

RELAZIONE GEOLOGICA E NOTE INTEGRATIVE art. 26 DPR 207/2010

DICEMBRE 2018

Progettazione definitiva ed esecutiva della passerella ciclo pedonale del Fosso dei Molini, Località Casone, Castagneto Carducci.

PROGETTO DEFINITIVO

PASSERELLA CICLOPEDONALE FOSSO DEI MOLINI

traversando la maremma



Dario Menichetti



Comune di Castagneto Carducci
Via Carducci, Castagneto Carducci 57022 (LI)
R.U.P. Moreno Fusi tel. 0565 778 308
e_mail m.fusi@comune.castagneto-carducci.li.it

R.T.P. AARC.it Studio + Geol Rafanelli
via G.M. Terreni, 32 LIVORNO 57122
tel +3905861690806 fax +390586014808
e_mail aarc@aarc.it web www.aarc.it

**RELAZIONE GEOLOGICA
DI SUPPORTO AL PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA
PASSERELLA CICLOPEDONALE SUL FOSSO DEI MOLINI,
LOCALITA' CASONE, COMUNE DI CASTAGNETO CARDUCCI**

COMMITTENTE:

Comune di Castagneto Carducci

PROGETTISTA:

Studio AARC.IT
Via G.M. Terreni 32 - 57122 Livorno

SETTEMBRE 2018

INDICE

1 RELAZIONE GEOLOGICA

- 1a Premessa
- 1b Inquadramento geomorfologico
- 1c Geologia generale dell'area
- 1d Idrologia, idrogeologia

2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

- 2a Indagini eseguite
- 2b Amplificazione sismica locale

3 PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' GEOLOGICO - TECNICA

- 3a Pericolosità geomorfologica
- 3b Pericolosità idraulica
- 3a Pericolosità sismica
- 3d Fattibilità Geologico - Tecnica ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

- 4a Criteri di valutazione dei parametri geotecnici
- 4b Modello stratigrafico e caratterizzazione geotecnica
- 4c Verifica della suscettibilità alla liquefazione

5 CONCLUSIONI

INDICE TAVOLE ED ALLEGATI

- Tav. 1** - Carta di inquadramento topografico (scala 1:10.000)
- Tav. 2** - Carta Geomorfologica di Piano Strutturale (scala 1:10.000)
- Tav. 3** - Carta Geologica di Piano Strutturale (scala 1:10.000)
- Tav. 4** - Ubicazione delle indagini eseguite (scala 1:1.000)
- Tav. 5** - Carta della Pericolosità Geomorfologica di Piano Strutturale (scala 1:5.000)
- Tav. 6** - Carta della Pericolosità Sismica di Piano Strutturale (scala 1:5.000)
- Tav. 7** - Carta del PGRA Distretto Appennino Settentrionale (scala 1:5.000)

Allegato 1 - Relazione tecnica della campagna geognostica eseguita dalla Geologica Toscana s.n.c su incarico dell'Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci

1 - RELAZIONE GEOLOGICA

1a - Premessa

L'area oggetto di studio è ubicata nella parte centro occidentale del territorio del Comune di Castagneto Carducci in corrispondenza della località denominata Casone (**Tav. 1**).

Il presente elaborato tecnico viene redatto a sostegno del progetto per la realizzazione di una passerella ciclopedonale in legno quale opera di attraversamento del Fosso dei Molini che permetterà il collegamento tra Via Po e Via del Casone. Nella **Figura 1** è riportato il tracciato del percorso ciclopedonale di collegamento con evidenziato il punto d'inserimento della passerella in progetto.



Figura 1: Tracciato del percorso ciclopedonale (in rosso) con individuazione dell'area di inserimento della passerella (cerchiata in blu).

La passerella ciclopedonale si svilupperà con una campata di lunghezza pari a 15,42 metri e con una larghezza totale di 2,32 metri; per la presa visione dei dettagli costruttivi si rimanda agli Elaborati Progettuali ai quali la presente si allega.

1b - Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista morfologico, il territorio del Comune di Castagneto Carducci è sostanzialmente suddiviso in due distinti domini il cui limite appare netto, coincidente con una marcata rottura di pendio: la porzione orientale, collinare, e la porzione occidentale caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante, tipica delle pianure costiere.

L'estrema porzione occidentale del territorio è altresì caratterizzata da lineamenti e morfologie tipiche di ambienti di costa bassa, con un'ampia fascia dunale e un lungo cordone di spiaggia, la cui parte emersa è compresa tra la linea di riva ed il limite della prima duna.

L'area in esame si situa nell'ambito della pianura costiera, in corrispondenza del limite occidentale di Marina di Castagneto Carducci, appena al di sopra del livello del mare, ad una quota di circa 4,0 m s.l.m.m..

Più precisamente l'area di inserimento della passerella si colloca in corrispondenza dell'incisione fluviale operata nel corso degli anni dal Fosso dei Molini, che rappresenta l'asse drenante principale di una vasta porzione circostante la zona in studio e che nel tratto d'interesse è caratterizzato da rilevati arginali progettati e realizzati in conformità a specifici Studi Idraulici predisposti dal Comune di Castagneto Carducci.

Con riferimento alla stralcio della Carta Geomorfologica della Variante al Piano Strutturale riportato in **Tav. 2**, nell'ambito della porzione di territorio di stretto interesse ed in significativo intorno non si rilevano elementi morfologici degni di nota.

Durante i sopralluoghi effettuati nell'area in studio ed estesi ad un intorno significativo, si è rilevata l'assenza di particolari testimonianze di fenomeni dissestuali passati, in atto o prevedibili.

Si ritiene verosimile asserire che le attuali condizioni di stabilità rilevate non saranno turbate dall'inserimento dell'opera in progetto.

1c - Geologia generale dell'area

Dalla consultazione dello stralcio Carta Geologica della Variante al Piano Strutturale (si veda **Tav. 3**), si evince che l'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di sedimenti ascrivibili alla formazione dei “*Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati - bnb*” di età Olocenica, che identifica tutti i depositi posti al fondo delle valli attuali.

Si tratta in genere di alternanza di sabbie limose e limi argillosi con livelli e lenti ghiaioso-sabbiose, con una stratificazione piuttosto complessa, inclinata o lenticolare; lo spessore è variabile, in genere ridotto a pochi metri, ad eccezione di quelli di pertinenza del Fosso di Bolgheri, dove si raggiungono spessori anche di 10 metri.

Al contorno si rileva il passaggio a litotipi riconducibili alle formazioni dei “*Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati - ea*” di età Olocenica in direzione ovest, ed ai “*Depositi lagunari - e1b*” del Pleistocene medio-superiore in direzione est.

Complessivamente la geologia del sottosuolo è riferibile a sedimenti alluvionali e marini ai quali si sono sovrapposti e alternati in eteropia di facies recenti depositi eolici-dunali, lagunari e palustri (avanzamenti della linea di costa con formazione di strette fasce lagunari-palustri parallele alla linea di costa, oggi quasi completamente bonificate) e di colmata.

Questi terreni sono caratterizzati da notevoli variazioni sia in senso verticale che orizzontale, relazionabili alla diversa profondità del bacino di sedimentazione, alla forma ed esposizione del bordo emerso e alla presenza di sbocchi a mare di linee d'acqua naturali importanti.

1d - Idrologia, idrogeologia

Per quanto concerne l'*aspetto idrologico*, la zona in studio si trova a cavallo del Fosso dei Molini, asse drenante principale dell'area e di un suo congruo intorno. Tale corso d'acqua nasce in corrispondenza dei rilievi collinari immediatamente a sud dell'abitato di Castagneto Carducci e si sviluppa secondo una direttrice SE-NO raccogliendo le pertinenze idriche minori di pertinenza del provenienti dal bacino imbrifero.

Dopo aver attraversato il centro abitato di Donoratico e la zona ovest di Marina di Castagneto Carducci, il corso d'acqua s'immette nel Fosso di Bolgheri in località La Cataratta, ad una distanza di circa 1,5 km dalla zona in studio.

Per quanto riguarda la *caratterizzazione idrogeologica*, con riferimento alla cartografia di corredo al Piano Strutturale si rileva che la formazione in affioramento è caratterizzata da una permeabilità primaria (per porosità) di grado medio, tipica dei sedimenti alluvionali recenti, depositi caratterizzati da una parte superficiale costituita da limi ed argille a bassissima permeabilità con livelli discontinui di ghiaie a matrice sabbiosa di spessore variabile nella porzione più profonda.

Il livello idrico sotterraneo rilevato in fase di esecuzione della campagna geognostica risulta a circa -7,50 m dal piano campagna nel punto di esecuzione del sondaggio a carotaggio continuo, corrispondente a circa 11,00 m dalla sommità del rilevato arginale. Tale misura si riferisce a condizioni di medio-bassa ricarica del sistema (agosto 2018); in relazione alla stagionalità ed al regime delle precipitazioni, in condizioni di elevata ricarica del sistema possono manifestarsi possibili fluttuazioni del livello piezometrico con risalita fino a quote più prossime al piano campagna, di entità tuttavia difficilmente stimabile in assenza di ulteriori informazioni.

2 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

2a - Indagini eseguite

La struttura in progetto, trattandosi di una passerella ciclopedonale, non presenta caratteristiche costruttive alle quali può essere associato un volume lordo quantificabile; dalla mera applicazione del *comma 3 art.7 del D.P.G.R.T 36/R/2009*, l'opera non rientra quindi in nessuna delle classi previste, condizione ammessa anche dalla lettura della "Scheda di sintesi per la valutazione del progetto in relazione agli aspetti geologici, geofisici e geotecnici", parte integrante degli elaborati di supporto al deposito telematico delle pratiche strutturali presso il Genio Civile.

In assenza di informazioni a disposizione derivanti da dati bibliografici/di archivio, per la necessaria ed opportuna caratterizzazione geologico-geotecnica e sismica dei terreni, è stata condotta una campagna geognostica a supporto dell'intervento in progetto, secondo un capitolato d'indagini disposto dall'Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci.

La caratterizzazione geologico-geotecnica si è basata sulle seguenti indagini:

- sponda in destra idraulica: sondaggio a carotaggio continuo (S1), prova penetrometrica statica (CPT3), approfondita in modalità dinamica superpesante (DPSH3);
- sponda in sinistra idraulica: sondaggio a carotaggio continuo (S2).

Inoltre, considerando che la passerella ciclopedonale, con relativi pali di fondazione, sarà realizzata a partire dalla sommità dei rilevati arginali, per la caratterizzazione dei medesimi sono state eseguite n.2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH 1 per la sinistra idraulica e DPSH2 per la destra idraulica).

Durante l'esecuzione dei sondaggi, in conformità al capitolato fornito dall'Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci, sono state eseguite prove in situ (S.P.T. e pocket penetrometer) ed è stato prelevato un campione indisturbato in corrispondenza del sondaggio S1 che, unite ai dati ricavati dalle prove penetrometriche, hanno consentito la caratterizzazione geotecnica degli orizzonti litologici fino alla profondità di circa -20,00 m dalla sommità del rilevato arginale, profondità indicata dal Tecnico Progettista come compatibile con il volume significativo interessato dalle verosimili modeste sollecitazioni indotte dalla struttura in progetto.

Al fine di definire la categoria di sottosuolo di fondazione in funzione della classificazione adottata nelle vigenti N.T.C., è stata eseguita un'indagine sismica mediante tecnica MASW in corrispondenza della sommità dell'argine in destra idraulica nella zona d'inserimento della passerella.

L'ubicazione delle indagini, eseguite il 2-3 agosto 2018 dalla Geologica Toscana s.n.c. di Poggibonsi (SI), è consultabile in **Tav. 4** quale planimetria estratta dallo specifico Report Tecnico di **Allegato 1** redatto dalla ditta esecutrice, nell'ambito del quale sono riportate anche le modalità esecutive e gli esiti delle prove in sito ed in laboratorio, a disposizione dello scrivente su concessione degli Uffici competenti del Comune di Castagneto Carducci.

2b - Amplificazione sismica locale

Il sistema di classificazione attualmente in vigore, secondo le "Norme Tecniche per le Costruzioni" (2018), prevede la suddivisione in diverse categorie di sottosuolo sulla base della risposta sismica locale.

L'identificazione della categoria di sottosuolo di riferimento viene effettuata in base alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, definita dall'espressione:

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

dove:

h_i = spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio dell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Nel caso di situazioni con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo H = 30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale limite.

Le categorie di sottosuolo, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono di seguito riportate:

Categoria A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo di 3 m;

Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 e 800 m/sec;

Categoria C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/sec;

Categoria D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/sec;

Categoria E: Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per l'attribuzione della categoria di sottosuolo dall'elaborazione degli esiti dell'indagine sismica MASW specificatamente eseguita dalla Gelogica Toscana s.n.s. di Poggibonsi (SI), descritta nella precedente sezione.

Come riportato nella relazione tecnica di **Allegato 1**, ha restituito un valore di **V_{Seq} variabile tra 207 m/sec e 222 m/sec**, tale da poter **attribuire ai terreni oggetto di studio la Categoria C** ai sensi della classificazione adottata nelle NTC vigenti.

All'area in studio è attribuibile la **categoria topografica T1** in quanto ricade in un dominio morfologico sostanzialmente pianeggiante, ad eccezione delle rotture di pendenza che costituiscono gli argini del Fosso dei Molini, che comunque rappresentano una situazione localizzata.

3 - PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ GEOLOGICO-TECNICA

3a - Pericolosità geomorfologica

Dal punto di vista della *pericolosità geomorfologica*, secondo la cartografia di corredo alla Variante al Piano Strutturale del Comune di Castagneto Carducci (**Tav. 5**), redatta ai sensi del vigente D.P.G.R. 53/R/2011, la zona in studio ed un suo significativo intorno ricadono in **classe G1 "Bassa"** che identifica le *"Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici"*.

3b - Pericolosità sismica

Allo stato attuale il Comune di Castagneto Carducci è azzonato in zona **3** ai sensi del D.G.R.T. n.878 del 08/10/2012, classificazione approvata ufficialmente dal D.G.R.T. n. 421 del 26/05/2014.

Dalla consultazione della Carta di Pericolosità Sismica di corredo alla Variante al Piano Strutturale del Comune di Castagneto Carducci (**Tav. 6**), l'area in esame ricade in classe **S.3 "Elevata"**, in relazione a possibili effetti di amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica.

3c - Pericolosità idraulica

Dalla consultazione della carta di pericolosità da alluvione fluviale del Piano di Gestione del Rischio Idraulico (PGRA) del Distretto Appennino Settentrionale con le relative misure di salvaguardia (adottati con D.C.I. AdB Arno 235/2016), di cui un estratto è visibile in **Tav. 7**, l'area in esame ricade classe P2 (media) in quanto trattasi d'intervento per la realizzazione di una passerella ciclopedonale che si inserisce in ambito fluviale.

Stante quanto sopra, ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011, si ritiene di poter considerare l'area in studio in **classe I.3 pericolosità idraulica "Elevata"**.

3d - Fattibilità Geologica - Tecnica ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011

3d.1 - Fattibilità geomorfologica

Dalla consultazione della cartografia di corredo alla Variante al Piano Strutturale (**Tav. 5**), relazionata ai criteri dettati all'Allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011, l'area in studio è azionabile in classe di *pericolosità geologica G.1 "Bassa"*.

Considerando che inoltre, in base alle evidenze emerse dai sopralluoghi eseguiti per la verifica dello stato dei luoghi, è emersa l'assenza di "segni" geomorfologici legati a problematiche di dissesto diretto od indizi che lascino presagire un loro possibile futuro innesco, si ritiene di poter attribuire all'intervento in progetto condizioni di **Fattibilità geomorfologica F.G.2 "con normali vincoli"**, subordinata esclusivamente alle verifiche del dimensionamento dei pali di fondazione previste dalla vigente normativa (D.M. 17-01-2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni") in base al modello geologico-geotecnico delineato agli esiti della campagna geognostica specificatamente eseguita.

3d.2 - Fattibilità sismica

Dal punto di vista **sismico**, l'indagine sismica MASW eseguita ha permesso di definire gli spessori, le geometrie e le velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra copertura e bedrock sismico; come riportato nella *sezione 3.3* del report tecnico delle indagini di **Allegato 1**, la successione sismostratigrafica sito specifica denota un graduale miglioramento della velocità delle onde S con la profondità, con un minimo incremento del gradiente a partire da circa 10/15 metri dalla sommità del rilevato arginale, tale da poter comunque attribuire ai terreni in studio la *Categoria C* ai sensi della classificazione adottata nelle vigenti N.T.C..

Stante quanto finora esposto, si ritengono superati i vincoli derivanti dall'azionamento in *classe di pericolosità sismica G.3 "Elevata"* e si propone per l'intervento in progetto la classe di **Fattibilità sismica F.S.2 "con normali vincoli"**.

3d.3 - Fattibilità idraulica

Dal **punto di vista idraulico**, si rimanda alle considerazioni riportate negli Elaborati Progettuali ai quali la presente si allega per la valutazione della compatibilità e della coerenza dell'intervento previsto con gli Studi Idraulici sul Fosso dei Molini esistenti, forniti dall'Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci.

4 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4a - Considerazioni sugli esiti delle indagini eseguite

Il confronto tra le prove eseguite sulle due sponde del Fosso dei Molini mostra una certa corrispondenza tra la destra e la sinistra idraulica data da una similitudine nelle caratteristiche meccaniche saggate e nel riscontro visivo delle carote derivanti dai sondaggi a carotaggio continuo.

Tale modello stratigrafico risulta caratterizzato da un'alternanza di terreni limosi e argillosi di media consistenza con terreni sabbiosi o limoso-sabbiosi in strati di modesto spessore fino ad una profondità variabile tra 10 ed 11 m dalla sommità dei rilevati arginali, a partire dalla quale è stata rilevata la presenza di strati sabbiosi ed argillosi caratterizzati da migliori proprietà meccaniche.

Le fondazioni delle spalle saranno di tipo profondo, ovvero pali trivellati, al fine di trasferire il seppur modesto carico indotto dalla struttura ai livelli più profondi contraddistinti da migliori qualità geotecniche, per scongiurare ogni pericolo di scalzamento ad opera del corso d'acqua ed infine per minimizzare i cedimenti e renderli compatibili con l'uso della struttura.

4b - Criteri di valutazione dei parametri geotecnici

La caratterizzazione geotecnica è volta a descrivere il comportamento meccanico del terreno interessato dall'opera fondazionale. Trattandosi di pali trivellati i parametri geotecnici che più sensibilmente incidono sulla portanza palo-terreno sono l'angolo di resistenza al taglio per i terreni incoerenti (φ') e la coesione non drenata per i terreni coesivi (c_u). Dato che i meccanismi resistenti si esplicano sulla superficie di contatto tra palo e terreno lungo il fusto ed al di sotto della base del palo, essi hanno un carattere "locale", ovvero il volume di terreno coinvolto dal meccanismo resistente è relativamente ridotto e fortemente dipendente dalle caratteristiche del terreno di fondazione nell'immediato intorno del palo. Per questo, più che in altri casi (come ad esempio nel caso delle fondazioni a platea che tipicamente impegnano grandi volumi di terreno), risulta opportuno procedere con approccio particolarmente cautelativo nell'attribuzione dei valori caratteristici, riferendosi alle misure dirette sul campione di terreno sottoposto a specifiche prove di laboratorio ed ai valori minimi dei risultati ottenuti dalle indagini, piuttosto che al valore medio, ai fini di tutelarsi nei confronti dell'eterogeneità del terreno. I valori di resistenza da prendere come riferimento sono di picco (in condizioni non disturbate) dato

che le formule in letteratura per il calcolo della portanza dei pali sono ottenute da osservazioni sperimentali su pali trivellati e tengono conto dei fenomeni di disturbo che inevitabilmente interessano il terreno per effetto dell'esecuzione del preforo del palo.

4b - Modello stratigrafico e caratterizzazione geotecnica

La stratigrafia ricavata dalle prove eseguite, con i parametri geotecnici corrispondenti ai valori caratteristici per ciascun orizzonte individuato, è qui di seguito riportata per la destra e per la sinistra idraulica.

Sponda in destra idraulica (Sondaggio S1, DPSH1, CTP3/DPSH3)

Da p.c. a - 3,20 m da p.c.:	rilevato arginale (ORIZZONTE ZERO);
	$\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 30^\circ \quad c_u = 0,40 \text{ kg/cm}^2$;
da -3,20 m a -6,40 m da p.c.:	argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti (ORIZZONTE 1);
	$\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 25^\circ \quad c_u = 0,30 \text{ kg/cm}^2$;
da -6,40 m a -9,70 m da p.c.:	argille e argille limose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro (ORIZZONTE 2);
	$\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 21^\circ \quad c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;
da -9,70 m a -13,90 m da p.c.:	sabbie da fini a grossolane di colore variabile da grigio chiaro a grigio scuro con livelli sabbio-argillosi random (ORIZZONTE 3);
	$\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 32^\circ$;
da -13,90 m a -19,30 m da p.c.:	argille mediamente consistenti di colore grigio-bluastro con resti fossili (ORIZZONTE 4);
	$\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 31^\circ \quad c' = 0,18 \text{ kg/cm}^2 \quad c_u = 0,41 \text{ kg/cm}^2$;
da -19,30 m a -20,70 m da p.c.:	argille debolmente sabbiose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro con fossili (ORIZZONTE 5);
da -20,70 m a -21,70 m da p.c.:	sabbie in variabile matrice limo-argillosa da grigio piombo a grigio chiaro con fossili (ORIZZONTE 6);
da -21,70 m a -23,20 m da p.c.:	argille limose grigio verdi molto consistenti con abbondanti resti fossili (ORIZZONTE 7).

Sponda in sinistra idraulica (Sondaggio S2, DPSH2)

Da p.c. a - 2,80 m da p.c.:	rilevato arginale (ORIZZONTE ZERO);
	$\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 30^\circ \quad c_u = 0,40 \text{ kg/cm}^2$;
da -2,80 m a -5,60 m da p.c.:	argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti (ORIZZONTE 1);
	$\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 25^\circ \quad c_u = 0,30 \text{ kg/cm}^2$;
da -5,60 m a -8,00 m da p.c.:	argille e argille sabbiose mediamente consistenti color grigio scuro (ORIZZONTE 2);
	$\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 21^\circ \quad c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;
da -8,00 m a -10,80 m da p.c.:	argille sabbiose e sabbie argillose mediamente consistenti color grigio nocciola (ORIZZONTE 2A);
	$\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 27^\circ \quad c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;
da -10,80 m a -13,20 m da p.c.:	sabbie da fini a grossolane di colore variabile da grigio chiaro a grigio scuro con livelli sabbio-argillosi random (ORIZZONTE 3);
	$\gamma = 1900 - 2000 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 32^\circ$;
da -13,20 m a -19,00 m da p.c.:	argille mediamente consistenti di colore grigio-bluastro con resti fossili (ORIZZONTE 4);
	$\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3 \quad \varphi' = 31^\circ \quad c' = 0,18 \text{ kg/cm}^2 \quad c_u = 0,41 \text{ kg/cm}^2$;
da -19,00 m a -20,80 m da p.c.:	argille debolmente sabbiose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro con fossili (ORIZZONTE 5);
da -20,80 m a -21,70 m da p.c.:	sabbie in variabile matrice limo-argillosa da grigio piombo a grigio chiaro con fossili (ORIZZONTE 6);
da -21,70 m a -22,80 m da p.c.:	argille limose grigio verdi molto consistenti con abbondanti resti fossili (ORIZZONTE 7).

4c - Verifica della suscettibilità a liquefazione

Il modello stratigrafico ricavato dai sondaggio a carotaggio continuo eseguiti a supporto dell'intervento in progetto (*Paragrafo 4b* e stratigrafie riportate in **Allegato 1**), risulta costituito essenzialmente da orizzonti caratterizzati da un'elevata frazione limo argillosa, con intercalato esclusivamente uno strato a componente sabbiosa rilevante, comunque caratterizzato dalla presenza di livelli a contenuto fine limo-argilloso rilevante.

In ottemperanza alla normativa vigente, D.M. 17/01/2008 (*paragrafo 7.11.3.4.2*), si ritiene, in accordo con il Tecnico Progettista, **non necessario procedere alla verifica a liquefazione** in quanto la successione stratigrafica che caratterizza l'area in studio è costituita da orizzonti con granulometria e condizioni tali da poter escludere l'insorgenza anche solo potenziale di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o di accentuate deformazioni plastiche indotte da eventi sismici.

5 - CONCLUSIONI

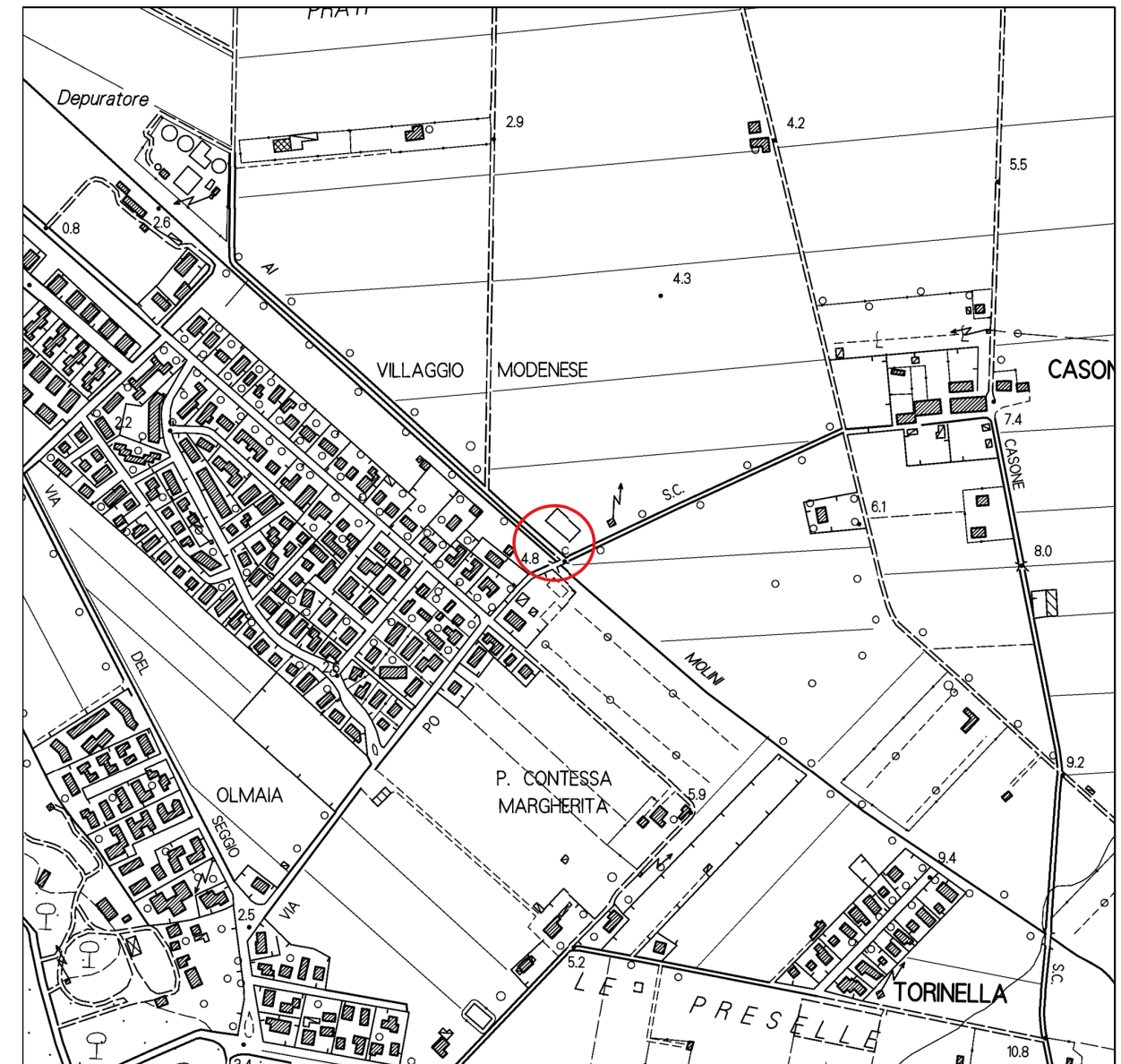
Agli esiti dei sopralluoghi eseguiti nell'area di stretto interesse e nelle zone limitrofe non è stato riscontrato alcun segno riconducibile a particolari fenomeni dissestuali; inoltre, in base ai risultati ottenuti dallo studio eseguito per la valutazione degli aspetti geologici, idrogeologici, idraulici, sismici e di caratterizzazione geotecnica, si ritiene che le informazioni a disposizione, derivanti dalle indagini eseguite, abbiano permesso di definire con buona affidabilità il modello geologico sito specifico in relazione al tipo d'intervento previsto.

Per la verifica della compatibilità dell'intervento previsto con gli Studi Idraulici sul Fosso dei Molini esistenti e con le ulteriori prescrizioni secondo la vigente normativa per interventi in ambito idraulico (R.D. 523/1904), si rimanda agli Elaborati Progettuali ai quali la presente si allega.

Dott. Geol. Giorgio Bianchi
n.1776 Ord. Reg. Toscano


Dott. Geol. Carlo Rafanelli
n.1309 Ord. Reg. Toscano

Carta di inquadramento topografico

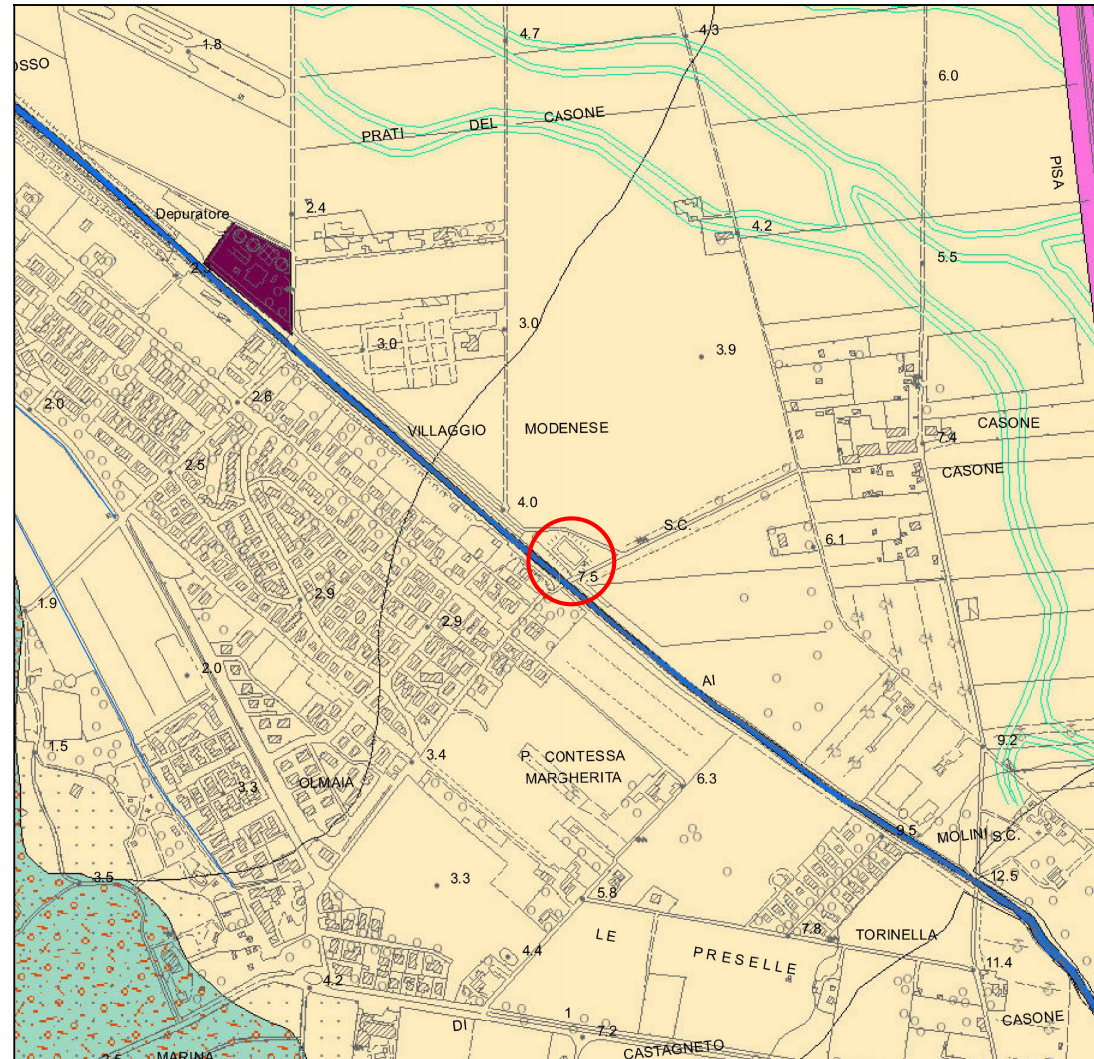


Scala 1:10.000

Legenda

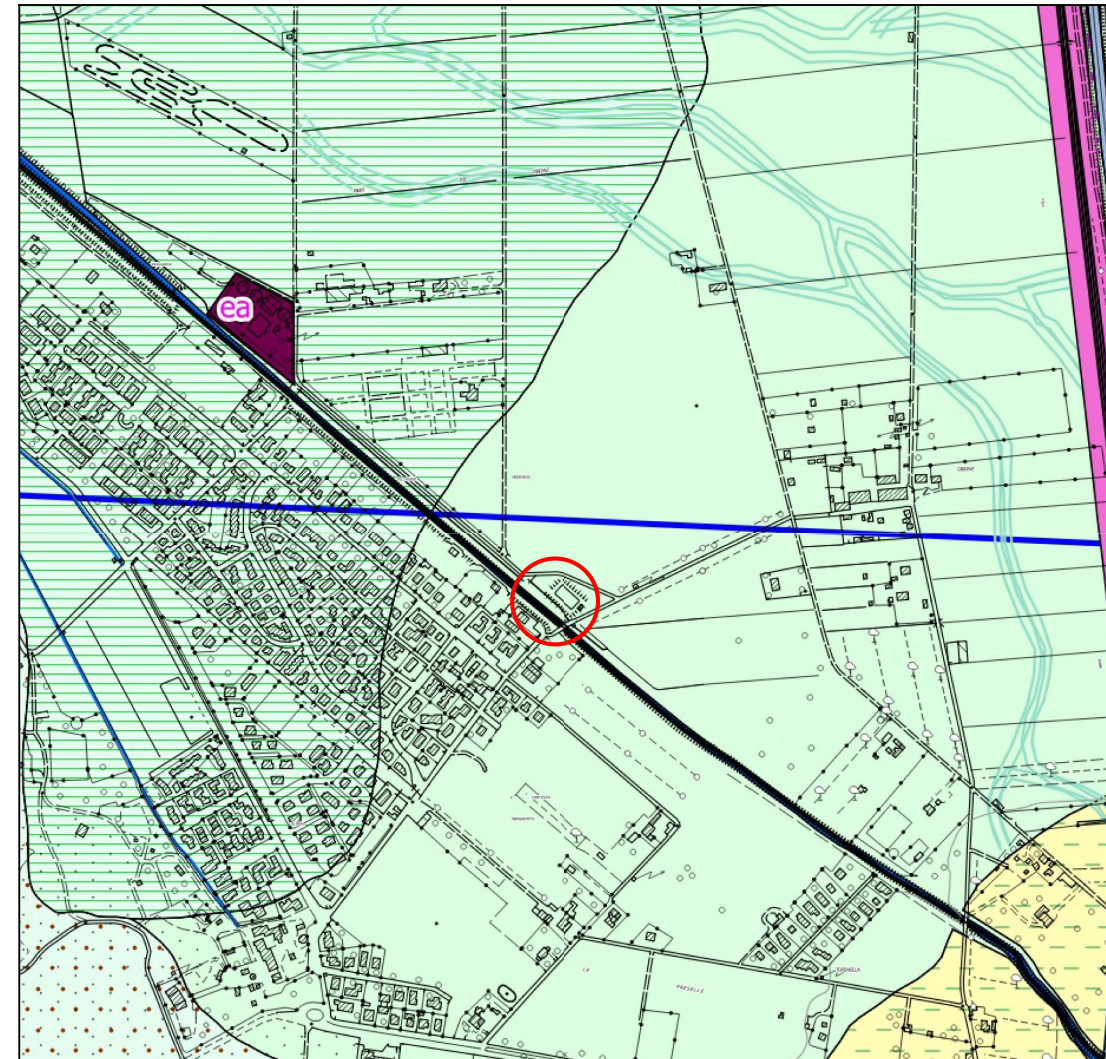
 Ubicazione dell'area di studio

Carta Geomorfologica estratto della cartografia di Variante al Piano Strutturale



Scala 1:10.000

Carta Geologica estratto della cartografia di Variante al Piano Strutturale



Scala 1:10.000

Legenda

Area in studio

Fattori geomorfologici antropici significativi

- Terrazzamenti
- Area ferroviaria
- Viabilità principale
- Impianto di depurazione

Fattori geomorfologici

- Reticolo idrografico
- Paleoalvei
- Laghi e Bacini d'acqua
- Corsi d'acqua

Domini geologici principali

- Depositi continentali
- Formazioni geologiche di origine marina

Legenda

Area in studio

DEPOSITI OLOCENICI

- b - Depositi alluvionali attuali OLOCENE
- bna - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati OLOCENE
- da - Depositi eolici OLOCENE
- ea - Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati OLOCENE
- e3a - Depositi palustri OLOCENE
- e4a - Depositi torbosi OLOCENE
- g2a - Depositi di spiaggia OLOCENE

DEPOSITI DEL PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE

- brb - Depositi alluvionali terrazzati PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE
- e1b - Depositi lagunari PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE
- e2b - Depositi lacustri PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE
- e3b - Depositi palustri PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE

Tavola 4



Scala 1:1.000

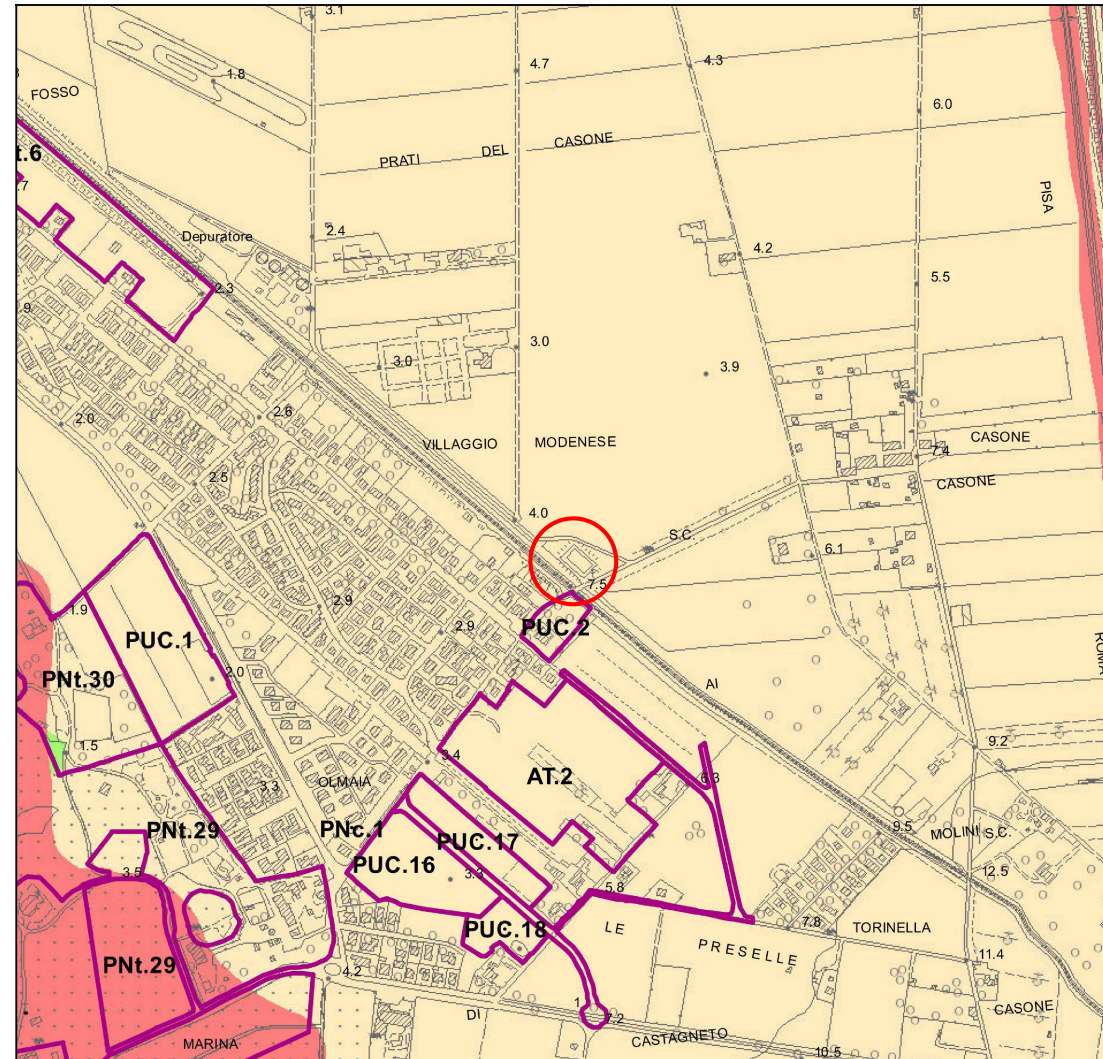
UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

- S2** SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO
- DPSH1** PROVA PENETROMETRICA DINAMICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO
- CPT3/DPSH3** PROVA PENETROMETRICA STATICO-DINAMICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO
- G1 G2 G3** TRACCIA DELLO STENDIMENTO DI SISMICA DI TIPO MASW
- Ubicazione della passerella in progetto**



Tavola 5

Carta della Pericolosità Geomorfologica estratto della cartografia di Variante al Piano Strutturale

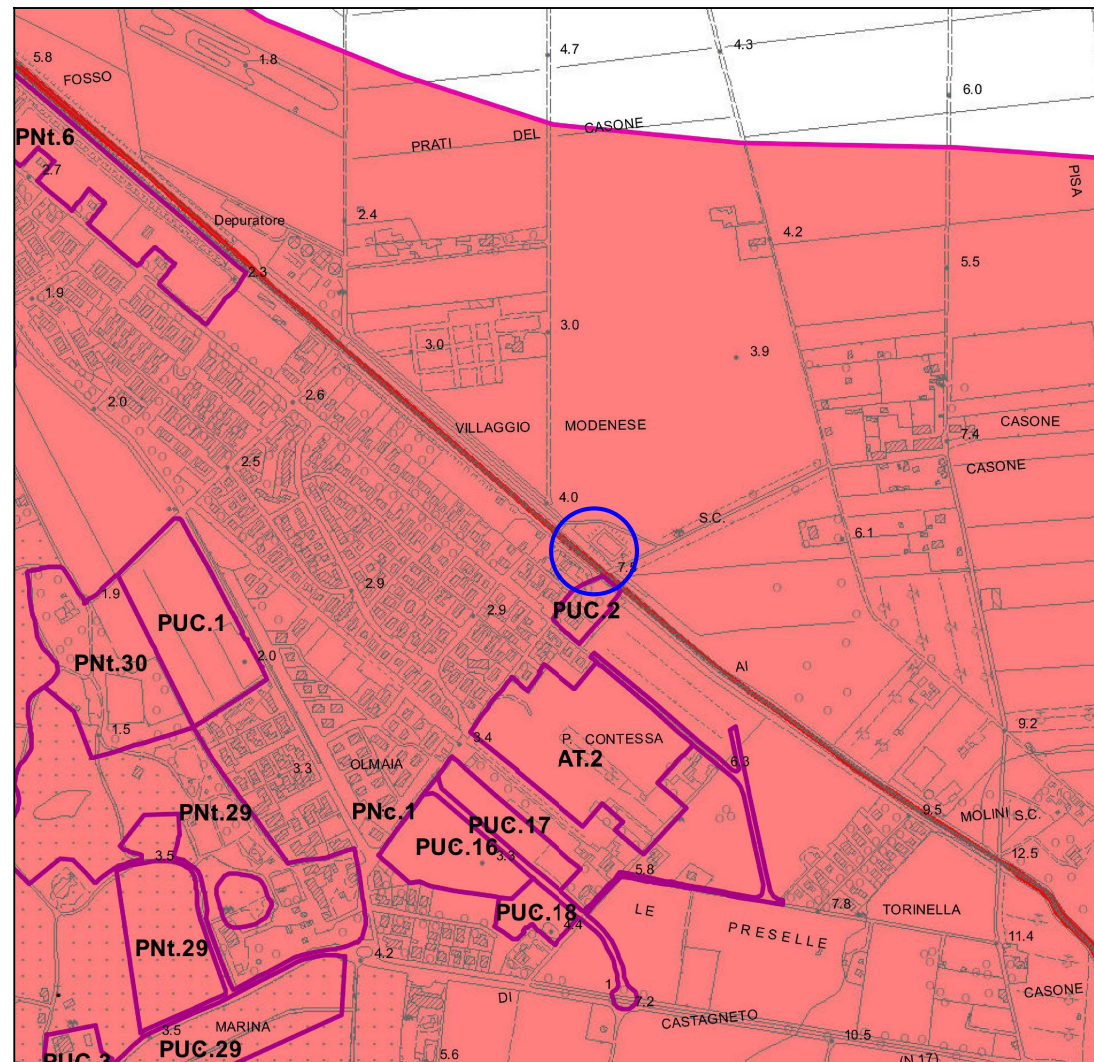


Scala 1:5.000

Legenda

- Area in studio
- Aree di previsione urbanistica e numero di scheda
- Classi di pericolosità geologica**
- G.1 - Pericolosità geologica bassa
- G.2 - Pericolosità geologica media
- G.3 - Pericolosità geologica elevata
- G.4 - Pericolosità geologica molto elevata

Carta della Pericolosità Sismica
estratto della cartografia di Variante al Piano Strutturale

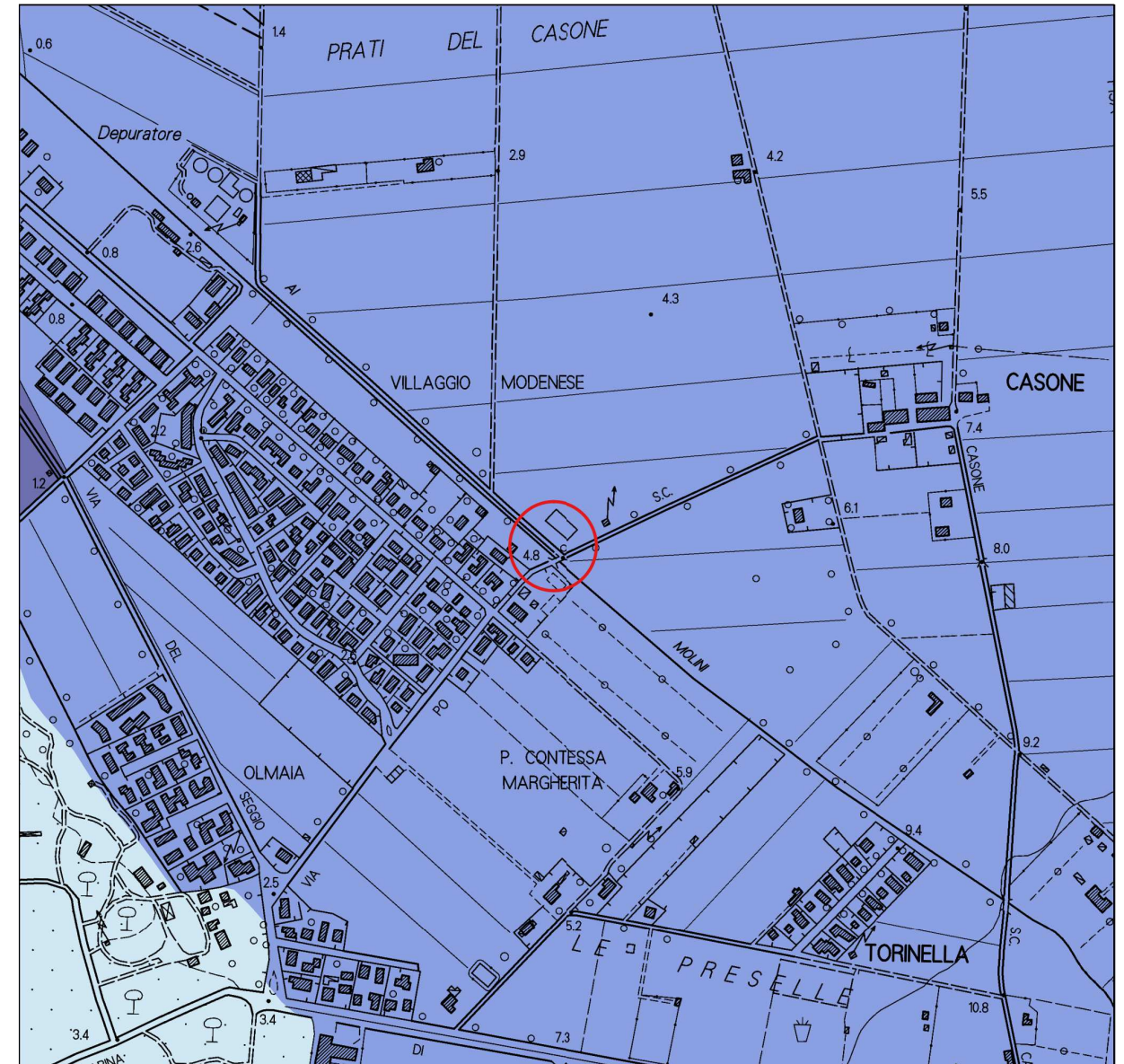


Scala 1:5.000

Legenda





-  Area in studio
-  Limite di indagine
-  Aree di previsione urbanistica e numero di scheda
- Classi di pericolosità sismica**
-  S.2 - Pericolosità sismica media
-  S.3 - Pericolosità sismica elevata
-  S.4 - Pericolosità sismica molto elevata

Carta del PGRA Distretto Appennino Settentrionale
Adottato con D.C.I. dell'AdB Arno n. 235/2016



Scala 1:5.000

Legenda

-  Ubicazione dell'area di studio
-  P1 - pericolosità bassa (alluvioni rare di estrema intensità)
-  P2 - pericolosità media (alluvioni poco frequenti)
-  P3 - pericolosità elevata (alluvioni frequenti)

GEOLOGICA TOSCANA s.n.c.

di Damiano Guarguaglini & C.



Allegato 1

Relazione tecnica della campagna geognostica eseguita dalla Geologica Toscana s.n.c su incarico dell'Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CASTAGNETO CARDUCCI

**REPORT DELLE INDAGINI GEOFISICHE, GEOGNOSTICHE E DELLE PROVE DI LABORATORIO
A SUPPORTO DEL PROGETTO DI UNA PASSERELLA CICLOPEDONALE
DA REALIZZARE SUL FOSSO DEI MOLINI IN LOC. CASONE
NEL COMUNE DI CASTAGNETO CARDUCCI (LI)**

POGGIBONSI, 2018

Lavoro/Job n° 821

§ 1) PREMESSA

Su incarico e per conto dell'Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci abbiamo eseguito un'indagine geofisica e geognostica con relative prove di laboratorio geotecnico, finalizzata all'investigazione dei terreni interessati dalla progettazione di una passerella ciclopedonale da realizzare sul fosso dei Molini in loc. Casone a Marina di Castagneto Carducci (LI) (vedi fig. 1).

Nello specifico sono state eseguite le seguenti indagini:

- **INDAGINI SISMICHE**

Prove sismiche di tipo MASW rielaborate in group velocity

- **INDAGINI GEOGNOSTICHE**

2 Sondaggi a carotaggio continuo per complessivi ml 40,00 di profondità

4 Prove penetrometriche in foro (SPT)

1 Prova penetrometrica statica (CPT), proseguita in modalità dinamica (DPSH)

2 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

- **PROVE DI LABORATORIO**

L'indagine sismica e le prove penetrometriche sono state effettuate in data 02.08.2018.

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti in data 02 – 03.08.2018.

Le due prove penetrometriche dinamiche, sono state eseguite in corrispondenza dei due argini, mentre la prova penetrometrica statico-dinamica è stata eseguita in adiacenza al sondaggio geognostico S1.

Le analisi di laboratorio sui campioni prelevati dai carotaggi geognostici, sono iniziate immediatamente dopo il termine dei sondaggi e si sono protratte per circa 20 giorni consecutivi.



FIG. 1
UBICAZIONE DELL'AREA

Scala 1:25.000

 AREA IN ESAME



§ 2) INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per determinare le caratteristiche del litotipo presente nell'area in esame, la resistenza meccanica del terreno d'imposta e le caratteristiche geotecniche del terreno dove verranno intestate le fondazioni della passerella ciclopedonale in progetto, abbiamo effettuato 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, corredati da 4 *Standard penetration test* (SPT) e dal prelievo di 1 campione *Shelby* indisturbato e 3 prove penetrometriche (CPT e DPSH) (vedi fig. 2).

2.1) Modalità esecutive dei sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti con impianto semovente operante a carotaggio continuo a rotazione ed avanzamento a secco con sistema ad aste e carotiere del diametro di mm 101 (rivestimento, quando necessario, con tubo in ferro del diametro di mm 127, infisso a rotazione con circolazione d'acqua).

I sondaggi sono stati spinti alla profondità prevista dal capitolato e utile agli scopi dell'indagine ciascuno per 20 ml complessivi.

I sondaggi sono stati eseguiti per comprendere con elevata accuratezza le caratteristiche geotecniche del terreno.

2.2) Stratigrafia del sondaggio

Nelle figg. 3-4 sono visibili le stratigrafie dei sondaggi effettuati.

2.3) Prove S.P.T.

La Standard Penetration Test è una prova nella quale si misura il numero di colpi necessario per infiggere il campionatore standard per la profondità di 45 centimetri sul fondo del foro di sondaggio.

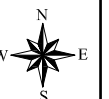
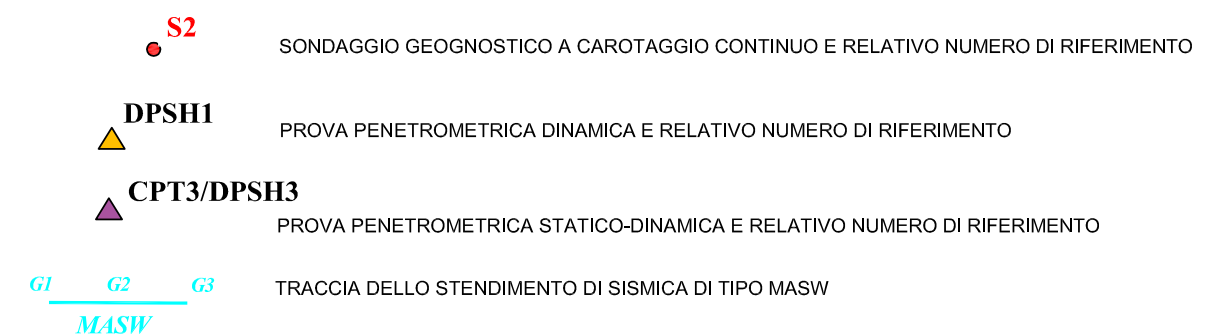
Le prove sono state effettuate rispettando le norme definite nei documenti "ASTM designation D 1586/67 e 84", infiggendo il campionatore a mezzo di un dispositivo a percussione del peso di Kg 63,5 che cade da un'altezza costante di cm 76.

Per tale prova esistono apposite tabelle e diagrammi che correlano i risultati della prova standard con le caratteristiche del terreno e con il carico ammissibile per fondazioni di varie dimensioni.



Scala 1:1.000

FIG. 2
UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE



Data: 02.08.2018

COMMITTENTE: AMM. COM. DI CASTAGNETO CARDUCCI METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO										
SONDAGGIO N°: 1 QUOTA INIZIO: P.C. LOCALITA': MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI										
PROFON. mt	QUOTA	STRATIG.	CAMPIONE	PROF. CAMP.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% CAROT.	S.P.T.	POKET PENETR. Kg/cmq	VANE TEST Kg/cmq	FALDA
1					Da mt 0,00 a mt 0,20 massicciata di riporto.					
2					Da mt 0,20 a mt 3,20 argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti con resti carboniosi.					
3							1-2-2 (3,00)			
4					Da mt 3,20 a mt 5,70 argille e argille limose mediamente consistenti color grigio scuro.					
5										
6					Da mt 5,70 a mt 6,50 argille e argille limose poco consistenti e plastiche di colore grigio scuro. Resti fossili sul fondo.					
7					Da mt 6,50 a mt 10,70 sabbie da fini a grossolane di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro, talvolta giallastre, con livelli sabbio-argillosi random. Presenza di fossili.					
8						90%				
9										
10										
11					Da mt 10,70 a mt 16,10 argille mediamente consistenti di colore grigio scuro-bluastro con resti fossili.					
12					Si nota un passaggio sabbio-argilloso tra mt 13,70 e mt 14,30.		8-9-6 (10,50)			
13				13,00 13,50						
14										
15										
16					Da mt 16,10 a mt 17,50 argille debolmente sabbiose da debolmente consistenti a moderatamente consistenti di colore grigio scuro con fossili.					
17										
18					Da mt 17,50 a mt 18,50 sabbie in variabile matrice limo-argillosa di colore da grigio piombo a grigio chiaro, con fossili.					
19					Da mt 18,50 a mt 20,00 argille e argille limose grigio-verdi molto consistenti e con abbondanti resti fossili.					
20										

Fig. 3

Data: 03.08.2018

COMMITTENTE: AMM. COM. DI CASTAGNETO CARDUCCI METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO										
SONDAGGIO N°: 2 QUOTA INIZIO: P.C. LOCALITA': MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI										
PROFON. mt	QUOTA	STRATIG.	CAMPIONE	PROF. CAMP.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% CAROT.	S.P.T.	POKET PENETR. Kg/cmq	VANE TEST Kg/cmq	FALDA
1					Da mt 0,00 a mt 0,50 massicciata di riporto ghiaioso.					
2					Da mt 0,50 a mt 2,80 argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti con un passaggio ghiaioso tra mt 2,50 e mt 2,80.					
3										
4					Da mt 2,80 a mt 5,20 argille e argille sabbiose mediamente consistenti color grigio scuro. Da mt 3,50 a mt 4,40 passaggio sabbio-argilloso.					
5										
6					Da mt 5,20 a mt 8,00 argille sabbiose e sabbie argillose mediamente consistenti color grigio - nocciola.					
7							2-4-6 (7,00)			
8					Da mt 8,00 a mt 10,40 sabbie da fini a grossolane di colore variabile dal grigio chiaro al grigio scuro, con livelli sabbio-argillosi random.					
9						90%				
10										
11					Da mt 10,40 a mt 16,20 argille mediamente consistenti di colore grigio scuro-bluastro con resti fossili.					
12							15-11-6 (10,20)			
13										
14										
15										
16					Da mt 16,20 a mt 18,00 argille debolmente sabbiose da debolmente consistenti a moderatamente consistenti di colore grigio scuro con resti fossili.					
17										
18					Da mt 18,00 a mt 18,90 sabbie in variabile matrice limo-argillosa di colore da grigio piombo con resti fossili.					
19					Da mt 18,90 a mt 20,00 argille e argille limose grigio-verdi molto consistenti e con abbondanti resti fossili.					
20										

Fig. 4

Di seguito riportiamo le profondità a cui sono state eseguite le S.P.T. ed i relativi valori:

SONDAGGIO 1

S.P.T. n° 1	mt	3,00	numero di colpi: 1-2-2
S.P.T. n° 2	mt	10,50	numero di colpi: 8-8-6

SONDAGGIO 2

S.P.T. n° 1	mt	7,00	numero di colpi: 2-4-6
S.P.T. n° 2	mt	10,20	numero di colpi: 15-11-6

2.4) Prove penetrometriche statiche (C.P.T.) e dinamiche (D.P.S.H.)

Nello specifico è stata eseguita una prova penetrometrica statica CPT in adiacenza al sondaggio geognostico S1 che ha raggiunto la profondità di 7,40 mt dal piano campagna; successivamente per investigare a profondità maggiori, siamo passati alla modalità dinamica.

Due prove penetrometriche dinamiche sono state invece eseguite in corrispondenza dei due argini del Fosso dei Molini (vedi fig. 2).

2.5) Modalità esecutive delle prove penetrometriche statiche C.P.T.

La prova penetrometrica statica C.P.T. è stata realizzata con sonda cingolata PAGANI da 20 t – mod. TG 63-200 ISM-C.

Essa prevede l'infissione nel terreno di una barramina, dotata di celle di carico estensimetriche, che misurano con continuità la resistenza del terreno attraversato.

Le caratteristiche dell'utensile sono:

- area di base della punta	10	cm ²
- angolo di apertura della punta	60°	
- superficie laterale di attrito del manicotto "Begemann"	150	cm ²
- velocità di avanzamento costante	2 cm/s (± 0,5 cm/s)	
- massimo valore di resistenza alla punta (Rp)	500	Kg/cm ²
- massimo valore di attrito laterale locale (RI)	10	Kg/cm ²

La spinta viene fornita attraverso un martinetto idraulico, che può raggiungere propulsione massima di 20 t ed è trasmessa alla punta attraverso una batteria di aste.

Durante le prove con punta meccanica (C.P.T.), l'avanzamento della penetrometria avviene in 3 fasi, che si ripetono con continuità ogni 20 cm:

1) scende solo la punta sospinta da astine interne;

2) scende in contemporanea la punta ed un corto manicotto che misura l'attrito laterale locale del terreno;

3) scende tutta la batteria di aste fino a quando la punta ed il manicotto tornano in battuta sull'involucro esterno delle aste.

Nella fase (1) viene misurata la resistenza alla punta Rp, ovvero la pressione di rottura del terreno a quella profondità, ottenuta dividendo la forza di spinta per l'area della punta.

Nella fase (2) si misura invece la resistenza laterale RI dovuta all'attrito acciaio-terreno, ottenuta dividendo la spinta esercitata, depurata della resistenza alla punta Rp, per la superficie laterale del manicotto.

Nella fase (3) viene misurata infine la resistenza complessiva all'avanzamento; si tratta di un dato totale che tiene conto dell'attrito che si esercita su tutta la batteria.

Nelle prove penetrometriche con punta meccanica (C.P.T.) è l'operatore della sonda che manualmente si occupa dell'acquisizione dati.

La risoluzione stratigrafica è di 20 centimetri.

I dati acquisiti con le prove C.P.T. permettono l'elaborazione di profili penetrometrici in cui compaiono, in funzione della profondità, i parametri di seguito riportati, con validità orientativa:

- resistenza alla punta Rp (Kg/cm²);
- attrito laterale locale RI (Kg/cm²);
- rapporto "Begemann" Rp/RI;
- litologia (secondo Schmertmann, e Begemann);
- coesione non drenata in terreni coesivi cu (Kg/cm²);
- angolo di attrito interno in terreni granulari Φ (°);
- peso di volume efficace γ' (Kg/cm³);
- grado di sovraconsolidazione OCR in terreni coesivi;

- modulo di deformazione non drenato E_u in terreni coesivi (Kg/cm^2);
- modulo di deformazione drenato E' in terreni granulari (Kg/cm^2).

2.6) Modalità esecutive delle prove penetrometriche dinamiche

Le prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite con un penetrometro statico - dinamico Pagani TG 63 avente (con le modalità dinamiche) le seguenti caratteristiche:

- massa battente (M) 63,50 Kg
- altezza di caduta (h) 75 cm
- area della punta (A) 20,43 cm²
- angolo al vertice della punta 90°
- peso delle aste (P) 6,31 Kg/metro

E' stato misurato il numero di colpi (N) necessari per infiggere nel terreno le aste di 20 in 20 centimetri, procedendo nell'infissione senza rivestimento essendo trascurabile l'attrito laterale, in quanto la sezione della punta è maggiore di quella delle aste (durante la prova le aste si sono mantenute costantemente libere).

I risultati sono riportati in diagrammi numerici aventi in ordinate la profondità e in ascisse il numero di colpi, nonché l'elaborazione della resistenza dinamica alla punta sempre in rapporto alla profondità.

2.7) Esame dei risultati

L'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche è basata, quale che sia il procedimento seguito, sul numero di colpi (N) necessari all'infissione delle aste di 20 in 20 centimetri, oltre all'indispensabile e preventiva conoscenza geologica del sito in esame.

L'andamento del diagramma, unitamente al numero di colpi (N) che lo determina, consente di ricostruire una stratigrafia indiretta dello spessore attraversato

Nelle figure 5-6-7-8 sono riportati i grafici delle prove penetrometriche eseguite.

I tabulati delle prove penetrometriche sono invece riportati nell'Allegato 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci (LI)
Descrizione: Argine Fosso Molini - Castagneto Carducci (LI)
Località: Marina di Castagneto Carducci - Castagneto Carducci (LI)

Data: 02/08/2018

Scala 1:50

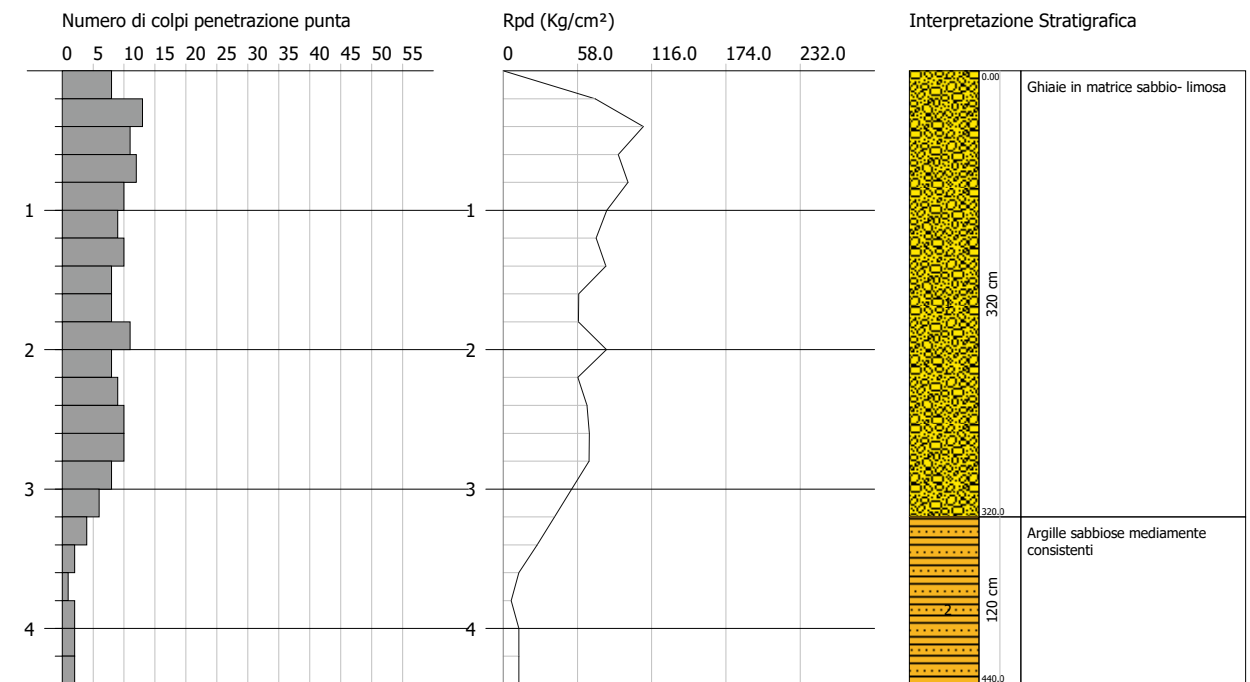


FIG. 5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... DPHS TG 63-200 PAGANI

Probe CPT - Cone Penetration Nr.3
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci (LI) Data: 02/08/2018
 Descrizione: Argine Fosso Molini - Castagneto Carducci (LI)
 Località: Marina di Castagneto Carducci - Castagneto Carducci (LI)

Committente: Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci (LI) Data: 02/08/2018
 Cantiere: Argine Fosso Molini - Castagneto Carducci (LI)
 Località: Loc. Marina di Castagneto Carducci - Castagneto Carducci (LI)

Scala 1:50

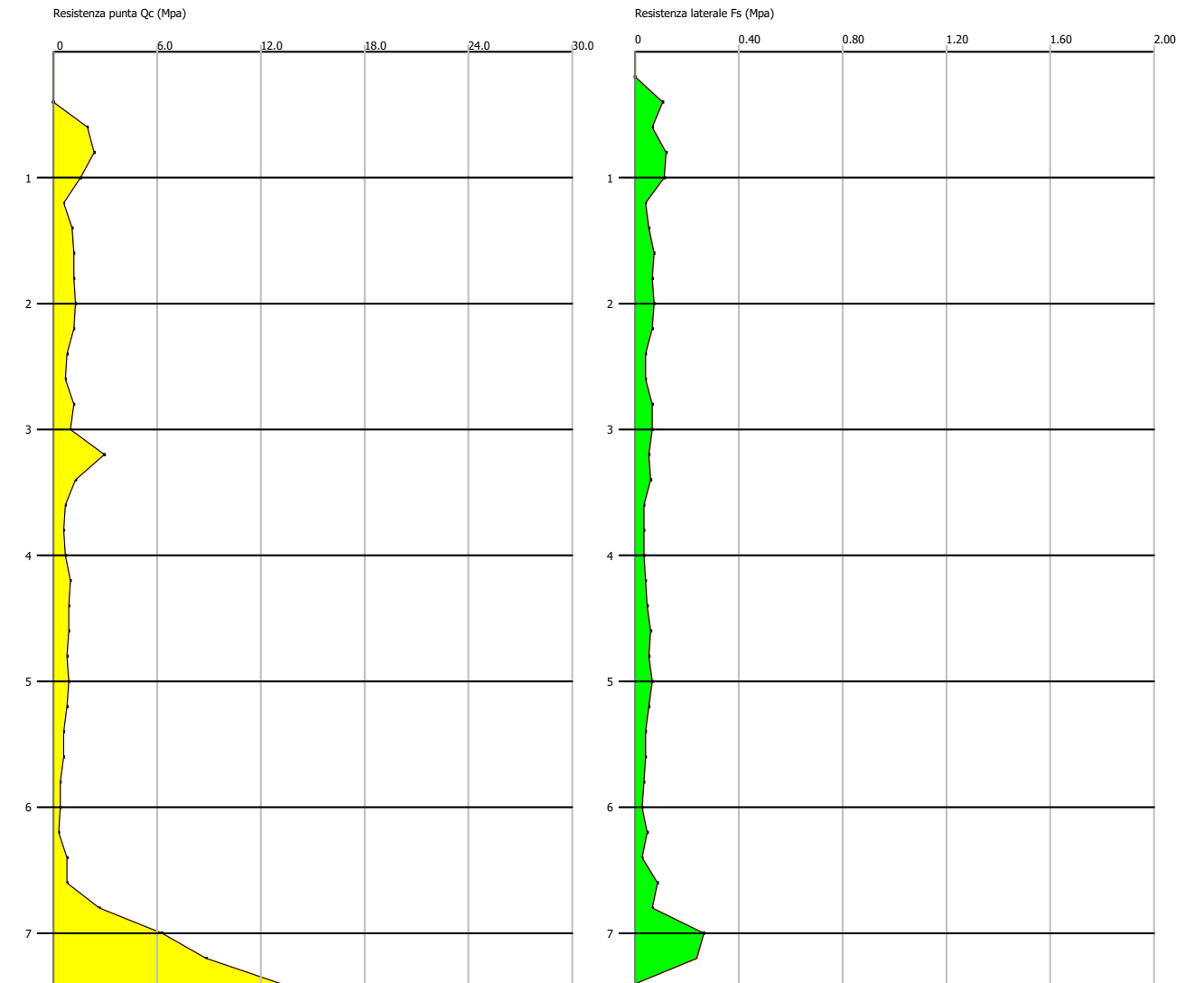
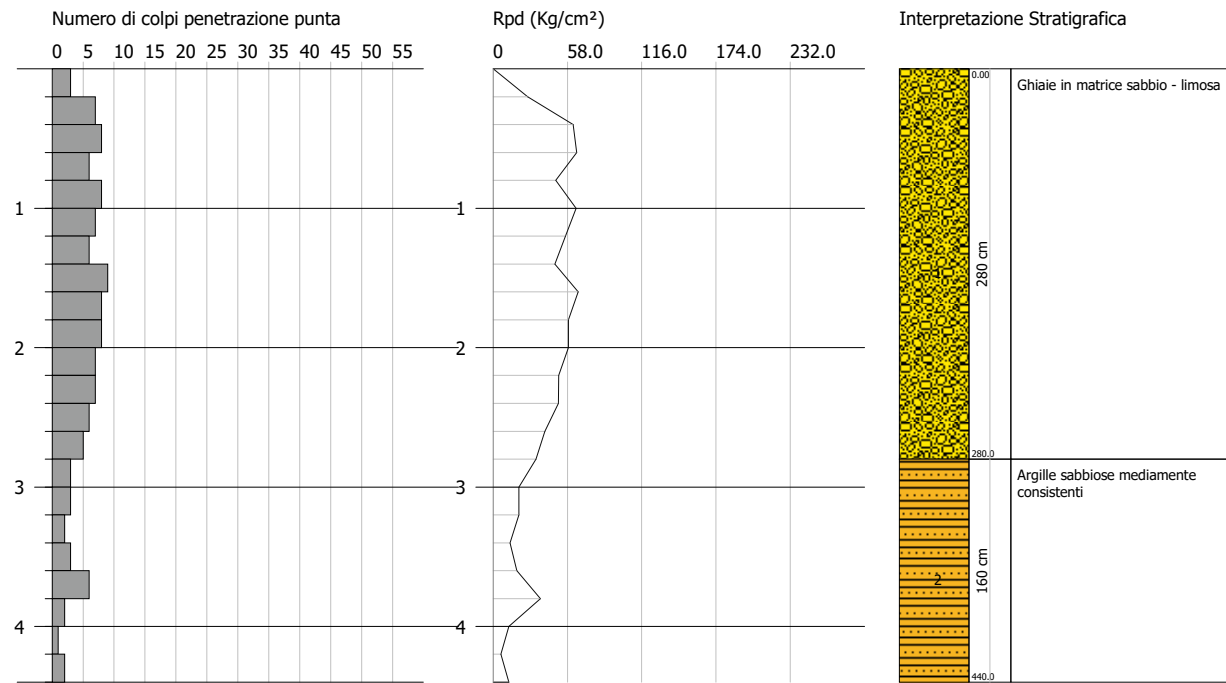


FIG. 6

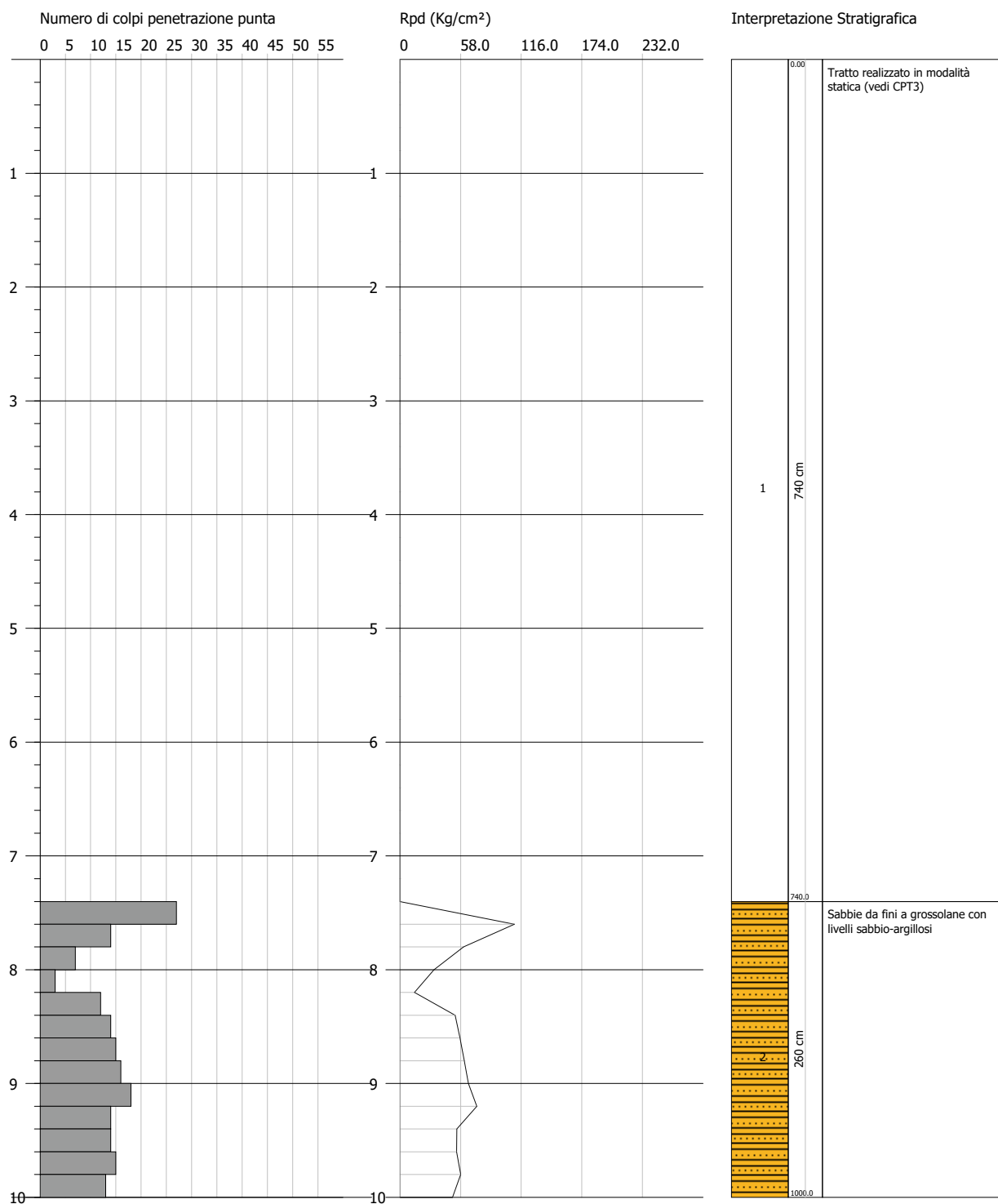
FIG. 7

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
 Strumento utilizzato... DPHS TG 63-200 PAGANI

Committente: Amministrazione Comunale di Castagneto Carducci (LI)
 Descrizione: Argine Fosso Molini - Castagneto Carducci (LI)
 Località: Marina di Castagneto Carducci - Castagneto Carducci (LI)

Data: 02/08/2018

Scala 1:50



§ 3) INDAGINE SISMICA A MEZZO "MASW"

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis Surface Waves*) è stato impiegato per stimare i valori dei moduli elastici del terreno e per l'esatta definizione del parametro V_{seq} (velocità sismica delle onde secondarie S nei primi 30 metri di sottosuolo).

Le misure sono state effettuate con strumento combinato PASI MOD.16SG24-N corredato da 3 geofoni a 4,5 Hz per l'acquisizione di tre profili verticali di velocità distanziati di 10 metri l'uno dall'altro.

La lunghezza dello stendimento della prospezione sismica MASW è risultata quindi di 20 metri (vedi fig. 2).

L'indagine MASW sfrutta la dispersione delle onde superficiali per la ricostruzione stratigrafica dei terreni e per la valutazione di alcuni moduli elastici propri dei materiali.

Infatti la stretta correlazione che esiste tra le onde superficiali di Rayleigh e le onde di taglio S consente di valutare il parametro V_{seq} del terreno.

3.1) Acquisizione dati

I profili sismici sono stati eseguiti energizzando artificialmente il terreno e registrando le vibrazioni prodotte mediante captatori, denominati geofoni, collegati ad un ricevitore (sismografo) attraverso un cavo multipolare.

I 3 geofoni, con frequenza minima di soglia di 4,5 Hz, sono stati posizionati a dieci metri l'uno dall'altro così da coprire una distanza orizzontale di 20 metri.

L'energizzazione è avvenuta battendo una mazza da 11 Kg su una piastra in alluminio; al momento della battuta vengono generate artificialmente onde sismiche nel terreno ed ha inizio la registrazione (*trigger*) con campionamento costante e predeterminato del segnale da parte dei geofoni.

Le acquisizioni sono state effettuate utilizzando una durata del sismogramma di 1.024 millisecondi ed un tempo di campionamento di 250 micro-secondi per un totale di 4.096 campioni per ogni traccia.

FIG. 8

Per ogni scoppio abbiamo utilizzato la metodologia dello *stacking* che consiste nel ripetere più volte le misurazioni al fine di amplificare l'ampiezza del segnale sismico ed ottenere quindi sismogrammi di più facile lettura.

3.2) Elaborazione dei dati

Le tracce così acquisite sono state unite ed elaborate attraverso il software di calcolo *winMASW Academy 7.0* (Eliosoft Geophysical Software).

Sono state quindi caricate le registrazioni e verificati gli spettri di velocità in group velocity e non con l'abituale velocità di fase.

Abbiamo quindi generato curve di dispersione artificiali da un modello sismostratigrafico immesso manualmente e via, via migliorato per far coincidere le curve di dispersione per i vari modi con lo spettro di velocità risultato dalle tre analisi

E' stato eseguito quindi il ripasso grafico dei massimi dello spettro di velocità (*picking*) così da ottenere dei binomi velocità - frequenza.

La fase successiva ha interessato l'inversione analitica di questi dati considerando come modello di partenza quello precedentemente calcolato.

Il metodo d'inversione della curva di dispersione è basato su una tecnica di approssimazione particolarmente sofisticata (algoritmi genetici) che comunque non richiede necessariamente modelli di partenza.

Lanciata l'inversione il programma ha ricercato il modello medio e il modello migliore, tra i vari possibili nello spazio di ricerca che abbiamo precedentemente fissato.

La scelta dello spazio di ricerca è stata effettuata in modo oculato tenendo conto delle caratteristiche geologiche dell'area.

Di seguito riportiamo i risultati analitici e la seguente interpretazione con la parametrizzazione della V_{seq} (vedi figg. 9-10-11) dei MASW.

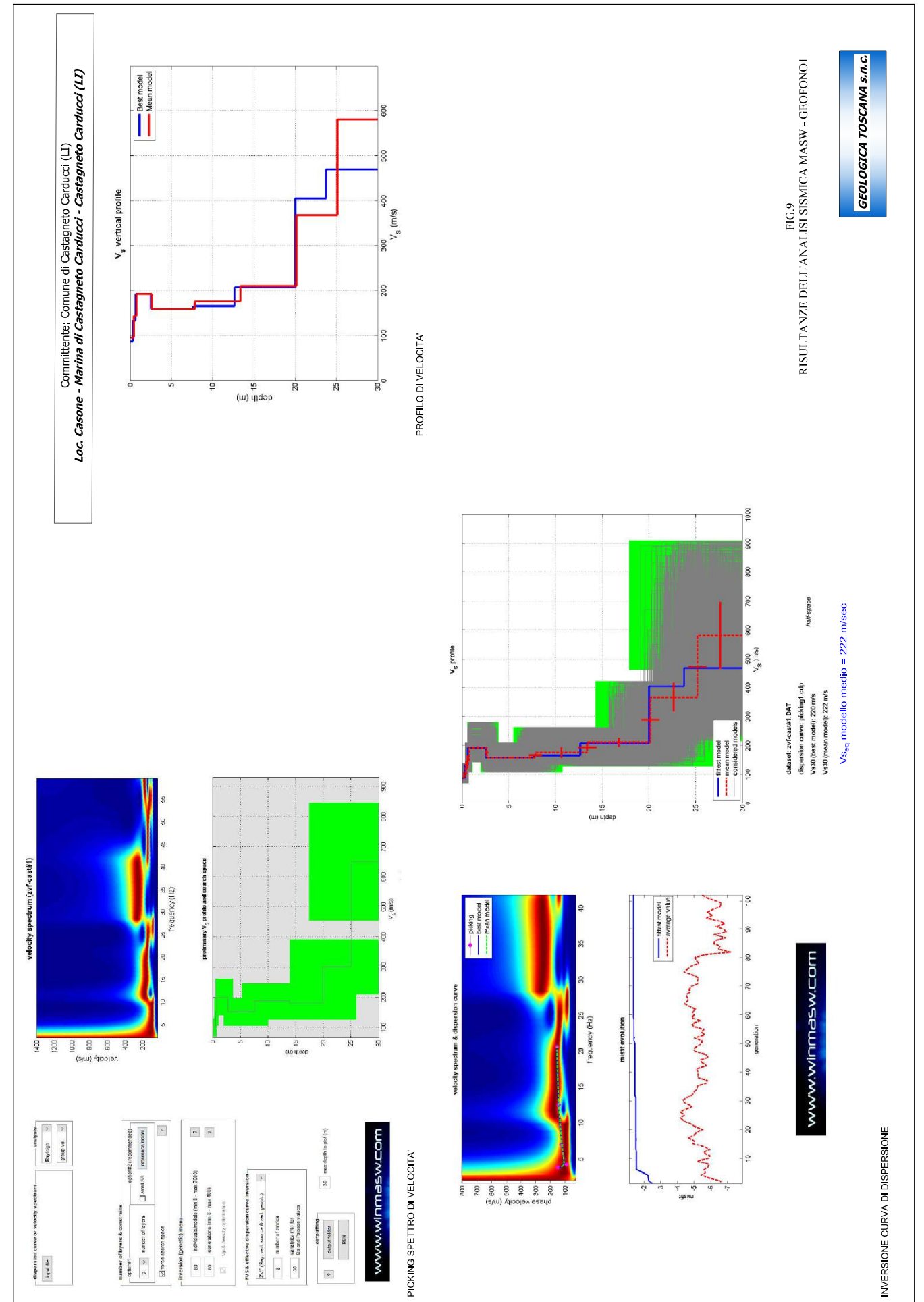


FIG.9
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW - GEOFONOI

MASW1

Modello medio

Vs (m/s): 96, 144, 193, 159, 176, 211, 367, 851
Thickness (m): 0.5, 0.3, 1.9, 5.2, 5.5, 6.8, 5.0
Density (gr/cm³) (approximate values): 1.64 1.74 1.82 1.79 1.78 1.88 2.00 2.08
Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 15 36 68 45 55 84 269 701
Approximate values for Vp and Poisson
Vp (m/s): 178 268 387 334 326 493 786 1093
Poisson: 0.29 0.30 0.33 0.35 0.29 0.39 0.36 0.30

V_{seq}: 222 m/sec

MASW2

Modello medio

Vs (m/s): 117, 146, 170, 144, 200, 204, 321, 627
Thickness (m): 0.5, 0.3, 2.6, 5.2, 6.9, 6.5, 5.1
Density (gr/cm³) (approximate values): 1.69 1.75 1.79 1.75 1.83 1.85 1.96 2.11
Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 23 37 52 36 73 77 202 829
Approximate values for Vp and Poisson
Vp (m/s): 217 283 338 287 399 429 689 1248
Poisson: 0.33 0.32 0.33 0.33 0.33 0.35 0.36 0.33

V_{seq}: 208 m/sec

MASW3

Modello medio

Vs (m/s): 103, 161, 181, 147, 180, 209, 331, 558
Thickness (m): 0.5, 0.3, 1.8, 5.4, 7.5, 5.5, 5.8
Density (gr/cm³) (approximate values): 1.66 1.76 1.80 1.80 1.80 1.87 1.98 2.07
Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 18 46 59 39 58 82 217 643
Approximate values for Vp and Poisson
Vp (m/s): 193 297 353 343 343 464 739 1053
Poisson: 0.30 0.29 0.32 0.39 0.31 0.37 0.37 0.30

V_{seq}: 207 m/sec

3.3) Elaborazione stratigrafica bidimensionale

In fig. 12 si può constatare come la velocità delle onde S risulti molto bassa nei primi 10/15 metri aggirandosi intorno ai 100-150 m/s.

La successione sismostratigrafica bidimensionale di fig. 12 denota un graduale aumento della velocità delle onde S con la profondità.

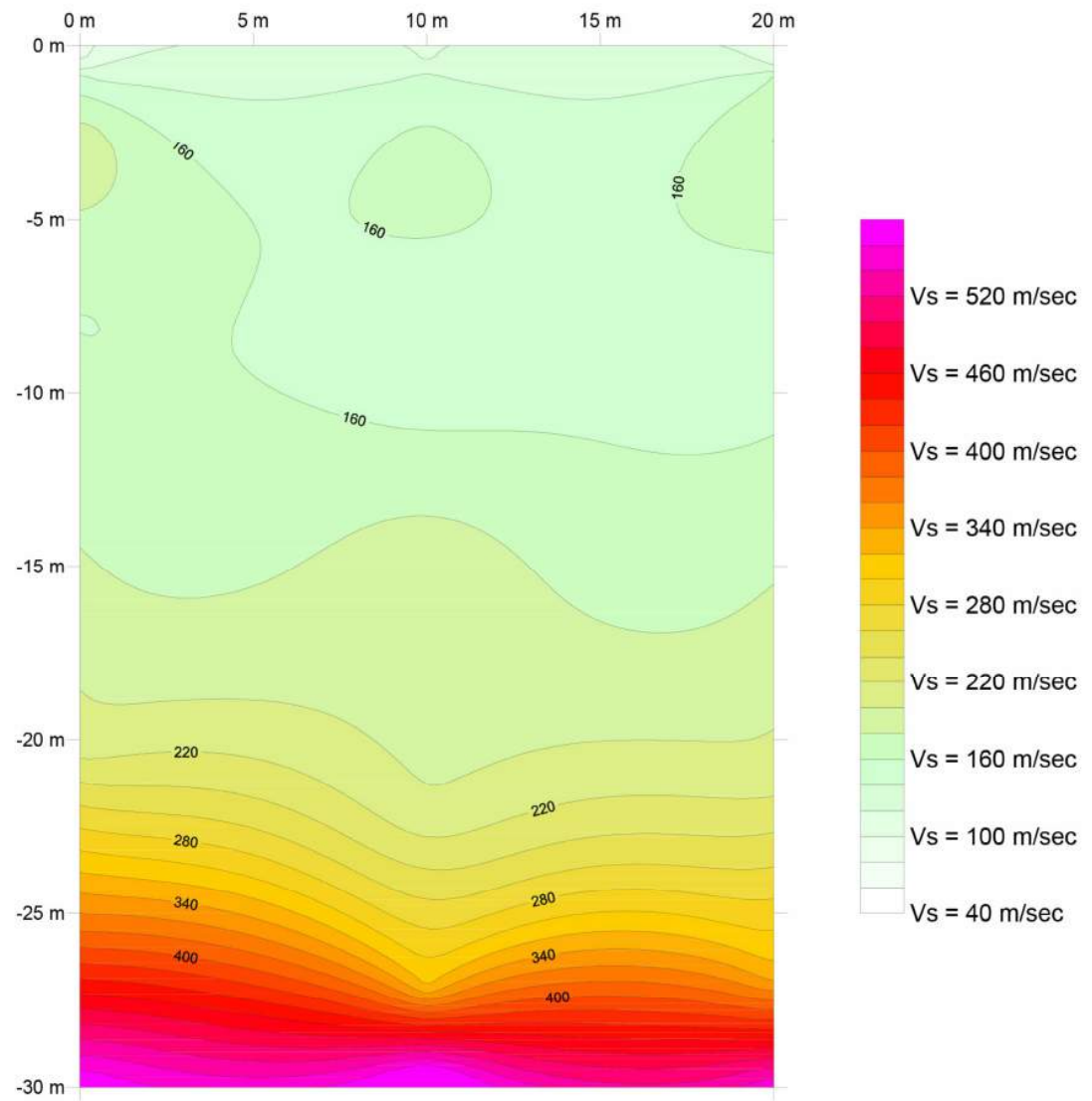
La V_{seq} calcolata dai tre profili risulta variabile tra 207 e 222 m/sec propria di una categoria di suolo di tipo C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

§ 4) PROVE DI LABORATORIO

Nell'allegato 3 è riportata la documentazione tecnica di tutte le prove di laboratorio svolte.

Poggibonsi, 14.08.2018

Per Geologica Toscana snc
Dott. Geol. Andrea Castellani



Scala 1:200

FIG. 12
SEZIONE BIDIMENSIONALE DELLA VELOCITA' DELLE ONDE S

ALLEGATO 1
Documentazione fotografica

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CASTAGNETO CARDUCCI
Località: MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI (LI)

SONDAGGIO 1



Da mt 0,00 a mt 5,00



Da mt 5,00 a mt 10,00

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CASTAGNETO CARDUCCI
Località: MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI (LI)

SONDAGGIO 1



Da mt 10,00 a mt 15,00



Da mt 15,00 a mt 20,00

GEOLOGICA TOSCANA s.n.c.

di Damiano Guarguaglini & C.

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CASTAGNETO CARDUCCI
Località: MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI (LI)

SONDAGGIO 2



Da mt 0,00 a mt 5,00



Da mt 5,00 a mt 10,00

GEOLOGICA TOSCANA s.n.c.

di Damiano Guarguaglini & C.

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CASTAGNETO CARDUCCI
Località: MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI (LI)

SONDAGGIO 2



Da mt 10,00 a mt 15,00



Da mt 15,00 a mt 20,00

GEOLOGICA TOSCANA s.n.c.

di Damiano Guarguaglini & C.

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CASTAGNETO CARDUCCI
Località: MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI (LI)

PROVE PENETROMETRICHE



Postazione prova penetrometrica dinamica - DPSH 1



Postazione prova penetrometrica dinamica - DPSH 2



Postazione prova penetrometrica statico-dinamica - CPT 3/DPSH3

Viale Marconi, 106 – 53036 Poggibonsi (SI) Tel. 0577 935891 Fax 0577 989279 - Cod.Fisc. e P.I. 01228880520
e- mail: info@geologicatoscana.eu - www.geologicatoscana.eu

GEOLOGICA TOSCANA s.n.c.

di Damiano Guarguaglini & C.

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CASTAGNETO CARDUCCI
Località: MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI (LI)

STENDIMENTO DI SISMICA DI TIPO MASW



Stendimento di sismica di tipo - MASW

Viale Marconi, 106 – 53036 Poggibonsi (SI) Tel. 0577 935891 Fax 0577 989279 - Cod.Fisc. e P.I. 01228880520
e- mail: info@geologicatoscana.eu - www.geologicatoscana.eu



Prova n.1

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 02/08/2018
Profondità prova 4.40 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	8	0.855	71.84	84.06	3.59	4.20
0.40	13	0.801	109.38	136.59	5.47	6.83
0.60	11	0.847	89.85	106.08	4.49	5.30
0.80	12	0.843	97.59	115.72	4.88	5.79
1.00	10	0.840	80.98	96.43	4.05	4.82
1.20	9	0.836	72.58	86.79	3.63	4.34
1.40	10	0.833	80.32	96.43	4.02	4.82
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	8	0.826	58.91	71.29	2.95	3.56
2.00	11	0.823	80.69	98.02	4.03	4.90
2.20	8	0.820	58.46	71.29	2.92	3.56
2.40	9	0.817	65.53	80.20	3.28	4.01
2.60	10	0.814	67.43	82.82	3.37	4.14
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	8	0.809	53.58	66.25	2.68	3.31
3.20	6	0.806	40.05	49.69	2.00	2.48
3.40	4	0.803	26.61	33.13	1.33	1.66
3.60	2	0.801	12.39	15.47	0.62	0.77
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.31	0.39
4.00	2	0.796	12.32	15.47	0.62	0.77
4.20	2	0.794	12.28	15.47	0.61	0.77
4.40	2	0.791	12.24	15.47	0.61	0.77

ALLEGATO 2

Tabulati delle prove penetrometriche

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
3.2	9.44	87.24	Incoerente - coesivo	0	2.05	2.25	0.33	1.47	13.88	Ghiaie in matrice sabbio - limosa
4.4	2.2	17.46	Incoerente - coesivo	0	1.65	1.86	0.76	1.47	3.23	Argille sabbiose mediamente consistenti

Prova n.1

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUND A (1983) Benassi e Vanneli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	0.94	1.74	0.50	0.55	1.37	2.62	1.21	1.53	0.69	2.01	1.74
[2] - Argille sabbiose e mediamente consistenti	3.23	4.40	0.20	0.40	0.15	0.13	0.31	0.52	0.29	0.68	0.16	0.06	0.40

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	Robertson (1983)	27.76
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	Robertson (1983)	6.46

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	63.68	--	143.36	138.80
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	14.82	48.45	34.74	40.38

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	139.22	138.80
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	16.75	32.30

Prova n.1

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	Meyerhof	2.05
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	Meyerhof	1.65

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	Meyerhof	2.25
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	Meyerhof	1.86

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20		0
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40		0

Prova n.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	41.37	77.16	80.59	40.94
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	8.26	31.29	32.27	15.96

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	30.97	23.97	31.89	31.68	35.08	38.8	30-32	29.43	31.16	40.72	31.66
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	27.92	20.92	28.9	27.51	30.91	0	<30	21.96	27.97	26.37	23.04

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	265.93	111.04	164.48	284.10	144.40
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	---	25.84	---	---	---

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	83.28	55.97	98.55	99.90
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	---	34.10	22.93	52.41

Prova n.1

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	Meyerhof et al.	1.85
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	Meyerhof et al.	1.46

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	(A.G.I.)	0.33
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	770.48	623.61
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	195.69	255.88

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	Ohta & Goto (1978) Limi	118.07
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	Ohta & Goto (1978) Limi	108.42

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23	Seed e Idriss (1971)	--

Prova n.1

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88		---
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	13.88	3.20	13.88		---
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	3.23	4.40	3.23		---

Prova n.2

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 02/08/2018
Profondità prova 4.40 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	3	0.855	26.94	31.52	1.35	1.58
0.40	7	0.851	62.58	73.55	3.13	3.68
0.60	8	0.847	65.34	77.15	3.27	3.86
0.80	6	0.843	48.80	57.86	2.44	2.89
1.00	8	0.840	64.78	77.15	3.24	3.86
1.20	7	0.836	56.45	67.50	2.82	3.38
1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	9	0.830	66.53	80.20	3.33	4.01
1.80	8	0.826	58.91	71.29	2.95	3.56
2.00	8	0.823	58.68	71.29	2.93	3.56
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	7	0.817	50.97	62.38	2.55	3.12
2.60	6	0.814	40.46	49.69	2.02	2.48
2.80	5	0.811	33.60	41.41	1.68	2.07
3.00	3	0.809	20.09	24.85	1.00	1.24
3.20	3	0.806	20.03	24.85	1.00	1.24
3.40	2	0.803	13.31	16.56	0.67	0.83
3.60	3	0.801	18.59	23.21	0.93	1.16
3.80	6	0.798	37.06	46.41	1.85	2.32
4.00	2	0.796	12.32	15.47	0.62	0.77
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.31	0.39
4.40	2	0.791	12.24	15.47	0.61	0.77

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.8	7.08	65.36	Incoerente - coesivo	0	1.98	2.18	0.28	1.47	10.41	Ghiaie in matrice sabbio - limosa
4.4	2.75	21.82	Incoerente - coesivo	0	1.7	1.87	0.69	1.47	4.04	Argille sabbiose mediamente consistenti

Prova n.2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUND A (1983) Benassi e Vanneli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	0.70	1.30	0.50	0.42	1.02	1.96	0.92	1.23	0.52	1.46	1.30
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	0.25	0.51	0.25	0.17	0.39	0.66	0.37	0.73	0.20	0.19	0.51

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	Robertson (1983)	20.82
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	Robertson (1983)	8.08

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	47.76	--	107.97	104.10
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	18.54	60.60	43.00	50.50

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	99.32	104.10
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	26.06	40.40

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Prova n.2

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	Meyerhof	1.98
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	Meyerhof	1.70

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	Meyerhof	2.18
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	Meyerhof	1.87

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80		0
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	36.07	68.54	73.41	33.89
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	12.43	35.8	36.76	18.23

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	29.97	22.97	30.91	31.58	33.83	37.6	<30	27.5	30.12	38.4	29.43
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	28.15	21.15	29.13	28.07	31.26	0	<30	22.78	28.21	28.57	23.99

Prova n.2

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appolloni a ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	230.30	83.28	123.54	258.08	127.05
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	---	32.32	---	---	---

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	62.46	48.85	73.91	84.43
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	---	35.76	28.68	56.02

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	Meyerhof et al.	1.74
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	Meyerhof et al.	1.50

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume saturo (t/m ³)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	(A.G.I.)	0.33
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	(A.G.I.)	0.35

Prova n.2

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	587.92	523.09
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	241.50	293.37

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	Ohta & Goto (1978) Limi	109.48
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	Ohta & Goto (1978) Limi	111.53

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41		---
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Ghiaie in matrice sabbio - limosa	10.41	2.80	10.41		---
[2] - Argille sabbiose mediamente consistenti	4.04	4.40	4.04		---

Prova n. 3

PROVA ... Nr.3

Committente: Amministrazione comunale di Castagneto
Carducci (LI)
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
Prova eseguita in data: 02/08/2018
Profondità prova: 7.40 mt
Località: Loc. Marina - Castagneto Carducci (LI)

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	0.0		
0.40	0.00	0.0	0.0	1.067	0.0	
0.60	20.00	36.0	20.0	0.667	29.985	3.3
0.80	24.00	34.0	24.0	1.2	20.0	5.0
1.00	16.00	34.0	16.0	1.133	14.122	7.1
1.20	6.00	23.0	6.0	0.4	15.0	6.7
1.40	11.00	17.0	11.0	0.533	20.638	4.8
1.60	12.00	20.0	12.0	0.733	16.371	6.1
1.80	12.00	23.0	12.0	0.667	17.991	5.6
2.00	13.00	23.0	13.0	0.733	17.735	5.6
2.20	12.00	23.0	12.0	0.667	17.991	5.6
2.40	8.00	18.0	8.0	0.4	20.0	5.0
2.60	7.00	13.0	7.0	0.4	17.5	5.7
2.80	12.00	18.0	12.0	0.667	17.991	5.6
3.00	10.00	20.0	10.0	0.667	14.993	6.7
3.20	30.00	40.0	30.0	0.533	56.285	1.8
3.40	13.00	21.0	13.0	0.6	21.667	4.6
3.60	7.00	16.0	7.0	0.333	21.021	4.8
3.80	6.00	11.0	6.0	0.333	18.018	5.6
4.00	7.00	12.0	7.0	0.333	21.021	4.8
4.20	10.00	15.0	10.0	0.4	25.0	4.0
4.40	9.00	15.0	9.0	0.467	19.272	5.2
4.60	9.00	16.0	9.0	0.6	15.0	6.7
4.80	8.00	17.0	8.0	0.533	15.009	6.7
5.00	9.00	17.0	9.0	0.667	13.493	7.4
5.20	8.00	18.0	8.0	0.533	15.009	6.7
5.40	6.00	14.0	6.0	0.4	15.0	6.7
5.60	6.00	12.0	6.0	0.4	15.0	6.7
5.80	4.00	10.0	4.0	0.333	12.012	8.3
6.00	4.00	9.0	4.0	0.267	14.981	6.7
6.20	3.00	7.0	3.0	0.467	6.424	15.6
6.40	8.00	15.0	8.0	0.267	29.963	3.3
6.60	8.00	12.0	8.0	0.867	9.227	10.8
6.80	27.00	40.0	27.0	0.667	40.48	2.5
7.00	64.00	74.0	64.0	2.667	23.997	4.2
7.20	90.00	130.0	90.0	2.4	37.5	2.7
7.40	134.00	170.0	134.0	0.0		0.0

Prova n. 3

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.0	0.0	0.0		Stima non eseguibile
0.40	0.0	1.067	0.0		Stima non eseguibile
0.60	20.0	0.667	2.0	Coesivo	Argille - Argille Limose
0.80	24.0	1.2	2.0	Coesivo	Argille
1.00	16.0	1.133	1.9	Coesivo	Torbe - Argille Torbose
1.20	6.0	0.4	1.8	Coesivo	Argille
1.40	11.0	0.533	1.9	Coesivo	Argille
1.60	12.0	0.733	1.9	Coesivo	Argille
1.80	12.0	0.667	1.9	Coesivo	Argille
2.00	13.0	0.733	1.9	Coesivo	Argille
2.20	12.0	0.667	1.9	Coesivo	Argille
2.40	8.0	0.4	1.8	Coesivo	Argille
2.60	7.0	0.4	1.8	Coesivo	Argille
2.80	12.0	0.667	1.9	Coesivo	Argille
3.00	10.0	0.667	1.9	Coesivo	Argille
3.20	30.0	0.533	2.0	Incoerente	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose
3.40	13.0	0.6	1.9	Coesivo	Argille
3.60	7.0	0.333	1.8	Coesivo	Argille
3.80	6.0	0.333	1.8	Coesivo	Argille
4.00	7.0	0.333	1.8	Coesivo	Argille
4.20	10.0	0.4	1.9	Coesivo	Argille - Argille Limose
4.40	9.0	0.467	1.8	Coesivo	Argille
4.60	9.0	0.6	1.8	Coesivo	Argille
4.80	8.0	0.533	1.8	Coesivo	Argille
5.00	9.0	0.667	1.8	Coesivo	Torbe - Argille Torbose
5.20	8.0	0.533	1.8	Coesivo	Argille
5.40	6.0	0.4	1.8	Coesivo	Argille
5.60	6.0	0.4	1.8	Coesivo	Argille
5.80	4.0	0.333	1.7	Coesivo	Torbe - Argille Torbose
6.00	4.0	0.267	1.7	Coesivo	Argille
6.20	3.0	0.467	1.7	Coesivo	Torbe - Argille Torbose
6.40	8.0	0.267	1.8	Coesivo	Argille - Argille Limose
6.60	8.0	0.867	1.8	Coesivo	Torbe - Argille Torbose
6.80	27.0	0.667	2.0	Incoerente-Coesivo	Limi - Argille Sabbiose
7.00	64.0	2.667	2.2	Coesivo	Argille
7.20	90.0	2.4	2.2	Incoerente-Coesivo	Limi - Argille Sabbiose
7.40	134.0	0.0	2.3	Incoerente	Sabbie fini - Sabbie con Ghiaia

Prova n. 3

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.- Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
0.60	20.0	0.667	0.97	1.33	1.33	1.18	1.05	1.00
0.80	24.0	1.2	1.16	1.53	1.60	1.41	1.26	1.20
1.00	16.0	1.133	0.77	1.10	1.06	0.94	0.84	0.80
1.20	6.0	0.4	0.28	0.45	0.39	0.34	0.31	0.30
1.40	11.0	0.533	0.52	0.79	0.72	0.64	0.57	0.55
1.60	12.0	0.733	0.57	0.85	0.79	0.69	0.62	0.60
1.80	12.0	0.667	0.57	0.85	0.78	0.69	0.62	0.60
2.00	13.0	0.733	0.61	0.91	0.85	0.75	0.67	0.65
2.20	12.0	0.667	0.56	0.85	0.78	0.69	0.61	0.60
2.40	8.0	0.4	0.37	0.58	0.51	0.45	0.40	0.40
2.60	7.0	0.4	0.32	0.51	0.44	0.39	0.35	0.35
2.80	12.0	0.667	0.56	0.84	0.77	0.68	0.61	0.60
3.00	10.0	0.667	0.46	0.71	0.64	0.56	0.50	0.50
3.40	13.0	0.6	0.60	0.89	0.83	0.73	0.66	0.65
3.60	7.0	0.333	0.31	0.49	0.43	0.38	0.34	0.35
3.80	6.0	0.333	0.26	0.42	0.36	0.32	0.28	0.30
4.00	7.0	0.333	0.31	0.49	0.42	0.37	0.33	0.35
4.20	10.0	0.4	0.45	0.69	0.62	0.55	0.49	0.50
4.40	9.0	0.467	0.40	0.62	0.55	0.49	0.44	0.45
4.60	9.0	0.6	0.40	0.62	0.55	0.48	0.43	0.45
4.80	8.0	0.533	0.35	0.55	0.48	0.42	0.38	0.40
5.00	9.0	0.667	0.39	0.61	0.54	0.48	0.43	0.45
5.20	8.0	0.533	0.34	0.54	0.47	0.42	0.37	0.40
5.40	6.0	0.4	0.25	0.39	0.34	0.30	0.27	0.30
5.60	6.0	0.4	0.24	0.39	0.34	0.30	0.27	0.30
5.80	4.0	0.333	0.15	0.24	0.20	0.18	0.16	0.20
6.00	4.0	0.267	0.14	0.24	0.20	0.18	0.16	0.20
6.20	3.0	0.467	0.09	0.16	0.13	0.11	0.10	0.15
6.40	8.0	0.267	0.33	0.52	0.46	0.41	0.36	0.40
6.60	8.0	0.867	0.33	0.52	0.46	0.40	0.36	0.40
6.80	27.0	0.667	1.25	1.61	1.72	1.52	1.36	1.35
7.00	64.0	2.667	3.03	2.91	4.19	3.69	3.31	3.20
7.20	90.0	2.4	4.29	3.48	5.92	5.22	4.67	4.50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
0.60	20.0	0.667	100.00	41.98	120.00	60.00
0.80	24.0	1.2	60.00	48.00	72.00	72.00
1.00	16.0	1.133	80.00	48.02	96.00	48.00
1.20	6.0	0.4	48.00	31.54	90.00	18.00
1.40	11.0	0.533	55.00	45.42	66.00	33.00
1.60	12.0	0.733	60.00	46.84	72.00	36.00
1.80	12.0	0.667	60.00	46.84	72.00	36.00
2.00	13.0	0.733	65.00	47.81	78.00	39.00

Prova n. 3

2.20	12.0	0.667	60.00	46.84	72.00	36.00
2.40	8.0	0.4	40.00	38.44	48.00	24.00
2.60	7.0	0.4	56.00	35.22	105.00	21.00
2.80	12.0	0.667	60.00	46.84	72.00	36.00
3.00	10.0	0.667	50.00	43.54	60.00	30.00
3.40	13.0	0.6	65.00	47.81	78.00	39.00
3.60	7.0	0.333	56.00	35.22	105.00	21.00
3.80	6.0	0.333	48.00	31.54	90.00	18.00
4.00	7.0	0.333	56.00	35.22	105.00	21.00
4.20	10.0	0.4	50.00	43.54	60.00	30.00
4.40	9.0	0.467	45.00	41.22	54.00	27.00
4.60	9.0	0.6	45.00	41.22	54.00	27.00
4.80	8.0	0.533	40.00	38.44	48.00	24.00
5.00	9.0	0.667	45.00	41.22	54.00	27.00
5.20	8.0	0.533	40.00	38.44	48.00	24.00
5.40	6.0	0.4	48.00	31.54	90.00	18.00
5.60	6.0	0.4	48.00	31.54	90.00	18.00
5.80	4.0	0.333	32.00	22.83	60.00	12.00
6.00	4.0	0.267	32.00	22.83	60.00	12.00
6.20	3.0	0.467	24.00	17.80	45.00	9.00
6.40	8.0	0.267	40.00	38.44	48.00	24.00
6.60	8.0	0.867	40.00	38.44	48.00	24.00
6.80	27.0	0.667	67.50	54.00	81.00	81.00
7.00	64.0	2.667	160.00	128.00	192.00	96.00
7.20	90.0	2.4	225.00	180.00	270.00	135.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
0.60	20.0	0.667	749.25	30.00
0.80	24.0	1.2	897.75	36.00
1.00	16.0	1.133	596.29	24.00
1.20	6.0	0.4	219.90	9.00
1.40	11.0	0.533	406.01	16.50
1.60	12.0	0.733	442.09	18.00
1.80	12.0	0.667	440.66	18.00
2.00	13.0	0.733	476.74	19.50
2.20	12.0	0.667	437.81	18.00
2.40	8.0	0.4	286.43	12.00
2.60	7.0	0.4	247.57	10.50
2.80	12.0	0.667	433.69	18.00
3.00	10.0	0.667	357.26	15.00
3.40	13.0	0.6	466.84	19.50
3.60	7.0	0.333	240.45	10.50
3.80	6.0	0.333	201.60	9.00
4.00	7.0	0.333	237.75	10.50
4.20	10.0	0.4	348.86	15.00
4.40	9.0	0.467	309.97	13.50
4.60	9.0	0.6	308.62	13.50
4.80	8.0	0.533	269.77	12.00
5.00	9.0	0.667	305.93	13.50
5.20	8.0	0.533	267.07	12.00
5.40	6.0	0.4	190.72	9.00
5.60	6.0	0.4	189.37	9.00
5.80	4.0	0.333	113.06	6.00
6.00	4.0	0.267	111.79	6.00
6.20	3.0	0.467	73.01	4.50

Prova n. 3

6.40	8.0	0.267	259.20	12.00
6.60	8.0	0.867	257.85	12.00
6.80	27.0	0.667	968.92	40.50
7.00	64.0	2.667	2354.85	96.00
7.20	90.0	2.4	3328.20	135.00

Modulo di deformazione a taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
0.60	20.0	0.667	Imai & Tomauchi	174.62
0.80	24.0	1.2	Imai & Tomauchi	195.19
1.00	16.0	1.133	Imai & Tomauchi	152.36
1.20	6.0	0.4	Imai & Tomauchi	83.68
1.40	11.0	0.533	Imai & Tomauchi	121.19
1.60	12.0	0.733	Imai & Tomauchi	127.80
1.80	12.0	0.667	Imai & Tomauchi	127.80
2.00	13.0	0.733	Imai & Tomauchi	134.21
2.20	12.0	0.667	Imai & Tomauchi	127.80
2.40	8.0	0.4	Imai & Tomauchi	99.76
2.60	7.0	0.4	Imai & Tomauchi	91.94
2.80	12.0	0.667	Imai & Tomauchi	127.80
3.00	10.0	0.667	Imai & Tomauchi	114.33
3.40	13.0	0.6	Imai & Tomauchi	134.21
3.60	7.0	0.333	Imai & Tomauchi	91.94
3.80	6.0	0.333	Imai & Tomauchi	83.68
4.00	7.0	0.333	Imai & Tomauchi	91.94
4.20	10.0	0.4	Imai & Tomauchi	114.33
4.40	9.0	0.467	Imai & Tomauchi	107.20
4.60	9.0	0.6	Imai & Tomauchi	107.20
4.80	8.0	0.533	Imai & Tomauchi	99.76
5.00	9.0	0.667	Imai & Tomauchi	107.20
5.20	8.0	0.533	Imai & Tomauchi	99.76
5.40	6.0	0.4	Imai & Tomauchi	83.68
5.60	6.0	0.4	Imai & Tomauchi	83.68
5.80	4.0	0.333	Imai & Tomauchi	65.32
6.00	4.0	0.267	Imai & Tomauchi	65.32
6.20	3.0	0.467	Imai & Tomauchi	54.79
6.40	8.0	0.267	Imai & Tomauchi	99.76
6.60	8.0	0.867	Imai & Tomauchi	99.76
6.80	27.0	0.667	Imai & Tomauchi	209.76
7.00	64.0	2.667	Imai & Tomauchi	355.41
7.20	90.0	2.4	Imai & Tomauchi	437.72

Grado di sovraconsolidazione

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
0.60	20.0	0.667	>9
0.80	24.0	1.2	>9
1.00	16.0	1.133	3.76
1.20	6.0	0.4	1.03
1.40	11.0	0.533	1.48
1.60	12.0	0.733	1.32
1.80	12.0	0.667	1.12
2.00	13.0	0.733	1.05
2.20	12.0	0.667	0.86
2.40	8.0	0.4	0.51

Prova n. 3

2.60	7.0	0.4	<0.5
2.80	12.0	0.667	0.64
3.00	10.0	0.667	<0.5
3.40	13.0	0.6	0.55
3.60	7.0	0.333	<0.5
3.80	6.0	0.333	<0.5
4.00	7.0	0.333	<0.5
4.20	10.0	0.4	<0.5
4.40	9.0	0.467	<0.5
4.60	9.0	0.6	<0.5
4.80	8.0	0.533	<0.5
5.00	9.0	0.667	<0.5
5.20	8.0	0.533	<0.5
5.40	6.0	0.4	<0.5
5.60	6.0	0.4	<0.5
5.80	4.0	0.333	<0.5
6.00	4.0	0.267	<0.5
6.20	3.0	0.467	<0.5
6.40	8.0	0.267	<0.5
6.60	8.0	0.867	<0.5
6.80	27.0	0.667	0.54
7.00	64.0	2.667	1.24
7.20	90.0	2.4	1.68

Peso unità di volume

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
0.60	20.0	0.667	Meyerhof	1.97
0.80	24.0	1.2	Meyerhof	2.00
1.00	16.0	1.133	Meyerhof	1.93
1.20	6.0	0.4	Meyerhof	1.77
1.40	11.0	0.533	Meyerhof	1.87
1.60	12.0	0.733	Meyerhof	1.88
1.80	12.0	0.667	Meyerhof	1.88
2.00	13.0	0.733	Meyerhof	1.90
2.20	12.0	0.667	Meyerhof	1.88
2.40	8.0	0.4	Meyerhof	1.81
2.60	7.0	0.4	Meyerhof	1.79
2.80	12.0	0.667	Meyerhof	1.88
3.00	10.0	0.667	Meyerhof	1.85
3.40	13.0	0.6	Meyerhof	1.89
3.60	7.0	0.333	Meyerhof	1.78
3.80	6.0	0.333	Meyerhof	1.75
4.00	7.0	0.333	Meyerhof	1.78
4.20	10.0	0.4	Meyerhof	1.84
4.40	9.0	0.467	Meyerhof	1.82
4.60	9.0	0.6	Meyerhof	1.82
4.80	8.0	0.533	Meyerhof	1.80
5.00	9.0	0.667	Meyerhof	1.82
5.20	8.0	0.533	Meyerhof	1.80
5.40	6.0	0.4	Meyerhof	1.74
5.60	6.0	0.4	Meyerhof	1.74
5.80	4.0	0.333	Meyerhof	1.66
6.00	4.0	0.267	Meyerhof	1.65
6.20	3.0	0.467	Meyerhof	1.58
6.40	8.0	0.267	Meyerhof	1.79
6.60	8.0	0.867	Meyerhof	1.79

Prova n. 3

6.80	27.0	0.667	Meyerhof	2.02
7.00	64.0	2.667	Meyerhof	2.17
7.20	90.0	2.4	Meyerhof	2.22

Peso unità di volume saturo

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
0.60	20.0	0.667	Meyerhof	2.05
0.80	24.0	1.2	Meyerhof	2.08
1.00	16.0	1.133	Meyerhof	2.01
1.20	6.0	0.4	Meyerhof	1.85
1.40	11.0	0.533	Meyerhof	1.95
1.60	12.0	0.733	Meyerhof	1.96
1.80	12.0	0.667	Meyerhof	1.96
2.00	13.0	0.733	Meyerhof	1.98
2.20	12.0	0.667	Meyerhof	1.96
2.40	8.0	0.4	Meyerhof	1.89
2.60	7.0	0.4	Meyerhof	1.87
2.80	12.0	0.667	Meyerhof	1.96
3.00	10.0	0.667	Meyerhof	1.93
3.40	13.0	0.6	Meyerhof	1.97
3.60	7.0	0.333	Meyerhof	1.86
3.80	6.0	0.333	Meyerhof	1.83
4.00	7.0	0.333	Meyerhof	1.86
4.20	10.0	0.4	Meyerhof	1.92
4.40	9.0	0.467	Meyerhof	1.90
4.60	9.0	0.6	Meyerhof	1.90
4.80	8.0	0.533	Meyerhof	1.88
5.00	9.0	0.667	Meyerhof	1.90
5.20	8.0	0.533	Meyerhof	1.88
5.40	6.0	0.4	Meyerhof	1.82
5.60	6.0	0.4	Meyerhof	1.82
5.80	4.0	0.333	Meyerhof	1.74
6.00	4.0	0.267	Meyerhof	1.73
6.20	3.0	0.467	Meyerhof	1.66
6.40	8.0	0.267	Meyerhof	1.87
6.60	8.0	0.867	Meyerhof	1.87
6.80	27.0	0.667	Meyerhof	2.10
7.00	64.0	2.667	Meyerhof	2.25
7.20	90.0	2.4	Meyerhof	2.30

Prova n. 3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa (%)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
3.20	30.0	0.533	41.18	44.69	46.74	41.8	51.96
6.80	27.0	0.667	26.54	18.79	23.4	27.04	25.45
7.20	90.0	2.4	59.75	60.93	63.06	60.53	57.91
7.40	134.0	0.0	70.56	74.55	75.88	71.43	68.3

Angolo di resistenza al taglio (°)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durguno uglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
3.20	30.0	0.533	33.74	29.99	27.01	25.28	34.26	37.76	25.14	30.47
6.80	27.0	0.667	29.54	25.4	22.19	20.87	30.63	32.05	22.72	29.12
7.20	90.0	2.4	35	31.02	28.09	26.26	36.53	38.94	26.12	45
7.40	134.0	0.0	36.75	32.82	29.98	27.99	38.44	40.9	28.14	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
3.20	30.0	0.533	75.00	60.00	319.12
6.80	27.0	0.667	67.50	54.00	371.12
7.20	90.0	2.4	225.00	180.00	781.96
7.40	134.0	0.0	335.00	268.00	945.24

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
3.20	30.0	0.533	42.20	117.68	235.03	60.00	150.00
6.80	27.0	0.667	29.25	105.91	204.91	54.00	135.00
7.20	90.0	2.4	65.44	353.04	723.95	153.00	135.00
7.40	134.0	0.0	78.04	282.82	1086.58	201.00	201.00

Modulo di deformazione a taglio

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
3.20	30.0	0.533	Imai & Tomauchi	223.71
6.80	27.0	0.667	Imai & Tomauchi	209.76
7.20	90.0	2.4	Imai & Tomauchi	437.72
7.40	134.0	0.0	Imai & Tomauchi	558.24

Grado di sovraconsolidazione

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
3.20	30.0	0.533	1.36	>9	2.14	>9
6.80	27.0	0.667	0.54	5.48	<0.5	5.87
7.20	90.0	2.4	1.68	>9	1.65	>9
7.40	134.0	0.0	2.41	>9	1.26	>9

Prova n. 3

Modulo di reazione Ko

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
3.20	30.0	0.533	Kulhawy & Mayne (1990)	0.43
6.80	27.0	0.667	Kulhawy & Mayne (1990)	0.23
7.20	90.0	2.4	Kulhawy & Mayne (1990)	0.49
7.40	134.0	0.0	Kulhawy & Mayne (1990)	0.62

Fattori di compressibilità C Crm

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crn
3.20	30.0	0.533	0.11133	0.01447
6.80	27.0	0.667	0.11626	0.01511
7.20	90.0	2.4	0.09538	0.0124
7.40	134.0	0.0	0.09428	0.01226

Peso unità di volume

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
3.20	30.0	0.533	Meyerhof	1.80
6.80	27.0	0.667	Meyerhof	1.80
7.20	90.0	2.4	Meyerhof	1.80
7.40	134.0	0.0	Meyerhof	0.00

Peso unità di volume saturo

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
3.20	30.0	0.533	Meyerhof	2.10
6.80	27.0	0.667	Meyerhof	2.10
7.20	90.0	2.4	Meyerhof	2.10
7.40	134.0	0.0	Meyerhof	0.00

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
3.20	30.0	0.533	Robertson & Wride 1997	0
6.80	27.0	0.667	Robertson & Wride 1997	0
7.20	90.0	2.4	Robertson & Wride 1997	0
7.40	134.0	0.0	Robertson & Wride 1997	0

Permeabilità

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
0.20	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0
0.40	0.0	1.067	Piacentini-Righi 1988	0
0.60	20.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	1.907599E-06
0.80	24.0	1.2	Piacentini-Righi 1988	4.749932E-10
1.00	16.0	1.133	Piacentini-Righi 1988	1E-11
1.20	6.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	1E-11
1.40	11.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	3.666564E-09
1.60	12.0	0.733	Piacentini-Righi 1988	1E-11
1.80	12.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	1.125685E-10
2.00	13.0	0.733	Piacentini-Righi 1988	6.473917E-11
2.20	12.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	1.125685E-10
2.40	8.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	2.467341E-09
2.60	7.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	1.179972E-10
2.80	12.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	1.125685E-10

Prova n. 3

3.00	10.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	1E-11
3.20	30.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	1.078001E-03
3.40	13.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	8.816272E-09
3.60	7.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	7.722003E-09
3.80	6.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	2.856732E-10
4.00	7.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	7.722003E-09
4.20	10.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	1.567473E-07
4.40	9.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	9.551279E-10
4.60	9.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	1E-11
4.80	8.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	1E-11
5.00	9.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	1E-11
5.20	8.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	1E-11
5.40	6.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	1E-11
5.60	6.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	1E-11
5.80	4.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	1E-11
6.00	4.0	0.267	Piacentini-Righi 1988	1E-11
6.20	3.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	1E-11
6.40	8.0	0.267	Piacentini-Righi 1988	2.547957E-06
6.60	8.0	0.867	Piacentini-Righi 1988	1E-11
6.80	27.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	6.630158E-05
7.00	64.0	2.667	Piacentini-Righi 1988	4.087408E-09
7.20	90.0	2.4	Piacentini-Righi 1988	1.425883E-05
7.40	134.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0

Coefficiente di consolidazione

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
0.20	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0
0.40	0.0	1.067	Piacentini-Righi 1988	0
0.60	20.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	0.1144559
0.80	24.0	1.2	Piacentini-Righi 1988	3.419951E-05
1.00	16.0	1.133	Piacentini-Righi 1988	4.8E-07
1.20	6.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	1.8E-07
1.40	11.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	1.209966E-04
1.60	12.0	0.733	Piacentini-Righi 1988	3.6E-07
1.80	12.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	4.052467E-06
2.00	13.0	0.733	Piacentini-Righi 1988	2.524828E-06
2.20	12.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	4.052467E-06
2.40	8.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	5.921618E-05
2.60	7.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	2.477942E-06
2.80	12.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	4.052467E-06
3.00	10.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	0.0000003
3.20	30.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	0
3.40	13.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	3.438346E-04
3.60	7.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	1.621621E-04
3.80	6.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	5.142117E-06
4.00	7.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	1.621621E-04
4.20	10.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	4.702418E-03
4.40	9.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	2.578845E-05
4.60	9.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	2.7E-07
4.80	8.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	2.4E-07
5.00	9.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	2.7E-07
5.20	8.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	2.4E-07
5.40	6.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	1.8E-07
5.60	6.0	0.4	Piacentini-Righi 1988	1.8E-07
5.80	4.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	1.2E-07



Prova n. 3

6.00	4.0	0.267	Piacentini-Righi 1988	1.2E-07
6.20	3.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	9E-08
6.40	8.0	0.267	Piacentini-Righi 1988	6.115098E-02
6.60	8.0	0.867	Piacentini-Righi 1988	2.4E-07
6.80	27.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	5.370428
7.00	64.0	2.667	Piacentini-Righi 1988	7.847823E-04
7.20	90.0	2.4	Piacentini-Righi 1988	3.849885
7.40	134.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0



Prova n.3 dpsh

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 02/08/2018
Profondità prova da 7.60 a 10.00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
7.60	27	0.663	109.52	165.26	5.48	8.26
7.80	14	0.711	60.95	85.69	3.05	4.28
8.00	7	0.760	32.56	42.85	1.63	2.14
8.20	3	0.759	13.93	18.36	0.70	0.92
8.40	12	0.757	55.62	73.45	2.78	3.67
8.60	14	0.706	57.50	81.44	2.87	4.07
8.80	15	0.705	61.49	87.26	3.07	4.36
9.00	16	0.703	65.48	93.08	3.27	4.65
9.20	18	0.702	73.54	104.71	3.68	5.24
9.40	14	0.701	57.10	81.44	2.85	4.07
9.60	14	0.700	54.31	77.59	2.72	3.88
9.80	15	0.699	58.10	83.14	2.90	4.16
10.00	13	0.698	50.27	72.05	2.51	3.60

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
10	14	82.03	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.11	1.3	1.47	20.58	Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi

Prova n.3 dpsh

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUND A (1983) Benassi e Vanneli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	1.39	2.57	1.00	0.80	2.04	2.46	1.74	2.14	1.03	2.18	2.57

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	Robertson (1983)	41.16

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	94.42	--	211.70	205.80

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	216.27	205.80

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	Meyerhof	2.10

Prova n.3 dpsh

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	Meyerhof	2.11

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00		0

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	36.08	67.34	67.8	52.08

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	32.88	25.88	33.76	29.33	37.24	37.43	30-32	32.57	33.17	40.46	35.29

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	323.81	164.64	243.54	334.35	177.90

Prova n.3 dpsh

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	123.48	69.74	146.12	129.79

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	Meyerhof et al.	2.00

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.98

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	1115.71	793.28

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	Ohta & Goto (1978) Limi	175.26

Prova n.3 dpsh

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Sabbie da fini a grossolane con livelli sabbio-argillosi	20.58	10.00	20.58		---



Cliente 1380 GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.

ALIG Associazione Laboratori di Ingegneria e Geotecnica

CERTIFICATO N. 0149G/00181 DEL 31-08-2018

Riferimenti: V.A. del 07-08-18 n. 69/X

Nota del 07-08-18 n. C/152

PROVE DI LABORATORIO SUI TERRENI
(GRANDEZZE FISICHE - ANALISI GRANULOMETRICA - ESPANSIONE LATERALE LIBERA -
TAGLIO DIRETTO)

Intestatarario: **GAMMA GEOSERVIZI S.r.l. - GROSSETO**
Via Giusti, 124- GROSSETO (GR)
Impresa: **GAMMA GEOSERVIZI S.r.l. - GROSSETO**
Cantiere: **PASSERELLA CICLOPEDONALE**
MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)
Proprietà: **GEOLOGICA TOSCANA**
Direttore dei Lavori...: **DOTT. GEOL. ANDREA CASTELLANI**
Natura dei campioni ..: Campione di terreno in fustella **Siglato: "S1 Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m"**
Data della prova: 31-08-2018 (fine prova)

Questo documento viene rilasciato con timbro a secco e con bollino rosso GEOTEC 1972 ed è costituito da n. 11 pagine.

RELAZIONE

In data 07-08-2018 è stato consegnato al Laboratorio un campione di terreno in fustella, dichiarato prelevato dal Cantiere "Passerella ciclopedonale - Marina di Castagneto Carducci - Donoratico (Li)", per essere sottoposto alle seguenti prove di Laboratorio:

- Umidità naturale, secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-1;
- Peso di volume naturale, secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-2 ;
- Peso di volume secco, secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-2;
- Peso specifico, secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-3;
- Analisi granulometrica, secondo la norma CNR 23/1971 e la norma ASTM D422/63;
- Prova di compressione ad espansione laterale libera, secondo le Raccomandazioni AGI 1994.
- Prova di taglio diretto CD, secondo le Raccomandazioni AGI 1994.

RISULTATI DELLE PROVE

Campione: S1

Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

Lo Sperimentatore
(Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Settori: a) Prove di laboratorio sui terreni b) Prove di laboratorio sulle rocce c) Prove in sito

/.

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE: **All'apertura del campione di terreno, avente lunghezza di 34 cm, quest'ultimo si presentava in condizioni moderatamente buone. Da una prima osservazione il campione risulta essere costituito da:**
 (Raccomandazioni AGI 1977)
-nei primi 15 cm: sabbia incoerente di colore grigio (Munsell Soil Color Charts 1 For Gley 4/1 10Y Dark Gray);
-negli ultimi 19 cm: limo sabbioso di colore grigio scuro (Munsell Soil Color Charts 1 For Gley 3/10G Very Dark Greenish Gray),
contenete fossili e frammenti fossiliferi;
la cui umidità varia con la profondità e moderatamente consistente (la prova di resistenza a penetrazione mediante pocket penetrometer, eseguita solo sulla porzione di campione limosa, ha dato il seguente valore medio $IP_{medio} = 130$ kPa).

UMIDITA' NATURALE: **38 %** (trentottopercento)

PESO DI VOLUME NATURALE (γ_n): **17,33 kN/m³** (diciassettevirgolatrentatrechilonewtonalmetrocuo)

PESO DI VOLUME SECCO (γ_d): **11,74 kN/m³** (undicivirgolasettantaquattrochilonewtonalmetrocuo)

PESO SPECIFICO: **24,46 kN/m³** (ventiquattrovirgolaquarantaseichilonewtonalmetrocuo)

ANALISI GRANULOMETRICA

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA PER VIA UMIDA: La prova eseguita secondo la norma CNR 23/1971, ha fornito i dati riportati nella pagina 5 unitamente alla curva granulometrica riportata a pag. 6.

ANALISI GRANULOMETRICA DELLA FRAZIONE FINE PER SEDIMENTAZIONE ...: La prova eseguita secondo la norma ASTM D422/63 ha fornito i dati riportati nella pagina 5 unitamente alla curva granulometrica riportata nella pag. 6

Lo Sperimentatore
(Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA: La prova è stata eseguita secondo le raccomandazioni AGI 1994, ha fornito la curva $\sigma - \epsilon$ riportata nella pagina 7 unitamente ai dati, e tabulati, lo schema di rottura e la foto del provino riportati a pagina 8.

- Sezione iniziale del provino: **11,22 cm²** (undicivirgolaventiduecentimetriquadrati)
 - Altezza iniziale del provino: **80 mm** (ottantamillimetri)
 - Velocità di prova: **0,5 mm/min** (zerovirgolacinquemillimetriperminuto)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO: Eseguita secondo le Raccomandazioni AGI 1994 su tre provini (consolidata e drenata CD) con apparecchio di Casagrande ha fornito le curve $\tau - S_h$, le curve $S_h - \Delta H$ e il grafico $\sigma - \tau$, come riportato nelle pagine 9 e 10 e i relativi tabulati riportati nella pagina 11.

---000000000---

OSSERVAZIONI: Campione e dati forniti dalla Gamma Geoservizi s.r.l.

Lo Sperimentatore
(Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Committente: **GAMMA GEOSERVIZI**
 Cantiere: **PASSERELLA CICLOPEDONALE**
MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)

CARATTERISTICHE FISICHE - TERRENI

VA 0069 X del 07/08/2018

Campione: S1 Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

Peso Volume Naturale e Secco				
Numero Tara		A	B	
Altezza tara	mm	22	22	
Sezione Tara	cm ²	40,00	40,00	
Massa Tara	g	59,62	62,76	
Massa Umida + Tara	g	213,14	220,22	
Massa Umida	g	153,52	157,46	
Massa Secca + tara	g	163,63	169,30	
Massa Secca	g	104,01	106,54	
γ_n	kN/m ³	17,11	17,55	MEDIA: 17,33
γ_d	kN/m ³	11,59	11,88	MEDIA: 11,74

Contenuto d'acqua					
Numero tara		C	D	C	
Massa umida + tara	g	623,13	1030,68	729,03	
Massa secca + tara	g	482,29	743,99	502,14	
Massa tara	g	7,09	8,33	8,26	
Massa umida	g	616,04	1022,35	720,77	
Massa secca	g	475,20	735,66	493,88	
Umidità naturale	%	29,64	38,97	45,94	MEDIA: 38

Lo Sperimentatore
 (Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Committente: **GAMMA GEOSERVIZI**
 Cantiere: **PASSERELLA CICLOPEDONALE**
MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)

ANALISI GRANULOMETRICA

Riferimento VA 0069 X del 07/08/2018

Campione: S1 Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

Analisi con vagli

Setaccio	Apertura (mm)	Massa grani (g)	Tratt. progr. (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
Setaccio	100,0	0,0	0,00	0,0	100,0
Setaccio	71,0	0,0	0,00	0,0	100,0
Setaccio	60,0	0,0	0,00	0,0	100,0
Setaccio	40,0	0,0	0,00	0,0	100,0
Setaccio	25,0	0,0	0,00	0,0	100,0
Setaccio	15,0	7,6	7,60	2,2	97,8
Setaccio	10,0	4,8	12,39	3,6	96,4
Setaccio	5,0	4,8	17,17	5,0	95,0
Setaccio	2,0	6,4	23,61	6,9	93,1
Setaccio	1,0	18,5	42,12	12,3	87,7
Setaccio	0,425	53,8	95,89	28,1	71,9
Setaccio	0,180	112,8	208,72	61,2	38,8
Setaccio	0,075	20,3	229,00	67,1	32,9
	< 0,075	112,2		32,9	passante al 200
Somma (g)		341,19	341,2		
Massa iniziale (g)		341,19			
Perdita (g)		0,0			

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture R'	Correzione temperatura	Diametro grani mm	Percentuale parziale %	Somma %
		0,5	25,0	24,50	24,50	1,25	0,075	100,00	32,9
		1,0	25,0	23,50	23,50	1,25	0,06315	98,40	32,4
		2,0	25,0	22,20	22,20	1,25	0,04537	94,25	31,0
		4,0	25,0	21,00	21,00	1,25	0,03273	88,87	29,2
		8,0	25,0	19,50	19,50	1,25	0,02356	83,90	27,6
		15,0	25,0	18,20	18,20	1,25	0,01702	77,68	25,5
		30,0	25,0	16,80	16,80	1,25	0,01265	72,30	23,8
		60,0	25,0	15,00	15,00	1,25	0,00911	66,49	21,9
		120,0	25,0	13,70	13,70	1,25	0,00659	59,04	19,4
		240,0	25,0	12,00	12,00	1,25	0,00474	53,65	17,6
		360,0	25,0	11,20	11,20	1,25	0,00342	46,61	15,3
		1215,0	25,0	9,20	9,20	1,25	0,00282	43,29	14,2
							0,00157	35,01	11,5

Analisi con densimetro

correzioni		
Dispensivo	Cd	-2,00
Menisco	Cm	0,00
Temperatura	intercetta	-5,00
Temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

Massa campione secco g	40,30
Peso specifico kN/m ³	24,46

taratura densimetro

Intercetta	19,57
Pendenza	-0,35396

Lo Sperimentatore
 (Geol. Fabio Salvi)

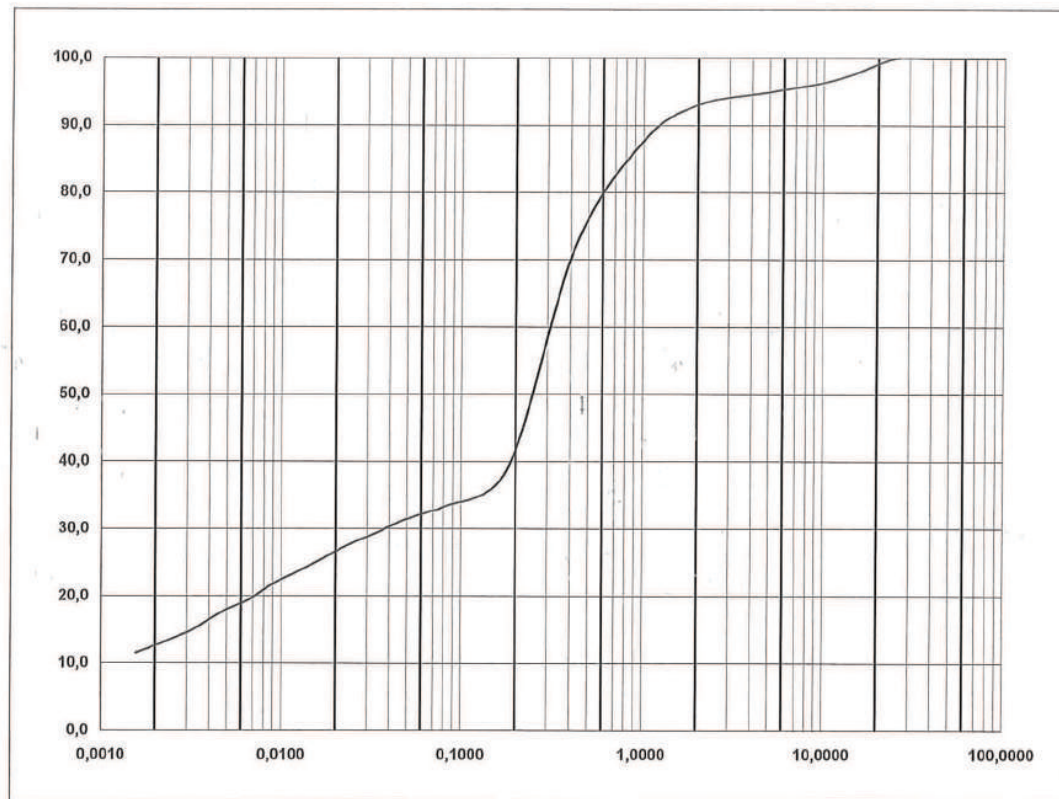
Il Direttore del Laboratorio
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Committente: GAMMA GEOSERVIZI
 Cantiere: PASSERELLA CICLOPEDONALE
 Campione: MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)

ANALISI GRANULOMETRICA
 Diagramma

Riferimento: VA 0069 X del 07/08/2018

Campione: S1										Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m	
argilla	limo			sabbia			ghiaia			ciottoli	
	F	M	G	F	M	G	F	M	G		
	0,002	0,006	0,020	0,06	0,20	0,6	2	6	20	60	



	Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
%	-	7	61	19	13

Lo Sperimentatore
 (Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Riferimento: VA 0069 X del 07/08/2018
 Committente: GAMMA GEOSERVIZI SRL
 Cantiere: PASSERELLA CICLOPEDONALE
 MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)
 Sondaggio: S1

Profondità: 13,00 ÷ 13,50: m

PROVA DI COMPRESSINE NON CONFINATA

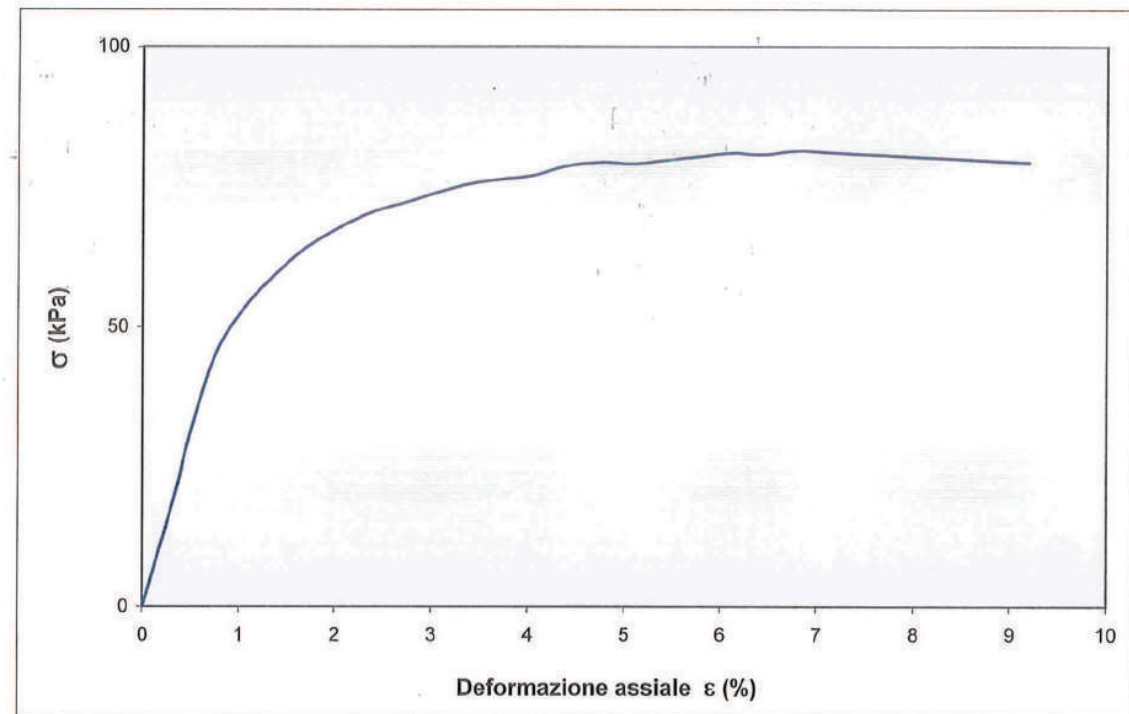
Caratteristiche del provino

Provino	H ₀ mm	A ₀ cm ²	γ _n kN/m ³	γ _d kN/m ³	W ₀ %	W _f %
1	80,00	11,22	16,40	11,90	27,40	27,14

Caratteristiche della fase di rottura

Provino	v mm/min
1	0,5

CURVA SFORZI - DEFORMAZIONI



Lo Sperimentatore
 (Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Riferimento: VA 0069 X del 07/08/2018
 Committente: GAMMA GEOSERVIZI SRL
 Cantiere: PASSERELLA CICLOPEDONALE
 MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)
 Sondaggio: S1

Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

Spont. Vert. mm	Deformaz. ϵ %	Sezione A cm ²	Pressione s kPa
0,000	0,00	11,220	0,00
0,279	0,349	11,259	20,961
0,379	0,474	11,273	29,982
0,600	0,750	11,305	44,848
0,853	1,066	11,341	53,611
1,105	1,381	11,377	59,417
1,358	1,698	11,414	64,133
1,642	2,053	11,455	67,830
1,916	2,395	11,495	70,550
2,184	2,730	11,535	72,216
2,447	3,059	11,574	73,959
2,721	3,401	11,615	75,592
2,979	3,724	11,654	76,369
3,242	4,053	11,694	77,049
3,505	4,381	11,734	78,660
3,795	4,744	11,779	79,380
4,074	5,093	11,822	79,090
4,337	5,421	11,863	79,743
4,605	5,756	11,905	80,384
4,884	6,105	11,950	81,007
5,153	6,441	11,992	80,717
5,432	6,790	12,037	81,413
5,705	7,131	12,082	81,115
5,984	7,480	12,127	80,811
6,253	7,816	12,171	80,517
6,521	8,151	12,216	80,224
6,789	8,486	12,260	79,932
7,068	8,835	12,307	79,627
7,347	9,184	12,355	79,323

SCHEMA DI ROTTURA DEL PROVINO

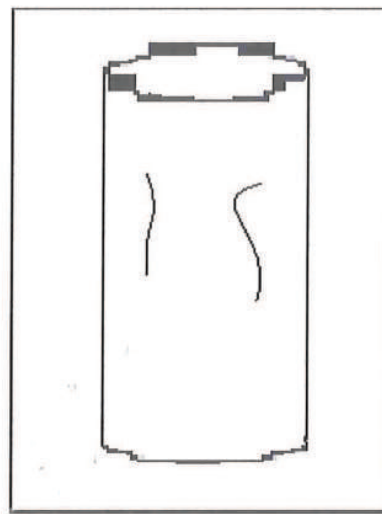


FOTO DEL PROVINO DOPO LA ROTTURA



Lo Sperimentatore
(Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Riferimento: VA 0069 X del 07/08/2018
 Intestatario: GAMMA GEOSERVIZI SRL
 Cantiere: PASSERELLA CICLOPEDONALE
 MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)

Sondaggio: S1
 Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA - DRENATA

Caratteristiche dei provini

Provino	H ₀ mm	A ₀ cm ²	W ₀ %	W _r %	γ_n kN/m ³	γ_d kN/m ³
1	22,00	40,00	47,60	42,33	17,11	11,59
2	22,00	40,00	47,78	39,26	17,55	11,88
3	22,00	40,00	44,60	33,75	17,61	12,18

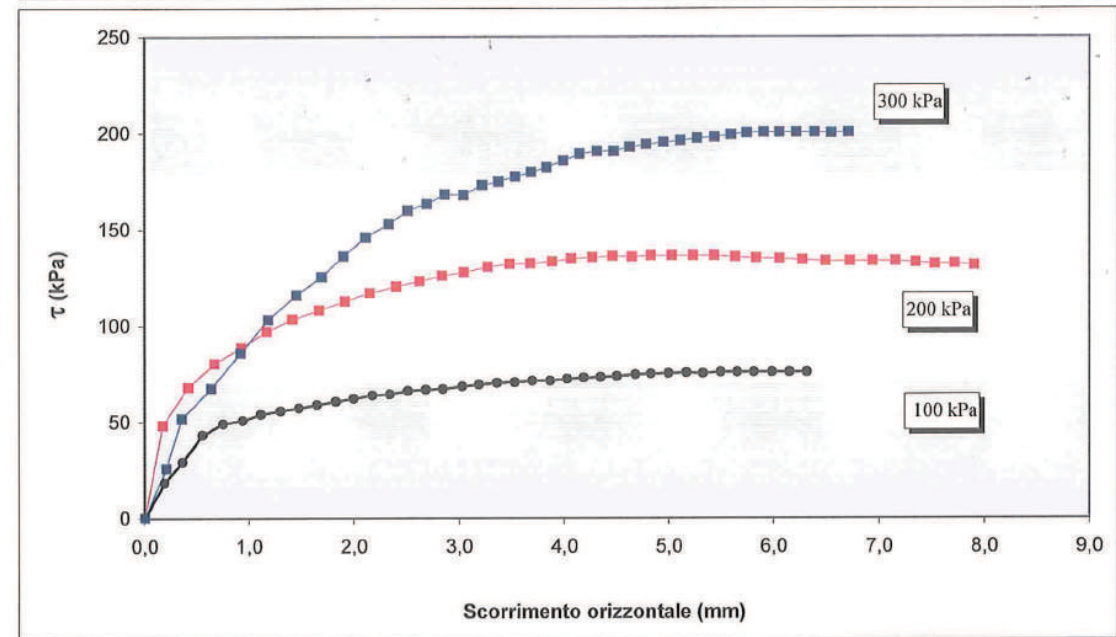
Caratteristiche fasi di consolidazione

Provino	σ kPa	H _c mm	Δt ore
1	100	20,87	24
2	200	19,89	24
3	300	20,34	24

Caratteristiche fasi di rottura

Provino	σ kPa	v mm/min
1	100	0,005
2	200	0,005
3	300	0,005

CURVE SFORZI - DEFORMAZIONI



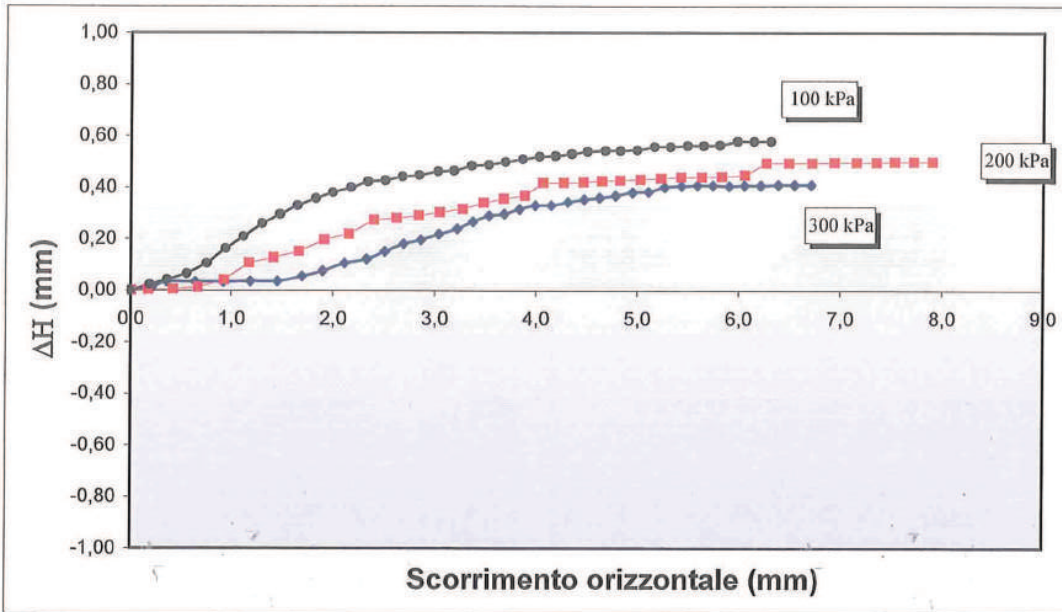
Lo Sperimentatore
(Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Riferimento: VA 0069 X del 07/08/2018
 Intestatario: GAMMA GEOSERVIZI SRL
 Cantiere: PASSERELLA CICLOPEDONALE
 MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)

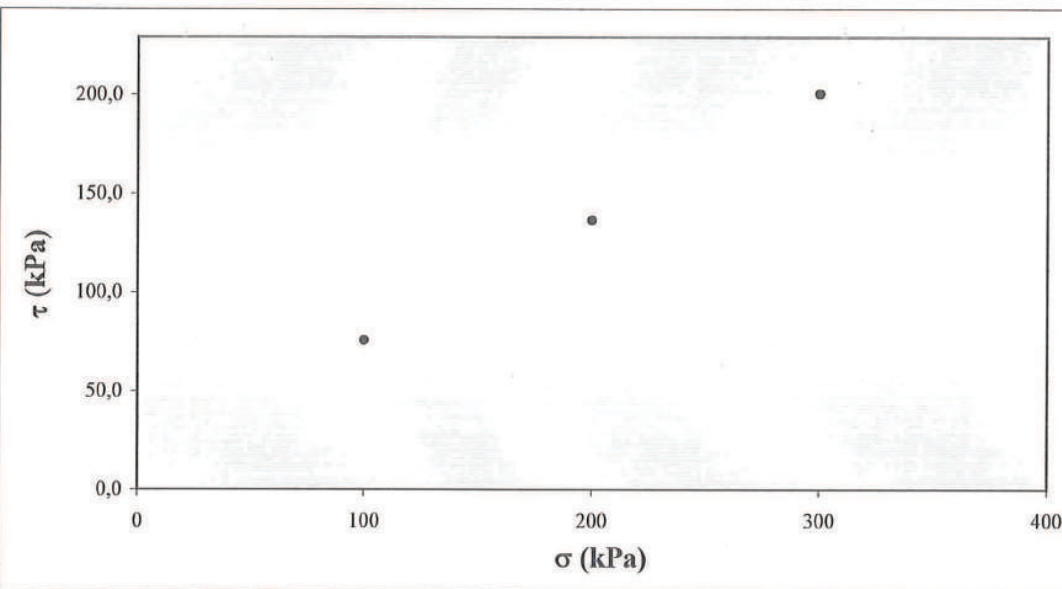
Sondaggio: S1
 Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

CURVE SPOSTAMENTO ORIZZONTALE - SPOSTAMENTO VERTICALE



Scorrimento orizzontale (mm)

DIAGRAMMA $\sigma - \tau$



Lo Sperimentatore
 (Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
 (Dot. Geol. Biancamaria Chiantini)

Riferimento: VA 0069 X del 07/08/2018
 Intestatario: GAMMA GEOSERVIZI SRL
 Cantiere: PASSERELLA CICLOPEDONALE

Sondaggio: S1
 Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

PROVINO 1 PRESSIONE VERTICALE 100 kPa				PROVINO 2 PRESSIONE VERTICALE 200 kPa				PROVINO 3 PRESSIONE VERTICALE 300 kPa			
Spostamento		Carico	Pressione	Spostamento		Carico	Pressione	Spostamento		Carico	Pressione
Verticale mm	Orizzontale mm	N	kPa	Verticale mm	Orizzontale mm	N	kPa	Verticale mm	Orizzontale mm	N	kPa
0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00
0,022	0,193	74,41	18,60	0,003	0,171	193,60	48,40	0,013	0,210	104,00	26,00
0,042	0,367	117,49	29,37	0,005	0,417	272,41	68,10	0,033	0,358	206,81	51,70
0,065	0,558	173,62	43,41	0,013	0,664	321,67	80,42	0,033	0,639	270,14	67,53
0,105	0,756	197,12	49,28	0,040	0,921	354,92	88,73	0,033	0,918	343,89	85,97
0,162	0,942	203,65	50,91	0,107	1,166	388,17	97,04	0,035	1,182	412,83	103,21
0,210	1,116	216,70	54,18	0,127	1,409	414,03	103,51	0,035	1,452	464,13	116,03
0,260	1,302	223,23	55,81	0,152	1,662	432,51	108,13	0,055	1,692	501,80	125,45
0,295	1,476	229,76	57,44	0,197	1,909	450,98	112,75	0,076	1,898	544,29	136,07
0,330	1,649	236,29	59,07	0,219	2,149	468,22	117,06	0,106	2,110	583,57	145,89
0,357	1,830	242,81	60,70	0,274	2,399	481,77	120,44	0,121	2,330	611,62	152,90
0,380	1,999	249,34	62,34	0,281	2,621	492,85	123,21	0,151	2,509	638,88	159,72
0,400	2,178	255,87	63,97	0,291	2,837	503,94	125,99	0,181	2,693	653,31	163,33
0,422	2,344	258,48	64,62	0,303	3,042	511,33	127,83	0,196	2,863	672,55	168,14
0,427	2,515	265,01	66,25	0,316	3,271	522,41	130,60	0,219	3,040	671,74	167,93
0,442	2,684	267,62	66,91	0,341	3,478	528,57	132,14	0,239	3,218	691,78	172,94
0,447	2,847	268,92	67,23	0,356	3,675	529,80	132,45	0,267	3,374	699,00	174,75
0,462	3,031	274,14	68,54	0,368	3,880	533,49	133,37	0,290	3,534	709,42	177,35
0,465	3,189	278,06	69,52	0,418	4,063	539,65	134,91	0,297	3,683	719,04	179,76
0,485	3,363	281,98	70,50	0,418	4,268	542,11	135,53	0,315	3,831	728,66	182,16
0,487	3,532	283,28	70,82	0,420	4,458	544,58	136,15	0,330	3,988	743,09	185,77
0,500	3,698	285,89	71,47	0,425	4,644	543,35	135,84	0,330	4,146	756,71	189,18
0,510	3,867	285,89	71,47	0,428	4,825	545,81	136,45	0,343	4,311	762,32	190,58
0,520	4,030	289,81	72,45	0,430	5,025	545,81	136,45	0,353	4,472	762,32	190,58
0,522	4,189	292,42	73,11	0,435	5,227	545,81	136,45	0,360	4,625	771,14	192,78
0,530	4,350	293,73	73,43	0,440	5,427	545,81	136,45	0,368	4,783	776,75	194,19
0,540	4,506	295,03	73,76	0,440	5,630	543,35	135,84	0,380	4,948	780,76	195,19
0,542	4,683	298,95	74,74	0,443	5,827	540,88	135,22	0,383	5,107	784,77	196,19
0,542	4,831	300,25	75,06	0,448	6,053	539,65	134,91	0,401	5,267	789,58	197,39
0,545	4,998	301,56	75,39	0,495	6,267	537,19	134,30	0,406	5,432	791,98	197,99
0,557	5,169	302,87	75,72	0,495	6,486	534,72	133,68	0,408	5,590	796,79	199,20
0,557	5,327	301,56	75,39	0,495	6,717	534,72	133,68	0,408	5,742	800,80	200,20
0,562	5,496	304,17	76,04	0,497	6,934	534,72	133,68	0,406	5,902	801,60	200,40
0,562	5,655	304,17	76,04	0,497	7,153	534,72	133,68	0,408	6,053	801,60	200,40
0,565	5,813	304,17	76,04	0,497	7,346	532,26	133,07	0,408	6,212	801,60	200,40

Lo Sperimentatore
 (Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio
 (Dot. Geol. Biancamaria Chiantini)

Spett.le **GAMMA GEOSERVIZI**
Via Giusti, 124
58100 GROSSETO (GR)

Prot. n° 1380/0149G-a
Siena,

Allegati: n°2 elaborati

OGGETTO: Prove di Laboratorio sui terreni: Campione di terreno in fustella
Siglato "S1 - Profondità da ml 13,00 a ml 13,50.
Cantiere: Passerella ciclopeditonale - Marina di Castagneto Carducci - Donoratico (LI)

RELAZIONE INTEGRATIVA

Con riferimento al Verbale di Accettazione n° 0069/X del 07-08-2018 e a seguito delle prove di Laboratorio eseguite sul campione di terreno in oggetto, è stato emesso il Certificato n° 0149G/00181 del 31-08-2018 con l'esposizione dei soli risultati ottenuti e senza la loro interpretazione, a norma della Circolare Ministeriale del 08-09-2010 n° 7618/STC.

Si ritiene utile trasmettere l'allegato elaborato relativo alla prova certificata eseguita sul campione in oggetto, da cui risultano i sottoriportati parametri per le prove di Espansione Laterale Libera, Taglio diretto CD e Taglio Residuo:

Allegato: elaborato di n° 1 pagina - Campione "S1" Prof. da ml 13,00 a ml 13,50

Prova di compressione ad Espansione Laterale Libera :

- $\sigma = 81,4$ kPa
- $\varepsilon = 6,10$ %
- $C_u = 40,7$ kPa

Allegato: elaborato di n° 1 pagina - Campione "S1" Prof. da ml 13,00 a ml 13,50

Prova di Taglio CD:

- $C' = 18$ kPa
- $\phi' = 31$ Gradi

Nella fiducia di aver fornito utili indicazioni interpretative, non vincolanti per il Laboratorio, ci è gradito porgere cordiali saluti.

Riferimento: VA 0069 X del 07/08/2018
Committente: GAMMA GEOSERVIZI SRL
Cantiere: PASSERELLA CICLOPEDONALE
MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)
Sondaggio: S1
Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

PROVA DI COMPRESINE NON CONFINATA

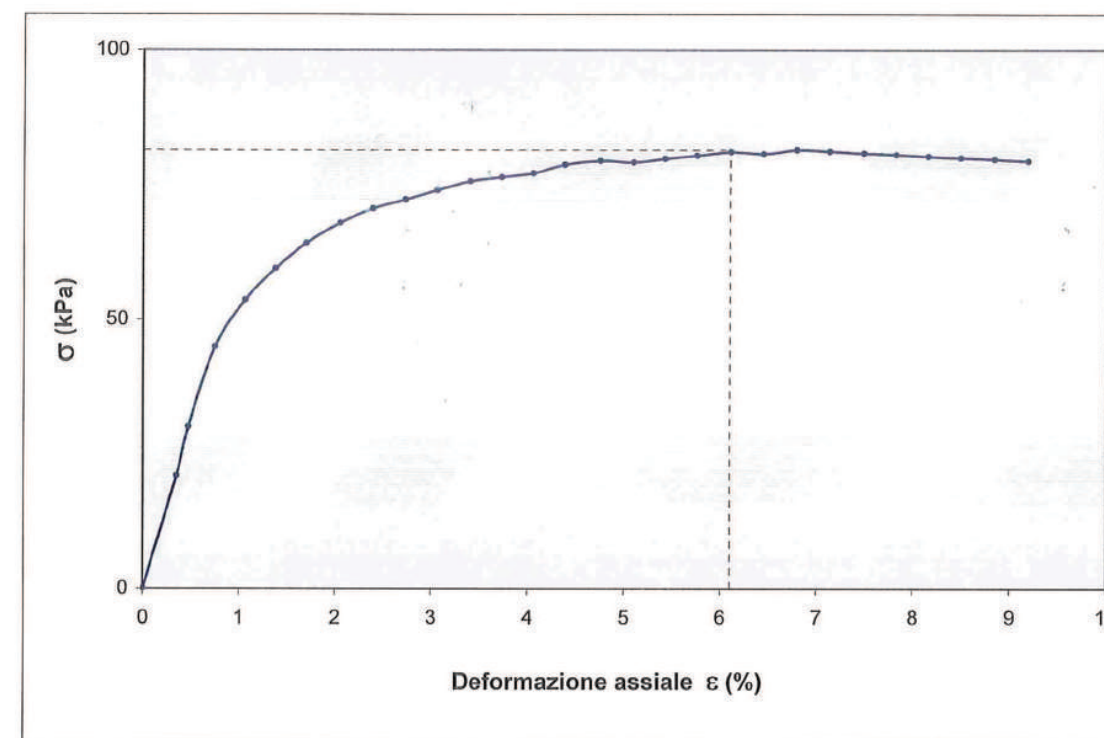
Caratteristiche del provino

Provino	H ₀ mm	A ₀ cm ²	γ_n kN/m ³	γ_d kN/m ³	W ₀ %	W _r %
1	80,00	11,22	16,40	11,90	27,40	27,14

Caratteristiche della fase di rottura

Provino	σ kPa	ε %	v mm/min	c_u kPa
1	81,4	6,10	0,5	40,7

CURVA SFORZI - DEFORMAZIONI



Riferimento: VA 0069 X del 07/08/2018
 Intestatario: GAMMA GEOSERVIZI SRL
 Cantiere: PASSERELLA CICLOPEDONALE
 MARINA DI CASTAGNETO CARDUCCI - DONORATICO (LI)

Sondaggio: S1
 Profondità: 13,00 ÷ 13,50 m

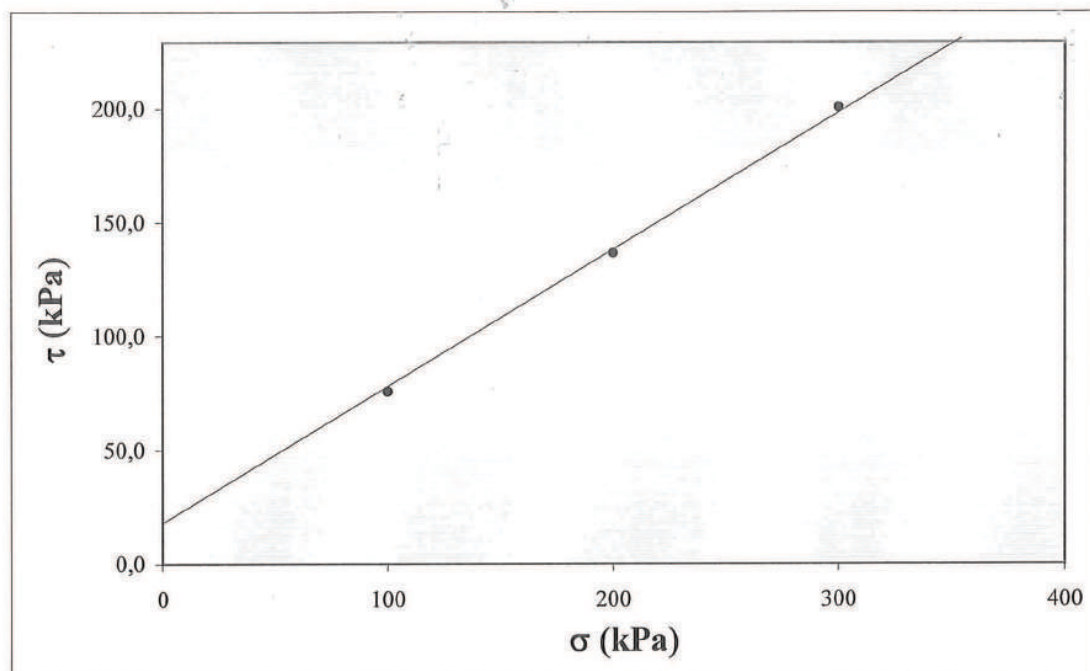
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

Caratteristiche dei provini

Provino	H ₀ mm	A ₀ cm ²	W ₀ %	W _f %	γ _n kN/m ³	γ _d kN/m ³
1	22,00	40,00	47,60	42,33	17,11	11,59
2	22,00	40,00	47,78	39,26	17,55	11,88
3	22,00	40,00	44,60	33,75	17,61	12,18

Caratteristiche fasi di consolidazione e rottura

Provino	σ kPa	H mm	Δt ore	τ kPa	S _h mm	v mm/min
1	100	20,87	24	75,7	5,2	0,005
2	200	19,89	24	136,5	4,5	0,005
3	300	20,34	24	200,4	5,7	0,005



Risultati:

Φ' : 31 Gradi
C' : 18 kPa

Oggetto: Progetto per la realizzazione di una passerella ciclopedonale sul Fosso dei Molini, località Casone, Comune di Castagneto Carducci.

Richiedente: Comune di Castagneto Carducci

Nota integrativa alla documentazione geologica agli atti.

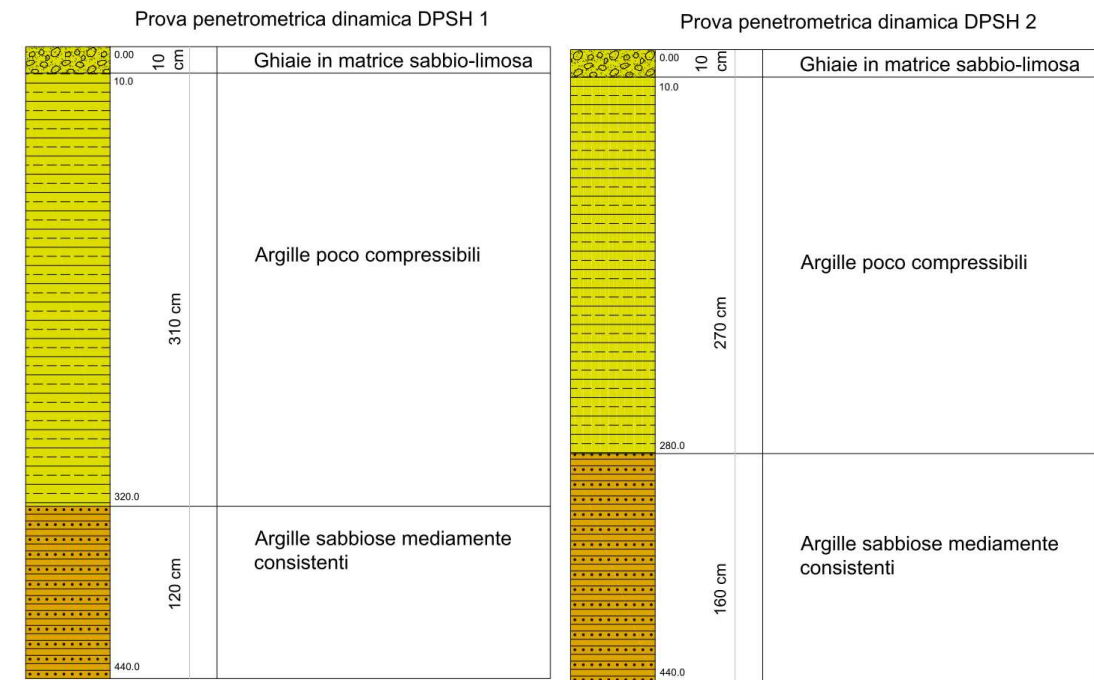
La presente nota tecnica viene redatta quale integrazione spontanea per chiarire l'errata interpretazione stratigrafica associata alle prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH1 e DPSH2) eseguite a partire dalla sommità dei rilevati arginali nei punti d'inserimento delle spalle della passerella pedonale in progetto, come riportata nelle Figure 5 e 6 del Report Tecnico redatto dalla ditta esecutrice, Geologica Toscana s.n.c di Poggibonsi.

Come noto, la modalità esecutiva delle prove DPSH non permette la ricostruzione della sequenza stratigrafica ma fornisce una stima dei parametri geotecnici in base all'elaborazione del numero dei colpi necessari all'infissione delle aste ogni 20 cm di avanzamento, secondo correlazioni proposte da vari autori; l'interpretazione stratigrafica, come largamente riconosciuto nella letteratura scientifica e come anche riportato nel Report Tecnico redatto Geologica Toscana s.n.c di Poggibonsi, deriva dall'indispensabile e preventiva conoscenza geologica del sito in esame.

Dall'osservazione dell'aspetto della porzione sommitale dell'argine caratterizzato da terreni associabili dal punto di vista granulometrico a ghiaie in matrice sabbiosa, tale litologia è stata erroneamente attribuita all'intero volume di terreni costituenti gli argini, per semplice associazione all'orizzonte individuato come costituente gli argini medesimi in base al numero di colpi.

Risulta tuttavia fondamentale ed opportuno constatare che, come consuetudine nella prassi della buona pratica costruttiva, esclusivamente i primi 10/15 cm a partire dalla sommità degli argini sono realizzati con terreni sabbioso-ghiaiosi funzionalmente a realizzare il minimo sottofondo affinché il transito dei mezzi operativi per eseguire i consueti interventi di manutenzione avvenga in sicurezza, mentre il corpo dell'argine è costituito da terreni argillosi poco compressibili, corrispondenti al gruppo A6 della classificazione CNR UNI 10006.

Nelle **Immagini 1 e 2** seguenti si riportano gli schemi delle corrette interpretazioni stratigrafiche delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH1 e DPSH2, da considerarsi in sostituzione di quelle riportate nelle Figure 5 e 6 del Report Tecnico della Geologica Toscana s.n.c di Poggibonsi.



Immagini 1 (sx) e 2 (dx): Corrette interpretazioni stratigrafiche delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti eseguite sugli argini del Fosso dei Molini da considerarsi in sostituzione dei medesimi schemi riportati rispettivamente nelle Figure 5 e 6 del Report Tecnico della Geologica Toscana s.n.c..

Livorno 03-10-2018

Dott. Geol. Carlo Rafanelli
n.1309 Ord. Reg. Toscano

Oggetto: Progetto per la realizzazione di una passerella ciclopedonale sul Fosso dei Molini, località Casone, Comune di Castagneto Carducci.

Richiedente: Comune di Castagneto Carducci

II Nota integrativa alla documentazione geologica agli Atti.

A seguito della variazione di tipologia della struttura fondazionale prevista dal Progetto strutturale a cui la presente nota tecnica si allega, si è reso necessario ed opportuno precisare alcuni aspetti di pertinenza specifica della Relazione geologica già agli Atti.

Il Progetto strutturale e la relativa Relazione geotecnica in esso contenuta non prevedono più per la passerella ciclopedonale in oggetto la realizzazione di fondazioni profonde, su pali, già ipotizzate e richiamate nella Relazione geologica agli Atti, ma una fondazione superficiale impostata sull'estradosso dell'argine.

Trattasi di una platea di fondazione nervata connessa con la passerella in progetto; tale struttura caratterizzata da un'ampia superficie di appoggio distribuisce adeguatamente i carichi sul rilevato arginale.

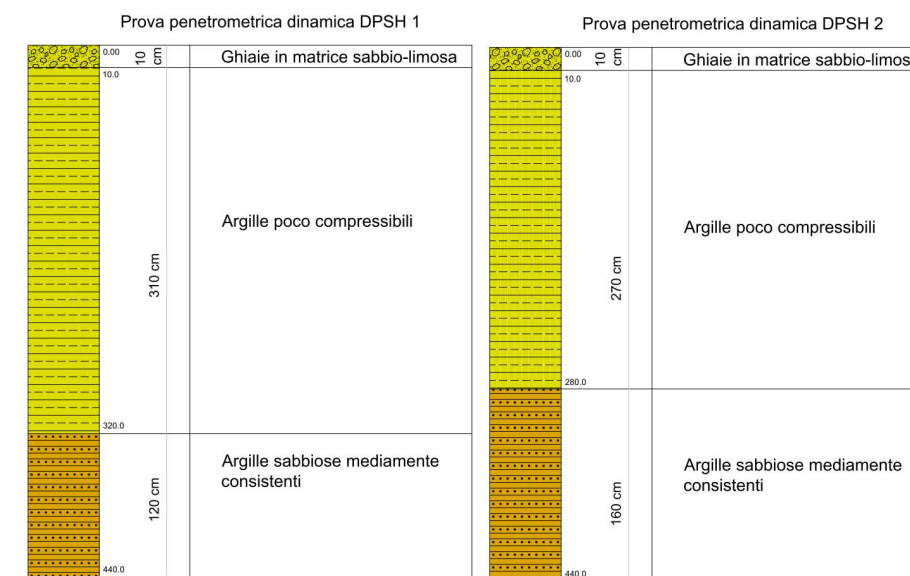
Rispetto alla fondazione profonda su pali si configura un carico maggiormente distribuito con interessamento del rilevato arginale ma si esclude l'attività di realizzazione dei pali stessi che, con qualsiasi metodica si potesse ipotizzare, avrebbe comunque rappresentato "un disturbo" del rilevato medesimo e della sua stabilità difficilmente modellizzabile.

Per quanto sopra ed in relazione alla parametrizzazione geotecnica individuata nella Relazione geologica agli Atti, da ritenersi comunque valida a tutti gli effetti, si ritiene la nuova soluzione fondazionale migliorativa, non tanto per l'aspetto del carico indotto ai terreni interessati quanto per il minore impatto che la realizzazione della medesima comporterà per il rilevato arginale.

A tale proposito preme ricordare come in sede di campagna geognostica sia stata eseguita la caratterizzazione degli argini minima necessaria per poter eventualmente supportare anche una fondazione di tipo superficiale nella parametrizzazione riportata nella Relazione geologica.

Di seguito, per mera praticità di consultazione, si ripropone l'interpretazione stratigrafica associata alle prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH1 e DPSH2) eseguite a partire dalla sommità dei rilevati arginali nei punti d'inserimento delle spalle della passerella pedonale in progetto.

Nelle **Immagini 1 e 2** seguenti si riportano gli schemi delle interpretazioni stratigrafiche delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH1 e DPSH2 eseguite dalla Geologica Toscana s.n.c di Poggibonsi ed interpretate nella stratigrafia definitivamente proposta dal sottoscritto.



Immagini 1 (sx) e 2 (dx): Corrette interpretazioni stratigrafiche delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti eseguite sugli argini del Fosso dei Molini da considerarsi in sostituzione dei medesimi schemi riportati rispettivamente nelle Figure 5 e 6 del Report Tecnico della Geologica Toscana s.n.c..

Ancora una volta per mera praticità di consultazione, si riporta altresì il *modello stratigrafico e caratterizzazione geotecnica* ricavati dalle prove eseguite, con i parametri geotecnici corrispondenti ai valori caratteristici per ciascun orizzonte individuato, per la destra e per la sinistra idraulica.

Sponda in destra idraulica (Sondaggio S1, DPSH1, CTP3/DPSH3)

Da p.c. a - 3,20 m da p.c.: rilevato arginale (**ORIZZONTE ZERO**);
 $\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 30^\circ$ $c_u = 0,40 \text{ kg/cm}^2$;

da -3,20 m a -6,40 m da p.c.: argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti (**ORIZZONTE 1**);
 $\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 25^\circ$ $c_u = 0,30 \text{ kg/cm}^2$;

da -6,40 m a -9,70 m da p.c.: argille e argille limose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro (**ORIZZONTE 2**);
 $\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 21^\circ$ $c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;

da -9,70 m a -13,90 m da p.c.: sabbie da fini a grossolane di colore variabile da grigio chiaro a grigio scuro con livelli sabbio-argillosi random (**ORIZZONTE 3**);
 $\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 32^\circ$;

da -13,90 m a -19,30 m da p.c.: argille mediamente consistenti di colore grigio-bluastro con resti fossili (**ORIZZONTE 4**);
 $\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 31^\circ$ $c' = 0,18 \text{ kg/cm}^2$ $c_u = 0,41 \text{ kg/cm}^2$;

da -19,30 m a -20,70 m da p.c.: argille debolmente sabbiose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro con fossili (**ORIZZONTE 5**);

da -20,70 m a -21,70 m da p.c.: sabbie in variabile matrice limo-argillosa da grigio piombo a grigio chiaro con fossili (**ORIZZONTE 6**);

da -21,70 m a -23,20 m da p.c.: argille limose grigio verdi molto consistenti con abbondanti resti fossili (**ORIZZONTE 7**).

Sponda in sinistra idraulica (Sondaggio S2, DPSH2)

Da p.c. a - 2,80 m da p.c.: rilevato arginale (**ORIZZONTE ZERO**);
 $\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 30^\circ$ $c_u = 0,40 \text{ kg/cm}^2$;

da -2,80 m a -5,60 m da p.c.: argille sabbiose o argille limose color nocciola mediamente consistenti (**ORIZZONTE 1**);
 $\gamma = 1850 - 1950 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 25^\circ$ $c_u = 0,30 \text{ kg/cm}^2$;

da -5,60 m a -8,00 m da p.c.: argille e argille sabbiose mediamente consistenti color grigio scuro (**ORIZZONTE 2**);
 $\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 21^\circ$ $c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;

da -8,00 m a -10,80 m da p.c.: argille sabbiose e sabbie argillose mediamente consistenti color grigio nocciola (**ORIZZONTE 2A**);
 $\gamma = 1800 - 1900 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 27^\circ$ $c_u = 0,20 \text{ kg/cm}^2$;

da -10,80 m a -13,20 m da p.c.: sabbie da fini a grossolane di colore variabile da grigio chiaro a grigio scuro con livelli sabbio-argillosi random (**ORIZZONTE 3**);
 $\gamma = 1900 - 2000 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 32^\circ$;

da -13,20 m a -19,00 m da p.c.: argille mediamente consistenti di colore grigio-bluastro con resti fossili (**ORIZZONTE 4**);
 $\gamma = 1750 - 1850 \text{ kg/m}^3$ $\varphi' = 31^\circ$ $c' = 0,18 \text{ kg/cm}^2$ $c_u = 0,41 \text{ kg/cm}^2$;

da -19,00 m a -20,80 m da p.c.: argille debolmente sabbiose da poco a mediamente consistenti color grigio scuro con fossili (**ORIZZONTE 5**);

da -20,80 m a -21,70 m da p.c.: sabbie in variabile matrice limo-argillosa da grigio piombo a grigio chiaro con fossili (**ORIZZONTE 6**);

da -21,70 m a -22,80 m da p.c.: argille limose grigio verdi molto consistenti con abbondanti resti fossili (**ORIZZONTE 7**).

Livorno 03-12-2018

Dott. Geol. Carlo Rafanelli
n.1309 Ord. Reg. Toscano