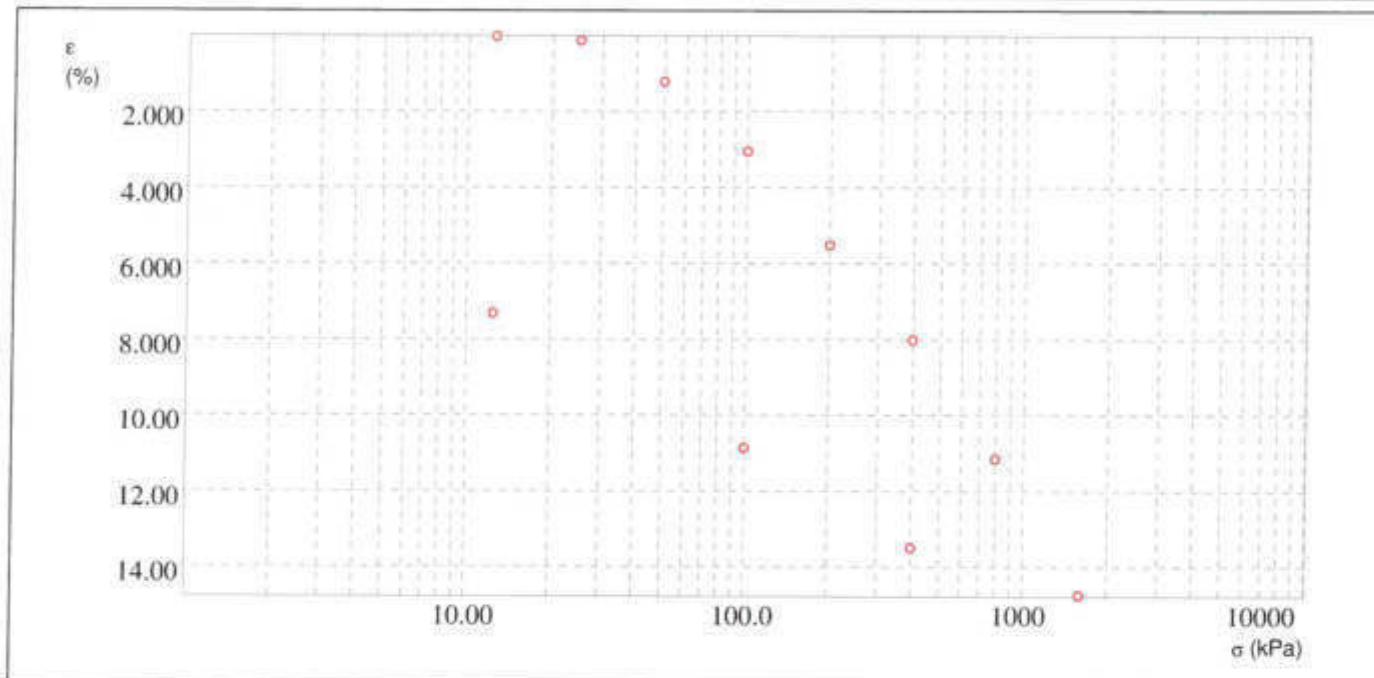
Il Direttore del Laboratorio



PROVA EDOMETRICA

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n°: 1389

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Indirizzo	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	5-17/11/08
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D2435
Note		Rep	08/120



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2108241

SERVIZI GEOTECNICI

LIGURI

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Riferimento n. 08/120

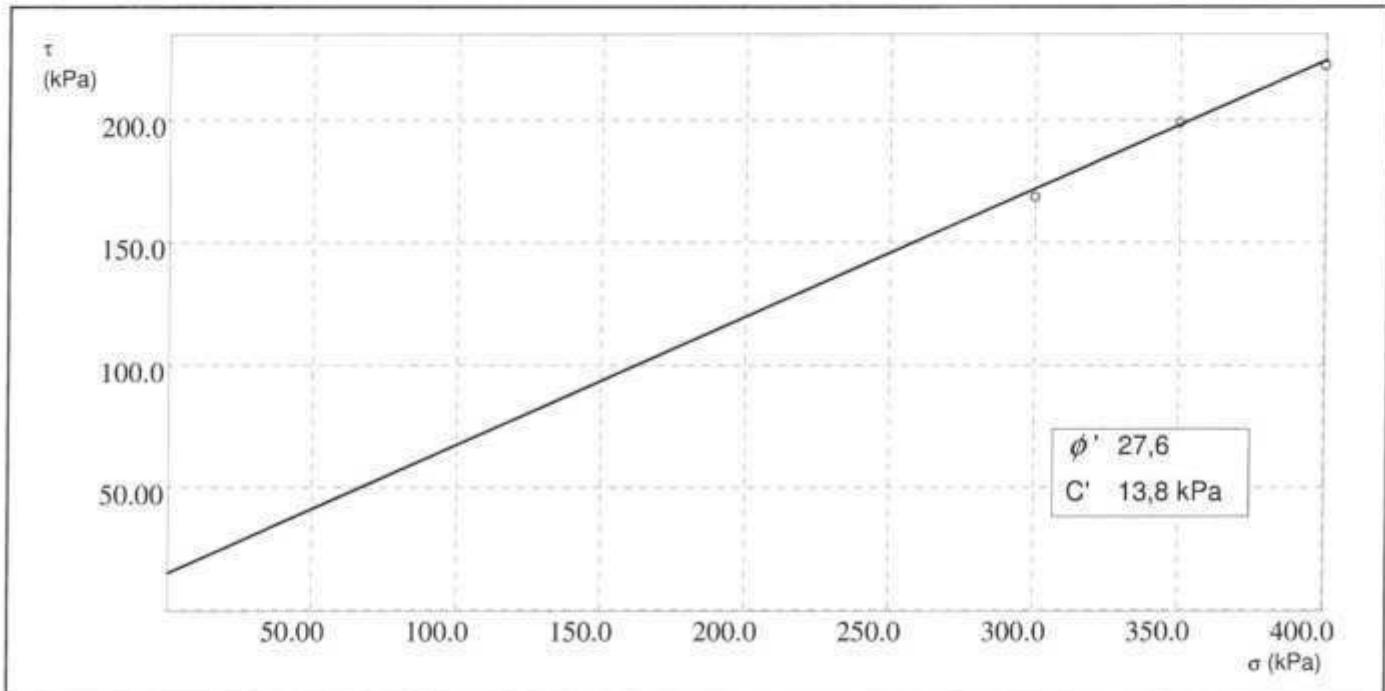
Committente: Ferrari De Nobili
Cantiere: Terrestre Immobiliare
Località: La Spezia- Viale S. Bartolomeo
Note:

Sondaggio: SB
Campione: C1
Profondità: 18.20 - 18.80 m

Interpretazione risultati

Provino	Ho mm	Ao cm ²	γ_n Mg/m ³	γ_d Mg/m ³	Wo %	Wf %	So %	Sf %
TFERSB1A	30,00	28,27	2,026	1,625	24,70	21,32	99,65	99,74
TFERSB1C	30,00	28,27	2,071	1,702	21,67	19,87	98,56	99,40
TFERSB1B	30,00	28,27	2,099	1,748	20,07	17,25	98,22	99,79

Provino	σ_v kPa	H mm	dt h	τ_f kPa	Sh mm	V micron/min		
TFERSB1A	300,00	28,34	24,00	168,60	2,53	5,00		
TFERSB1C	350,00	28,98	24,00	198,83	1,77	15,00		
TFERSB1B	400,00	28,35	24,00	222,13	1,95	5,00		



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n°: 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	6 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	28,27 cm ²	Densità umida iniziale	19,87 kN/m ³ γ_c
Altezza iniziale	30,00 mm	Densità umida finale	20,46 kN/m ³ γ_c
Altezza finale	28,34 mm	Densità secca	15,93 kN/m ³ γ_d
Massa fustella	71,81 g	Umidità iniziale	24,70 % W_c
Fustella + massa umida iniziale	243,64 g	Umidità finale	21,32 % W_c
Massa tara	2,35 g	Saturazione iniziale	99,65 % S_c
Tara + massa umida finale	169,53 g	Saturazione finale	99,74 % S_c
Tara + massa secca finale	140,15 g	Indice dei vuoti iniziale	0,67 e_c
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,58 e_c
Provino	TFERSB1A	Densità secca finale	16,87 kN/m ³ γ_d

Dati di prova

Carico applicato	300,00 kPa
------------------	------------

Risultati fase finale di consolidazione

Tempo di consolidazione	24,0 ore
Altezza di fine consolidazione	28,87 mm
Valore di t100	13,3 min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

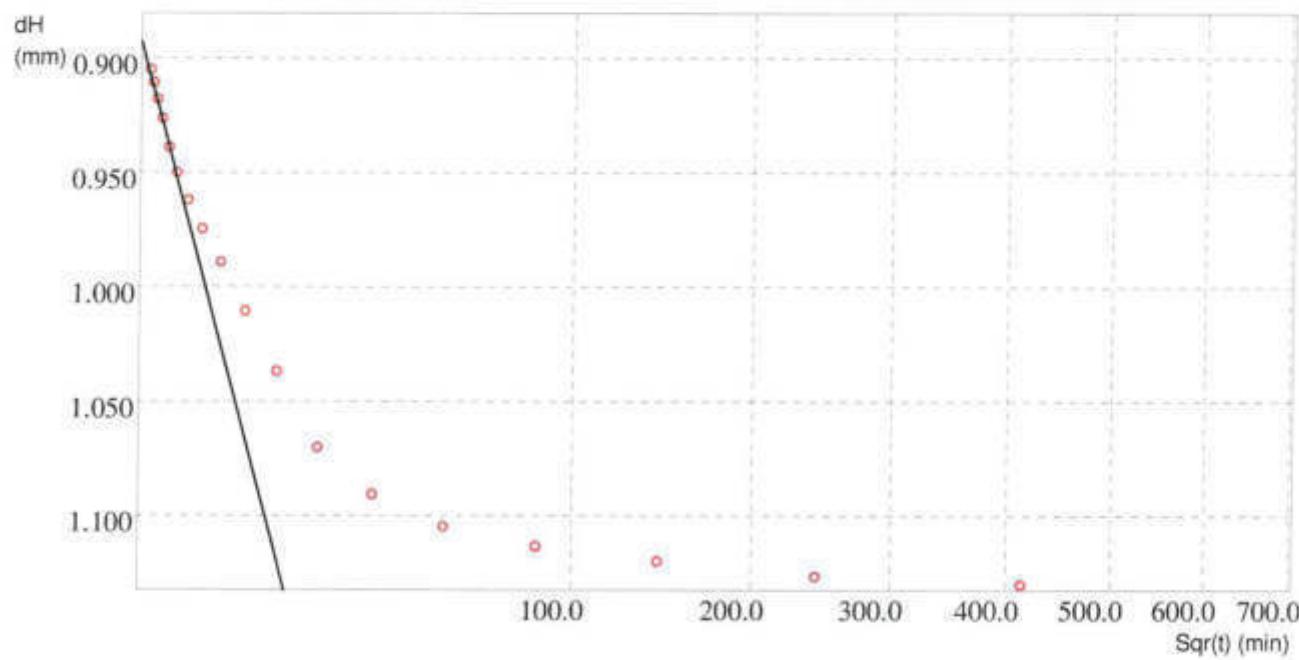
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	6 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di consolidazione

dt min	dH mm
0,05	0,90
0,09	0,91
0,14	0,92
0,25	0,93
0,42	0,94
0,71	0,95
1,21	0,96
2,05	0,97
3,49	0,99
5,93	1,01
10,08	1,04
17,14	1,07
29,13	1,09

dt min	dH mm
49,52	1,105
84,19	1,113
143,12	1,120
243,31	1,126
413,62	1,130
703,15	1,132



Lo Sperimentatore

Pagina 2 di 12

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

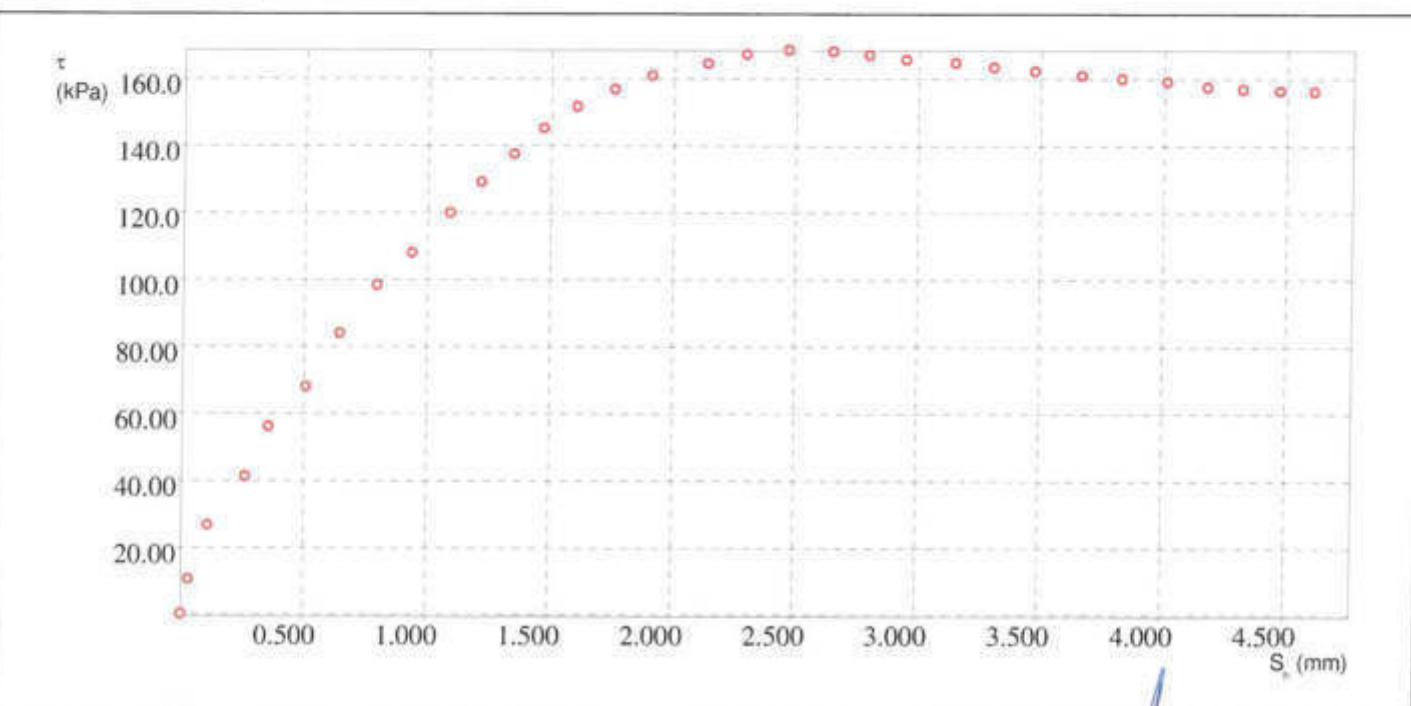
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	6 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,03	29,26	10,35
0,08	0,11	75,19	26,60
0,12	0,26	116,97	41,38
0,18	0,35	158,39	56,03
0,22	0,51	192,21	67,99
0,27	0,64	237,30	83,94
0,30	0,79	278,10	98,37
0,32	0,94	305,39	108,02
0,34	1,09	339,22	119,99
0,36	1,21	365,39	129,25
0,38	1,35	388,90	137,57
0,39	1,47	410,55	145,22
0,40	1,60	429,04	151,76
0,41	1,76	443,80	156,99
0,42	1,91	455,23	161,03
0,43	2,14	465,32	164,60
0,44	2,29	472,57	167,16
0,46	2,47	476,63	168,60
0,46	2,65	475,56	168,22

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,47	2,80	472,05	166,98
0,48	2,95	468,05	165,57
0,49	3,15	465,84	164,78
0,49	3,31	462,19	163,49
0,50	3,47	459,04	162,38
0,50	3,66	455,24	161,03
0,51	3,83	452,18	159,95
0,51	4,01	449,87	159,13
0,52	4,17	445,74	157,67
0,52	4,32	443,32	156,82
0,52	4,47	442,34	156,47
0,52	4,61	441,72	156,25
0,53	4,76	440,96	155,98



Lo Sperimentatore

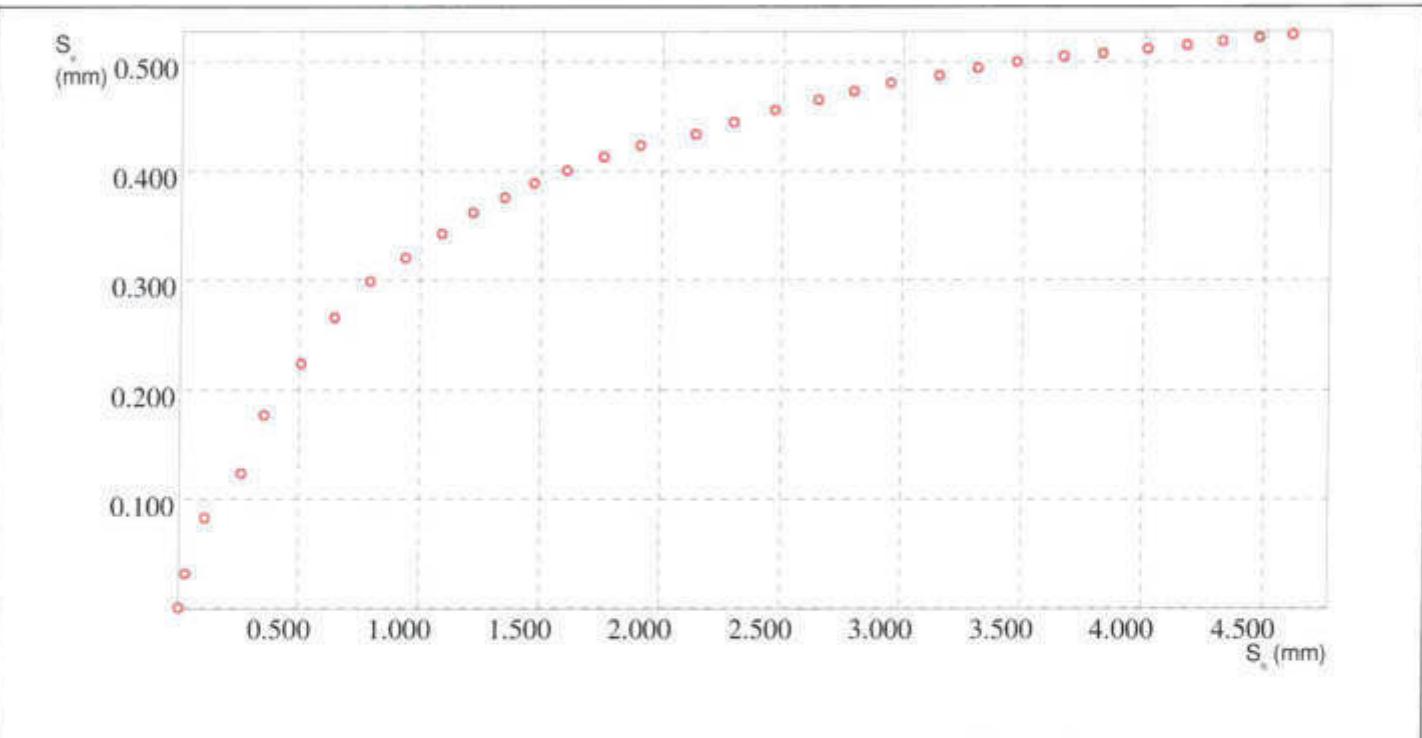
Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	6 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008

Certificato n°: 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18,20 - 18,80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	7 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	28,27 cm ²	Densità umida iniziale	20,59 kN/m ³ γ _o
Altezza iniziale	30,00 mm	Densità umida finale	21,27 kN/m ³ γ _o
Altezza finale	28,35 mm	Densità secca	17,14 kN/m ³ γ _d
Massa fustella	74,87 g	Umidità iniziale	20,07 % W _o
Fustella + massa umida iniziale	252,90 g	Umidità finale	17,25 % W _o
Massa tara	2,36 g	Saturazione iniziale	98,22 % S _o
Tara + massa umida finale	176,21 g	Saturazione finale	99,79 % S _o
Tara + massa secca finale	150,63 g	Indice dei vuoti iniziale	0,56 e _o
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,47 e _o
Provino	TFERSB1B	Densità secca finale	18,14 kN/m ³ γ _d

Dati di prova

Carico applicato	400,00 kPa
------------------	------------

Risultati fase finale di consolidazione

Tempo di consolidazione	24,0 ore
Altezza di fine consolidazione	28,47 mm
Valore di t100	11,2 min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

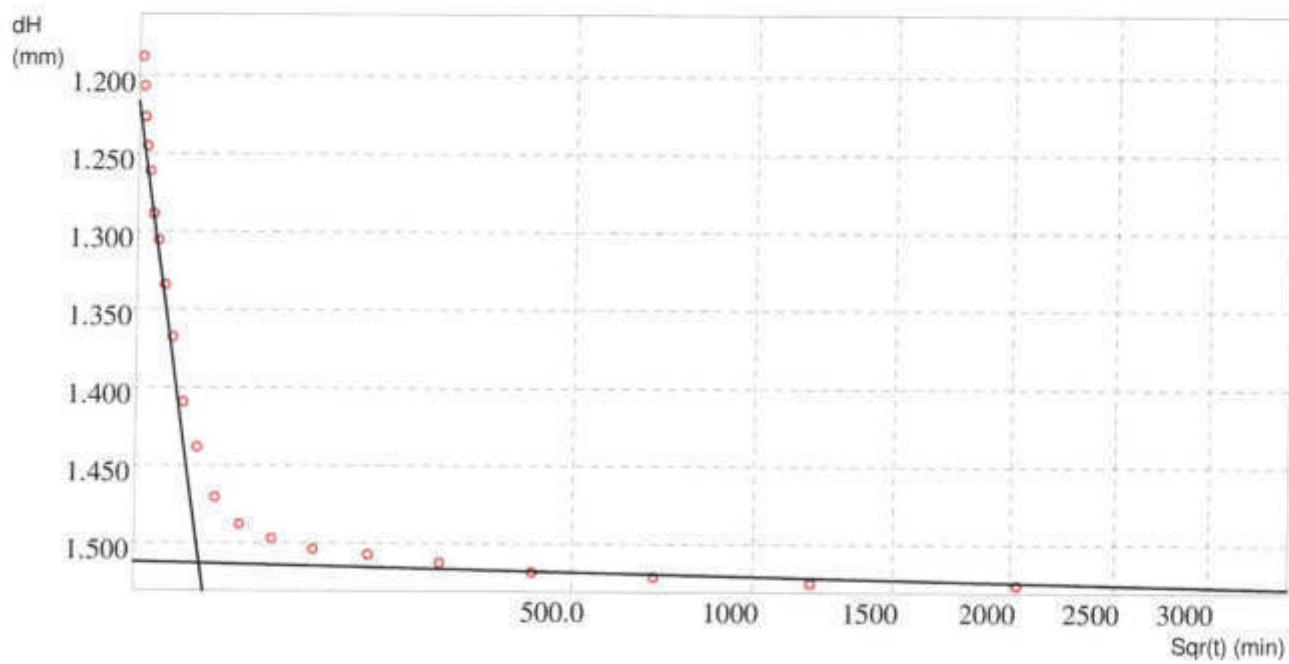
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	7 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifiche di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di consolidazione

dt min	dH mm
0,05	1,19
0,08	1,21
0,13	1,23
0,23	1,25
0,42	1,26
0,70	1,29
1,21	1,31
2,05	1,33
3,49	1,37
5,93	1,41
10,08	1,44
17,14	1,47
29,13	1,49

dt min	dH mm
49,52	1,497
84,19	1,504
143,12	1,507
243,31	1,513
413,62	1,518
703,15	1,522
1195,36	1,525
2032,12	1,526
3454,60	1,530



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

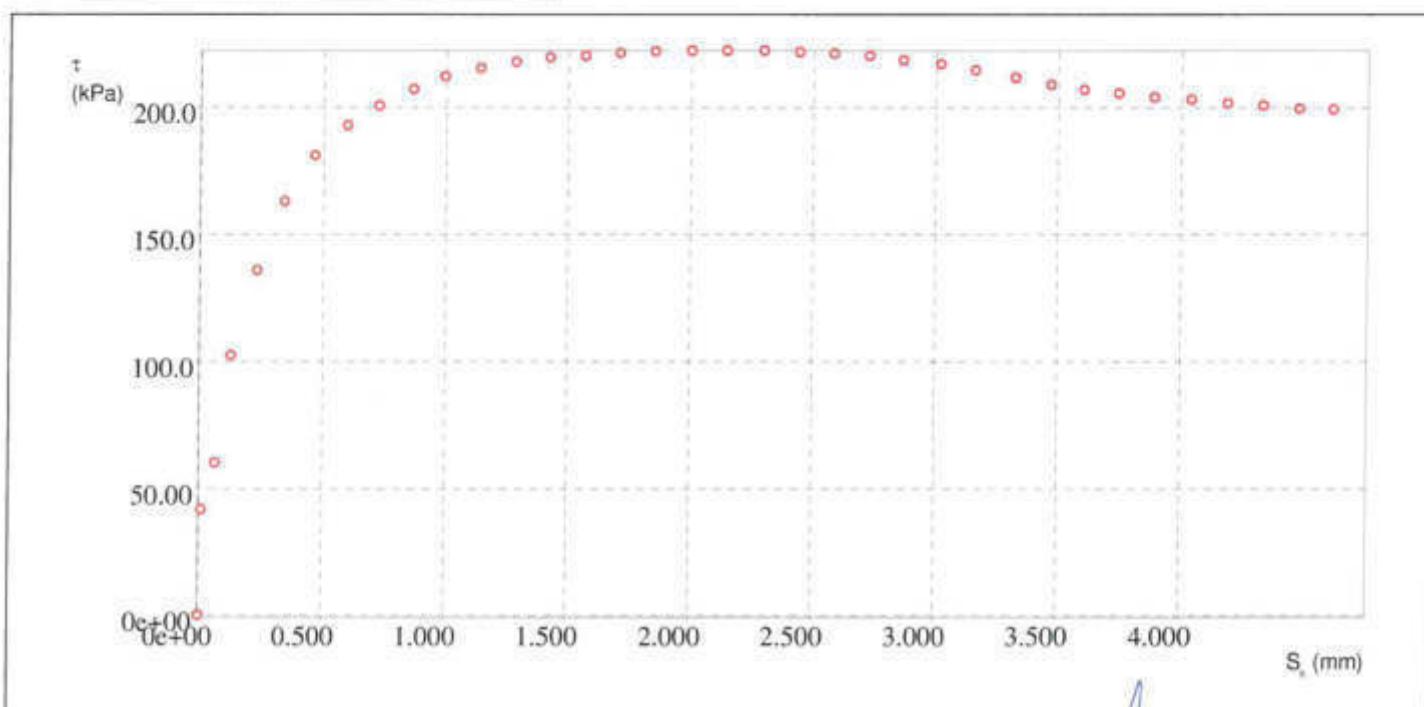
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	7 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	-0,01	57,46	20,33
0,06	0,01	118,69	41,99
0,07	0,07	170,25	60,22
0,07	0,13	289,53	102,42
0,07	0,23	383,85	135,78
0,07	0,34	460,60	162,93
0,07	0,47	511,69	181,00
0,07	0,60	544,98	192,78
0,07	0,73	566,94	200,55
0,07	0,86	584,98	206,92
0,08	1,00	599,77	212,16
0,08	1,14	608,32	215,18
0,08	1,28	615,72	217,80
0,08	1,42	620,11	219,35
0,08	1,57	622,43	220,17
0,09	1,71	625,43	221,24
0,09	1,85	627,28	221,89
0,09	2,00	627,97	222,13
0,10	2,15	627,74	222,05

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,10	2,30	627,74	222,05
0,10	2,44	625,89	221,40
0,10	2,58	624,51	220,91
0,10	2,73	621,73	219,93
0,10	2,87	617,34	218,37
0,10	3,02	612,49	216,66
0,10	3,16	606,48	214,53
0,11	3,32	597,69	211,42
0,10	3,47	590,29	208,81
0,10	3,60	584,74	206,84
0,11	3,75	580,12	205,21
0,11	3,89	576,42	203,90
0,11	4,04	573,42	202,84
0,12	4,19	569,26	201,36
0,12	4,33	566,94	200,55
0,12	4,48	563,48	199,32
0,12	4,62	562,78	199,07
0,12	4,75	560,01	198,09



Lo Sperimentatore

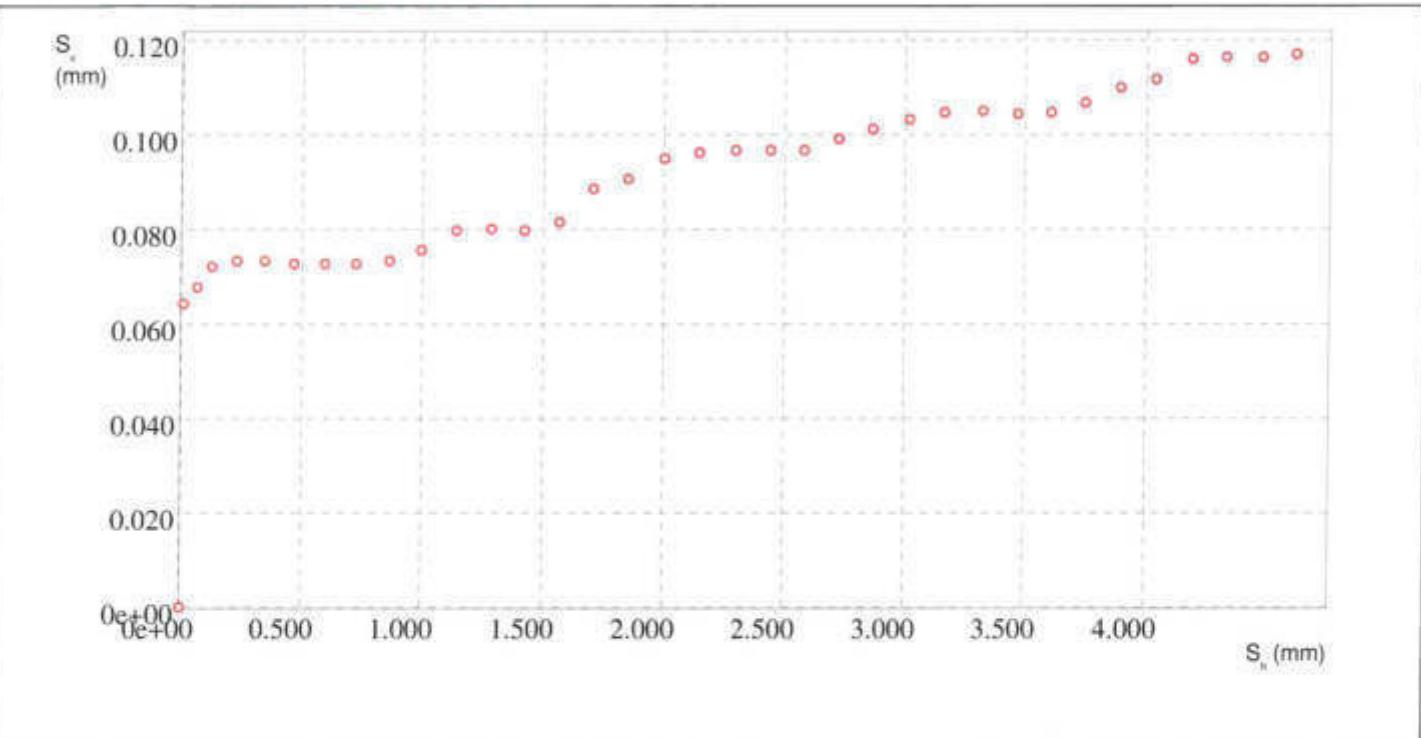
Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	7 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18,20 - 18,80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	7 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Dati del provino

Sezione provino	28,27 cm ²	Densità umida iniziale	20,31 kN/m ³ γ_u
Altezza iniziale	30,00 mm	Densità umida finale	20,71 kN/m ³ γ_u
Altezza finale	28,98 mm	Densità secca	16,69 kN/m ³ γ_d
Massa fustella	73,81 g	Umidità iniziale	21,67 % W_u
Fustella + massa umida iniziale	249,45 g	Umidità finale	19,87 % W_f
Massa tara	2,36 g	Saturazione iniziale	98,56 % S_u
Tara + massa umida finale	175,40 g	Saturazione finale	99,40 % S_f
Tara + massa secca finale	146,72 g	Indice dei vuoti iniziale	0,60 e_u
Peso specifico dei grani	2,72	Indice dei vuoti finale	0,54 e_f
Provino	TFERSB1C	Densità secca finale	17,28 kN/m ³ γ_d

Dati di prova

Carico applicato	350,00 kPa
------------------	------------

Risultati fase finale di consolidazione

Tempo di consolidazione	24,0 ore
Altezza di fine consolidazione	29,03 mm
Valore di t100	7,1 min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

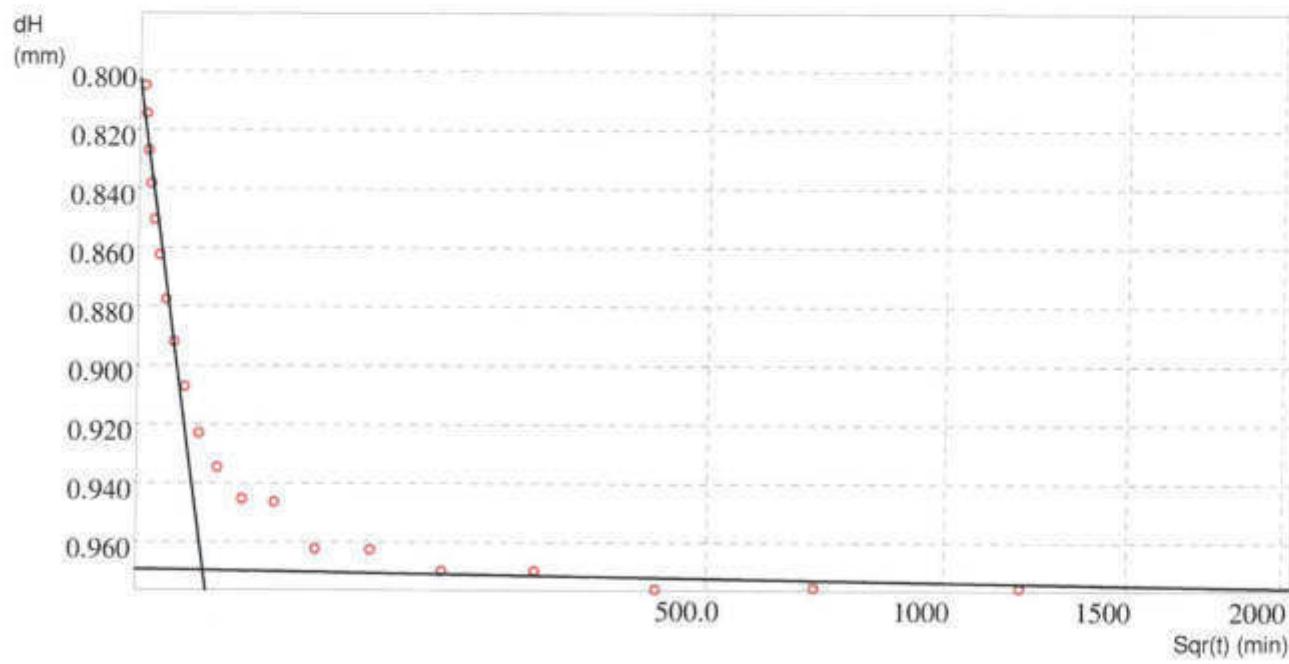
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	7 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di consolidazione

dt min	dH mm
0,05	0,80
0,09	0,81
0,14	0,83
0,25	0,84
0,42	0,85
0,71	0,86
1,21	0,88
2,05	0,89
3,49	0,91
5,93	0,92
10,08	0,93
17,14	0,95
29,13	0,95

dt min	dH mm
49,52	0,962
84,19	0,963
143,12	0,970
243,31	0,970
413,62	0,976
703,15	0,976
1195,36	0,976
2032,12	0,976



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

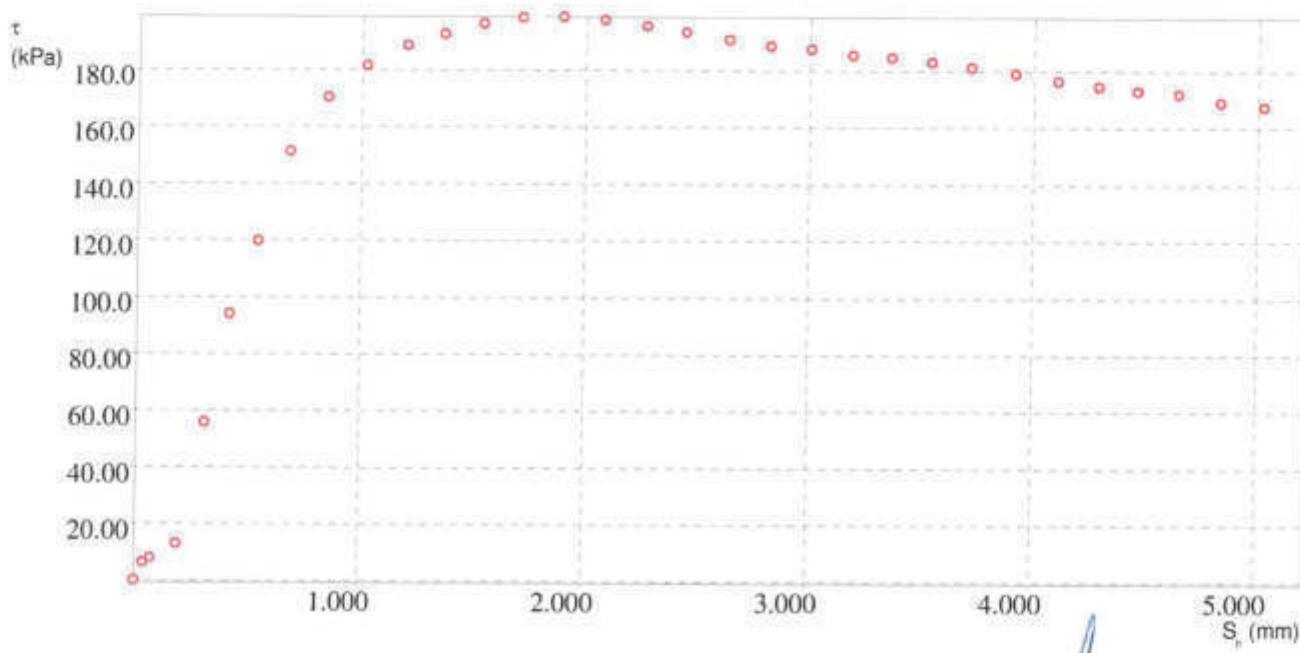
Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119.	Data esecuzione prova	7 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	0,04	18,10	6,40
0,04	0,07	22,74	8,04
0,05	0,19	37,35	13,21
0,05	0,31	157,99	55,88
0,05	0,42	265,86	94,04
0,05	0,54	338,48	119,73
0,05	0,68	428,02	151,41
0,05	0,85	481,61	170,36
0,05	1,02	513,16	181,52
0,05	1,20	533,35	188,66
0,05	1,37	544,95	192,77
0,05	1,54	555,62	196,54
0,05	1,71	561,19	198,51
0,05	1,90	562,11	198,84
0,05	2,08	559,33	197,85
0,05	2,27	553,30	195,72
0,05	2,45	547,27	193,59
0,05	2,64	539,61	190,88
0,05	2,82	533,58	188,74

dH mm	Sh mm	F N	τ kPa
0,05	3,01	530,33	187,60
0,05	3,19	524,53	185,54
0,05	3,36	522,21	184,72
0,05	3,54	518,04	183,25
0,05	3,72	512,47	181,28
0,05	3,92	506,90	179,31
0,05	4,11	499,01	176,52
0,05	4,29	493,91	174,71
0,05	4,46	489,50	173,15
0,05	4,64	486,02	171,92
0,05	4,83	477,90	169,05
0,05	5,02	473,96	167,65
0,05	5,21	469,32	166,01



Lo Sperimentatore

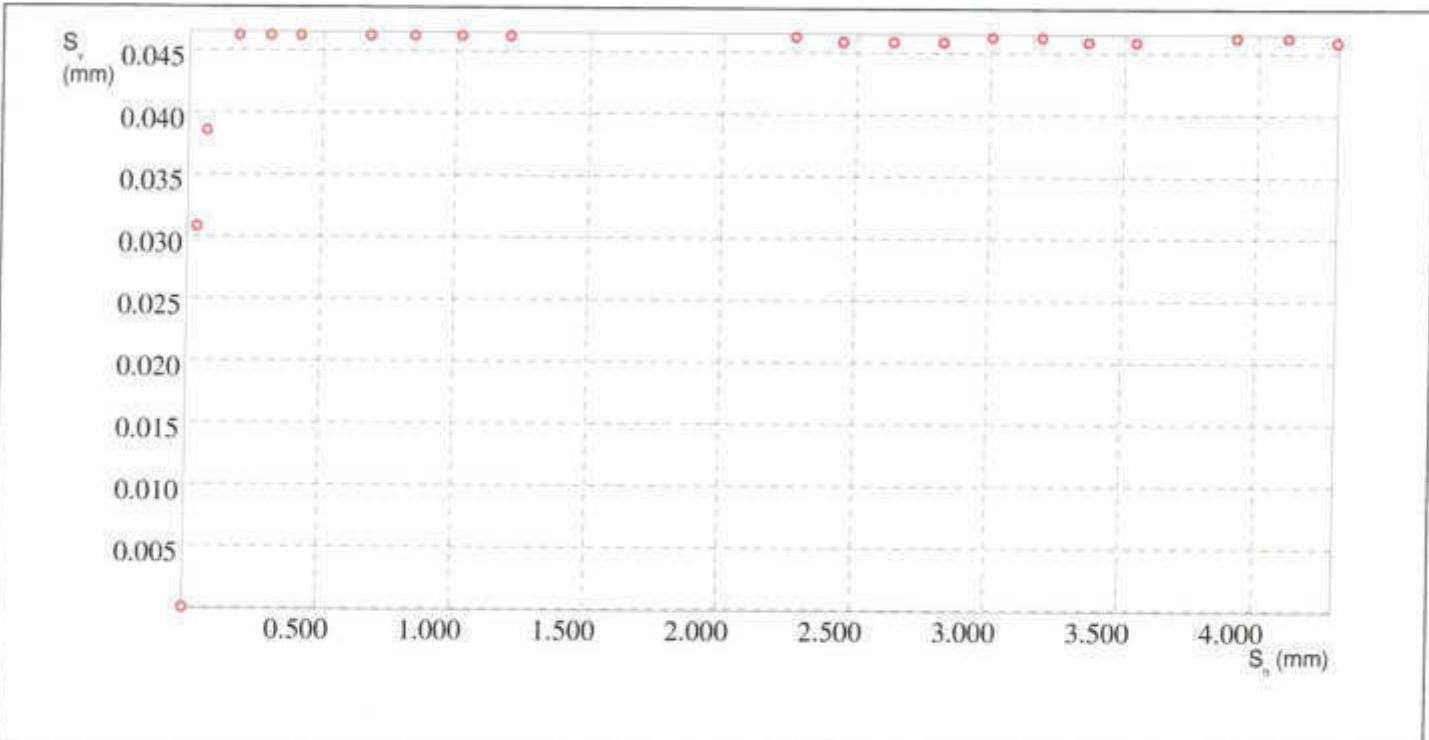
Il Direttore del Laboratorio

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Data emissione: 18/11/2008
Certificato n° : 1387

Committente	Ferrari De Nobili	Sondaggio	SB
Cantiere	Terrestre Immobiliare	Campione	C1
Località	La Spezia- Viale S. Bartolomeo	Profondità	18.20 - 18.80 m
Verbale accettazione	119	Data esecuzione prova	7 NOV 2008
Data verbale	05/11/08	Specifica di prova	ASTM D3080
Note		Rep	08/120

Fase di rottura



Lo Sperimentatore

Pagina 12 di 12

Il Direttore del Laboratorio

Data emissione: 18/11/08

Certificato n° 1398

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.
 Cantiere: Terrestre Immobiliare
 Località: La Spezia
 Verbale di accettazione n°: 119
 Data verbale: 05/11/08
 Note:

Sondaggio: SB
 Campione: C2
 Profondità: 22,80 - 23,40 m
 Data esecuzione prova: 5/11/08
 Specifica di prova: ASTM D2488-93- D4648-00
 Rep: 08/120

Contenitore del campione	X	Inox	PVC
		Vetro	Sacchetto

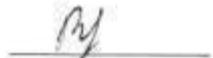
Dimensioni del campione	<2"	X	<4"
	<3"		>4"

Condizioni del materiale	X	Buone	Rammollito
		Mediocri	Strati piegati
		Cattive	Rimescolato

Descrizione del campione
Campione di 40 cm di lunghezza.
0 - 10 cm: rammollito;
10 - 40 cm: Sabbia medio fine debolmente limosa grigio azzurra.

Consistenza (kPa)	cm	Scissometro		Penetrometro
			kPa	
	0-10	0		0
Alto	10-20	5		100
	20-30	5		170
	30-40	5		120
	40-50			
	50-60			
	60-70			
	70-80			
Basso	80-90			

Lo Sperimentatore



Pagina 1 di 1

Il Direttore di laboratorio



Data emissione: 18/11/08

Certificato n° 1399

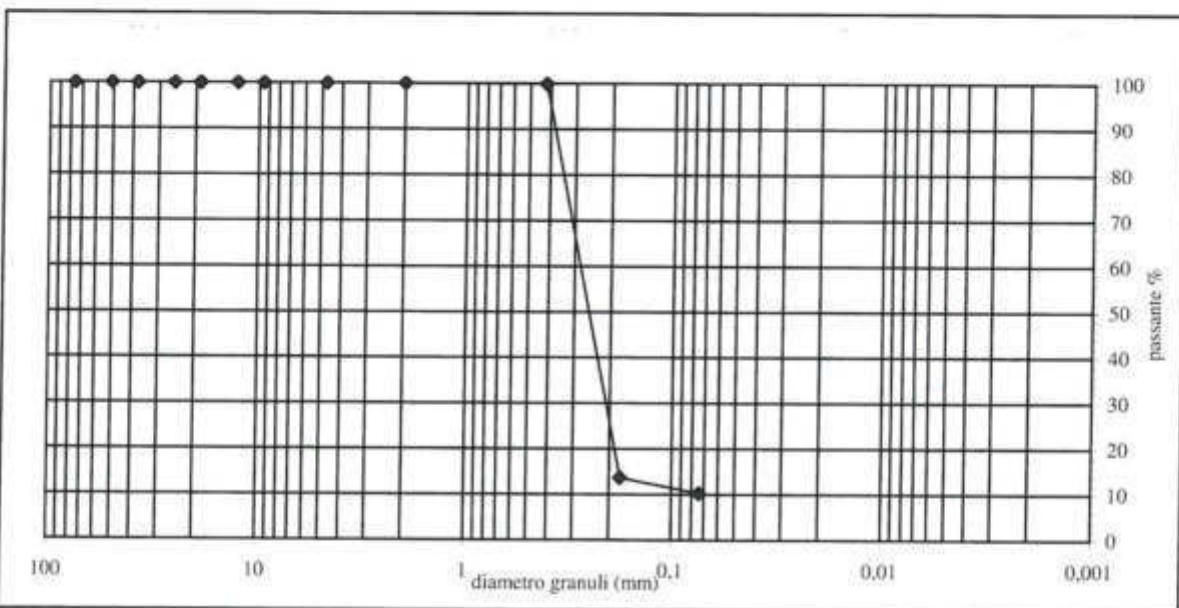
ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.
 Cantiere: Terrestre Immobiliare
 Località: La Spezia
 Verbale di accettazione n°: 119
 Data verbale: 05/11/08
 Note:

Sondaggio: SB
 Campione: C2
 Profondità: 22,80 - 23,40 m
 Data esecuzione prova: 07-10/11/08
 Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
 Rep: 08/120

Analisi con setacci		Terreno analizzato M (gr) = 612,49			
Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1" 1/2	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00
40	0,42	0,45	0,07	0,07	99,93
80	0,177	528,04	86,21	86,29	13,71
200	0,074	20,90	3,41	89,70	10,30
Fondo		63,10			

Classificazione		D (60%) =	% ghiaia	% sabbia	% limo/argilla
USCS	CNR-UNI	D (10%) =	0,00	89,70	10,30
SP-SM		U =			



Lo Sperimentatore

Pagina 1 di 1

Il Direttore di laboratorio

LIMITI DI CONSISTENZA

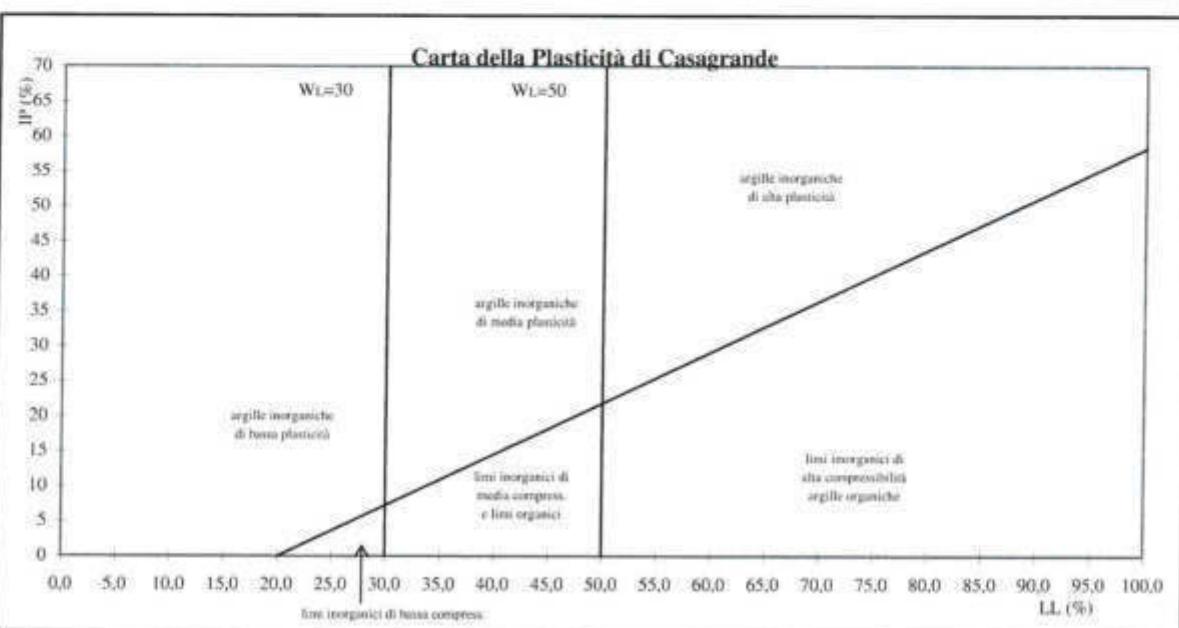
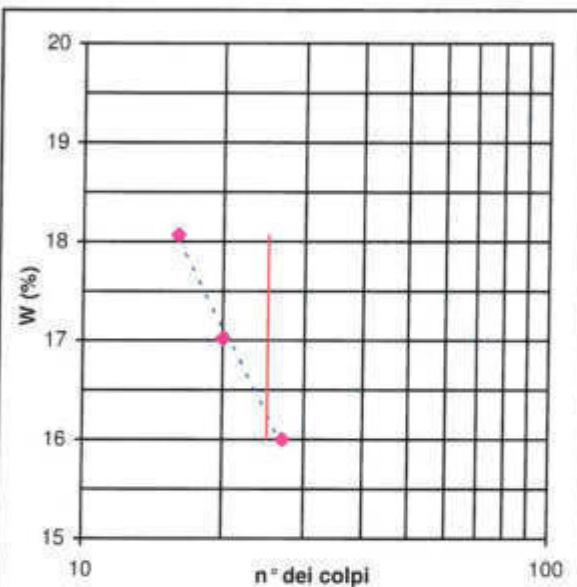
Data emissione: 18/11/08

Certificato n° 1400

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.
 Cantiere: Terrestre Immobiliare
 Località: La Spezia
 Verbale di accettazione n°: 119
 Data verbale: 05/11/08
 Note:

Sondaggio: SB
 Campione: C2
 Profondità: 22,80 - 23,40 m
 Data esecuzione prova: 07-10/11/08
 Specifica di prova: ASTM D4318-00
 Rep:08/120

<i>Limite liquido</i>		LL (%) = 16,3		
Contenitore		1	2	3
Massa umida + t (g)	49,57	50,78	50,43	
Massa secca + t (g)	48,71	49,58	49,31	
Massa acqua contenuta (g)	0,86	1,20	1,12	
Tara t (g)	43,95	42,53	42,31	
Massa secca netta (g)	4,76	7,05	7,00	
Contenuto d'acqua W (%)	18,07	17,02	16,00	
Numero colpi	16	20	27	
<i>Limite plastico</i>		LP (%) = N.P.		
Contenitore		A	B	
Massa umida + t (g)				
Massa secca + t (g)				
Massa acqua contenuta (g)				
Tara t (g)				
Massa secca (g)				
Contenuto d'acqua W (%)				
Indice di Plasticità	$(LL - LP) = IP$			



Lo Sperimentatore

Pagina 1 di 1

Il Direttore di laboratorio

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Data emissione: 18/11/08

Certificato n° 1401

Committente: Ferrari De Nobili S.R.L.
 Cantiere: Terrestre Immobiliare
 Località: La Spezia
 Verbale di accettazione n°: 119
 Data verbale: 05/11/08
 Note:

Sondaggio: SB
 Campione: C2
 Profondità: 22,80 - 23,40 m
 Data esecuzione prova: 05-06/11/08
 Specifica di prova: ASTM e BS
 Rep: 08/120

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-98	W (%) =	26,28
Contenitore	X	Y	Z
Massa linda umida (g)	864,06	796,53	874,91
Massa linda secca (g)	683,56	637,61	696,70
Massa acqua contenuta (g)	180,50	158,92	178,21
Tara (g)	15,90	16,17	17,17
Massa netta secca (g)	667,66	621,44	679,53
Contenuto d'acqua W (%)	27,03	25,57	26,23

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m ³) =
Contenitore		
Massa umida + stampo (g)		
Massa dello stampo (g)		
Massa terreno netta umida (g)		
Volume dello stampo (cm ³)		
Peso di volume naturale (kN/m ³)		

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-00	G_s (Mg/m ³) =
Prova n°		
Volume picnometro (cm ³)		
Massa picnometro (g)		
Massa picnometro + terra (g)		
Massa terra netta (g)		
Massa picn. + terra + acqua (g)		
Massa terra + acqua (g)		
Peso specifico (Mg/m ³)		
Temperatura (°C)		
Densità acqua (Mg/m ³)		
Costante K		
Peso specifico T = 20°C		

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	26,28
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m ³)	
Peso di volume secco	γ_d (kN/m ³)	
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m ³)	
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m ³)	
Porosità	n (%)	
Indice dei pori	e	
Grado di saturazione	S_r (%)	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

