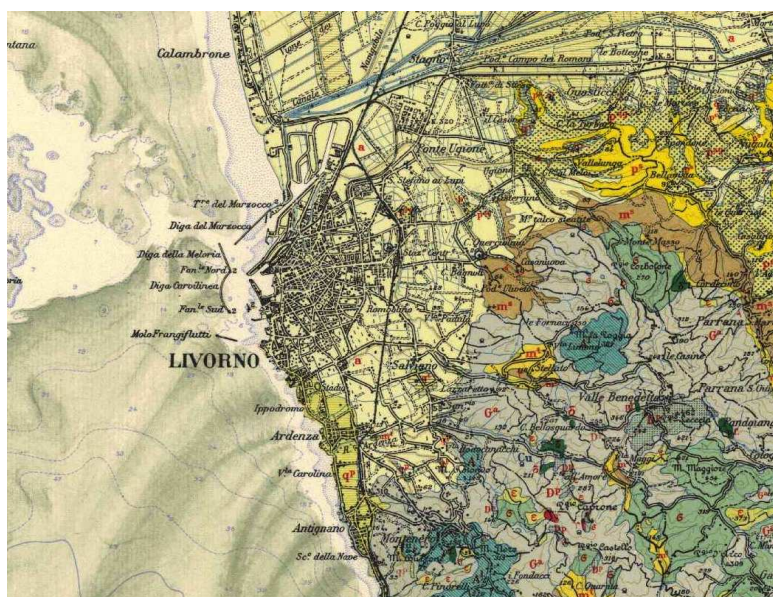



AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

OPERE DI RIPROFILAMENTO E CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA A RADICE DELL'ACCOSTO 55 (CALATA CARRARA) - PORTO DI LIVORNO



RELAZIONE GEOLOGICA

 <p>Via dei Castelli Romani n° 24 00040 Pomezia (RM) tel:0683762498 fax: 0683762511 info@servizigeotecnici.it www.servizigeotecnici.it</p>	Direttore tecnico				TIMBRO:
	Dott. Geol. Antonio D'Andrea				
	Collaboratori				
	Dott Geol. Salvatore Marino	E	L		
		Dott. Geol. Simone Biondi	E	L	S
	Dott. Geol. Fabio Pizzuti	E	L		
	E: editing; S: sito; L: laboratorio				dic-09
ALLEGATI:					VOLUME:
					1/1



AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

OPERE DI RIPROFILAMENTO E CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA A RADICE DELL'ACCOSTO 55 (CALATA CARRARA) – PORTO DI LIVORNO

RELAZIONE GEOLOGICA

Lista di distribuzione

A.P.P.

3 copie cartacee ☐

1 copia digitale su CD-rom ☐

Archivio S.G.

1 copia ☐

COMMESSA	REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLO	APPROVATO
110.09-APL- LIVORNO-LI	00	OTT-DIC 09	Dott. Geol. S. Biondi Dott. Geol. S. Marino Dott. Geol. F. Pizzuti	Dott. Geol. S. Biondi Dott. Geol. S. Marino Dott. Geol. F. Pizzuti	Dott. Geol. D'Andrea

SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.

Via dei Castelli Romani 24, 00040 Pomezia – ROMA tel.: 0683762498 – 0683762508, Fax: 0683762511

Cap. Soc. Euro 16.000 i.v. - Reg. Imp. RM n° 5371/95 - R.E.A. n° 819924 - P.IVA 04941201008

www.servizigeotecnici.it – info@servizigeotecnici.it

INDICE

1	PREMESSA	2
2	UBICAZIONE DELL'AREA.....	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
3.1	Stratigrafia Locale.....	6
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	8
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	9
6	MODALITA' D'INDAGINE.....	11
6.1)	SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	12
6.2)	PROSPEZIONE GEOFISICA TIPO DOWN HOLE	16
6.2)	PROVE DI LABORATORIO.....	17
7	ANALISI LITOSTRATIGRAFICA LOCALE	18
	Unità litotostratigrafica "A" - Materiali costituenti il corpo banchina.....	18
	Unità litotostratigrafica "B" - Sabbie ed argille con limo grigie	19
	Unità litotostratigrafica "C" – Sabbie da limose a con limo avana.....	19
	Unità litotostratigrafica "D" – Argille limose	20
	Unità litotostratigrafica "E" – Sabbie limose con ghiaia.....	20
	Unità litotostratigrafica "F" – Sabbie limose.....	21
	Unità litotostratigrafica "G" – Limi sabbiosi	22
8	SISMICITÀ DELL'AREA D'INTERVENTO	23
8.1)	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E TOPOGRAFICHE	27
9	CONCLUSIONI	30
	BIBLIOGRAFIA.....	32

ALLEGATI:

- *Planimetria ubicativa delle indagini*
- *Monografie ubicative dei punti d'indagine*
- *Stratigrafie dei sondaggi*
- *Documentazione fotografica*
- *Sezione geologica interpretativa*
- *Indagine geofisica*
- *Prove geotecniche di laboratorio*

1 PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Autorità Portuale di Livorno, nell'ambito del progetto definitivo per gli interventi sulle strutture a radice dell'accosto 55 – Calata Carrara, è stata redatta la presente relazione geologica al fine di avere una visione sufficientemente completa circa le caratteristiche litostratigrafiche, idrogeologiche, geomorfologiche e strutturali dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area.

Il presente studio tiene conto oltre che dei risultati emersi durante la campagna geognostica eseguita dalla scrivente tra i mesi di Ottobre e Dicembre 2009, anche della fitta bibliografia presente per l'area di studio e di attente osservazioni fatte direttamente sul posto.

La presente relazione giunge, quindi, alla definizione del modello geologico arrivando a definire in maniera dettagliata le singole unità litologiche che costituiscono il sottosuolo dell'area in cui è inserita l'opera.

Il presente lavoro tiene conto dei dettami del D.M. 14 Gennaio 08 "norme tecniche sulle costruzioni" e della Circolare ministeriale del 02 Febbraio 2009.

Si è fatto, inoltre, riferimento in maniera scrupolosa, a quanto prescritto nelle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" A.G.I. 1977 e nelle "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio AGI 1994.

2 UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto del presente studio ricade all'interno della Città di Livorno, più precisamente essa è compresa all'interno dell'area portuale in adiacenza all'accosto 55 – Calata Carrara.

Per l'ubicazione dell'area di intervento ed un primo inquadramento geografico e geologico si è fatto riferimento alle seguenti cartografie tecniche di riferimento a scala nazionale:

- Foglio n. 283, Sez. I in scala 1:25.000, (Livorno) della Carta Topografica d'Italia dell'IGM;
- Foglio N. 111 (Livorno) della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

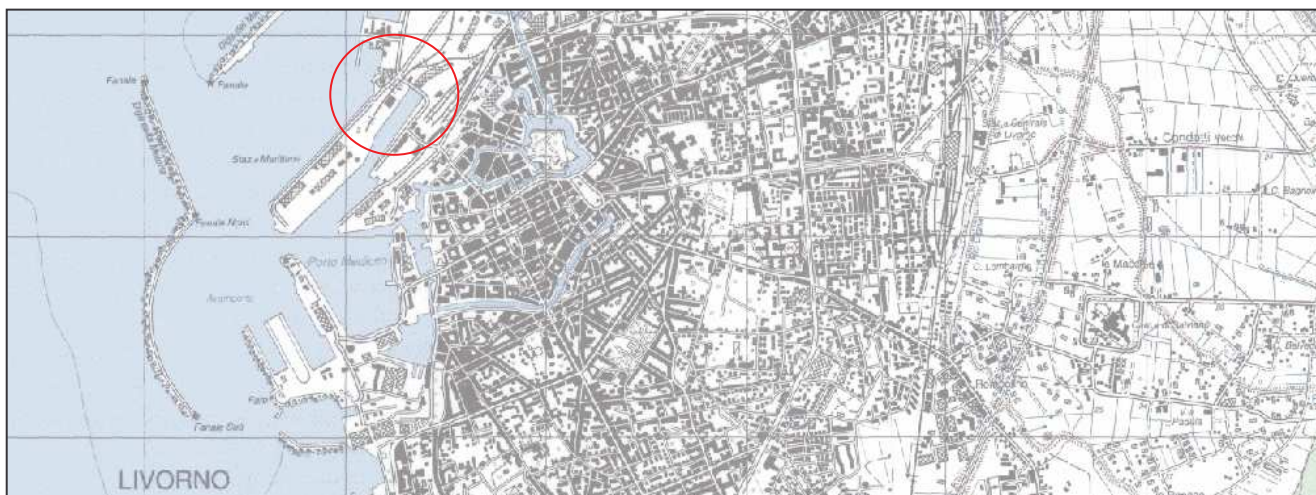


Fig. 1 : Stralcio topografico del foglio IGM 283 sez. I scala 1:25.000. In rosso viene evidenziata l'area di studio.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico, l'area oggetto del presente studio appartiene alla fascia centrale della catena orogenica dell'Appennino settentrionale costituito da una struttura complessa di falde e sovrascorrimenti.

In questo settore hanno grande sviluppo le formazioni alloctone cosiddette Liguridi, litotipi di ambiente pelagico, depositi in un periodo compreso tra il Cretacico superiore e l'Eocene, in un bacino, Oceano Ligure, ubicato tra l'odierna Corsica e la costa tirrenica.

L'esistenza di un oceano compreso tra le masse continentali europea e africana è confermata dalla presenza di serie basaltiche ed ofioliti, alla base dei sedimenti in questione, ben rappresentate nella fascia montuosa ligure-emiliana.

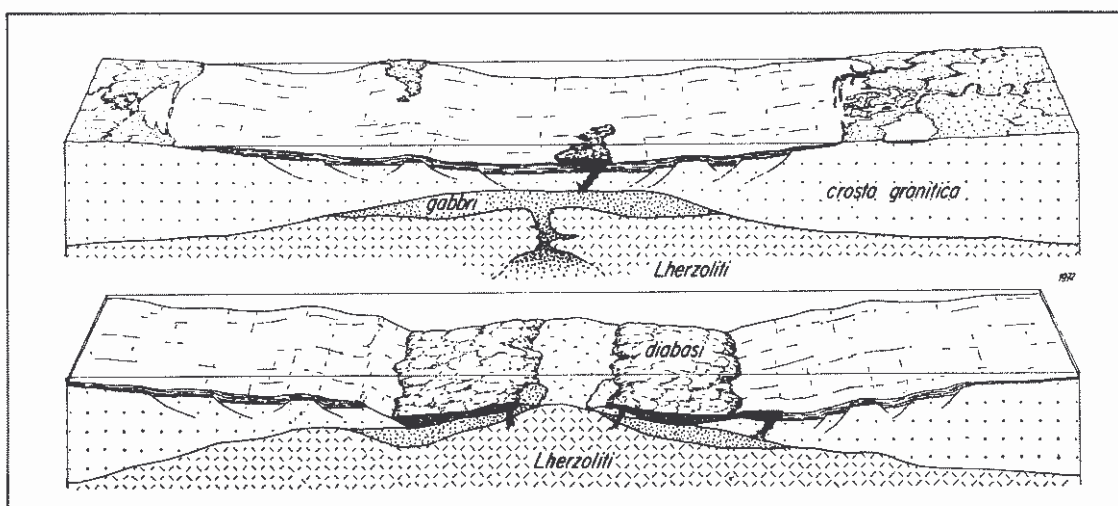


Fig. 2 : Stadi iniziali dell'apertura dell'Oceano Ligure secondo Eltzer. Sopra la situazione dal Trias al Docher. Nella figura in basso la situazione al Malm dopo la lacerazione della crosta continentale.

A partire da circa 30 milioni di anni fa di anni per l'effetto di una rotazione con fulcro in prossimità dell'attuale Liguria, il blocco sardo-corso, (che già si era staccato dalla Spagna e dalla Francia per effetto di una nuova risalita di calore dal mantello terrestre, forse prodotta dall'attrito della crosta oceanica della Tetide che s'immergeva sotto quella continentale) iniziò a ruotare in senso antiorario fino a raggiungere la sua attuale posizione intorno a 18 milioni di anni fa; mentre la sua appendice meridionale continuò a migrare fino a posizionarsi all'estremo sud della penisola (Calabria e Sicilia). Questo processo che prende il nome di "sfenocasma ligure-piemontese", provocò l'avanzamento delle Unità Liguri verso oriente e il loro accavallamento sulle unità autoctone del Dominio Toscano interno che si scollò dal suo basamento al livello delle evaporiti triassiche accavallandosi a sua volta alle unità del Dominio Toscano esterno.

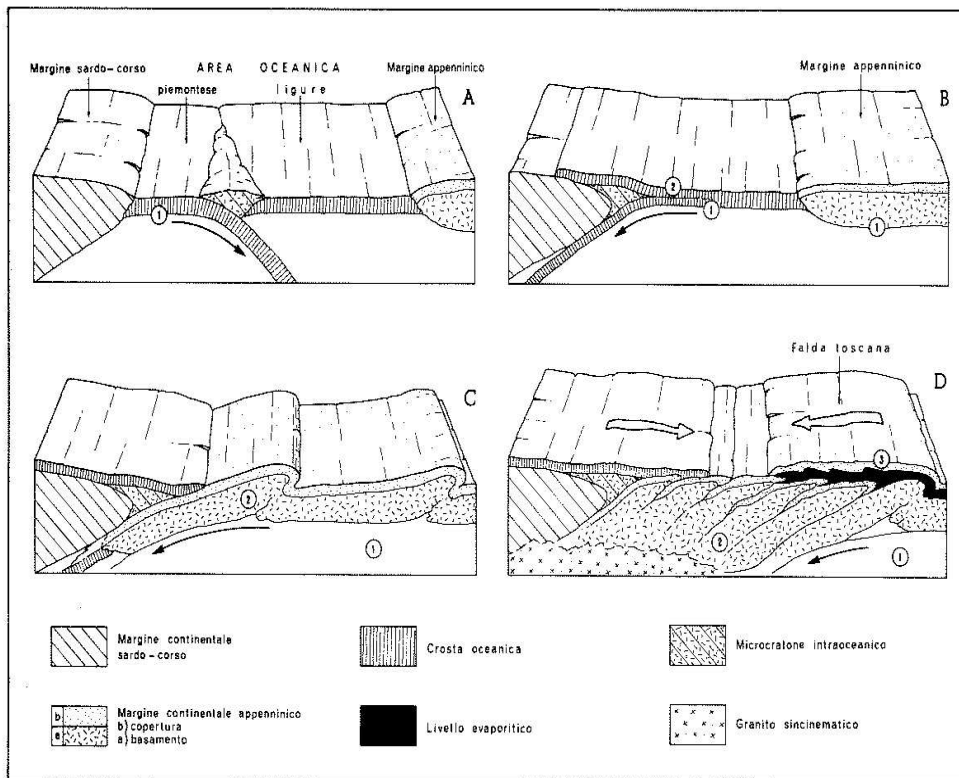


Fig. 3 : Schema geologico evolutivo dell'appennino settentrionale secondo Boccaletti et Alii (1980).
A) prima fase oceanica (cretacico inf.- cretacico sup.);
B) seconda fase oceanica, con inversione del Piano di Benioff (Cretacico sup.-Eocene medio);
C) Terza fase - stadio ensialico (Oligocene inf.- Oligocene sup.);
D) Quarta fase - stadio ensialico (Oligocene sup.)

Questo processo veniva, nel contempo, accompagnato dalla messa in posto di ingenti quantità di materiale torbiditico che si andava accumulando in allungate fosse marine parallele al fronte della sommersa.

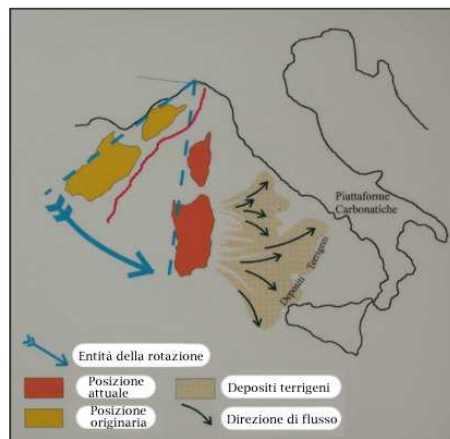


Fig. 4 : Processo di rotazione del blocco Sardo Corso

L'avanzata del ricoprimento ligure terminò in tempi diversi da luogo a luogo, ma quasi sempre in un periodo di tempo compreso tra i 10 e i 5 milioni di anni fa; dopo di che fu coinvolto insieme al substrato autoctono in ulteriori fasi tettoniche e processi di sollevamento.

A partire dal Tortoniano superiore un'inversione tettonica (da compressiva a distensiva) portò alla formazione di bacini neogenici riempiti da depositi appartenenti al cosiddetto complesso "neoautoctono".

I terreni affioranti nell'area, costituiscono porzioni di formazioni appartenenti ai tre complessi geologici sopra menzionati: "dominio ligure" (impostato su crosta oceanica), "dominio toscano" (impostato su crosta continentale) e complesso "neoautoctono".

Il "Dominio toscano" è presente in affioramento con la formazione del "Macigno", ossia di arenarie quarzoso-feldspatiche in facies di flysch in strati compatti di spessore variabile (Oligocene, Ma).

Le "liguridi" presenti in affioramento, costituiscono, invece, l'ossatura dei monti livornesi. Esse sono costituite da un complesso eterogeneo e disordinato di rocce sedimentarie più o meno metamorfosate inglobanti lembi di rocce verdi note in letterature come "ofioliti", poggianti tettonicamente sulla formazione precedente. In particolare si riconoscono litotipi riconducibili ad argilloscisti friabili e sfaldabili detti "galestri" (Cretacico medio, Ga), con intercalazioni di calcare compatto in piccoli strati detto "palombino". Fanno seguito livelli e lembi di calcare marnoso a frattura concoide, noto come "alberese" (Eocene, A¹), banchi discontinui di arenaria compatta tipo "pietra forte" (Cretacico superiore, pf) e diaspri (Giurassico superiore, DP). Inglobati nei precedenti litotipi si hanno le coltri di ofioliti, molto diffuse in affioramento e costituite da masse di serpentiniti (σ), gabbro (ϵ), diabase (δ) e limitate placche di granito (γ), tutti riconducibili al Giurassico superiore.

In giacitura trasgressiva sui termini precedenti, compare il cosiddetto complesso "neoautoctono", a testimonianza di una ingressione marina generalizzata, posteriore alla tettonica traslativa. La messa in posto di questi termini, coincide, come già accennato, con la ripresa di un nuovo ciclo tettonico, di tipo distensivo legato all'apertura del Tirreno, che determinerà la formazione di strutture tipo Horst e Graben. Esso consta di argille e calcari, alla cui base sono presenti conglomerati di rocce ofiolitiche (Miocene, m^t), seguiti da marne fogliettate e molasse (Miocene, m^s). Seguono in successione stratigrafica argille azzurre (p^{ag}) e sabbie gialle (p^s) con strati lenticolari di calcare ("lumachella", p^c), tutti ascrivibili al Pliocene. Il ciclo sedimentario si conclude con i depositi quaternari costituiti da alternanze di argille e sabbie con intercalazioni ghiaiose, di origine sia marina che fluvio-lacustre (q^c, q^v, q^p, q^t, a^t), fino alle attuali sabbie eoliche di litorale (a).

3.1 Stratigrafia Locale

L'area portuale di Livorno è impostata su depositi sabbiosi attuali di litorale (a), con intercalazioni di sabbie e limi argillosi fluvio-lacustri e argille lacustri con livelli torbosi (a^t), le quali con spessori di modesta entità poggiano direttamente su depositi pleistocenici

costituiti da argille e sabbie, localmente ghiaiose, con intercalazioni più o meno ghiaiose, di origine sia marina che fluvio-lacustre (q^c, q^v, q^p, q^t, at).

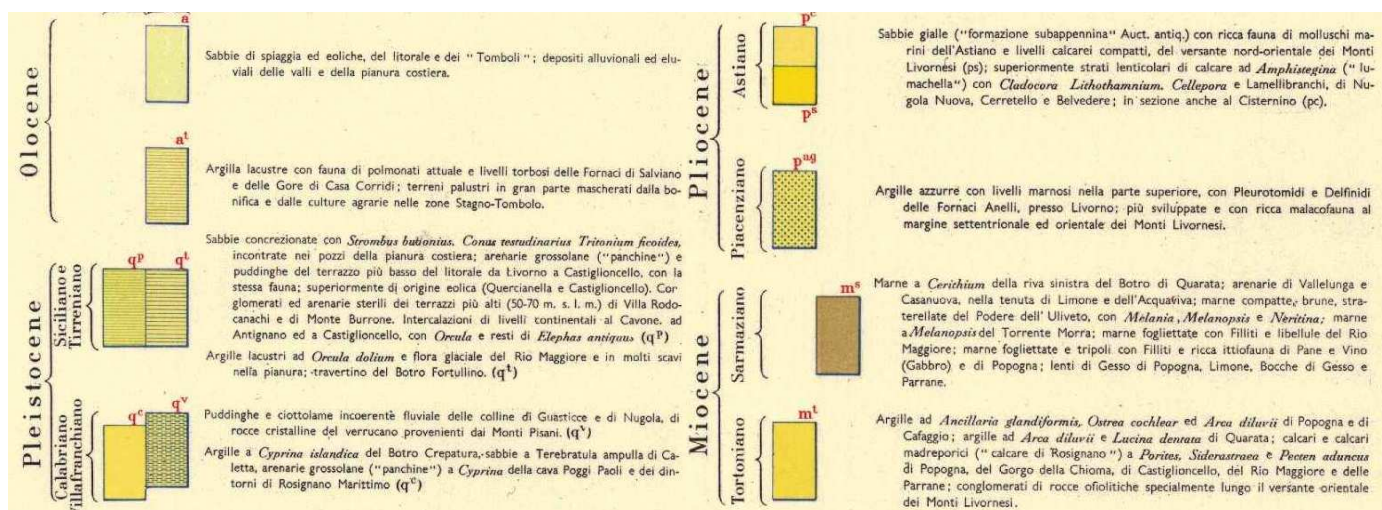
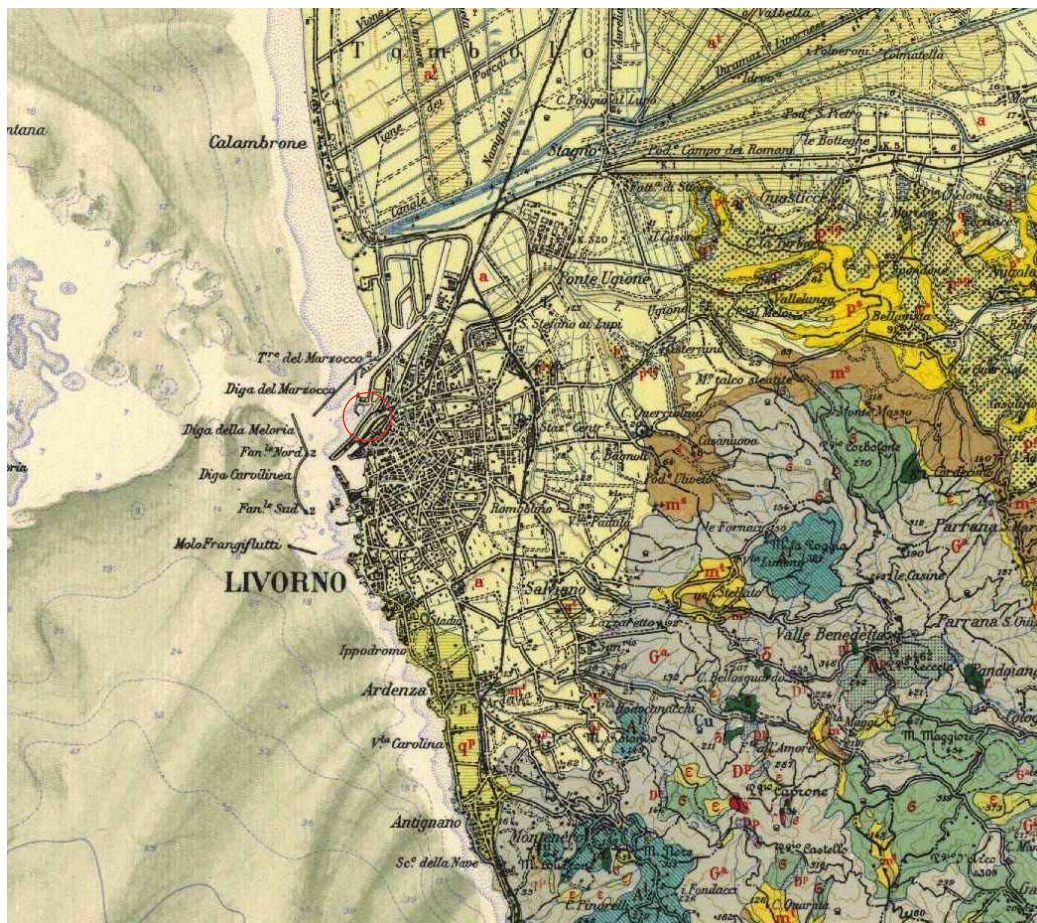


Fig. 5 : Stralcio della Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – Foglio 111 "Livorno"

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Tutta la piana costiera del livornese è caratterizzata da forme di modellamento influenzate dalle varie oscillazioni del livello del mare avvenute nel Quaternario. Il ripetersi dei vari cicli sedimentari (Calabriano, Siciliano, Tirreniano), ha determinato l'alternarsi di fasi erosive e deposizionali, con il sovrapporsi di terrazzi fluviali di vario ordine. Parallelamente le continue fluttuazioni della linea di costa hanno favorito l'instaurarsi di ambienti lagunari e palustri, oggi bonificati. Attualmente l'evoluzione litoranea è ancora in atto con continue modificazioni della linea di costa e della foce dei corsi d'acqua.

Nello specifico l'area d'intervento è caratterizzata da un piano campagna pianeggiante, completamente antropizzato che oramai non rispecchia più la situazione paleomorfologica naturale a causa delle intense modifiche apportate dagli interventi antropici.

Anche la paleobatimetria del sito è stata completamente modificata ad opera dalle attività sia passata che recente operata all'interno dell'area portuale (dragaggi-costruzione di corpi diga etc.).

La morfologia presente all'interno del lotto è caratterizzata da quote oscillanti intorno ai 2.00 m. (s.l.m.).

Secondo quanto riportato nel piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino Toscana Costa, l'area di studio non comprende zone a pericolosità geomorfologia.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

I Monti livornesi formano lo spartiacque principale del settore Nord della provincia, costituendo due sottobacini: il primo, drena le acque verso Ovest (direttamente in mare) e Nord-Ovest verso i terrazzi di Livorno e la parte meridionale della pianura dell'Arno; il secondo verso Est si suddivide nel settore idrografico del Torrente Tora che drena verso la pianura d'Arno e del Fiume Fine che si immette in mare a Sud. Ai fini dell'infiltrazione efficace le coltri ofiolitiche per il loro grado di fessurazione consentono un moderato assorbimento di acqua, che alimenta modeste sorgenti localizzate. I depositi alluvionali sono sede di circolazione idrica sotterranea, ma per la loro bassa permeabilità, di scarsa utilità pratica. Tuttavia l'esistenza di livelli più grossolani (sabbie, ghiaie) garantisce l'esistenza di piccole falde sospese. I terreni sabbiosi in prossimità della costa sono sede di falda freatica a pochi metri di profondità. E' presumibile, data la vicinanza al mare, che essa galleggi su un cuneo d'acqua di ingressione marina, quindi non si esclude un tenore alto in sali delle acque in questione.

Come accennato precedentemente il bacino è prevalentemente impermeabile per cui i deflussi seguono le caratteristiche delle precipitazioni nella loro distribuzione.

I corsi d'acqua minori hanno, quindi, carattere torrentizio, con valli brevi e ripide, in approfondimento, impostate all'interno dei litotipi cretaceo – eocenici.

Studi specifici, dimostrano, che nella formazione delle piene gioca un ruolo fondamentale le piovosità massima di uno o più giorni consecutivi.

All'interno del bacino idrografico, le precipitazioni atmosferiche sono generalmente distribuite nell'arco dell'anno in due periodi. Le più abbondanti e regolari si verificano tra i mesi di gennaio e maggio inclusi; mentre quelle rilevanti ed intense ma irregolarmente distribuite nel tempo si verificano tra ottobre e dicembre. Tra questi due periodi piovosi si inserisce un intervallo caratterizzato da scarse, e a volte scarsissime, piogge.

Secondo quanto riportato nel piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) relativo al Bacino regionale Toscana Costa, l'area di studio non comprende zone a pericolosità idraulica.

La figura successiva riporta quanto in merito.

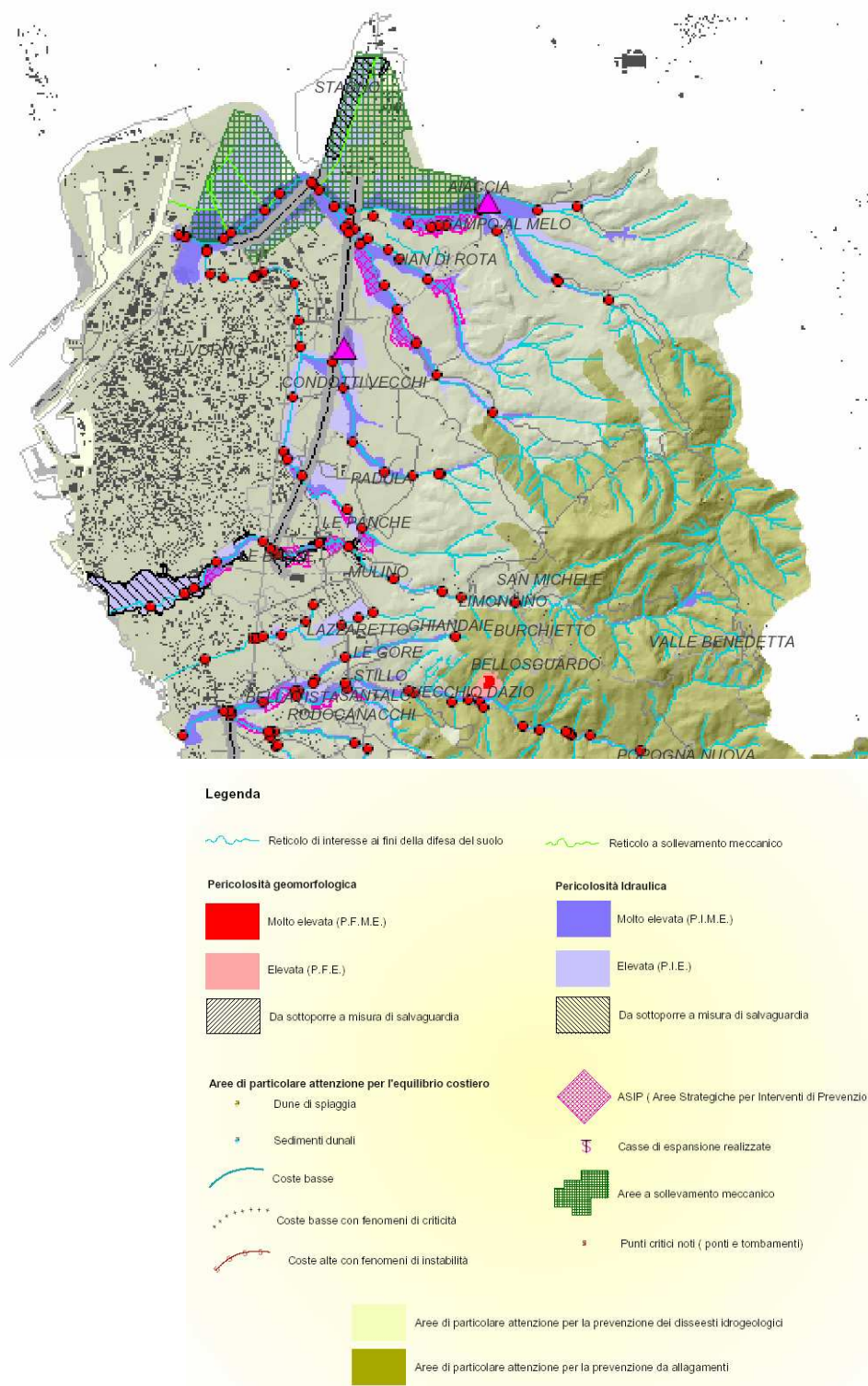


Fig. 6: Bacino regionale Toscana Costa – PAI: carta di sintesi della tutela del territorio

6 MODALITA' D'INDAGINE

La campagna geognostica è stata finalizzata all'individuazione dell'andamento stratigrafico alla caratterizzazione geotecnica dei terreni incontrati, nonché alla definizione geometrica del corpo banchina esistente.

Il progetto delle indagini geognostiche è stato stabilito dalla Committenza.

Le principali attrezzature utilizzate in cantiere per l'esecuzione delle indagini geognostiche sono descritte di seguito:

- sonda a rotazione EGT VD 700 a completo funzionamento idraulico, corredata di tutti gli strumenti e gli accessori necessari per l'esecuzione dei sondaggi e per il prelievo di campioni di terreno secondo quanto stabilito dalle più recenti norme tecniche di appalto;
- camion (IVECO 35C10) di appoggio alla sonda;
- strumenti per rilievi geotecnici come pocket penetrometer, freatimetro, scissometro tascabile, acido cloridrico ecc.



Fig. 7: Sonda EGT vd 700 in attività durante l'esecuzione dei sondaggi.

L'assistenza tecnica e professionale è stata assicurata dalla presenza di un geologo abilitato, che ha curato l'esecuzione delle attività geognostiche per tutta la durata della campagna geognostica.

6.1) SONDAGGI GEOGNOSTICI

Sono stati eseguiti n. 5 sondaggi geotecnici verticali a rotazione e a carotaggio continuo. L'ubicazione dei punti è stata scelta dalla committenza come riportato in planimetria. La seguente tabella riassume le profondità raggiunte nei rispettivi sondaggi.

Tabella 1: Profondità investigata

Sondaggio	Profondità investigata (ml da P.C.)
S1	15.00
S1 bis	12.00
S2	30.00
S3	30.00
S4	15.00

Grazie all'accuratezza delle operazioni di perforazione ed all'attrezzatura d'avanguardia usata, la percentuale di recupero dei terreni perforati è stata mantenuta praticamente sempre al di sopra dell'80%. Locali abbassamenti della percentuale di carotaggio sono attribuibili a situazioni particolari e di difficile gestione, ad esempio dove la matrice si presentava completamente sciolta e dove si sono manifestati fenomeni di liquefazione per risalita di acqua nel foro. Per fare fronte a perdite di materiale durante le fasi di carotaggio, sono state utilizzate le attrezzature specifiche per terreni particolarmente sciolti e/o liquefacibili, come la valvola in testa al carotiere e, dove i terreni lo permettevano, il cestello alla scarpa;



Fig. 8: Cestello per catturare i terreni particolarmente sciolti e valvola in testa al carotiere.

3.1.1.) Utensili di perforazione

I principali utensili di perforazione utilizzati, durante la campagna di indagine, sono stati:

- carotieri semplici diametro 101 mm, di lunghezza pari a 150 mm con corone in widia;

- carotieri semplici diametro 101 mm, di lunghezza pari a 300 mm con corone in widia;
- tubi di rivestimento di diametro pari a 127 mm di lunghezza pari a 150mm;
- triconi per pulizia foro;
- campionatori a pareti sottili;
- fustelle in acciaio inox.
- Valvole di tenuta

6.1.2) Cassette catalogatrici

Le carote di terreno estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica di dimensioni 0,50x1,00 m provviste di coperchi e di appositi scomparti divisorii.

Sono state utilizzate in totale n. 15 cassette in plastica, capaci di ospitare fino a 5 metri di carote estratte.

Le stesse, a fine lavori, sono state sistemate, per ordine ricevuto dalla committenza in adiacenza ai punti d'indagine.



Figura 9: Esempio di cassetta catalogatrice con all'interno il materiale carotato

6.1.3) Standard Penetration Test (S.P.T)

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate prove penetrometriche standard SPT (STANDARD PENETRATION TEST).

L'esecuzione di queste prove comporta l'utilizzo di attrezzature conformi a quanto indicato nelle normative ASTM 1586/84 e A.G.I. (1977).

Le caratteristiche di queste attrezzature sono riportate di seguito:

- Campionatore apribile longitudinalmente (Raymond) di diametro esterno pari a 50,8 mm e diametro interno pari a 35 mm. Lunghezza utile di 630 mm, munito di valvola a sfera in testa.

- Massa battente di peso 63,5 Kg che cade da 76 cm di altezza.
- Aste collegate al campionatore aventi peso per metro lineare $6,5 \text{ Kg} \pm 0,5 \text{ Kg/ml}$.



Figura 10: Esecuzione della prova SPT e campionatore Raymond

Le prove penetrometriche S.P.T. sono state eseguite nel corso della perforazione, previo rigoroso controllo della profondità e dello stato del foro.

La prova prevede l'annotazione del numero di colpi necessario a far penetrare nel terreno il campionatore Raymond per tre successivi tratti di 15 cm.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati degli ultimi due tratti di penetrazione, indicati come N30; per maggiori dettagli si rimanda ai certificati delle singole colonne stratigrafiche dei sondaggi.

Tabella 2: Elenco delle prove SPT effettuate in ogni sondaggio, (quota di esecuzione e dei valori di N30 registrati)

Sondaggio	Quota di esecuzione	Tipo di Punta	N30
S2	16.50-16.95	Chiusa	88
S2	22.50-22.95	Chiusa	77
S3	13.50-13.95	Aperta	34
S3	15.00-15.45	Chiusa	34
S3	18.00-18.45	Aperta	20
S3	24.00-24.45	Aperta	43
S4	12.00-12.45	Aperto	30

Dalle correlazioni presenti in letteratura, con i valori di N30 della prova S.P.T. è stato possibile estrapolare alcuni parametri geotecnici, come densità relativa e grado di addensamento. Si deve però tener conto che alcuni studi effettuati da Gibbs- Holtz, dimostrano che esiste una diminuzione del valore di NSPT nelle sabbie a causa della presenza dell'acqua.

6.1.4) Prelievo di campioni di terreno per analisi geotecniche

Il prelievo dei campioni indisturbati, in numero di 8, è stato effettuato mediante il campionatore di tipo Shelby con fustelle in acciaio inox. Sono stati inoltre prelevati campioni rimaneggiati direttamente dalle cassette catalogatrici e conservati in doppi sacchetti di plastica.

Le fustelle inox sono state sigillate con paraffina liquida e chiuse con tappi e nastro adesivo, riempiendo l'eventuale intercapedine tra sigillo di paraffina e tappo con sabbia per evitare il danneggiamento durante il trasporto. Le fustelle sono state contraddistinte secondo opportune procedure e conservate in apposite cassette lontano dall'esposizione dei raggi solari o da luoghi soggetti a forte escursione termica.

Le profondità di prelievo campioni sono state indicate dalla Committenza e/o scelte direttamente in cantiere, in fase di perforazione, in base alle variazioni litologiche riscontrate e alle problematiche di progetto.

I campioni sono stati spediti al laboratorio geotecnico della stessa Servizi Geotecnica S.r.l. entro le normali tempistiche previste dalle normative di riferimento e sono stati sistemati in appositi scaffali e/o conservati all'interno della camera umida.

Di seguito è riportata una tabella con la tipologia dei campioni prelevati e le relative quote di prelievo.

Tabella 3: Elenco dei campioni prelevati in ogni sondaggio (quota di prelievo e tipo di campione)

Sondaggio	Quota di prelievo	Tipo campione	Campionatore
S1	12.00-12.50	Indisturbato	Shelby
S2	9.00-9.40	Indisturbato	Shelby
S2	12.00-12.50	Indisturbato	Shelby
S2	19.50-19.95	Indisturbato	Shelby
S2	28.00-28.50	Indisturbato	Shelby
S3	4.50-5.00	Indisturbato	Shelby
S3	7.50-8.00	Indisturbato	Shelby
S3	29.50-30.00	Indisturbato	Shelby

6.1.5) Installazione di strumentazione per l'esecuzione di geofisica in foro

Il sondaggio denominati S3, è stato attrezzato con tubazione cieca in PVC da 3" per l'esecuzione di sismica in foro tipo cross-hole.

Le modalità di installazione è avvenuta in conformità a quanto disposto dalle principali specifiche tecniche.

Nella sottostante tabella sono schematicamente riassunte le quantità di strumentazione installata:

Tabella 4: Elenco della strumentazione installata per foro di sondaggio

Sondaggio	Profondità di installazione	Strumentazione installata
S3	30.00	Tubo C.H. - 3"

Tutta la strumentazione installata è stata protetta da adeguato chiusino carrabile ghisa cementato al suolo.



Figura 11: alcune fasi dell'installazione dei tubi in PVC per l'esecuzione di sismica in foro

6.2) PROSPEZIONE GEOFISICA TIPO DOWN HOLE

La prospezione sismica nel foro di sondaggio S3 è stata eseguita 21 giorni dopo l'installazione del tubo down hole.

Per quanto riguarda il resoconto tecnico e l'elaborazione della prova si rimanda ai documenti allegati.

6.2) PROVE DI LABORATORIO

Successivamente al prelievo dei campioni di terreno sono state eseguite le prove geotecniche di laboratorio secondo un programma dei lavori stabilito dalla committenza. In allegato vengono prodotti i certificati computerizzati derivanti dalla elaborazione delle suddette prove.

7 ANALISI LITOSTRATIGRAFICA LOCALE

Nelle fasi preliminari alla stesura del progetto delle indagini, si è attinto alla vasta bibliografia esistente.

La caratterizzazione e l'inquadramento litostratigrafico dei terreni presenti nel sottosuolo è stata effettuata grazie all'analisi delle carote di terreno direttamente in cantiere e alle prove in foro e alle analisi di laboratorio effettuate.

Come si può constatare dalle stratigrafie e dalle sezioni geologiche interpretative allegata si è in presenza sia di terreni coesivi che granulari, la cui genesi è stata descritta nei capitoli precedenti. L'area di studio è risultata essere stata interessata, inoltre, da un'azione antropica molto evidente.

In tutti i sondaggi, i vari livelli mostrano caratteristiche litologiche molto simili, tali da permetterne ogni volta un facile e sicuro riconoscimento. Nelle colonne stratigrafiche sono descritti tutti i livelli e gli orizzonti riscontrati.

Nella sezione geologica i vari livelli di terreno, sono stati accorpati in Unità litostratigrafiche principali.

Unità litostratigrafica “A” - Materiali costituenti il corpo banchina

Questa unità è costituita da terreni e blocchi in calcestruzzo armato che costituiscono il corpo banchina. Grazie all'analisi dei materiali estratti è stato possibile, ricostruire la struttura e la geometria del corpo banchina.

Al di sotto di un primo livello costituito da terreni di riporto a granulometria ghiaiosa in matrice sabbioso limosa (sottounità A1), si rinviene la presenza in tutti i sondaggi, ad eccezione fatta per la verticale S3, di blocchi di calcestruzzo armato di dimensione metrica (sottounità A2), intervallati localmente da piccoli spessori di riporti a granulometria tendenzialmente ghiaiosa con ciottoli. Lo spessore del corpo banchina non è uguale in tutti i punti.

E' da notare la presenza di una possibile cavità riempita da depositi limosi recenti di colore nerastro senza consistenza alcuna, lungo la verticale S1 tra le quote 8.00 – 11.70 m.

La tabella seguente mostra, per ogni sondaggio, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna.

Tabella 5: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia A

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)				
		S1	S1 Bis	S2	S3	S4
A	tetto	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	letto	11.7	10.8	7.3	1.6	11.0
	Spessore	11.7	10.8	7.3	1.6	11

Unità litostratigrafica “B” - Sabbie ed argille con limo grigie

Questa unità è costituita da terreni quaternari di origine marina costituiti da sabbie con limo (sottounità B1), di colore grigio contenenti intercalazioni centimetriche argilloso limose, che passano da circa 3.00 m a delle argille con limo (sottounità B2) poco consistenti dello stesso colore. L'unità comprende una diffusa presenza di depositi algali; mentre le parti granulari sono ricche in frammenti di conchiglie

L'unità è stata riconosciuta solo lungo la verticale S3. La sua assenza nelle zone limitrofe è imputabile alla paleomorfologia dell'area e/o alla costruzione stessa del corpo banchina che in queste settore ha uno spessore molto limitato.

La tabella seguente mostra, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna.

Tabella 6: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia B

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità S3)
B	tetto	1.6
	letto	4.7
	Spessore	3.1

Unità litostratigrafica “C” – Sabbie da limose a con limo avana

L'unità C comprende terreni a granulometria da sabbioso limoso argilloso a sabbiosa con limo ad alto contenuto fossilifero e di colore tendenzialmente avana. L'unità si presenta localmente debolmente cementata. Alla base sono presenti locali clasti centimetrici arrotondati ed appiattiti.

Anche in questo caso la non continuità stratigrafica dell'unità, presente solo lungo la verticale S3, favorisce un'interpretazione giaciturale legata alla paleomorfologia e/o alla costruzione del corpo banchina.

La tabella seguente mostra, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna.

Tabella 6: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia C

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità S3)
C	tetto	4.7
	letto	6.9
	Spessore	2.2

Unità litostratigrafica “D” – Argille limose

L'unità D è rappresentata da argille limose consistenti di colore grigio che si presentano localmente a maggiore componente limosa. Alle stesse si intercalano locali livelli centimetrici da limoso sabbiosi a sabbioso limosi.

Come si può constatare dalla sezione geologica allegata lo strato mostra una giacitura del letto sub-orizzontale; mentre il tetto ricalca l'andamento del corpo banchina.

La tabella seguente mostra, per ogni sondaggio, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna.

Tabella 7: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia D

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)				
		S1	S1 Bis	S2	S3	S4
D	tetto	11.7	10.8	7.3	6.9	-
	letto	12.2	-	12.5	11.7	-
	Spessore	0.5		5.2	4.8	

Unità litotostratigrafica “E” – Sabbie limose con ghiaia

L'unità E comprende delle sabbie limose con ghiaia molto addensate di colore grigio, addensate e a minore contenuto ghiaioso in testa. I clasti sono di origine poligenica (principalmente intrusivi), arrotondati, e con diametro max. compreso tra i 3 e i 4 cm. Localmente l'unità si presenta a maggiore componente limosa e/o ghiaiosa. Essa include al tetto uno strato di passaggio con l'unità superiore a granulometria sabbiosa da debolmente limosa a con limo di colore grigio verdastro e con spessore variabile tra circa 0.50 m e 1.50 m.

La tabella seguente mostra, per ogni sondaggio, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna.

Tabella 8: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia E

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)				
		S1	S1 Bis	S2	S3	S4
E	tetto	12.2	-	12.5	11.7	-
	letto	-	-	18.3	17.1	-
	Spessore			5.8	5.4	

Come si può constatare dalla sezione geologica allegata lo strato mostra una giacitura sub-orizzontale.

La tabella seguente mostra i risultati delle prova SPT eseguite in foro all'interno dell'unità.

Tabella 9: Risultati delle prove SPT eseguite in foro all'interno dell'Unità E

Sond.	Quota di esecuzione m dal p.c.	N30
S2	16.50-16.95	88
S3	13.50-13.95	34
S3	15.00-15.45	70
S4	12.00-12.45	30

Unità litotostratigrafica “F” – Sabbie limose

L'unità E comprende delle sabbie limose moderatamente addensate di colore grigio che localmente presentano delle variazioni del contenuto in limo. Livelli limosi sabbiosi sono da segnalare al tetto della stessa. L'unità comprende dei settori a geometria lenticolari (Sottounità F1) e con spessore massimo riscontrato di circa 5.50 m a granulometria da ghiaiosa a con ghiaia da addensati a molto addensati.

L'unità è stata riconosciuta in tutti i sondaggi eseguiti.

La tabella seguente mostra, per ogni saggio, la quota del letto e del tetto rispetto al piano campagna.

Tabella 10: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafica F

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)				
		S1	S1 Bis	S2	S3	S4
F	tetto	-	-	18.3	17.1	-
	letto	-	-	26.9	27.1	-
	Spessore			8.6	10	

Anche in questo caso lo strato mostra una giacitura sub-orizzontale

La tabella seguente mostra i risultati delle prove SPT eseguite in foro all'interno dell'unità.

Tabella 11: Risultati delle prove SPT eseguite in foro all'interno dell'Unità F

Sond.	Quota di esecuzione m dal p.c.	N30
S2	22.50-22.95	77
S3	18.00-18.45	20
S3	24.00-24.45	44

Unità litotostratigrafica “G” – Limi sabbiosi

L'unità F comprende dei limi sabbiosi, localmente argillosi di colore grigio a cui si intercalano livelli da centimetraci a decimetrici sabbioso limosi e/o con limo dello stesso colore. L'unità è stata riscontrata sino alla massima profondità indagata per uno spessore accertato di 3.10 m.

8 SISMICITÀ DELL'AREA D'INTERVENTO

In base alla recente normativa antisismica (O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 - *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* modificata dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03/05/2005 *"Ulteriori modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 ..."*; ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006; D.M. 14/09/2005 *"norme tecniche per le costruzioni"* sostituito dal DM del 14/01/2008 *"nuove norme tecniche per le costruzioni"*), il territorio italiano è stato suddiviso in 4 zone sismiche principali con diversi livelli di accelerazione sismica di progetto. In particolare, nell'allegato relativo ai *"Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone"* si è proceduto alla riclassificazione sismica dei comuni italiani in funzione di fattori quali l'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni e l'accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. Sono state così definite quattro zone con fattori di rischio decrescente.

Tabella 11: O.P.C.M. 3519/06 - Valori di accelerazioni orizzontali d'ancoraggio

ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico(a_g)
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Secondo l'ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006, le zone 1, 2 e 3 possono essere ulteriormente divise in sottozone caratterizzate da valori di A_g intermedi rispetto a quelli riportati in tabella ed intervallati da valori non minori di 0.025 g. Le valutazioni di A_g dovranno essere effettuate sulla base di studi di pericolosità condotti su dati aggiornati.

Si riporta a tal proposito la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale secondo l'Istituto di geofisica e vulcanologia, nella quale vengono messe in evidenza 12 sottozone secondo quanto sopra detto.

Secondo tale proposta L INGV inserisce il comune di Livoro nella sottozona 3.3 con valori di accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresi:

$$0.100 < a_g \leq 0.125$$



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

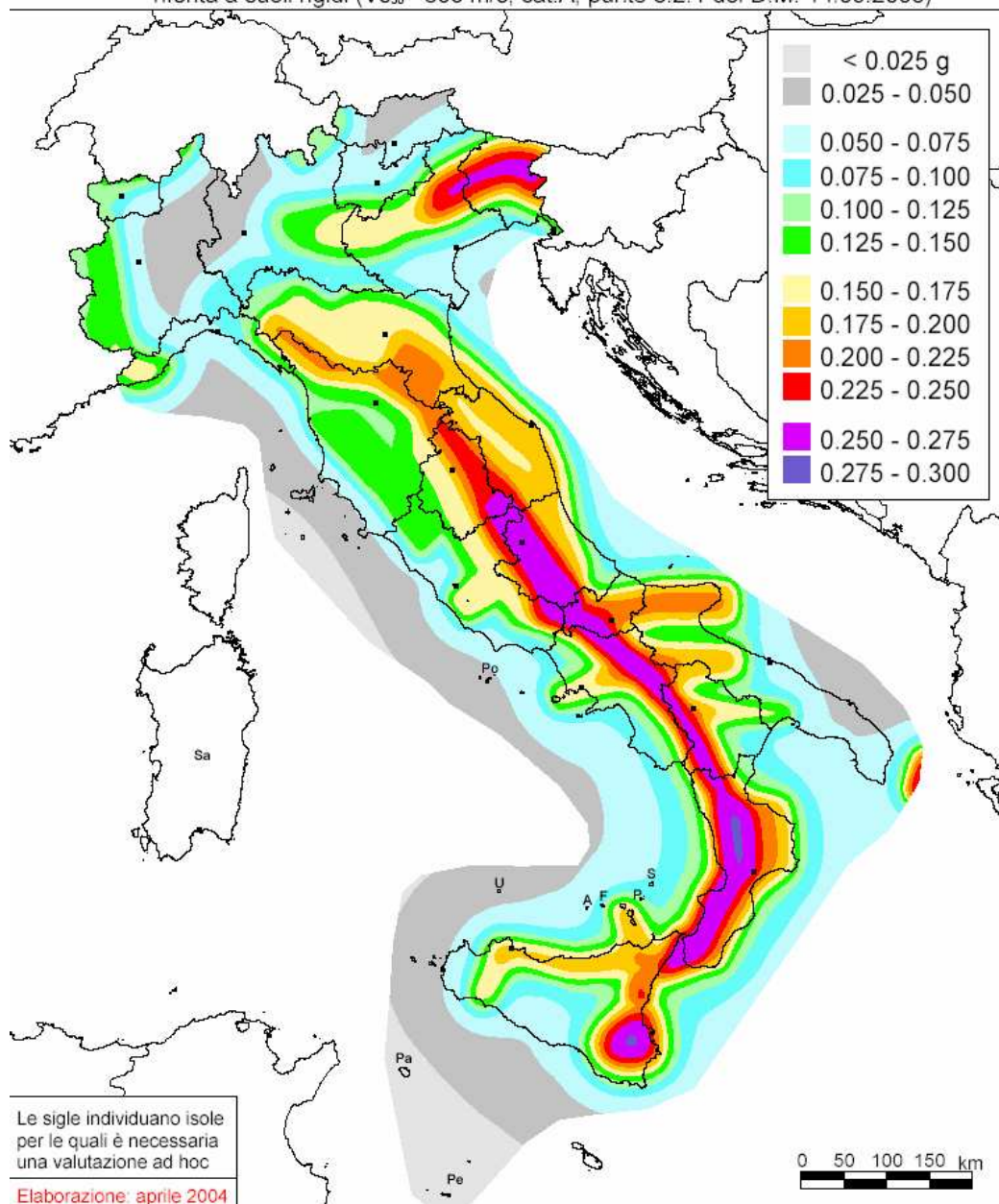


Fig.12: All.1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

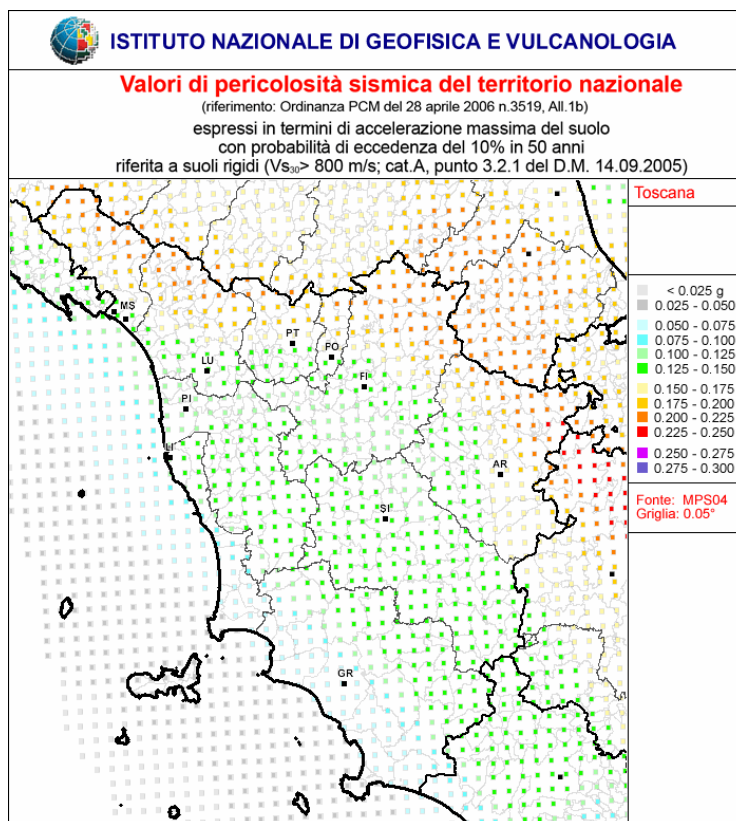


Fig.13: INGV - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Regione Toscana

In base alla nuova classificazione sismica la Regione Toscana (DGR della Toscana n 431 del 19/06/2006 - DGR della Toscana n 841 del 26/11/2007) ha previsto l'istituzione di una zona 3S, nella quale progettare tenendo conto delle azioni sismiche come in zona 2, per tutti quei comuni che cambiano zona al variare, delle sottozone (classi mobili) e cioè di tutti quei comuni che potrebbero andare in zona 3 ma anche restare nell'attuale zona 2.

Tabella 12: Valori di accelerazioni orizzontali d'ancoraggio e relative zone secondo DGR n 431 del 19/06/2006

ZONA	Accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico(a_g)
2	0.25
3s	0.25
3	0.15
4	0.05

In virtù di quanto sopra il Comune di Livorno è stato inserito in zona 3S mostrando, così, un valore di accelerazione massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastica pari a:

ag=0.25

La tabella seguente riporta la categoria sismica del comune in questione, dove si mette a confronto anche la classificazione in base alle precedenti normative.

Tabella 13: Categoria sismica del Comune di Livorno

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003	Zona ai sensi del DGR n 431 del 19/06/2006
09049009	Livorno	2	2	3S

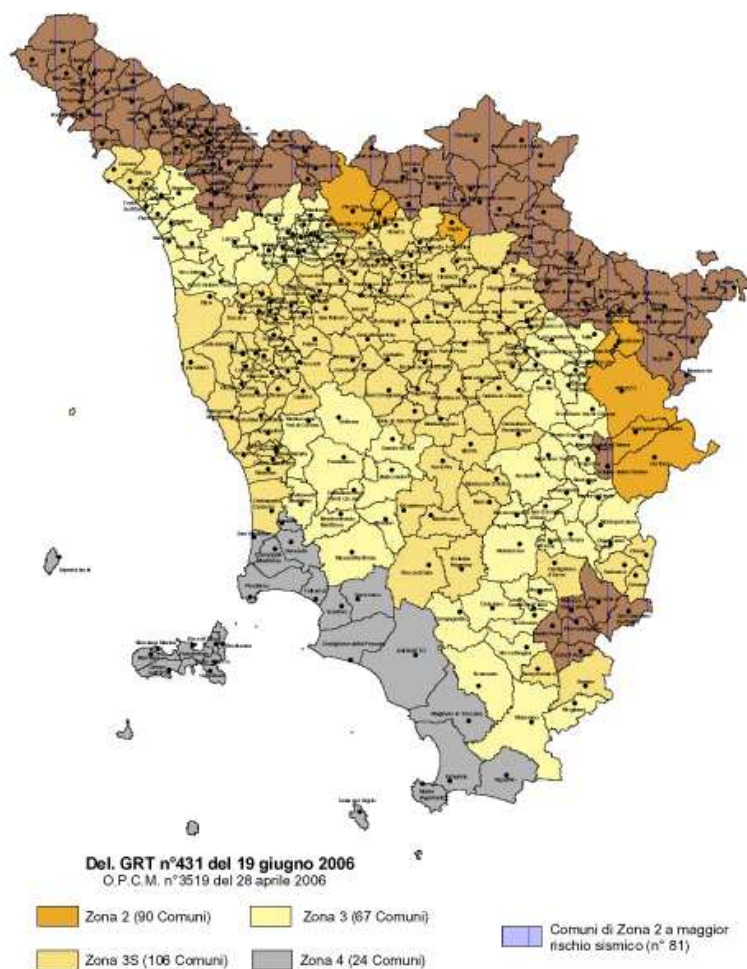


Fig 14: Classificazione sismica dei comuni della Regione Toscana (DGR della Toscana n 431 del 19/06/2006)

8.1) CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione/valutazione dell'azione sismica di progetto secondo quanto riportato nel nuovo DM del 14/01/2008, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante studi specifici. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione sia di categorie di sottosuolo di riferimento che topografiche.

Per la differenziazione delle prime, la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio $V_{s,30}$ ovvero sul numero medio di colpi N_{SPT} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media C_u .

In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti le categorie del suolo di fondazione:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Fig 15: D.M. 14/01/2009 – Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo

In aggiunta a queste categorie di terreno se ne definiscono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Fig 16: D.M. 14/01/2009 – Tab. 3.2.IV – Categorie aggiuntive di sottosuolo

Lo stesso decreto specifica, inoltre, che qualora si è in presenza di un alternanza di terreni coesivi e granulari distribuiti con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità e nel contempo non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio, si può procedere determinando N_{SPT30} limitatamente agli strati granulari e C_{u30} limitatamente agli strati coesivi. Una volta individuate le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri N_{SPT30} e C_{u30} si riferirà il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle specificate.

Nelle definizioni precedenti V_{S30} è la velocità media di propagazione entro i 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

Allo stesso modo la resistenza penetrometrica dinamica equivalente N_{SPT30} e la resistenza non drenata equivalente C_{u30} vengono definite dalle seguenti espressioni:

$$N_{SPT30} = 30 / \sum (h_i / N_{spt_i})$$

$$C_{u30} = 30 / \sum (h_i / C_{u_i})$$

dove h_i indica lo spessore i-esimo; mentre V_i , N_{SPT_i} e C_{u_i} indicano rispettivamente la velocità delle onde di taglio, il numero di colpi (ultimi 30 cm) alla prova Spt (per i terreni granulari) e la coesione non drenata (per i terreni coesivi) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Secondo quanto sopra, e tenendo conto di quanto scaturito dall'indagine geofisica in foro tipo down hole è stato possibile assegnare una categoria di suolo ai terreni presenti nel sito di indagine; la tabella seguente mostra quanto in merito.

Tabella 13: Categoria di suolo

Categoria di suolo
C

Per ciò che concerne invece le categorie topografiche in caso di configurazioni superficiali semplici che non richiedano particolari studi di risposta sismica locale le stesse andranno individuate sulla base della successiva tabella:

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

Fig 17: D.M. 14/01/2009 – Tab. 3.2.IV – Categorie topografiche

9 CONCLUSIONI

A conclusione della presente relazione si riassumono alcune valutazioni circa la situazione geologica presente nell'area.

L'area di studio è caratterizzata dalla presenza depositi sabbiosi e limoso argillosi fluvio-lacustri e argille lacustri con livelli torbosi, che, con modesti spessori, poggiano direttamente su depositi pleistocenici costituiti da argille e sabbie, localmente ghiaiose di origine sia marina che fluvio-lacustre.

In base a quanto esposto nei capitoli precedenti, sono state individuate 7 unità litostратigrafiche.

Al di sotto del corpo banchina (Unità A) sono stati riconosciuti termini quaternari di origine marina costituiti da sabbie con limo, di colore da grigio a beige, localmente debolmente cementati e con intercalazioni argilloso limose (Unità B e C).

Quest'ultime unità sono state riconosciute solo lungo la verticale S3.

La loro assenza nelle zone limitrofe favorisce un'interpretazione giaciturale legata alla paleomorfologia dell'area e/o alla costruzione del corpo banchina che in queste settore ha uno spessore molto limitato.

Al disotto di questi termini si riscontra la presenza di argille limose consistenti di colore grigio che si presentano localmente a maggiore componente limosa, e a cui si intercalano locali livelli centimetrati da limoso sabbiosi a sabbioso limosi (Unità D).

La precedente unità poggia direttamente su terreni granulari a granulometria sabbioso limoso ghiaiosa molto addensati (Unità E) che passano a circa 17.50 m da piano campagna a delle sabbie limose moderatamente addensate di colore grigio (Unità F) che includono settori a geometria lenticolari di spessore metrico a granulometria da ghiaiosa a con ghiaia da addensati a molto addensati (Sottounità F1).

Chiudono la serie, infine, a partire da circa 27.00 m dei termini limoso sabbiosi (Unità G) localmente argillosi di colore grigio riscontrati sino alla massima profondità indagata per uno spessore accertato di 3.10 m.

Le unità in questione, mostrano, ad esclusione dei riporti, una giacitura sub-orizzontale.

Dal punto di vista idrogeologico è da notare l'esistenza, in prossimità della costa, di una falda freatica a pochi metri di profondità all'interno dei terreni sabbiosi. E' presumibile, data la vicinanza al mare, che essa galleggi su un cuneo d'acqua di ingressione marina, quindi non si esclude un tenore alto in sali delle acque in questione.

Inoltre la presenza di litotipi a diverso grado di permeabilità con la profondità non esclude l'esistenza di un sistema di falde sovrapposte nel sito in oggetto.

Per ciò che concerne gli aspetti geomorfologici l'area d'intervento è caratterizzata da un piano campagna pianeggiante, completamente antropizzato che oramai non rispecchia più la situazione paleomorfologica naturale a causa delle intense modifiche apportate dagli

interventi antropici. Anche la paleobatimetria del sito è stata completamente modificata ad opera dalle attività sia passata che recente operata all'interno dell'area portuale (dragaggi-costruzione di corpi diga etc.).

La morfologia presente all'interno del lotto è caratterizzata da quote oscillanti intorno ai 2.00 m. (s.l.m.).

Secondo quanto riportato nel piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino Toscana Costa, l'area di studio non comprende zone a pericolosità idraulica e geomorfologia.

La ricostruzione del modello geologico scaturita dal presente studio è derivata da un'attenta analisi dei dati provenienti dall'indagine geognostica sia attraverso le prove geotecniche eseguite in sito che in laboratorio.

Le indagini in questione hanno avuto come fine ultimo, oltre alla ricostruzione dell'andamento litostratigrafico anche quella della caratterizzazione fisico meccanica delle singole unità individuate. Tale caratterizzazione dovrà essere considerata ai fini della ricostruzione del modello geotecnico all'interno della relazione geotecnica.

La relazione geotecnica dovrà tenere conto della presente relazione geologica e del modello geologico da essa scaturito.

BIBLIOGRAFIA

- Abate E, Bortolotti V. (1984) – *Le Unità liguri dell'appennino settentrionale-Sintesi dei dati e delle interpretazioni dal 1970 in poi* - In cento anni di geologia italiana. Vol. giub. I Centenario S.G.I. 215-240 – Bologna
- Boccaletti M., Colli M., Decandia F., Giannini E. & Lazzarotto A. (1980) – *Evoluzione dell'appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale* - Mem. Soc. Geol. It., 21, 359-374
- Celico P. (1978) - *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl.,(1978), 14, Napoli
- D.M. del 14 settembre 2005 "norme tecniche per le costruzioni"
- DM del 14 gennaio 2008 "norme tecniche per le costruzioni";
- Elter P. (1972) – *La zona ofiolitifera del Bracco nel quadro dell'appennino settentrionale. Introduzione alla geologia delle liguridi*- 66° Congr. Soc. Geol. It., Guida alle escursioni, Pacini, Pisa, 5-35
- Elter P. (1975) – *L'ensemble Ligure* – Bull. Soc. Geol. Fr., 7 Ser., 17, 984-997
- E. Costa, G. Frati 1997 - *The Post-Oligocene Tectonics In The Ligurian Units And In The Epiligurian Succession Of The Ceno Valley*(Parma Prov., Northern Apennines) *Geologic-Structural Map 1:25.000 Enclosed*- Atti Tic. Sc. Terra 39, 31-53, 10 Figg., 1 Tav. F.T.
- Fancelli R., Ghelardoni R., Pavan G. (1966) – *Considerazioni sull'assetto tettonico dell'appennino calcareo centro-meridionale*. Mem. Soc. Geol., 5, pp. 67-90
- Note illustrative alla Carta Geologica Foglio N° 106 della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) "BAGNO A RIPOLI".
- O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 - *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*
- O.P.C.M. n. 3431 del 03 Maggio 2005 "*Ulteriori modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 ...*"
- O.P.C.M. n. 3598 del 28 Aprile 2006
- Servizio Geologico d'Italia (1969) – *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. Foglio 106 "Bagno a ripoli", Roma

Siti internet consultati:

www.cslp.it

www.protezionecivile.it

www.geologi.it

www.ingv.it

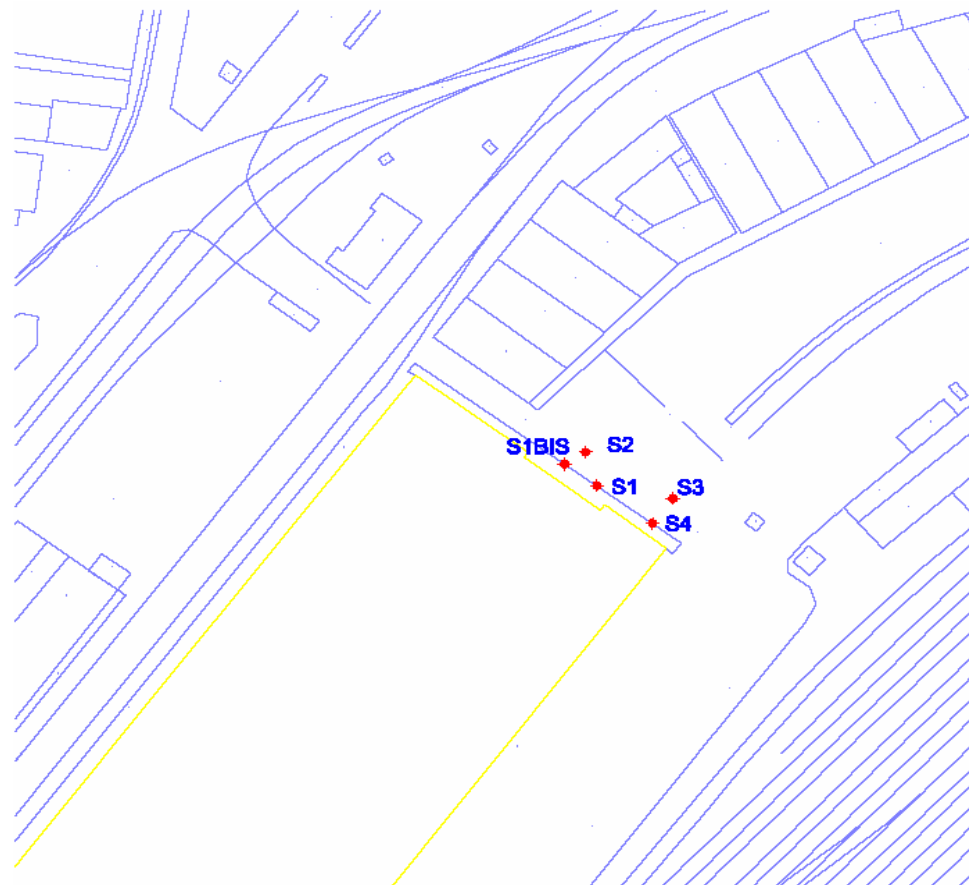
www.regione.toscana.it

www.adbarno.it

*PLANIMETRIA UBICATIVA DEI PUNTI DI
INDAGINE*

AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
Opere di riprofilamento e consolidamento della banchina a radice dell'accosto 55 (Calata Carrara) - Progetto Definitivo

UBICAZIONE INDAGINI
SCALA: 1/2.000



SONDAGGI GEOGNOSTICI

- monografie ubicative*
- stratigrafie dei sondaggi*
- documentazione fotografica*

SONDAGGIO S1



SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)

MONOGRAFIA UBICATIVA SONDAGGIO S1

COMMITTENTE

AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

CANTIERE

CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)




COORDINATE GAUSS-BOAGA

E = 1605335.521
N = 4823532.116
Z = 1.67 m s.l.m.

NOTE:

<div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div></div> <div><div>Servizi</div><div>geotecnici</div></div>		COMMITTENTE A.P.L.		Coordinate GAUSS-BOAGA		N:4823532.116 E:1605335.521		INIZIO lavorazioni: 27-10-09 FINE lavorazioni: 27-10-09		SIGLA SONDAGGIO	
SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n°24 00040 Pomezia (RM)		CANTIERE		CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO (LI)		QUOTA Sondaggio 1.67 m s.l.m.		GEOLOGO DI CANTIERE Dott. S. Biondi		Pagina 1 di 1	
Società certificata UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939						PERFORATRICE EGT VD700		OPERATORE PERFORATRICE Sig. Popa		RIFERIMENTO INTERNO Commessa 110.09	
										REV. 01 Data 21/12/09	


 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S1 profondità investigata 15,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 1 - da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n. 2 - da m 5.00 a m 10.00

 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S1 profondità investigata 15,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 3 - da m 10.00 a m 15.00

SONDAGGIO S1 Bis



SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)

MONOGRAFIA UBICATIVA

SONDAGGIO S1 bis

COMMITTENTE

AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

CANTIERE


CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



COORDINATE GAUSS-BOAGA

E = 1605327.444N = 4823531.989Z = 1.60 m s.l.m.

NOTE:


 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S1 Bis profondità investigata 12,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 1 - da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n. 2 - da m 5.00 a m 10.00

 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S1 Bis profondità investigata 12,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 3 - da m 10.00 a m 12.00

SONDAGGIO S2



SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)

MONOGRAFIA UBICATIVA SONDAGGIO S2

COMMITTENTE

AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

CANTIERE

CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)




COORDINATE GAUSS-BOAGA

E = 1605330.166
N = 4823530.18
Z = 1.70 m s.l.m.

NOTE:

<div><div><div><div></div><div>servizi</div><div>geotecnici</div></div><div>SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n°24 00040 Pomezia (RM)</div></div><div>Società certificata UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939</div></div>		COMMITTENTE A.P.L.		Coordinate GAUSS-BOAGA		N:4823530.180 E:1605330.166		INIZIO lavorazioni: 28-10-09 FINE lavorazioni: 28-10-09		SIGLA SONDAGGIO																				
CANTIERE		CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO (LI)		QUOTA Sondaggio 1.70 m s.l.m.		GEOLOGO DI CANTIERE Dott. S. Biondi		Pagina 1 di 1		S2																				
				PERFORATRICE EGT VD700		OPERATORE PERFORATRICE Sig. Popa		RIFERIMENTO INTERNO Commessa 110.09		REV. 01 Data 21/12/09																				
DATA		SCALA (m) (1:125)	PROFONDITA'	SPESSORE	SIMBOLOGIA LITO-STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA		UNITA' LITOTECNICA	CASSETTE	P.P. (kN/m²)	T.V. (kN/m²)	T.V. res. (kN/m²)	PUNTA Aperta - Chiusa	QUOTA	N. COLPI	S.P.T.		CAMPIONI		Recupero (%)		Fine battuta	PROVE NEL FORO	STRUMENTAZIONE INSTALLATA NEL FORO DI SONDAGGIO		TECNOLOGIA DI PERFORAZIONE				
28-10-2009						SABBIA DA GHIAIOSA A CON GHIAIA di colore grigio a grana da fine a media . Clasti poligenici arrotondati con diam. max. 2-3 cm. Ben assortita. Molto addensata. Livelli decimetrici sabbioso limosi intercalati tra le quote 22.60-23.00 m; 23.90-25.30 m; 26.20-26.50 m.								P.C.	25.50 25.95	18 36 41											CAROTIERE SEMPLICE CORONA IN WIDIA CAROTTAGGIO CONTINUO ACQUE CHIARE ø 127 mm			
						LIMO SABBIOSO localmente con sabbia di colore grigio a cui si intercalano frequenti livelli sabbioso limosi e/o con limo dello stesso colore e di spessore da centimetrico a decimetrico. Con argilla tra circa 29.20-29.50.											Ci4 Sh				28.00 28.50									
						FINE SONDAGGIO 30.00 m dal p.c.																								


 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S2 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 1 - da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n. 2 - da m 5.00 a m 10.00


 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S2 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 3 - da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n. 4 - da m 15,00 a m 20,00

 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S2 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 5 - da m 20.00 a m 25.00



Cassetta n. 6 - da m 25.00 a m 30.00

SONDAGGIO S3



SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)

MONOGRAFIA UBICATIVA SONDAGGIO S3

COMMITTENTE

AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

CANTIERE

CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)




COORDINATE GAUSS-BOAGA

E = 1605346.494

N = 4823519.328

Z = 1.69 m s.l.m.

NOTE:


 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S3 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 1 - da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n. 2 - da m 5.00 a m 10.00


 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S3 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 3 - da m 10.00 a m 15.00



Cassetta n. 4 - da m 15.00 a m 20.00

 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S3 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 5 - da m 20.00 a m 25.00



Cassetta n. 6 - da m 25.00 a m 30.00

SONDAGGIO S4



SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)

MONOGRAFIA UBICATIVA SONDAGGIO S4

COMMITTENTE

AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO

CANTIERE


CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



COORDINATE GAUSS-BOAGA

E = 1605343.889
N = 4823513.732
Z = 1.65 m s.l.m.

NOTE:


 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S4 profondità investigata 15,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 1 - da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n. 2 - da m 5.00 a m 10.00

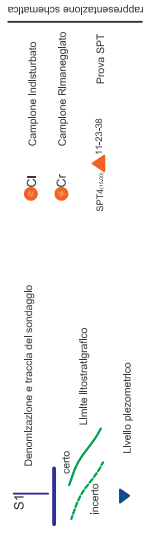
 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S4 profondità investigata 15,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
	CANTIERE	CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO (LI)



Cassetta n. 3 - da m 10.00 a m 15.00

*SEZIONE
GEOLOGICO-INTERPRETATIVA*

DATA	REFERIMENTO INTERNO
30-12-09	110.08-APL-INFORMO-U
Scala Orizzontale	1:200
Scala Verticale	1:400



LEGENDA

INDAGINE GEOFISICA

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. SISMICA IN FORO TIPO DOWN-HOLE	2
2.1 - Strumenti per l'acquisizione dati	2
2.2 - Modalità operative.....	3
3. ANALISI DEI DATI	4
APPENDICE - SISMICA IN FORO	5
Principi generali.....	5
Correlazione tra le velocità delle onde sismiche ed i parametri elastici	5
Metodo Down-Hole	8

ALLEGATI IN TESTO

- Allegato 1:** Dromocrone velocità Vp sul grafico tempo –profondità
Allegato 2: Dromocrone velocità Vs sul grafico tempo -profondità
Allegato 3: Grafico delle velocità Vp e Vs
Allegato 4 Grafico coeff. poisson
Allegato 5 Grafico parametri elastici (E e G)
Allegato 6: Tabella riassuntiva dati
Allegato 7: Vs30 e classificazione suolo
Allegato 8: Documentazione fotografica

1. PREMESSA

Il lavoro di indagine geofisica presentato in questo rapporto è servito alla classificazione sismica dei terreni di fondazione, in osservanza della OPCM 3274 (2003) e delle NTC (14-01-2008).

L'obiettivo è stato quello di determinare le velocità delle onde di taglio (S) nel sottosuolo fino alla profondità di 30 m e dalle quali calcolare poi il parametro di Vs30, quindi definire la classificazione del suolo.

A tale scopo sono state eseguite prove sismiche tipo down-hole, all'interno di un foro di sondaggio denominato S3, profondo 30 metri, con misure ogni metro di onde longitudinali (P) e trasversali (S).

Dall'elaborazione dei sismogrammi sono stati rilevati i tempi d'arrivo delle onde longitudinali (P) e trasversali (S) e quindi calcolate le velocità Vp e Vs, altresì sono stati calcolati i moduli elastici dinamici (E e G) e il coefficiente di Poisson.

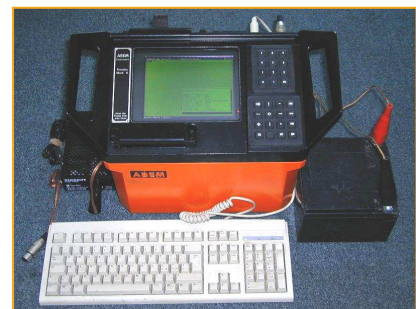
Dalla sequenza in profondità delle Vs, attraverso apposita formula riportata nella O.P.C.M. 3274, è stata ottenuta la Vs30 e la corrispondente categoria di suolo.

2. SISMICA IN FORO TIPO DOWN-HOLE

2.1 - Strumenti per l'acquisizione dati

Sismografo digitale **ABEM mod.Terraloc MK6** a 24 canali dotato di:

- visualizzazione istantanea delle tracce su display LCD 8" a colori retroilluminato;
- possibilità di registrazione ad incremento di segnale (stacking);
- funzione di monitoring dei disturbi;
- dispositivi di filtraggio selettivo;
- ritardo di acquisizione preselezionabile;
- zoom delle tracce video;
- computer interno Pentium 133 MHz/16 Mb RAM con software di acquisizione Teknor Industrial Computers inc.;
- interfaccia seriale per lo scaricamento dei dati.



Geofono da foro tridimensionale "**AMBROGEO**" composto da:

- cavo geofonico di lunghezza pari a 100 m, con doppio sistema geofonico "tridimensionale" intervallato di 2 metri dotato di ancoraggio pneumatico: ogni sistema geofonico "tridimensionale" è composto da 5 sensori (geofoni), di cui 4 orizzontali, disposti ogni 45°, e uno verticale.

La presenza dei 4 geofoni orizzontali disposti ogni 45° ottimizza l'acquisizione delle onde trasversali laddove i fori risultano strumentati con tubi lisci, aumentando la probabilità di allineamento di almeno uno dei sensori con la direzione di propagazione delle onde di taglio.

L'inizio registrazione al sismografo è dato da un impulso di tipo elettrico che si attiva al contatto tra piastra di battuta e massa battente.

La creazione delle onde sismiche avviene meccanicamente, attraverso la percussione di una piastra in alluminio, solidale col terreno, ad opera di un martello di 6kg, maneggiato in modo da permettere di evidenziare sul sismogramma onde longitudinali (P) e onde trasversali (S).

2.2 - Modalità operative

La fase di acquisizione dei segnali consiste nel produrre delle vibrazioni al terreno attraverso una massa battente per registrare le onde elastiche di compressione P e S.

La generazione delle onde longitudinali (P) è ottenuta con un colpo verticale della massa battente di 6 kg sulla piastra in alluminio, ubicata a distanza fissa dal foro, mentre per le onde trasversali (S) il colpo trasmesso alla piastra, opportunamente infissa nel terreno, è orizzontale ed è dato su entrambe le facce, per distinguere, grazie alla doppia energizzazione (uguale direzione, verso opposto), l'inversione di fase delle onde trasversali sulla traccia del sismografo (picco positivo - picco negativo).

Un geofono da superficie fissato vicino al foro e collegato al sismografo verifica la sincronia tra energizzazione e avvio della registrazione al sismografo.

Le prove down-hole in esame sono state eseguite effettuando misure ogni metro, a partire da un metro sotto il piano campagna e fino a fondo foro.

La tabella in basso riporta lo schema di misura del down-hole.

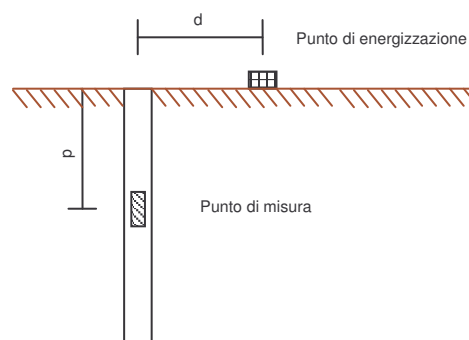
DOWN-HOLE - S3			
SONDAGGIO	Profondita' dal p.c. (m)	Numero misure (m)	Distanza foro/battuta (m)
S3	30,00	30	1,00

3. ANALISI DEI DATI

I sismogrammi acquisiti e registrati su hard disk sono stati successivamente analizzati per l'acquisizione dei tempi di arrivo delle onde longitudinali (P) e trasversali (S).

Per il miglioramento del rapporto segnale rumore è stata utilizzata, nella fase di acquisizione, la modalità (stacking). Essa consiste nella possibilità di migliorare il rapporto segnale/rumore del sismogramma di una misura con la sommatoria di più energizzazioni.

I tempi dell'onda P e S sono stati "normalizzati" rispetto alla verticale del foro tramite semplici calcoli trigonometrici che tengono conto della distanza del punto di energizzazione rispetto alla quota del geofono nel foro di sondaggio.



I risultati delle misure down-hole sono stati sintetizzati nella tabella seguente e documentati in modo più esauritivo nei grafici e nella tabella riassuntiva della sezione **Allegati**.

DOWN-HOLE - S3			
Profondità (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Stratigrafia
0÷2	1290	450	Cls e terreno di riporto
2÷3	1290	450	Sabbia limosa
3÷5	1290 ÷ 1220	70	Argilla con limo
5÷8	1220 ÷ 1360	195	Sabbia limosa
8÷12	1360 ÷ 1830	280	Argilla limosa grigia
12÷18	1490 ÷ 1180	280	Sabbia limosa grigia
18÷21	1180 ÷ 1060	175	Sabbia limosa grigia
21÷30	1060	375	Sabbia limosa grigia e limo sabbioso grigio
Vs30 = 235 Categoria suolo = C			

Le misure sismiche hanno interessato terreni sedimentari fini, granulari e coesivi.

Le velocità di propagazione delle onde compressive P presentano valori insoliti, ovvero tendono a diminuire procedendo verso il basso: nei primi 15 metri si registrano valori fino a 1830 m/s mentre dai 16 metri in poi le Vp diminuiscono fino a 1060 m/s.

Tale tendenza, invece, non si osserva nelle velocità delle onde S che, a parte per un tratto tra 19 e 22 metri, aumentano con la profondità passando dai 195 m/s ai 280 m/s e fino a 375 m/s.

Nei primi metri si registrano valori atipici delle Vs probabilmente dovuti alle strutture esistenti, infatti, l'elevata Vs di 450 m/s, tra il p.c. e i 3 metri di profondità, è probabilmente connessa alla presenza del massetto in cls della banchina, di riflesso, il passaggio successivo è ad una Vs di 70 m/s, tra 3 e 5 metri di profondità.

APPENDICE - SISMICA IN FORO

Principi generali

L'obiettivo delle indagini geofisiche in foro è quello di ottenere dalla determinazione delle velocità delle onde longitudinali (P) e trasversali (S) i parametri elasto-meccanici quali il coefficiente di Poisson (ν), il Modulo di Young (**E**) ed il modulo di Taglio (**G**) attraverso l'ausilio di formule matematiche.

Il Coefficiente di Poisson è un numero dimensionale ed è senza dubbio il parametro che consente la più rapida valutazione della qualità meccanica dei litotipi investigati. A parità di litologia un aumento o una diminuzione del modulo ν indica rispettivamente un peggioramento o un miglioramento delle qualità geomeccaniche.

Tra i fattori che influenzano la velocità di propagazione delle onde longitudinali e trasversali, e quindi il valore del coefficiente di Poisson, vanno ricordati la fratturazione, la presenza di fluidi, la porosità, la facies mineralogica e petrografica, il carico litostatico e l'età geologica.

Correlazione tra le velocità delle onde sismiche ed i parametri elastici

La liberazione istantanea di energia nel terreno genera un sistema di onde sismiche la cui propagazione è regolata dalle classiche leggi della fisica.

Le deformazioni e le tensioni generate da una sollecitazione artificiale impulsiva sono abbastanza complesse, ma nell'ambito di queste note è sufficiente far riferimento ai due tipi principali di onde sismiche, dette anche onde di volume (body waves): le onde sismiche di compressione (longitudinali, onde prime) e le onde sismiche di taglio (trasversali, onde seconde).

Le onde di volume si propagano nel terreno in ogni direzione ed intercettando il piano topografico danno origine sullo stesso ad onde di natura diversa (Rayleigh, Love) che si propagano esclusivamente in superficie.

Nel loro complesso, le onde sismiche creano sollecitazioni, e conseguenti deformazioni, nel mezzo attraversato, che generalmente ricadono nel campo elastico del diagramma sforzi/deformazioni; in questo ambito, sono pertanto applicabili le relazioni classiche della teoria dell'elasticità.

Le onde sismiche longitudinali sono deformazioni che si propagano in linea retta, con un'alternanza continua di compressioni e dilatazioni della materia lungo il percorso di propagazione. Ogni particella di materia oscilla attorno al suo punto di quiete lungo un asse coincidente con il raggio di propagazione dell'onda sismica.

Le onde sismiche di taglio sono invece deformazioni che si propagano nella stessa direzione delle precedenti, ma con un'oscillazione delle particelle ortogonale alla direzione di propagazione della perturbazione.

La velocità di propagazione delle onde sismiche dipende dalle costanti elastiche e dalla densità del mezzo attraversato, pertanto risulterà variabile in funzione delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche del terreno interessato.

In uno stesso tipo di materiale le velocità di propagazione dei vari tipi di onde differiscono tra loro: le più veloci sono le onde di compressione, a cui seguono le onde di taglio e successivamente le diverse onde superficiali.

Poiché le tensioni e le deformazioni che si generano nel campo sismico sono di modestissima entità, anche il terreno e le rocce sollecitate in questo ambito possono essere considerate in prima approssimazione come materiali omogenei, isotropi ed

elastici. E' applicabile quindi la legge di Hooke (proporzionalità tra lo sforzo applicato (σ) e la deformazione prodotta (ϵ):

$$\sigma = \epsilon \cdot E$$

La costante **E**, definita come rapporto tra sollecitazione e conseguente deformazione longitudinale, rappresenta il modulo elastico (o di Young) del materiale. E' importante sottolineare che in campo dinamico si parla di modulo elastico dinamico (e non statico), ricavandosi tale modulo da prove dinamiche (o sismiche).

Il modulo di Young ha le dimensioni di una pressione; nei terreni e nelle rocce è molto variabile con valori massimi dell'ordine di 10^5 MPa.

In relazione alla variabilità di E le rocce sono suddivise in: quasi elastiche quelle che presentano un E compreso tra 6 e 11×10^4 MPa (rocce a grana fine massicce e metamorfiche); semi-elastiche le rocce con E compreso tra 4 e 6×10^4 MPa (rocce a grana fine con buona coesione e bassa porosità); non elastiche con E minore di 4×10^4 MPa si intendono terreni e rocce caratterizzate da grana grossolana, porosità medio alta e medio-bassa coesione.

Il rapporto tra la sollecitazione ortogonale (trasversale o di taglio) e la deformazione definisce il modulo di elasticità tangenziale (taglio) **G**.

Anche questo parametro ha le dimensioni di una pressione ed il suo valore dipende, come si nota nella seguente formula (9), dalla velocità delle onde di Taglio (S) e densità del materiale; nei terreni e nelle rocce è quindi molto variabile con valori normalmente compresi tra 10 e 1×10^5 MPa.

Il rapporto tra la tensione idrostatica e la deformazione cubica (o di volume) definisce il modulo di compressione cubica (o di Bulk) **k**.

Infine il modulo (o rapporto) di Poisson ν è definito come il rapporto tra la deformazione trasversale e quella longitudinale.

Tale modulo varia da 0 a 0,5, con valore medio di 0,25 per molte rocce: i valori tendono a 0,05 per materiali estremamente duri ed a 0,45 per i materiali incoerenti.

Per i fluidi il modulo assume il valore limite di 0,5.

In senso più generale possono ancora essere definite le costanti di Lamè, **l** e **m**, come caratteristiche elastiche indipendenti dalle direzioni lungo cui vengono registrate le deformazioni. Queste due costanti sono definite dalle relazioni:

$$l = (\nu E) / [(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)] \quad (1)$$

$$m = E / [2 \cdot (1 + \nu)] \quad (2)$$

Analogamente i due moduli E e ν possono essere espressi in funzione delle costanti di Lamè l e m:

$$E = m \cdot (3l + 2m) / (l + m) \quad (3)$$

$$\nu = l / [2 \cdot (l + m)] \quad (4)$$

La seconda costante di Lamè m ha lo stesso significato fisico del modulo di elasticità tangenziale **G** prima definito.

Come dimensione il modulo elastico e le due costanti di Lamè esprimono il rapporto tra una forza ed una superficie mentre il modulo di Poisson è adimensionale.

Un ultimo parametro entra a far parte delle relazioni tra caratteristiche elastiche e velocità: si tratta della densità **p** espressa come rapporto tra massa e volume.

Le velocità longitudinale V_p e trasversale V_s si correlano alle costanti elastiche con le relazioni:

$$V_p = [(1 + 2m) / \rho]^{1/2} \quad (5)$$

$$V_s = [m / \rho]^{1/2} \quad (6)$$

Pertanto, avendo determinato i valori di V_p e V_s con rilievi sismici ed il valore della densità con prove di laboratorio, è possibile calcolare i valori delle costanti elastiche che caratterizzano i terreni esaminati con le espressioni:

$$\nu = 0,5 \cdot [(V_p/V_s)^2 - 2] / [(V_p/V_s)^2 - 1] \quad (7)$$

$$E = \rho \cdot V_p^2 \cdot [(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)] / (1 - \nu) = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu) \quad (8)$$

$$G = \rho V_s^2 \quad (9)$$

L'analisi delle varie relazioni illustrate permette una serie di considerazioni che si traducono in altrettanti comportamenti fisici riscontrabili nell'applicazione pratica.

Il confronto fra le espressioni (5) e (6) delle velocità conferma come per uno stesso materiale la velocità longitudinale abbia sempre un valore superiore a quello trasversale.

Per i fluidi il modulo di Poisson vale 0,5 e la seconda costante di Lamè $m = 0$: ne risulta che nei fluidi non possono essere trasmessi sforzi di taglio e quindi la velocità longitudinale ha sempre un valore superiore a quello della velocità trasversale.

Il rapporto tra le velocità di propagazione V_s/V_p è solo funzione del modulo di Poisson: al variare del modulo da 0 a 0,5, il rapporto varia da 0,7 a 0. Per il valore medio delle rocce ($\nu = 0,25$) il rapporto vale $V_s/V_p = 0,58$.

Va ricordato infine che i parametri ricavati per via dinamica hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche in laboratorio, proprio per il diverso campo di sollecitazione applicata e la diversa deformazione raggiunta.

I valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali variano da poche centinaia di metri al secondo sino ad alcune migliaia (7-8) di metri al secondo.

Velocità inferiori alla velocità del suono nell'aria (344 m/s) sono misurabili in terreni soffici superficiali anidri con elevato contenuto di materiali organici.

Gli stessi materiali, saturi d'acqua, incrementano i loro valori sino a 500-800 m/s.

I terreni incoerenti alluvionali presentano valori variabili tra 600 e 1800 m/s, con prevalenza di velocità superiori a 1400 m/s per quelli saturi d'acqua.

Si ricorda che il valore della velocità nell'acqua varia tra 1480 e 1520 m/s al variare della temperatura e della salinità.

La velocità nelle rocce sedimentarie spazia tra valori di 2000 e 5000 m/s, incrementandosi sia con la profondità dei sedimenti che con la loro età geologica.

Le rocce metamorfiche si attestano tra i valori di 3000 e 5000 m/s, mentre le rocce ignee intrusive ed effusive salgono sino ai massimi valori di 8000 m/s.

Per l'anisotropia delle rocce questi valori cambiano in funzione della direzione di propagazione rispetto alla stratificazione, con differenze variabili dal 5 al 25%.

Analogamente, questi valori, che si riferiscono a rocce sane, compatte ed omogenee, tendono a decrescere in funzione dell'alterazione dei loro componenti mineralogici, del grado di fratturazione e delle discontinuità stratigrafiche.

Da tutte queste premesse scaturisce che tramite la sismica è possibile definire le caratteristiche di un ammasso roccioso, o comunque di un grande volume di roccia, ottenendo valori caratteristici per l'insieme, piuttosto che puntuali e quindi meno significativi.

Per quanto riguarda i terreni sciolti si deve considerare che la grande variabilità delle caratteristiche elastiche, anche nell'ambito di una stessa unità litologica, dovuta alla naturale eterogeneità di tipo strutturale, tessiturale e chimico-fisica, porta ad accentuate diversità dei parametri elastici calcolati.

Metodo Down-Hole

Il metodo DOWN-HOLE prevede la sorgente energizzante in superficie ed i sensori all'interno di un foro di sondaggio opportunamente attrezzato.

I sensori che si utilizzano sono assemblati in modo da essere calati e ancorati a profondità crescenti. Energizzando in superficie e misurando i tempi di arrivo del primo impulso ai geofoni si ha la possibilità di determinare la velocità verticale dei litotipi incontrati durante la perforazione. Il fronte d'onda ed il relativo raggio sismico non subiranno fenomeni di rifrazione per un angolo di incidenza normale alle superfici di discontinuità elastica e quindi sarà possibile ottenere le velocità dell'onda diretta senza le limitazioni della sismica a rifrazione, per la quale è indispensabile che la velocità di propagazione delle onde aumenti con la profondità; eventuali inversioni di velocità all'interno dei terreni indagati non costituiscono perciò elemento di incertezza in fase di interpretazione.

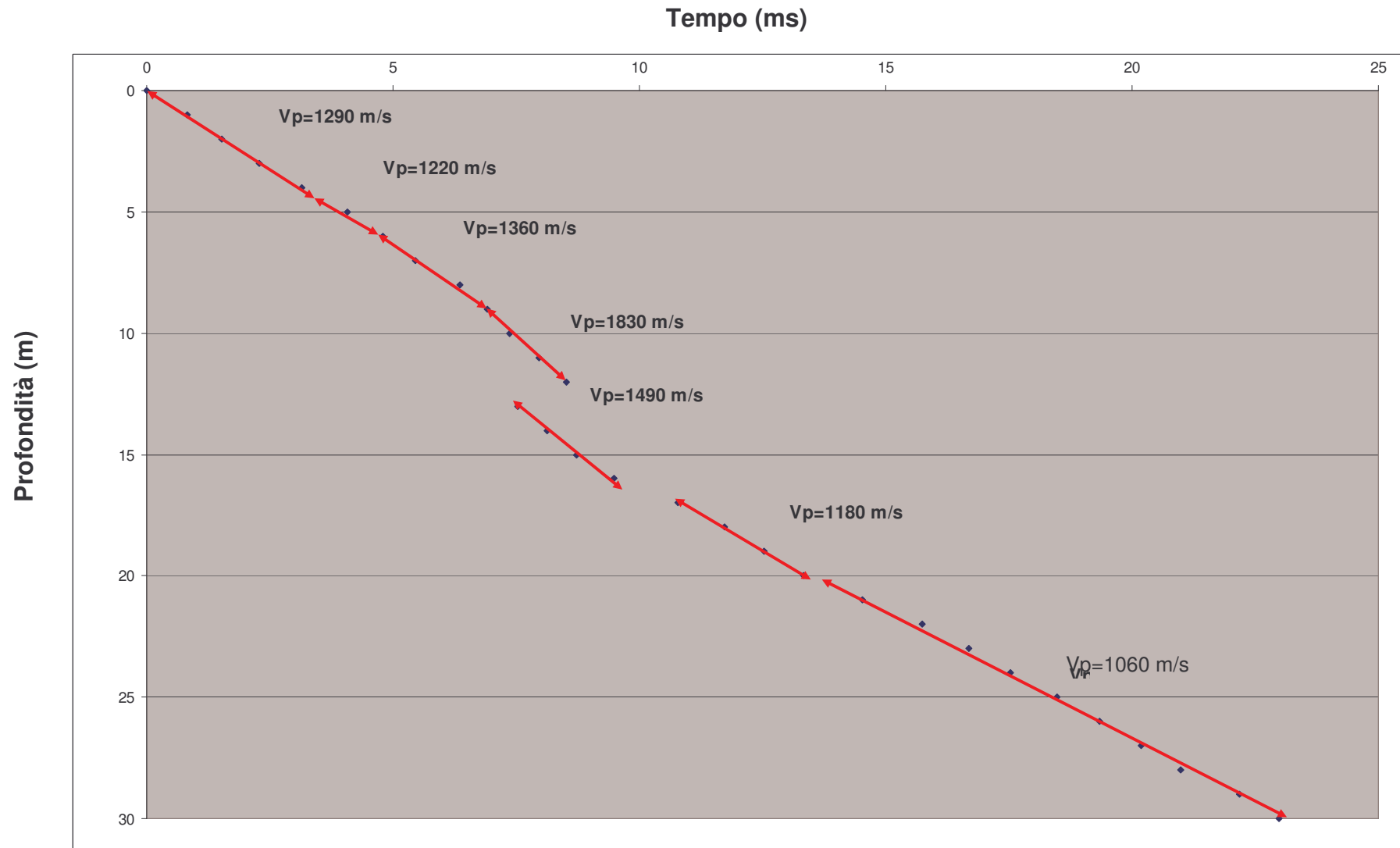
In genere la sorgente, pur essendo molto vicina al foro, se ne discosta sia per motivi logistici che per la necessità di non far propagare l'onda lungo il materiale di condizionamento; è quindi necessario correggere i tempi di arrivo in modo da ottenere i valori che si riscontrerebbero lungo la verticale.

L'analisi dei dati permette la determinazione delle velocità delle onde P ed S lungo la verticale del foro e quindi il calcolo dei moduli elastici in regime dinamico, (Young-Taglio-Bulk) e del coefficiente di Poisson.

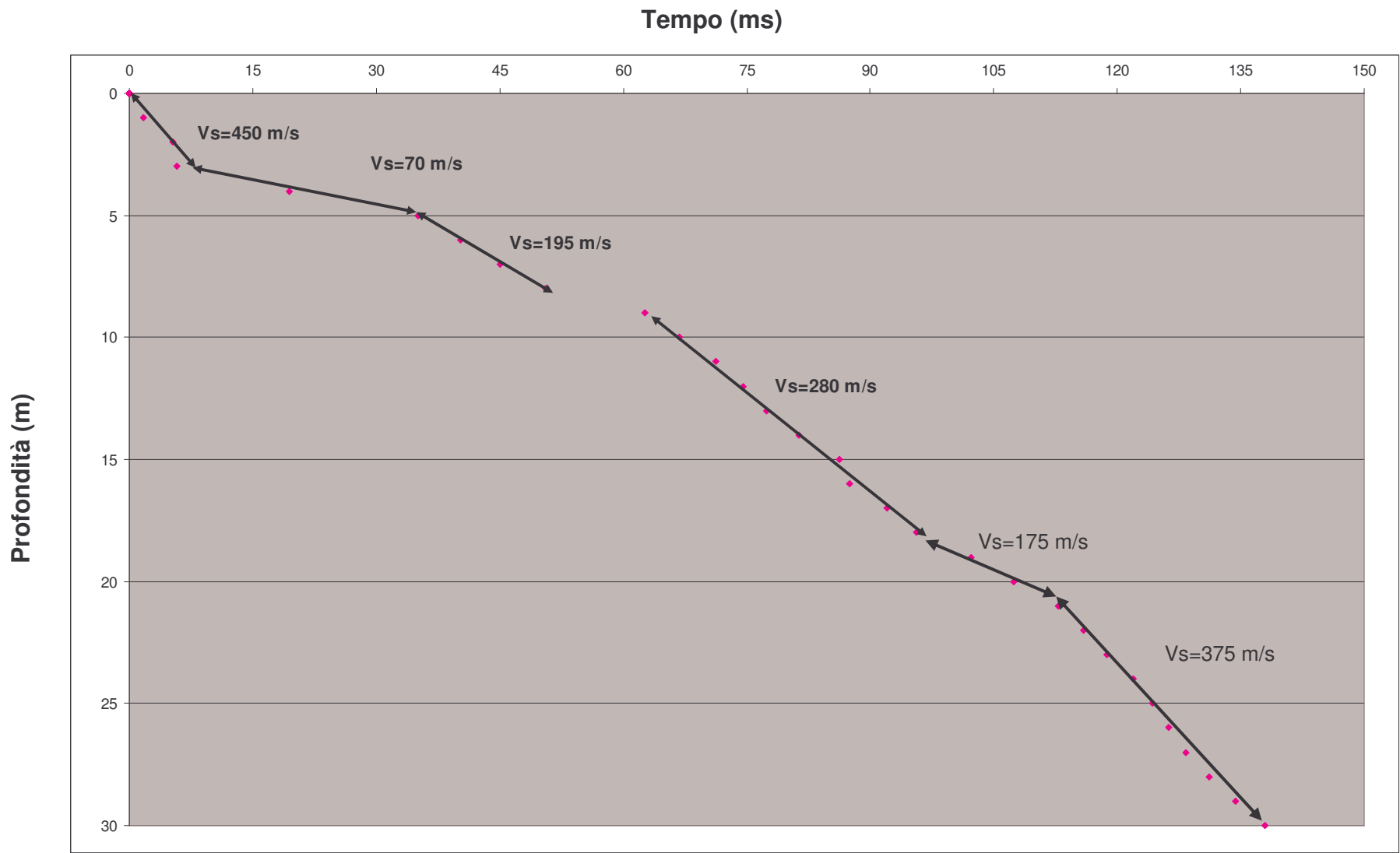
L'interpretazione dei dati avviene calcolando le velocità medie delle onde longitudinali e trasversali tra il punto d'energizzazione posto in superficie ed il punto di registrazione, posizionato a profondità gradualmente crescenti. In questo modo, la velocità che si ottiene può essere condizionata dalle eventuali differenze di comportamento elastico degli strati e può discostarsi dalla velocità reale, quanto più si procede in profondità e quanto più sarà articolata la stratigrafia del sottosuolo.

Per avere una elaborazione dei dati che si approssimi maggiormente a quelle che sono le reali caratteristiche elastiche dei terreni, si procede al computo delle velocità "intervallari", alle quali si arriva dividendo l'interdistanza tra le misure per il tempo che si ottiene sottraendo i tempi di arrivo di due posizioni geofoniche successive. La precisione è naturalmente maggiore quanto più è piccola l'interdistanza tra le misure.

Committente: A.P.L.		Down Hole – S3
Cantiere:	CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO	Dromocrone onde P e velocità
Località:	LIVORNO	
Data:	NOVEMBRE 2009	Allegato 1



Committente: A.P.L.		Down Hole – S3	
Cantiere:	CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO	Dromocrone onde S e velocità	
Località:	LIVORNO		
Data:	NOVEMBRE 2009	Allegato 2	



Committente: A.P.L.

Down Hole – S3

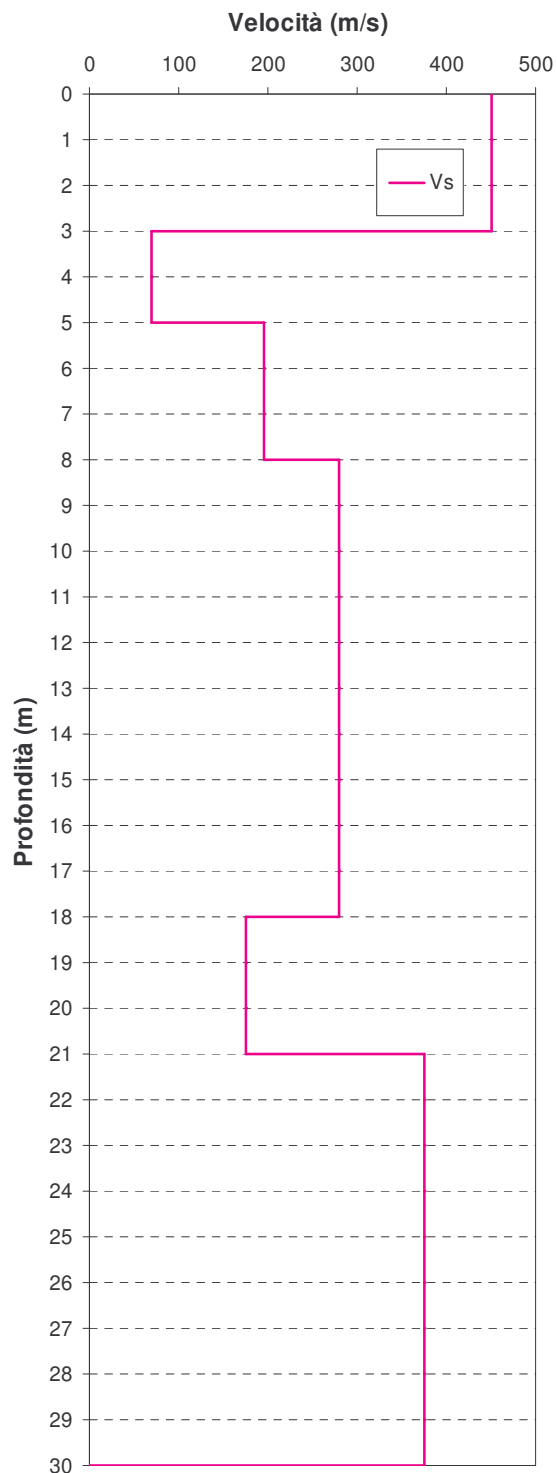
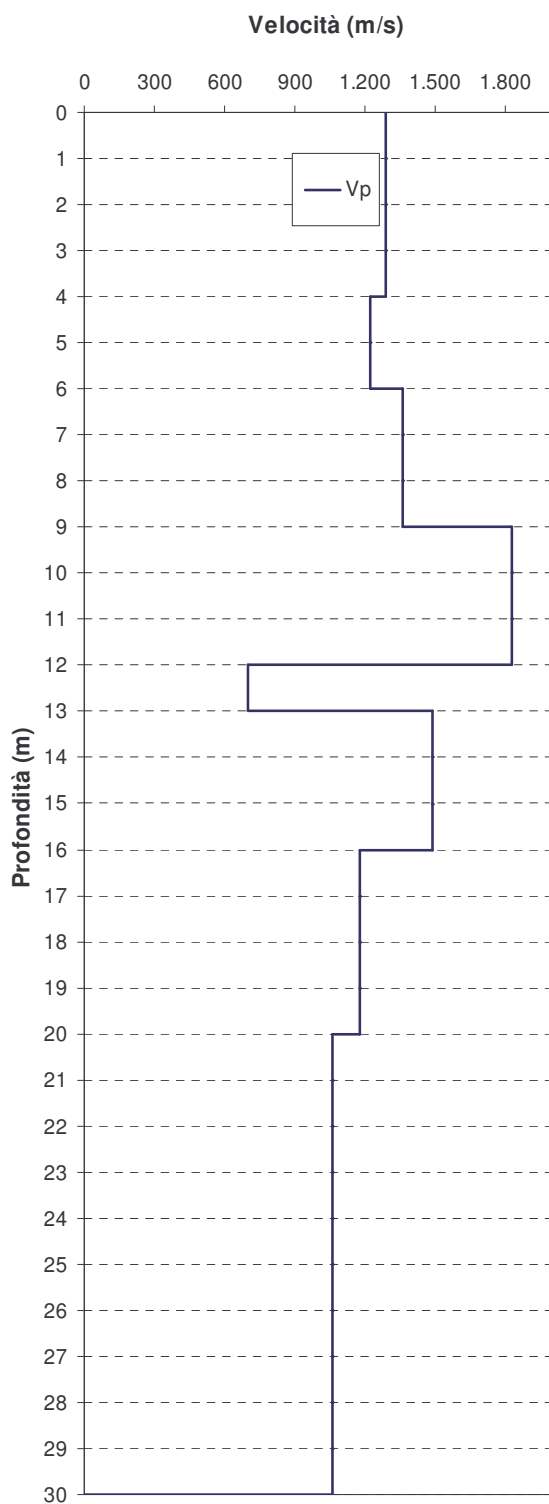
Cantiere: CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO

Vp e Vs

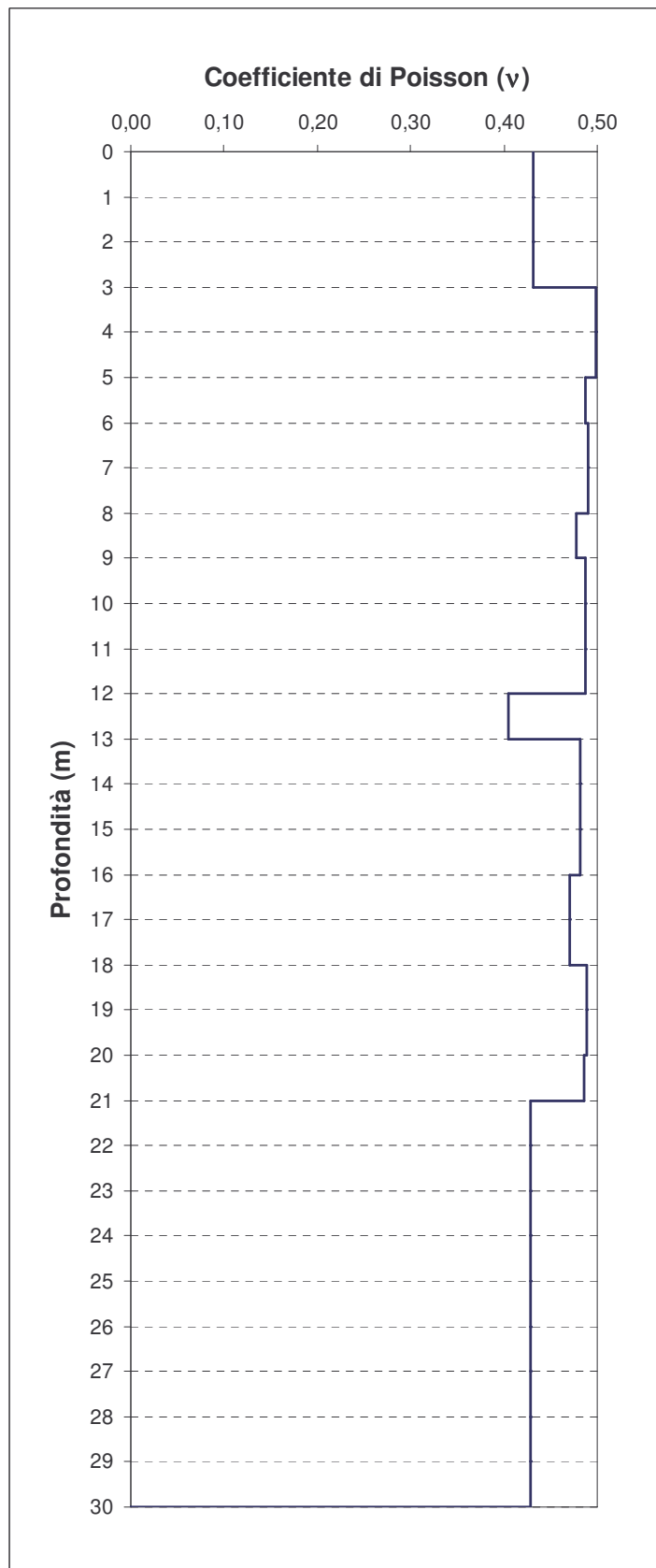
Località: LIVORNO

Data: NOVEMBRE 2009

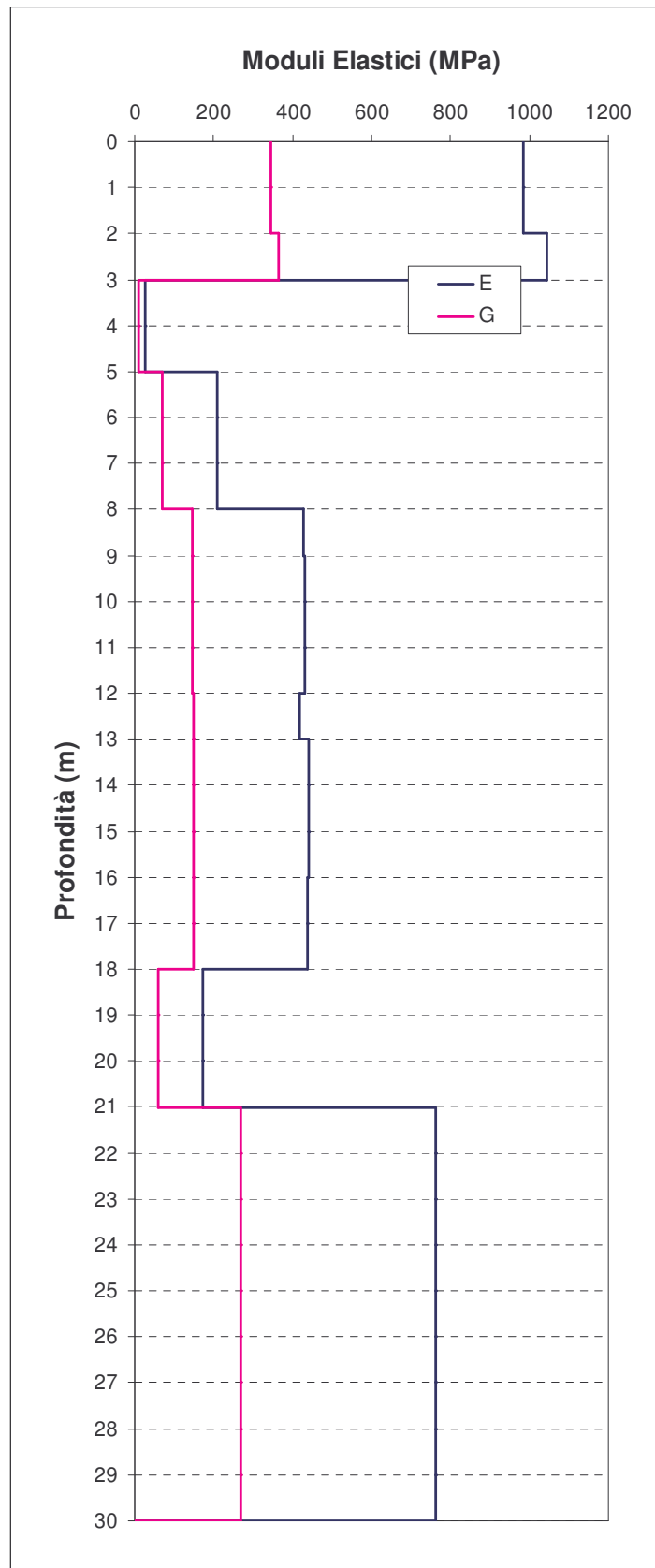
Allegato 3



Committente: A.P.L.	Down Hole – S3
Cantiere: CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO	Coeff. Di Poisson
Località: LIVORNO	
Data: NOVEMBRE 2009	Allegato 4



Committente: A.P.L.	Down Hole – S3
Cantiere: CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO	Modulo di Young (E) Modulo di Taglio (G)
Località: LIVORNO	
Data: NOVEMBRE 2009	Allegato 5



Committente: A.P.L.		Down Hole – S3 TABELLA RIASSUNTIVA
Cantiere:	CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO	
Località:	LIVORNO	
Data:	NOVEMBRE 2009	Allegato 6

Prof. m	T(p) ms	T(s) ms	Vp m/s	Vs m/s	v	E MPa	G MPa	γ T/mc	Prof. m	Stratigrafia
1	1,15	2,45	1290	450	0,43	985	344	1,70	1	Riporto
2	1,70	5,85	1290	450	0,43	985	344	1,70	2	
3	2,40	6,05	1290	450	0,43	1043	365	1,80	3	Sabbia limosa
4	3,25	20,10	1290	70	0,50	27	9	1,85	4	Argilla con limo
5	4,15	35,80	1220	70	0,50	27	9	1,85	5	
6	4,85	40,80	1220	195	0,49	209	70	1,85	6	Sabbia limosa
7	5,50	45,50	1360	195	0,49	210	70	1,85	7	
8	6,40	51,00	1360	195	0,49	210	70	1,85	8	Argilla limosa grigia
9	6,95	63,00	1360	280	0,48	429	145	1,85	9	
10	7,40	67,20	1830	280	0,49	432	145	1,85	10	
11	8,00	71,60	1830	280	0,49	432	145	1,85	11	
12	8,55	74,80	1830	280	0,49	432	145	1,85	12	
13	7,55	77,60	1490	280	0,48	441	149	1,90	13	Sabbia limosa grigia
14	8,15	81,60	1490	280	0,48	441	149	1,90	14	
15	8,75	86,40	1490	280	0,48	441	149	1,90	15	
16	9,50	87,60	1490	280	0,48	441	149	1,90	16	
17	10,80	92,20	1180	280	0,47	438	149	1,90	17	
18	11,75	95,80	1180	280	0,47	438	149	1,90	18	
19	12,55	102,40	1180	175	0,49	173	58	1,90	19	
20	13,35	107,60	1180	175	0,49	173	58	1,90	20	
21	14,55	113,00	1060	175	0,49	173	58	1,90	21	
22	15,75	116,00	1060	375	0,43	763	267	1,90	22	
23	16,70	118,80	1060	375	0,43	763	267	1,90	23	
24	17,55	122,00	1060	375	0,43	763	267	1,90	24	
25	18,50	124,40	1060	375	0,43	763	267	1,90	25	
26	19,35	126,40	1060	375	0,43	763	267	1,90	26	
27	20,20	128,40	1060	375	0,43	763	267	1,90	27	
28	21,00	131,20	1060	375	0,43	763	267	1,90	28	Limo sabbioso grigio
29	22,20	134,40	1060	375	0,43	763	267	1,90	29	
30	23,00	138,00	1060	375	0,43	763	267	1,90	30	

Tempi onde P: tempi di arrivo delle onde P normalizzati lungo la verticale.

Tempi onde S: tempi di arrivo delle onde S normalizzati lungo la verticale.

v: coefficiente di Poisson

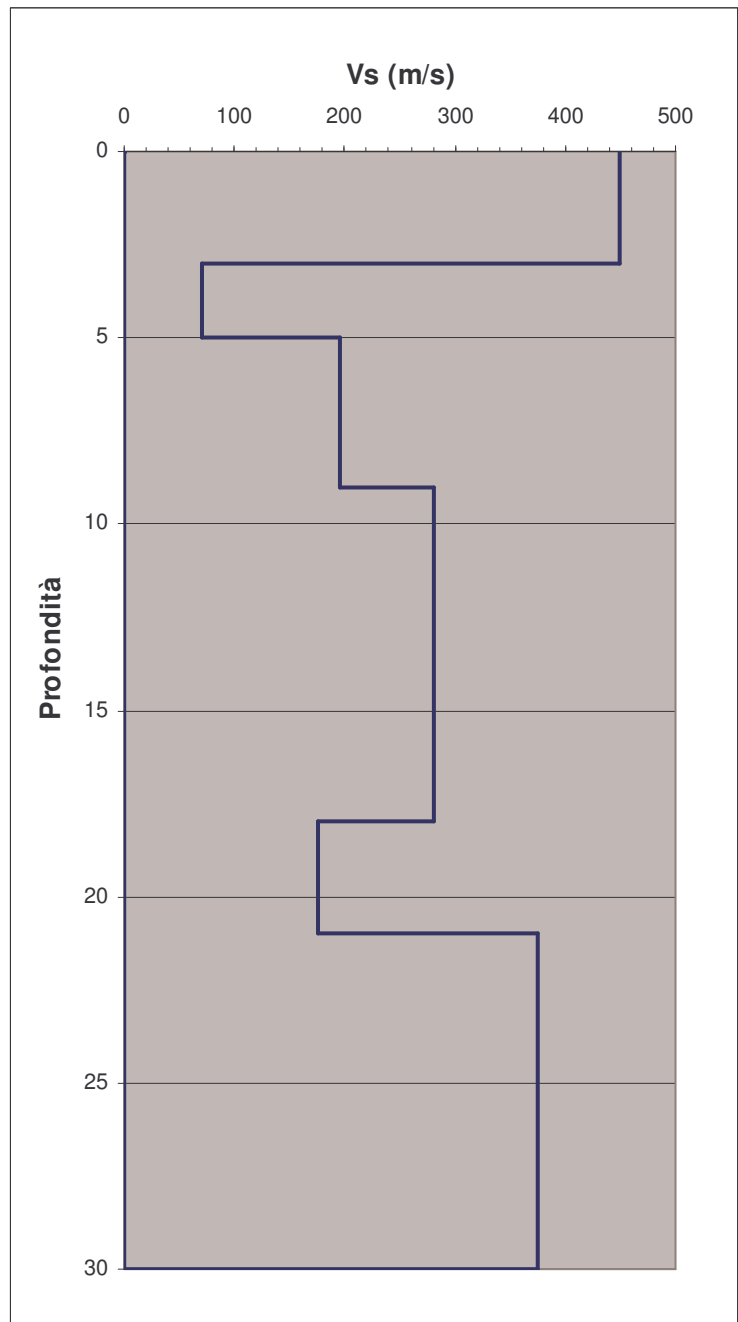
E: modulo di Young

G: modulo di taglio

γ: densità stimata

Committente: A.P.L.	Down Hole – S3
Cantiere: CALATA CARRARA - PORTO DI LIVORNO	Modulo V_{S30}
Località: LIVORNO	
Data: NOVEMBRE 2009	Allegato 7

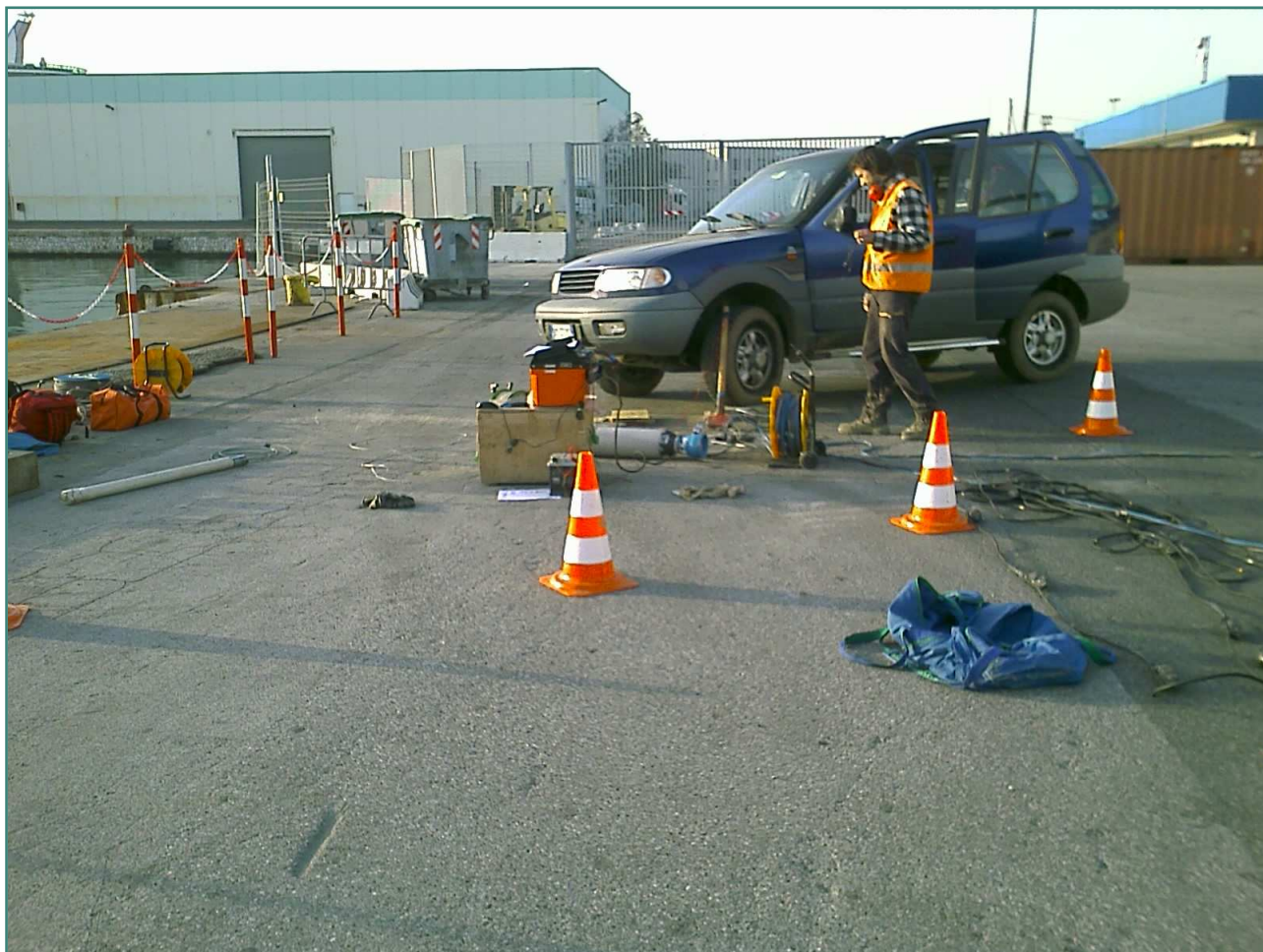
Profond. (m)	strati	Vs (m/s)
1	1	450
2	1	450
3	1	450
4	2	70
5	2	70
6	3	195
7	3	195
8	3	195
9	4	280
10	4	280
11	4	280
12	4	280
13	4	280
14	4	280
15	4	280
16	4	280
17	4	280
18	4	280
19	5	175
20	5	175
21	5	175
22	6	375
23	6	375
24	6	375
25	6	375
26	6	375
27	6	375
28	6	375
29	6	375
30	6	375



$V_{S30} = 235$ m/s

CATEGORIA suolo > C


Committente: A.P.L.	DOWNHOLE – S3
Cantiere: CALATA CARRARA – PORTO DI LIVORNO	Documentazione fotografica
Località: LIVORNO	
Data: NOVEMBRE 2009	Allegato 8



S3 – Postazione

*PROVE GEOTECNICHE DI
LABORATORIO*

RISULTATI DELLE PROVE E DATI SPERIMENTALI

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3345-01	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S1	da m	12.00		
Campione	Ci1	a m	12.50	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	20.51	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	19.13	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	15.88	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³		
Peso specifico dei grani	Gs		-		
Grado di saturazione	s _r		%		
Indice dei vuoti	e				
Porosità	n		%		
				ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)	
				Ghiaia (> 2 mm)	2.97 %
				Sabbia (0,06-2 mm)	65.99 %
				Limo (0,002-0,06 mm)	15.62 %
				Argilla (< 0,002 mm)	15.42 %

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA					
Limite di liquidità	WL		%	Indice di plasticità	Ip %
Limite di plasticità	Wp		%	Indice di consistenza	Ic
Limite di ritiro	Ws		%	Indice di liquidità	I _l
				Indice di attività	A

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)
	ϕ'	31 °	ϕ_r	°	
	C'	12.5 KN/m ²	C _r	KN/m ²	
					Valori medi
					σ_f KPa
					Cu KPa

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.	Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica
	ϕ'	°	ϕ'	°		
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²		
					Cu 73.68 KN/m ²	m/sec


PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
	E' (MPa)									
	m_v m ² /MN									

RIGONFIAMENTO LIBERO	%
-----------------------------	---

PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d KN/m ³	PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO KN/m ²
	Valore ottimale di W %	
		PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)
		Ind. CBR non Imbibito %
		Ind. CBR Imbibito %

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo	Classificazione di gruppo
	n. 10 (2.0 mm)	97.03	%		
	n. 40 (0.425 mm)	91.41	%		
	n. 200 (0.075 mm)	31.78	%		
				Valutazione generale	

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	99.22	%	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	31.78	%	Nome del Gruppo	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9366	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-01	COMMESSA
DATA di emissione 18-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S1	da m	12.00		
Campione	Ci1	a m	12.50	-	30-ott-09

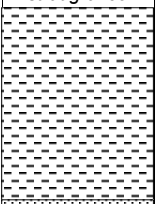
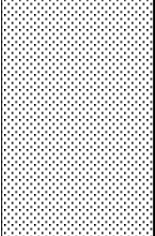
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

APERTURA CAMPIONE

Norma ASTM D2488-93	Data apertura campione 10-nov-09
----------------------------	----------------------------------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<input type="checkbox"/>	Proveniente da scavo	Lunghezza (cm):	45.00	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
X	Proveniente da sondaggio geognostico	Diametro (cm):	8.50		
X	involucro contenitore: fustella inox	Peso (g):			
	involucro contenitore: fustella metallica				
	involucro contenitore: tubo in p.v.c.				
	involucro contenitore: sacchetto plastica				
	involucro contenitore: barattolo in vetro				



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5			Triassiale UU	Argilla limosa di colore grigio (medium gray n. 5) Molto umida. Plastica. Poco consistente. Reazione all'HCl vivace.
	10	35			
	15				
	20	100			
	25		63	Taglio diretto	Sabbia argillosa di colore grigio (Medium gray n. 5). Mediamente addensata. Reazione all'HCl vivace. Presenza di resti e gusci di molluschi.
	30				
	35	320	50		
	40	300			
	45				
	50				
	55				
	60				


Prove richieste	Prove eseguite	Note
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Prova di taglio diretto CD	Prova di taglio diretto CD	
Prova di compressione Triassiale UU	Prova di compressione Triassiale UU	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9367	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-01	COMMESSA
DATA di emissione 18-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		
Sondaggio	S1	da m	12.00	
Campione	Ci1	a m	12.50	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
Descrizione del campione	Sabbia argillosa di colore grigio (Medium gray n. 5).

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione 10-dic-09
-------	----------------	-------------------------------

Massa contenitore	g	10.70	10.82	12.82		
Massa contenitore + terreno umido	g	74.69	52.73	69.41		
Massa contenitore + terreno secco	g	63.78	45.68	59.69		
Massa acqua contenuta	g	10.91	7.05	9.72		
Massa terreno secco	g	53.08	34.86	46.87		
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	20.55	20.22	20.74		

Contenuto in acqua (valore medio)	%	20.51
--	----------	--------------


Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9368	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-01	COMMESSA
DATA di emissione 18-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S1	da m	12.00		
Campione	Ci1	a m	12.50	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa di colore grigio (medium gray n. 5)
--------------------------	--

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

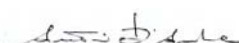
Metodo delle misure lineari						
Data della determinazione						
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	cm	2.00	2.05	1.94	
	Altezza fustella	cm	6.20	5.99	5.96	
	Volume fustella	cm ³	76.88	73.55	68.80	
Massa fustella	g		71.42	59.45	67.27	
Massa fustella con terreno	g		214.34	206.53	204.33	
Massa terreno			142.92	147.08	137.06	
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³		18.24	19.62	19.54	
Contenuto naturale in acqua	%		20.55	20.22	20.74	
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³		15.13	16.32	16.19	


Metodo della pesata idrostatica						
Data della determinazione						
Massa del contenitore di raccolta	g					
Massa provino umido (P1)	g					
Massa provino umido paraffinato (P2)	g					
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g					
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g					
Temperatura dell'acqua	°C					
Densità della paraffina	KN/m ³					
Volume del provino	%					
Peso di volume	KN/m ³					

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9369	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-01	COMMESSA
DATA di emissione 18-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S1	da m	12.00		
Campione	Ci1	a m	12.50	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa di colore grigio (medium gray n. 5)
--------------------------	--

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

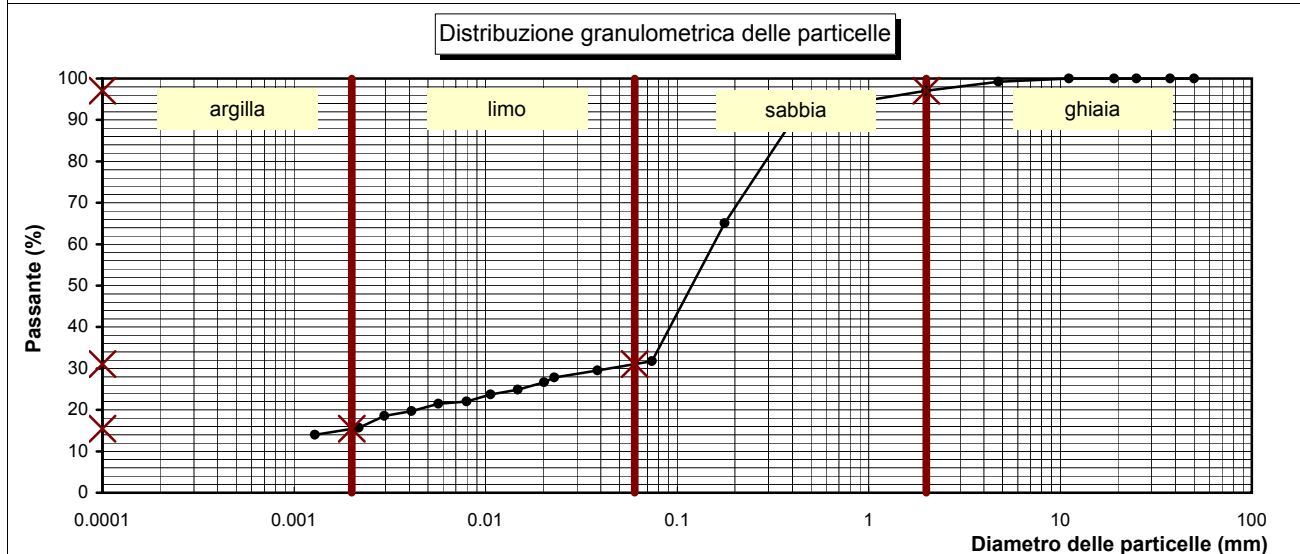
Data	11-dic-09	Massa terreno secco (g) 231.19						Diametro massimo delle particelle (mm)					
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074	
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	5.07	6.55	6.45	60.82	77.03	
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	6.87	13.42	19.87	80.69	157.72	
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	2.19	2.83	2.79	26.31	33.32	
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	2.97	5.80	8.59	34.90	68.22	
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.22	97.03	94.20	91.41	65.10	31.78	

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	17-dic-09	Massa terreno secco (g) 50.08				Gs (Assunto) 2.65							
Tempo di lettura (min)	1	3	4	8	16	30	60	121	240	480	1440		
Temperatura (°C)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Lettura densimetro	55	52	50	47	45	42	41	38	36	31	28		
Diametro particelle (mm)	0.03838	0.0229	0.0203	0.01475	0.0106	0.008	0.0057	0.00411	0.00296	0.0022	0.0013		
Passante (%)	29.53	27.79	26.64	24.91	23.76	22.03	21.45	19.72	18.56	15.68	13.95		

Note: liquido flocculante preparato il 12-12-09



Ghiaia (> 2 mm) %	2.97	Passante ai setacci ASTM		uniformità e concavità Cu Cc	CLASSIFICAZIONE - AGI sabbia limoso argillosa
Sabbia (0.06-2 mm) %	65.99	N. 10 (2.0 mm) %	97.03		
Limo (0.002-0.06 mm) %	15.62	N. 40 (0.425 mm) %	91.41		
Argilla (< 0.002 mm) %	15.42	N. 200 (0.075 mm) %	31.78		

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9370	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-01	COMMESSA
DATA di emissione 18-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S1	da m	12.00		
Campione	Ci1	a m	12.50	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Sabbia argillosa di colore grigio (Medium gray n. 5).
--------------------------	---

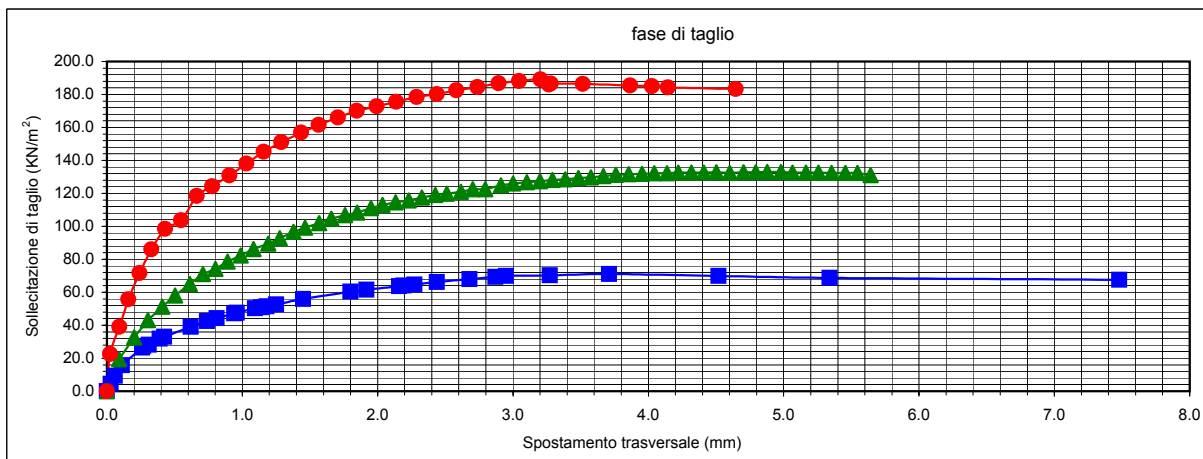
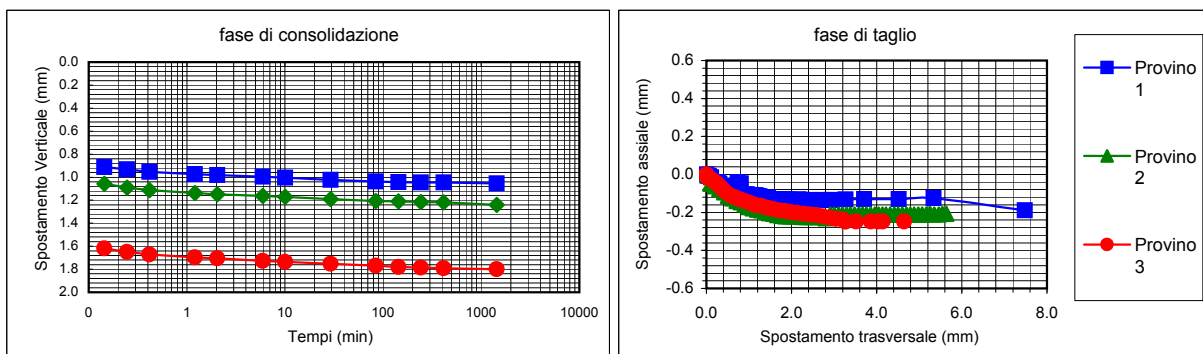
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova 10-dic-09
-------	--------------	---------------------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Altezza	H_0	cm		2.00	2.05	1.94	
Lato	L	cm		6.20	5.99	5.96	
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³		18.24	19.62	19.54	
Contenuto d'acqua	W	%		20.55	20.22	20.74	
Peso specifico dei grani	Gs						
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m ³		15.13	16.32	16.19	
Indice dei vuoti	e_0						
Grado di saturazione	S	%					

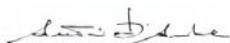
FASE DI PROVA				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Pressione verticale	KN/m ²	100.0	200.0	300.0			
Tempo di consolidazione	ore	24.0	24.0	24.0			
Cedimento a fine consolidazione	mm	1.055	1.240	1.800			
Velocità imposta in fase di taglio	mm/min	0.007	0.007	0.007			
Contenuto d'acqua a fine prova	%	22.52	21.41	20.67			




Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9370	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-01	COMMESSA
DATA di emissione 18-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO	
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		
Sondaggio	S1	da m:	12.00			
Campione	Ci1	a m:	12.50			
					-	30-ott-09

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	10-dic-09
-------	--------------	-----------------------	-----------

Provino TDP1						Provino TDP2						Provino TDP3					
τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)
0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	128.50	3.39	-0.21	0.00	0.00	0.00			
4.50	0.03	-0.01				19.32	0.09	-0.05	129.29	3.48	-0.21	22.57	0.02	-0.02			
9.29	0.06	-0.01				32.71	0.20	-0.06	129.71	3.58	-0.21	38.95	0.09	-0.02			
15.74	0.11	-0.02				43.13	0.30	-0.08	130.50	3.67	-0.21	55.79	0.16	-0.03			
26.39	0.26	-0.04				51.33	0.41	-0.09	131.29	3.76	-0.21	71.74	0.24	-0.05			
27.29	0.27	-0.04				58.05	0.50	-0.11	131.71	3.85	-0.21	85.94	0.33	-0.07			
28.20	0.31	-0.05				65.14	0.61	-0.13	131.76	3.95	-0.21	98.38	0.43	-0.09			
31.80	0.39	-0.06				71.12	0.71	-0.14	132.17	4.04	-0.21	103.74	0.55	-0.11			
33.01	0.42	-0.06				74.12	0.80	-0.15	132.21	4.14	-0.21	118.41	0.66	-0.12			
39.04	0.62	-0.09				78.62	0.89	-0.16	132.63	4.22	-0.21	124.22	0.78	-0.13			
42.51	0.74	-0.04				82.37	0.99	-0.17	132.67	4.32	-0.21	130.93	0.90	-0.14			
44.32	0.81	-0.05				86.12	1.08	-0.18	132.71	4.41	-0.21	138.09	1.03	-0.15			
47.19	0.94	-0.11				89.51	1.19	-0.19	132.75	4.50	-0.21	145.26	1.16	-0.16			
47.50	0.96	-0.11				92.89	1.28	-0.19	132.42	4.60	-0.21	151.10	1.29	-0.16			
50.22	1.10	-0.11				96.66	1.38	-0.20	132.84	4.70	-0.21	156.96	1.43	-0.18			
50.83	1.14	-0.11				99.30	1.46	-0.20	132.88	4.79	-0.21	161.47	1.57	-0.18			
51.44	1.18	-0.11				101.95	1.57	-0.21	132.92	4.88	-0.21	166.00	1.71	-0.19			
52.66	1.25	-0.12				104.59	1.66	-0.21	132.97	4.98	-0.21	170.09	1.85	-0.19			
56.01	1.45	-0.12				106.87	1.76	-0.22	132.63	5.07	-0.21	172.84	1.99	-0.20			
60.29	1.80	-0.13				108.40	1.85	-0.22	132.67	5.16	-0.21	175.60	2.14	-0.20			
61.52	1.92	-0.13				111.05	1.95	-0.22	132.72	5.26	-0.21	178.36	2.29	-0.21			
63.68	2.16	-0.13				112.95	2.04	-0.22	132.38	5.35	-0.21	180.24	2.44	-0.21			
63.99	2.19	-0.13				114.49	2.13	-0.22	132.43	5.45	-0.21	182.56	2.58	-0.21			
64.61	2.27	-0.14				115.65	2.23	-0.22	132.47	5.54	-0.21	184.44	2.74	-0.22			
66.16	2.44	-0.13				117.56	2.33	-0.22	131.00	5.64	-0.21	186.77	2.89	-0.23			
68.03	2.68	-0.14				119.09	2.43	-0.22				188.21	3.05	-0.23			
69.28	2.87	-0.13				119.88	2.51	-0.22				189.20	3.20	-0.24			
69.91	2.95	-0.13				121.04	2.62	-0.22				186.11	3.27	-0.25			
70.29	3.27	-0.13				122.58	2.70	-0.22				186.57	3.28	-0.25			
71.00	3.71	-0.13				122.62	2.80	-0.23									
69.97	4.52	-0.13				124.91	2.91	-0.21									
						126.08	3.00	-0.21									
						126.87	3.10	-0.21									
						127.29	3.20	-0.21									
						128.08	3.29	-0.21									

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - servizi@geotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
--	--	--

CERTIFICATO n. 9371	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-01	COMMESSA
DATA di emissione 18-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09		110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE			DATA RICEVIMENTO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio S1	da m 12.00		
Campione Ci1	a m 12.50	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa di colore grigio (medium gray n. 5)
--------------------------	--

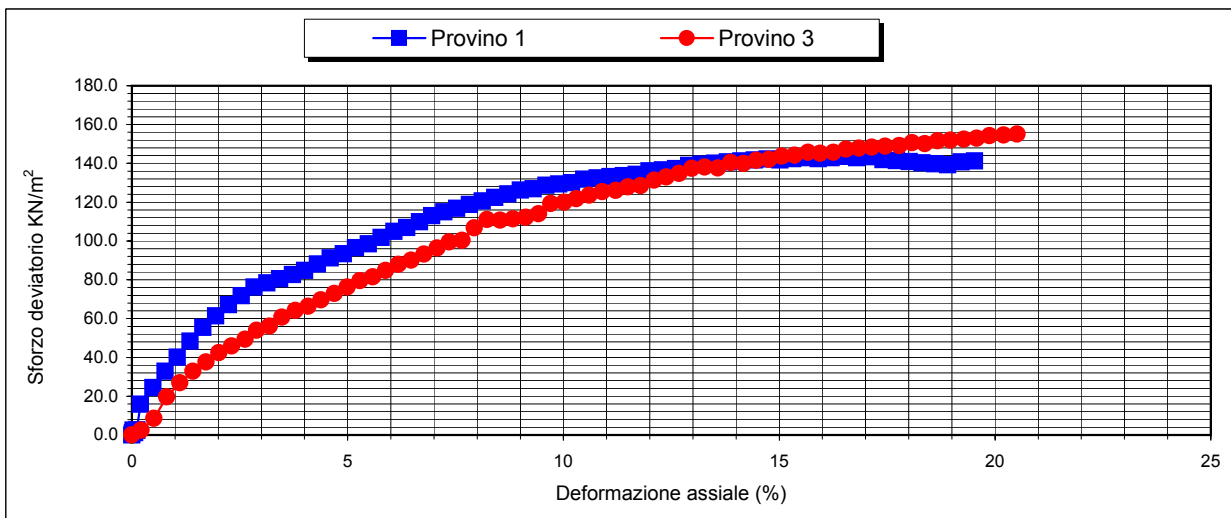
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - UU

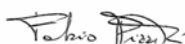
Norma	ASTM D 2850-87	Data esecuzione prova	17-dic-09
-------	----------------	-----------------------	-----------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI			TXUUP1	TXUUP2	TXUUP3
Altezza provino	H_0	mm	76.20		76.20
Diametro provino	D_0	mm	38.10		38.10
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³	20.06		19.91
Contenuto d'acqua	W	%	24.86		23.15
Massa volumica della parte solida	Gs				
Grado di saturazione iniziale	Sr	%			
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m ³	16.07		16.17
Indice dei vuoti iniziale	e				

MODALITA' DI PROVA			TXUUP1	TXUUP2	TXUUP3
Pressione di contenimento		KPa	100.00		300.00
Velocità di deformazione		mm/min	0.50		0.50



Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - serviziigeotecnici@tiscalinet.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 9371	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-01	COMMESSA
DATA di emissione 18-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09	

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA RICEVIMENTO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S1	da m:	12.00		
Campione	Ci1	a m:	12.50		
					-
					30-ott-09


PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - UU (Tabella letture acquisite)

Norma	ASTM D 2850-87	Data esecuzione prova	17-dic-09
-------	----------------	-----------------------	-----------

Provino TXUUP1						Provino TXUUP2						Provino TXUUP3					
$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)
0.00	0.00	126.16	9.00									0.00	0.00	123.59	10.60		
1.23	0.01	126.86	9.30									2.46	0.22	125.38	10.90		
2.45	0.03	128.67	9.59									8.60	0.51	126.04	11.21		
1.23	0.07	129.34	9.89									19.59	0.81	127.82	11.49		
2.45	0.12	130.02	10.19									26.86	1.11	128.48	11.79		
2.45	0.11	131.81	10.47									32.86	1.42	131.28	12.10		
15.92	0.20	132.44	10.78									37.61	1.72	133.02	12.39		
24.42	0.49	133.10	11.08									42.33	2.01	134.72	12.68		
32.87	0.77	133.72	11.39									45.82	2.31	137.49	12.98		
40.06	1.05	134.36	11.69									49.28	2.62	138.09	13.28		
48.41	1.35	136.06	11.98									53.94	2.89	137.61	13.58		
55.51	1.65	136.66	12.29									56.16	3.19	140.33	13.87		
61.36	1.94	137.25	12.60									60.77	3.48	139.84	14.17		
67.17	2.24	138.92	12.90									64.13	3.79	141.48	14.47		
71.75	2.54	139.51	13.20									66.30	4.08	142.03	14.77		
76.30	2.83	140.08	13.51									69.64	4.38	143.63	15.06		
78.44	3.13	140.65	13.80									72.94	4.69	144.18	15.36		
80.57	3.43	141.20	14.11									76.23	4.99	145.73	15.67		
82.69	3.72	141.74	14.43									79.50	5.29	145.24	15.96		
84.80	4.01	142.29	14.72									81.58	5.58	145.76	16.25		
88.05	4.30	141.80	15.02									84.81	5.88	147.30	16.55		
91.29	4.60	142.34	15.32									88.02	6.18	147.80	16.85		
93.34	4.90	142.87	15.61									90.04	6.48	148.29	17.15		
96.55	5.18	142.37	15.91									93.21	6.77	148.76	17.46		
98.57	5.48	142.90	16.21									96.36	7.07	149.19	17.78		
101.73	5.78	143.49	16.46									99.49	7.36	150.67	18.08		
104.86	6.07	142.91	16.80									100.31	7.65	150.12	18.38		
106.83	6.37	143.42	17.10									106.82	7.94	151.58	18.67		
109.93	6.67	141.86	17.41									111.00	8.24	152.03	18.97		
113.02	6.95	141.33	17.72									110.64	8.53	152.44	19.28		
114.95	7.23	140.82	18.01									111.41	8.83	152.87	19.58		
116.86	7.53	140.31	18.31									112.16	9.13	154.29	19.88		
118.74	7.83	139.80	18.61									114.04	9.42	154.65	20.20		
120.61	8.12	139.29	18.91									119.25	9.71	155.02	20.51		
122.49	8.41	140.74	19.22									119.95	10.02				
124.31	8.72	141.18	19.53									121.79	10.30				

Lo sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3345-02	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	7.80		
Campione	Cr1	a m	8.00	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -		
Contenuto in acqua	W	%
Peso di volume	γ	KN/m ³
Peso di volume secco	γ_d	KN/m ³
Peso di volume saturo	γ_{sat}	KN/m ³
Peso specifico dei grani	Gs	-
Grado di saturazione	s _r	%
Indice dei vuoti	e	
Porosità	n	%

ANALISI CHIMICHE		
Carbonati		%
Solfati (come SO ₃)		%
Sostanza organiche		%
ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)		
Ghiaia (> 2 mm)	0.00	%
Sabbia (0,06-2 mm)	1.86	%
Limo (0,002-0,06 mm)	52.82	%
Argilla (< 0,002 mm)	45.32	%

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA				
Limite di liquidità	W _L	41.52	Indice di plasticità	I _p 19.01
Limite di plasticità	W _p	22.51	Indice di consistenza	I _c
Limite di ritiro	W _s	%	Indice di liquidità	I _l
			Indice di attività	A 0.42

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE				
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui	
	ϕ'	°	ϕ_r	°
	C'	KN/m ²	C _r	KN/m ²
PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)	Valori medi			
	σ_f		KPa	
	Cu		KPa	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.		Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica
	ϕ'	°	ϕ'	°			
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²	Cu	KN/m ²	
							m/sec


PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
	E' (MPa)									
	m _v m ² /MN									

RIGONFIAMENTO LIBERO	%
-----------------------------	----------

PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d	KN/m ³	PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)	Ind. CBR non Imbibito	%
	Valore ottimale di W	%		Ind. CBR Imbibito	%

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo 12	Classificazione di gruppo A 7-5
	n. 10 (2.0 mm)	100.00	%	Materiale tipico	
	n. 40 (0.425 mm)	99.98	%		
	n. 200 (0.075 mm)	99.49	%	Valutazione generale	

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	100.00	%	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	99.49	%	Nome del Gruppo	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9384	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-02	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09

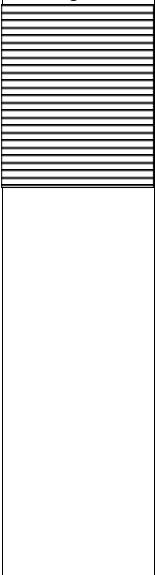
INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	7.80		
Campione	Cr1	a m	8.00	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

APERTURA CAMPIONE

Norma ASTM D2488-93	Data apertura campione 15-dic-09
----------------------------	----------------------------------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
	Proveniente da scavo	Lunghezza (cm):	19.00		1
	Proveniente da sondaggio geognostico	Diametro (cm):	8.50		2
	involucro contenitore: fustella inox	Peso (g):	1958.00		3
	involucro contenitore: fustella metallica				4
	involucro contenitore: tubo in p.v.c.				5
	involucro contenitore: sacchetto plastica				
	involucro contenitore: barattolo in vetro				

Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
					
5					Argilla da limosa a con limo di colore grigio. Reazione all'HCl debole. Locali laminazioni limosi. Diffuse macchie millimetriche.
10					
15					
19					

Prove richieste	Prove eseguite	Note
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n.	9386	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-02	COMMESSA
DATA di emissione	22-dic-09	DATA di emissione	3-nov-09	110.09

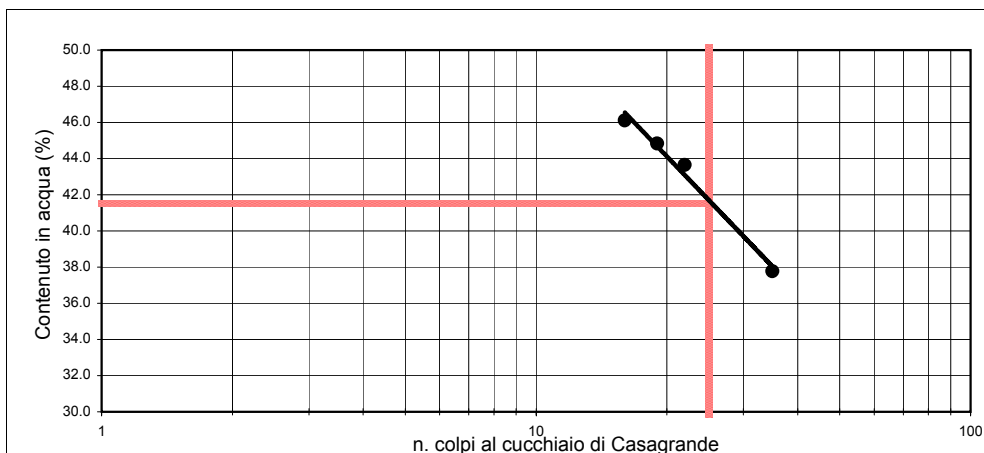
INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO	
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		
Sondaggio	S2	da m	7.8			
Campione	Cr1	a m	8	-	30-ott-09	

Descrizione del campione	Argilla da limosa a con limo di colore grigio.
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

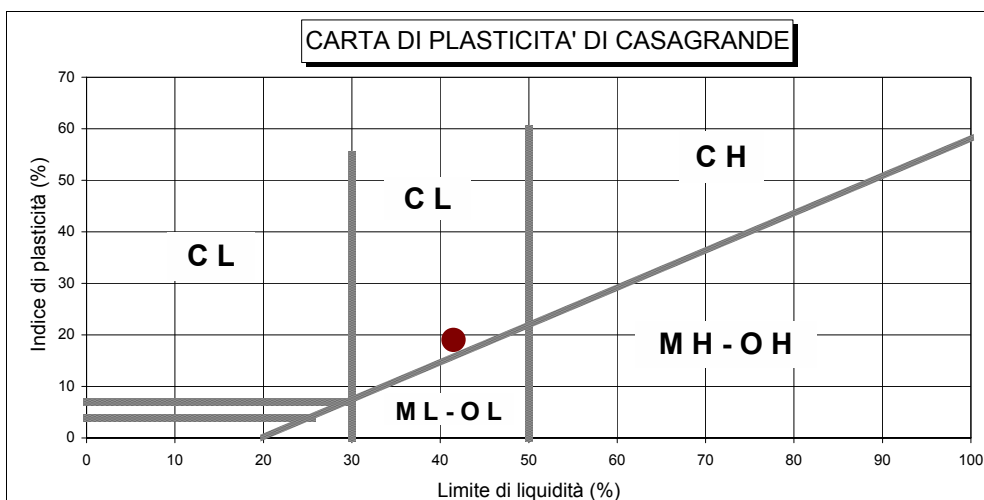
Norma	ASTM D 4318-84	Data esecuzione della determinazione	8-feb-07
-------	----------------	--------------------------------------	----------

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'			
Massa contenitore	g	10.83	12.82	10.80	10.54		10.91	10.71	
Massa contenitore + terreno umido	g	18.88	21.64	19.16	22.54		14.42	13.95	
Massa contenitore + terreno secco	g	16.34	18.91	16.62	19.25		13.78	13.35	
Massa acqua contenuta	g	2.54	2.73	2.54	3.29		0.64	0.60	
Massa terreno secco	g	5.51	6.09	5.82	8.71		2.87	2.64	
Contenuto in acqua	%	46.10	44.83	43.64	37.77		22.30	22.73	
Numero di colpi	n	16	19	22	35				



Note

Limite di liquidità WL (%):	41.52	Limite di plasticità Lp (%):	22.51	Indice di plasticità Ip (%):	19.01
-----------------------------	--------------	------------------------------	--------------	------------------------------	--------------




Note

Lo sperimentatore

Fabio Pizzini

Il Direttore del Laboratorio

Antonio D'Amico

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9385 DATA di emissione 22-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-02 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m 7.80		30-ott-09
Campione	Cr1	a m 8.00	-	

Descrizione del campione	Argilla da limosa a con limo di colore grigio.
--------------------------	--

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
-------------	-------------------------------

CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
----------	-----------------------

LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
-----------------------	----------------

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

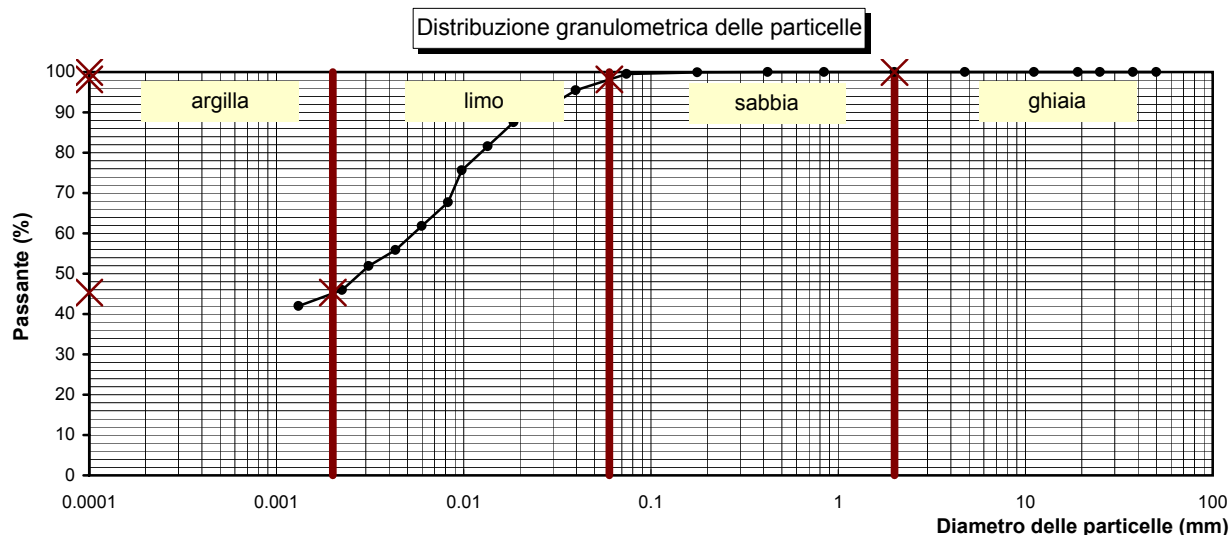
Data	16-dic-09	Massa terreno secco (g)						254.82	Diametro massimo delle particelle (mm)				
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074	
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.16	1.08	
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.21	1.29	
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.42	
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	0.51	
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99	99.98	99.92	99.49	

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	18-dic-09	Massa terreno secco (g)					50.21	Gs	(Assunto)					2.65
Tempo di lettura (min)		1	2	5	10	20	30	60	120	240	480	1440	0	
Temperatura (°C)		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	
Lettura densimetro		52	50	48	45	42	38	35	32	30	27	25	0	
Diametro particelle (mm)		0.03967	0.02864	0.0185	0.013444	0.0098	0.0082	0.006	0.00432	0.0031	0.0022	0.0013	0	
Passante (%)		95.47	91.51	87.55	81.60	75.66	67.73	61.79	55.84	51.88	45.93	41.97	0.00	

Note: Liquido flocculante preparato il 12-12-09




Ghiaia (> 2 mm) %	0.00	Passante ai setacci ASTM	uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI limo con argilla
Sabbia (0,06-2 mm) %	1.86	N.10 (2.0 mm) %	100.00	
Limo (0,002-0,06 mm) %	52.82	N. 40 (0.425 mm) %	99.98	
Argilla (< 0,002 mm) %	45.32	N. 200 (0.075 mm) %	99.49	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9423	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-03	COMMESSA
DATA di emissione 23-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	Sondaggio	da m	
Campione	Ci1	-	S2	9.00	30-ott-09
	a m	9.40	Ci1		

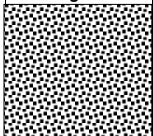
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

APERTURA CAMPIONE

Norma	ASTM D2488-93	Data apertura campione 3-nov-09
-------	---------------	---------------------------------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE					CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<input type="checkbox"/>	Proveniente da scavo		Lunghezza (cm):	<input type="text" value="20.00"/>	<div><div></div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>	
<input checked="" type="checkbox"/>	Proveniente da sondaggio geognostico		Diametro (cm):	<input type="text" value="8.50"/>		
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: fustella inox		Peso (g):	<input type="text"/>		
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: fustella metallica					
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: tubo in p.v.c.					
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: sacchetto plastica					
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: barattolo in vetro					



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				Da 0.00 a 7.00 cm: ARGILLA limosa grigia. Umida, plastica. Reazione all' HCl vivace. Locali frammenti millimerici di gusci di molluschi. Tenera. Da 7.00 a 20.00 cm: SABBIA con limo debolmente argillosa grigia. Molto umida. Reazione all' HCl vivace.
	10				
	15				
	20				
	25				
	30				
	35				
	40				
	45				
	50				
	55				
	60				


Prove richieste	Prove eseguite	Note

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3345-04	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	12.00		
Campione	Ci2	a m	12.50	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	23.82	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	19.66	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	15.90	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³		
Peso specifico dei grani	Gs		-		
Grado di saturazione	s _r		%		
Indice dei vuoti	e				
Porosità	n		%		
				ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)	
				Ghiaia (> 2 mm)	0.06 %
				Sabbia (0,06-2 mm)	12.60 %
				Limo (0,002-0,06 mm)	50.52 %
				Argilla (< 0,002 mm)	36.82 %

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA					
Limite di liquidità	W _L	42.75	%	Indice di plasticità	I _p 24.87 %
Limite di plasticità	W _p	17.88	%	Indice di consistenza	I _c 0.76
Limite di ritiro	W _s		%	Indice di liquidità	I _l 0.24
				Indice di attività	A 0.68

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)
	ϕ'	°	ϕ_r	°	
	C'	KN/m ²	C _r	KN/m ²	
					Valori medi
					σ_f KPa
					Cu KPa

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.	Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica
	ϕ'	°	ϕ'	°		
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²		
					Cu 70.49 KN/m ²	m/sec


PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
	E' (MPa)									
	m_v m ² /MN									

RIGONFIAMENTO LIBERO	%
-----------------------------	---

PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d KN/m ³	
	Valore ottimale di W	%

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM		Indice di gruppo 14	Classificazione di gruppo A 7-6
	n. 10 (2.0 mm)	99.94 %		
	n. 40 (0.425 mm)	99.77 %		
	n. 200 (0.075 mm)	90.62 %		
			Valutazione generale	

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM		Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00 %	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	100.00 %	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	90.62 %	Nome del Gruppo	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9417	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-04	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	Sondaggio	da m	
Campione	Ci2	-	S2	12.00	30-ott-09
	a m		Ci2	12.50	

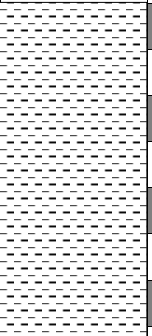
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

APERTURA CAMPIONE

Norma	ASTM D2488-93	Data apertura campione 2-dic-09
-------	---------------	---------------------------------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<div><div></div><div>Proveniente da scavo</div></div>		Lunghezza (cm):	<div><div></div><div>37.00</div></div>	<div><div></div><div>1</div></div> <div><div></div><div>2</div></div> <div><div></div><div>3</div></div> <div><div></div><div>4</div></div> <div><div></div><div>5</div></div>	
<div><div></div><div>Proveniente da sondaggio geognostico</div></div>		Diametro (cm):	<div><div></div><div>8.47</div></div>		
<div><div></div><div>involucro contenitore: fustella inox</div></div>		Peso (g):	<div><div></div><div></div></div>		
<div><div></div><div>involucro contenitore: fustella metallica</div></div>					
<div><div></div><div>involucro contenitore: tubo in p.v.c.</div></div>					
<div><div></div><div>involucro contenitore: sacchetto plastica</div></div>					
<div><div></div><div>involucro contenitore: barattolo in vetro</div></div>					



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				Argilla limosa grigia. Sabbiosa da 20 a 28 cm, con sabbia da 29 a 37 cm. Reazione all'HCl, medio vivace. Umidità. Palstica. Diffusi gusci di molluschi. Da consistente a molto consistente.
	10	60			
	15	150			
	17.5	175			
	17.0	170			
	20	200			
	27.0	270			
	26.0	260			
	30	130			
	37				
				Triassiale UU	


Prove richieste	Prove eseguite	Note
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Prova di compressione Triassiale UU	Prova di compressione Triassiale UU	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9418	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-04	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		
Sondaggio	S2	da m	12.00	30-ott-09
Campione	Ci2	a m	12.50	

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
Descrizione del campione	Argilla limosa grigia.

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione				
Massa contenitore	g	10.81	10.84	17.99		
Massa contenitore + terreno umido	g	41.08	34.99	44.04		
Massa contenitore + terreno secco	g	34.22	30.50	39.82		
Massa acqua contenuta	g	6.86	4.49	4.22		
Massa terreno secco	g	23.41	19.66	21.83		
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	29.30	22.84	19.33		

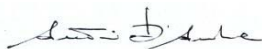
Contenuto in acqua (valore medio)	%	23.82				
--	----------	--------------	--	--	--	--


Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9419	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-04	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	12.00		
Campione	Ci2	a m	12.50	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa grigia.
--------------------------	------------------------

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

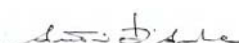
Metodo delle misure lineari						
Data della determinazione						
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	mm				
	Superficie	cm ²				
	Volume fustella	cm ³	86.87	86.87	86.87	
Massa fustella	g					
Massa fustella con terreno	g					
Massa terreno		168.26	179.52	174.55		
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³	19.00	20.27	19.71		
Contenuto naturale in acqua	%	29.30	22.84	19.33		
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³	14.69	16.50	16.52		

Metodo della pesata idrostatica						
Data della determinazione						
Massa del contenitore di raccolta	g					
Massa provino umido (P1)	g					
Massa provino umido paraffinato (P2)	g					
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g					
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g					
Temperatura dell'acqua	°C					
Densità della paraffina	KN/m ³					
Volume del provino	%					
Peso di volume	KN/m ³					

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

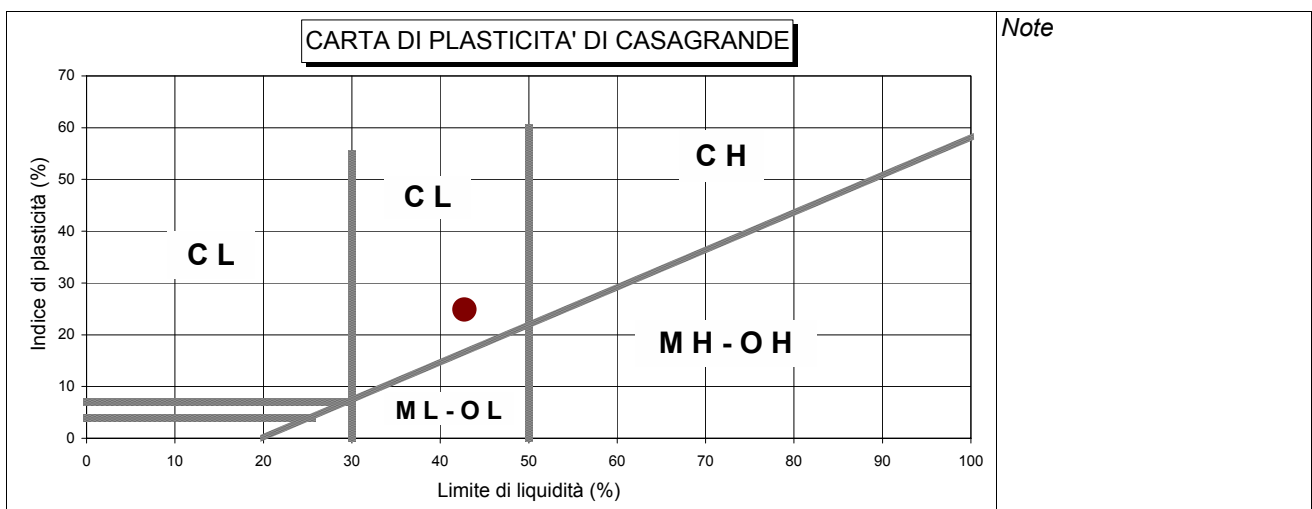
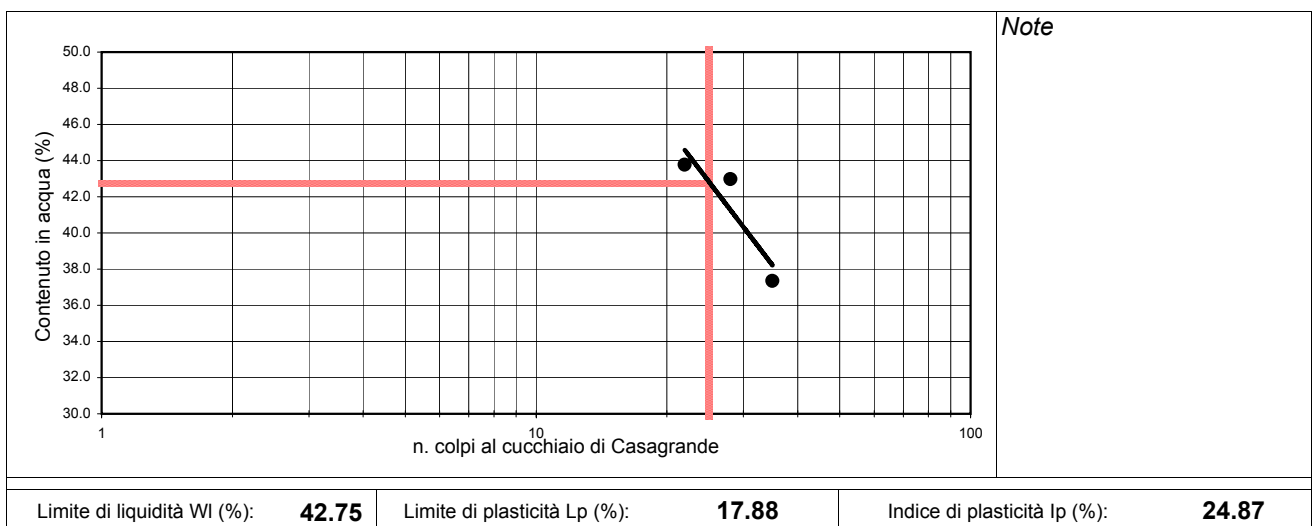
CERTIFICATO n.	9421	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-04	COMMESSA
DATA di emissione	22-dic-09	DATA di emissione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO	
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		
Sondaggio	S2	da m	12			
Campione	Ci2	a m	12.5	-	30-ott-09	

Descrizione del campione	Argilla limosa grigia.
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA


DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Norma		ASTM D 4318-84				Data esecuzione della determinazione		21-dic-09			
LIMITE DI LIQUIDITA'							LIMITE DI PLASTICITA'				
Massa contenitore	g	18.07	10.52	10.81				10.67	10.78		
Massa contenitore + terreno umido	g	27.99	19.67	19.27				17.02	17.22		
Massa contenitore + terreno secco	g	24.97	16.92	16.97				16.05	16.25		
Massa acqua contenuta	g	3.02	2.75	2.30				0.97	0.97		
Massa terreno secco	g	6.90	6.40	6.16				5.38	5.47		
Contenuto in acqua	%	43.77	42.97	37.34				18.03	17.73		
Numero di colpi	n	22	28	35							



Lo sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9420 DATA di emissione 22-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-04 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	12.00		
Campione	Ci2	a m	12.50		
					-
					30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa grigia.
--------------------------	------------------------

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
-------------	-------------------------------

CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
----------	-----------------------

LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
-----------------------	----------------

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

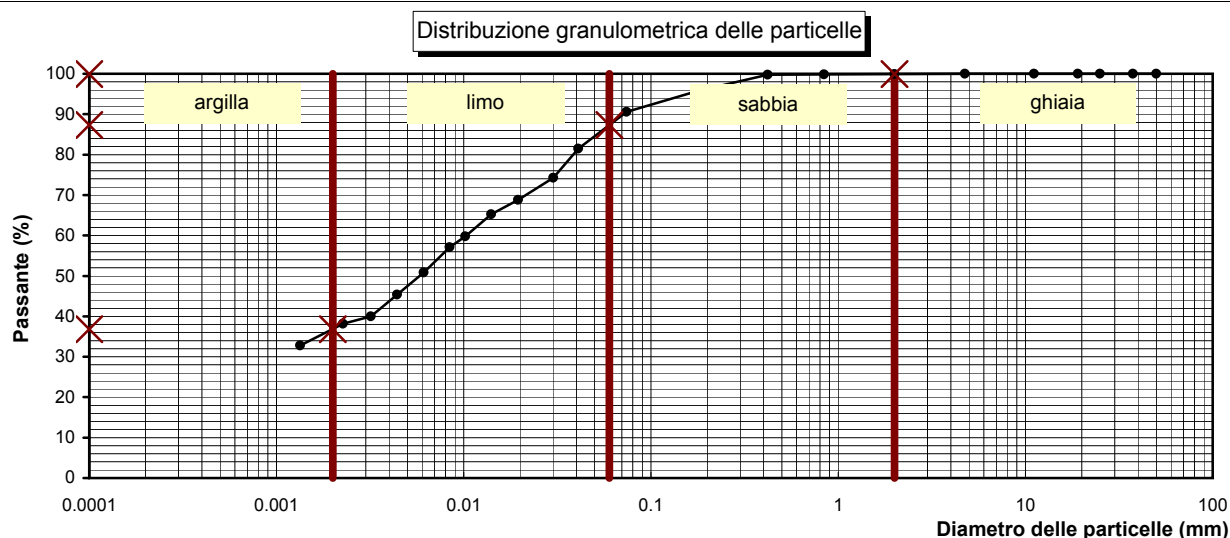
Data	21-dic-09	Massa terreno secco (g)						217.71	Diametro massimo delle particelle (mm)				
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074	
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.19	0.19	8.88	11.05	
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.31	0.50	9.38	20.43	
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.09	0.09	4.08	5.08	
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.14	0.23	4.31	9.38	
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.94	99.86	99.77	95.69	90.62	

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	21-dic-09	Massa terreno secco (g)					50.27	Gs		(Assunto)		2.65		
Tempo di lettura (min)		1	2	5	10	20	30	60	120	240	480	1440		
Temperatura (°C)		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Lettura densimetro		49	45	42	40	37	35.5	32	29	26	25	22		
Diametro particelle (mm)		0.04091	0.03006	0.0195	0.014051	0.0102	0.0084	0.0061	0.00442	0.00319	0.0023	0.0013		
Passante (%)		81.44	74.23	68.83	65.22	59.81	57.11	50.80	45.39	39.98	38.18	32.77		

Note:




Ghiaia (> 2 mm) %	0.06	Passante ai setacci ASTM	uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI
Sabbia (0,06-2 mm) %	12.60	N.10 (2.0 mm) %		
Limo (0,002-0,06 mm) %	50.52	N. 40 (0.425 mm) %		
Argilla (< 0,002 mm) %	36.82	N. 200 (0.075 mm) %		
			Cu	limo con argilla sabbiosa
			Cc	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - servizi@geotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
--	--	--

CERTIFICATO n. 9422	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-04	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09		110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE			DATA RICEVIMENTO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio S2	da m 12.00		30-ott-09
Campione Ci2	a m 12.50	-	

Descrizione del campione	Argilla limosa grigia.
--------------------------	------------------------

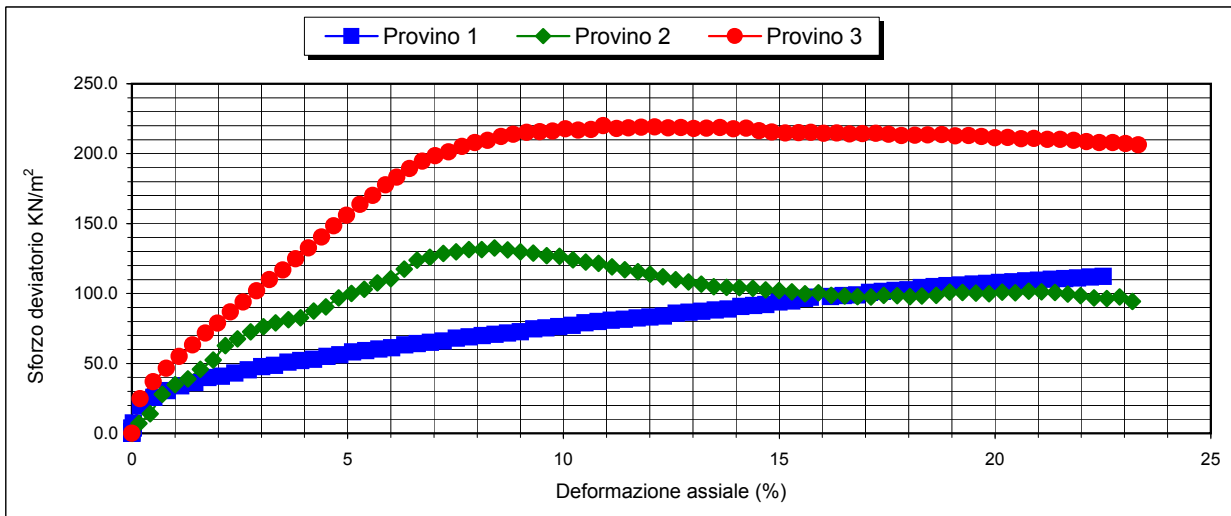
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - UU

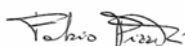
Norma	ASTM D 2850-87	Data esecuzione prova	17-dic-09
-------	----------------	-----------------------	-----------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI			TXUUP1	TXUUP2	TXUUP3
Altezza provino	H_0	mm	76.20	76.20	76.20
Diametro provino	D_0	mm	38.10	38.10	38.10
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³	19.00	20.27	19.71
Contenuto d'acqua	W	%	29.30	22.84	19.33
Massa volumica della parte solida	Gs				
Grado di saturazione iniziale	Sr	%			
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m ³	14.69	16.50	16.52
Indice dei vuoti iniziale	e				

MODALITA' DI PROVA			TXUUP1	TXUUP2	TXUUP3
Pressione di contenimento		KPa	100.00	200.00	300.00
Velocità di deformazione		mm/min	0.50	0.50	0.50




Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - serviziigeotecnici@tiscalinet.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9422	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-04	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA RICEVIMENTO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m:	12.00		
Campione	Ci2	a m:	12.50	-	
					30-ott-09

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - UU (Tabella letture acquisite)

Norma ASTM D 2850-87	Data esecuzione prova 17-dic-09
----------------------	---------------------------------


Provino TXUUP1						Provino TXUUP2						Provino TXUUP3					
$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)
0.00	0.00	72.57	9.00	107.24	19.81	0.00	0.00	124.13	10.22	101.15	21.07	0.00	0.00	217.30	10.64	210.23	21.51
0.00	0.00	74.55	9.31	107.82	20.11	0.00	0.00	122.46	10.52	100.82	21.39	24.64	0.19	219.90	10.93	209.40	21.82
0.00	0.00	75.43	9.59	108.38	20.42	7.01	0.16	121.66	10.82	99.68	21.69	36.85	0.50	218.04	11.24	208.60	22.12
1.23	0.00	76.28	9.89	108.95	20.71	13.99	0.42	119.05	11.13	98.55	21.98	46.53	0.80	218.46	11.51	207.81	22.42
3.68	0.00	77.12	10.20	109.51	21.01	27.89	0.70	116.94	11.42	96.86	22.29	54.94	1.10	218.82	11.80	207.93	22.73
3.68	0.04	79.06	10.50	110.06	21.31	34.76	1.00	115.70	11.72	96.49	22.59	63.29	1.41	219.14	12.12	207.13	23.03
7.36	0.04	79.88	10.81	110.59	21.62	38.99	1.30	113.70	12.01	97.47	22.89	71.59	1.70	218.36	12.43	206.33	23.33
19.59	0.20	80.70	11.11	111.13	21.91	45.79	1.58	112.01	12.30	94.40	23.19	78.64	1.99	218.69	12.72		
25.63	0.51	81.51	11.42	111.66	22.21	52.54	1.88	109.94	12.60			86.84	2.29	217.95	13.02		
30.42	0.82	82.32	11.71	112.19	22.51	62.69	2.17	108.34	12.90			93.79	2.58	218.27	13.32		
33.96	1.13	83.13	12.01			67.65	2.45	106.68	13.20			101.88	2.89	218.56	13.63		
36.27	1.46	83.90	12.32			72.56	2.75	104.81	13.48			109.94	3.19	217.77	13.94		
39.77	1.77	85.77	12.62			76.34	3.05	104.45	13.78			116.73	3.50	218.07	14.24		
40.85	2.08	86.54	12.91			78.92	3.33	104.09	14.08			124.69	3.80	216.27	14.54		
43.11	2.39	87.31	13.21			81.21	3.63	103.71	14.39			132.58	4.10	215.51	14.83		
45.36	2.70	88.06	13.52			82.66	3.91	102.45	14.69			140.43	4.39	214.73	15.14		
47.60	3.01	88.82	13.82			87.45	4.21	102.08	15.00			148.26	4.68	214.98	15.46		
48.64	3.31	90.62	14.11			90.54	4.49	101.12	15.30			156.00	4.98	215.30	15.74		
50.85	3.62	91.35	14.41			96.95	4.79	99.73	15.59			163.67	5.29	214.54	16.04		
51.87	3.91	92.10	14.69			99.98	5.09	100.40	15.90			170.15	5.58	214.81	16.33		
52.89	4.21	93.87	14.99			102.99	5.39	98.57	16.20			177.75	5.88	214.05	16.63		
55.06	4.52	94.57	15.29			107.63	5.69	98.20	16.51			183.05	6.14	214.31	16.93		
56.05	4.82	96.32	15.59			110.58	6.00	97.85	16.81			189.41	6.44	214.53	17.24		
58.21	5.11	97.20	15.72			117.33	6.31	97.49	17.12			194.56	6.73	213.76	17.54		
59.18	5.42	97.68	16.19			123.84	6.61	98.59	17.42			198.53	7.03	212.99	17.83		
60.15	5.72	98.36	16.49			125.85	6.90	98.36	17.73			201.30	7.34	213.19	18.15		
61.11	6.02	99.01	16.80			128.69	7.21	97.86	18.03			205.18	7.65	213.42	18.44		
63.21	6.33	100.70	17.10			129.90	7.51	98.11	18.30			207.93	7.95	213.57	18.77		
64.16	6.61	101.35	17.39			131.51	7.81	98.56	18.64			209.52	8.25	212.76	19.08		
65.09	6.92	101.99	17.69			131.48	8.11	101.03	18.95			212.20	8.56	212.94	19.39		
66.02	7.22	102.63	17.99			132.67	8.41	100.66	19.25			213.79	8.84	212.15	19.69		
68.08	7.52	104.25	18.30			131.11	8.70	100.27	19.56			215.30	9.15	211.33	20.00		
68.99	7.81	104.87	18.59			129.81	9.00	99.90	19.86			215.72	9.45	211.53	20.30		
69.89	8.12	105.48	18.89			128.90	9.30	100.91	20.17			216.12	9.75	210.70	20.61		
70.79	8.42	106.07	19.20			126.95	9.61	100.47	20.47			217.63	10.05	210.89	20.90		
71.69	8.70	106.66	19.50			126.54	9.91	101.53	20.78			216.91	10.34	210.06	21.22		

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3345-06	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	19.50		
Campione	Ci3	a m	19.95	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	20.07	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	19.03	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	15.10	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³		
Peso specifico dei grani	Gs		-		
Grado di saturazione	s _r		%		
Indice dei vuoti	e				
Porosità	n		%		
				ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)	
				Ghiaia (> 2 mm)	0.00 %
				Sabbia (0,06-2 mm)	61.46 %
				Limo (0,002-0,06 mm)	25.82 %
				Argilla (< 0,002 mm)	12.72 %

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA					
Limite di liquidità	W _L	n.d.	%	Indice di plasticità	I _p %
Limite di plasticità	W _p	n.p.	%	Indice di consistenza	I _c
Limite di ritiro	W _s		%	Indice di liquidità	I _l
				Indice di attività	A

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)
	ϕ'	34 °	ϕ_r	°	
	C'	0.0 KN/m ²	C _r	KN/m ²	
					Valori medi
					σ_f KPa
					Cu KPa

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.	Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica
	ϕ'	°	ϕ'	°		
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²	Cu KN/m ²	


PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
	E' (MPa)									
	m_v m ² /MN									

RIGONFIAMENTO LIBERO	%
-----------------------------	---

PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d	KN/m ³
	Valore ottimale di W	%

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo 2	Classificazione di gruppo A 4
	n. 10 (2.0 mm)	100.00	%		
	n. 40 (0.425 mm)	98.27	%		
	n. 200 (0.075 mm)	44.59	%		
				Valutazione generale	

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	100.00	%	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	44.59	%	Nome del Gruppo	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9372	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-06	COMMESSA
DATA di emissione 20-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	19.50		
Campione	Ci3	a m	19.95	-	30-ott-09

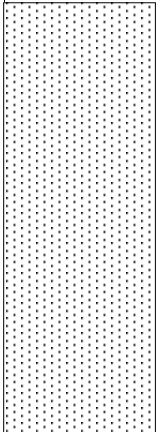
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

APERTURA CAMPIONE

Norma ASTM D2488-93	Data apertura campione 4-nov-09
----------------------------	--

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<input type="checkbox"/>	Proveniente da scavo	Lunghezza (cm):	<input type="text"/>	<div><div>X</div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>	
X	Proveniente da sondaggio geognostico	Diametro (cm):	<input type="text"/>		
X	involucro contenitore: fustella inox	Peso (g):	<input type="text"/>		
	involucro contenitore: fustella metallica				
	involucro contenitore: tubo in p.v.c.				
	involucro contenitore: sacchetto plastica				
	involucro contenitore: barattolo in vetro				



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione	
	5			Tagliio diretto		Sabbia medio-fine limosa grigia
	10					Varvatures marroni tra 10 e 28 cm.
	15					Livelli limosi con spessore max 7 mm tra 21 e 25 cm.
	20					Molto umida.
	25					Granulometria medio-grossolana da 34 a 45 cm.
	30					Reazione all' HCl mediamente vivace.
	35					
	40					
	45					
	50					
	55					
	60					


Prove richieste	Prove eseguite	Note
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Prova di taglio diretto CD	Prova di taglio diretto CD	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9373	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-06	COMMESSA
DATA di emissione 20-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		
Sondaggio	S2	da m	19.50	30-ott-09
Campione	Ci3	a m	19.95	

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
Descrizione del campione	Sabbia medio-fine limosa grigia

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione 4-nov-09
-------	----------------	------------------------------

Massa contenitore	g 10.60 10.78 10.70
Massa contenitore + terreno umido	g 74.24 45.59 69.45
Massa contenitore + terreno secco	g 60.69 38.29 57.84
Massa acqua contenuta	g 13.55 7.30 11.61
Massa terreno secco	g 50.09 27.51 47.14
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	% 27.05 26.54 24.63

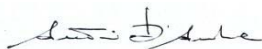
Contenuto in acqua (valore medio)	% 26.07
--	----------------


Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9374	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-06	COMMESSA
DATA di emissione 20-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	19.50		
Campione	Ci3	a m	19.95	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Sabbia medio-fine limosa grigia
--------------------------	---------------------------------

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

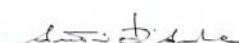
Metodo delle misure lineari						
Data della determinazione		4-nov-09	4-nov-09	4-nov-09		
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	cm	2.00	2.05	1.94	
	Superficie	cm	6.20	5.99	5.96	
	Volume fustella	cm ³	76.88	73.55	68.80	
Massa fustella	g	71.42	59.45	67.27		
Massa fustella con terreno	g	212.78	207.88	202.27		
Massa terreno		141.36	148.43	135.00		
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³	18.04	19.80	19.25		
Contenuto naturale in acqua	%	27.05	26.54	24.63		
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³	14.20	15.64	15.45		


Metodo della pesata idrostatica						
Data della determinazione						
Massa del contenitore di raccolta	g					
Massa provino umido (P1)	g					
Massa provino umido paraffinato (P2)	g					
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g					
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g					
Temperatura dell'acqua	°C					
Densità della paraffina	KN/m ³					
Volume del provino	%					
Peso di volume	KN/m ³					

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9375	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-06	COMMESSA
DATA di emissione 20-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO	
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		
Sondaggio	S2	da m	19.50			
Campione	Ci3	a m	19.95			
					-	30-ott-09
Descrizione del campione		Sabbia medio-fine limosa grigia				
COMMITTENTE		AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO				
CANTIERE		PORTO DI LIVORNO (LI)				
LOCALITA' DI PRELIEVO		CALATA CARRARA				

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

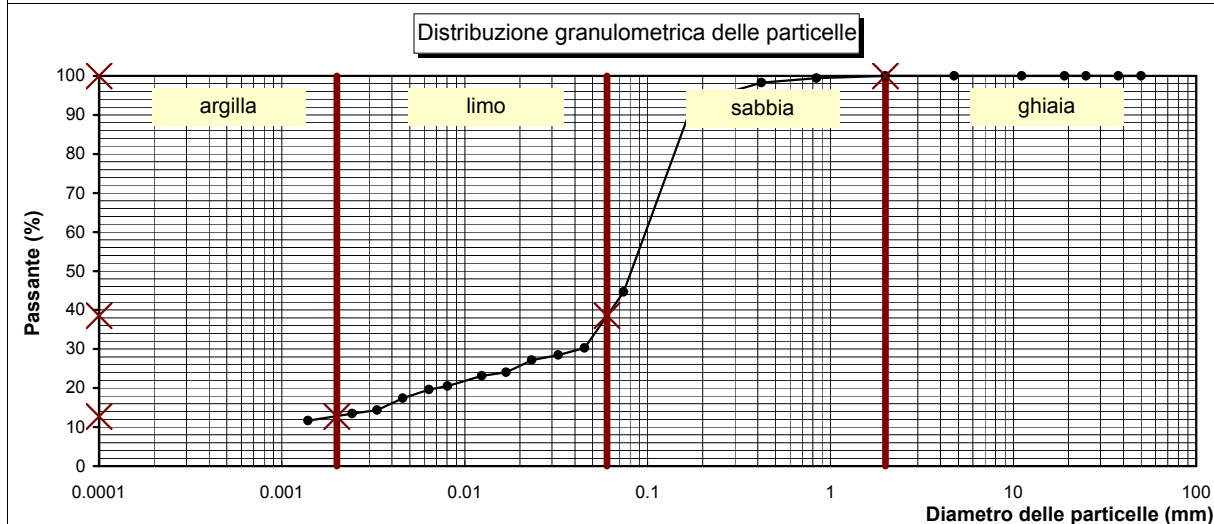
Data	30-nov-09	Massa terreno secco (g)					236.41							Diametro massimo delle particelle (mm)			
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074					
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	2.67	12.04	114.86					
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	4.10	16.14	131.00					
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.13	5.09	48.59					
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.73	6.83	55.41					
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.40	98.27	93.17	44.59					

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	17-dic-09	Massa terreno secco (g)					Gs	(Assunto)					2.65			
Tempo di lettura (min)	1	2	4	8	15	37	60	120	240	456	1416	0				
Temperatura (°C)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0				
Lettura densimetro	38	36	34.5	31	30	27	26	23.5	20	19	17	0				
Diametro particelle (mm)	0.04518	0.03247	0.0232	0.01686	0.0124	0.0081	0.0064	0.0046	0.00332	0.0024	0.0014	0				
Passante (%)	30.24	28.47	27.14	24.05	23.16	20.51	19.62	17.41	14.32	13.43	11.66	0.00				

Note: Liquido flocculante preparato il 12-12-09



Ghiaia (> 2 mm) %	0.00	Passante ai setacci ASTM	uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI
Sabbia (0,06-2 mm) %	61.46	N. 10 (2.0 mm) %	100.00	sabbia con limo argillosa
Limo (0,002-0,06 mm) %	25.82	N. 40 (0.425 mm) %	98.27	
Argilla (< 0,002 mm) %	12.72	N. 200 (0.075 mm) %	44.59	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9376 DATA di emissione 20-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-06 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	19.50		
Campione	Ci3	a m	19.95	-	
					30-ott-09

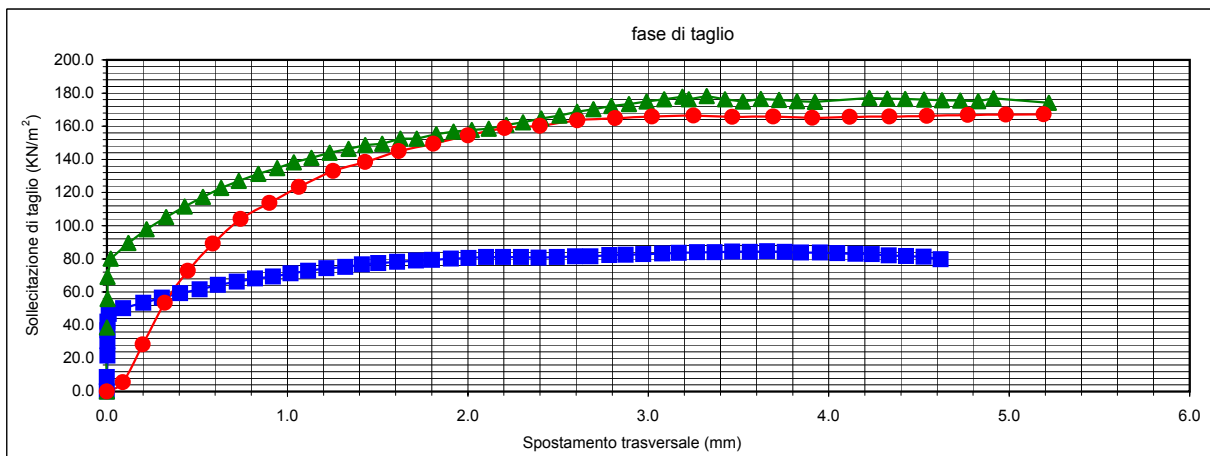
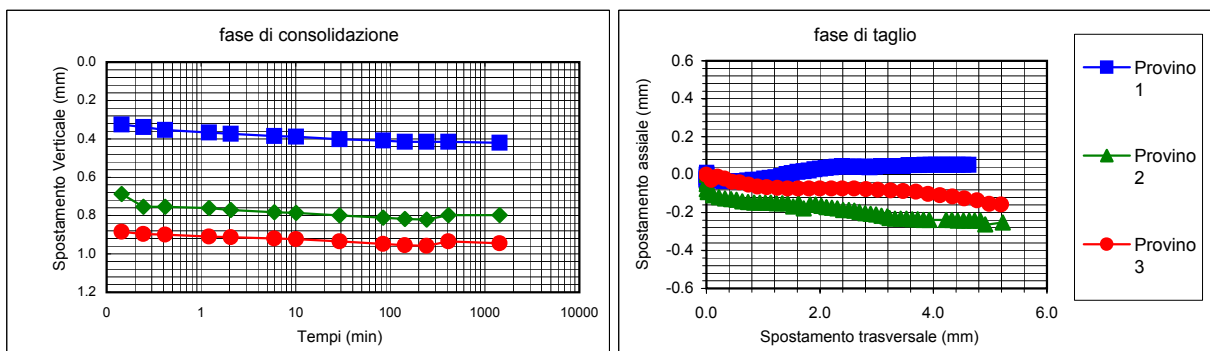
Descrizione del campione	Sabbia medio-fine limosa grigia
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova 9-nov-09
-------	--------------	--------------------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Altezza	H_0	cm		2.00	2.05	1.94	
Lato	L	cm		6.20	5.99	5.96	
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³		18.04	19.80	19.25	
Contenuto d'acqua	W	%		27.05	26.54	24.63	
Peso specifico dei grani	Gs						
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m ³		14.20	15.64	15.45	
indice dei vuoti	e_0						
Grado di saturazione	S	%					

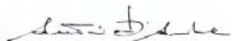
FASE DI PROVA				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Pressione verticale	KN/m ²			100.0	200.0	300.0	
Tempo di consolidazione	ore			24.0	24.0	24.0	
Cedimento a fine consolidazione	mm			0.420	0.798	0.945	
Velocità imposta in fase di taglio	mm/min			0.007	0.007	0.007	
Contenuto d'acqua a fine prova	%			26.10	207.77	27.78	




Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9376	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-06	COMMESSA
DATA di emissione 20-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m:	19.50		
Campione	Ci3	a m:	19.95		
				-	30-ott-09

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	9-nov-09
-------	--------------	-----------------------	----------


Provino TDP1						Provino TDP2						Provino TDP3					
τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)
0.00	0.00	0.00	82.36	2.88	0.04	0.00	0.00	0.00	175.00	2.99	-0.21	0.00	0.00	0.00			
8.73	0.00	0.01	82.77	2.97	0.04	20.11	0.00	-0.03	176.21	3.09	-0.22	5.66	0.09	-0.03			
21.63	0.00	0.00	83.18	3.08	0.04	38.70	0.00	-0.04	177.80	3.19	-0.22	28.28	0.20	-0.01			
30.36	0.00	-0.01	83.59	3.17	0.04	55.77	0.00	-0.05	176.29	3.22	-0.23	53.54	0.32	-0.02			
36.81	0.00	-0.02	84.00	3.27	0.04	69.05	0.00	-0.08	178.14	3.32	-0.23	72.71	0.45	-0.04			
42.12	0.00	-0.03	84.03	3.37	0.04	80.05	0.02	-0.09	176.28	3.42	-0.23	89.28	0.59	-0.04			
46.67	0.01	-0.03	84.44	3.47	0.04	89.56	0.12	-0.11	174.81	3.52	-0.23	104.14	0.74	-0.05			
50.10	0.09	-0.03	84.08	3.56	0.05	97.93	0.22	-0.12	176.53	3.62	-0.24	113.78	0.90	-0.06			
53.54	0.20	-0.03	84.49	3.66	0.05	105.18	0.33	-0.13	175.83	3.72	-0.24	123.42	1.06	-0.07			
56.59	0.31	-0.04	84.14	3.76	0.05	111.67	0.43	-0.13	175.12	3.82	-0.24	133.10	1.25	-0.07			
59.27	0.41	-0.04	83.78	3.85	0.05	117.40	0.53	-0.13	174.79	3.92	-0.24	138.41	1.43	-0.07			
61.57	0.51	-0.04	83.81	3.95	0.05	122.76	0.63	-0.14	177.02	4.22	-0.24	145.04	1.62	-0.07			
64.25	0.62	-0.04	83.45	4.05	0.05	126.97	0.73	-0.14	176.70	4.32	-0.24	149.50	1.81	-0.07			
66.18	0.72	-0.03	83.10	4.15	0.05	131.20	0.84	-0.15	176.37	4.42	-0.24	154.40	2.00	-0.07			
68.10	0.82	-0.03	82.74	4.24	0.05	134.67	0.94	-0.15	176.05	4.53	-0.24	158.89	2.20	-0.07			
69.26	0.92	-0.03	81.99	4.33	0.05	138.13	1.04	-0.15	175.72	4.63	-0.24	160.30	2.40	-0.07			
71.19	1.02	-0.02	81.64	4.43	0.05	140.84	1.13	-0.15	175.40	4.73	-0.24	163.48	2.61	-0.07			
72.74	1.12	-0.02	81.28	4.53	0.05	143.93	1.23	-0.15	175.07	4.83	-0.24	164.91	2.82	-0.08			
74.28	1.22	-0.01	79.76	4.62	0.05	146.26	1.34	-0.15	176.79	4.91	-0.26	165.90	3.02	-0.08			
75.07	1.32	-0.01				148.59	1.43	-0.15	174.15	5.22	-0.25	166.47	3.25	-0.08			
76.62	1.41	0.00				149.40	1.53	-0.17				165.71	3.47	-0.09			
77.40	1.50	0.01				152.50	1.63	-0.15				165.83	3.69	-0.09			
78.19	1.61	0.01				152.54	1.72	-0.18				165.08	3.91	-0.10			
78.98	1.71	0.02				155.26	1.82	-0.16				165.63	4.12	-0.11			
79.39	1.80	0.02				156.84	1.92	-0.16				165.75	4.34	-0.12			
80.18	1.91	0.03				157.66	2.02	-0.16				166.31	4.54	-0.13			
80.59	2.00	0.03				158.47	2.12	-0.17				166.88	4.77	-0.14			
81.00	2.10	0.03				160.81	2.21	-0.18				167.00	4.98	-0.15			
81.02	2.19	0.04				162.39	2.31	-0.18				167.12	5.19	-0.16			
81.05	2.30	0.04				164.73	2.41	-0.19									
80.69	2.39	0.04				166.32	2.51	-0.19									
81.10	2.49	0.04				168.66	2.61	-0.19									
81.51	2.59	0.04				170.24	2.70	-0.20									
81.54	2.68	0.04				172.21	2.80	-0.20									
82.33	2.79	0.04				173.41	2.89	-0.21									

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3345-08	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	28.00		
Campione	Ci4	a m	28.50	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	21.52	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	19.29	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	15.88	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³		
Peso specifico dei grani	Gs		-		
Grado di saturazione	s _r		%		
Indice dei vuoti	e				
Porosità	n		%		
				ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)	
				Ghiaia (> 2 mm)	0.00 %
				Sabbia (0,06-2 mm)	71.06 %
				Limo (0,002-0,06 mm)	27.72 %
				Argilla (< 0,002 mm)	1.22 %

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA					
Limite di liquidità	W _L	%	Indice di plasticità	I _p	%
Limite di plasticità	W _p	%	Indice di consistenza	I _c	
Limite di ritiro	W _s	%	Indice di liquidità	I _l	
			Indice di attività	A	

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)
	ϕ'	37 °	ϕ_r	°	
	C'	0.0 KN/m ²	C _r	KN/m ²	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.	Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica m/sec
	ϕ'	°	ϕ'	°		
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²		


PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
	E' (MPa)									
	m _v m ² /MN									

RIGONFIAMENTO LIBERO	%
-----------------------------	----------

PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d	KN/m ³	PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)	Ind. CBR non Imbibito	%
	Valore ottimale di W	%		Ind. CBR Imbibito	%

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo 0	Classificazione di gruppo
	n. 10 (2.0 mm)	100.00	%		
	n. 40 (0.425 mm)	98.90	%		
	n. 200 (0.075 mm)	36.63	%		

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	100.00	%	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	36.63	%	Nome del Gruppo	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9387	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-08	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	Sondaggio	da m	
Campione	Ci4	-		28.00	30-ott-09
	a m			28.50	

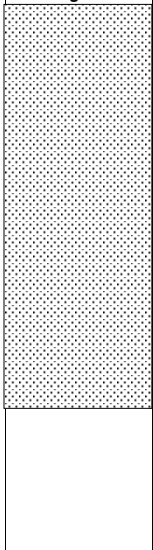
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

APERTURA CAMPIONE

Norma ASTM D2488-93	Data apertura campione 11-nov-09
---------------------	----------------------------------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<div><div></div><div>Proveniente da scavo</div></div>		Lunghezza (cm):	<div><div></div><div>44.00</div></div>		<div><div></div><div>1</div></div>
<div><div></div><div>Proveniente da sondaggio geognostico</div></div>		Diametro (cm):	<div><div></div><div>8.48</div></div>		<div><div></div><div>2</div></div>
<div><div></div><div>involucro contenitore: fustella inox</div></div>		Peso (g):	<div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div>3</div></div>
<div><div></div><div>involucro contenitore: fustella metallica</div></div>					<div><div></div><div>4</div></div>
<div><div></div><div>involucro contenitore: tubo in p.v.c.</div></div>					<div><div></div><div>5</div></div>
<div><div></div><div>involucro contenitore: sacchetto plastica</div></div>					
<div><div></div><div>involucro contenitore: barattolo in vetro</div></div>					



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				Sabbia medio fine da limosa a con limo di colore grigio. Bagnata. Reazione all'HCl, debole. Locali livelli centimetrici grigio chiari sabbioso limosi.
	10				
	15				
	20				
	25				
	30				
	35				
	40				
	44				
				taglio diretto	


Prove richieste	Prove eseguite	Note
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Prova di taglio diretto CD	Prova di taglio diretto CD	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9388	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-08	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		
Sondaggio	S2	da m	28.00	30-ott-09
Campione	Ci4	a m	28.50	

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
Descrizione del campione	Sabbia medio fine da limosa a con limo di colore grigio.

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione				
Massa contenitore	g	10.78	10.84	10.90		
Massa contenitore + terreno umido	g	58.42	70.65	67.85		
Massa contenitore + terreno secco	g	50.30	60.03	57.42		
Massa acqua contenuta	g	8.12	10.62	10.43		
Massa terreno secco	g	39.52	49.19	46.52		
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	20.55	21.59	22.42		


Contenuto in acqua (valore medio)	%	21.52				
--	----------	--------------	--	--	--	--


Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9389	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-08	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	28.00		
Campione	Ci4	a m	28.50	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Sabbia medio fine da limosa a con limo di colore grigio.
--------------------------	--

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

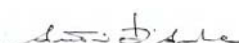
Metodo delle misure lineari						
Data della determinazione						
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	cm	2.00	2.05	1.94	
	Superficie	cm	5.99	5.99	5.96	
	Volume fustella	cm ³	71.82	73.55	68.80	
Massa fustella		g	71.21	59.45	67.27	
Massa fustella con terreno		g	212.07	204.96	202.13	
Massa terreno			140.86	145.51	134.86	
Peso di volume in condizione di umidità naturale		KN/m ³	19.24	19.41	19.23	
Contenuto naturale in acqua		%	20.55	21.59	22.42	
Peso di volume in condizione secco		KN/m ³	15.96	15.96	15.71	


Metodo della pesata idrostatica						
Data della determinazione						
Massa del contenitore di raccolta		g				
Massa provino umido (P1)		g				
Massa provino umido paraffinato (P2)		g				
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta		g				
Massa del provino immerso in acqua (P3)		g				
Temperatura dell'acqua		°C				
Densità della paraffina		KN/m ³				
Volume del provino		%				
Peso di volume		KN/m ³				

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9390	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-08	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m	28.00		
Campione	Ci4	a m	28.50	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Sabbia medio fine da limosa a con limo di colore grigio.
--------------------------	--

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

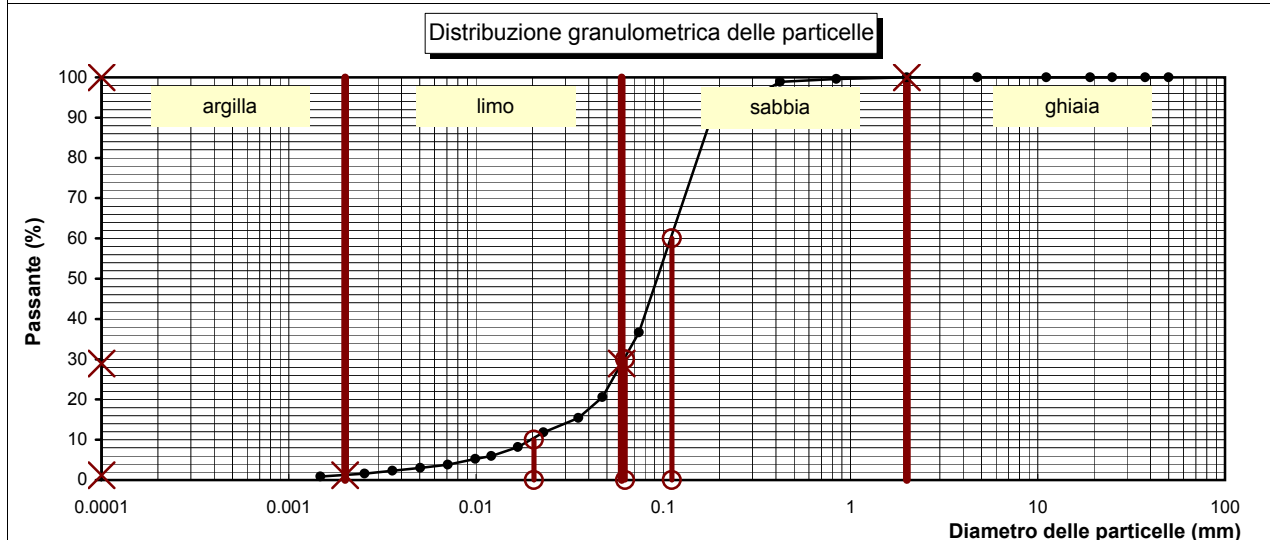
Data	30-nov-09	Massa terreno secco (g)						209.67	Diametro massimo delle particelle (mm)				
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074	
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	1.41	21.16	109.40	
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	2.30	23.46	132.86	
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.67	10.09	52.18	
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	1.10	11.19	63.37	
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.58	98.90	88.81	36.63	

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	12-dic-09	Massa terreno secco (g)				50.21	Gs		(Assunto)		2.65			
Tempo di lettura (min)		1	2	5	10	20	30	60	120	240	480	1440		
Temperatura (°C)		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Lettura densimetro		32	25	20	15	12	11	9	8	7	6	5		
Diametro particelle (mm)		0.04735	0.03518	0.023	0.016761	0.0121	0.0099	0.0071	0.00504	0.00358	0.0025	0.0015		
Passante (%)		20.56	15.45	11.81	8.16	5.97	5.24	3.78	3.05	2.32	1.59	0.86		

Note: Liquido antiflocculante preparato il 10-12-09



Ghiaia (> 2 mm) %	0.00	Passante ai setacci ASTM		uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI
Sabbia (0,06-2 mm) %	71.06	N.10 (2.0 mm) %	100.00		
Limo (0,002-0,06 mm) %	27.72	N. 40 (0.425 mm) %	98.90	Cu	5.44
Argilla (< 0,002 mm) %	1.22	N. 200 (0.075 mm) %	36.63	Cc	1.73
				sabbia con limo	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9391 DATA di emissione 22-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-08 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		
Sondaggio S2	da m 28.00			
Campione Ci4	a m 28.50	-		30-ott-09

Descrizione del campione	Sabbia medio fine da limosa a con limo di colore grigio.
--------------------------	--

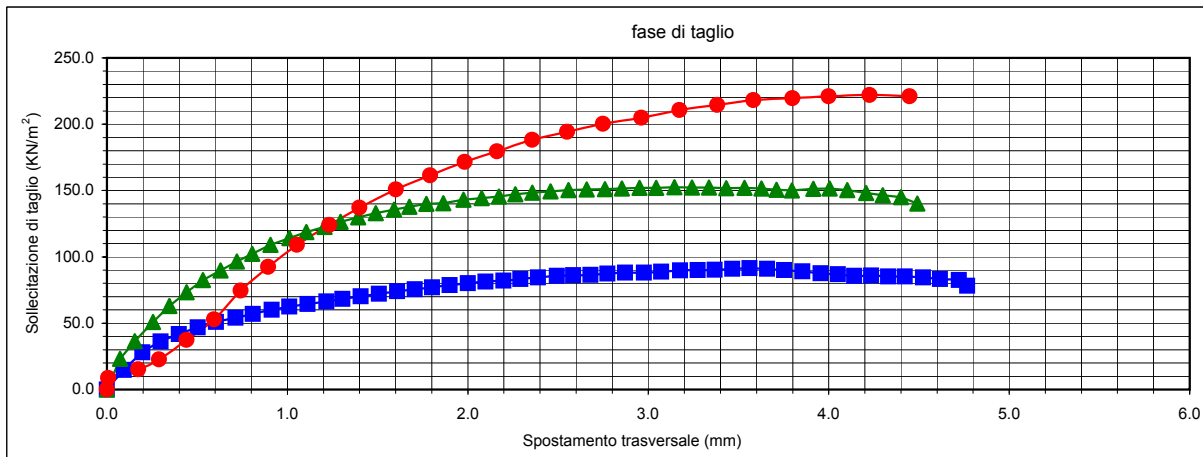
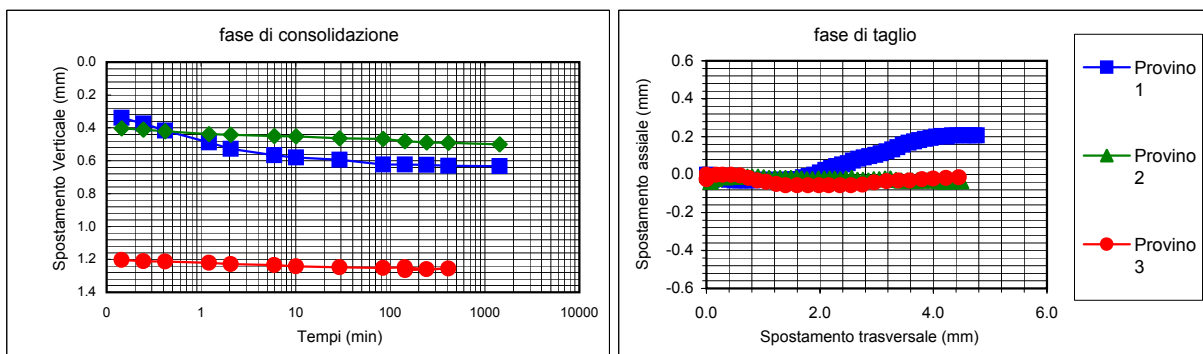
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova 21-nov-09
-------	--------------	---------------------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Altezza	H_0	cm		2.00	2.05	1.94	
Lato	L	cm		5.99	5.99	5.96	
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³		19.24	19.41	19.23	
Contenuto d'acqua	W	%		20.55	21.59	22.42	
Peso specifico dei grani	Gs						
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m ³		15.96	15.96	15.71	
Indice dei vuoti	e_0						
Grado di saturazione	S	%					

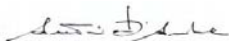
FASE DI PROVA				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Pressione verticale	KN/m ²			100.0	200.0	300.0	
Tempo di consolidazione	ore			24.0	24.0	24.0	
Cedimento a fine consolidazione	mm			0.632	0.500	1.265	
Velocità imposta in fase di taglio	mm/min			0.010	0.010	0.010	
Contenuto d'acqua a fine prova	%			21.99	20.39	19.43	




Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9391 DATA di emissione 22-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-08 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	---------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S2	da m:	28.00		
Campione	Ci4	a m:	28.50		
				-	30-ott-09

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

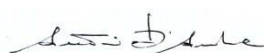
Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	21-nov-09
-------	--------------	-----------------------	-----------


Provino TDP1						Provino TDP2						Provino TDP3					
τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)
0.00	0.00	0.00	90.95	3.46	0.16	0.00	0.00	0.00	152.23	3.34	-0.03	0.00	0.00	0.00			
14.81	0.09	-0.03	91.37	3.56	0.17	23.16	0.07	-0.04	151.90	3.43	-0.03	8.70	0.01	-0.02			
28.10	0.20	-0.01	91.01	3.66	0.17	36.45	0.15	-0.02	151.95	3.53	-0.03	15.23	0.17	0.00			
36.09	0.30	-0.02	89.89	3.75	0.18	50.89	0.26	-0.01	151.61	3.63	-0.03	22.64	0.29	0.00			
41.80	0.40	-0.03	89.15	3.85	0.19	63.05	0.35	-0.01	150.51	3.71	-0.03	37.46	0.44	0.00			
46.75	0.50	-0.03	87.65	3.95	0.19	73.33	0.44	-0.01	150.17	3.80	-0.03	52.73	0.59	0.00			
50.95	0.60	-0.03	86.91	4.05	0.20	82.47	0.53	-0.01	151.38	3.91	-0.03	74.54	0.74	-0.02			
54.01	0.71	-0.03	85.78	4.14	0.20	89.71	0.63	-0.01	151.42	4.00	-0.03	92.45	0.89	-0.03			
57.07	0.81	-0.03	85.81	4.23	0.20	96.58	0.72	-0.01	150.32	4.10	-0.04	109.07	1.05	-0.04			
60.13	0.91	-0.03	85.06	4.33	0.21	102.31	0.81	-0.01	148.07	4.21	-0.04	123.97	1.23	-0.05			
62.43	1.01	-0.03	85.09	4.42	0.21	109.19	0.91	-0.01	146.58	4.30	-0.04	137.13	1.40	-0.06			
64.36	1.11	-0.03	84.35	4.52	0.21	114.17	1.01	-0.01	145.09	4.40	-0.04	150.75	1.60	-0.06			
66.28	1.22	-0.03	83.22	4.62	0.21	118.77	1.10	-0.02	140.14	4.49	-0.04	161.33	1.79	-0.06			
68.21	1.31	-0.03	82.48	4.72	0.21	122.62	1.21	-0.02	0.00	0.00	0.00	171.49	1.98	-0.06			
70.14	1.41	-0.03	78.26	4.77	0.21	126.46	1.30	-0.02	0.00	0.00	0.00	179.46	2.16	-0.06			
72.07	1.51	-0.02				129.93	1.39	-0.02	0.00	0.00	0.00	188.33	2.36	-0.06			
73.99	1.61	-0.02				133.01	1.49	-0.02	0.00	0.00	0.00	194.14	2.55	-0.06			
75.54	1.71	-0.01				135.73	1.59	-0.02	0.00	0.00	0.00	200.40	2.75	-0.05			
77.10	1.80	-0.01				137.67	1.68	-0.02	0.00	0.00	0.00	204.93	2.96	-0.04			
78.65	1.90	0.00				140.00	1.77	-0.02	0.00	0.00	0.00	210.77	3.17	-0.04			
80.20	2.00	0.01				140.43	1.86	-0.02	0.00	0.00	0.00	214.43	3.38	-0.03			
81.37	2.10	0.02				143.15	1.98	-0.02	0.00	0.00	0.00	218.09	3.58	-0.03			
82.16	2.20	0.03				144.34	2.08	-0.02	0.00	0.00	0.00	219.57	3.80	-0.02			
83.34	2.29	0.05				145.53	2.17	-0.02	0.00	0.00	0.00	221.04	4.00	-0.02			
84.51	2.39	0.05				147.10	2.26	-0.02	0.00	0.00	0.00	222.08	4.23	-0.02			
85.69	2.49	0.06				148.30	2.36	-0.02	0.00	0.00	0.00	220.93	4.45	-0.01			
86.10	2.58	0.07				149.49	2.46	-0.02	0.00	0.00	0.00						
86.50	2.68	0.08				150.31	2.56	-0.02	0.00	0.00	0.00						
87.30	2.77	0.09				150.74	2.66	-0.03	0.00	0.00	0.00						
88.09	2.87	0.10				151.17	2.76	-0.03	0.00	0.00	0.00						
88.12	2.98	0.10				151.60	2.85	-0.03	0.00	0.00	0.00						
88.92	3.07	0.11				152.04	2.95	-0.02	0.00	0.00	0.00						
89.72	3.18	0.12				152.08	3.04	-0.02	0.00	0.00	0.00						
90.13	3.27	0.13				152.52	3.14	-0.02	0.00	0.00	0.00						
90.16	3.37	0.14				152.18	3.24	-0.02	0.00	0.00	0.00						

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.		3345-09	COMMESSA
DATA di emissione		3-nov-09	110.09

IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
Sondaggio	S3	da m	4.50
Campione	Ci1	a m	5.00

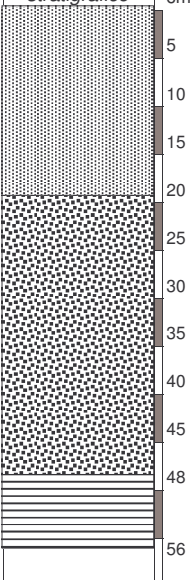
COMMITTENTE	Autorità Portuale di Livorno
CANTIERE	Calata carrara - Porto di Livorno - LI
LOCALITA' DI PRELIEVO	Calata carrara - Porto di Livorno - LI

APERTURA CAMPIONE

Norma	ASTM D2488-93	Data apertura campione	10-nov-09
-------	---------------	------------------------	-----------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
	Proveniente da scavo		Lunghezza (cm):	56.00	
	Proveniente da sondaggio geognostico		Diametro (cm):	8.50	
	involucro contenitore: fustella inox		Peso (g):		
	involucro contenitore: fustella metallica				
	involucro contenitore: tubo in p.v.c.				
	involucro contenitore: sacchetto plastica				
	involucro contenitore: barattolo in vetro				



Schema stratigrafico 	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione Da 0.00 a 20.00 cm: LIMO con sabbia argilloso, grigio scuro. Ricco di materia organica e di frammenti di gusci di molluschi. Rdiffusi livelli e plaghe centimetriche di alghe parzialmente decomposte. Odore fetido. Da 20.00 a 48.00 cm: SABBIA limosa grigia. Ricca di gusci di molluschi integri o frantumati. Diffuse alghe parzialmente decomposte. Da 48.00 a 56.00 cm: argilla con limo debolmente ghiaiosa, grigia chiara. Componente ghiaiosa costituita da grumi millimetrici calcarei.
	200	95		
	220			


Prove richieste	Prove possibili	Note
	Taglio diretto (tra 20 e 48 cm)	
	Prova edometrica (tra 48.00 e 56.00 cm)	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3345-10	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE			
Sondaggio	S3	da m	7.50		
Campione	Ci2	a m	8.00	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	30.64	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	18.62	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	14.25	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³		
Peso specifico dei grani	Gs		-		
Grado di saturazione	s _r		%		
Indice dei vuoti	e				
Porosità	n		%		
				ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)	
				Ghiaia (> 2 mm)	0.00 %
				Sabbia (0,06-2 mm)	0.75 %
				Limo (0,002-0,06 mm)	58.00 %
				Argilla (< 0,002 mm)	41.25 %

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA					
Limite di liquidità	WI	44.25	%	Indice di plasticità	Ip 18.07 %
Limite di plasticità	Wp	26.18	%	Indice di consistenza	Ic 0.75
Limite di ritiro	Ws		%	Indice di liquidità	Il 0.25
				Indice di attività	A 0.44

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)
	ϕ'	21 °	ϕ_r	°	
	C'	13.1 KN/m ²	C _r	KN/m ²	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.	Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica m/sec
	ϕ'	°	ϕ'	°		
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²		
					Cu 124 KN/m ²	


PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
	E' (MPa)									
	m_v m ² /MN									

RIGONFIAMENTO LIBERO	%
-----------------------------	---

PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d	KN/m ³	PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)	Ind. CBR non Imbibito	%
	Valore ottimale di W	%		Ind. CBR Imbibito	%

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo	16	Classificazione di gruppo	A 7-6
	n.10 (2.0 mm)	100.00	%	Materiale tipico			
	n. 40 (0.425 mm)	100.00	%				
	n. 200 (0.075 mm)	99.48	%	Valutazione generale			

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	100.00	%	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	99.48	%	Nome del Gruppo	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9392	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-10	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	Sondaggio	da m	
Campione	Ci2	-	S3	7.50	30-ott-09
	a m	8.00	Campione		

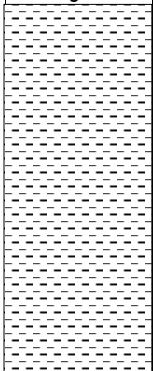
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

APERTURA CAMPIONE

Norma	ASTM D2488-93	Data apertura campione 2-dic-09
-------	---------------	---------------------------------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<div><div></div><div>Proveniente da scavo</div></div>		Lunghezza (cm):	<div><div></div><div>40.00</div></div>		<div><div></div><div>1</div></div>
<div><div></div><div>Proveniente da sondaggio geognostico</div></div>		Diametro (cm):	<div><div></div><div>8.47</div></div>		<div><div></div><div>2</div></div>
<div><div></div><div>involucro contenitore: fustella inox</div></div>		Peso (g):	<div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div>3</div></div>
<div><div></div><div>involucro contenitore: fustella metallica</div></div>					<div><div></div><div>4</div></div>
<div><div></div><div>involucro contenitore: tubo in p.v.c.</div></div>					<div><div></div><div>5</div></div>
<div><div></div><div>involucro contenitore: sacchetto plastica</div></div>					
<div><div></div><div>involucro contenitore: barattolo in vetro</div></div>					



Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				Argilla limosa di colore grigio. Livello sabbioso limoso e locali plaaghe e materiale organico ossidato. Umida. Plastica. Molto consistente. Diffusi livelli millimetrici limo sabbiosi.
	10	210	110	Triassiale UU	
	15				
	20	170	100		
	25				
	30	230			
	35	220			Taglio diretto
	40		88		
	45				
	50				
	55				
	60				


Prove richieste	Prove eseguite	Note
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Prova di compressione Triassiale UU	Prova di compressione Triassiale UU	
Prova di taglio diretto CD	Prova di taglio diretto CD	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9393	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-10	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		
Sondaggio	S3	da m	7.50	30-ott-09
Campione	Ci2	a m	8.00	

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
Descrizione del campione	Argilla limosa di colore grigio.

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione				
Massa contenitore	g	10.48	10.89	10.88		
Massa contenitore + terreno umido	g	36.02	63.18	43.73		
Massa contenitore + terreno secco	g	29.91	50.89	36.20		
Massa acqua contenuta	g	6.11	12.29	7.53		
Massa terreno secco	g	19.43	40.00	25.32		
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	31.45	30.73	29.74		


Contenuto in acqua (valore medio)	%	30.64
--	----------	--------------


Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9394	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-10	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	7.50		
Campione	Ci2	a m	8.00	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa di colore grigio.
--------------------------	----------------------------------

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

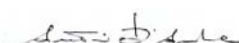
Metodo delle misure lineari						
Data della determinazione						
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	cm	2.00	2.05	1.94	
	Superficie	cm	6.20	5.99	5.96	
	Volume fustella	cm ³	76.88	73.55	68.80	
Massa fustella	g		71.42	59.45	67.27	
Massa fustella con terreno	g		213.22	200.23	200.35	
Massa terreno			141.80	140.78	133.08	
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³		18.09	18.78	18.98	
Contenuto naturale in acqua	%		31.45	30.73	29.74	
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³		13.77	14.36	14.63	

Metodo della pesata idrostatica						
Data della determinazione						
Massa del contenitore di raccolta	g					
Massa provino umido (P1)	g					
Massa provino umido paraffinato (P2)	g					
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g					
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g					
Temperatura dell'acqua	°C					
Densità della paraffina	KN/m ³					
Volume del provino	%					
Peso di volume	KN/m ³					

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n.	9397	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-10	COMMESSA
DATA di emissione	22-dic-09	DATA di emissione	3-nov-09	110.09

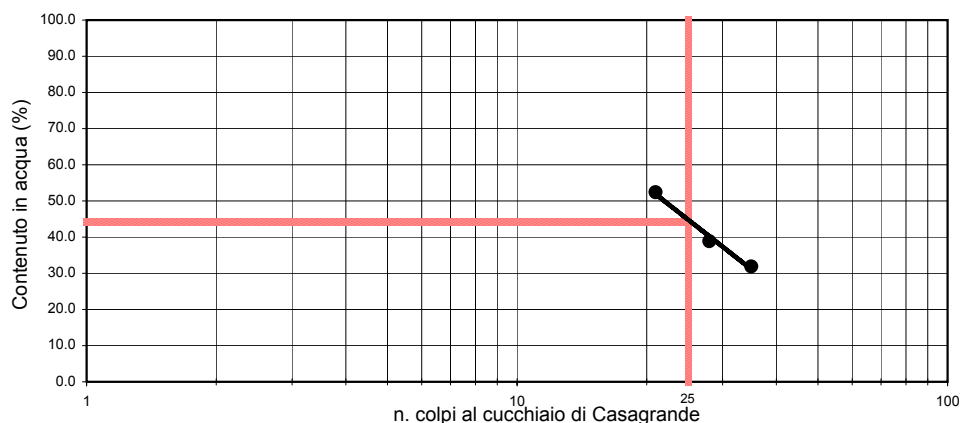
INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	7.5		
Campione	Ci2	a m	8	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa di colore grigio.
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

Norma	ASTM D 4318-84	Data esecuzione della determinazione	11-dic-09
-------	----------------	--------------------------------------	-----------

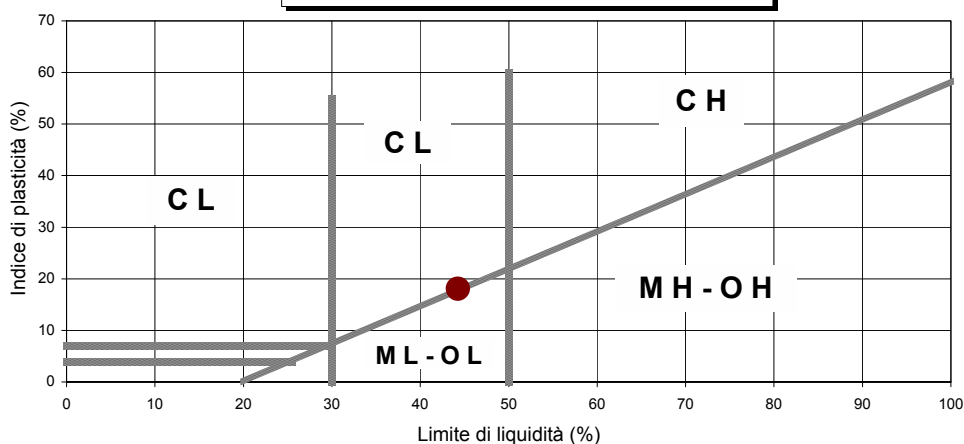
LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'			
Massa contenitore	g	10.67	10.70	10.81		10.84	10.82		
Massa contenitore + terreno umido	g	34.57	36.45	30.29		16.28	16.37		
Massa contenitore + terreno secco	g	26.35	29.25	25.58		15.15	15.22		
Massa acqua contenuta	g	8.22	7.20	4.71		1.13	1.15		
Massa terreno secco	g	15.68	18.55	14.77		4.31	4.40		
Contenuto in acqua	%	52.42	38.81	31.89		26.22	26.14		
Numero di colpi	n	21	28	35					



Note

Limite di liquidità WL (%):	44.25	Limite di plasticità Lp (%):	26.18	Indice di plasticità Ip (%):	18.07
-----------------------------	--------------	------------------------------	--------------	------------------------------	--------------

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE




Note

Lo sperimentatore

Fabio Pizzini

Il Direttore del Laboratorio

Antonio D'Amico

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9395 DATA di emissione 22-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-10 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	7.50		
Campione	Ci2	a m	8.00		
					-
					30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa di colore grigio.
--------------------------	----------------------------------

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
-------------	-------------------------------

CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
----------	-----------------------

LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
-----------------------	----------------

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

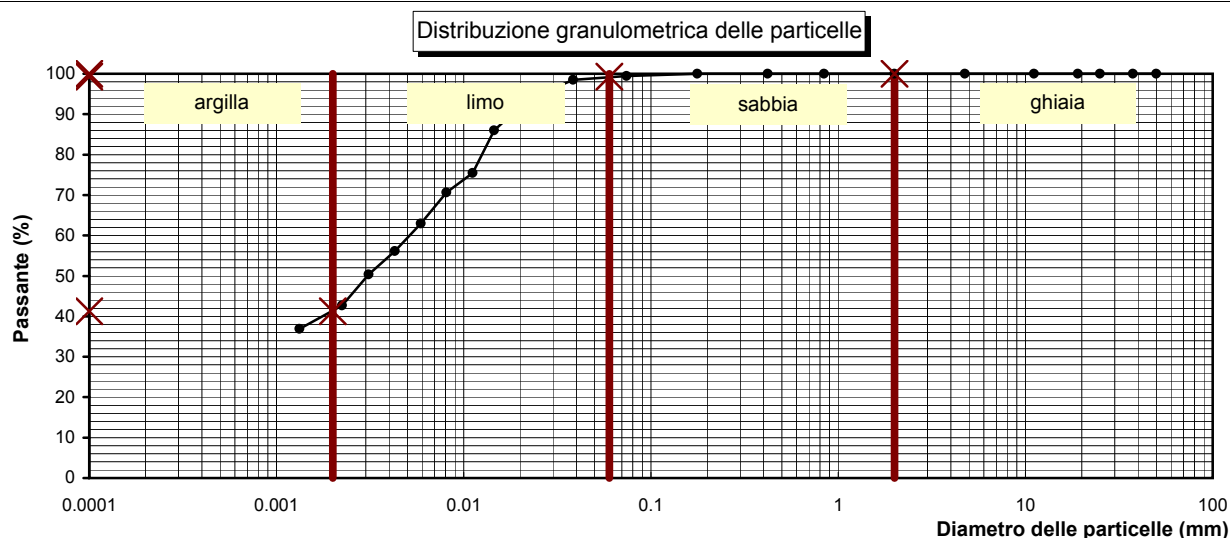
Data	11-dic-09	Massa terreno secco (g)						223.32	Diametro massimo delle particelle (mm)				
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074	
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.48	

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	17-dic-09	Massa terreno secco (g)					50.49	Gs		(determinato)		2.65		
Tempo di lettura (min)		1	2	4	8	15	30	60	120	240	488	1448		
Temperatura (°C)		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Lettura densimetro		55	53.5	51.5	48.5	43	40.5	36.5	33	30	26	23		
Diametro particelle (mm)		0.03838	0.0276	0.0199	0.014536	0.0112	0.0081	0.0059	0.00429	0.0031	0.0022	0.0013		
Passante (%)		98.52	95.63	91.78	86.01	75.42	70.61	62.91	56.17	50.40	42.70	36.92		

Note: Liquido flocculante del 12-12-09



Ghiaia (> 2 mm) %	0.00	Passante ai setacci ASTM	uniformità e concavità	CLASSIFICAZIONE - AGI limo con argilla
Sabbia (0,06-2 mm) %	0.75	N.10 (2.0 mm) %	100.00	
Limo (0,002-0,06 mm) %	58.00	N. 40 (0.425 mm) %	100.00	
Argilla (< 0,002 mm) %	41.25	N. 200 (0.075 mm) %	99.48	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9396	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-10	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	120.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		
Sondaggio S3	da m 7.50			
Campione Ci2	a m 8.00	-		30-ott-09

Descrizione del campione	Argilla limosa di colore grigio.
--------------------------	----------------------------------

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
-------------	-------------------------------

CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
----------	-----------------------

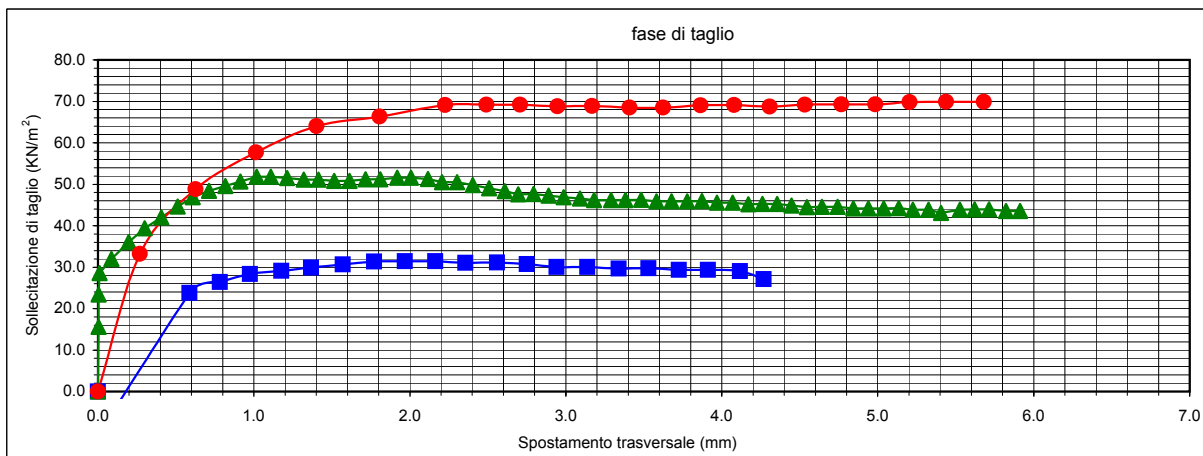
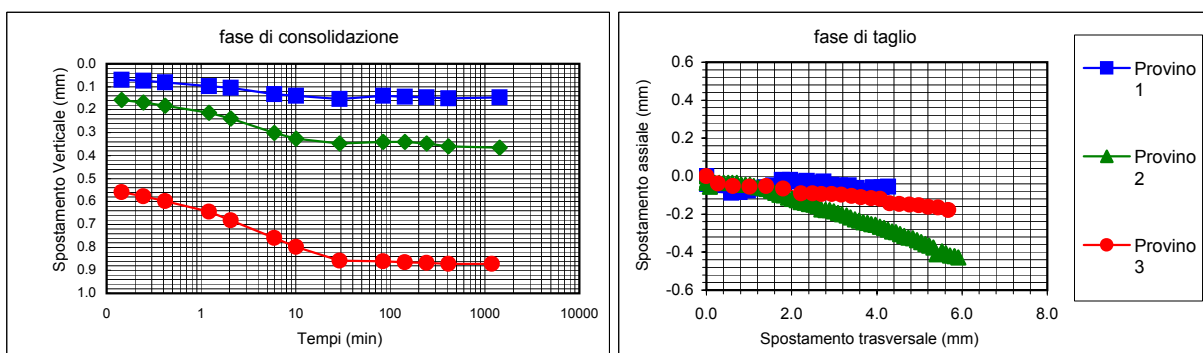
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
-----------------------	----------------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova 7-dic-09
-------	--------------	--------------------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Altezza	H_0	cm		2.00	2.05	1.94	
Lato	L	cm		6.20	5.99	5.96	
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³		18.09	18.78	18.98	
Contenuto d'acqua	W	%		31.45	30.73	29.74	
Peso specifico dei grani	Gs						
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m ³		13.77	14.36	14.63	
Indice dei vuoti	e_0						
Grado di saturazione	S	%					

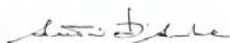
FASE DI PROVA				TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Pressione verticale	KN/m ²			50.0	100.0	150.0	
Tempo di consolidazione	ore			24.0	24.0	24.0	
Cedimento a fine consolidazione	mm			0.147	0.365	0.871	
Velocità imposta in fase di taglio	mm/min			0.005	0.005	0.005	
Contenuto d'acqua a fine prova	%			32.10	29.98	31.07	



Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio




Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m:	7.50		
Campione	Ci2	a m:	8.00	-	30-ott-09

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	7-dic-09
-------	--------------	-----------------------	----------

Il Direttore del Laboratorio

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - servizi@geotecnici@tiscalinet.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
--	---	--

CERTIFICATO n. 9398	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-10	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09		110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE			DATA RICEVIMENTO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio S3	da m 7.50		
Campione Ci2	a m 8.00	-	30-ott-09

Descrizione del campione	
--------------------------	--

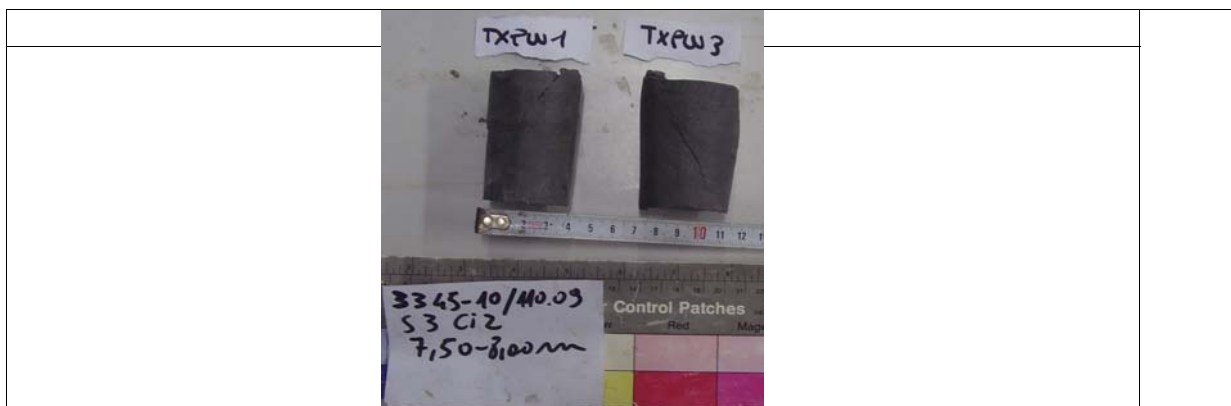
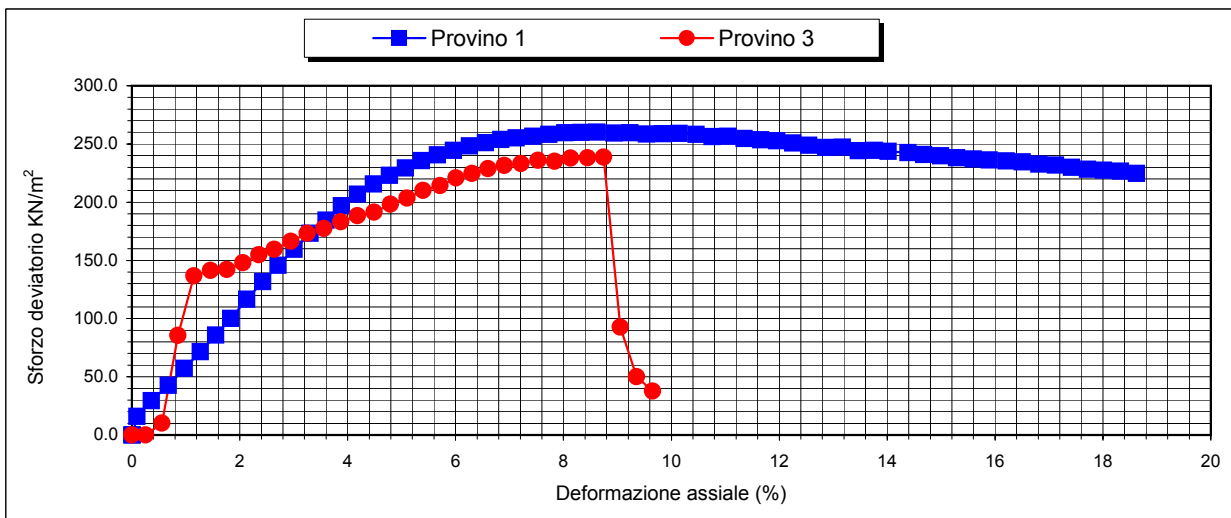
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - UU

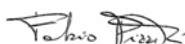
Norma	ASTM D 2850-87	Data esecuzione prova	17-dic-09
-------	----------------	-----------------------	-----------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI			TXUUP1	TXUUP2	TXUUP3
Altezza provino	H_0	mm	76.20		76.20
Diametro provino	D_0	mm	38.10		38.10
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³	19.36		19.07
Contenuto d'acqua	W	%	27.62		27.93
Massa volumica della parte solida	Gs	assunta determinata			
Grado di saturazione iniziale	Sr	%	100.01		97.07
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m ³	15.17		14.91
Indice dei vuoti iniziale	e		0.75		0.78

MODALITA' DI PROVA			TXUUP1	TXUUP2	TXUUP3
Pressione di contenimento		KPa	100.00		200.00
Velocità di deformazione		mm/min	0.50		0.50



Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - serviziigeotecnici@tiscalinet.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 9398	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-10	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA RICEVIMENTO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m:	7.50		
Campione	Ci2	a m:	8.00		
					-
					30-ott-09


PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - UU (Tabella letture acquisite)

Norma	ASTM D 2850-87	Data esecuzione prova	17-dic-09
-------	----------------	-----------------------	-----------

Provino TXUUP1						Provino TXUUP2						Provino TXUUP3					
$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (KPa)	Deformazione (%)
0.00	0.00	259.06	10.15	0.00	0.00							0.00	0.00				
0.00	0.01	258.17	10.46	0.00	0.00							0.00	0.26				
15.93	0.09	256.21	10.75	0.00	0.00							10.10	0.55				
29.34	0.36	256.45	11.05	0.00	0.00							85.57	0.85				
42.65	0.67	254.51	11.35	0.00	0.00							136.74	1.15				
57.10	0.97	253.62	11.66	0.00	0.00							141.32	1.46				
71.47	1.27	252.77	11.96	0.00	0.00							142.14	1.76				
85.76	1.55	250.84	12.25	0.00	0.00							147.92	2.06				
99.96	1.84	248.92	12.55	0.00	0.00							154.91	2.36				
116.47	2.13	246.96	12.86	0.00	0.00							159.40	2.64				
131.68	2.43	247.15	13.17	0.00	0.00							166.28	2.95				
145.62	2.71	244.18	13.47									173.14	3.25				
159.46	3.01	244.40	13.76									177.48	3.56				
173.20	3.31	243.68	14.02									183.00	3.87				
184.50	3.60	242.64	14.38									188.49	4.18				
196.93	3.89	240.76	14.68									191.52	4.49				
206.90	4.18	239.88	14.99									198.17	4.79				
215.63	4.48	238.01	15.29									203.54	5.10				
223.14	4.78	237.14	15.60									210.11	5.40				
229.43	5.07	236.30	15.90									214.20	5.71				
235.69	5.37	235.43	16.21									220.69	6.01				
240.73	5.67	234.60	16.50									224.74	6.31				
244.59	5.96	232.70	16.81									228.77	6.61				
248.42	6.26	231.83	17.12									231.59	6.90				
251.07	6.56	229.99	17.42									233.16	7.21				
253.73	6.84	228.15	17.72									235.91	7.53				
255.25	7.13	227.33	18.01									235.11	7.84				
256.66	7.44	226.46	18.33									237.85	8.14				
258.10	7.73	224.65	18.62									238.20	8.45				
259.53	8.03											238.59	8.74				
259.82	8.33											92.68	9.06				
260.10	8.62											50.08	9.35				
259.21	8.93											37.72	9.65				
259.48	9.23																
258.60	9.54																
258.85	9.84																

Lo sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3345-12	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	15.00		
Campione	Cr1	a m	15.50	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -			ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}	KN/m ³	ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)	
Peso specifico dei grani	Gs	-		
Grado di saturazione	s _r	%		
Indice dei vuoti	e			
Porosità	n	%		
			Ghiaia (> 2 mm)	69.09 %
			Sabbia (0,06-2 mm)	26.91 %
			Limo (0,002-0,06 mm)	4.00 %
			Argilla (< 0,002 mm)	%

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA				
Limite di liquidità	W _L	%	Indice di plasticità	I _p %
Limite di plasticità	W _p	%	Indice di consistenza	I _c
Limite di ritiro	W _s	%	Indice di liquidità	I _l
			Indice di attività	A

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco	Valori residui	PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)	Valori medi	
	ϕ' °	ϕ_r °		σ_f KPa	
	C' KN/m ²	C _r KN/m ²		Cu KPa	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.		Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica
	ϕ'	°	ϕ'	°			
	C'	KN/m ²	C'	KN/m ²	Cu	KN/m ²	


PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
	E' (MPa)									
	m _v m ² /MN									

RIGONFIAMENTO LIBERO	%
-----------------------------	----------

PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d KN/m ³		PROVA DI PENETRAZIONE (C.B.R.)	Ind. CBR non Imbibito %
	Valore ottimale di W %			Ind. CBR Imbibito %

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM			Indice di gruppo 0	Classificazione di gruppo A 1-a
	n. 10 (2.0 mm)	30.91	%	Materiale tipico	
	n. 40 (0.425 mm)	10.71	%		
	n. 200 (0.075 mm)	3.60	%	Valutazione generale	

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM			Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00	%	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	46.81	%	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	3.60	%	Nome del Gruppo	

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel. e fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9399	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-12	COMMESSA
DATA di emissione 22-dic-09	DATA di emissione 3-nov-09	110.09

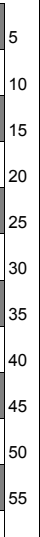
INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	15.00		
Campione	Cr1	a m	15.50	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

APERTURA CAMPIONE

Norma	ASTM D2488-93	Data apertura campione 15-dic-09
-------	---------------	----------------------------------

INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA' (Eurocodice 7-2)	
<input type="checkbox"/>	Proveniente da scavo		Lunghezza (cm):	<input type="text"/>	<div><div></div><div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div>
<input type="checkbox"/>	Proveniente da sondaggio geognostico		Diametro (cm):	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: fustella inox		Peso (g):	<input type="text" value="3280.70"/>	
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: fustella metallica				
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: tubo in p.v.c.				
<input checked="" type="checkbox"/>	involucro contenitore: sacchetto plastica				
<input type="checkbox"/>	involucro contenitore: barattolo in vetro				

Schema stratigrafico	cm	p.p. (kPa)	t.v. (kPa)	Prove	Descrizione del campione
	5				Ghiaia con sabbia debolmente limosa marrone grigiastro. Clasti da subarrotondati ad arrotondati. Clasti poligenici di natura carbonatica e silicea. Diametro massimo 4-5 cm. Diffusi gusci di molluschi bivalvi.
	10				
	15				
	20				
	25				
	30				
	35				
	40				
	45				
	50				
	55				
	60				


Prove richieste	Prove eseguite	Note
Vagliatura	Vagliatura	

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. DATA di emissione 22-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-12 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
--	--	---------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	15.00		
Campione	Cr1	a m	15.50		
				-	30-ott-09

Descrizione del campione	Ghiaia con sabbia debolmente limosa marrone grigiastro.
--------------------------	---

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
-------------	-------------------------------

CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
----------	-----------------------

LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
-----------------------	----------------

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

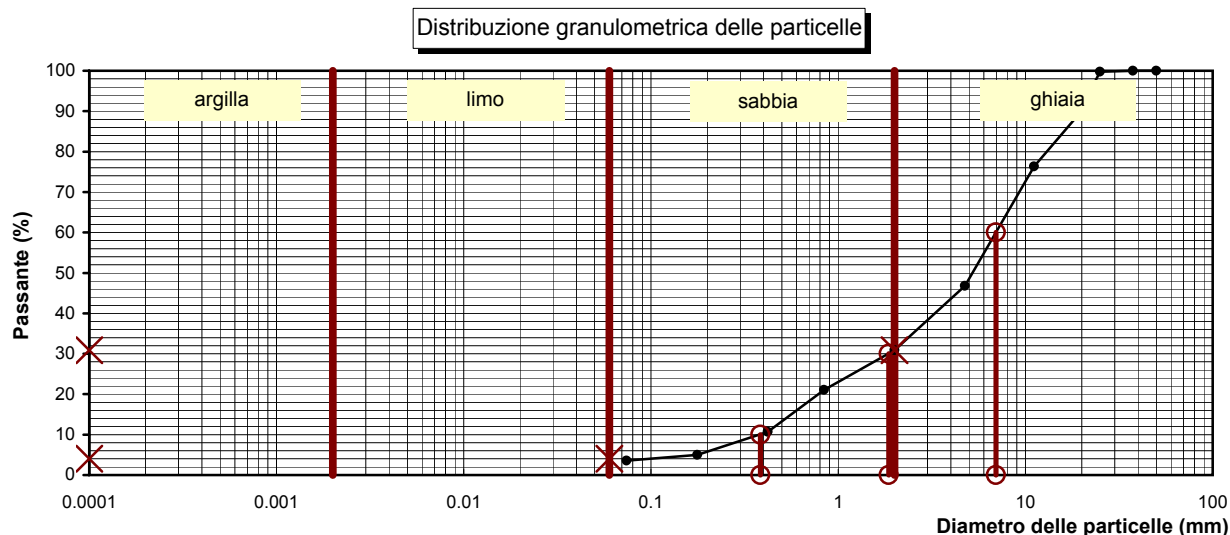
Data	17-dic-09	Massa terreno secco (g)	2936.00	Diametro massimo delle particelle (mm)		50.00
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	7.70	314.57	373.83
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	7.70	322.27	696.10
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.26	10.71	12.73
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.26	10.98	23.71
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	99.74	89.02	76.29

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	Massa terreno secco (g)	Gs
Tempo di lettura (min)		
Temperatura (°C)		
Lettura densimetro		
Diametro particelle (mm)		
Passante (%)		

Note:




Ghiaia (> 2 mm) %	69.09	<i>Passante ai setacci ASTM</i>	CLASSIFICAZIONE - AGI ghiaia con sabbia
Sabbia (0,06-2 mm) %	26.91	N. 10 (2.0 mm) %	
Limo (0,002-0,06 mm) %	4.00	N. 40 (0.425 mm) %	
Argilla (< 0,002 mm) %		N. 200 (0.075 mm) %	
		uniformità e concavità	
		Cu	18.10
		Cc	1.30

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n.	3345-15	COMMESSA
	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE			
Sondaggio	S3	da m	29.50		
Campione	Ci3	a m	30.00	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI

CARATTERISTICHE FISICHE - valori medi -				ANALISI CHIMICHE	
Contenuto in acqua	W	23.58	%	Carbonati	%
Peso di volume	γ	19.38	KN/m ³	Solfati (come SO ₃)	%
Peso di volume secco	γ_d	15.68	KN/m ³	Sostanza organiche	%
Peso di volume saturo	γ_{sat}		KN/m ³		
Peso specifico dei grani	Gs		-		
Grado di saturazione	s _r		%		
Indice dei vuoti	e				
Porosità	n		%		
				ANALISI GRANULOMETRICA (A.G.I.)	
				Ghiaia (> 2 mm)	0.00 %
				Sabbia (0,06-2 mm)	38.76 %
				Limo (0,002-0,06 mm)	47.12 %
				Argilla (< 0,002 mm)	14.12 %

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA					
Limite di liquidità	WI	21.52	%	Indice di plasticità	Ip
Limite di plasticità	Wp	n.p.	%	Indice di consistenza	Ic
Limite di ritiro	Ws		%	Indice di liquidità	I _l
				Indice di attività	A

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE					
PROVA DI TAGLIO DIRETTO	Valori di picco		Valori residui		PROVA DI COMPRESSIONE (ELL)
	ϕ'	34	°	ϕ_r	
	C'	0.0	KN/m ²	C _r	
					Valori medi
					σ_f KPa
					Cu KPa

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE	C.I.D.		C.I.U.		U.U.	Prova di permeabilità a carico variabile in cella edometrica m/sec
	ϕ'	°	ϕ'	38		
	C'	KN/m ²	C'	0		
					Cu KN/m ²	

PROVA DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	σ (KPa)	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
	E' (MPa)									
	m_v m ² /MN									

RIGONFIAMENTO LIBERO	%
-----------------------------	---

PROVA DI COSTIPAMENTO Proctor AASHTO Mod.	Valore ottimale di γ_d	KN/m ³
	Valore ottimale di W	%

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA A.A.S.H.T.O. CNR UNI 10006	Passante ai setacci ASTM		Indice di gruppo 6	Classificazione di gruppo A 4
	n. 10 (2.0 mm)	100.00 %	Materiale tipico	
	n. 40 (0.425 mm)	99.97 %		
	n. 200 (0.075 mm)	66.63 %	Valutazione generale	

CLASSIFICAZIONE DELLA TERRA U.S.C.S. - Unified Soil Classification System ASTM D 2487/93	Passante ai setacci ASTM		Coefficiente di uniformità	
	76.2 mm	100.00 %	Coefficiente di concavità	
	4.76 mm	100.00 %	Simbolo del gruppo	
	0.074 mm	66.63 %	Nome del Gruppo	

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	29.50		
Campione	Ci3	a m	30.00	-	30-ott-09

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

Norma	ASTM D2488-93	Data apertura campione	2-dic-09
-------	---------------	------------------------	----------


INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE				CLASSE DI QUALITA'	
				(Eurocodice 7-2)	
	Proveniente da scavo	Lunghezza (cm):	40.00	X	1
X	Proveniente da sondaggio geognostico	Diametro (cm):	8.50		2
X	involucro contenitore: fustella inox	Peso (g):			3
	involucro contenitore: fustella metallica				4
	involucro contenitore: tubo in p.v.c.				5
	involucro contenitore: sacchetto plastica				
	involucro contenitore: barattolo in vetro				

[illegible]

<i>Prove richieste</i>	<i>Prove eseguite</i>	<i>Note</i>
Contenuto naturale d'acqua	Contenuto naturale d'acqua	
Peso di volume naturale	Peso di volume naturale	
Limiti di consistenza	Limiti di consistenza	
Vagliatura	Vagliatura	
Sedimentazione	Sedimentazione	
Prova di compressione Triassiale CID	Prova di compressione Triassiale CID	
Prova di taglio diretto CD	Prova di taglio diretto CD	

Fazio Ricci

Anti-Duke

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9378	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-15	COMMESSA
DATA di emissione 21-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		
Sondaggio	S3	da m	29.50	30-ott-09
Campione	Ci3	a m	30.00	

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
Descrizione del campione	Sabbia fine con limo di colore grigio.

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

Norma	ASTM D 2216-80	Data determinazione				
Massa contenitore	g	10.60	10.81	10.84		
Massa contenitore + terreno umido	g	90.87	88.14	91.79		
Massa contenitore + terreno secco	g	76.74	72.69	75.91		
Massa acqua contenuta	g	14.13	15.45	15.88		
Massa terreno secco	g	66.14	61.88	65.07		
Contenuto in acqua in ogni singola determinazione	%	21.36	24.97	24.40		

Contenuto in acqua (valore medio)	%	23.58
--	----------	--------------


Osservazioni

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 - 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9376	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-15	COMMESSA
DATA di emissione 21-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	29.50		
Campione	Ci3	a m	30.00	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Sabbia fine con limo di colore grigio.
--------------------------	--

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PESO DI VOLUME

Norma	BS 1377:1975 TEST 15
-------	----------------------

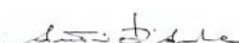
Metodo delle misure lineari						
Data della determinazione						
Caratteristiche della fustella utilizzata per la determinazione	Altezza fustella	mm				
	Superficie	cm ²				
	Volume fustella	cm ³	86.53	86.53	86.53	
Massa fustella	g					
Massa fustella con terreno	g	170.62	170.59	171.60		
Massa terreno		170.62	170.59	171.60		
Peso di volume in condizione di umidità naturale	KN/m ³	19.34	19.34	19.45		
Contenuto naturale in acqua	%	21.36	24.97	24.40		
Peso di volume in condizione secco	KN/m ³	15.94	15.48	15.64		

Metodo della pesata idrostatica						
Data della determinazione						
Massa del contenitore di raccolta	g					
Massa provino umido (P1)	g					
Massa provino umido paraffinato (P2)	g					
Peso del provino immerso in acqua e del contenitore di raccolta	g					
Massa del provino immerso in acqua (P3)	g					
Temperatura dell'acqua	°C					
Densità della paraffina	KN/m ³					
Volume del provino	%					
Peso di volume	KN/m ³					

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n.	9383	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-15	COMMESSA
DATA di emissione	21-dic-09	DATA di emissione	3-nov-09	110.09

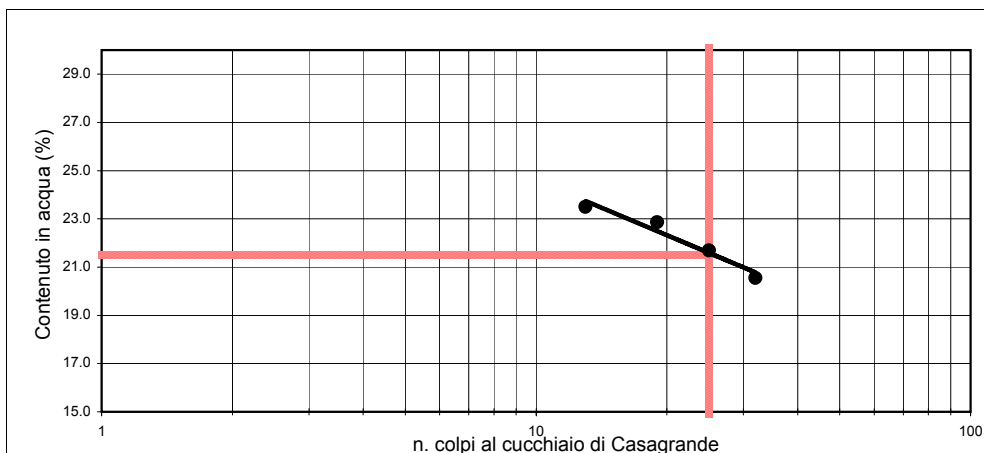
INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO	
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		
Sondaggio	S3	da m	29.5			
Campione	Ci3	a m	30.0	-	30-ott-09	

Descrizione del campione	Sabbia fine con limo di colore grigio.
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

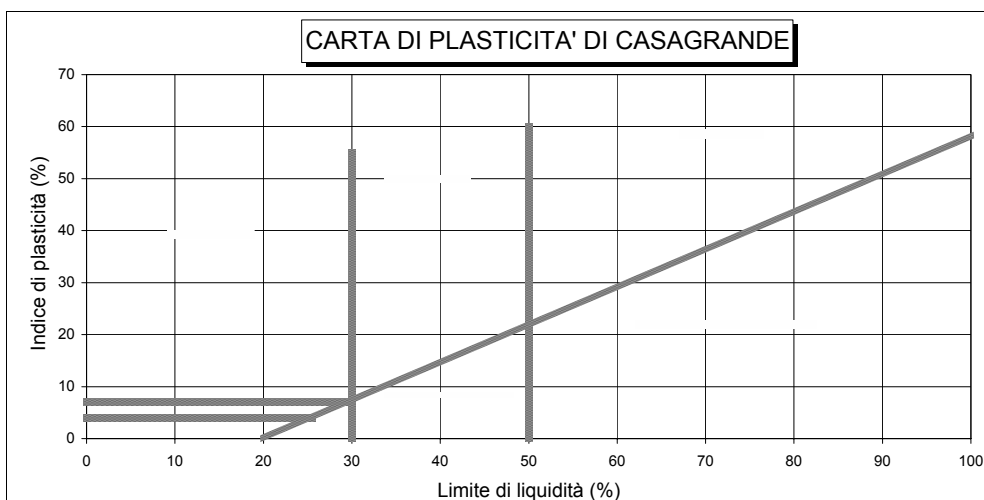
Norma	ASTM D 4318-84	Data esecuzione della determinazione	8-feb-07
-------	----------------	--------------------------------------	----------

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'			
Massa contenitore	g	25.71	25.22	37.69	10.67				
Massa contenitore + terreno umido	g	40.11	46.77	61.87	50.27				
Massa contenitore + terreno secco	g	37.37	42.76	57.56	43.52				
Massa acqua contenuta	g	2.74	4.01	4.31	6.75				
Massa terreno secco	g	11.66	17.54	19.87	32.85				
Contenuto in acqua	%	23.50	22.86	21.69	20.55				
Numero di colpi	n	13	19	25	32				



Note

Limite di liquidità WL (%):	21.52	Limite di plasticità Lp (%):	n.p.	Indice di plasticità Ip (%):
-----------------------------	--------------	------------------------------	-------------	------------------------------




Note

Lo sperimentatore

Fabio Pizzini

Il Direttore del Laboratorio

Antonio Pizzini

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9380	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-15	COMMESSA
DATA di emissione 21-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m	29.50		
Campione	Ci3	a m	30.00	-	30-ott-09

Descrizione del campione	Sabbia fine con limo di colore grigio.
--------------------------	--

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
-------------	-------------------------------

CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
----------	-----------------------

LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA
-----------------------	----------------

ANALISI GRANULOMETRICA

Norma	ASTM D 421-85
-------	---------------

ANALISI GRANULOMETRICA PER VAGLIATURA

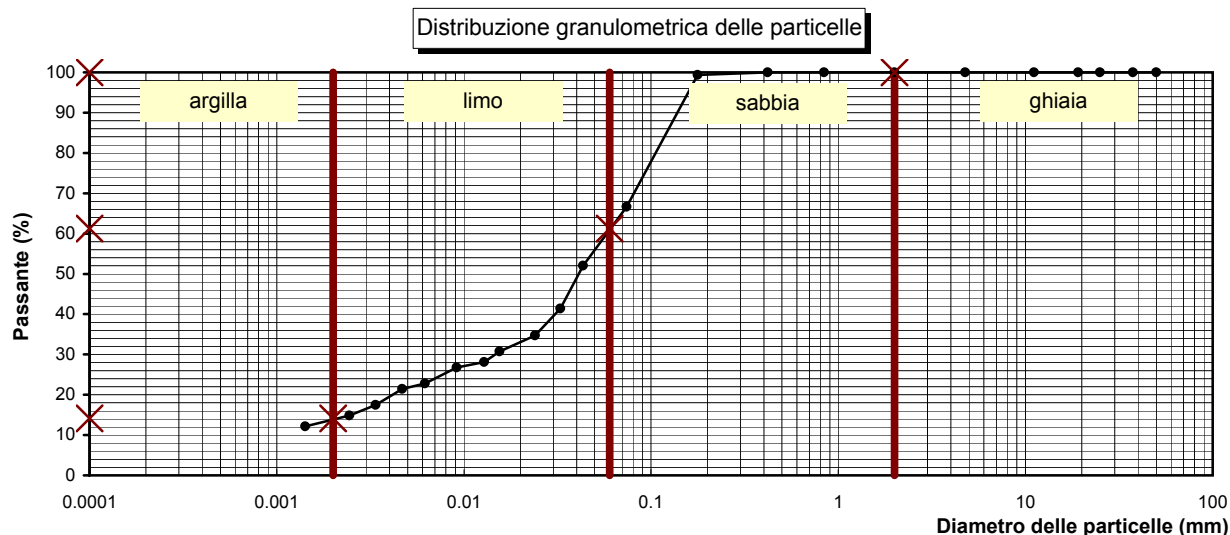
Data	10-dic-09	Massa terreno secco (g)						276.91	Diametro massimo delle particelle (mm)				
Apertura maglie (mm)	76.2	50.8	38.1	25.4	19.1	11.2	4.76	2	0.84	0.42	0.18	0.074	
Massa terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	1.63	90.71	
Massa totale terreno trattenuto (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	1.70	92.41	
Parziale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.59	32.76	
Totale trattenuto (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.61	33.37	
Totale passante (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.97	99.39	66.63	

Note:

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

Data	17-dic-09	Massa terreno secco (g)				50.21	Gs	(Assunto)				2.65		
Tempo di lettura (min)		1	2	4	10	15	30	68	120	240	471	1430		
Temperatura (°C)		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Lettura densimetro		43	35	30	27	25	24	21	20	17	15	13		
Diametro particelle (mm)		0.04329	0.03272	0.024	0.01552	0.0128	0.0091	0.0062	0.00469	0.00338	0.0024	0.0014		
Passante (%)		51.99	41.38	34.74	30.76	28.11	26.78	22.80	21.47	17.49	14.84	12.18		

Note: Liquido flocculante preparato il 12-12-09



Ghiaia (> 2 mm) %	0.00	Passante ai setacci ASTM		uniformità e concavità Cu Cc	CLASSIFICAZIONE - AGI limo con sabbia argilloso
Sabbia (0,06-2 mm) %	38.76	N. 10 (2.0 mm) %	100.00		
Limo (0,002-0,06 mm) %	47.12	N. 40 (0,425 mm) %	99.97		
Argilla (< 0,002 mm) %	14.12	N. 200 (0,075 mm) %	66.63		

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9376 DATA di emissione 21-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-15 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		
Sondaggio S3	da m 29.50			
Campione Ci3	a m 30.00	-		30-ott-09

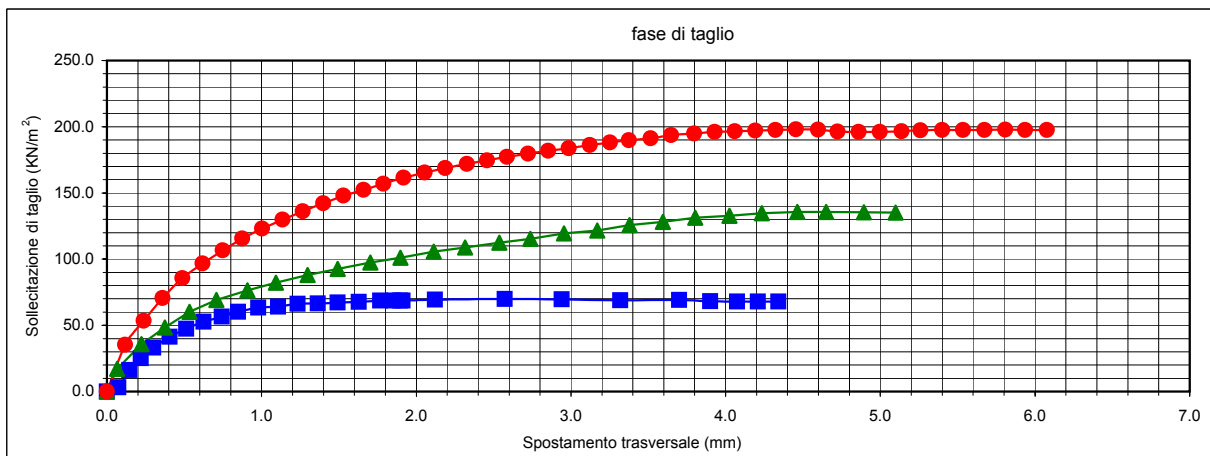
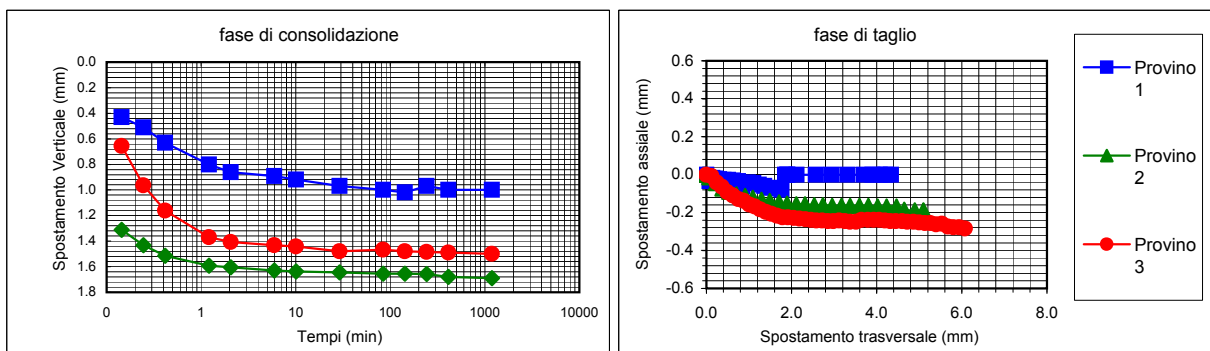
Descrizione del campione	Sabbia fine con limo di colore grigio.
COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova 10-dic-09
-------	--------------	---------------------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI			TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Altezza	H_0	cm	2.00	2.05	1.94	
Lato	L	cm	6.20	5.99	5.96	
Peso dell'unità di volume	γ	KN/m ³	18.99	19.71	19.82	
Contenuto d'acqua	W	%	21.36	24.97	24.40	
Peso specifico dei grani	Gs					
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m ³	15.65	15.77	15.93	
Indice dei vuoti	e_0					
Grado di saturazione	S	%				

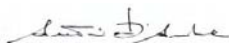
FASE DI PROVA			TDP1	TDP2	TDP3	TDP4
Pressione verticale	KN/m ²		100.0	200.0	300.0	
Tempo di consolidazione	ore		24.0	24.0	24.0	
Cedimento a fine consolidazione	mm		1.000	1.689	1.500	
Velocità imposta in fase di taglio	mm/min					
Contenuto d'acqua a fine prova	%					




Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9376 DATA di emissione 21-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-15 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	---------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m:	29.50		
Campione	Ci3	a m:	30.00	-	
					30-ott-09

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norma	ASTM 3080-90	Data esecuzione prova	10-dic-09
-------	--------------	-----------------------	-----------

Provino TDP1						Provino TDP2						Provino TDP3					
τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)	τ kPa	δ_{tf} (mm)	δ_{vf} (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	197.69	4.60	-0.25
3.05	0.07	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.44	-0.44	-0.02				35.30	0.12	-0.01	196.26	4.72	-0.25
16.10	0.14	-0.02	0.00	0.00	0.00	-2.65	-0.23	-0.02				53.53	0.24	-0.04	195.97	4.86	-0.25
25.24	0.22	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				70.66	0.36	-0.06	196.06	5.00	-0.25
33.08	0.30	-0.02	0.00	0.00	0.00	17.26	0.07	-0.01				85.58	0.49	-0.09	196.53	5.14	-0.26
41.37	0.41	-0.03	0.00	0.00	0.00	35.87	0.22	-0.04				96.78	0.62	-0.11	197.37	5.26	-0.26
47.48	0.51	-0.03	0.00	0.00	0.00	48.29	0.37	-0.07				106.51	0.75	-0.13	197.47	5.40	-0.26
52.72	0.63	-0.03	0.00	0.00	0.00	60.29	0.53	-0.09				115.49	0.87	-0.14	197.55	5.53	-0.26
56.67	0.74	-0.03	0.00	0.00	0.00	69.19	0.71	-0.10				123.00	1.00	-0.16	197.65	5.67	-0.27
60.18	0.85	-0.06	0.00	0.00	0.00	76.34	0.91	-0.11				129.76	1.14	-0.17	197.74	5.81	-0.28
63.25	0.98	-0.04	0.00	0.00	0.00	82.16	1.09	-0.12				136.16	1.27	-0.18	197.45	5.94	-0.28
64.15	1.11	-0.05	0.00	0.00	0.00	88.00	1.30	-0.13				142.20	1.40	-0.20	197.54	6.08	-0.28
66.36	1.23	-0.05	0.00	0.00	0.00	92.50	1.49	-0.14				147.86	1.53	-0.21			
66.39	1.36	-0.06	0.00	0.00	0.00	97.46	1.70	-0.15				152.41	1.66	-0.22			
67.29	1.49	-0.07	0.00	0.00	0.00	101.09	1.90	-0.15				156.95	1.79	-0.22			
67.76	1.63	-0.07	0.00	0.00	0.00	105.62	2.11	-0.16				161.51	1.92	-0.22			
68.67	1.77	-0.08	0.00	0.00	0.00	108.81	2.31	-0.16				165.33	2.05	-0.23			
68.69	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	112.46	2.54	-0.16				168.77	2.19	-0.23			
68.70	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	115.22	2.74	-0.16				171.84	2.33	-0.24			
68.70	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	119.33	2.95	-0.16				174.54	2.46	-0.24			
69.37	2.12	0.00	0.00	0.00	0.00	121.65	3.17	-0.16				177.24	2.59	-0.24			
69.95	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	125.76	3.38	-0.16				179.57	2.72	-0.24			
69.56	2.94	0.00	0.00	0.00	0.00	128.09	3.59	-0.16				181.89	2.85	-0.25			
69.03	3.32	0.00	0.00	0.00	0.00	131.32	3.80	-0.16				183.85	2.99	-0.25			
69.12	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	132.76	4.02	-0.17				186.19	3.12	-0.24			
68.21	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	134.65	4.23	-0.17				188.15	3.25	-0.25			
67.91	4.07	0.00	0.00	0.00	0.00	135.66	4.46	-0.17				189.73	3.38	-0.25			
67.94	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	135.74	4.65	-0.18				191.32	3.52	-0.25			
67.98	4.34	0.00	0.00	0.00	0.00	135.40	4.89	-0.19				193.66	3.65	-0.24			
#####	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	135.05	5.10	-0.19				194.89	3.80	-0.24			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							196.11	3.93	-0.24			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							196.57	4.06	-0.24			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							197.04	4.19	-0.24			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							197.50	4.32	-0.25			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							197.96	4.45	-0.25			

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9382	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE	3345-15	COMMESSA
DATA di emissione 21-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione	3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE				DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO	
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE			
Sondaggio S3	da m: 29.5				
Campione Ci3	a m: 30	-		30-ott-09	

COMMITTENTE	AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO
CANTIERE	PORTO DI LIVORNO (LI)
LOCALITA' DI PRELIEVO	CALATA CARRARA

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - CID

Norma	Data esecuzione della prova 9-dic-09
-------	--------------------------------------

<u>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE DEI PROVINI</u>	Provini	TXCIDP1	TXCIDP2	TXCIDP3	TXCIDP4
Altezza provino	cm	7.59	7.59	7.59	
Diametro provino	cm	3.81	3.81	3.81	
Massa campione	g	170.62	170.59	171.60	
Peso di volume	KN/m ³	19.34	19.34	19.45	
Contenuto d'acqua	%	21.36	24.97	24.40	
Massa volumica dei granuli	Determinato/ Imposto	2.700	2.700	2.700	
Grado di saturazione	%	87.15	94.74	94.97	

<u>FASE DI CONSOLIDAZIONE</u>	Provini	TXCIDP1	TXCIDP2	TXCIDP3	TXCIDP4
Pressione di cella	KN/m ²	300.00	400.00	500.00	
Back pressure	KN/m ²	200.00	200.00	200.00	
Pressione di consolidazione	KN/m ²	100.00	200.00	300.00	
Parametro "B" di Skempton		0.99	0.98	0.99	
Tempo di consolidazione	ore	24.00	24.00	24.00	
Area di consolidazione	m ²	1.08E-03	1.06E-03	1.06E-03	
Altezza di consolidazione	m	7.42E-02	7.33E-02	7.34E-02	
Volume di consolidazione	m ³	8.02E-05	7.74E-05	7.76E-05	

<u>FASE DI COMPRESSIONE</u>	Provini	TXCIDP1	TXCIDP2	TXCIDP3	TXCIDP4
Velocità di deformazione	mm/min	0.02	0.02	0.02	

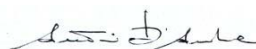
<u>CARATTERISTICHE FINALI DEI PROVINI</u>	Provini	TXCIDP1	TXCIDP2	TXCIDP3	TXCIDP4
Contenuto d'acqua	%	23.31	25.57	24.17	

<u>ROTTURE PROVINI</u>	TXCIDP1	TXCIDP2	TXCIDP3	TXCIDP4	note

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio





SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

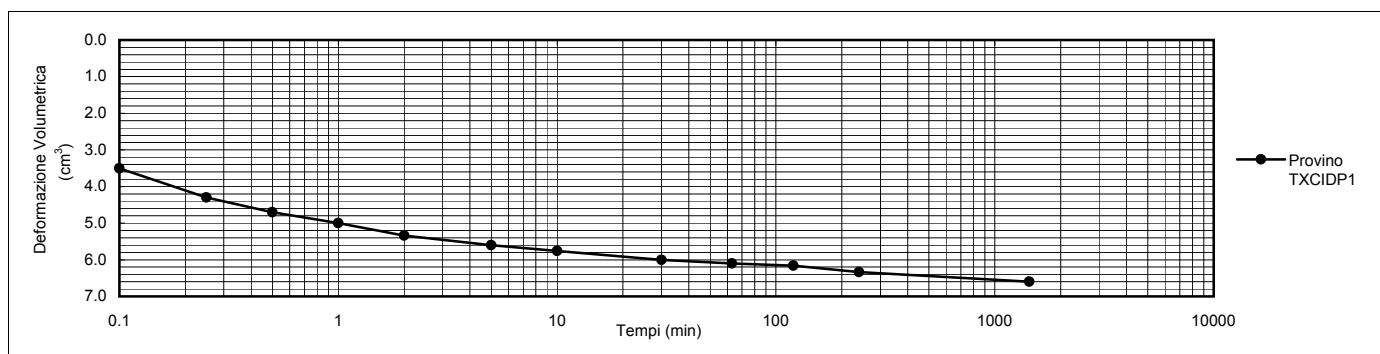
CERTIFICATO n. 9382	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-15	COMMESSA
DATA di emissione 21-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	110.09

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m:	29.5		
Campione	Ci3	a m:	30	-	30-ott-09

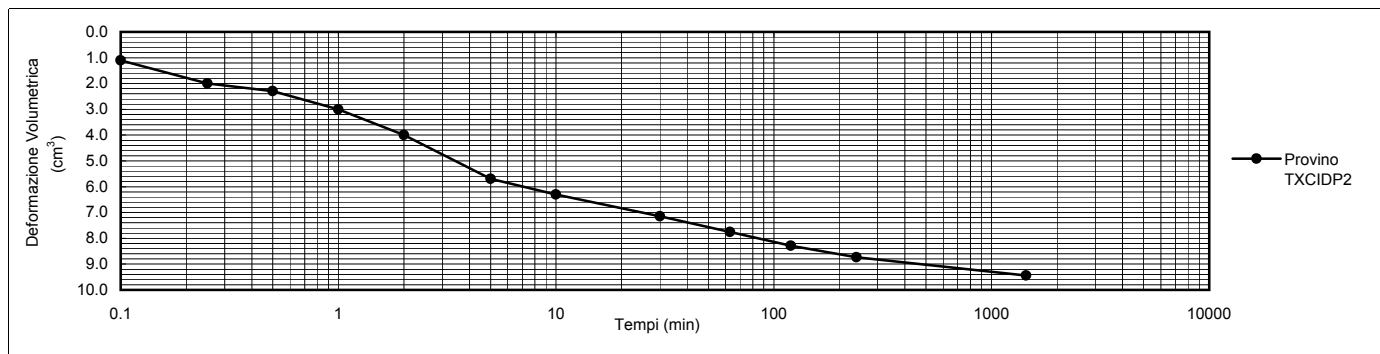
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - CID - (Fase di consolidazione)

Norma	Data esecuzione della prova 8-feb-07
-------	--------------------------------------

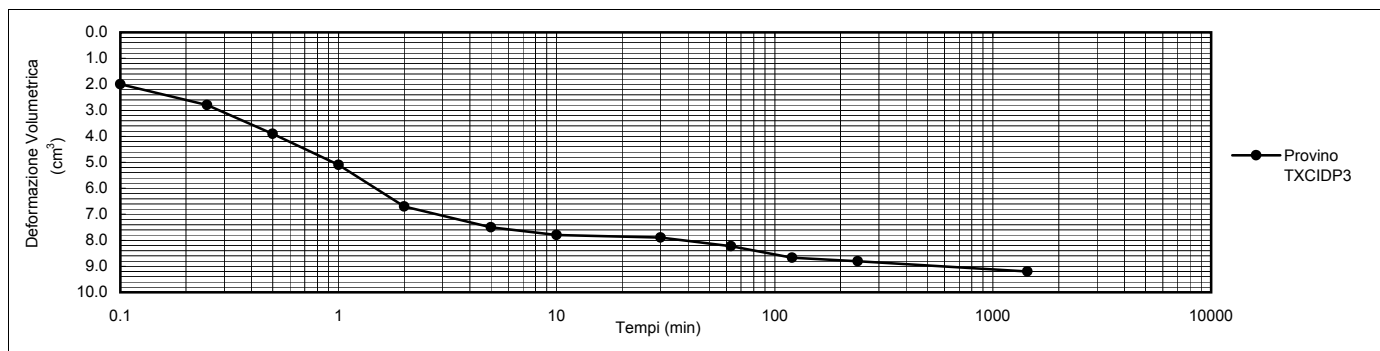
Pressione di consolidazione	Tempi (min)	0.1	0.25	0.5	1	2	5	10	30	63	120	240	1440	
100 KPa	Deformazione volumetrica (cm ³)	3.50	4.30	4.70	5.00	5.34	5.60	5.76	6.00	6.10	6.16	6.34	6.60	



Pressione di consolidazione	Tempi (min)	0.1	0.25	0.5	1	2	5	10	30	63	120	240	1440	
200 KPa	Deformazione volumetrica (cm ³)	1.10	2.00	2.30	3.00	4.00	5.70	6.30	7.15	7.76	8.29	8.74	9.44	



Pressione di consolidazione	Tempi (min)	0.1	0.25	0.5	1	2	5	10	30	63	120	240	1440	
300 KPa	Deformazione volumetrica (cm ³)	2.00	2.80	3.90	5.10	6.70	7.50	7.80	7.90	8.23	8.67	8.80	9.20	



Il Direttore del Laboratorio

[Signature]

[Signature]



SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)
tel./fax: 0683762504 - 0683762511
Codice Fiscale e P. Iva 04941201008
www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it

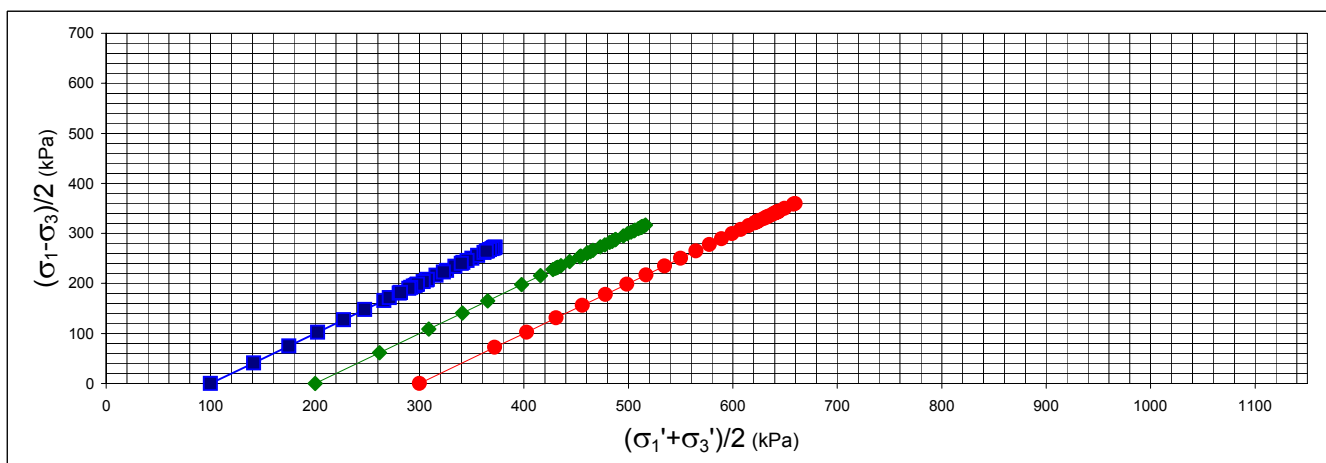
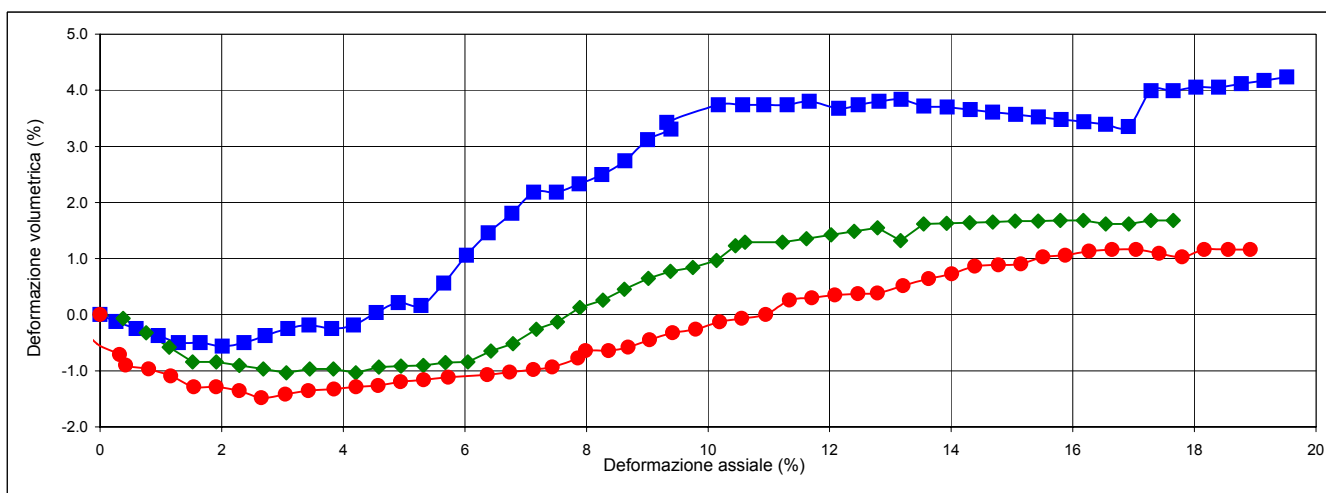
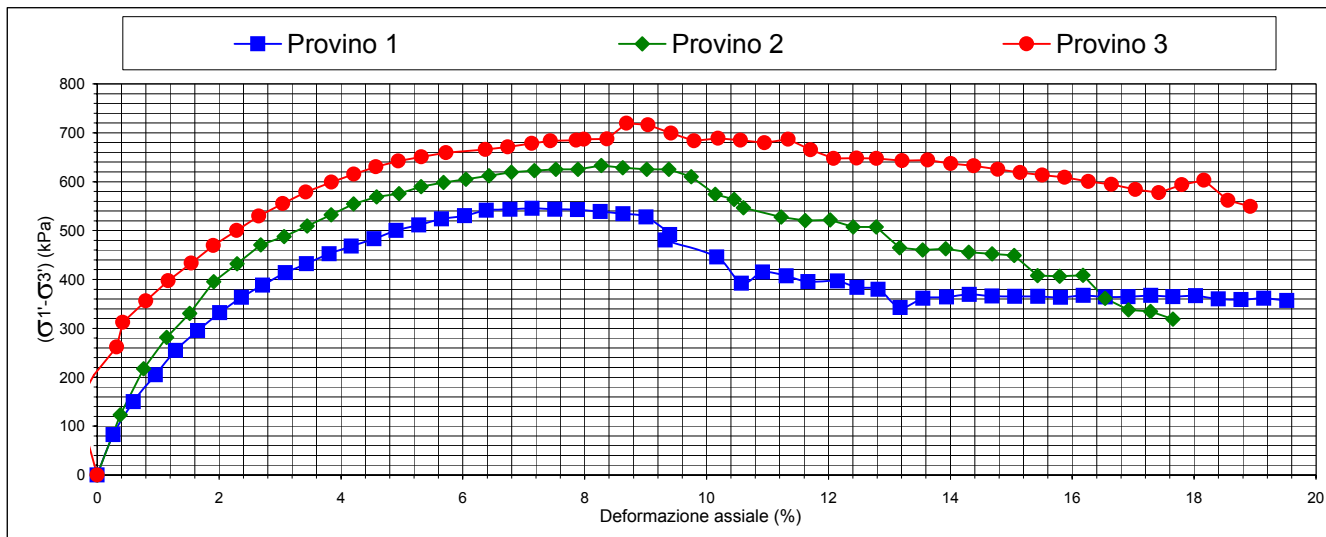
Laboratorio certificato
UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.A.
n. IT07/0939

CERTIFICATO n. 9382	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-15	COMMESSA
DATA di emissione 21-dic-09	DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	0

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE		PROFONDITA' DI PRELIEVO		DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE	
Sondaggio	S3	da m:	29.5		
Campione	Ci3	a m:	30	-	
					30-ott-09

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - CID - (grafici)

Norma	Data esecuzione della prova	9-dic-09
-------	-----------------------------	----------



Lo sperimentatore

Fabio Pizzini

Il Direttore del Laboratorio

Antonio

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - laboratorio@servizigeotecnici.it	Laboratorio certificato UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A. n. IT07/0939
---	---	--

CERTIFICATO n. 9382 DATA di emissione 21-dic-09	VERBALE DI ACCETTAZIONE - CAMPIONE n. 3345-15 DATA di emissione del verbale di accettazione 3-nov-09	COMMESSA 110.09
---	--	------------------------

INFORMAZIONI DICHIARATE DAL COMMITTENTE					
IDENTIFICAZIONE DA CANTIERE	PROFONDITA' DI PRELIEVO	DATA DI PRELIEVO IN CANTIERE		DATA DI ARRIVO IN LABORATORIO	
Sondaggio S3	da m: 29.5				
Campione Ci3	a m: 30	-		30-ott-09	

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE - CID -(letture acquisite)

Provino TXCIDP1						Provino TXCIDP2						Provino TXCIDP3					
$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Deformazione assiale (%)	ΔV (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Deformazione assiale (%)	ΔV (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Deformazione assiale (%)	ΔV (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Deformazione assiale (%)	ΔV (%)	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Deformazione assiale (%)	ΔV kPa	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Deformazione assiale (%)	ΔV (%)
0.00	0.00	0.00	365.18	15.06	3.57	0.00	0.00	0.00	407.53	15.43	1.67	0.00	0.00	0.00	632.60	14.39	0.86
82.30	0.26	-0.12	365.51	15.43	3.52	123.17	0.38	-0.06	406.81	15.80	1.68	144.03	-0.32	-0.13	625.12	14.78	0.89
149.71	0.60	-0.25	363.58	15.81	3.48	217.46	0.76	-0.32	408.22	16.17	1.68	205.18	-0.05	-0.52	618.97	15.15	0.90
204.95	0.96	-0.37	367.26	16.18	3.44	281.81	1.14	-0.58	361.61	16.54	1.62	261.74	0.32	-0.71	613.56	15.51	1.03
254.65	1.29	-0.50	364.25	16.54	3.39	330.36	1.52	-0.84	338.05	16.92	1.62	312.12	0.42	-0.90	608.66	15.88	1.06
295.30	1.65	-0.50	364.53	16.92	3.35	395.56	1.91	-0.84	334.41	17.29	1.68	356.28	0.80	-0.97	600.51	16.27	1.13
331.67	2.01	-0.56	367.43	17.29	3.99	431.78	2.29	-0.90	319.14	17.65	1.68	397.24	1.17	-1.09	594.44	16.65	1.16
363.15	2.37	-0.50	364.58	17.65	3.99	470.71	2.69	-0.97				433.56	1.54	-1.29	583.66	17.04	1.16
388.46	2.72	-0.37	366.34	18.02	4.05	487.67	3.07	-1.03				469.13	1.91	-1.29	577.14	17.42	1.09
413.53	3.09	-0.25	360.12	18.40	4.05	509.01	3.45	-0.97				500.17	2.29	-1.35	593.84	17.80	1.03
432.09	3.44	-0.19	358.56	18.77	4.11	531.93	3.84	-0.97				529.38	2.65	-1.48	602.86	18.16	1.16
452.31	3.81	-0.25	361.37	19.15	4.18	554.53	4.21	-1.03				555.37	3.05	-1.42	561.45	18.56	1.16
468.04	4.17	-0.19	356.53	19.52	4.24	568.70	4.59	-0.93				578.72	3.42	-1.35	548.98	18.92	1.16
483.14	4.54	0.04				575.35	4.95	-0.92				598.86	3.85	-1.33			
500.49	4.90	0.21				590.11	5.32	-0.90				615.52	4.21	-1.29			
511.59	5.28	0.16				598.61	5.68	-0.85				630.70	4.58	-1.26			
523.73	5.65	0.56				605.03	6.05	-0.84				642.26	4.94	-1.20			
530.27	6.03	1.06				612.39	6.43	-0.65				650.98	5.32	-1.16			
541.28	6.39	1.46				619.41	6.79	-0.52				659.44	5.73	-1.11			
543.24	6.77	1.81				622.70	7.17	-0.26				666.02	6.37	-1.07			
545.52	7.14	2.18				625.37	7.53	-0.13				670.93	6.74	-1.02			
543.16	7.51	2.18				625.23	7.89	0.13				678.01	7.13	-0.98			
542.84	7.88	2.33				632.88	8.27	0.26				683.23	7.44	-0.93			
538.95	8.26	2.49				628.46	8.62	0.45				684.68	7.86	-0.77			
534.33	8.63	2.74				625.42	9.02	0.65				687.00	7.99	-0.64			
527.98	9.01	3.12				624.95	9.38	0.78				687.63	8.37	-0.64			
491.45	9.39	3.30				610.44	9.75	0.84				719.32	8.69	-0.58			
480.36	9.32	3.43				574.19	10.14	0.97				716.12	9.04	-0.45			
445.70	10.17	3.74				563.98	10.45	1.23				699.48	9.42	-0.32			
391.89	10.57	3.74				546.33	10.61	1.29				683.69	9.80	-0.26			
415.35	10.92	3.74				527.45	11.22	1.29				688.57	10.19	-0.13			
407.42	11.31	3.74				520.36	11.62	1.36				684.88	10.56	-0.06			
395.19	11.67	3.80				521.68	12.03	1.42				679.77	10.95	0.00			
396.60	12.15	3.68				507.47	12.41	1.49				686.78	11.34	0.26			
383.42	12.47	3.74				507.20	12.79	1.55				665.09	11.71	0.30			
379.67	12.82	3.80				464.61	13.17	1.32				647.17	12.09	0.35			
342.44	13.18	3.84				460.16	13.55	1.62				647.90	12.46	0.37			
361.26	13.55	3.71				462.72	13.92	1.63				647.79	12.79	0.39			
364.04	13.94	3.70				455.32	14.30	1.64				643.01	13.21	0.52			
369.04	14.31	3.65				452.18	14.68	1.65				644.03	13.63	0.64			
365.96	14.69	3.61				449.02	15.05	1.67				636.98	14.01	0.73			

Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio

