



Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale

Porto di Civitavecchia
Porto di Fiumicino
Porto di Gaeta

PROGETTO ESECUTIVO PRIMO LOTTO FUNZIONALE OPERE STRATEGICHE (IIStralcio): PONTILE II DARSENA TRAGHETTI

IL PRESIDENTE
Avv. Francesco Maria di Majo

IL SEGRETARIO GENERALE
Dott.ssa Roberta Macii

**IL PROGETTISTA E COORDINATORE DELLA
PROGETTAZIONE**

Dott. Ing. Giuseppe Solinas



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Maurizio Marini

Collaboratori APC

geom. Vittorio Lauro
geom. Jacopo Turchetti
arch. Marco Vettraino
ing. Fabio Candido Poleggi



RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO

RGEO

CODICE PROGETTO: CV PE OM TT 01 18

SCALA:

REV.	DATA	Descr.
0	LUGLIO 2018	
1	OTTOBRE 2018	Adeguamento ai rapporti di Verifica Preventiva ai sensi dell'Art.26 D.Lgs 50/2016
RIF.DIS.	\\SRV-FSEVER01\UFFICIO\TECNICI\1 CIVITAVECCHIA\PROG DISEGNO\DT\OPERE DI COMPLETAMENTO\PONTILE 2\PROGETTO PDF X VERIFICA\REV 01\TAVOLE\ESTATINE.DWG	

INDICE

1. PREMESSE
 2. QUADRO NORMATIVO
 3. VINCOLISTICA
 4. UBICAZIONE E RIFERIMENTI CARTOGRAFICI
 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE
 6. INDAGINI ESEGUITE NELL'AREA PORTUALE
 7. QUADRO GEOLOGICO DEL SITO
 - 7.1 LITOLOGIA
 - 7.2 GEOMORFOLOGICA
 8. INQUADRAMENTO SISMICO
 - 8.1 PERICOLOSITÀ SISIMICA DI BASE: AG – F0 – Tc
 - 8.2 INDAGINE SISMICA PER LA DETERMINAZIONE DELLA VSEQ
 - 8.3 CATEGORIA SISMICA DEI TERRENI
 - 8.4 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE
 - 8.5 MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1
 - 8.6 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE
 9. ANALISI NUMERICA DI RISPOSTA SISMICA LOCALE
 - 9.1 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA PER I DIVERSI STATI LIMITE
 10. PERICOLISITÀ GEOLOGICA
- ALLEGATO 1: STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI
- ALLEGATO 2: CERTIFICATI DELLE ANALISI DI LABORATORIO

1. PREMESSE

Nell'ambito del progetto esecutivo del Pontile II - Darsena Traghetti nel Porto di Civitavecchia (Primo Lotto Funzionale Opere Strategiche - Il Stralcio) è stata redatta la presente relazione geologica, il cui scopo è fornire un inquadramento geologico dell'area direttamente interessata dalle opere in progetto.

Essa di fatto sostituisce, costituendone un adeguamento, la precedente relazione redatta a supporto della Perizia di Variante n.1.

All'interno del documento, sono quindi descritte le campagne di indagine eseguite nell'area ed è fornito un inquadramento geologico generale a livello regionale e di dettaglio, con riferimento alla zona interessata dall'opera in progetto per la cui descrizione si rimanda agli elaborati descrittivi generali.

2. QUADRO NORMATIVO

La relazione geologica è stata redatta in linea con la seguente normativa:

- NTC 2018 - D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Regione Lazio - Regolamento n.14 del 13/07/2016: Regolamento regionale per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del Regolamento regionale 7 febbraio 2012, n. 2 e successive modifiche;
- Nuova Classificazione Sismica del Territorio (Ordinanza PCM n°3274 del 20/03/2003 e Deliberazione G.R. Lazio n. 387 del 22/05/2009);
- D.G.R. Lazio n°489 del 17/10/2012 - Modifica dell'Allegato 2 della DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico ai sensi della L.R. Lazio 39/96;
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».
- D.G.R. Lazio n°545 del 26/11/2010 Microzonazione sismica di livello 1
- Direttiva 2007/60/CE - art. 6 D.Lgs 49/2010.

3. VINCOLISTICA

La compatibilità dell'intervento di cui trattasi, che è parte integrante del così detto "I lotto Funzionale delle Opere Strategiche per il Porto di Civitavecchia", con gli strumenti di programmazione e pianificazione nazionali, regionali, comunali vigenti, è stata asseverata dal C.I.P E con Delibere nn. 104/2007 e 2/2008, per come altresì successivamente determinato dal MATTM, con Provvedimenti Direttoriali U. PROT DVA-2014-15194 del 21/05/2014 e Uprot.DVA-DEC-2017-00003 del 12.01.2017, nell'ambito della Verifica di Attuazione (ex art. 185 commi 6 e 7 del D.lgs 163/2006), così come previsto per le infrastrutture strategiche di cui alla Legge 21 dicembre 2001, n. 443.

Inoltre la compatibilità dell'opera alla vincolistica vigente nell'area di intervento nonché la compatibilità con i citati strumenti di programmazione e pianificazione territoriale è stata altresì asseverata con Deliberazione di Giunta della Regione Lazio n.121 del 23.03.2012, con cui è stato approvato il vigente Piano Regolatore Portuale di Civitavecchia, alle condizioni di cui al Decreto Interministeriale MATTM/MIBAC U.prot.DVA-DEC-2010- n.4 del 09.02.2010.

4. UBICAZIONE E RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Le opere in progetto saranno realizzate nel settore centro-settentrionale del porto di Civitavecchia, nel paraggio antistante l'area di colmata situata immediatamente a nord della foce artificiale del fosso del Buonaugurio (figura 1A-1B).

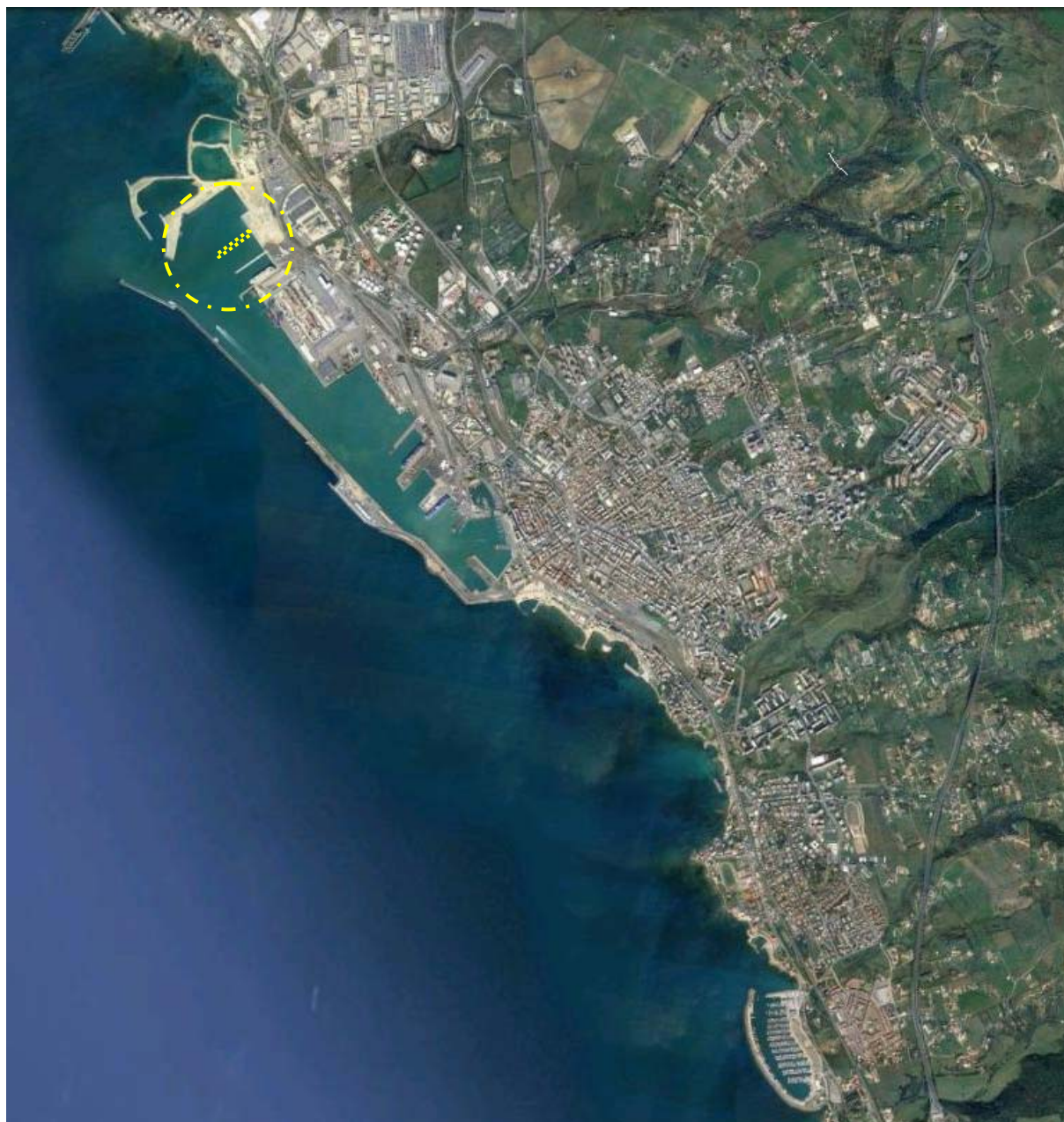


FIGURA 1A: COROGRAFIA SU IMMAGINE SATELLITARE (FONTE GOOGLE EARTH)

In relazione alla cartografia ufficiale, redatta dell'I.G.M. alla scala di 1:25.000, l'area rientra nella Tavoleta F°142 II SE "Civitavecchia".

In relazione alla Carta Tecnica Regionale, alla scala di 1:10.000 l'area rientra nella Sezione 363060 "Aurelia". In relazione alla Carta Tecnica Regionale Numerica, alla scala di 1:5.000 l'area rientra nell' Elemento 363063 - "Zona Industriale Aurelia".



FIGURA 1B: COROGRAFIA SU RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO ALLA SCALA DI 1:10.000

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area in esame è ubicata al margine occidentale della regione geologica dei Monti della Tolfa, caratterizzata da una marcata eterogeneità litologica delle formazioni affioranti che ne condiziona fortemente anche la morfologia (figura 2 carta geologica - stralcio Carta Geologica dei Monti della Tolfa - Fazzini et Alii 1972).

Le aree contraddistinte da un'orografia più marcata ed aspra sono quelle dei rilievi e dei domi vulcanici, principalmente localizzati tra Allumiere e Tolfa, e quelle delle strutture vulcaniche laviche isolate, rappresentate dal gruppo de "la Tolfaccia" e dagli affioramenti de "la Montagnola".

Queste strutture, con pareti spesso sub-verticali e meno erodibili, sono morfologicamente ben riconoscibili e staccano nettamente dalle morfologie collinari circostanti che sono invece sovente caratterizzate da versanti poco acclivi, spesso privi di incisioni profonde per l'assenza di un vero e proprio sistema idrografico.

Il territorio collinare è costituito in gran parte dai più antichi e differenziati complessi alloctoni calcareo marnosi ed argilloso arenacei in facies di flysch e dai depositi neoautoctoni argilloso conglomeratici.

L'insieme di questi complessi risulta stratigraficamente sovrastante ad un complesso basale carbonatico presente in questa regione geologica solo in affioramenti di modeste dimensioni molto distanti dal sito in esame.

In particolare, le formazioni sedimentarie appena citate possono essere raggruppate in tre distinti complessi, caratterizzati da reciproci rapporti che sono in parte stratigrafici ed in parte tettonici.

Complesso basale: E' costituito dalle seguenti tre diverse Unità: Calcarea massiccio (Lias inferiore e medio); Calcari selciferi (Lias medio); Scaglia e Scisti policromi (Scaglia Toscana) (Cretacico sup.- Oligocene). Queste formazioni, come già detto, non affiorano nell'area in esame.

Complesso alloctono: Le formazioni, prevalentemente a carattere flyschoidi, che costituiscono questo complesso affiorano con continuità attorno al margine dei rilievi vulcanici dei Monti della Tolfa; i rapporti ovunque tettonici con il complesso basale ne spiegano il carattere di copertura alloctona regionale.

Nel suo insieme questo complesso risulta costituito da distinti gruppi di formazioni (unità tettoniche e/o litostratigrafiche), geometricamente e tettonicamente sovrapposte l'una all'altra. In particolare, possono essere distinte un'unità geometricamente inferiore (prima unità o unità esterna), costituita dalla successione

dei Flysch tolfetani di età cretacico-oligocenica, ed un'unità superiore (seconda unità o unità interna), rappresentata dalla Serie della Pietraforte, di età cretacico-paleocenica.

La serie dei Flysch tolfetani, molto eterogenea dal punto di vista litologico, risulta a sua volta costituita da due formazioni: la prima, denominata Flysch argilloso-calcareo, ascrivibile al Cretaceo superiore, è prevalentemente argillosa con intercalazioni litoidi mentre la seconda, che occupa gran parte del territorio dei Monti della Tolfa, è rappresentata dal Flysch calcareo, di età cretacico superiore-paleocenica, in cui prevale la componente litoide (calcareo, talora marnoso).

La serie della Pietraforte risulta costituita da due differenti Unità formazionali disposte in regolare sovrapposizione stratigrafica (dal basso verso l'alto): la Formazione degli Argilloscisti varicolori manganeseferi (ascrivibile all'Aptiano-Albiano-Cretacico inferiore) e la Formazione della Pietraforte (tipico flysch arenaceo calcareo-quarzoso) di età cretacica superiore.

I termini litologici costituenti la Serie dei Flysch tolfetani si presentano spesso notevolmente tettonizzati mostrando motivi plicativi anche alla scala del metro con frequenti faglie ed un grado di fratturazione mediamente elevato.

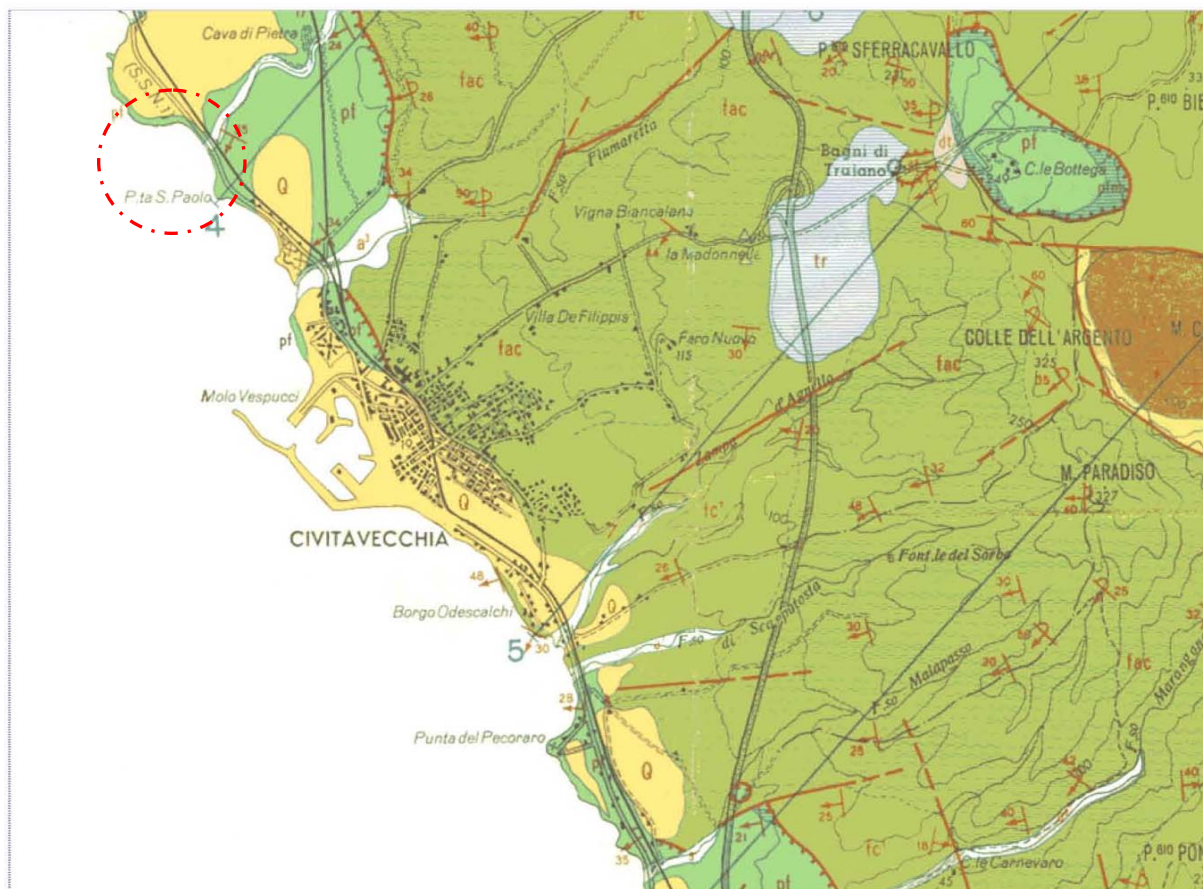
I litotipi con comportamento meccanico di tipo litoide (calcarei marnosi ed arenarie calcareo-quarzose) mostrano una buona resistenza all'alterazione meteorica che si limita alla porzione più superficiale delle superfici esposte e non risentono, se non in maniera minima, delle escursioni stagionali del contenuto d'acqua.

Al contrario i litotipi argillitici presentano una certa predisposizione all'alterazione meteorica e risentono, anche in termini di comportamento geomeccanico, delle variazioni stagionali del contenuto d'acqua.

Formazioni neogeniche (complesso neoautoctono): Le formazioni che costituiscono questo complesso sono trasgressive sulle successioni flyschoidi; sono qui compresi sia i depositi semicontinentali del Miocene terminale (Messiniano) regressivo, sia le serie neogeniche marine trasgressive, sia la serie marina quaternaria (Siciliano-Tirreniano).

Generalmente questi litotipi occupano le zone sub-pianeggianti o blandamente acclivi che fungono da raccordo tra i rilievi collinari e la linea di costa e risultano talora ricoperti dai depositi continentali quaternari.

STRALCIO DELLA "CARTA GEOLOGICA DEI MONTI DELLA TOLFA"
(FAZZINI ET ALII 1972)



LEGENDA

NEOAUTOCTONO E DEPOSITI RECENTI

- Dt** Detriti
- a³** Alluvioni recenti ed attuali; sabbie e ghiaie del litorale marino
- Q** Sabbie e conglomerati commisti a materiale vulcanico, argille limo-sabbiose, mame tripolacee, con strati di calcare sabbioso conchigliare (Panchina) Siciliano, Tirreniano, Olocene
- p** Lave in domi e ignimbriti del complesso tolfetano cerite a chimismo acido

ALLOCTONO

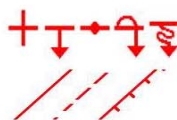
SECONDA UNITA' O INTERNA: SERIE DELLA PIETRAFORTE

- Pf** Pietraforte: arenarie calcareo quarzose a grana media e fine ed intercalazioni pelitiche. **Cretaceo superiore**
- Pfm** Argilloscisti varicolori manganesiferi: argilloscisti rossi, verdi, bruni, neri, localmente bituminosi con calcari marnosi fini verdi e grigi anch'essi talvolta manganesiferi; verso l'alto intercalazioni di arenaria tipo pietraforte. **Cretaceo superiore**

PRIMA UNITA' O ESTERNA: SERIE DEI FLYSCH TOLFETANI

- Fc²** Flysch calcareo: calcari marnosi e mame bianche avana, calcareniti grigie con sottili intercalazioni pelitiche. **Eocene medio-superiore**
- FM** Formazione del Mignone: argilloscisti varicolori, in prevalenza rossi, con calcari detritici alla base e rare intercalazioni di calcari a grana fina, verdastrì e grigi. **Cretaceo superiore – Paleocene**
- Fc¹** Flysch calcareo: calcari marnosi grigi e nocciola sovente paesinizzati, mame e calcareniti grigie con intercalazioni pelitiche. **Cretaceo superiore – Paleocene**
- Fac** Flysch argilloso – calcareo: argilloscisti grigi e bruni con passate varicolori, alternati a calcari marnosi silicei, detritici e arenarie calcarifere. **Cretaceo superiore – Paleocene**

SEGNI CONVENZIONALI



Strati orizzontali, inclinati, verticali, rovesciati e contorti

Faglie sicure e probabili

FIGURA 2: CARTA GEOLOGICA (SCALA ORIG. 1:50.000)

6. INDAGINI ESEGUITE NELL'AREA PORTUALE

A seguito dei recenti orientamenti e modifiche progettuali, l'arretramento della banchina di riva della Darsena Traghetti e più in generale la nuova configurazione delle opere portuali, coinvolgono zone in cui risultano disponibili numerosi sondaggi eseguiti durante le varie fasi di progettazione delle Opere Strategiche (GTi) oltre che della futura adiacente Darsena Energetica Grandi Masse) e dell'adiacente Terminal Container (S2, S3, S4, AT).

I sondaggi sono stati spinti generalmente ad una profondità sufficientemente rappresentativa e sono stati integrati da prove in sito (soprattutto da prove penetrometriche dinamiche tipo SPT).

Durante le perforazioni, nell'ambito dei terreni a matrice argillosa, sono stati prelevati, ove possibile, campioni indisturbati su cui sono state effettuate, oltre alle usuali prove di identificazione e classifica, prove di compressione triassiale del tipo TxUU, TXCIU e TXCD, prove di compressione ad espansione laterale libera, prove di taglio diretto e prove di compressione edometrica.

A supporto della fase di progettazione esecutiva è stata eseguita una nuova campagna di indagine geognostica finalizzata ad affinare il quadro stratigrafico di riferimento nelle aree in cui è prevista la realizzazione dei Pontili 1 e 3 della Darsena Traghetti.

Nell'area dei pontili, in particolare, sono stati eseguiti i sondaggi meccanici a carotaggio continuo:

- SP1, L = 32 m, in corrispondenza del pontile 1;
- SS1, SS2, SS3 e SS4: L = 10 ÷ 15 m, in corrispondenza del pontile 3.

Durante le perforazioni, nell'ambito dei terreni limo-argillosi, sono stati prelevati campioni indisturbati su cui sono state effettuate prove di identificazione e classificazione, prove di compressione triassiale del tipo TxCD, prove di compressione ad espansione laterale libera e prove di compressione edometrica.

Nell'area della Darsena Traghetti, ed in particolare in corrispondenza dell'allineamento lungo il quale in fase di progettazione esecutiva era stato previsto l'imbasamento dei cassoni di riva della Darsena Traghetti e il Pontile 1, sono stati eseguiti 7 sondaggi a carotaggio continuo (SD1 ÷ SD7), di lunghezza L = 7 ÷ 14.5 m.

Infine, in corrispondenza della foce del Fosso del Buonaugurio, si è proceduto ad eseguire una ulteriore campagna di indagine integrativa finalizzata principalmente a verificare lo spessore e le caratteristiche di variabilità e di consistenza dello strato

di colmata, consistita in n.5 prove penetrometriche dinamiche continue pesanti (DPSH).

Recentemente, infine, sono stati realizzati ulteriori 4 sondaggi a carotaggio continuo (SVi - anno 2018) finalizzati alla caratterizzazione dei materiali costituenti la cassa di colmata a tergo della banchina di riva.

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione planimetrica di tutte le indagini eseguite nelle aree circostanti quella direttamente interessata dal pontile 2.

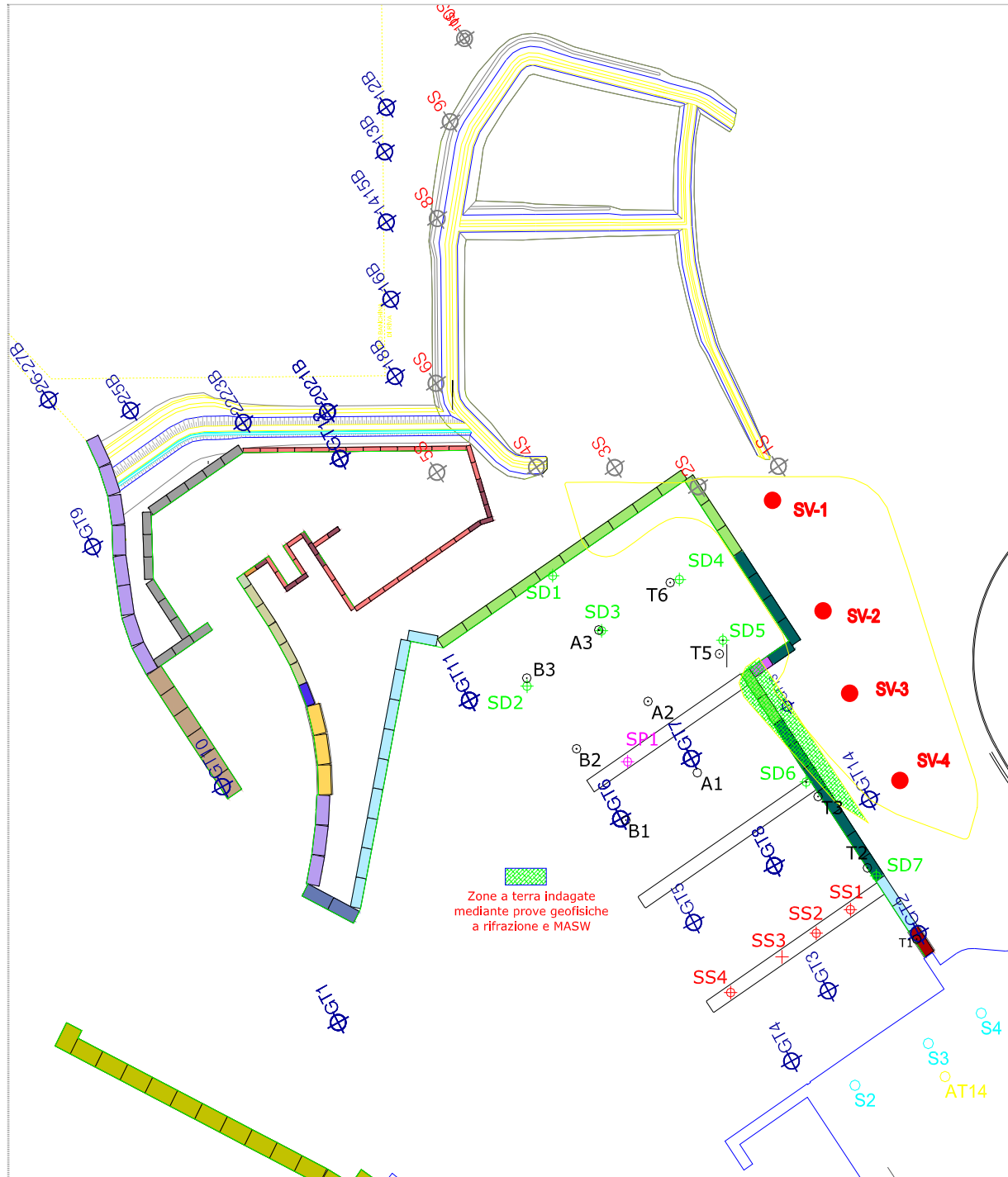


FIGURA 3 SONDAGGI DISPONIBILI NELL'AREA PORTUALE

7. QUADRO GEOLOGICO DEL SITO

7.1 LITOLOGIA

Le caratteristiche intrinseche delle diverse formazioni geologiche e le successive vicissitudini tettoniche e deposizionali hanno conferito all'insieme dei terreni caratteri di grande complessità stratigrafica e geotecnica.

Nonostante tale complessità, nell'area direttamente interessata dalle opere in progetto (pontile 2), le indagini eseguite hanno consentito di sviluppare un modello sufficientemente rappresentativo per la relativa caratterizzazione geotecnica.

Dalla ricostruzione stratigrafica, appare che l'opera da realizzare ricade in due principali e distinte sequenze stratigrafiche caratterizzanti rispettivamente la zona più prossima alla costa (Zona Costiera) e quella immediatamente antistante (Zona Marina). Per la ricostruzione stratigrafica e geotecnica si è tenuto conto dei sondaggi eseguiti durante le fasi di progettazione definitiva delle Opere Strategiche (GT- anno 2003) integrati dalle perforazioni SD5 - SD6 - SD7, SP1 e SS1 - SS2 - SS3 - SS4 (anno 2012) e di quelli eseguiti sulla cassa di colmata (SV3 e SV4- anno 2018).

La loro ubicazione é schematicamente riportata nella seguente figura 4.

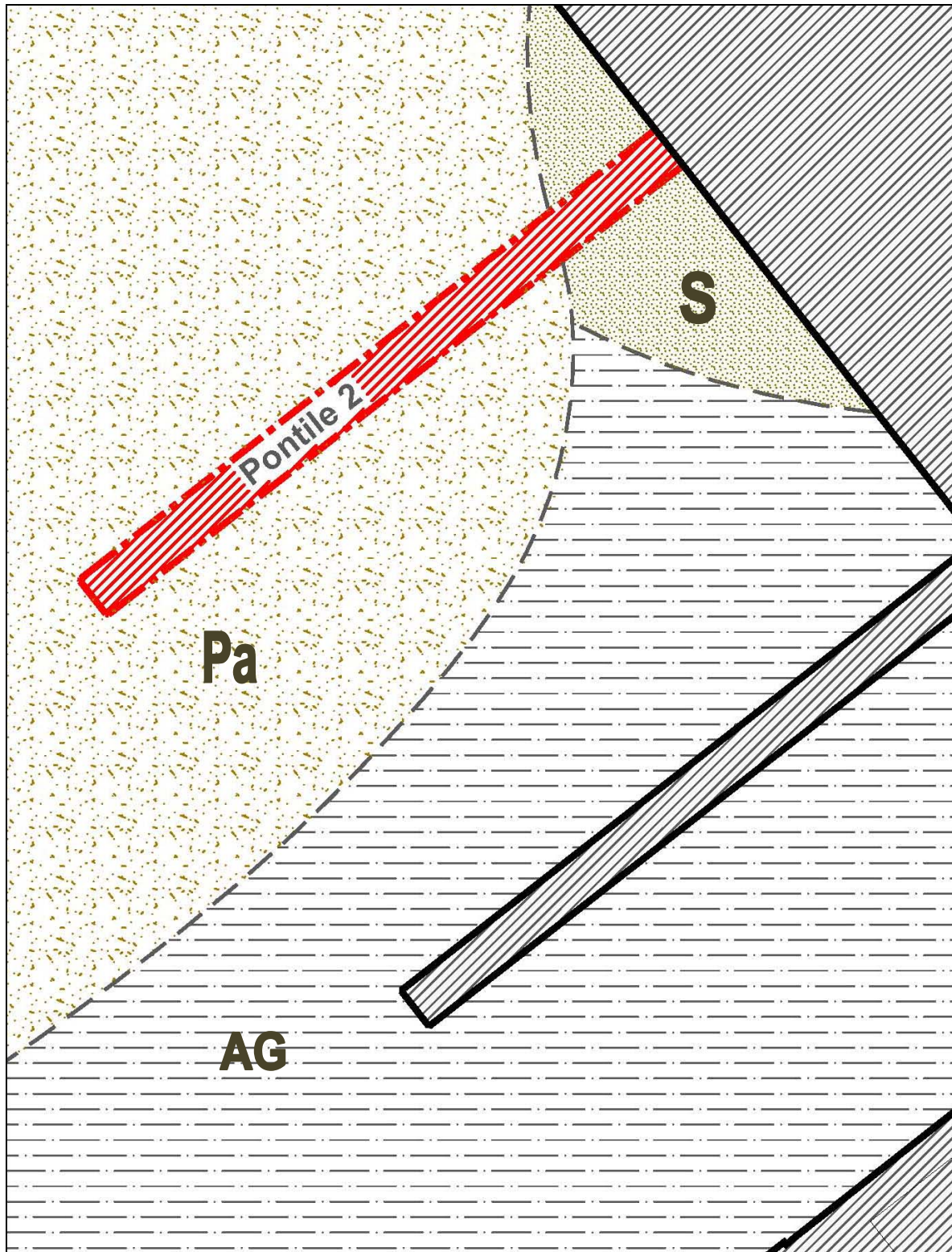


FIGURA 4: UBICAZIONE DELLE INDAGINI UTILIZZATE PER IL MODELLO GEOLOGICO LOCALE

In corrispondenza del Pontile 2, considerata la quota di fondale dragato a - 10.7 m slm, risultano presenti spessori residui di panchina di ordine metrico solamente nel tratto di testata ed in quello mediano dell'opera (figura 5).

Queste formazioni sono sovrapposte ai limi argillosi grigi ("AG") ed, in profondità, alle sabbie limose grigie fossilifere ("Sf").

Nel tratto prossimo alla radice sono presenti essenzialmente terreni sabbiosi giallastri ("S") localmente intercalati a livelli limo-argillosi e sovrapposte alle sabbie grigie fossilifere ("Sf").



SCALA 1:2000

- Pa** = Complesso delle "sabbie debolmente cementate e calcareniti "(Pa)"
- S** = Complesso Depositi sabbiosi del substrato ("S", "Sf")
- AG** = Complesso dei "limi argillosi grigi " ("AG", AGs")
- - = Limite geologico incerto

FIGURA 5: CARTA GEOLOGICA

7.2 GEOMORFOLOGICA

Le strutture esistenti derivano da importanti opere di colmata dello specchio acqueo antistante il tratto di costa che interessa per intero il settore settentrionale del Porto di Civitavecchia fino alla centrale elettrica Tirreno Power.

Per quanto riguarda la morfologia subacquea, l'elemento di maggior rilievo è costituito dall'incisione sottomarina che, a partire dall'originale foce di Fosso del Prete, si sviluppava grossomodo in direzione SW. Detta incisione è, ad oggi, obliterata dalle importanti opere di dragaggio già effettuate (figura 6).

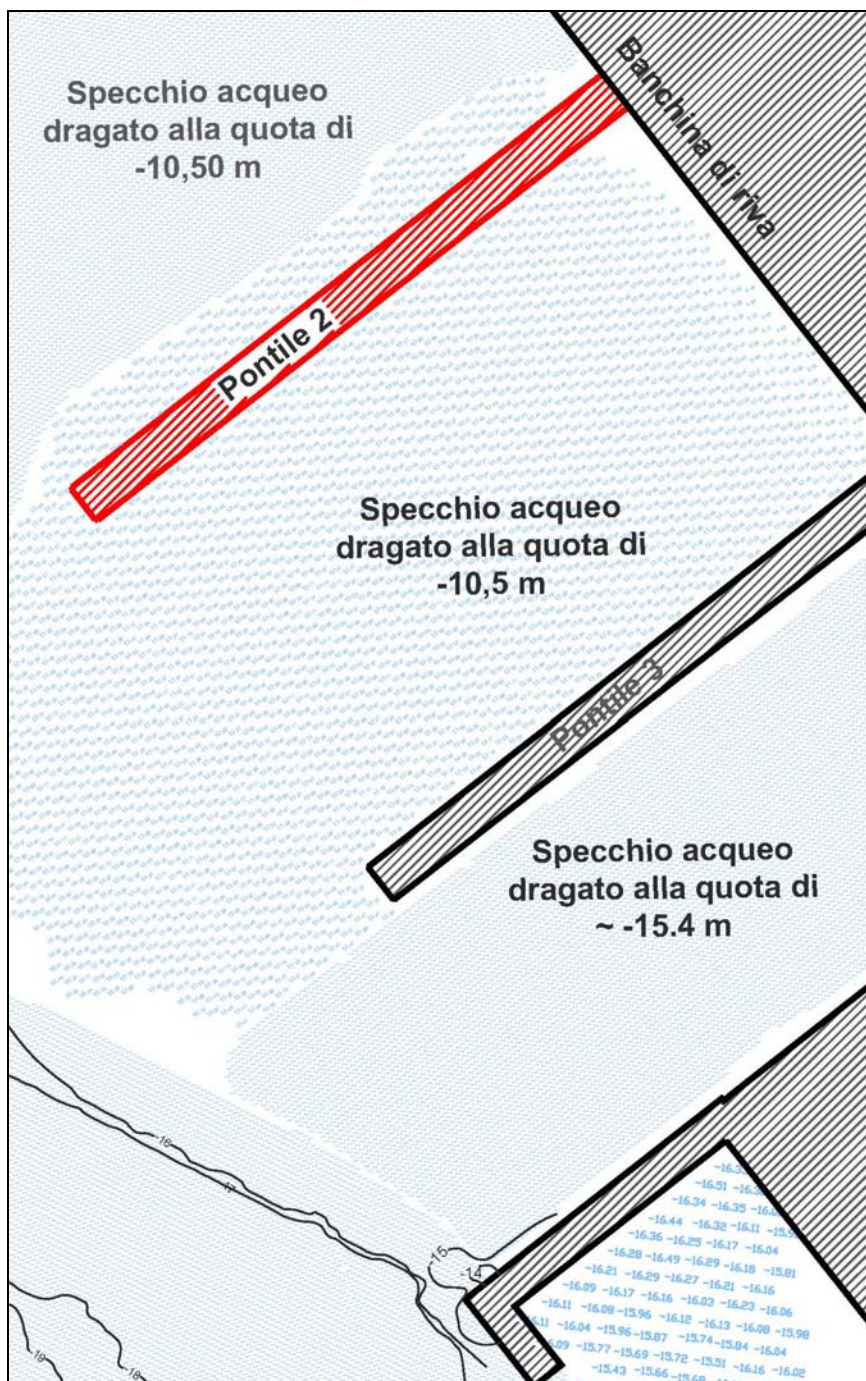


FIGURA 6: CARTA GEOMORFOLOGICA CON I PRINCIPALI ELEMENTI ANTROPICI CHE CARATTERIZZANO L'AREA

Per quanto riguarda la morfologia delle zone emerse, poste a ovest del tracciato stradale SS1 Aurelia, poco si può dire in quanto di natura completamente antropica. Per quanto riguarda la morfologia delle zone emerse a monte del tracciato stradale si è fatto riferimento al comprensorio civitavecchiese che costituisce la propaggine costiera del più ampio comprensorio dei Monti della Tolfa e che, nel complesso può essere distinto in un ambito collinare ed uno costiero.

L'ambito Collinare è ubicato nel settore centro-meridionale del territorio comunale ed è caratterizzato da rilievi modesti che fungono da zona di transizione tra i Monti della Tolfa e l'area costiera. Nel complesso detti rilievi sono caratterizzati da morfologie dolci blandamente declivi verso le aste fluvio-torrentizie; non è però rara la presenza di versanti più acclivi, coincidenti con l'affioramento dei termini vulcanici o, se sedimentari, con l'affioramento di litotipi a comportamento meccanico di tipo litoide con giacitura a "reggipoggio".

Il deflusso idrico è garantito da corsi d'acqua, a carattere torrentizio, che si sviluppano in incisioni vallive, talora profonde e che spesso sfociano in ampie piane alluvionali.

La fascia collinare situata a nord si raccorda dolcemente con l'ambito costiero, che, localmente è caratterizzato da morfologie riconducibili ad un paleoambiente ben identificabile tanto per le forme d'erosione (piattaforme di abrasione) quanto per i depositi marini ad esso associati.

Nel settore meridionale, invece, la piana costiera è estremamente ridotta, se non completamente assente. Il substrato flyschoidale infatti raggiunge direttamente la linea di costa originando piccole falesie (1÷2 m) che a partire dalla località Borgo Odescalchi raggiungono, praticamente senza soluzione di continuità, il limite comunale meridionale, coincidente grossomodo con il Porto turistico Riva di Traiano.

Nell'ambito costiero esiste una stretta correlazione tra sedimenti e morfologie che spesso consente l'identificazione dei diversi cicli deposizionali.

Nel settore settentrionale sono presenti estese superfici sub-pianeggianti (~35 Km², che si sviluppano tra le isoipse 2 e 25 m), nel settore meridionale invece, prevale la tipologia di costa acclive, con spianate di ampiezza decisamente limitata, generalmente localizzate alla base dei versanti, tra le isoipse 5 e 40 m slm.

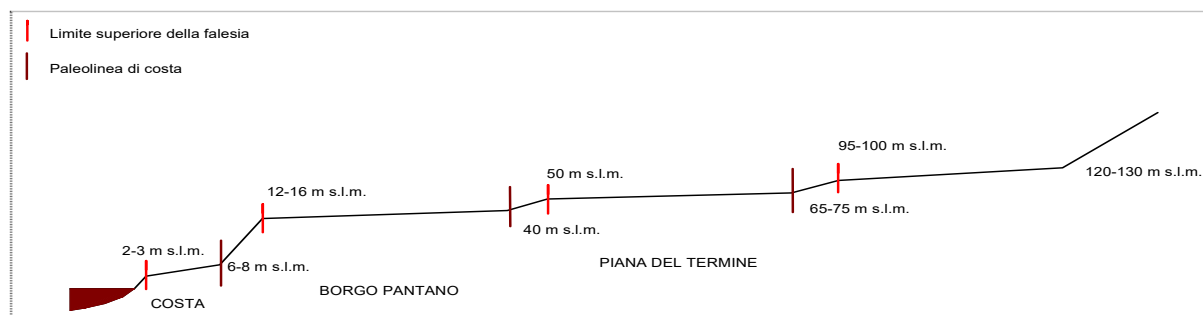
Il paleosistema morfologico costiero è costituito da elementi di piattaforma di abrasione coincidenti con i vari episodi trasgressivi marini. Ogni ciclo eustatico, con stazionamento marino di durata sufficientemente lunga, ha consentito infatti la

creazione di una propria superficie di spianamento, la cui base, marcata da una linea di discontinuità, coincide con il livello massimo della trasgressione. Dette discontinuità morfologiche possono configurarsi come una vera e propria parete rocciosa (paleofalesia s.s.) o come pendio diversamente inclinato rispetto al contesto morfologico in cui si imposta.

Ciascun sistema appare pertanto, morfologicamente definito dall'orlo di scarpata che lo delimita verso costa (falesia della successiva fase trasgressiva) e dalla base della discontinuità che lo limita verso l'entroterra (falesia della fase eustatica che lo ha generato).

Le varie piattaforme e le relative linee di costa, individuate su base morfologica, sono state suddivise negli "ordini" di seguito descritti e schematicamente riportati nella seguente figura.

SCHEMATIZZAZIONE DEI TERRAZZI MARINI



ELEMENTI DEL 1° ORDINE

Quota inferiore (ORLO DI SCARPATA A VALLE)	Quota superiore (PIEDE SCARPATA A MONTE=LINIA DI COSTA)
2 ÷ 3 m	6 ÷ 8 m

Costituiscono una fascia di larghezza massima pari a circa 500 m, che si sviluppa, con continuità, a partire dalla località S. Agostino e Torre Valdaliga.

La scarpata termina sull'attuale linea di costa. A nordovest della centrale ENEL è presente una seconda discontinuità morfologica, che potrebbe indicare l'esistenza di un'ulteriore linea di paleocosta.

ELEMENTI DI 2° ORDINE

	Quota inferiore (ORLO DI SCARPATA A VALLE)	Quota superiore (PIEDE SCARPATA A MONTE=LINIA DI COSTA)
a	12-15 m	40 m
b (?)	~ 20 m	25 ÷ 30 m

a) questa piattaforma di abrasione è presente tanto a nord quanto a sud dell'abitato di Civitavecchia; in particolare nella zona nord si estende tra Macchia della Cerreta e Monna Felice mentre in quella sud è presente nelle zone prossime alla Punta del Pecoraro. Il limite inferiore è ben evidente in tutta l'area di affioramento, l'altro appare invece sovente mal definito a causa del basso gradiente e della non elevata altezza della falesia stessa, fa eccezione l'area di Monna Felice dove i limiti morfologici

assumono una grande evidenza. All'interno del territorio comunale, la falesia scompare completamente in prossimità nord, oltre Fornace Aurelia.

b) in questa piattaforma di abrasione sembra essere presente una seconda linea di paleocosta, caratterizzata da una estrema discontinua. In particolare è ben riconoscibile solamente nel tratto compreso tra Borgo Pantano e Macchia della Cerreta, in corrispondenza del tratto ferroviario. In questo ambito è presente una scarpata di terrazzo con orlo netto che s'imposta all'interno di un pendio blandamente digradante verso la piana compresa tra le isoipse 15 e 22 m. Verso sud le evidenze morfologiche appaiono meno chiare fino a scomparire definitivamente, anche a causa della copertura travertinosa.

ELEMENTI DI 3° ORDINE

Quota inferiore (ORLO DI SCARPATA A VALLE)	Quota superiore (PIEDE SCARPATA A MONTE=LINEA DI COSTA)
45+50 m	70+80m

Questo ordine è stato ritrovato ai limiti settentrionali del territorio comunale in località Pian del Termine. La linea di costa si segue abbastanza agevolmente tra l'abitato di Aurelia e Poggio Elevato in corrispondenza all'isoipsa 70 m mentre non è possibile individuare, su base morfologica, il limite inferiore di questa superficie. La paleofalesia è rappresentata da un pendio articolato e localmente acclive, di elevata altezza (fino a 30 m), bene individuato morfologicamente.

ELEMENTI DI 4° ORDINE

Quota inferiore (ORLO DI SCARPATA A VALLE)	Quota superiore (PIEDE SCARPATA A MONTE=LINEA DI COSTA)
95-105 m	120-130 m

Questo sistema morfologico è costituito da una superficie di abrasione di ridotte dimensioni, attualmente smembrata dall'azione erosiva del Fosso della Vite, del Fosso delle cave di Gesso e del Fosso del Prete e, non ultimo, dal ruscellamento diffuso e concentrato lungo i versanti. Superiormente la linea di costa termina contro il versante occidentale della dorsale del M. Ferrara, caratterizzato da elevata acclività e strutturata sui termini flyschoidi. Nei settori più rilevati si osservano pendenze maggiori rispetto al resto della piana per l'accumulo di materiale derivante dall'erosione dei soprastanti versanti. Il sistema morfologico di IV ordine rappresenta il livello di stazionamento marino più elevato che si è potuto rilevare nell'area.

L'area direttamente interessata dalle opere in progetto é, come detto, caratterizzata da lineamenti morfologici antropici e da un andamento piano altimetrico sub-orizzontale.

Dal punto di vista morfodinamico l'area appare scevra da evidenti fenomeni di dissesto gravitativo in atto o allo stato latente. Nelle figure 7 e 8 sono riportati gli stralci della Tav. 2.08 nord del PAI, e della Tav. 14 (Bacini idrografici regionali) - "Mappa della pericolosità" - "Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni" - Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale. Per meglio visualizzare l'interferenza delle aree a rischio geomorfologico ed idraulico sulle opere in progetto, sulle carte é stata sovrapposta indicativamente l'area portuale.

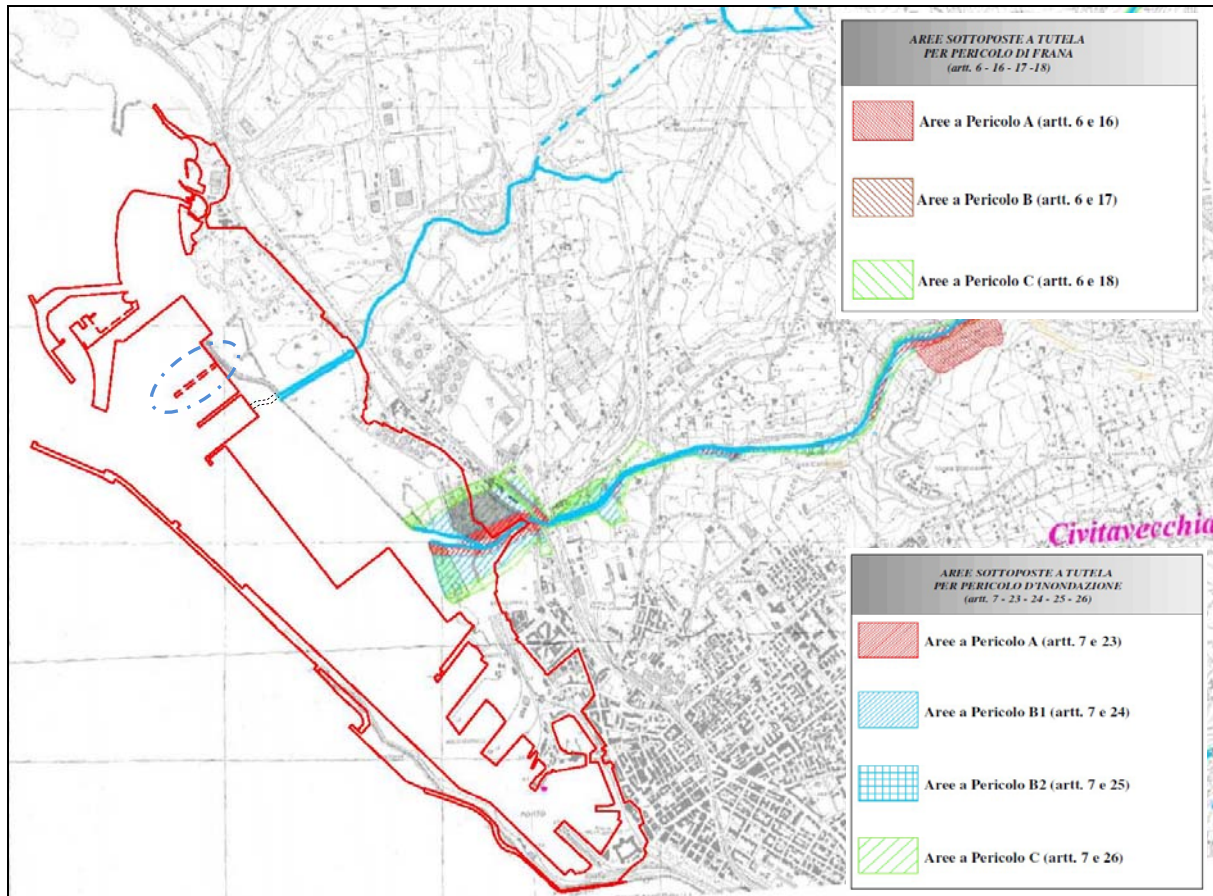


FIGURA 7: STRALCIO TAV. 2.08 NORD – PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO PAI (LAZIO)

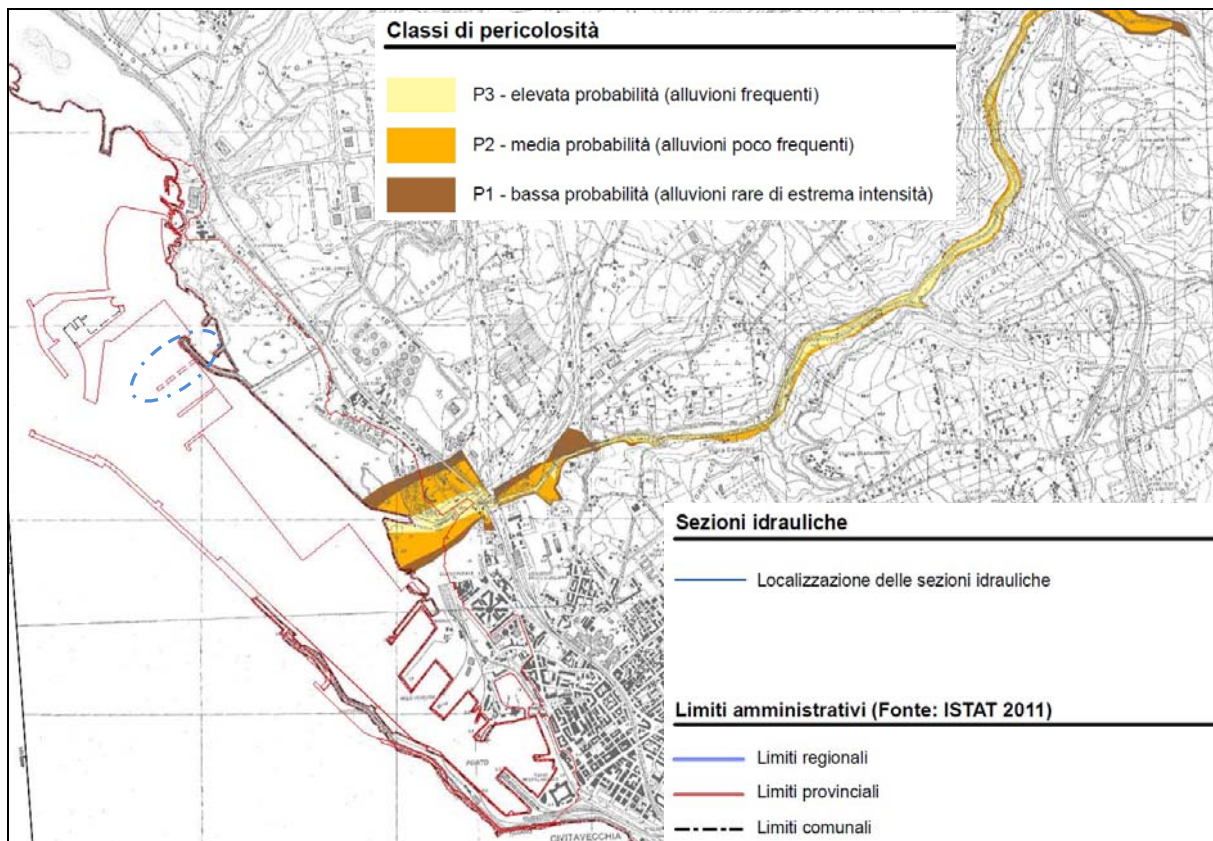


FIGURA 8: STRALCIO TAV. 14 – MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ - PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO CENTRALE (Direttiva 2007/60/CE - art. 6 D.Lgs 49/2010)

8. INQUADRAMENTO SISMICO

Studi riguardanti la distribuzione delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (Stucchi et al. 2007 – disponibile on-line) indicano, per il Comune di Civitavecchia, come eventi sismici che hanno avuto un grande risentimento, quelli riportati nello schema di seguito allegato.

EARTHQUAKE OCCURRED						
Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Effetti IS	Studio	nMDP	Io	Mw
1892 01 22	COLLI ALBANI	NF	DOM	81	6-7	5.17
1895 11 01	CASTEL PORZIANO	4	DOM	98	6	4.83
1899 07 19 13 18 54	COLLI ALBANI	3	CFTI	123	7	5.18
1915 01 13 06 52	AVEZZANO	5	DOM	1040	11	6.99
1919 10 22 06 10	ANZIO	4	DOM	142	7	5.53
1927 12 26 15 06 14	COLLI ALBANI	2	CFTI	38	7	5.02
1969 07 02 07 55	TOLFA	6	DOM	72	7	5.08
1971 02 06 18 09	TUSCANIA	4	DOM	89	7-8	4.90

TABELLA 1: STORIA SISMICA DI CIVITAVECCHIA

Il rischio sismico per la zona di Civitavecchia e per la Regione Lazio, in genere, è modesto, ma non trascurabile, poiché a fronte di una sismicità, registrata dalle reti sismiche nazionali, caratterizzata da scosse frequenti ma di bassa intensità, il territorio presenta una vulnerabilità degli edifici esistenti ed un valore esposto (densità di popolazione, patrimonio storico-monumentale, ecc) molto elevati.

Non va dimenticato che i terremoti con epicentro nell'Appennino centrale, in particolare in Umbria e Abruzzo, vengono fortemente avvertiti in tutto il territorio laziale provocando, storicamente, effetti classificabili fino all'VI÷VII grado della Scala Mercalli.

I dati di pericolosità sismica prodotti da INGV (MPS04 e successive integrazioni prodotte nell'ambito del progetto INGV-DPC S1, disponibili sui siti web <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> e <http://esse1.mi.ingv.it/>) hanno fornito una prima risposta, che ha avuto un riconoscimento ufficiale nell'Ordinanza PCM 3519/06 aventi per oggetto i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

L'area in studio è stata classificata all'interno della zonazione vigente come appartenente alla categoria 3B; Si allega a pagina seguente (figura 9) la Carta della Classificazione Sismica (Delibera di Giunta Regione Lazio n. 387 del 22.05.2009).

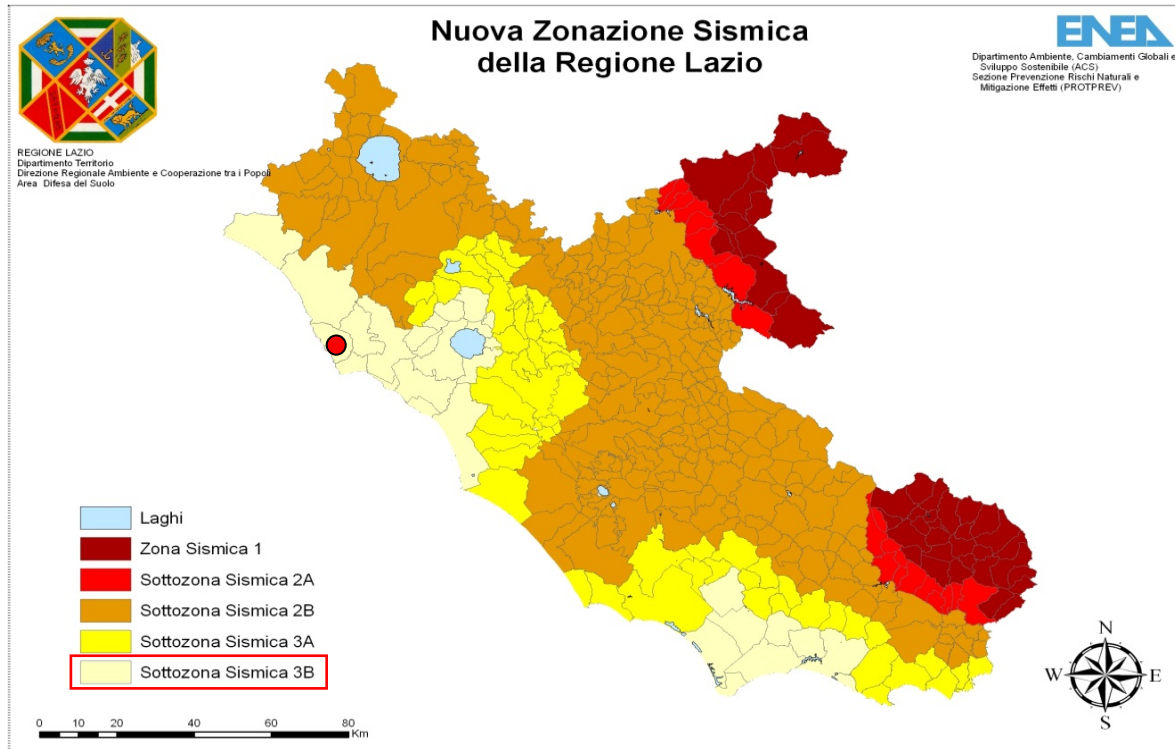


FIGURA 9 : ZONAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LAZIO CON DETTAGLIO SULLA CLASSE D'APPARTENENZA.

Dalla Carta dei Valori di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (stralcio in figura 10), si osserva che l'accelerazione orizzontale massima del suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi, è compresa per la zona d'esame nell'intervallo 0.050 ÷ 0.075. (Acc. orizz. massima attesa: $ag_0=0.0655$ g per il Comune di Civitavecchia – Fonte: http://www.regione.lazio.it/prl_ambiente).

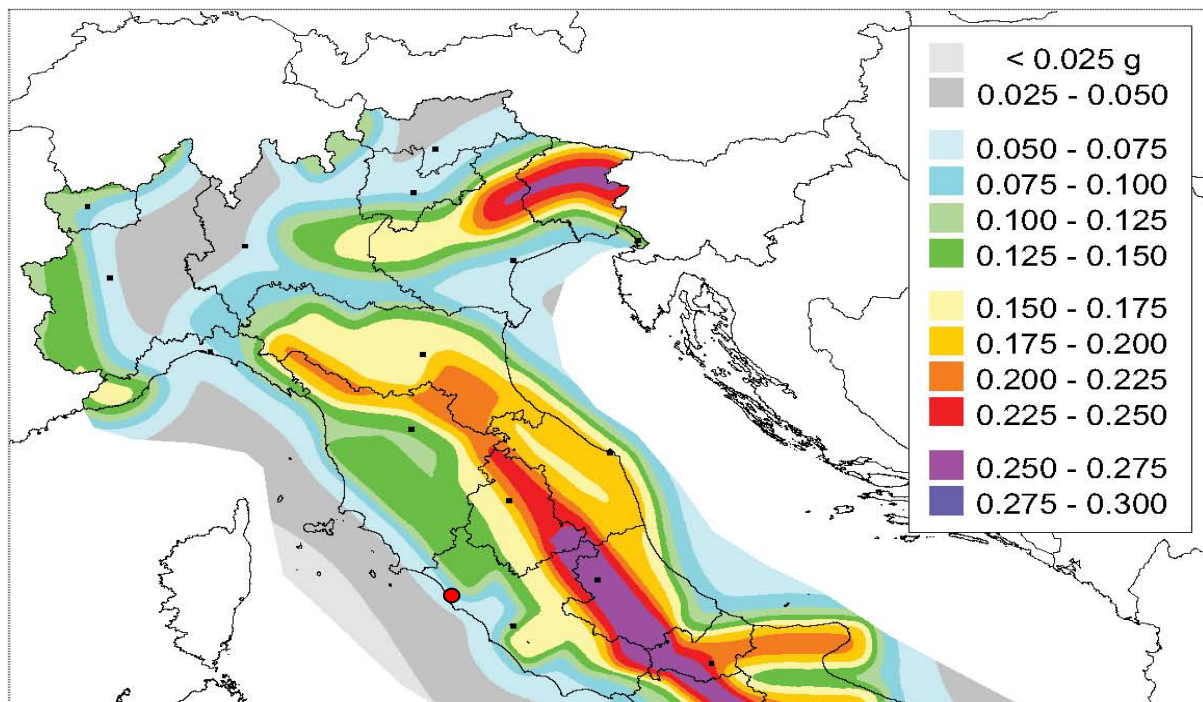


FIGURA 10: CARTA DEI VALORI DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE

8.1 PERICOLOSITÀ SISIMICA DI BASE: $A_g - F_0 - T_c$

Come definito nel Testo unico allegato al D.M. del 17/01/2018 “NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018”, le “AZIONI SISIMICHE DI PROGETTO”, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “PERICOLOSITÀ SISIMICA DI BASE” del sito di costruzione che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita:

- in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (cat A);
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distanti più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_r ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni.

Ai fini della normativa, le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri caratteristici del sito in studio:

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	120	0.039	2.681	0.275
Danno (SLD)	201	0.045	2.703	0.290
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0.077	2.980	0.347
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.082	3.015	0.352
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

dove:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 = valore max del fattore di amplificazione spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c = periodo di inizio del tratto a velocità cost. spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri sismici locali sono definiti sulla base delle coordinate del sito (COORDINATE ED50: LAT 42.111703°N, LONG. 11.770277° E) ed in base alla classe d’uso e vita nominale dell’opera in progetto (CLASSE VI; VITA NOMINALE 100).

8.2 INDAGINE SISMICA PER LA DETERMINAZIONE DELLA V_{SEQ}

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che, in assenza di specifiche analisi, può essere ricavata mediante un approccio semplificato basato sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento (NTC 2018 - Tab. 3.2.II). Tra le novità introdotte dalle N.T.C. 2018 si rimarca la classificazione dei suoli in 5 categorie, determinate sulla base dei valori di V_s ottenuti mediante specifiche prove da eseguirsi nel sito in studio.

L'individuazione della categoria viene effettuata sulla base dei valori della V_{SEQ} , cioè della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro lo spessore di depositi soprastanti il substrato (bedrock sismico). Per i depositi con profondità H del bedrock superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{SEQ} è definita dal parametro V_{S30} . I valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{SEQ} \approx V_{S30}$ (m/s), vengono definiti dall'espressione:

$$V_{SEQ} \approx V_{S30} = H / \sum h_i / V_{si}$$

DOVE: h_i = SPESSORE STRATO I-ESIMO; V_{si} = VELOCITÀ ONDE S (DI TAGLIO) DELLO STRATO I-ESIMO; N = NUM. STRATI;
 H = PROFONDITÀ SUBSTRATO (ROCCIA O TERRENO MOLTO RIGIDO) CON $V_S > 800$ M/S OPPURE 30 M PER V_{S30} .

La V_s è il parametro geofisico che rappresenta meglio la variabilità geotecnica dei materiali presenti nel sottosuolo; è un parametro elastico essenziale per la caratterizzazione geomeccanica di un terreno (Modulo di taglio).

Il parametro V_s può essere acquisito con:

- PROVE IN FORO (DOWN HOLE+CROSS HOLE) / PROFILI SISMICI (RIFLESSIONE O RIFRAZIONE)
- MODELLAZIONE DEL SOTTOSUOLO MEDIANTE ANALISI DELLE ONDE DI RAYLEIGH (MASW, REMI).

Al fine di definire il valore locale della V_s e di conseguenza la classe di terreno è stata effettuata una specifica analisi sismica mediante tecnica MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES), la cui ubicazione è schematicamente riportata in figura n.11

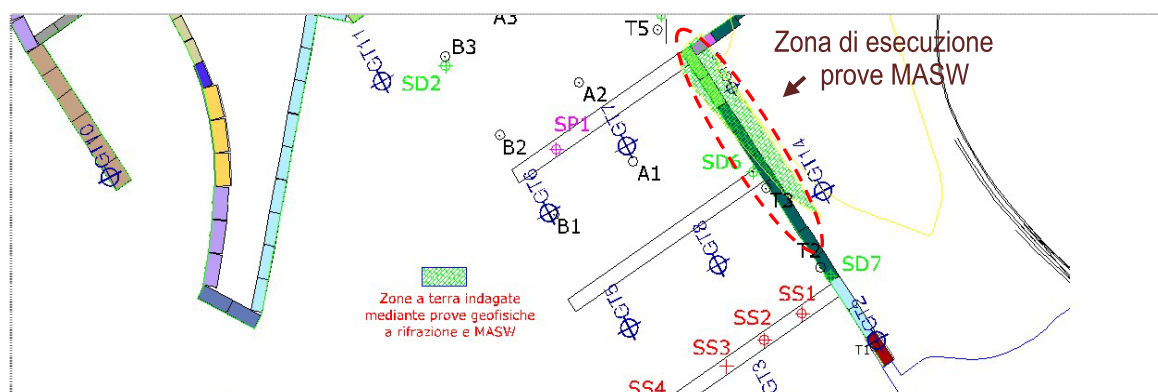


FIGURA 11: UBICAZIONE DEGLI STENDIMENTI SISMICI

La tecnica MASW si basa sulla registrazione dei primi arrivi delle onde superficiali prodotte sui 12 o più canali (geofoni). Si tratta di una tecnica di tipo attivo in cui la generazione delle onde si ottiene mediante energizzazione artificiale, generando un treno di onde complesso comprendente le onde di Rayleigh.

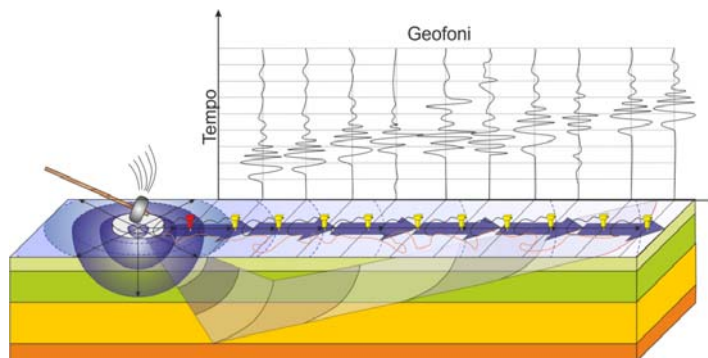


FIGURA 12 : STENDIMENTI SISMICI DI TIPO MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES).

Con questa tecnica si ottiene per ogni stendimento geofisico un profilo verticale del valore della velocità di taglio e di conseguenza il valore della V_{SEQ} da cui si evince la categoria sismica.

8.3 CATEGORIA SISMICA DEI TERRENI

Dall'interpretazione delle prove MASW ottenute mediante l'analisi della curva di dispersione dei tre allineamenti Masw1, Masw2 e Masw3, è possibile desumere come le caratteristiche di rigidità espresse dalla velocità delle onde di taglio V_s , superato lo strato di riporto incoerente ed eterogeneo, tendano ad incrementare con la profondità in modo quasi costante in linea con il grado di addensamento atteso per i depositi sabbiosi.

Inoltre, come già riscontrato dai sondaggi GT13 e GT14, non emerge la presenza di uno strato pseudo-litoide ascrivibile alla Formazione della Panchina interposto tra lo strato di riporto e la formazione sabbiosa che sarebbe dovuta essere verosimilmente contraddistinto da maggiori valori di V_s .

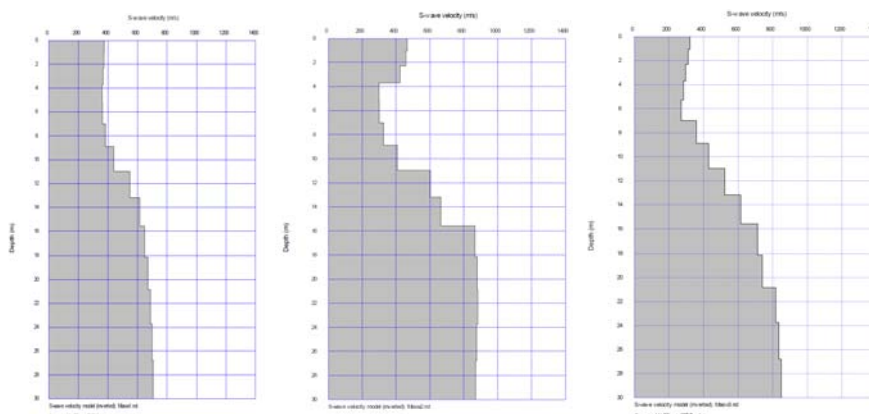


FIGURA 13 : PROFILI SISMICI DELLE TRE PROVE GEOFISICHE ESEGUITE (MASW)

VELOCITÀ MEDIA DELLE ONDE S NEI SISMOSTRATI MEDI INDIVIDUATI			
Spessore (m)	9	6	15
Profondità (m)	9	15	30
Velocità (m/s)	240	450	680

Dal profilo sismico medio, ricavato dalle risultanze delle tre prove MASW eseguite, si evince infatti che non è presente un bedrock sismico entro la profondità di 30 m dal piano di esecuzione delle prove e pertanto il parametro V_{SEQ} può essere definito dal parametro V_{S30} . Tale valore, calcolato considerando come quota “zero” il piano di esecuzione delle prove, risulta essere pari a $V_{S30}=411,57$ m/s e la categoria sismica dei sottosuoli indagati è pertanto “**B**”.

SISMICA	V_{SEQ}	CLASSIFICAZIONE SECONDO NTC 17/01/2018
MASW	$V_{SEQ} = V_{S30}$ 411,57 m/s	ROCCE TENERE E DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA, MOLTO ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINA MOLTO CONSISTENTI, CARATTERIZZATI DA UN MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI VELOCITÀ EQUIVALENTE COMPRESI TRA 360 M/S E 800 M/S.

CATEGORIA SISMICA (AI SENSI NORME TECNICHE COSTRUZIONI 17/01/2018)

In riferimento alle indicazioni contenute nell'Allegato "C" del Regolamento Regionale n°14 del 13/07/2016 “*Snellimento e semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica*” le opere di cui trattasi rientrano nel livello di **Vulnerabilità dell'opera “MEDIO”** (Classi d'uso IV; Zona sismica 3B).

In considerazione di quanto indicato nella D.G.R. Lazio n°489 del 17/10/2012 (comma 3) è fatto obbligo di disporre preventivamente alla progettazione esecutiva, lo studio di Risposta Sismica Locale (RSL) per tutte le nuove opere o per l'adeguamento sismico delle strutture esistenti di Classe d'uso III e di Classe d'uso IV, a eccezione per le Infrastrutture punto e).

8.4 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Considerando il contesto topografico e geomorfologico in cui si inserisce il sito di costruzione, l'area d'interesse può essere collocata nella Categoria **Topografica T1**: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i < 15^\circ$.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	SUPERFICIE PIANEGGIANTE, PENDII E RILIEVI ISOLATI CON INCLINAZIONE $i < 15^\circ$
T2	PENDII CON INCLINAZIONE MEDIA DI $i > 15^\circ$
T3	RILIEVI DI LARGHEZZA IN CRESTA MOLTO MINORE CHE ALLA BASE E INCLINAZIONE MEDIA $15^\circ < i < 30^\circ$
T4	RILIEVI CON LARGHEZZA IN CRESTA MOLTO MINORE CHE ALLA BASE E INCLINAZIONE MEDIA $i > 30^\circ$

CATEGORIE TOPOGRAFICHE (TAB. 3.2.III - CATEGORIE TOPOGRAFICHE) T.U. D.M. INFR. 17/01/2018)

8.5 MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

Recentemente il Comune di Civitavecchia, in qualità di Unità Amministrativa Sismica (UAS), ha provveduto alla redazione dello studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1 ai sensi della D.G.R. Lazio n°545 del 26/11/2010; tale studio è stato validato dalla Regione Lazio, Dip. Istituzionale e Territorio, Dir. Reg. Ambiente, con Determinazione n°G03450 del 26/03/2015.

In tale studio il territorio comunale è stato suddiviso in **Zone Stabili (ZS)**, **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (ZSA)** e **Zone suscettibili di instabilità (ZI)**. Di seguito si riporta il dettaglio delle varie sottozone individuate:

ZONE ZS

-
- **ZONA 1 (S1)**: caratterizzata da substrato geologico affiorante (Bedrock sismico stratificato) costituito da formazioni flyschoidi (ALS - Alternanze di litotipi). Calcari, calcari marnosi, marne, marne argillose e argille marnose.

ZONE ZSA

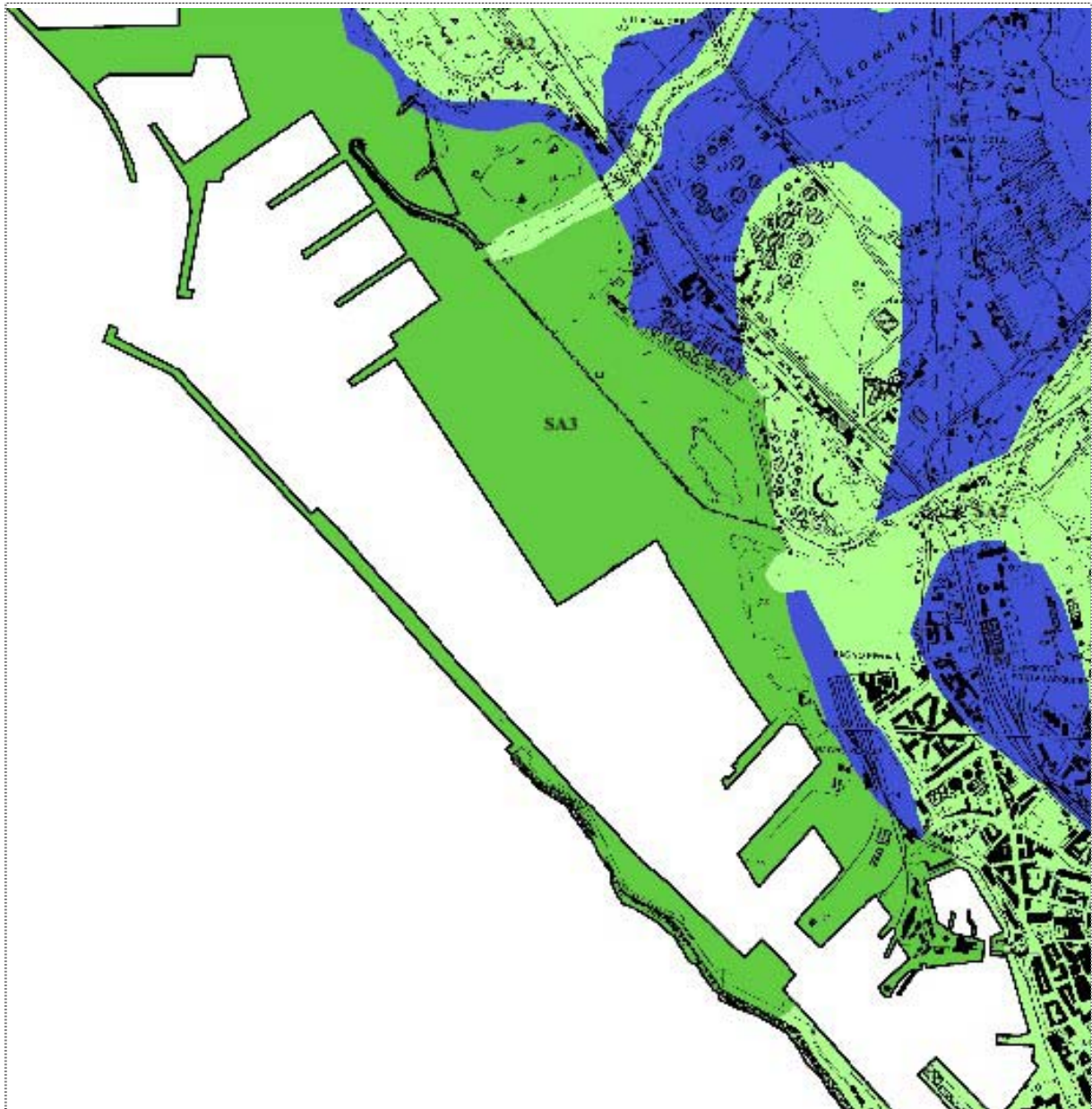
-
- **ZONA 2 (SA1)**: suscettibile di amplificazione per la presenza travertino, poggianti direttamente sulle formazioni flyschoidi.
 - **ZONA 3 (SA2)**: suscettibile di amplificazione per la presenza di depositi di copertura di origine alluvionale (depositi alluvionali, depositi di spiaggia e calcare bi organogeno), generalmente poggianti direttamente sulle formazioni flyschoidi
 - **ZONA 4 (SA3)**: suscettibile di amplificazione per la presenza di depositi di copertura costituiti da colluvio e detrito antropico o riporti, caratterizzati da spessori massimi supposti di 15 metri, poggianti direttamente formazioni flyschoidi.

ZONE ZI

-
- **SI1** : Instabilità di versante - colata quiescente

Come si evince dallo stralcio della carta MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica), l'area ricade in una Zona 4 (SA3) "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" per la presenza di depositi di copertura costituiti da colluvio e detrito antropico o riporti, poggianti direttamente su flysch.

Nella suddetta Determina di validazione dello studio di microzonazione sismica di Livello 1 si stabilisce (comma 4) che: nelle "**Zone Stabili suscettibili ad amplificazione sismica**" (**SA3**), preliminarmente al Progetto esecutivo delle strutture strategiche o rilevanti di cui all'All. 1 della DGR Lazio n. 489/12 dovrà essere e seguito obbligatoriamente uno studio di Risposta Sismica Locale.




Zone stabili

 Alternanza di litotipi
 Zona S1

Zone Instabili

 Instabilità di versante:
 colata-quiescente
 Zona SI

Aree esonerate

 Area esonerata ai sensi del DGR
 545 26 Novembre 2010, punto 7
 "Aree esentate dagli studi di MS"


**Zone stabili suscettibili di
 amplificazioni locali**


 Zona SA1


 Zona SA2

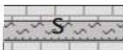
 Zona SA3

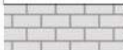
**Punto di misura di rumore
 Ambientale**

 Punto di misura di rumore ambientale
 con indicazione del valore di f0

 Delimitazione delle aree incluse nel
 Piano regolatore

 Delimitazione delle zone
 compromesse

 Calcarei, calcari marnosi, marne, marne argillose
 E argille marnose costituenti il substrato. (Flysch)

 Travertino

 Depositi alluvionali, depositi di spiaggia e calcare
 biorganogeno


 Colluvio e detrito antropico o riporti

FIGURA 14: STRALCIO DELLA CARTA M.O.P.S. – U.A.S. DI CIVITAVECCHIA (TAV.2)

8.6 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Secondo l'art. 7.11.3.4.2 del Testo Unico D.M. Infrastrutture 17/01/2018 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) "La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze":

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure $qc_{1N} > 180$ dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso specifico, in riferimento al punto n.2 delle condizioni sopra citate, il valore di Ag_{0RIF} corrispondente alla massima accelerazione attesa al suolo per il Comune di Civitavecchia (Fonte: http://www.regione.lazio.it/prl_ambiente) risulta essere pari a $ag_0=0.0677$ g (quindi minore di 0.1 g previsto dalle NTC).

A conferma di quanto detto anche mediante il calcolo dell'accelerazione al suolo attesa esattamente al sito (disponibile su <http://www.mappasismica.amv.it>), risulta che il valore di Ag è sempre inferiore a 0,1 g ($Ag_{SITO}=0.062$ g):

01. INSERIRE INDIRIZZO:		02. INSERIRE PARAMETRI:	
Dir. Porto, 8150, 00053 Civitavecchia RM, Italia		VITA NOMINALE: 50 (anni)	CLASSE DI UTILIZZO: Classe II
CERCA		VITA DI RIFERIMENTO: 50	SPETTRO: SLV 10%
[Map]		PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DELLA VITA DI RIFERIMENTO: 10 %	PERIODO DI RITORNO: 475 (anni)
		LATITUDINE: 42.11102	LONGITUDINE: 11.76911
RISULTATI:			
AG/G:	FO:	TC:	
0.0566	2.81	0.32	

FIGURA 15: CALCOLO DELL'ACCELERAZIONE ATTESA AL SUOLO PER IL SITO IN STUDIO

Inoltre i fusi granulometrici dei campioni analizzati (Certificati in allegato) sono esterni a quelli indicati come potenzialmente liquefacibili (punto n.4 delle condizioni sopra citate). Per suddetti motivi **la verifica a liquefazione può essere omessa.**

9. ANALISI NUMERICA DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il moto generato da un terremoto su di un sito dipende dalle caratteristiche topografiche, stratigrafiche, fisiche e meccaniche dei depositi di terreno e/o degli ammassi rocciosi che lo caratterizzano.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria sismica "A"). .




Lo scopo principale dell'analisi di RSL è, in breve, quello di prevedere come e quanto il movimento dello strato superficiale sia influenzato (ed eventualmente amplificato) a seguito del movimento del bedrock in profondità; le modifiche che un segnale sismico subisce, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, determinano la Risposta Sismica Locale.

Gli effetti della RSL possono essere valutati con metodi semplificati se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro di risposta elastico, oppure, come nel caso in studio, mediante specifiche analisi che descrivono l'azione mediante accelerogrammi.

L'analisi è stata condotta secondo il seguente iter procedurale:

- 1) Definizione del modello geotecnico del sottosuolo (indagini dirette e indirette);
- 2) Individuazione dei 5 accelerogrammi al bedrock forniti dalla Regione Lazio per il Comune di Civitavecchia relativi a condizioni standard (cioè assunto che la stratigrafia del suolo sia orizzontale, che le onde sismiche si propagano verticalmente dal basso, e polarizzate orizzontalmente e che le deformazioni del suolo siano funzione delle proprietà dinamiche dei litotipi);
- 3) Normalizzazione degli accelerogrammi standard al fine di ottenere i 5 accelerogrammi di input corretti secondo A_{g0} RIF (nel caso in cui occorre scalare accelerogrammi non forniti dalla Regione Lazio) e secondo A_{g0} dello stato limite in oggetto di analisi;
- 4) Processamento dei 5 accelerogrammi con il software dedicato (Geostru RSL III);
- 5) Stima dell'amplificazione del moto in superficie rispetto al bedrock in funzione della frequenza, e stima dello spettro di risposta dell'oscillatore armonico "tipo" (strutture in progetto) ad un grado di libertà in termini di accelerazioni massime attese in funzione del periodo proprio della struttura, per uno smorzamento assunto pari al 5% e confronto con spettri di normativa.

I parametri di seguito indicati, calcolati per l'area in studio (COORDINATE ED50: LAT 42.111703°N, LONG. 11.770277° E) ed in base alla classe d'uso e vita nominale dell'opera in progetto (CLASSE VI; VITA NOMINALE 100), concorrono alla determinazione degli spettri di risposta sismica necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto:

Stati limite				
	Classe Edificio			
	IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...			
	Vita Nominale	100		
	Interpolazione	Media ponderata		
CU = 2				
Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F ₀	T _c * [s]
Operatività (SLO)	120	0.039	2.681	0.275
Danno (SLD)	201	0.045	2.703	0.290
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0.077	2.980	0.347
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.082	3.015	0.352
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

PARAMETRI DI AZIONE SISMICA DEL SITO IN ESAME PER I DIVERSI STATI LIMITE

DOVE : **Ag** = ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA DEL TERRENO, DETERMINATA SU UN RETICOLO A MAGLIA INFERIORE A 10 KM (CORRISPONDENTE ALL'ORDINATA SPETTRALE PER T = 0); **F₀** = VALORE MASSIMO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DELLO SPETTRO IN ACCELERAZIONE ORIZZONTALE; **T_c*** = PERIODO DI INIZIO DEL TRATTO A VELOCITÀ COSTANTE DELLO SPETTRO IN ACCELERAZIONE ORIZZONTALE SU SUOLO RIGIDO.

	SLO	SLD	SLV	SLC	Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20	kh	0.009	0.011	0.019	0.020
CC Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,36	1,36	kv	0.005	0.005	0.009	0.010
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00	Amax [m/s ²]	0.461	0.535	0.911	0.965
					Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

COEFFICIENTI SISMICI DEL SITO IN FUNZIONE DELLA CATEGORIA SISMICA DI SOTTOSUOLO (B) E DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA (T1)

DOVE **Ss**= AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA; **Cc**= COEFFICIENTE FUNZIONE CATEGORIA; **St**= AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA; **Kh**= COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE; **Kv**= COEFFICIENTE SISMICO VERTICALE; **AMAX**= ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MAX; **BETA**= RIDUZIONE ACCELERAZIONE MAX

9.1 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA PER I DIVERSI STATI LIMITE

Di seguito è riportato il confronto degli spettri di accelerazione normalizzati risultanti dallo **studio di risposta sismica locale** con gli spettri di normativa relativi ai quattro stati limite (SLO – SLD – SLV – SLC); Lo spettro di accelerazione normalizzato è rappresentato in rosso, lo spettro medio in grigio, mentre quello di normativa in verde:

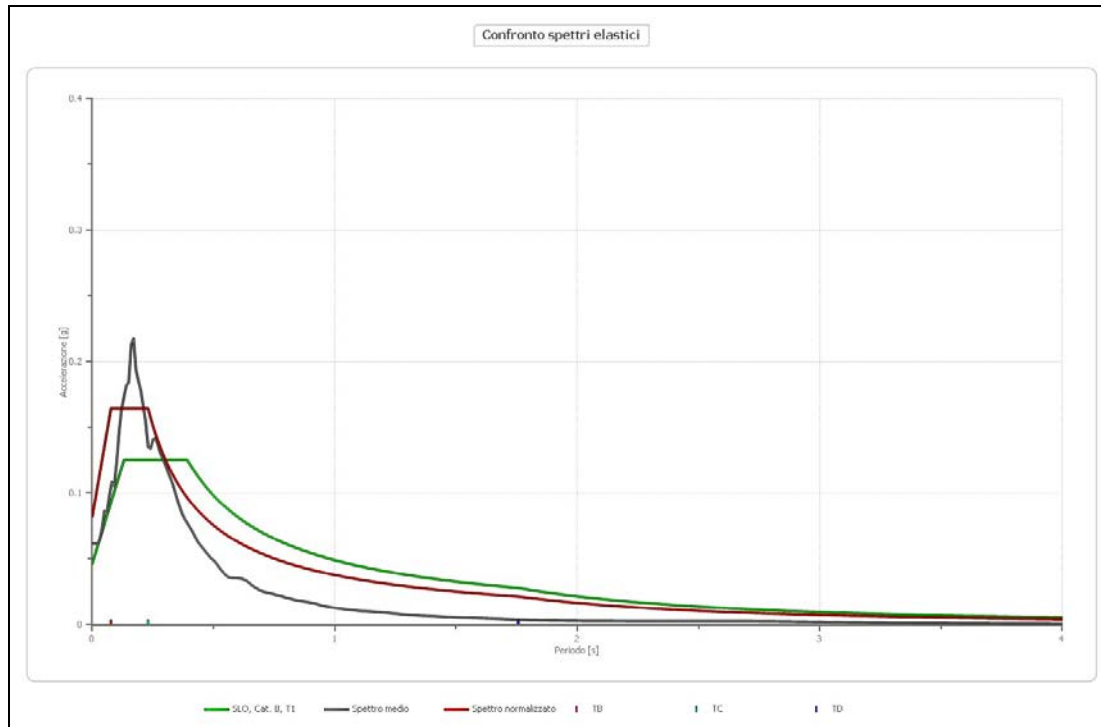


FIGURA 16: CONFRONTO FRA SPETTRO NORMALIZZATO, SPETTRO MEDIO E SPETTRO DI NORMATIVA RELATIVAMENTE ALLO STATO LIMITE DI OPERATIVITÀ (SLO)

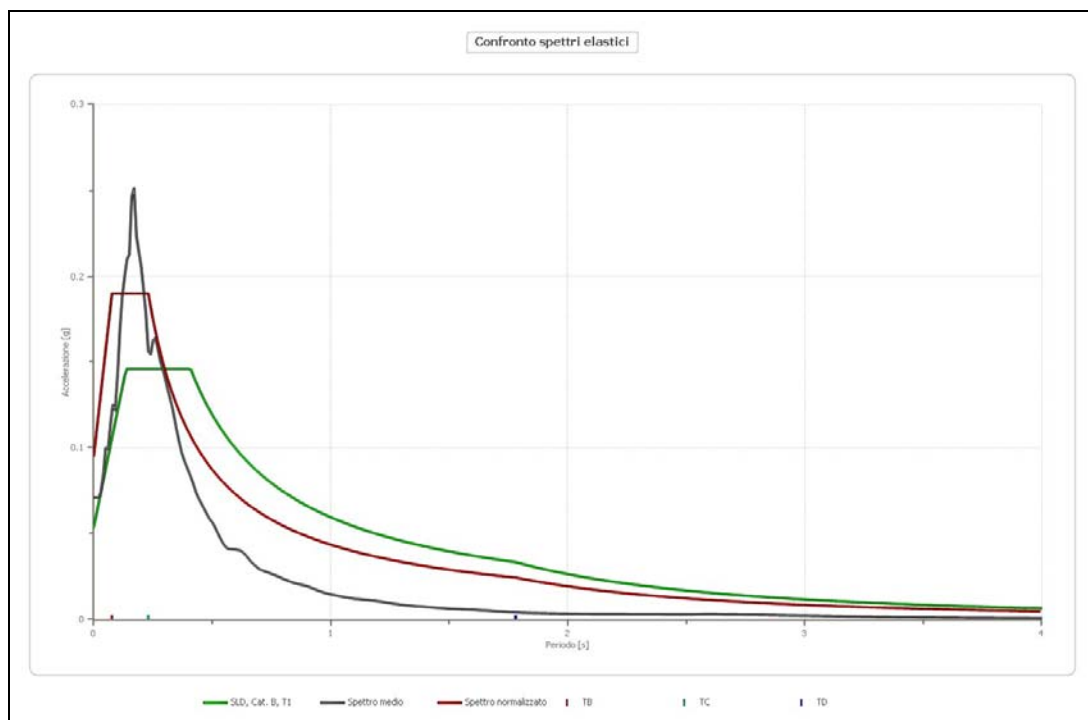


FIGURA 17: CONFRONTO FRA SPETTRO NORMALIZZATO, MEDIO E DI NORMATIVA ALLO STATO LIMITE DI DANNO (SLD)

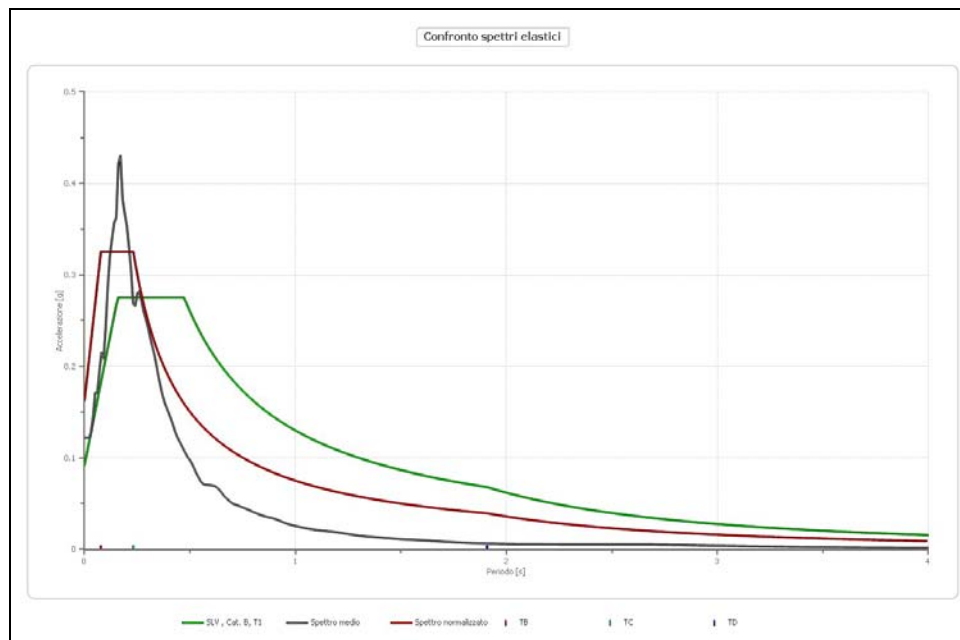


FIGURA 18: CONFRONTO CON SPETTRO DI NORMATIVA RELATIVAMENTE ALLO STATO LIMITE SLV

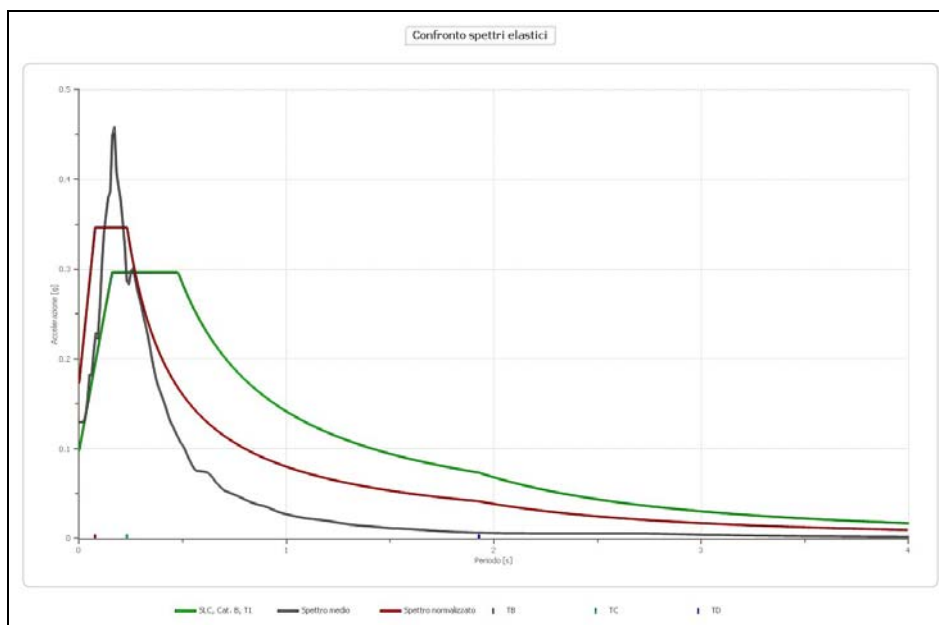


FIGURA 19: CONFRONTO CON SPETTRO DI NORMATIVA RELATIVAMENTE ALLO STATO LIMITE SLC

Nel presente studio di RSL è stato determinato il moto sismico atteso allo strato più superficiale per tutti gli stati limite. In base ai risultati si evidenzia che l'amplificazione dello spettro calcolato mediante risposta sismica locale ai vari stati limite, per periodi fino a circa 0,3-0,4 secondi, è sempre superiore rispetto all'amplificazione dello spettro di normativa per suolo di cat. sismica "B".

Per periodi superiori a circa 0,3-0,4 secondi, tutti gli spettri calcolati ai vari stati limite sono inferiori a quello di normativa per suolo di categoria "B". Nella tabella a pagina seguente si riportano i dati di sintesi utilizzati per lo studio di RSL ed i relativi dati finali di output.

DATI UTILIZZATI PER LO STUDIO DI RSL				
COORD. GEO	Latitudine 42.111703° (ED50)		Longitudine 11.770277° (ED50)	
CLASSE D'USO	Classe IV – (Cu=2)			
VITA NOMINALE	Vn>=100 anni			
PERIODO DI RIF. AZIONE SISMICA	VR = Vn x Cu = 200			
LIVELLO DI FALDA	1 m da p.c.			
DATI DERIVANTI DALLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE (N.T.C. 18) (Suolo di categoria sismica "B" e topografica "T1")				
	OPERATIVITÀ (SLO)	DANNO (SLD)	SALV. VITA (SLV)	PREV. COLLASSO (SLC)
TR [ANNI]	120	201	1898	2475
AG [G]	0.039	0.045	0.077	0.082
Fo	2.681	2.703	2.98	3.015
Tc* [s]	0.275	0.29	0.347	0.352
Ss	1.20	1.20	1.20	1.20
ST	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.42	1.41	1.36	1.36
AMAX	0.461	0.535	0.911	0.965
BETA	0.200	0.200	0.200	0.200
KH	0.009	0.011	0.019	0.020
Kv	0.005	0.005	0.009	0.010
TB [s]	0.131	0.136	0.157	0.159
TC [s]	0.392	0.409	0.472	0.477
TD [s]	1.756	1.780	1.908	1.928
SE(0) [G]	0.047	0.054	0.092	0.098
SE(TB) [G]	0.125	0.146	0.275	0.297
DATI DERIVANTI DALLO STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE				
FA	2.116	2.118	2.121	2.121
Fv	1.613	1.616	1.623	1.624
SAMI [M/S ²]	0.762	0.880	1.505	1.603
SvMI [M/s]	0.037	0.042	0.072	0.077
SAMO [M/S ²]	1.613	1.863	3.192	3.399
SvMO [M/s]	0.059	0.068	0.117	0.125
TB [s]	0.077	0.077	0.077	0.077
TC [s]	0.230	0.230	0.231	0.231
SA(0) [G]	0.083	0.095	0.163	0.174
SA(TB) [G]	0.164	0.190	0.325	0.347

10. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Per la valutazione della pericolosità geologica sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti: Assetto litostratigrafico, Classificazione sismica regionale / classe d'uso delle opere; Microzonazione sismica di livello 1 - U.A.S. Comune di Civitavecchia; P.A.I. Bacini Regionali del Lazio (Tav. 2.08 Nord), Piano di Gestione del rischio idraulico Distretto idrografico dell'appennino centrale (Direttiva 2007/60/CE - art. 6 D.Lgs 49/2010).

Detti aspetti indicano una vulnerabilità dell'opera "media" che s'inserisce in un sito morfologicamente stabile ed a pericolosità geologia bassa.

ALLEGATO 1

STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI MECCANICI



DATA INIZIO: 21 GIUGNO 2003 SUPERVISORE: Dott. Geol. Dario TINTI COORDINATE GEOGRAFICHE:
ULTIMAZIONE: 21 GIUGNO 2003 OPERATORE: SONDA: CMV 420 CINGOLATA

BATTENTE D'ACQUA	TIPO DI CAROTIERE	RIVESTIMENTO PROVVISORIO	PROFONDITA' DAL FOND. MARINO	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PERCENTUALE DI CAROTAGGIO	POCKET PENETROMETER	RQD	S.P.T.			CAMPIONI		
									PROFONDITA'	N° COLPI			RIMANEGGIATI	INDISTURBATI
12.8 m	SEMPLICE (101 m)	127 mm PER TUTTO IL SONDA	(m)			20	40	60	80	100	00-15	15-30		
			21		<p>SABBIA LIMOSA, DA MEDIAMENTE A BEN ADDENSATA, CON ABBONDANTE SCHELETRO CALCARENITICO; A TRATTI CEMENTATA (SPESSORE 10÷15 cm). COLORE GRIGIO VERDASTRO FINO ALLA PROFONDITA' DI CIRCA 10.5 m DAL FONDALE MARINO, SUCCESSIVAMENTE GRIGIO FRANCO</p> <p>— FINE SONDAGGIO —</p>									
			22											
			23											
			24											
			25											
			26											
			27											
			28											
			29											
			30											
			31											
			32											
			33											
			34											
			35											
			36											
			37											
			38											
			39											

DATA INIZIO: 23 GIUGNO 2003 SUPERVISORE: Dott. Geol. Dario Tinti COORDINATE GEOGRAFICHE:
ULTIMAZIONE: 23 GIUGNO 2003 OPERATORE: SONDA: CMV 420 CINGOLATA

BATTENTE D'ACQUA	TIPO DI CAROTIERE	RIVESTIMENTO PROVVISORIO	PROFONDITA' DAL FOND. MARINO	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PERCENTUALE DI CAROTAGGIO				POCKET PENETROMETER	RQD	PROFONDITA'	S.P.T.			CAMPIONI		
						20	40	60	80				N° COLPI					
						100	00-15	15-30	30-45				RIMANEGGIAMENTO	INDISTURBATO				
4.8 m	SEMPLICE (101 m)	127 mm PER TUTTO IL SONDA	(m)		SABBIA GROSSA SCIOLTA CON ABBONDANTI RESTI ORGANICI (ALGHE, ECC.)													
			0.5															
			1															
			2															
			3		FORMAZIONE DELLA "PANCHINA": SABBIA GIALLASTRA DA DEBOLMENTE A MEDIAMENTE ADDENSATA, CON NUMEROSI INCLUSI ARGANOGENI.													
			4		BEN CEMENTATA (BIOCALCARENITE) NEL TRATTO COMPRESO TRA 2.9 E 3.6 m DAL FONDALE MARINO													
			5															
			6															
			6.4															
			7															
			8															
			9															
			10		ARGILLA GRIGIA MOLTO CONSISTENTE, TALORA CON SOTTILI INTERCALAZIONI DI SABBIA FINE LIMOSA													
			11															
			12															
			13															
			14															
			15															
			15.0															
			15.5															
			16															
			17															
			18															
			19															

-FINE SONDAGGIO-

DATA INIZIO: 27 GIUGNO 2003 SUPERVISORE: Dott. Geol. Dario TINTI COORDINATE GEOGRAFICHE: SCONDA:
ULTIMAZIONE: 27 GIUGNO 2003 OPERATORE: CMV 420 CINGOLATA

BATTENTE D'ACQUA	TIPO DI CAROTIERE	INVESTIMENTO PROVA SONDAGGIO	PROFONDITA' DAL FOND. MARINO	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PERCENTUALE DI CAROTTAGGIO				POCKET PENETROMETER	ROD	PROFONDITA'	S.P.T.			CAMPIONI	
						20	40	60	80-100				00-15	15-30	30-45	RIMANEGGIATI	INDISTURBATI
6.0 m	SEMPLICE (101 mm)	127 mm PER TUTTO IL SONDA	0.4		SABBIA GROSSA SCIOLTA CON ABBONDANTI RESTI ORGANICI (ALGHE, ECC.)												
			1														
			2														
			3		FORMAZIONE DELLA "PANCHINA": SABBIA GIALLASTRA DA DEBOLMENTE A MEDIAMENTE ADDENSATA, CON NUMEROSI INCLUSI ARGANOGENI.												
			4		BEN CEMENTATA (BIOCALCARENITE) NEI TRATTI COMPRESI 2.3÷4.1 E 5.0÷5.6 m DAL FONDALE MARINO												
			5														
			6														
			6.4														
			7		ARGILLA GRIGIA MOLTO CONSISTENTE												
			8														
					- FINE SONDAGGIO -												
			9														
			10														
			11														
			12														
			13														
			14														
			15														
			16														
			17														
			18														
			19														

7.0
C1
7.5

DATA INIZIO: 30 GIUGNO 2003 SUPERVISORE: Dott. Geol. Dario Tinti COORDINATE GEOGRAFICHE: SONTA:
ULTIMAZIONE: 30 GIUGNO 2003 OPERATORE: CMV 420 CINGOLATA

BATTENTE D'ACQUA	TIPO DI CAROTIERE	INNESTO	PROFONDITA' DA FOND. MARINO	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PERCENTUALE DI CAROTAGGIO				POCKET PENETROMETER	ROD	PROFONDITA'	S.P.T.			CAMPIONI		
						20	40	60	80				100	N° COLPI	00-15	15-30	30-45	RIMANEGGIA
4.9m	SEMPLICE (101 mm)		127 mm PER TUTTO IL SONDAGGIO		SABBIA GROSSA CON ABBONDANTE SCHELETRO GHIAIOSO ARROTONDATO, SCIOLTA													
			0.9															
			1															
			2															
			3		FORMAZIONE DELLA "PANCHINA": SABBIA GIALLASTRA BEN CEMENTATA CON NUMEROSI RESTI FOSSILI (BIOCALCARENITE)													
			4															
			5															
			5.2															
			6															
			7															6.5 R1 7.0
			8															
			9															
			10															10.0 R1 10.5
			11															
			12		ARGILLA GRIGIA MOLTO CONSISTENTE							11.5	9	15	19			
			13															
			14															
			15															
			16															
			17															
			18															
			19															

DATA INIZIO: 15 LUGLIO 2003	SUPERVISORE: Dott. Geol. Dario Tinti	COORDINATE GEOGRAFICHE:	SONDA:
ULTIMAZIONE: 16 LUGLIO 2003	OPERATORE:		CMV 420 CINGOLATA

QUOTA P.C. m sim	TIPO DI CAROTIERE	RIVESTIMENTO PROVVISORIO	PROFONDITA'	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PERCENTUALE DI CAROTAGGIO	POCKET PENETROMETER	RQD	S.P.T.			CAMPIONI		
									PROFONDITA'	N° COLPI		RIMANEGGIATI	INDISTURBATI	
						20			00-15	15-30	30-45			
2.7 m	SEMPLICE (101 m)	127 mm PER TUTTO IL SONDA	(3)		CALCESTRUZZO									
			1											
			2		MASSI DI RIPIIMENTO DI VARIA NATURA E DIMESIONI (max 30÷40 cm)									
			3											
			4.4											
			5		ARGILLOSCISTI CAOTICI (MATERIALE DI RIPIIMENTO)									
			6											
			7											
			8											
			9											
			10											
			11		SABBIA MEDIA GIALLASTRA BEN ADDENSATA CON, AL TETTO (SPESSORE ~10cm), MATERIALE ORGANICO DELL'EX FONDALE MARINO.									
			12											
			13											
			14											
			15											
			16											
			17											
			17.6											
			18											
			18.5		SABBIA FINE GRIGIA, BEN ADDENSATA CON LIVELLETTI CEMENTATI (PESSORE 10÷15 cm) CON ABBONDANTE PRESENZA DI PICCOLI FOSSILI									
			19											

CORPO DELLA BANCHINA

9.5	29	Rif.	
		(7 cm)	
13.5	9	17	25
18.5	16	29	36

DATA INIZIO: 18 LUGLIO 2003

SUPERVISORE: Dott. Geol. Dario TINTI

COORDINATE GEOGRAFICHE

SONDA:

ULTIMAZIONE: 18 LUGLIO 2003

OPERATORE:

CMV 420 CINGOLATA

QUOTA m sim	TIPO DI CAROTIERE	RIVESTIMENTO PROVVISORIO	PROFONDITA'	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PERCENTUALE DI CAROTAGGIO				POCKET	PENETROMETRO	ROD	PROFONDITA'	S.P.T.			CAMPIONI		
						20	40	60	80					100	N° COLPI	00-15	15-30	30-45	RIANEGGIATI
2.5 m	SEMPLICE (101 m)																		
					MATERIALI DI RIEMPIMENTO COSTITUITI DA ARGILLOSCISTI CAOTICI CON TROVANTI (max 30÷40 cm) DI NATURA CALCAREO-MARNOSA ED ARENACEA														
					SABBIA CON ABBONDANTE SCHELETRO GHIAIOSO ARROTONDATO (Ømax 0.5÷1.0 cm) DI COLORE GRIGIO. DA SCIOLTA A DEBOLMENTE ADDENSATA														
					LIMO DI COLORE NERO, SOFFICE														
					SABBIA MEDIA TALORA LIMOSA DI COLORE VARIABILE DAL GRIGIO VERDASTRO AL GIALLO. DA MEDIAMENTE A BEN ADDENSATA CON LIVELLI (SPESSORE 30÷35 cm) CEMENTATI														



GRUPPO PLP

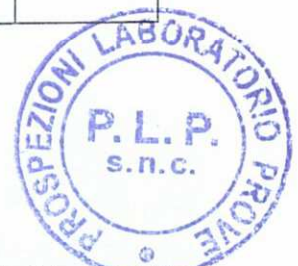


PLP

Prospezioni
Laboratorio
Prove

STRATIGRAFIA SONDAGGIO SD5

Committente D.N.C. scarl		Sondaggio SD5	Tipo Carotaggio Continuo	Profondità Raggiunta - 11 m q.f.				
Cantiere Porto di Civitavecchia		Quota Fondale -4.50 m l.m.m.	Data esecuzione .19/09/2012	Pagina 1				
Scala	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D. 0 20 40 60 80 100	Pocket Pen.	Campioni	Cass.Catalog.	Rivestimento
4		Lama d'acqua (-4.50 m l.m.m.)						I-(1)
1			0.00					
1		Calcarenite organogena di colore giallastro intervallata da strati di sabbia da mediamente a ben addensata, con inclusi frammenti organogeni. (formazione "della Panchina")	0.60		C			
2								
3		Sabbia talora limosa a granulometria grossolana, mediamente addensata talora con tratti cementati di potenza decimetrica, colore giallo scuro.						
4								
5							Cassetta 1 5.00	
6								
7								
8								
9								
10							Cassetta 2 10.00	
11			11.00					



PLP
Prospezioni Laboratorio Prove
del Geom. Domenico Rocco
& C. S.n.c.
R.E.A. SA n. 232841
Partita IVA: 0288910 065 3

Sede Legale:
Via Cutinelli, 121/C (Parco del Ciliegio) - 84081 BARONISSI (SA)
Tel. 0825 523971 / 523550 - Fax 0825 523767
Casella Postale n. 47 - C.F. Iscrizione R.I. SA n. 0186410 064 7
info@plpsnc.it - info@plpgroup.it
geotecnica@plpsnc.it - www.plpgroup.it

Laboratorio:
Loc. Paccone, 15 - Svincolo aut. SA-RC
84029 SICIGNANO DEGLI ALBURNI (SA)
Tel. 0828 978225 - Fax 0828 978110
Cell. 345 9308489 - 335 6587734 - 333 1947038

Numero Verde
800 04 05 06

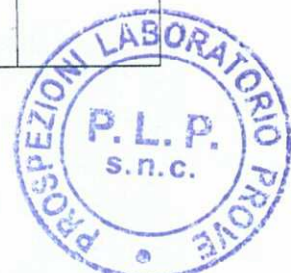
STRATIGRAFIA SONDAGGIO SD6

Committente		Sondaggio		Tipo Carotaggio		Profondità Raggiunta		
D.N.C. scarl		SD6		Continuo		- 9 m q.f.		
Cantiere		Quota Fondale		Data esecuzione		Pagina		
Porto di Civitavecchia		-9.90 m l.m.m.		21/09/2012		1		
Scala	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	Pocket Pcn.	Campioni	Cass. Catalog.	Rivestimento
				0 20 40 60 80 100				I-(1)
9		Lama d'acqua (-9.90 m l.m.m.)						
8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1								
0			0.00					
		Sabbia di fondale ghiaiosa, con elementi organici, sciolta.	0.40	4				
1		Sabbia talora limosa a granulometria grossolana, mediamente addensata talora con tratti cementati di potenza decimetrica, colore giallo scuro.				C		
2								
3								
4			4.30					
		Argilla talora con limo, da consistente a molto consistente, di colore grigio.				C	Cassetta 1 5.00	
5								
6			6.00					
		Sabbia talora limosa a granulometria grossolana, mediamente addensata talora con tratti cementati di potenza decimetrica, colore giallo scuro.				C		
7								
8								
			9.00				Cassetta 2 9.00	
9								
10								



STRATIGRAFIA SONDAGGIO SD7

Committente D.N.C. scarl		Sondaggio SD7	Tipo Carotaggio Continuo	Profondità Raggiunta - 14.50 m q.f.				
Cantiere Porto di Civitavecchia		Quota Fondale -9.00 m l.m.m.	Data esecuzione 16/09/2012	Pagina 1				
Scala	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	Pocket Pen.	Campioni	Cass.Catolog.	Rivestimento
				0 25 45 65 85 100				I-(1)
9		Lama d'acqua (-9.90 m l.m.m.)						
8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1								
0			0.00					
1		Sabbia di fondale ghiaiosa, con elementi organici, sciolta.						
2			2.00					
3		Sabbia talora limosa a granulometria grossolana, mediamente addensata talora con tratti cementati di potenza decimetrica, colore giallo scuro.						
4			4.50					
5							Cassetta 1	
6		Argilla talora con limo, da consistente a molto consistente, di colore grigio.					5.00	
7								
8								
9								
10							Cassetta 2	
11							10.00	
12							11.00	
13							11.50	
12		Sabbia limosa grigia, con tratti cementati di potenza decimetrica.	12.00					
13								
14			14.50				Cassetta 3	
							14.50	



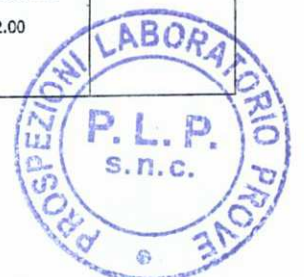
STRATIGRAFIA SONDAGGIO SP1

Comittente		Sondaggio	Tipo Carotaggio		Profondità Raggiunta			
D.N.C. scarl		SP1	Continuo		- 32 m q.f.			
Cantiere		Quota Fondale	Data esecuzione		Pagina			
Porto di Civitavecchia		-6.30 m l.m.m.	22/09/2012		1			
Scala	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	Pocket Pen.	Campioni	Cass.Catolog.	Rivestimento
								I-(1)
5		Lama d'acqua (-6.30 m l.m.m.)	0.00					
4								
3								
2								
1								
0								
1								
2								
3		Calcarenite organogena di colore giallastro intervallata da strati di sabbia da mediamente a ben addensata, con inclusi frammenti organogeni. (formazione "della Panchina")	6.80				Cassetta 1 5.00	
4								
5								
6								
7								
8		Argilla talora con limo, da consistente a molto consistente, di colore grigio.				7.50 8.00	Cassetta 2 10.00	
9								
10			11.00					
11		Sabbia sciolta o poco addensata, colore giallo.	12.30					
12								
13								
14		Argilla talora con limo o livelli sabbiosi plastici, da consistente a molto consistente, di colore grigio.					Cassetta 3 15.00	
15								
16								
17								
18								
19								
20			20.60				Cassetta 4 20.00	
21		Sabbia limosa ghiaiosa con resti organici, poco addensata di colore grigio-celestino.						
22								
23								
24			24.00					
25		Argilla talora con limo o livelli sabbiosi plastici, presenza di gusci e materiale organico, da mediamente consistente a consistente, di colore grigio.					Cassetta 5 27.00	
26								
27								
28								
29			29.50			28.70 29.20		
30		Sabbia limosa con clasti organogeni, a granulometria media-grossolana, plastica di colore grigio-celestino.					Cassetta 6 32.00	
31								
32			32.00					



STRATIGRAFIA SONDAGGIO SS3

Committente		Sondaggio		Tipo Carotaggio		Profondità Raggiunta		
D.N.C. scarl		SS3		Continuo		- 10 m q.f.		
Cantiere		Quota Fondale		Data esecuzione		Pagina		
Porto di Civitavecchia		-15.30 m l.m.m.		18/09/2012		1		
Scala	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	Pocket Pen.	Campioni	Cass. Catalog.	Rivestimento
				0 20 40 60 80 100				I-(1)
14		Lama d'acqua (-15.30 m l.m.m. da rilievo multibeam)						
13								
12								
11								
10								
9								
8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1			0.00					
0								
1		Argilla talora con limo, da consistente a molto consistente, di colore grigio. Da quota -10.80 aumenta la percentuale sabbiosa.				1.5-2		
2						2-2.5		
3								
4								
5								Cassetta 1
6						3.3-3.7-3.9	5.50 6.00	5.00
7								
8								
9								
10								Cassetta 2
11								10.00
12			12.00					Cassetta 3
13								12.00



STRATIGRAFIA SONDAGGIO SS4

Committente		Sondaggio		Tipo Carotaggio		Profondità Raggiunta		
D.N.C. scari		SS4		Continuo		- 10 m q.f.		
Cantiere		Quota Fondale		Data esecuzione		Pagina		
Porto di Civitavecchia		-15.30 m l.m.m.		18/09/2012		1		
Scala	Litologia	Descrizione	Quota	% Carotaggio R.Q.D.	Pocket Pen.	Campioni	Cass. Catalog.	Rivestimento
				0 20 40 60 80 100				I-(1)
14		Lama d'acqua (-15.30 m l.m.m. da rilievo multibeam)						
13								
12								
11								
10								
9								
8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1								
0			0.00					
1		Sabbia di fondale con elementi organici, sciolta di colore giallo scuro.						
2								
3		Argilla talora con limo, da consistente a molto consistente, di colore grigio.			2.2-2.5-3			
4								
5							Cassetta 1	
6						6.00	5.00	
7						6.50		
8								
9								
10			10.00				Cassetta 2	
11							10.00	



SONDAGGIO GEOGNOSTICO STRATIGRAFIA



COMMITTENTE: Porti di Roma e del Lazio	SONDAGGIO: SV3
CANTIERE: Porto di Civitavecchia_Vasca di Colmata Sud	LOCALITA': Civitavecchia
QUOTA: ~ +0.8m s.l.m	SONDA PERFORATRICE: MASSENZA MI6
METODO DI PERF.: ASTE E CAROTIERE	RIVESTIMENTO: 10.00m da p.c.
CASSETTE: 2	CORONE TIPO: WIDIA

Scala 1:35	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	N SPT	Campioni	POCKET	Carotaggio
	0.50		SABBIA debolmente LIMOSA rimaneggiata di colore marrone con inclusi calcarei centimetrici diffusi.				
1			SABBIA con LIMO rimaneggiata di colore grigio molto fina e omogenea. Rari inclusi centimetrici calcarenitici.				
	1.50			4-4-5			
2							
	1.95						
	2.60		LIMO ARGILLOSO debolmente SABBIOSO rimaneggiato di colore grigiastro e avana, poco consistente.				
3							
	3.00			1-2-2			
	3.45					0.30	
4			SABBIA GHIAIOSA rimaneggiata a granulometria grossolana di colore grigio.				
	3.90					0.60	
	4.50		CALCARENITE/BLOCCHI CALCARENITICI di colore biancastro e avana intercalata da livelli di SABBIA parzialmente CEMENTATA				
5				40-Rif			
	4.95						
6			SABBIA LIMOSA di colore marrone con frammenti cementati.				
	6.00						
7			SABBIA LIMOSA debolmente GHIAIOSA di colore marrone chiaro e grigiastro e alla base avana, con livelli parzialmente cementati, eterometrica, raramente grossolana.				
	7.00			19-8-13			
	7.45						
8							
9							
10							
	10.00		FINE SONDAGGIO				

acqua presente nel foro: circa -0.8m da p.c.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO STRATIGRAFIA



COMMITTENTE: Porti di Roma e del Lazio	SONDAGGIO: SV4
CANTIERE: Porto di Civitavecchia_Vasca di Colmata Sud	LOCALITA': Civitavecchia
QUOTA: ~+0.8m s.l.m	SONDA PERFORATRICE: MASSENZA MI6
METODO DI PERF.: ASTE E CAROTIERE	RIVESTIMENTO: 10.00m da p.c.
CASSETTE: 2	CORONE TIPO: WIDIA

Scala 1:35	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	N SPT	Campioni	POCKET	Carotaggio
1			SABBIA LIMOSA GHIAIOSA rimaneggiata con ciottoli poligenici sparsi. Da 0.3 a 0.5 limo argilloso di colore grigio.	1.50	4-4-5		
2	2.10		SABBIA debolmente LIMOSA rimaneggiata di colore giallastro a granulometria mediofina.	1.95			
3	3.00		LIMO SABBIOSO ARGILLOSO di colore marrone chiaro ocraceo rimaneggiato, poco consistente.	3.50	Ci1		
4	4.10		CALCARENITE/BLOCCO CALCARENITICO di colore marrone chiaro a grana grossolana.	3.95	2-2-3		
5	5.00		SABBIA GHIAIOSA di colore avana a granulometria grossolana con livelli cementati.	5.00	9-13-10		
6				5.45			
7							
8	7.40		SABBIA debolmente LIMOSA a granulometria grossolana, di colore marrone chiaro verdastro, eterogenea, localmente debolmente cementata.				
9				9.30	15-27-RH.		
10	10.00		FINE SONDAGGIO	9.75			

acqua presente nel foro: circa -0.8m da p.c.

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l.			SOND.: SN04	PAGINA: 20 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	per Autorità Portuale di Civitavecchia			CAMP.: CI01	
	Civitavecchia Porto Civitavecchia			da m: 3,00 a m: 3,45	N° CERTIFICATO 10220 PV
N° VERBALE 664	N° COMMESSA 583		ID. INTERNO 2581		
DATA RICEVIMENTO CAMP. 26/01/18	DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18	DATA INIZIO PROVA 29/01/18	DATA FINE PROVA 03/02/18		

PESO DI VOLUME NATURALE γ_n
 ASTM D 2937

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON ARGILLA E SABBIA
--	---	---------------------------


PROVA DI RIFERIMENTO	γ_{n1}	γ_{n2}	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
VOL. FUST. (cm ³)			39,74				70,81	70,81	70,81	
P. FUST. (g)			115,81				59,37	59,37	59,37	
PESO TOTALE (g)			192,17				197,32	196,26	200,14	
γ_n (kN/m ³)			18,84				19,11	18,96	19,50	

PROVA DI RIFERIMENTO	UU	UU	UU	ELL	ELL	ELL	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
VOL. FUST. (cm ³)										
P. FUST. (g)										
PESO TOTALE (g)										
γ_n (kN/m ³)										

MEDIA VALORI γ_n	19,19	MEDIA VALORI γ_n	/	MEDIA VALORI γ_n	/	γ_n MEDIO TOTALE	
TRATTO PROVA TD	(kN/m ³)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL		19,1 (kN/m³)	

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



Data: 28 luglio 2003

Certificato n° 13297.MR

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 15.3-15.8

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	25,5	%
Peso di volume	19,5	kN/m ³
Peso di volume secco	15,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,5	kN/m ³
Peso specifico	26,1	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,678	
Porosità	40,4	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità	49,0	%
Limite di plasticità	24,3	%
Indice di plasticità	24,7	%
Indice di consistenza	0,95	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	11,0	%
Limo	62,8	%
Argilla	26,2	%
D 10	0,002507	mm
D 50	0,013612	mm
D 60	0,020900	mm
D 90	0,079504	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 40	99,9	%
Passante set. 200	89,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
----------	-----	--------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ Res	kPa
--------	-----	------------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	37,4	kPa	ϕ 22,8 °
c Res		kPa	ϕ Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25,0 ÷ 50,0			
50,0 ÷ 100,0	11413		
100,0 ÷ 200,0	17500	0,001130	
200,0 ÷ 400,0	24852	0,001098	
400,0 ÷ 800,0	39623	0,001077	
800,0 ÷ 1600,0	57732		
1600,0 ÷ 3200,0	57143		
3200,0 ÷ 6400,0			

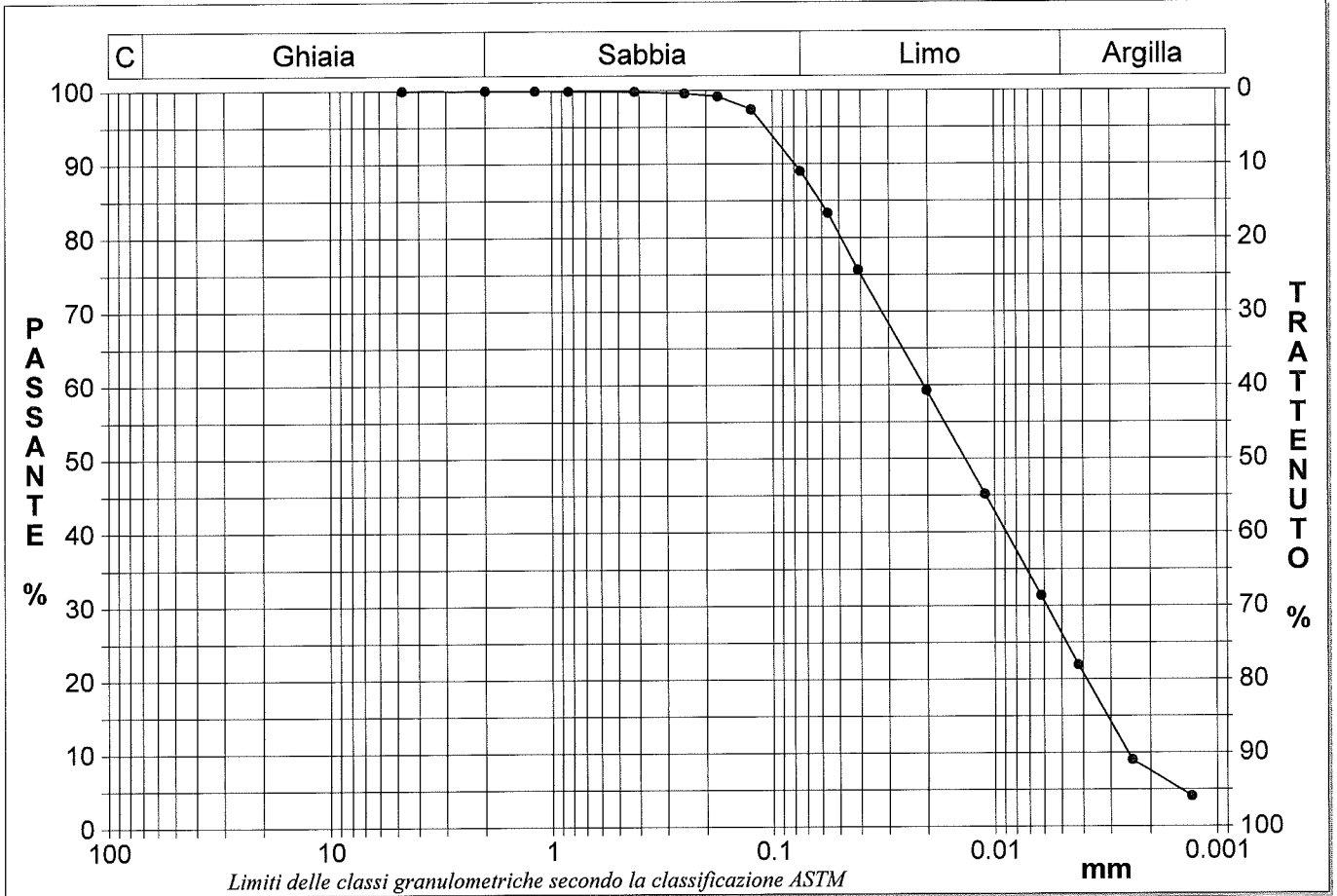
Limo argilloso di colore grigio-verdastro.

Data: 23 luglio 2003

Certificato n° 13297.GRN

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia			
RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti			
SONDAGGIO: GT3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 15.3-15.8	

Ghiaia	0,0 %	Norma ASTM D422		D10	0,00251 mm
Sabbia	11,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D30	0,00585 mm
Limo	62,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,9 %	D50	0,01361 mm
Argilla	26,2 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	89,0 %	D60	0,02090 mm
Coefficiente di uniformità		8,34	Coefficiente di curvatura		0,65
				D90	0,07950 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,1250	97,42	0,0042	21,99				
2,0000	99,98	0,0750	89,04	0,0024	9,05				
1,1900	99,95	0,0563	83,36	0,0013	4,11				
0,8410	99,93	0,0412	75,64						
0,4200	99,86	0,0203	59,32						
0,2500	99,63	0,0111	45,23						
0,1770	99,21	0,0062	31,41						

Data: 28 luglio 2003

Certificato n° 13297.EDM

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 15.3-15.8

Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	19,52
Umidità (%)	25,5
Peso specifico (kN/m ³)	26,10
Volume dei pieni (cm ³)	24,87
Volume dei vuoti (cm ³)	16,86
Indice dei vuoti	0,68
Altezza provino (cm)	2,10
Volume provino (cm ³)	41,73
Saturazione (%)	100,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

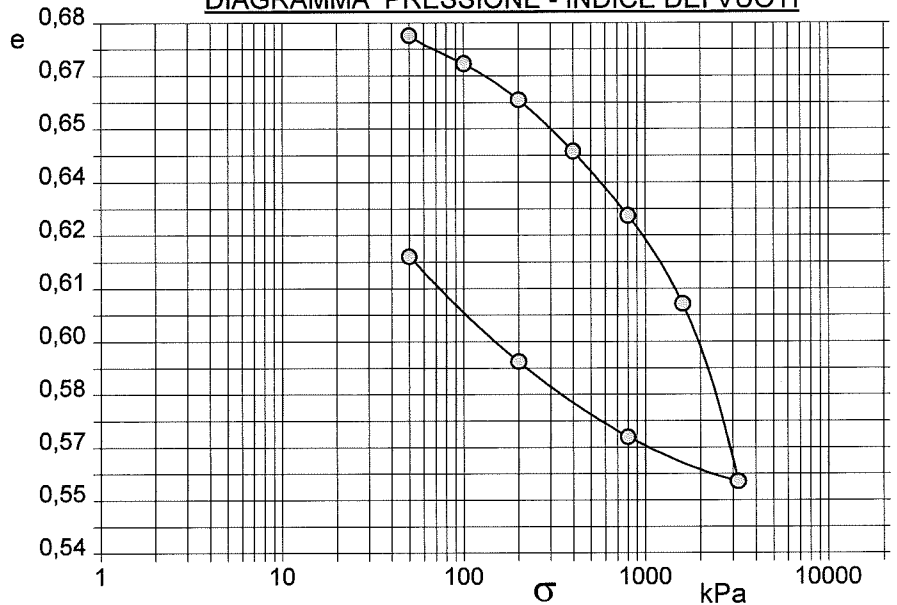
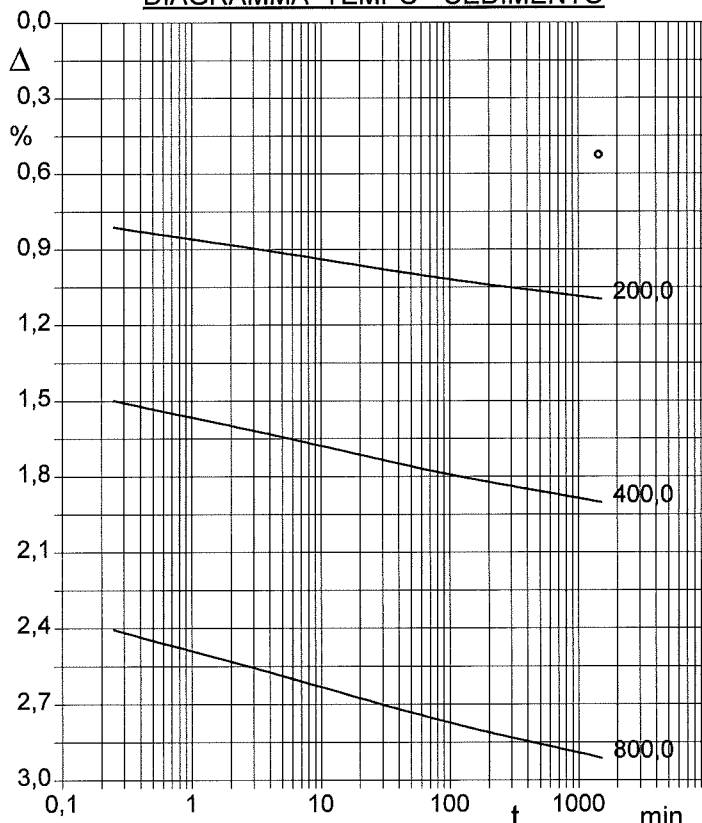
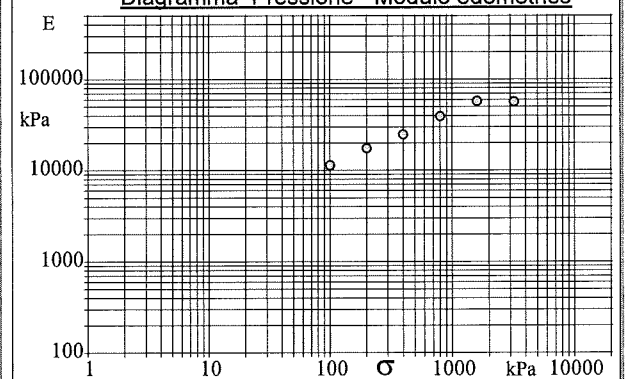


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc/Cr	Modulo kPa	Cv cm ² /sec
50,0	1,8	0,677	0,000		
100,0	11,0	0,669	0,024	11413	
200,0	23,0	0,660	0,032	17500	0,001130
400,0	39,9	0,646	0,045	24852	0,001098
800,0	61,1	0,629	0,056	39623	0,001077
1600,0	90,2	0,606	0,077	57732	
3200,0	149,0	0,559	0,156	57143	
800,0	134,3	0,571	0,039		
200,0	109,3	0,591	0,066		
50,0	74,6	0,618	0,092		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



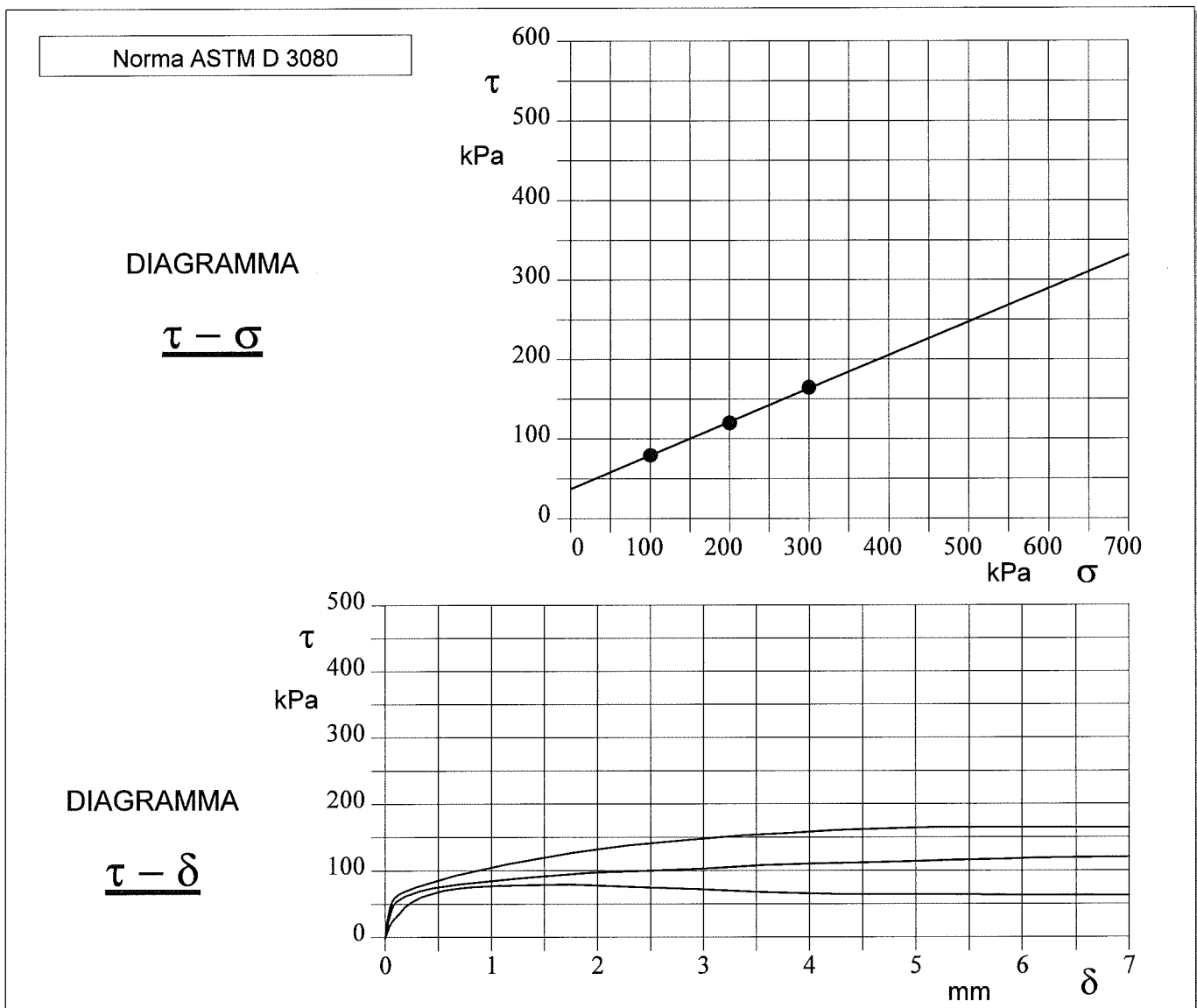
Data: 23 luglio 2003

Certificato n° 13297.TLD

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia			
RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti			
SONDAGGIO: GT3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 15.3-15.8	

Coesione:	37,4	kPa	Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Angolo di attrito interno:	22,8	°	Velocità di deformazione:	0,017 mm / min

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Semidisturbato	Semidisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	79	120	165
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,16	-0,92	-0,53



Data: 23 luglio 2003

Certificato n° 13298.MR

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 19.8-20.3

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	26,1	%
Peso di volume	19,3	kN/m ³
Peso di volume secco	15,3	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,3	kN/m ³
Peso specifico	26,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,699	
Porosità	41,1	%
Grado di saturazione	99,0	%
Limite di liquidità	59,1	%
Limite di plasticità	30,9	%
Indice di plasticità	28,2	%
Indice di consistenza	1,17	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	3,7	%
Limo	50,2	%
Argilla	46,1	%
D 10		mm
D 50	0,006063	mm
D 60	0,010219	mm
D 90	0,050494	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 40	99,8	%
Passante set. 200	96,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	249	kPa	σ Rim	kPa
----------	-----	-----	--------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ Res	kPa
--------	-----	------------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	kPa	ϕ	°
c Res	kPa	ϕ Res	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
25,0 ÷ 50,0			
50,0 ÷ 100,0			
100,0 ÷ 200,0			
200,0 ÷ 400,0			
400,0 ÷ 800,0			
800,0 ÷ 1600,0			
1600,0 ÷ 3200,0			
3200,0 ÷ 6400,0			

Limo con argilla di colore grigio (Rp = 350-390 kPa).

Data: 23 luglio 2003

Certificato n° 13298.GRN

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

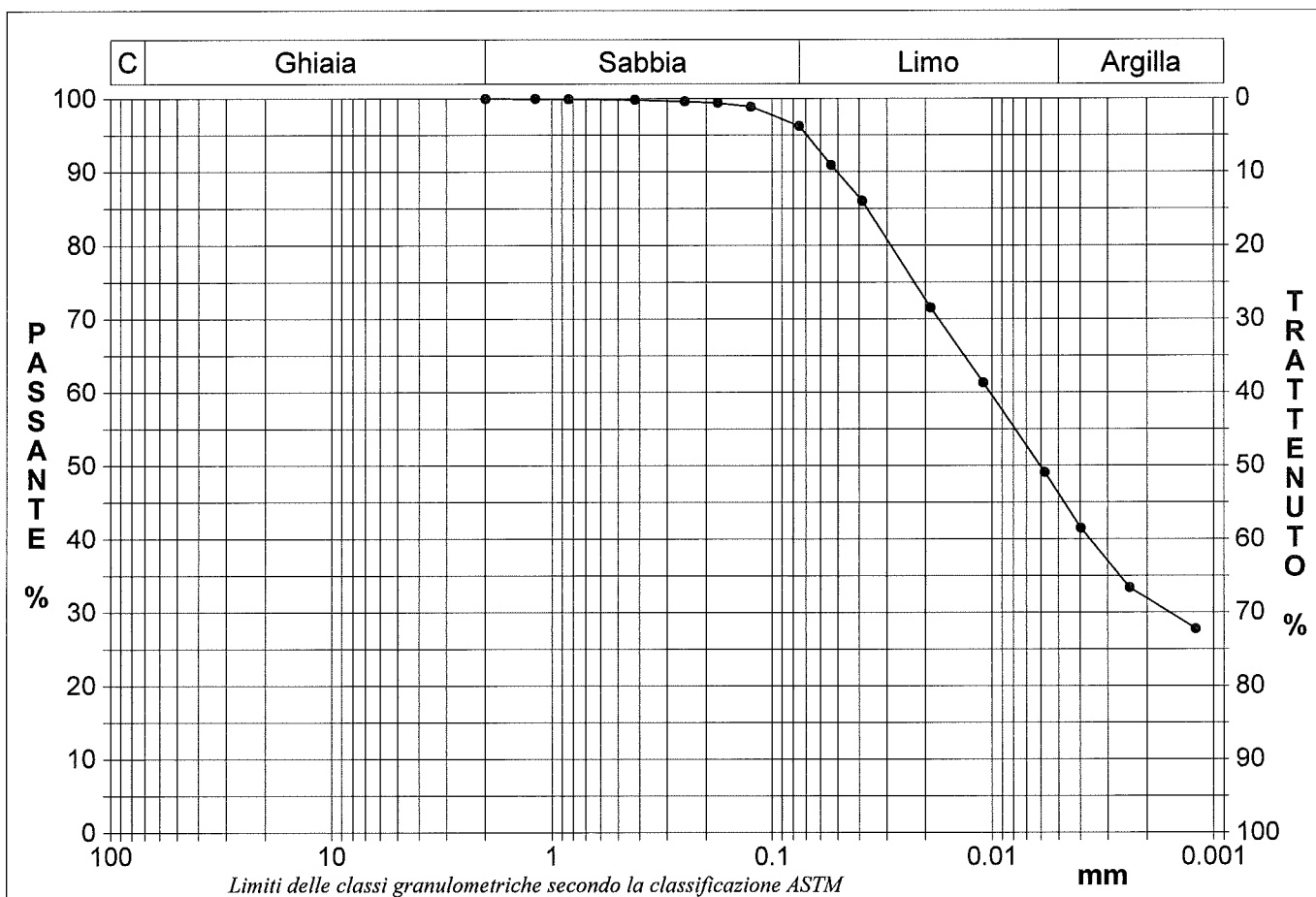
RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT3

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 19.8-20.3

Ghiaia	0,0 %	Norma ASTM D422		D10	---	mm	
Sabbia	3,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D30	0,00158	mm	
Limo	50,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,8 %	D50	0,00606	mm	
Argilla	46,1 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	96,0 %	D60	0,01022	mm	
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0,05049



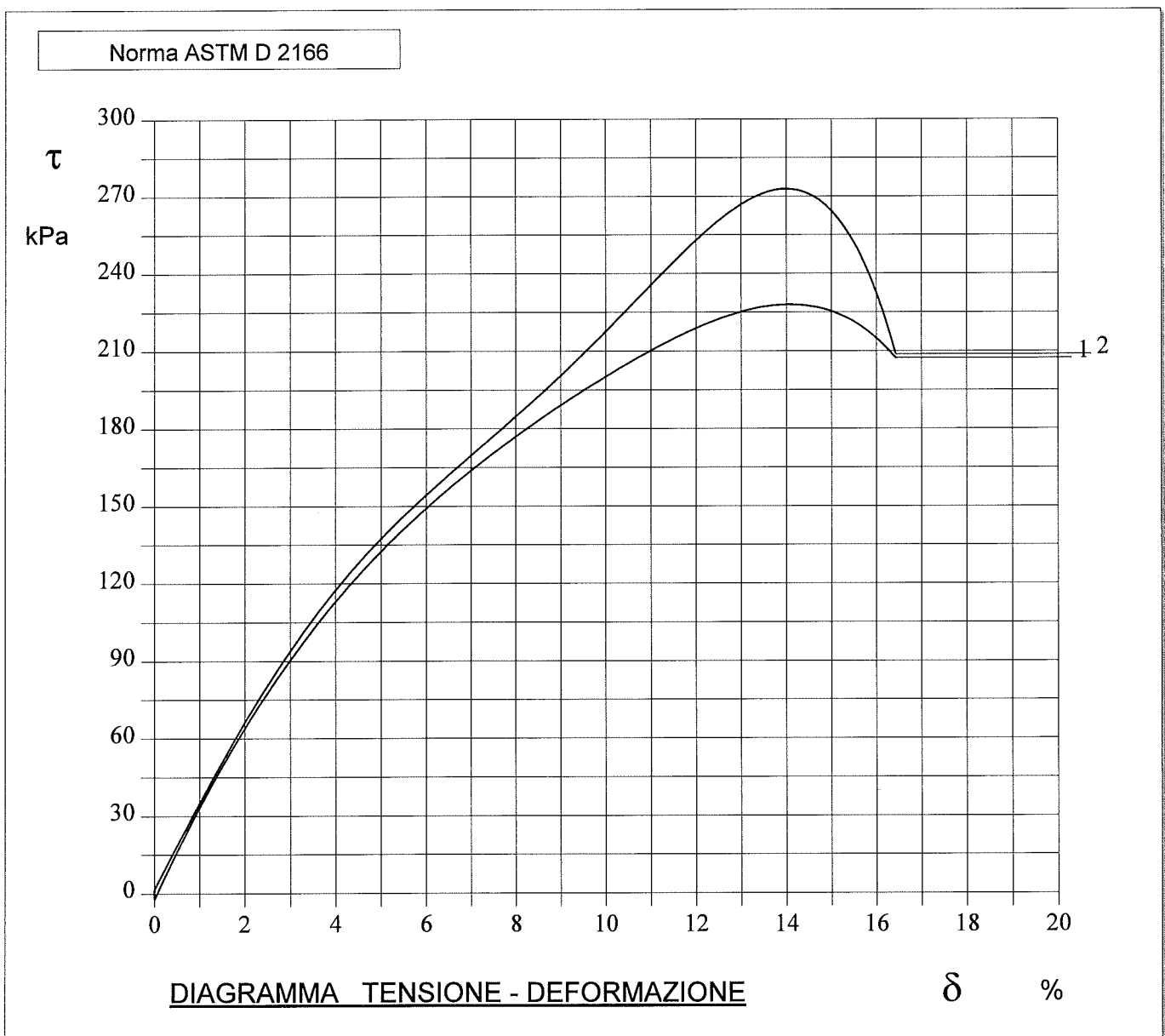
Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0750	96,25	0,0024	33,40				
1,1900	99,98	0,0538	90,95	0,0012	27,77				
0,8410	99,96	0,0389	86,09						
0,4200	99,85	0,0190	71,56						
0,2500	99,65	0,0110	61,35						
0,1770	99,43	0,0058	49,11						
0,1250	98,91	0,0040	41,54						

Data: 18 luglio 2003

Certificato n° 13298.CPS

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia			
RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti			
SONDAGGIO: GT3	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m	19.8-20.3

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0,950	0,950	-----
Peso di volume (kN/m³):	19,1	19,5	-----
Deformazione a rottura (%):	14,42	14,42	-----
Tensione a rottura (kPa):	227,1	271,0	-----



Data: 22 luglio 2003

Certificato n° 13300.MR

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT4

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 24.7-25.2

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	25,5	%
Peso di volume	19,5	kN/m ³
Peso di volume secco	15,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,5	kN/m ³
Peso specifico	26,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,674	
Porosità	40,2	%
Grado di saturazione	100,0	%
Limite di liquidità	60,1	%
Limite di plasticità	34,1	%
Indice di plasticità	26,0	%
Indice di consistenza	1,33	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	1,5	%
Limo	65,1	%
Argilla	33,4	%
D 10	0,001490	mm
D 50	0,009230	mm
D 60	0,013196	mm
D 90	0,036916	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 40	100,0	%
Passante set. 200	98,5	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
----------	-----	--------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ Res	kPa
--------	-----	------------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	kPa	ϕ	°
c Res	kPa	ϕ Res	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°	
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°	
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°	
U.U.	C_u	34,56	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
25,0 ÷ 50,0			
50,0 ÷ 100,0			
100,0 ÷ 200,0			
200,0 ÷ 400,0			
400,0 ÷ 800,0			
800,0 ÷ 1600,0			
1600,0 ÷ 3200,0			
3200,0 ÷ 6400,0			

Limo argilloso di colore grigio-verdastro (Rp > 500 kPa).

Data: 21 luglio 2003

Certificato n° 13300.GRN

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

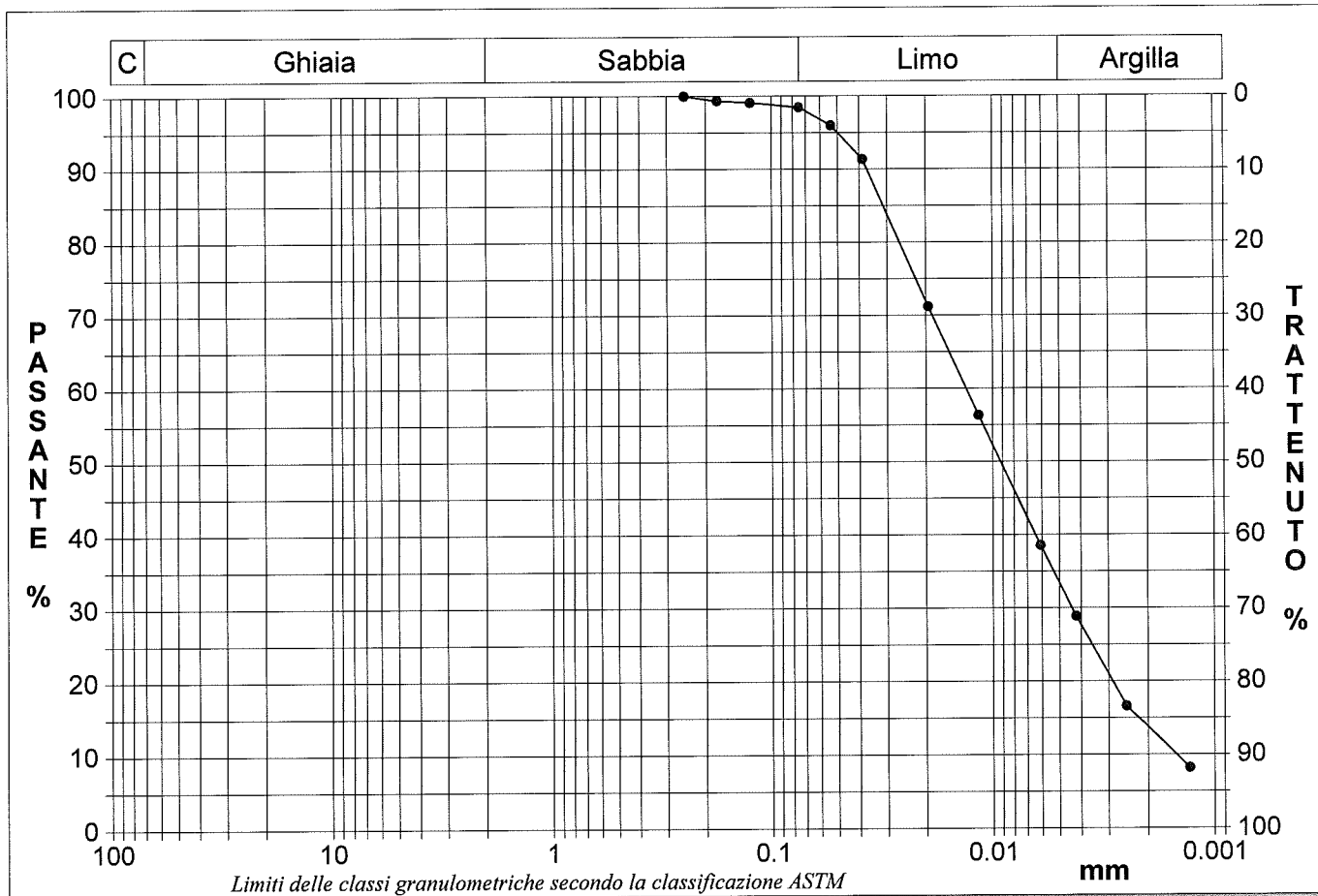
RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT4

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 24.7-25.2

Ghiaia	0,0 %	Norma ASTM D422		D10	0,00149 mm
Sabbia	1,5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D30	0,00439 mm
Limo	65,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D50	0,00923 mm
Argilla	33,4 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	98,5 %	D60	0,01320 mm
Coefficiente di uniformità		8,85	Coefficiente di curvatura		0,98
				D90	0,03692 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,2500	100,00	0,0116	56,36						
0,1770	99,34	0,0061	38,57						
0,1250	99,12	0,0042	28,87						
0,0750	98,49	0,0025	16,64						
0,0538	96,00	0,0013	8,21						
0,0387	91,40								
0,0196	71,22								

Data: 22 luglio 2003

Certificato n° 13300.TXU

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT4

CAMPIONE: 2

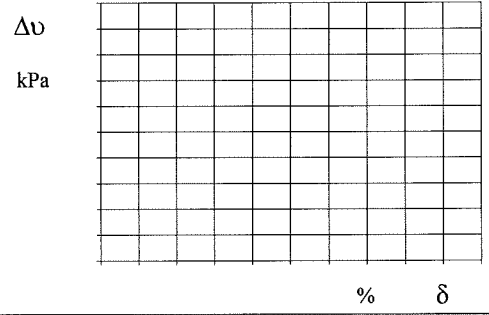
PROFONDITA': m 24.7-25.2

Pr.	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione		
	H cm	φ cm	γ kN/m³	γ _s kN/m³	w %	S _o %	P.C. kPa	B.P. kPa	σ ₃ kPa
1	7,63	3,79	19,5	26,0	25,5	100,0	700	200	500

Norma ASTM D 2850

Velocità di deformazione = 0,950 mm/min

Diagramma Pressione interstiziale - Deformazione



Pr.	Valori finali o a rottura			
	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ kPa
1	4,3	69	535	35

H φ - Altezza e diametro dei provini
w - Umidità dei provini
γ γ_s - Peso di volume e peso specifico
S - Grado di saturazione
P.C. - Pressione di cella
B.P. - Back pressure
δ_f - Deformazione a rottura
σ₁ σ₃ - Tensioni totali

TENSIONI TOTALI

c = 35 kPa

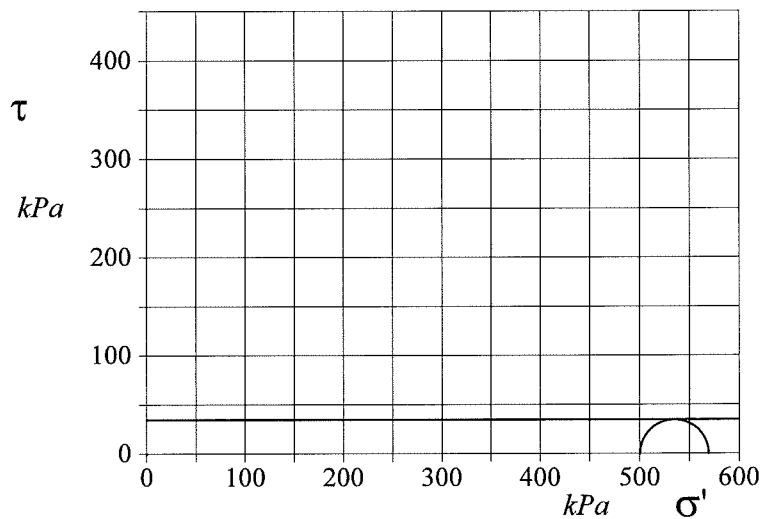
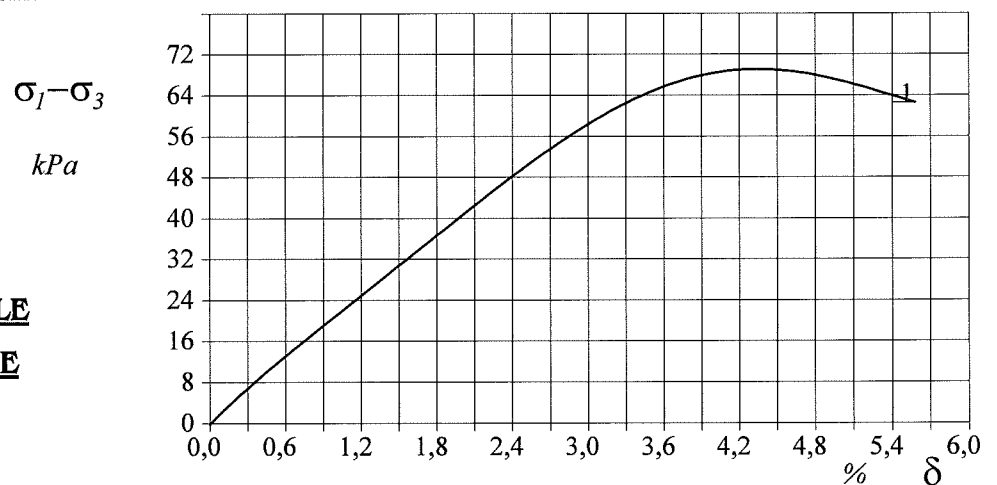


DIAGRAMMA
TENSIONE TOTALE
- DEFORMAZIONE



Data: 23 luglio 2003

Certificato n° 13301.MR

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

REFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT5

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 15.6-16.1

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	28,6	%
Peso di volume	18,9	kN/m ³
Peso di volume secco	14,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	18,9	kN/m ³
Peso specifico	25,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,762	
Porosità	43,3	%
Grado di saturazione	99,1	%
Limite di liquidità	52,1	%
Limite di plasticità	31,6	%
Indice di plasticità	20,5	%
Indice di consistenza	1,15	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1,2	%
Sabbia	10,5	%
Limo	48,5	%
Argilla	39,8	%
D 10		mm
D 50	0,008665	mm
D 60	0,015402	mm
D 90	0,088187	mm
Passante set. 10	98,8	%
Passante set. 40	97,9	%
Passante set. 200	88,1	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	178	kPa	σ Rim	kPa
----------	-----	-----	--------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ Res	kPa
--------	-----	------------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	kPa	ϕ	°
c Res	kPa	ϕ Res	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
25,0 ÷ 50,0			
50,0 ÷ 100,0			
100,0 ÷ 200,0			
200,0 ÷ 400,0			
400,0 ÷ 800,0			
800,0 ÷ 1600,0			
1600,0 ÷ 3200,0			
3200,0 ÷ 6400,0			

Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore grigio, con resti di conchiglie (Rp = 120-140 kPa).

Data: 23 luglio 2003

Certificato n° 13301.GRN

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

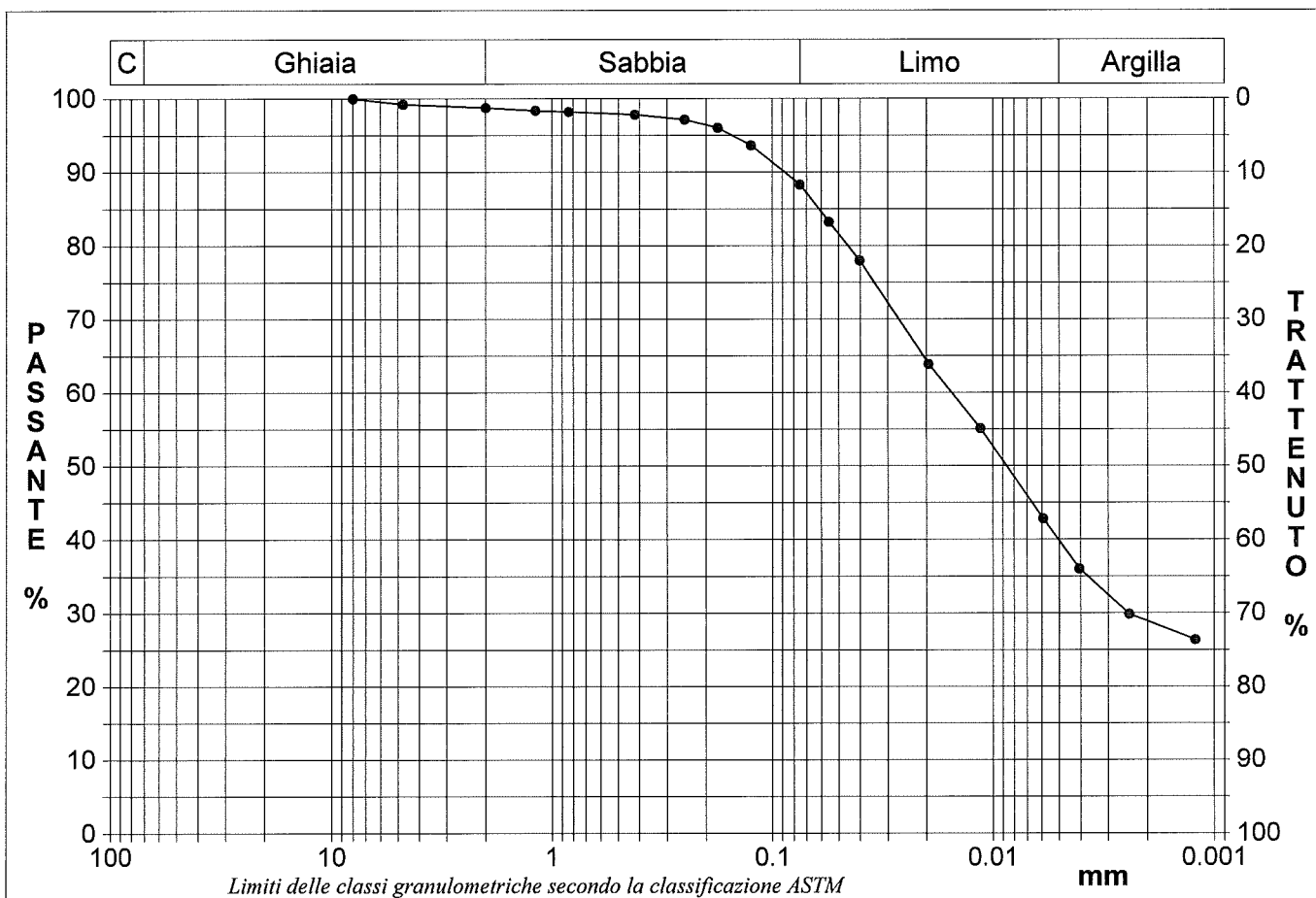
RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT5

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 15.6-16.1

Ghiaia	1,2 %	Norma ASTM D422		D10	---	mm		
Sabbia	10,5 %		Passante setaccio 10 (2 mm)	98,8 %	D30	0,00245	mm	
Limo	48,5 %		Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97,9 %	D50	0,00866	mm	
Argilla	39,8 %		Passante setaccio 200 (0.074 mm)	88,1 %	D60	0,01540	mm	
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0,08819	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
8,0000	100,00	0,1770	96,07	0,0059	42,85				
4,7500	99,26	0,1250	93,64	0,0041	36,04				
2,0000	98,76	0,0750	88,31	0,0024	29,85				
1,1900	98,42	0,0555	83,29	0,0012	26,37				
0,8410	98,22	0,0403	78,01						
0,4200	97,85	0,0196	63,90						
0,2500	97,16	0,0114	55,15						

Data: 18 luglio 2003

Certificato n° 13301.CPS

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

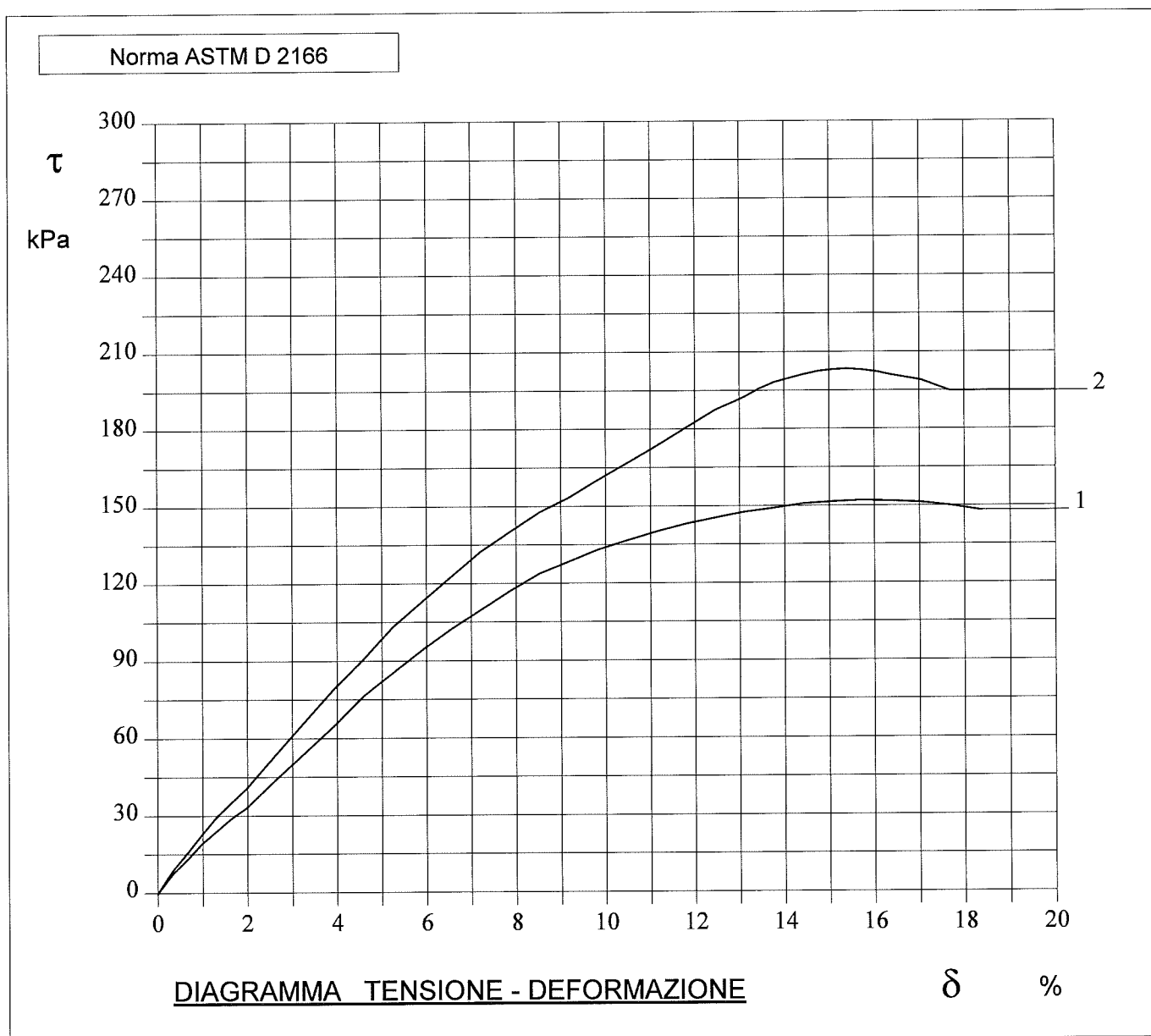
RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT5

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 15.6-16.1

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0,950	0,950	-----
Peso di volume (kN/m³):	18,9	18,9	-----
Deformazione a rottura (%):	15,73	15,40	-----
Tensione a rottura (kPa):	152,1	203,4	-----



Data: 28 luglio 2003

Certificato n° 13302.MR

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 28.1-28.6

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	27,0	%
Peso di volume	19,1	kN/m ³
Peso di volume secco	15,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,1	kN/m ³
Peso specifico	25,8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,715	
Porosità	41,7	%
Grado di saturazione	99,4	%
Limite di liquidità	66,9	%
Limite di plasticità	33,1	%
Indice di plasticità	33,8	%
Indice di consistenza	1,18	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	1,6	%
Limo	58,8	%
Argilla	39,6	%
D 10		mm
D 50	0,007376	mm
D 60	0,010647	mm
D 90	0,033054	mm
Passante set. 10	100,0	%
Passante set. 40	100,0	%
Passante set. 200	98,4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	269	kPa	σ Rim	kPa
----------	-----	-----	--------------	-----

SCISSOMETRO

τ	kPa	τ Res	kPa
--------	-----	------------	-----

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	kPa	ϕ	°
c Res	kPa	ϕ Res	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
50,0 ÷ 100,0			
100,0 ÷ 200,0	5917	0,000349	
200,0 ÷ 400,0	8811	0,000396	
400,0 ÷ 800,0	13267	0,000383	
800,0 ÷ 1600,0	18519		
1600,0 ÷ 3200,0	30918		
3200,0 ÷ 6400,0			

Limo argilloso di colore grigio-verdastro (Rp = 280-310 kPa).

Data: 22 luglio 2003

Certificato n° 13302.GRN

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

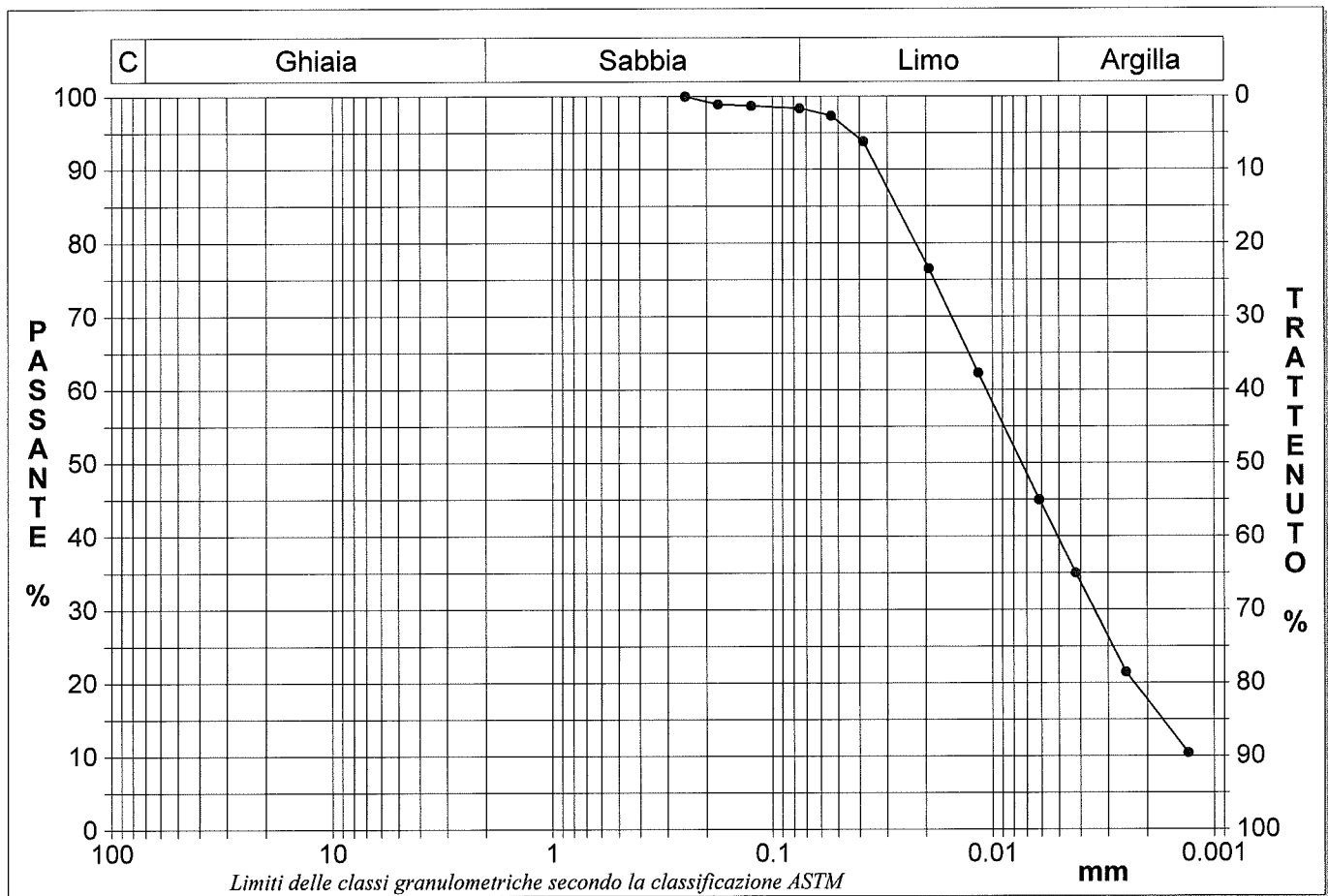
RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 28.1-28.6

Ghiaia	0,0 %	Norma ASTM D422		D10	---	mm		
Sabbia	1,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D30	0,00347	mm		
Limo	58,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D50	0,00738	mm		
Argilla	39,6 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	98,4 %	D60	0,01065	mm		
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	D90	0,03305	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,2500	100,00	0,0116	62,31						
0,1770	98,93	0,0061	45,01						
0,1250	98,72	0,0042	35,02						
0,0750	98,40	0,0025	21,51						
0,0539	97,37	0,0013	10,46						
0,0385	93,84								
0,0195	76,53								

Data: 18 luglio 2003

Certificato n° 13302.CPS

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

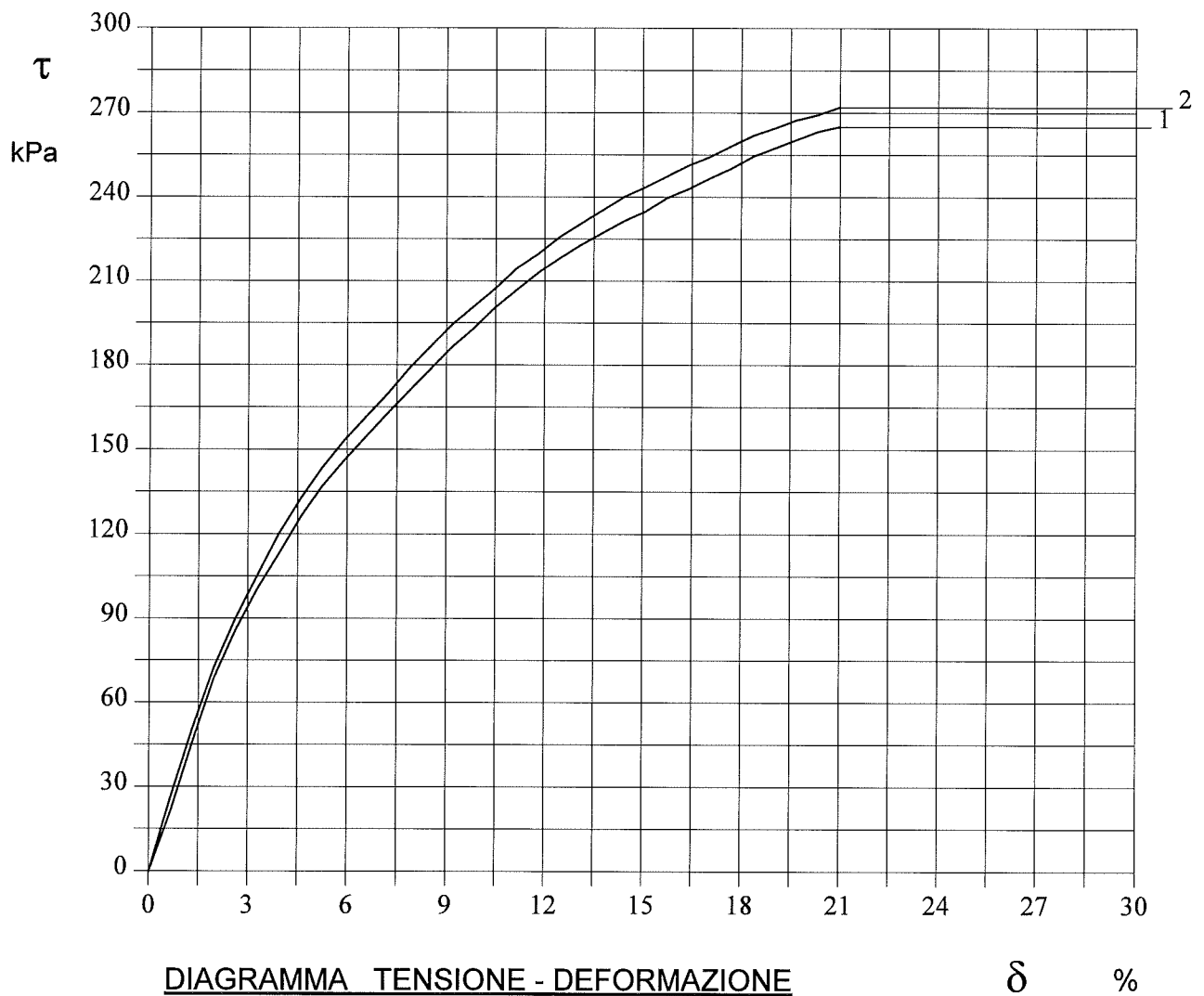
SONDAGGIO: GT5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 28.1-28.6

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0,950	0,950	-----
Peso di volume (kN/m³):	19,0	19,1	-----
Deformazione a rottura (%):	20,97	20,97	-----
Tensione a rottura (kPa):	265,1	272,0	-----

Norma ASTM D 2166



Data: 28 luglio 2003

Certificato n° 13302.EDM

COMMITTENTE: Autorità Portuale di Civitavecchia

RIFERIMENTO: Civitavecchia Porto - Darsena Traghetti

SONDAGGIO: GT5

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 28.1-28.6

Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	19,11
Umidità (%)	27,0
Peso specifico (kN/m ³)	25,80
Volume dei pieni (cm ³)	22,90
Volume dei vuoti (cm ³)	16,37
Indice dei vuoti	0,71
Altezza provino (cm)	2,00
Volume provino (cm ³)	39,27
Saturazione (%)	99,4

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

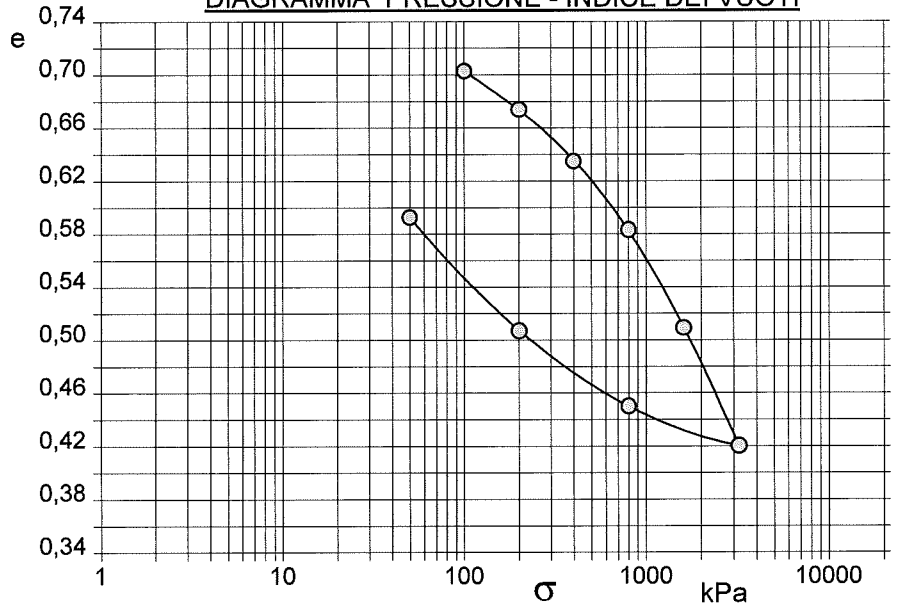
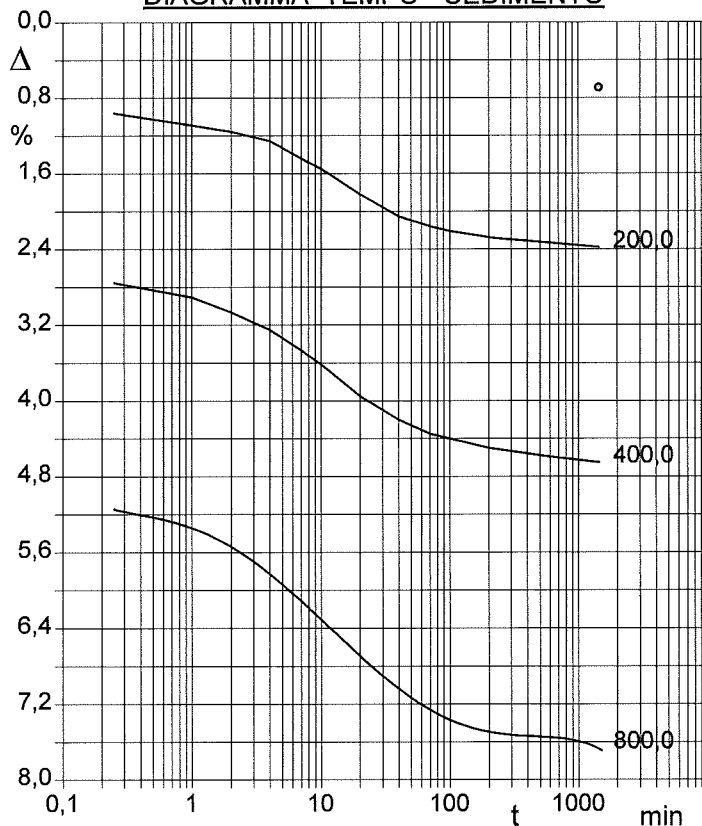
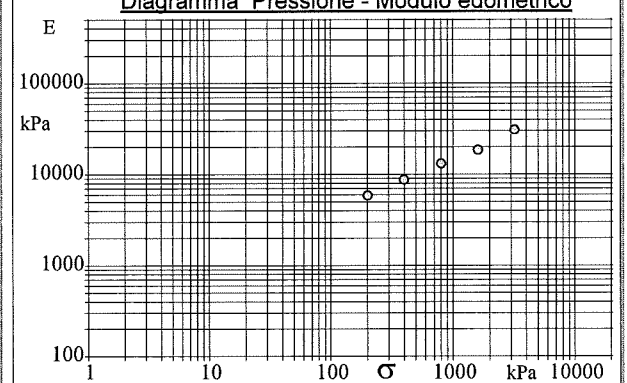


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc/Cr	Modulo kPa	Cv cm ² /sec
100,0	13,8	0,703	0,000		
200,0	47,6	0,674	0,096	5917	0,000349
400,0	93,0	0,635	0,129	8811	0,000396
800,0	153,3	0,583	0,172	13267	0,000383
1600,0	239,7	0,509	0,246	18519	
3200,0	343,2	0,421	0,295	30918	
800,0	308,5	0,450	0,099		
200,0	242,2	0,507	0,189		
50,0	142,4	0,593	0,284		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



ALLEGATO 2

CERTIFICATI DELLE ANALISI DI LABORATORIO

CAMPIONE SD7C1

Richiedente: DNC	
Cantiere: Civitavecchia (RM)	
Identificativo campione	SD7C1 11.00-11.50 m qf
Classificazione granulometrica	Sabbia con limo debolmente argillosa e debolmente ghiaiosa
Peso di volume naturale ρ_n	1.94 g/cm ³
Peso specifico dei granuli ρ_s	2.69 g/cm ³
Contenuto d'acqua naturale W	25.40 %
Grado di saturazione S	92.15 %
Limite Liquidi WL	N.D.
Limite Plastico WP	N.D.
Indice di Plasticità IP	N.D.

PROVA EDOMETRICA : SD7 C1 11.00-11.50 m q.f.					
σ kPa	ϵ %	e	MMPa	C_v cm ² /s	K m/s
25	0.915	0.730		6.61*10 ⁻⁴	
50	1.612	0.718	3.58	5.41*10 ⁻⁴	1.48*10 ⁻¹⁰
100	2.501	0.702	5.62	2.36*10 ⁻⁴	4.12*10 ⁻¹¹
200	3.805	0.680	7.66	5.17*10 ⁻⁴	6.62*10 ⁻¹¹
400	5.225	0.655	14.08	5.99*10 ⁻⁴	4.17*10 ⁻¹¹
800	7.052	0.623	21.88	7.82*10 ⁻⁴	3.50*10 ⁻¹¹
1600	8.470	0.598	56.43	5.04*10 ⁻⁴	8.75*10 ⁻¹²
3200	11.096	0.552	60.94	3.77*10 ⁻⁴	6.07*10 ⁻¹²
200	9.875	0.574			
25	8.983	0.589			

PROVA TRIASSIALE CD : SD7 C1 11.00-11.50 m q.f.					
	Press. di cella (kPa)	Press. intersiziale (kPa)	Sforzo a rottura (kPa)	Deformazione (%)	Variazione di volume (%)
Provino 1	350	200	466.7	16.54	2.91
Provino 2	450	200	587.8	7.53	3.42

CAMPIONE SP1C1

Richiedente: DNC	
Cantiere: Civitavecchia (RM)	
Identificativo campione	SP1C1 7.50-8.00 m qf
Classificazione granulometrica	Limo con argilla debolmente sabbioso
Peso di volume naturale ρ_n	1.96 g/cm ³
Peso specifico dei granuli ρ_s	2.71 g/cm ³
Contenuto d'acqua naturale W	25.90 %
Grado di saturazione S	94.42 %
Limite Liquidi WL	36.83
Limite Plastico WP	27.64
Indice di Plasticità IP	9.19

PROVA EDOMETRICA : SP1C1 7.50-8.00 m q.f.					
σ kPa	ϵ %	e	M MPa	C_v cm ² /s	K m/s
25	0.025	0.749		1.03*10 ⁻³	
50	0.140	0.747	21.73	4.44*10 ⁻⁴	2.01*10 ⁻¹¹
100	0.433	0.741	17.07	4.50*10 ⁻⁴	2.60*10 ⁻¹¹
200	1.000	0.732	17.65	6.60*10 ⁻⁴	3.67*10 ⁻¹¹
400	1.915	0.716	21.85	4.82*10 ⁻⁴	2.16*10 ⁻¹¹
800	3.175	0.693	31.75	4.61*10 ⁻⁴	1.42*10 ⁻¹¹
1600	4.980	0.662	44.30	3.05*10 ⁻⁴	6.76*10 ⁻¹²
3200	6.997	0.627	79.34	8.98*10 ⁻⁴	1.11*10 ⁻¹¹
200	6.359	0.638			
25	5.633	0.650			



CAMPIONE SP1C2

Richiedente: DNC	
Cantiere: Civitavecchia (RM)	
Identificativo campione	SP1C2 28.70-29.20 m qf
Classificazione granulometrica	Limo sabbioso debolmente argilloso
Peso di volume naturale φ_n	2.03 g/cm ³
Peso specifico dei granuli φ_s	2.71 g/cm ³
Contenuto d'acqua naturale W	22.98 %
Grado di saturazione S	96.70 %
Limite Liquidi WL	37.01 %
Limite Plastico WP	26.74 %
Indice di Plasticità IP	10.27 %

PROVA TRIASSIALE CD : SP1 C2 m q.f.					
	Press. di cella (kPa)	Press. intersiziale (kPa)	Sforzo a rottura (kPa)	Deformazione (%)	Variazione di volume (%)
Provino 1	350	200	138.4	8.03	1.52
Provino 2	450	200	273.7	20.02	2.33



CAMPIONE SS3C1

Richiedente: DNC	
Cantiere: Civitavecchia (RM)	
Identificativo campione	SS3C1 5.50-6.00 m qf
Classificazione granulometrica	Limo con argilla debolmente sabbioso
Peso di volume naturale φ_n	1.98 g/cm ³
Peso specifico dei granuli φ_s	2.71 g/cm ³
Contenuto d'acqua naturale W	26.32 %
Grado di saturazione S	98.09 %
Limite Liquidi WL	36.23
Limite Plastico WP	19.52
Indice di Plasticità IP	16.71
ELL : Pressione a compressione	113.72 kPa
ELL: Deformazione assiale	12.29 %



CAMPIONE SS4C1

Richiedente: DNC	
Cantiere: Civitavecchia (RM)	
Identificativo campione	SS4C1 6.00-6.50m qf
Classificazione granulometrica	Limo argilloso sabbioso
Peso di volume naturale ρ_n	1.97 g/cm ³
Peso specifico dei granuli ρ_s	2.71 g/cm ³
Contenuto d'acqua naturale W	23.94 %
Grado di saturazione S	91.46 %
Limite Liquidi WL	35.58 %
Limite Plastico WP	22.52%
Indice di Plasticità IP	13.07%
ELL : Pressione a compressione	429.96 kPa
ELL: Deformazione assiale	4.59 %

PROVA EDOMETRICA : SS4 C1 6.00-6.50 m q.f.					
σ kPa	ϵ %	e	M MPa	C_v cm ² /s	K m/s
25	0.054	0.715		$1.15 \cdot 10^{-3}$	
50	0.170	0.713	21.69	$1.21 \cdot 10^{-3}$	$5.47 \cdot 10^{-11}$
100	0.458	0.708	17.31	$5.00 \cdot 10^{-4}$	$2.83 \cdot 10^{-11}$
200	1.296	0.694	11.93	$9.35 \cdot 10^{-4}$	$7.68 \cdot 10^{-11}$
400	1.955	0.682	30.37	$7.45 \cdot 10^{-4}$	$2.41 \cdot 10^{-11}$
800	3.249	0.660	30.89	$1.36 \cdot 10^{-3}$	$4.31 \cdot 10^{-11}$
1600	5.620	0.619	33.74	$1.51 \cdot 10^{-3}$	$4.40 \cdot 10^{-11}$
3200	7.527	0.587	83.91	$4.23 \cdot 10^{-4}$	$4.94 \cdot 10^{-12}$
200	6.569	0.603			
25	5.350	0.624			



CNG S.r.l.
LABORATORIO
GEOTECNICO

Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geoter S.r.l. per Autorità Portuale di Civitavecchia		SOND.: SN04	PAGINA: 17
Civitavecchia Porto Civitavecchia		CAMP.: CI01	N° IDENTIFICATIVO INTERNO 2581
		da m: 3,00 a m: 3,45	
DATA RICEVIMENTO CAMPIONE	26/01/18	DATA EMISSIONE CERTIFICATI	15/02/18

FOGLIO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICO-MECCANICHE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE CHIMICHE

FRAZIONE CARBONIO ORG. MEDIA (%)		REAZIONE DEL SUOLO (PH)		TENORE CARBONATI
SOSTANZA ORGANICA S.O.		TENORE SOLFATI		

CARATTERISTICHE FISICHE

UMIDITA' NATURALE	W_n	29,8 (%)	PESO DI VOLUME NATURALE	γ_n	19,10 (kN/m ³)
INDICE DEI VUOTI	e	0,81 (-)	PESO DI VOLUME SECCO	γ_d	14,71 (kN/m ³)
POROSITA'	n	44,7 (%)	PESO DI VOLUME SATURO	γ_{sat}	19,10 (kN/m ³)
GRADO DI SATURAZ.	S_r	100 (%)	PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,61 (kN/m ³)

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

LIMO CON ARGILLA E SABBIA			PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)		81,5
GHIAIA (%): 64 - 2 mm	SABBIA (%): 2 - 0,0625 mm	LIMO (%): 0,0625 - 0,0039 mm	ARGILLA (%): < 0,0039 mm	U.S.C.S.	AASHTO
0,0	25,5	46,1	28,4	CL	A-6

CARATTERISTICHE DI PLASTICITA' E PERMEABILITA'

CLASSIFICAZIONE SECONDO ABACO DI PLASTICITA'		CL	CONSISTENZA DEL MATERIALE SECONDO IC		Plastica
LIMITE DI LIQUIDITA'	W_L	40,5 (%)	LIMITE DI RITIRO	W_s	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	W_p	20,3 (%)	INDICE DI CONSISTENZA	IC	0,53 (-)
INDICE DI PLASTICITA'	IP	20,2 (%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	Ac	1,0 (-)
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		(kPa)	PERMEABILITA'	k	(m/sec)

CARATTERISTICHE MECCANICHE

VAN TEST (MEDIA DATI SU 3 MISURE)		40	Cu (kPa)	POCKET P. (MEDIA DATI SU 3 MISURE)		90	σ_f (kPa)
ESPANSIONE LATERALE LIBERA				σ_f	(kPa)	ε	(%)
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.			VALORI DI PICCO		VALORI RESIDUI		
			C'	7 (kPa)	C_r	(kPa)	
			φ'	30 (°)	φ_r	(°)	
PROVA DI COMPRESIONE TRIASSIALE		CID		CIU		UU	
	C'	(kPa)	C	(kPa)	C_u	(kPa)	
	φ'	(°)	φ	(°)	φ_u	(°)	

CARATTERISTICHE EDOMETRICHE

DA σ'	A σ'	E_{ed}	m_v	c_v	k
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa ⁻¹)	(cm ² /sec)	(cm/sec)
12,3	24,5	2120	4,72E-04		
25	49	2635	3,80E-04		
49	98	4238	2,36E-04	3,03E-03	7,15E-08
98	196	4970	2,01E-04	3,27E-03	6,58E-08
196	392	6844	1,46E-04	2,71E-03	3,96E-08
392	785	10983	9,10E-05		
785	1569	20320	4,92E-05		
1569	3138	39449	2,53E-05		

INDICE CBR (2,5) (%) =	CARATTERISTICHE OTTIMALI PROCTOR	P.VOLUME SEC. γ _d (kN/m ³)
INDICE CBR (5,0) (%) =		PESO DI VOL. UMIDO γ _n (kN/m ³)
		UMIDITA' W (%)

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l.		SOND.: SN04	PAGINA: 18
	per Autorità Portuale di Civitavecchia		CAMP.: CI01	
	Civitavecchia Porto Civitavecchia		da m: 3,00 a m: 3,45	
N° VERBALE 664	N° COMMESSA 583	ID. INTERNO: 2581	DATA RICEVIMENTO CAMPIONE 26/01/18 DATA APERTURA CAMPIONE 29/01/18 DATA EMISSIONE CERTIFICATO 15/02/18	

SCHEDA CAMPIONE

CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

TIPO DI PERFORAZIONE	ASTE E CAROTIERE	TIPO DI CAMPIONATORE	SHELBY
TIPO DI CONTENITORE	INOX	LUNGHEZZA CONTENITORE (cm)	50
LUNGHEZZA REALE CAMPIONE (cm)	45	DIAMETRO CAMPIONE (mm)	89


DESCRIZIONE ED ANALISI PRELIMINARI

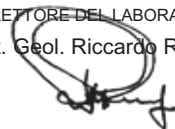
POCKET(kPa)	V.TEST(kPa)	CAMPIONE	UBICAZIONE PROVE	DESCRIZIONE
/	/			Campione eterogeneo verticalmente con una prima parte (parte alta e per circa 15 cm) costituita da sabbia medio-grossolana di colore avana giallastro, mediamente addensata, passante, nella parte medio bassa, a limo con argilla e sabbia sempre avana giallastro, plastico, moderatamente consistente.
80	28		← TD	
100	48			
90	45		← ED	
90	40		Basso	
LIMO CON ARGILLA E SABBIA			CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981):	1

DETERMINAZIONI ESEGUITE

PROVE ESEGUITE		DATA INIZIO	DATA FINE	PROVE ESEGUITE	DATA INIZIO	DATA FINE
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	X	29/01/18	04/02/18	PROVA TRIASSIALE TIPO CID		
PESO DI VOLUME NATURALE	X	29/01/18	03/02/18	PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR		
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	X	05/02/18	06/02/18	PROVA C.B.R.		
ANALISI GRANULOMETRICA	X	31/01/18	08/02/18	PROVA DI PERMEABILITA' IN EDOMETRO A CARICO VARIABILE		
LIMITI DI ATTERBERG	X	13/02/18	14/02/18	PROVA DI PERMEABILITA' IN CELLA TRIASSIALE		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.	X	01/02/18	08/02/18	PERMEABILITA' IN PERMEAMETRO		
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO				DETERMINAZIONE PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA	X	29/01/18	14/02/18	PROVA DI RIGONFIAMENTO METODO HUDER-AMBERG		
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA				DETERMINAZIONE DEFORMAZIONE DI RIGONFIAMENTO		
PROVA TRIASSIALE TIPO UU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CARBONATI		
PROVA TRIASSIALE TIPO CIU				DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZE ORGANICHE		
PROVA DI COLONNA RISONANTE (RC)				PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (TTC)		

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l.		SOND.: SN04	PAGINA: 19
	per Autorità Portuale di Civitavecchia		CAMP.: CI01	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Civitavecchia Porto Civitavecchia		da m: 3,00 a m: 3,45	N° CERTIFICATO 10219 wn
N° VERBALE 664	N° COMMESSA 583	ID. INTERNO 2581	DATA RICEVIMENTO CAMP. 26/01/18	DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18
		DATA INIZIO PROVA 29/01/18	DATA FINE PROVA 04/02/18	

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE W_n
 ASTM D 2216

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON ARGILLA E SABBIA
--	---	---------------------------

PROVA DI RIFERIMENTO	W_1	W_2	ED	Trx CID	Trx CID	Trx CID	TD	TD	TD	Perm Trx
PESO CAPS. (g)	29,67	29,27	29,80				29,52	29,72	29,71	
P.UMIDO+CAPS. (g)	73,24	71,28	85,95				80,06	73,44	61,6	
P.SECCO+CAPS. (g)	62,97	61,52	72,94				68,53	63,3	54,71	
W (%)	30,8	30,3	30,2				29,6	30,2	27,6	

PROVA DI RIFERIMENTO	ELL	ELL	ELL	UU	UU	UU	PR. RIG.	HUDER-A.	RC	TTC
PESO CAPS. (g)										
P.UMIDO+CAPS. (g)										
P.SECCO+CAPS. (g)										
W (%)										

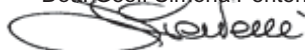
MEDIA VALORI W_n	29,1	MEDIA VALORI W_n	/	MEDIA VALORI W_n	/	W_n MEDIO TOTALE
TRATTO PROVA TD	(%)	TRATTO PROVA Trx CID		TRATTO PROVA ELL		29,8 (%)

NOTE

I contenuti d'acqua naturale W_1 e W_2 si riferiscono all'apertura del campione.

LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi



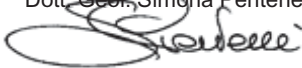
 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l.		SOND.: SN04	PAGINA: 21
	per Autorità Portuale di Civitavecchia		CAMP.: CI01	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
	Civitavecchia Porto Civitavecchia		da m: 3,00 a m: 3,45	N° CERTIFICATO 10221 PGR
N° VERBALE 664	N° COMMESSA 583	ID. INTERNO 2581	DATA RICEVIMENTO CAMP. 26/01/18 DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18 DATA INIZIO PROVA 05/02/18 DATA FINE PROVA 06/02/18	


PESO SPECIFICO DEI GRANULI γ_s
ASTM D 854

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON ARGILLA E SABBIA
--	---	---------------------------

NUMERO PICNOMETRO	5	7						
TEMPERATURA	17,6	17,5						
PESO PICNOMETRO + ACQUA	200,27	208,12						
PESO PICNOMETRO + ACQUA + TERRA	209,76	217,61						
PESO TERRA SECCA	15,02	15,04						
PESO SPECIFICO	26,64	26,58						
MEDIA γ_s (kN/m³)	26,61							

NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l. per Autorità Portuale di Civitavecchia Civitavecchia Porto Civitavecchia		SOND.: SN04 CAMP.: CI01 da m: 3,00 a m: 3,45	PAGINA: 22 PAGINA CERTIFICATO 1 di 1 N° CERTIFICATO 10222 GR
	N° VERBALE 664 N° COMMESSA 583	ID. INTERNO 2581	RICEV. CAMP. 26/01/18 DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18 DATA INIZIO PROVA 31/01/18 DATA FINE PROVA 08/02/18	

ANALISI GRANULOMETRICA ASTM D 422

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE (SECONDO UDDEN - WENTWORTH)

CIOTTOLI %	0,0	GHIAIA %	0,0	SABBIA %	25,5	LIMO %	46,1	ARGILLA %	28,4	IND.GRUPPO	12
D₁₀ (mm)	/	D₃₀ (mm)	0,005	D₅₀ (mm)	0,026	D₆₀ (mm)	0,038	COEFF.DI UNIFORMITA'		/	
PASSANTE AL SETACCIO 200 (%)			81,5	PERCENT. ARGILLA < 0,002 mm			19,9	COEFF.DI CURVATURA		/	
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI DI UDDEN-WENTWORTH:							LIMO CON ARGILLA E SABBIA				

CLASSE DI QUALITA' (BS 5930:1981)	1	IND.	LIMO CON SABBIA ARGILLOSO			
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-6		CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: Ghiaia = 0% Sabbia = 25,5% Limo = 54,6% Argilla = 19,9%			

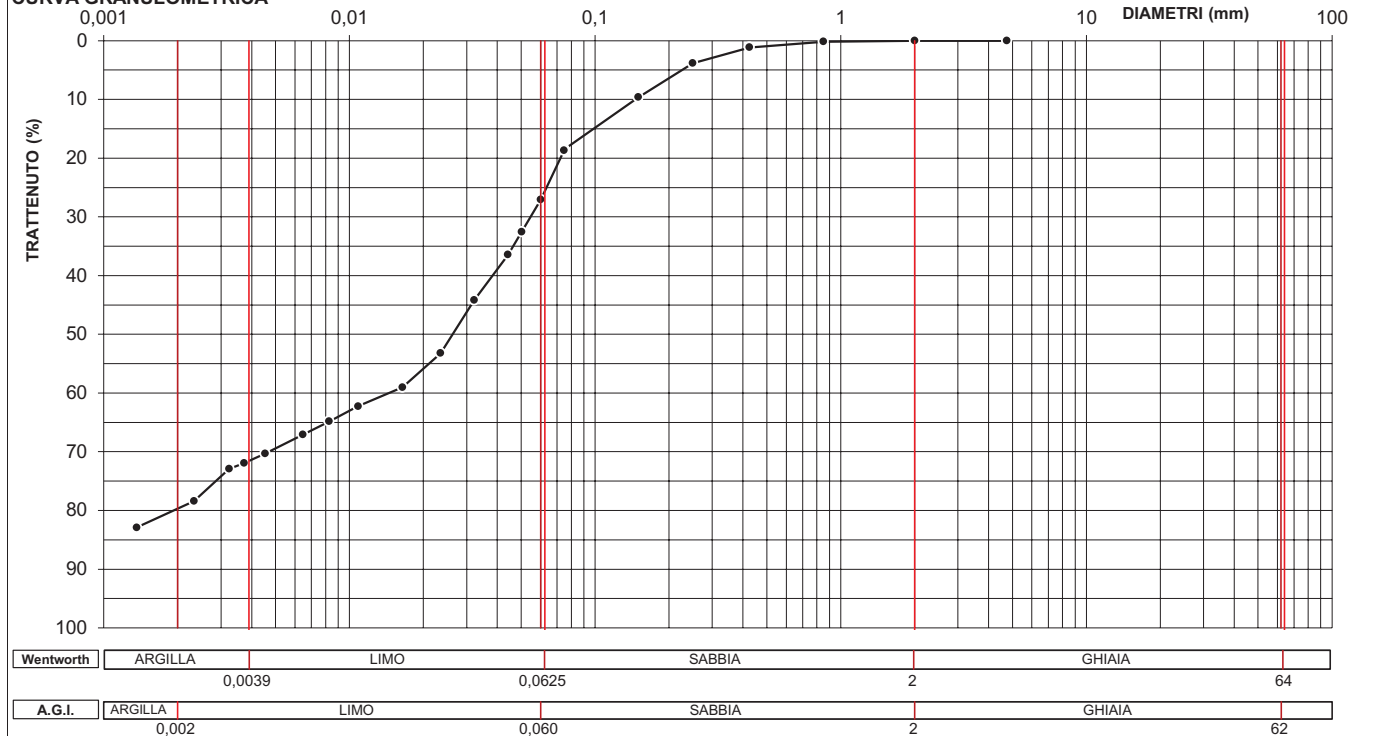
VAGLIATURA

Setacci	Diametri (mm)	Trattenuto (%)
12"	304,8000	0,00
6"	152,4000	0,00
3"	76,2000	0,00
2"	50,8000	0,00
1,5"	38,1000	0,00
1"	25,0000	0,00
3/4"	19,0000	0,00
3/8"	9,5000	0,00
4	4,7500	0,00
10	2,0000	0,00
20	0,8500	0,15
40	0,4250	1,14
60	0,2500	3,86
100	0,1500	9,64
200	0,0750	18,49

SEDIMENTAZIONE

Diametri (mm)	Trattenuto (%)
0,0748	18,70
0,0601	27,09
0,0502	32,57
0,0442	36,44
0,0322	44,19
0,0235	53,22
0,0165	59,03
0,0108	62,26
0,0083	64,84
0,0065	67,10
0,0045	70,33
0,0037	71,94
0,0032	72,91
0,0023	78,39
0,0014	82,91

CURVA GRANULOMETRICA



LO SPERIMENTATORE

Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Riccardo Rampi

 <p>CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO</p> <p>Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it</p>	Geoter S.r.l.		SOND.: SN04	PAGINA: 23
	per Autorità Portuale di Civitavecchia		CAMP.: C101	
	Civitavecchia Porto Civitavecchia		da m: 3,00 a m: 3,45	PAGINA ALLEGATO 1 di 2
DATA INIZIO PROVA 31/01/18		DATA FINE PROVA 08/02/18		

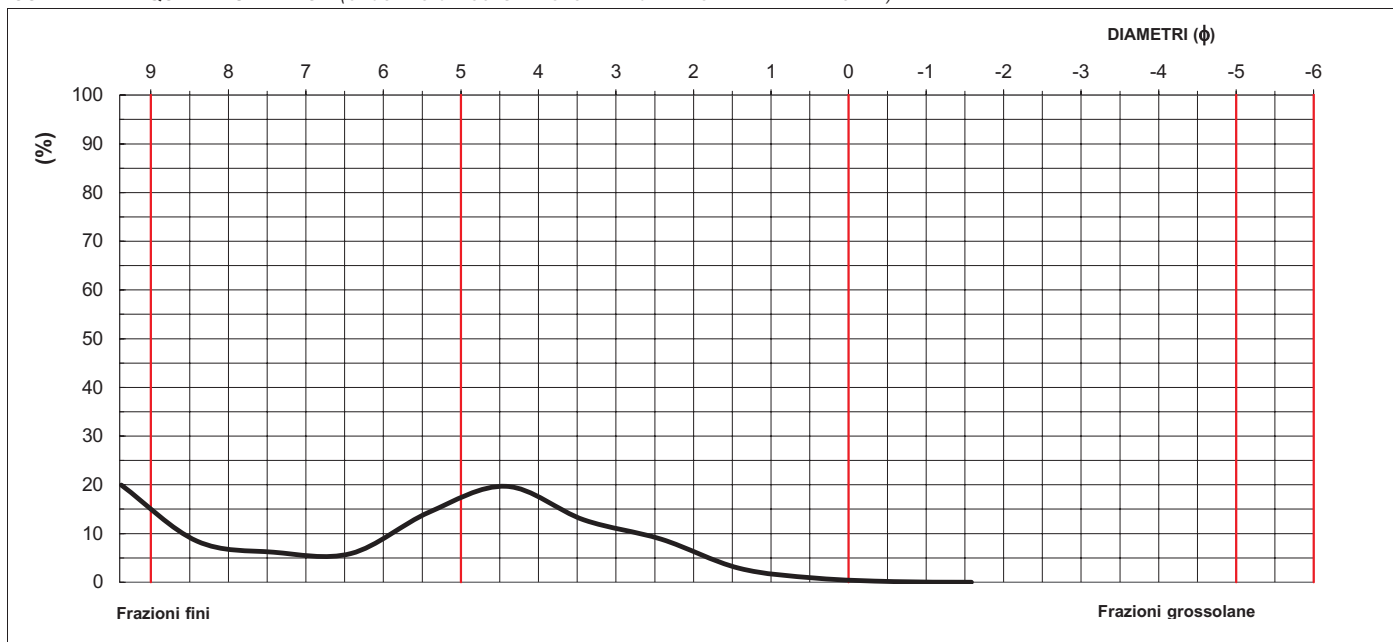
ANALISI GRANULOMETRICA

ASTM D 422

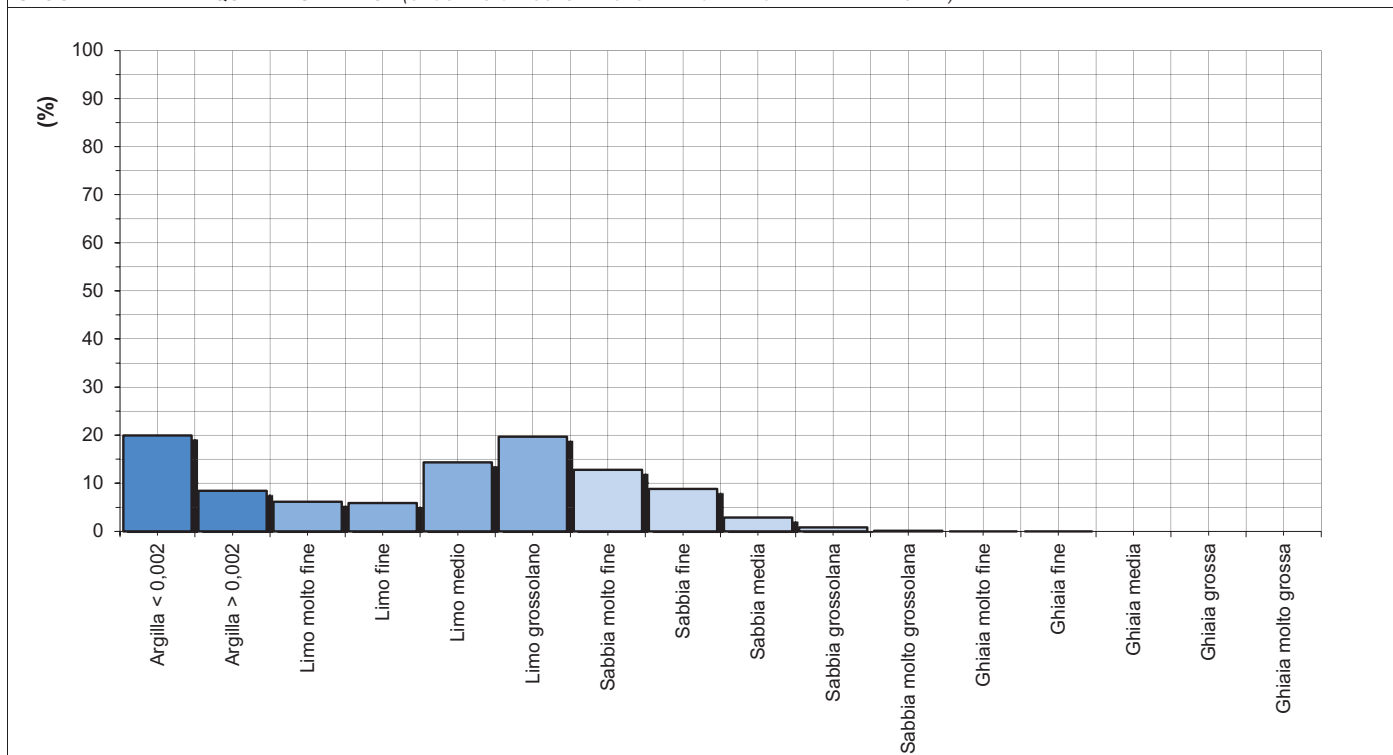
PARAMETRI STATISTICI (SECONDO FOLK & WARD)

INDICE DI APPIATTIMENTO	K_G	0,8	curva platicurtica	Mean Size	6,1
SIMMETRIA	Sk₁	0,4	curva asim. molto positiva	Median (φ)	5,2
CLASSAZIONE	σ₁	2,9	sedimento molto poco classato	Classi modali (φ)	
CLASSIFICAZIONE SECONDO CLASSI A.G.I.: LIMO CON SABBIA ARGILLOSO				9,4	4,4

CURVA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)



ISTOGRAMMA DI FREQUENZA SEMPLICE (SECONDO CLASSI GRANULOMETRICHE DI UDDEN - WENTWORTH)





CNG S.r.l.
 LABORATORIO
 GEOTECNICO

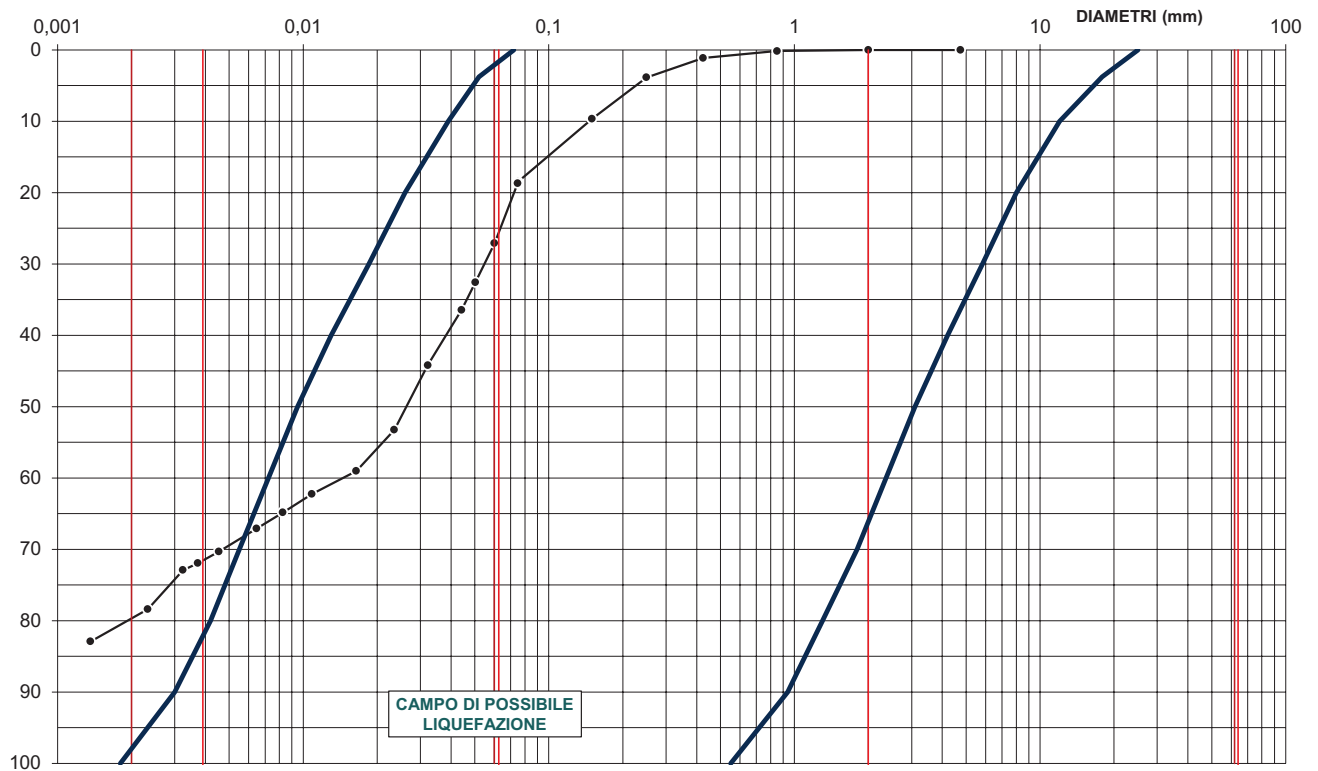
Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
 Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geoter S.r.l. per Autorità Portuale di Civitavecchia Civitavecchia Porto Civitavecchia		SOND.: SN04	PAGINA: 24
		CAMP.: CI01	
DATA INIZIO PROVA		da m: 3,00	PAGINA ALLEGATO 2 di 2
31/01/18		a m: 3,45	
DATA FINE PROVA		08/02/18	

ANALISI GRANULOMETRICA
 ASTM D 422

VERIFICA GRANULOMETRICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

CURVA CON COEFFICIENTE DI UNIFORMITA' (Uc) > 3,5



Wentworth	ARGILLA	LIMO	SABBIA	GHIAIA
	0,0039	0,0625	2	64
A.G.I.	ARGILLA	LIMO	SABBIA	GHIAIA
	0,002	0,060	2	62

IL VALORE DI >3,5 E' STATO STIMATO INTERPOLANDO LA CURVA GRANULOMETRICA CHE NON CONSENTIVA DI INTERCETTARE IL D10



CNG S.r.l.
 LABORATORIO
 GEOTECNICO

Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
 Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geoter S.r.l.
 per Autorità Portuale di Civitavecchia

Civitavecchia Porto
 Civitavecchia

SOND.: SN04

CAMP.: CI01

da m: 3,00

a m: 3,45

PAGINA: 32

PAGINA CERTIFICATO

3 di 3

N° CERTIFICATO

10225 ED

RICEV. CAMP. 26/01/18 DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18 DATA INIZIO PROVA 29/01/18 DATA FINE PROVA 14/02/18

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DI PRECONSOLIDAZIONE σ'_p

METODO DI CASAGRANDE DIAGRAMMA INDICE DEI VUOTI - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE

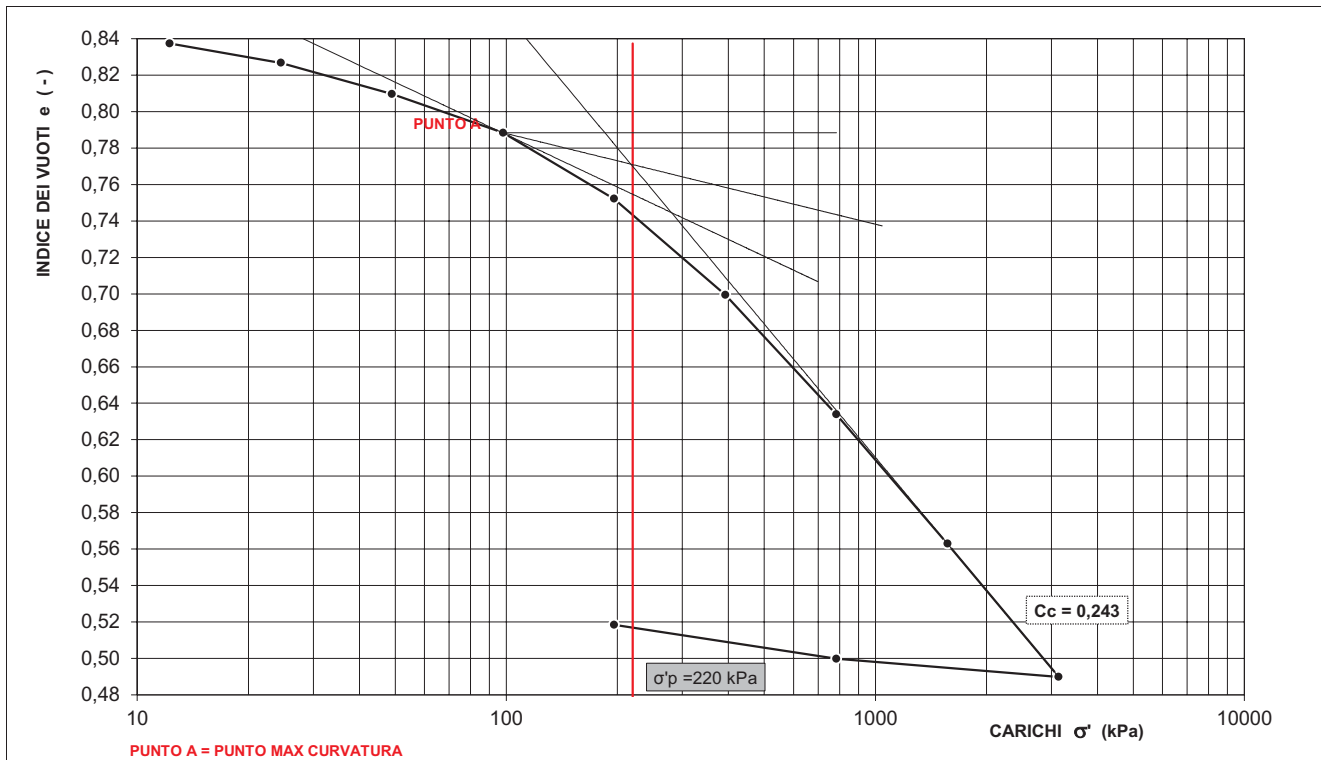
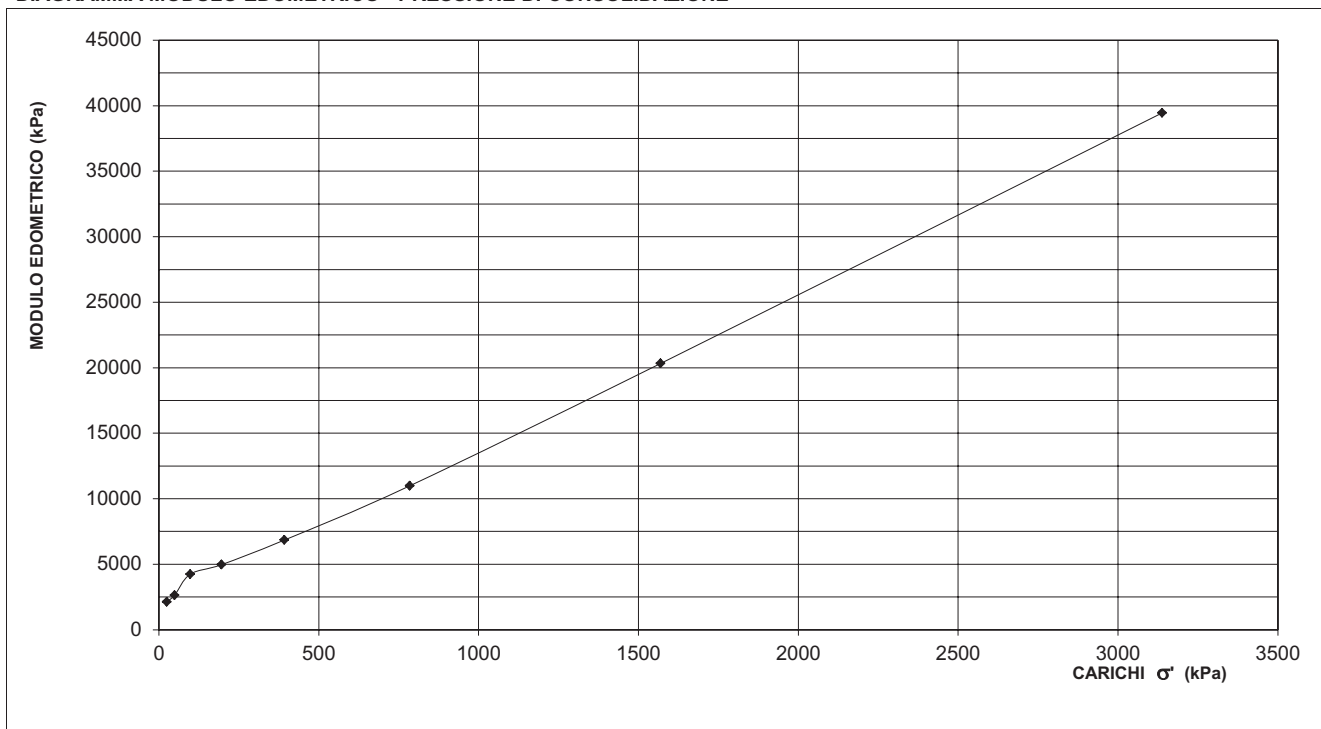



DIAGRAMMA MODULO EDMETRICO - PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l.		SOND.: SN04	PAGINA: 25
	per Autorità Portuale di Civitavecchia		CAMP.: C101	PAGINA CERTIFICATO 1 di 1
Civitavecchia Porto Civitavecchia		da m: 3,00	a m: 3,45	N° CERTIFICATO 10223 LM
N° VERBALE	664	N° COMMESSA	583	ID. INTERNO
2581				
RICEV. CAMP.	26/01/18	DATA EMISSIONE CERTIF.	15/02/18	DATA INIZIO PROVA
				13/02/18
				DATA FINE PROVA
				14/02/18

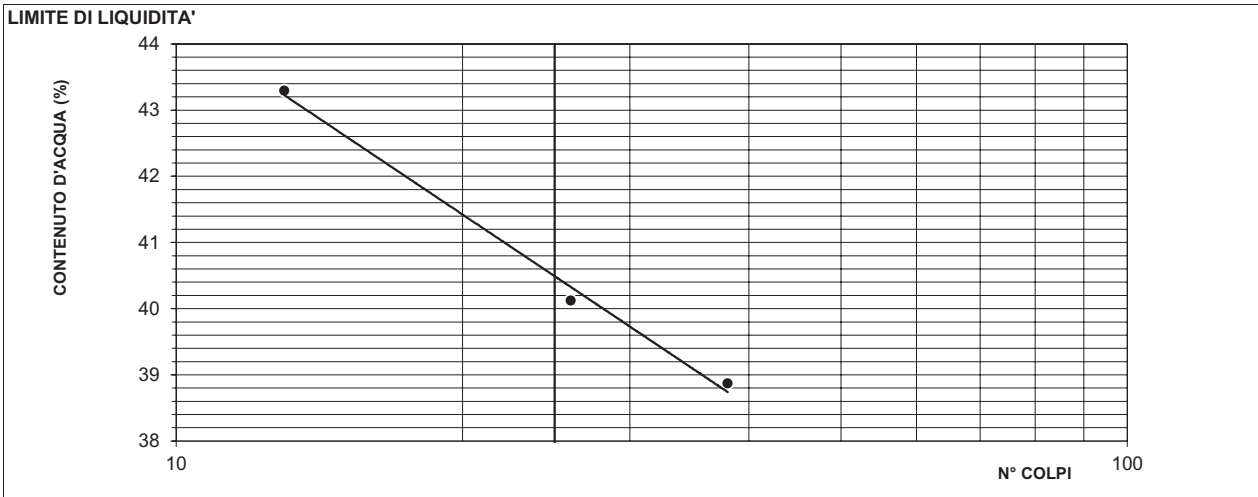
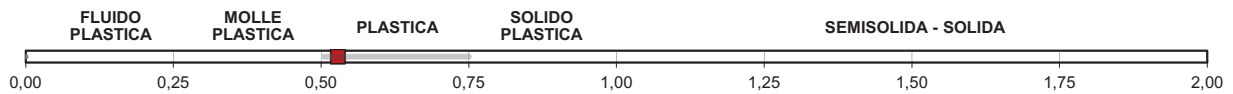
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA
 ASTM D 4318

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	LIMO CON ARGILLA E SABBIA
--	---	---------------------------

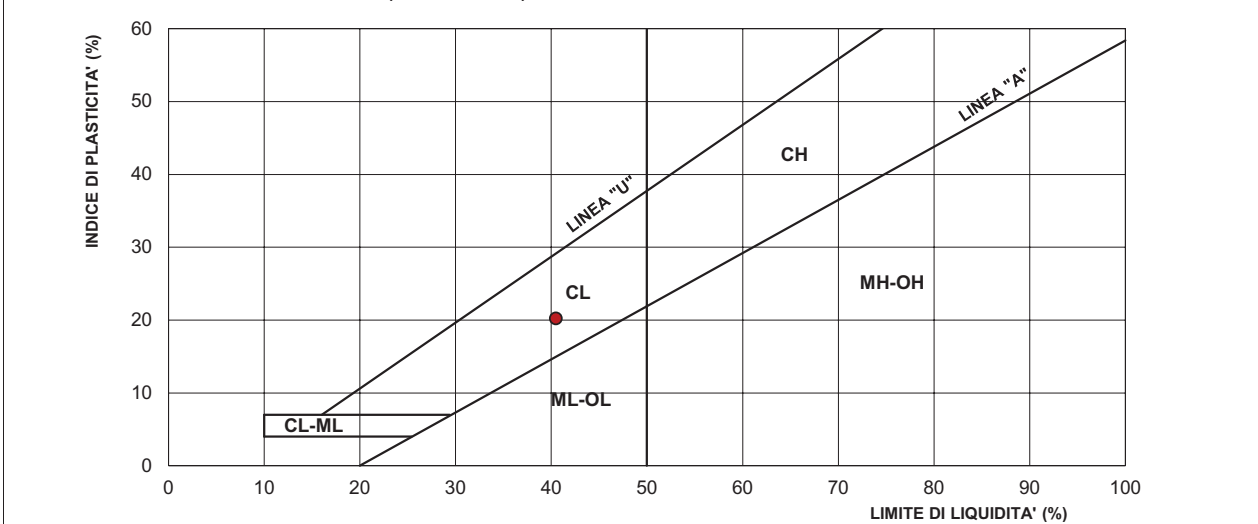
DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

DETERMINAZIONE	1 W _L	2 W _L	3 W _L	4 W _L	1 W _P	2 W _P
UMIDITA'	43,30	40,12	38,87		20,20	20,31
N° COLPI	13	26	38		Media	20,25

LIMITE DI LIQUIDITA'	40,5	(%)	CONTENUTO NAT. D'ACQUA	29,8	(%)
LIMITE DI PLASTICITA'	20,3	(%)	INDICE DI CONSISTENZA	0,53	(-)
LIMITE DI RITIRO		(%)	ATTIVITA' (IP / % < 0,002mm)	1,0	(-)
INDICE DI PLASTICITA'	20,2	(%)	CONSISTENZA SECONDO IC	Plastica	
CLASSIFICAZIONE AASHTO	A-6		CLASSIF. ABACO DI PLASTICITA'	CL	



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE (NORME ASTM)



NOTE

--

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi



 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l. per Autorità Portuale di Civitavecchia Civitavecchia Porto Civitavecchia		SOND.: SN04 CAMP.: CI01 da m: 3,00 a m: 3,45	PAGINA: 26 PAGINA CERTIFICATO 1 di 3 N° CERTIFICATO 10224 TD
	N° VERBALE 664	N° COMMESSA 583	ID. INTERNO 2581	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 26/01/18	DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18	DATA INIZIO PROVA 01/02/18	DATA FINE PROVA 08/02/18	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D. ASTM D 3080

CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE E AL TAGLIO

PROVINO N°	LATO L (mm)	ALTEZZA H (mm)	INIZIO CONS. VOL. (cm ³)	UMIDITA' NAT. Wn (%)	PESO DI VOL. γ_n (kN/m ³)	CONSOLIDAZIONE 24 h		FINE CONSOL. VOL. (cm ³)	VELOCITA' (mm/min)	VALORI DI SFORZO MAX.	
						σ' (kPa)	CEDIM. (mm)			τ (kPa)	δ_t (mm)
1	59,80	19,80	70,81	29,6	19,11	98	0,729	68,2	0,006	64,83	3,278
2	59,80	19,80	70,81	30,2	18,96	147	1,165	66,6	0,006	87,56	6,787
3	59,80	19,80	70,81	27,6	19,50	196	1,381	65,9	0,006	120,92	3,181

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Classe di qualità (BS 5930:1981):	1	INDISTURBATO	LIMO CON ARGILLA E SABBIA
--	---	--------------	---------------------------

DIAGRAMMA SFORZO / DEFORMAZIONI

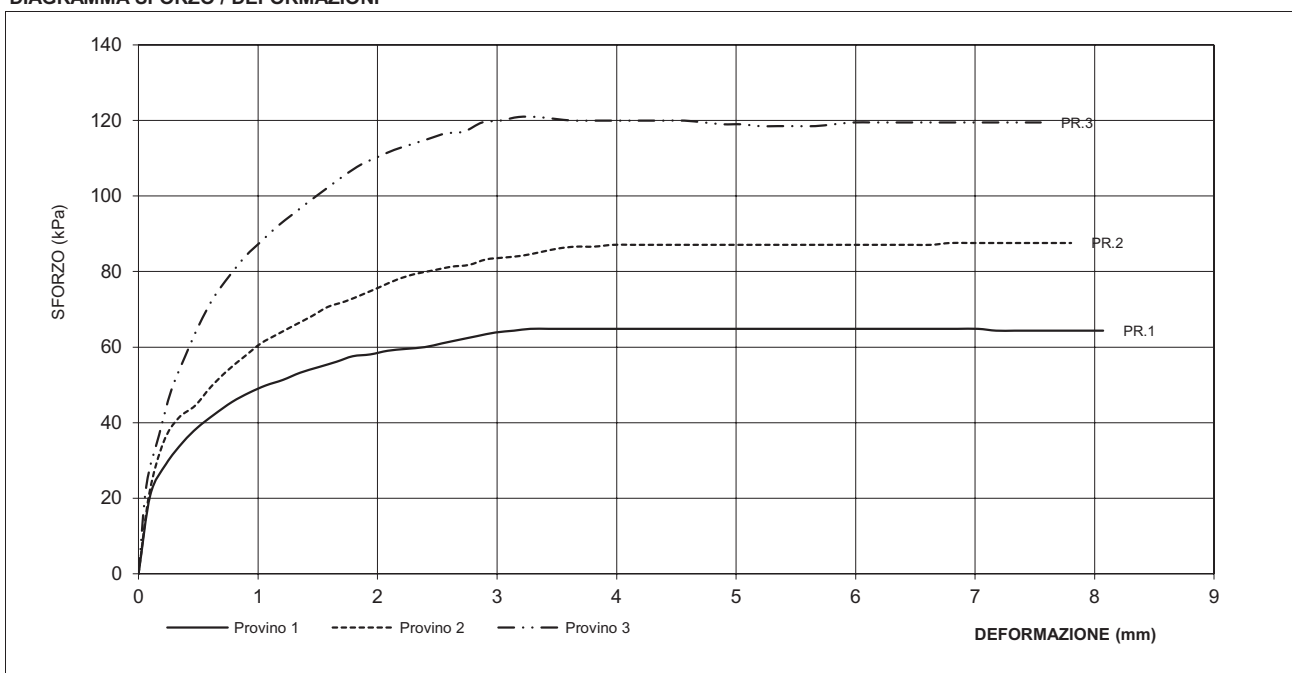
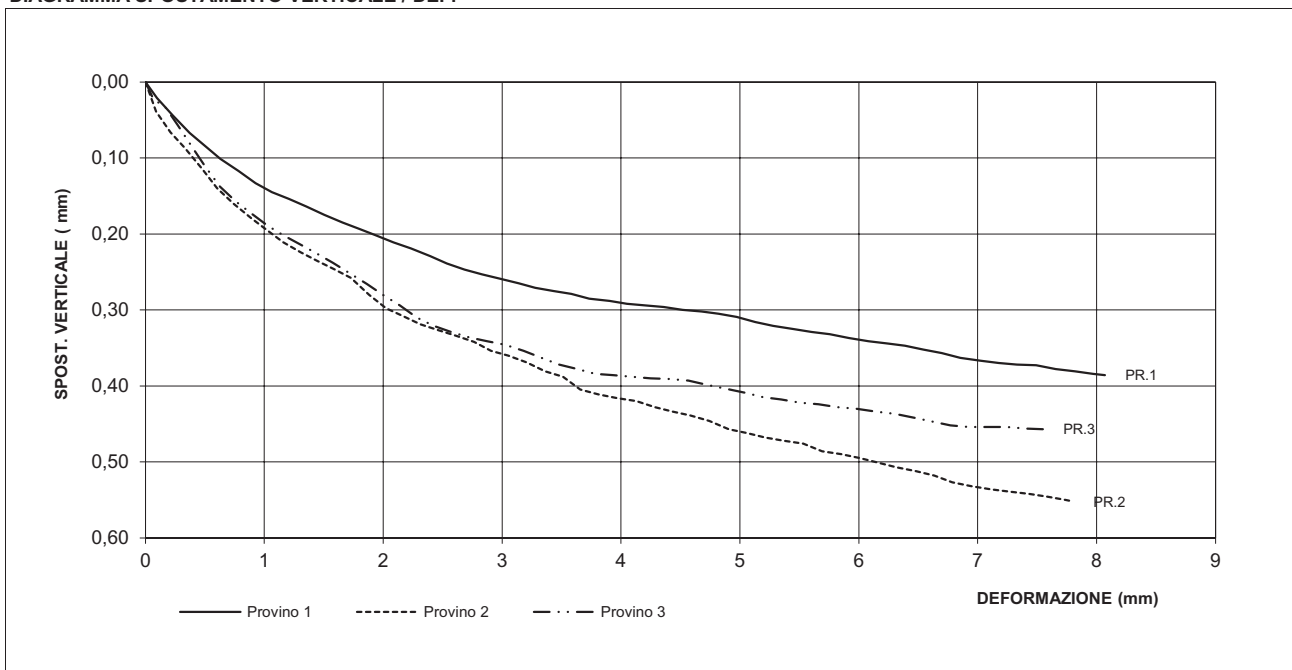



DIAGRAMMA SPOSTAMENTO VERTICALE / DEF.



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi





 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l. per Autorità Portuale di Civitavecchia		SOND.: SN04	PAGINA: 27
	Civitavecchia Porto Civitavecchia		CAMP.: CI01	PAGINA CERTIFICATO 2 di 3
N° VERBALE 664	N° COMMESSA 583	ID. INTERNO 2581	N° CERTIFICATO 10224 TD	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 26/01/18	DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18	DATA INIZIO PROVA 01/02/18	DATA FINE PROVA 08/02/18	

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

PROVINO 1						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 98					
Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.
0,00	0,00	0,000	3,90	64,83	0,288	8,07	64,35	0,386			
0,10	20,84	0,021	4,05	64,83	0,292						
0,23	29,05	0,044	4,20	64,83	0,294						
0,37	34,86	0,067	4,36	64,83	0,296						
0,49	38,73	0,083	4,52	64,83	0,300						
0,63	42,11	0,101	4,68	64,83	0,302						
0,78	45,49	0,117	4,82	64,83	0,305						
0,93	47,91	0,133	4,97	64,83	0,309						
1,06	49,85	0,145	5,13	64,83	0,316						
1,21	51,30	0,154	5,28	64,83	0,321						
1,35	53,23	0,164	5,45	64,83	0,325						
1,50	54,68	0,175	5,60	64,83	0,329						
1,66	56,13	0,185	5,76	64,83	0,332						
1,79	57,58	0,193	5,92	64,83	0,337						
1,94	58,07	0,202	6,08	64,83	0,341						
2,09	59,03	0,211	6,24	64,83	0,344						
2,23	59,52	0,219	6,39	64,83	0,347						
2,40	60,00	0,229	6,54	64,83	0,352						
2,54	60,97	0,239	6,70	64,83	0,357						
2,68	61,93	0,247	6,85	64,83	0,363						
2,83	62,90	0,253	7,03	64,83	0,367						
2,99	63,87	0,259	7,18	64,35	0,370						
3,14	64,35	0,265	7,33	64,35	0,372						
3,28	64,83	0,271	7,49	64,35	0,373						
3,43	64,83	0,275	7,66	64,35	0,378						
3,58	64,83	0,279	7,82	64,35	0,381						
3,73	64,83	0,285	7,97	64,35	0,384						

PROVINO 2						PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 147					
Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.
0,00	0,00	0,000	3,81	86,59	0,411						
0,09	21,32	0,039	3,97	87,08	0,416						
0,21	34,86	0,066	4,13	87,08	0,420						
0,33	41,14	0,087	4,28	87,08	0,428						
0,47	44,53	0,114	4,43	87,08	0,434						
0,60	49,36	0,140	4,58	87,08	0,439						
0,74	53,71	0,160	4,74	87,08	0,446						
0,89	57,58	0,179	4,91	87,08	0,457						
1,02	60,97	0,195	5,06	87,08	0,462						
1,16	63,38	0,211	5,21	87,08	0,468						
1,31	65,80	0,224	5,37	87,08	0,472						
1,45	68,22	0,236	5,53	87,08	0,476						
1,58	70,64	0,246	5,69	87,08	0,486						
1,73	72,09	0,258	5,85	87,08	0,490						
1,88	74,02	0,280	6,01	87,08	0,495						
2,02	75,96	0,298	6,16	87,08	0,501						
2,16	77,89	0,308	6,32	87,08	0,507						
2,31	79,34	0,319	6,48	87,08	0,512						
2,47	80,31	0,327	6,64	87,08	0,518						
2,61	81,27	0,334	6,79	87,56	0,527						
2,76	81,76	0,342	6,95	87,56	0,532						
2,91	83,21	0,354	7,11	87,56	0,536						
3,05	83,69	0,360	7,27	87,56	0,539						
3,21	84,18	0,369	7,43	87,56	0,542						
3,36	85,14	0,381	7,59	87,56	0,546						
3,51	86,11	0,388	7,74	87,56	0,550						
3,66	86,59	0,405	7,80	87,56	0,552						

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi


 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l. per Autorità Portuale di Civitavecchia		SOND.: SN04	PAGINA: 28
	Civitavecchia Porto Civitavecchia		CAMP.: CI01	PAGINA CERTIFICATO 3 di 3
N° VERBALE 664	N° COMMESSA 583	ID. INTERNO 2581	N° CERTIFICATO 10224 TD	
DATA RICEVIMENTO CAMP. 26/01/18	DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18	DATA INIZIO PROVA 01/02/18	DATA FINE PROVA 08/02/18	

DATI SPERIMENTALI RELATIVI AL TAGLIO

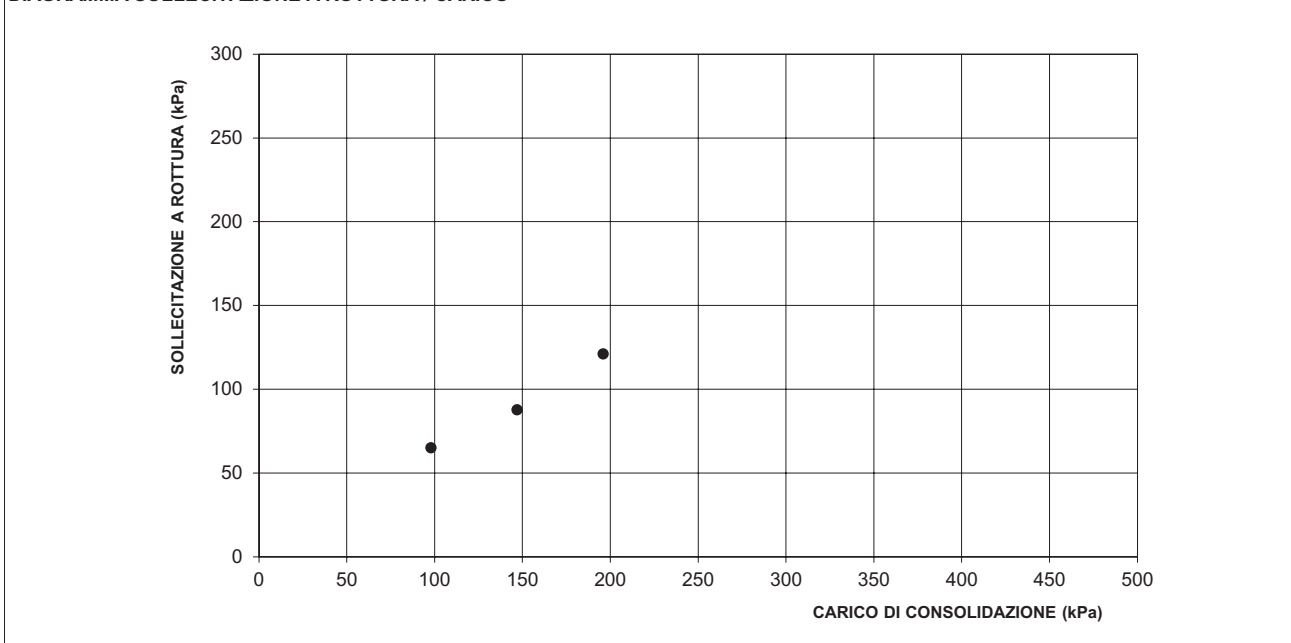
PROVINO 3


PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kPa) = 196


Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.	Def.	τ (kPa)	Def.Vert.
0,00	0,00	0,000	3,63	119,96	0,378						
0,07	23,25	0,022	3,78	119,96	0,384						
0,17	36,79	0,034	3,93	119,96	0,386						
0,27	48,40	0,057	4,09	119,96	0,388						
0,39	57,58	0,085	4,25	119,96	0,390						
0,51	65,80	0,112	4,41	119,96	0,391						
0,63	73,05	0,138	4,57	119,96	0,393						
0,76	78,86	0,157	4,73	119,47	0,399						
0,90	84,18	0,174	4,89	118,99	0,404						
1,03	88,04	0,189	5,04	118,99	0,409						
1,16	91,91	0,202	5,20	118,51	0,415						
1,30	95,30	0,213	5,35	118,51	0,418						
1,43	98,68	0,225	5,50	118,51	0,422						
1,58	102,07	0,238	5,66	118,51	0,424						
1,72	105,45	0,252	5,82	118,99	0,428						
1,86	108,35	0,266	5,98	119,47	0,430						
2,00	110,29	0,280	6,14	119,47	0,434						
2,14	112,22	0,294	6,31	119,47	0,437						
2,28	113,67	0,310	6,46	119,47	0,442						
2,43	115,12	0,321	6,62	119,47	0,447						
2,57	116,57	0,329	6,77	119,47	0,452						
2,72	117,05	0,336	6,93	119,47	0,454						
2,88	119,47	0,341	7,08	119,47	0,454						
3,03	119,96	0,346	7,25	119,47	0,454						
3,18	120,92	0,354	7,40	119,47	0,456						
3,33	120,92	0,363	7,55	119,47	0,457						
3,48	120,44	0,372									

NOTE

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi




CNG S.r.l.
LABORATORIO
GEOTECNICO

Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geoter S.r.l.
per Autorità Portuale di Civitavecchia

Civitavecchia Porto
Civitavecchia

SOND.: SN04
CAMP.: CI01

da m: 3,00
a m: 3,45

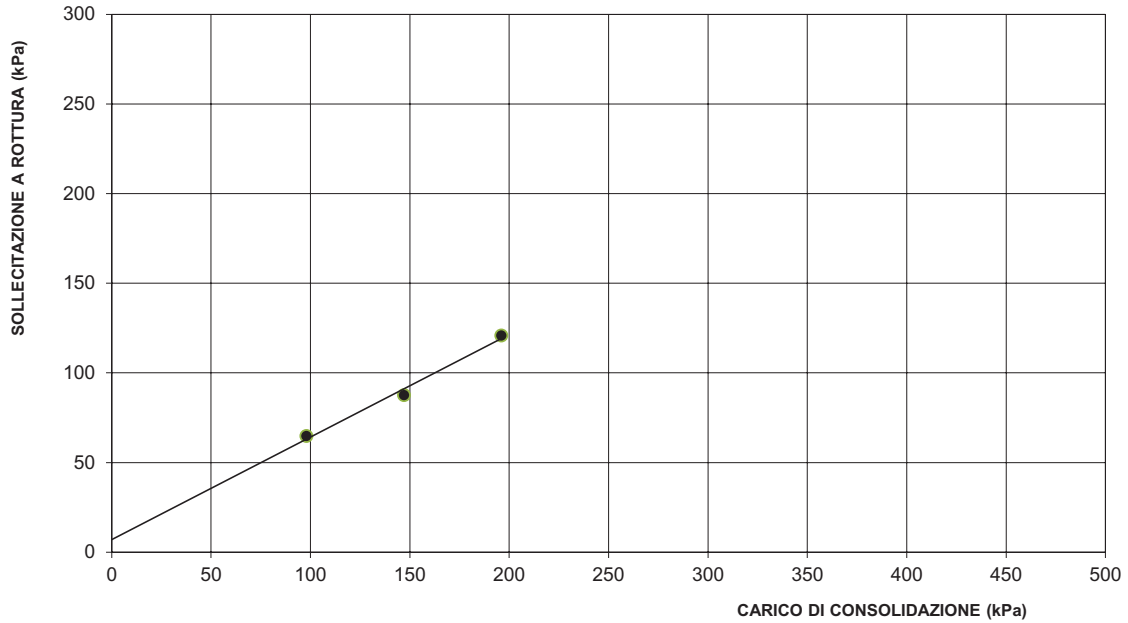
PAGINA: 29

PAGINA ALLEGATO
1 DI 1

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO C.D.

ASTM D 3080

DIAGRAMMA SOLLECITAZIONE A ROTTURA / CARICO



RISULTATI TAGLIO DRENATO

COESIONE EFFICACE (kPa)	7
ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE	30

NOTE

LA RETTA DI INVILUPPO CHE PASSA PER I TRE PUNTI E' UNA LINEA DI INTERPOLAZIONE SENZA ALCUNA INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.

 CNG S.r.l. LABORATORIO GEOTECNICO Via Squinzano, 87 - 00133 Roma Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it	Geoter S.r.l.		SOND.: SN04	PAGINA: 30
	per Autorità Portuale di Civitavecchia		CAMP.: CI01	PAGINA CERTIFICATO 1 di 3
Civitavecchia Porto		da m: 3,00	N° CERTIFICATO 10225 ED	
Civitavecchia		a m: 3,45		
N° VERBALE 664	N° COMMESSA 583	ID. INTERNO 2581	RICEV. CAMP. 26/01/18 DATA EMISSIONE CERTIF. 15/02/18 DATA INIZIO PROVA 29/01/18 DATA FINE PROVA 14/02/18	

PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA ASTM D 2435

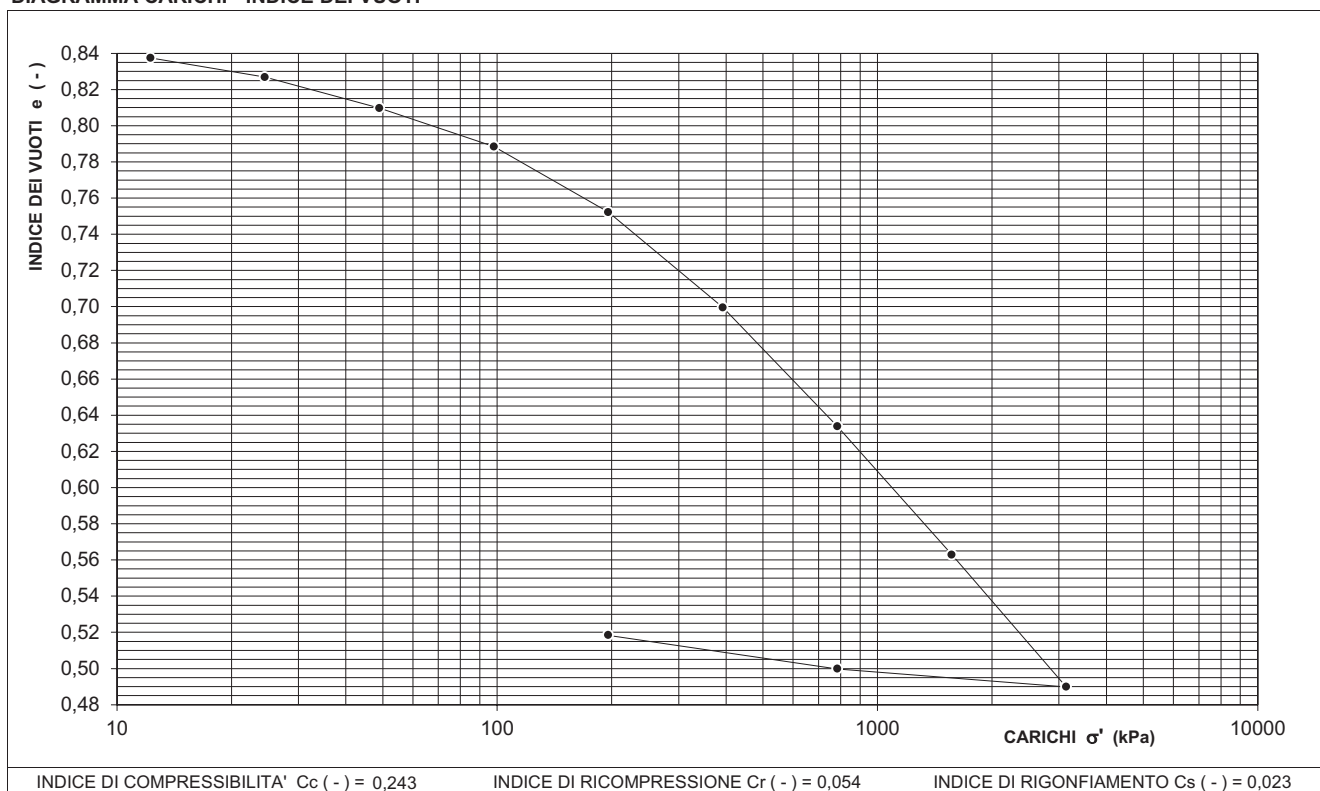
CARATTERISTICHE DEL PROVINO


DIAMETRO	D	50,30	(mm)	PESO DI VOLUME	γ_n	18,84	(kN/m ³)
ALTEZZA INIZIALE	H	20,00	(mm)	PESO SPECIFICO	γ_s	26,61	(kN/m ³)
UMIDITA' NATURALE	w_n	30,16	(%)	UMIDITA' FINALE	w_f	22,55	(%)
INDICE DI COMPRESSIBILITA' C_c		0,24	(-)	INDICE DI RIGONFIAMENTO C_s		0,02	(-)
Classe di qualità (BS 5930:1981):		1		LIMO CON ARGILLA E SABBIA			

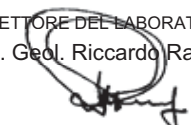
DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

PRESSIONE σ' (kPa)	TEMPO t (h)	DEFORMAZ. δ (mm)	IND. VUOTI e (-)	INTERVALLI DI CARICO		MODULO EDOM. E_{ed} (kPa)	COEFFIC. DI COMPRESS. m_v (kPa ⁻¹)	COEFFIC. DI CONSOLID. c_v (cm ² /sec)	COEFFIC. DI PERMEAB. k (cm/sec)	INDICE DI COMPR. SEC. C_{a(e)} (-)
				DA σ' (kPa)	A σ' (kPa)					
			0,838							
12,3	24	0,007	0,837	12	25	2120	4,72E-04			
25	24	0,123	0,827	25	49	2635	3,80E-04			
49	24	0,309	0,810	49	98	4238	2,36E-04	3,03E-03	7,15E-08	0,0013
98	24	0,540	0,788	98	196	4970	2,01E-04	3,27E-03	6,58E-08	0,0018
196	24	0,935	0,752	196	392	6844	1,46E-04	2,71E-03	3,96E-08	0,0016
392	24	1,508	0,699	392	785	10983	9,10E-05			
785	24	2,222	0,634	785	1569	20320	4,92E-05			
1569	24	2,994	0,563	1569	3138	39449	2,53E-05			
3138	24	3,790	0,490							
785	24	3,681	0,500							
196	24	3,479	0,518							

DIAGRAMMA CARICHI - INDICE DEI VUOTI



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi




CNG S.r.l.
 LABORATORIO
 GEOTECNICO

Via Squinzano, 87 - 00133 Roma
 Tel/Fax 06 2018088 cng@congeo.it

Geoter S.r.l.
 per Autorità Portuale di Civitavecchia

Civitavecchia Porto
 Civitavecchia

SOND.: SN04

CAMP.: CI01

da m: 3,00

a m: 3,45

PAGINA: 31

PAGINA CERTIFICATO

2 di 3

N° CERTIFICATO

10225 ED

RICEV. CAMP. 26/01/18

DATA EMISSIONE CERTIF.

15/02/18

DATA INIZIO PROVA

29/01/18

DATA FINE PROVA

14/02/18

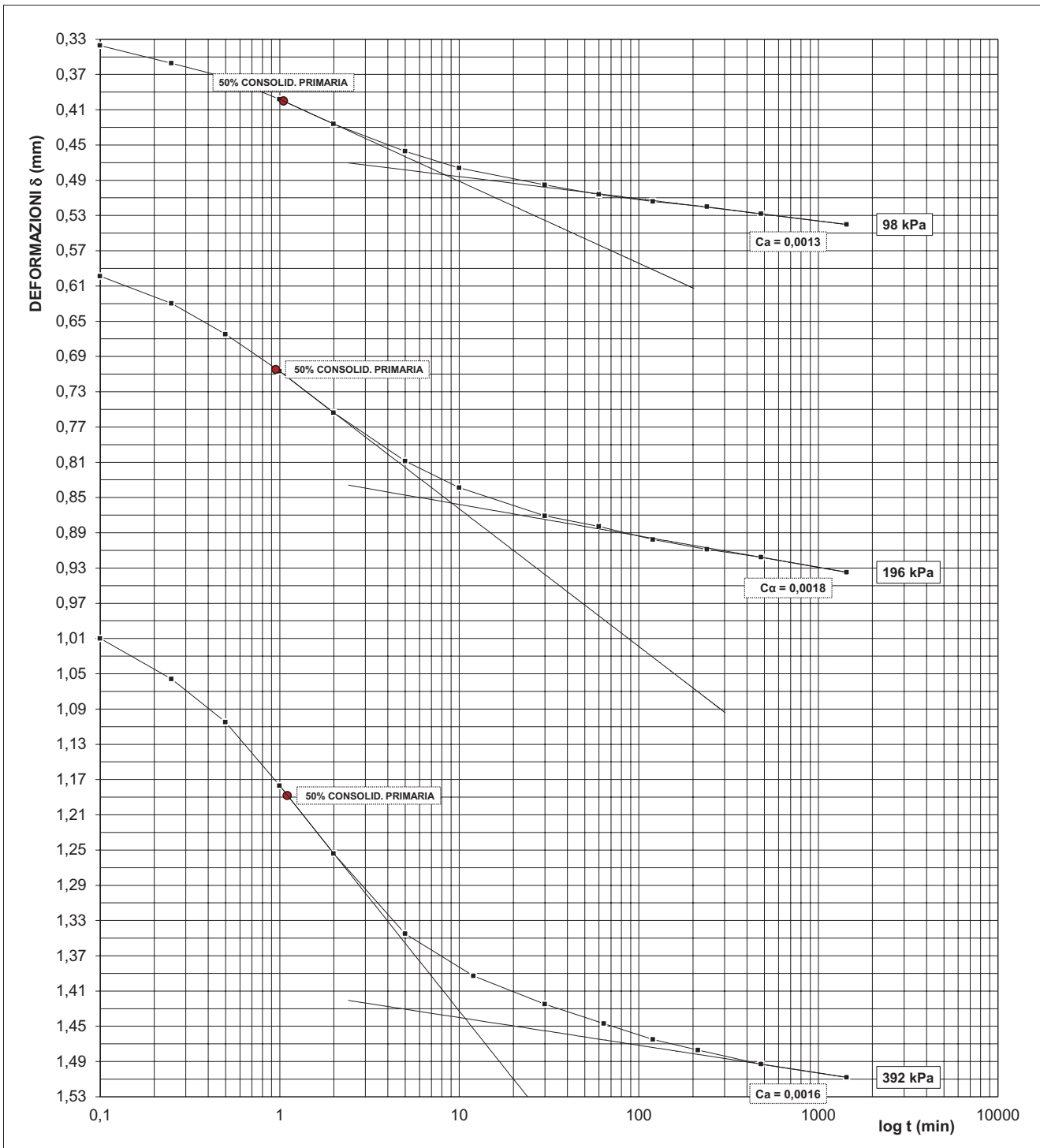
PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

DIAGRAMMA DEFORMAZIONI / LOG DEL TEMPO PER

$\sigma'_v =$ 98 kPa

196 kPa

392 kPa



NOTE

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Geol. Simona Pentenè

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Riccardo Rampi