



**CITTA' DI CHIOGGIA**

Città Metropolitana di VENEZIA

Settore  
**LAVORI PUBBLICI**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**CUP: I91B15000700001**

**CODICE INTERVENTO: ST23**

**PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELL'ISOLA DELL' UNIONE - CHIOGGIA  
I° STRALCIO - PARCHEGGIO SCAMBIATORE  
STRUTTURE IN OPERA**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

DIRIGENTE LL.PP.:

**ing. STEFANO PENZO**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

**ing. LUCIO NAPETTI**

COLLABORATORE TECNICO:

**geom. DANIELE BERGO**

COLLABORATORE GRAFICO:

**CRISTINA FOGO**

PROGETTAZIONE GENERALE:

**ing. DAVIDE FERRO**  
c/o IPT srl via Uruguay 20 - PADOVA

RILIEVI TOPOGRAFICI:

**geom. STEFANO FERRO**  
via Emilio Lussu 24 - Ponte San Nicolò (PD)

PROGETTAZIONE AMBIENTALE E PAESAGGISTICA:

**arch. ELENA GOMIERO**  
via Vescovo Rorio 10 - Cervarese Santa Croce (PD)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI  
PROGETTAZIONE:

**geom. ELISA BARBIERI**  
riviera Naviglio 30 - Vigonovo (VE)

ELABORATO N°:

**REL.S.00**

SCALA:

DATA:

**GENNAIO 2018**

REVISIONI:

File: **1701/018**

REGIONE VENETO      PROVINCIA DI VENEZIA  
**COMUNE DI CHIOGGIA**

Progetto di riqualificazione dell'Isola dell'Unione – Chioggia  
I° Stralcio – Parcheggio scambiatore

**RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE  
GEOTECNICA**

<i>Intestatario del progetto</i>	<b>Comune di Chioggia</b>
<i>Ubicazione</i>	<b>Isola dell'Unione Chioggia (VE)</b>
<i>Data</i>	<b>26 Giugno 2017</b>

Dott. Geol. Francesco Morbin



Rif. ID Commessa: C3860 – geot

## SOMMARIO

PREMESSA.....	3
INQUADRAMENTO DELL'AREA .....	4
Inquadramento geologico.....	5
Inquadramento geomorfologico.....	6
Inquadramento idrografico e idrogeologico.....	8
Inquadramento geolitologico .....	10
INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO .....	12
Sondaggi Geotecnici .....	13
Immagine satellitare con ubicazione Indagini .....	14
Planimetria di progetto .....	15
Ricostruzione Stratigrafica .....	16
Prefori.....	17
INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA .....	20
CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	23
Azione sismica.....	23
VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE .....	26
CONSIDERAZIONI AI FINI PROGETTUALI.....	29
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA .....	30

## Allegati:

Allegato 1: Prove penetrometriche statiche CPT

Allegato 2: Report prova sismica a stazione singola

Allegato 3: Verifica della suscettibilità alla liquefazione

## PREMESSA

Per incarico del Committente è stata eseguita un'indagine geologica e una caratterizzazione geotecnica preliminare al fine di determinare le caratteristiche dei terreni ricadenti nell'area sulla quale è prevista la costruzione di un parcheggio scambiatore all'interno del progetto di riqualificazione dell'Isola dell'Unione, nel Comune di Chioggia (VE).

L'indagine è stata effettuata allo scopo di definire il modello geologico del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri litostratigrafici, idrogeologici, geomorfologici e strutturali dell'area evidenziando, qualora presenti, gli elementi di pericolosità geologica del territorio.

Le indagini geognostiche in sito si sono svolte con le seguenti modalità:

- esecuzione di n° 3 prove penetrometriche statiche (CPT) che hanno raggiunto la profondità di 20 m dal p.c.; allo scopo è stato utilizzato un Penetrometro Statico da 20 T PAGANI modello TG73-200 gommato montato su camion, attrezzato con punta meccanica tipo Begeman;
- esecuzione di n° 3 prefori (P1, P2 e P3) eseguiti con perforatrice idraulica a profondità compresa tra -1,50 m e -2,00 m da p.c.
- esecuzione di una prova sismica a stazione singola con tromino (T1)
- rilievo della falda freatica.

L'elaborazione delle informazioni ricavate dalle indagini permette di fornire:

- la caratterizzazione ai fini geotecnici e sismici della serie litostratigrafica;
- la verifica del rischio di liquefazione dei terreni.

Il lavoro è stato svolto secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia:

- D.M. 14.01.08 – NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.
- Circ. Min. LL.PP. 2 febbraio 2009, n. 617 - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE "NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" DI CUI AL D.M. 14 GENNAIO 2008.
- ORDINANZA n° 3274 del 20.03.03 – PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA.
- ORDINANZA DEL P.C.M. 28 APRILE 2006 N. 3519 – CRITERI GENERALI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE SISMICHE E PER LA FORMAZIONE E L'AGGIORNAMENTO DEGLI ELENCHI DELLE MEDESIME ZONE.
- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA DELLA REGIONE VENETO N. 96/CR DEL 7 AGOSTO 2006 – PROPOSTA DI ADOZIONE DEL PROVVEDIMENTO DI CUI ALLA SUDETTA O.P.C.M. N. 3519/06.

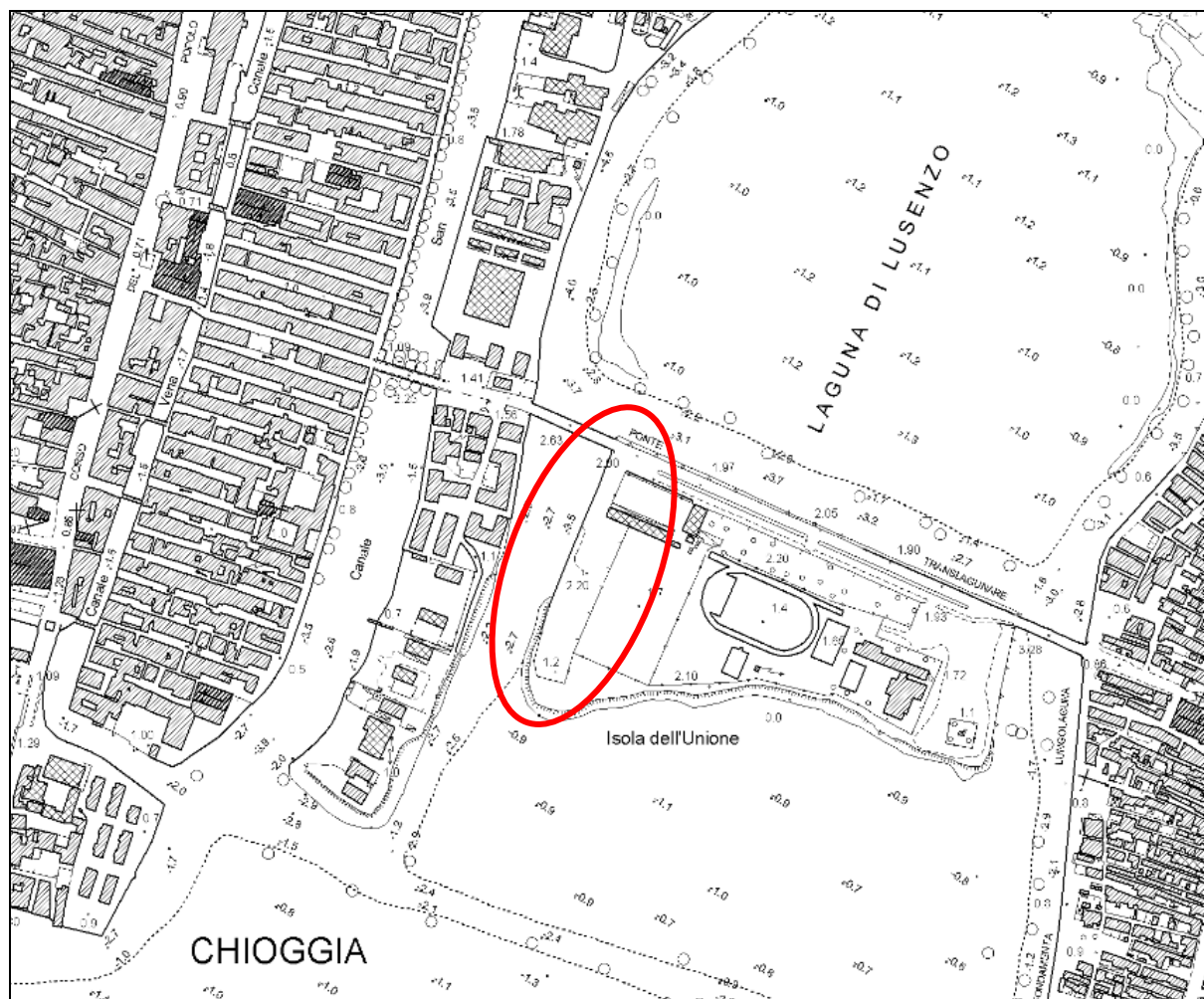
## INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il comune di Chioggia si inserisce in quel tratto di territorio Veneto che va dalla foce del Fiume Po alla zona meridionale della Laguna Veneta e comprende i territori più vicini alla linea di costa. In particolare il sito in esame si colloca nell'Isola dell'Unione, posta nella Laguna di Lusenzo.

### Estratto CTR

Elemento 148160 – Chioggia

Scala originale 1:10000

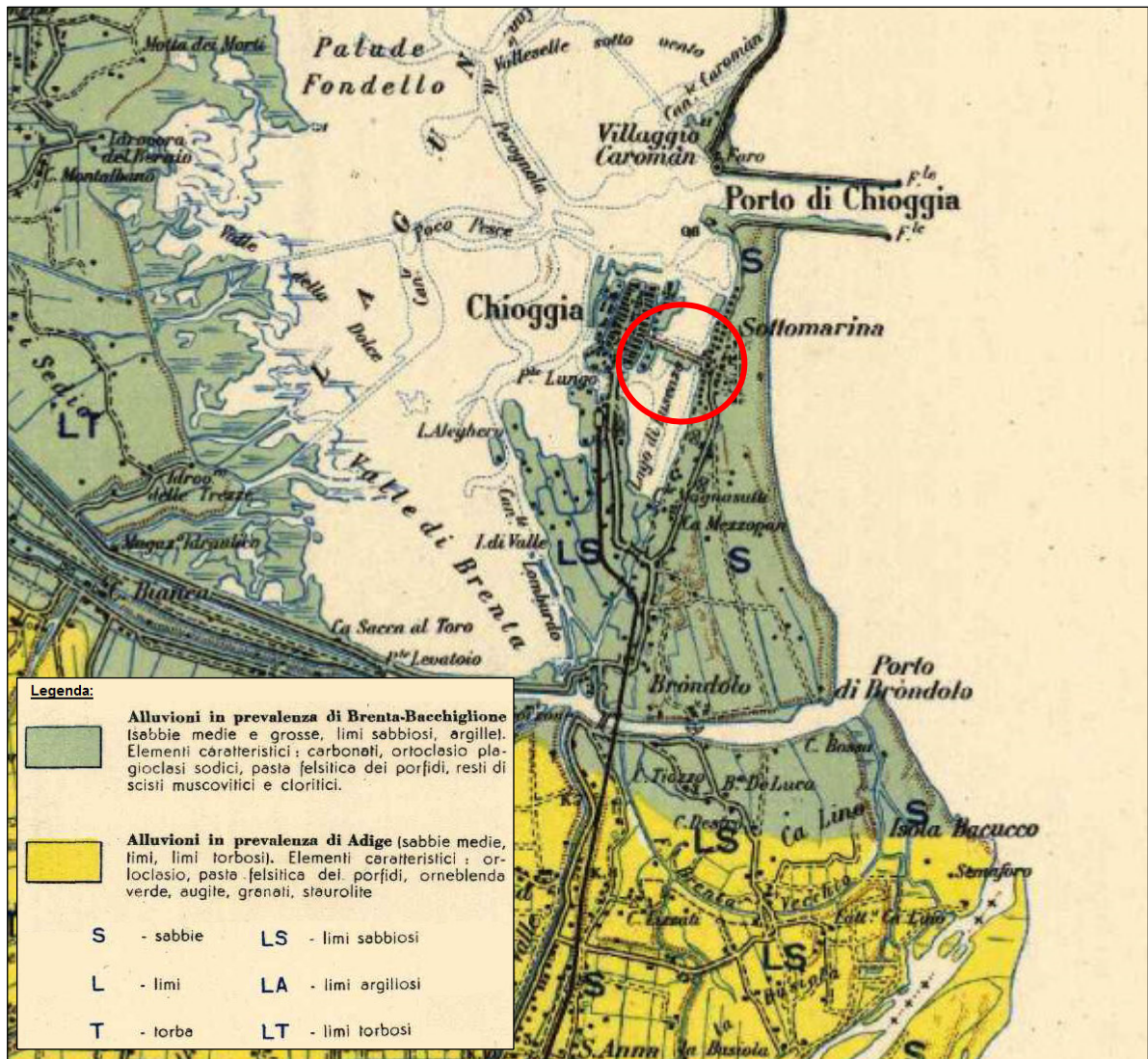




### Inquadramento geologico

La pianura veneziana occupa una fascia che si estende per una lunghezza considerevole a ridosso della costa adriatica veneta.

La morfologia di questa pianura è legata molto all'evoluzione della Laguna di Venezia e dei litorali; il settore più interno invece presenta tutti gli aspetti di una pianura alluvionale derivata dall'interazione tra i numerosi corsi d'acqua alpini che la solcano ed i fiumi di risorgiva.



Estratto Carta Geologica dal Foglio 65 – Adria

La Pianura Veneta si è formata in tempi geologicamente recenti, dalla deposizione di materiali prevalentemente detritici di origine fluviale e fluvio-glaciale. L'assetto geologico dell'area è principalmente il risultato dell'azione combinata del trasporto e deposizione operati, in epoca quaternaria, dai corsi d'acqua prealpini che scorrevano in questa zona (in particolare il fiume Brenta). Il sottosuolo è composto da depositi alluvionali di granulometria

variabile, la cui composizione varia e si differenzia abbastanza rapidamente procedendo verso est.

Nell'*alta pianura*, a ridosso dei rilievi prealpini, dove i fiumi sboccano dai bacini montani, il sottosuolo è costituito da alluvioni ghiaiose e ghiaioso sabbiose di origine fluviale e fluvio-glaciale praticamente indifferenziate fino al substrato roccioso.

La zona di media pianura corrisponde alla zona di transizione in cui il complesso indifferenziato delle ghiaie dell'Alta Pianura si diversifica interdigitandosi entro orizzonti limoso argillosi propri della Bassa Pianura. Questa transizione litologica avviene con una certa gradualità attraverso una progressiva diminuzione della frazione grossolana e generando quella complessa struttura multistrato che contraddistingue l'intera pianura verso sud.

Infine la *bassa pianura*, una fascia di 10-20 km di larghezza a ridosso della costa adriatica entro la quale si colloca il sito d'intervento, appare caratterizzata da alternanze di spessi orizzonti limoso-argillosi con livelli sabbiosi di potenza limitata e generalmente a granulometria fine, di origine prevalentemente marina.

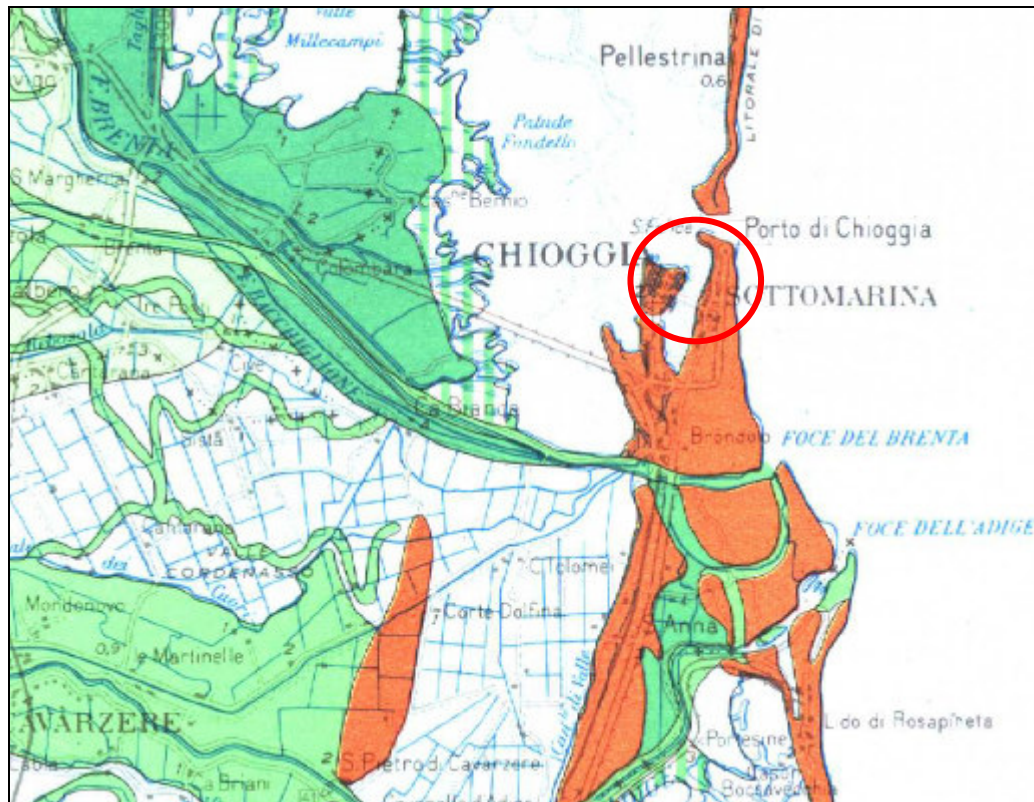
I depositi fluviali che caratterizzano il sottosuolo sono prevalentemente derivati da ambienti deposizionali di bassa energia. La granulometria dei depositi può variare rapidamente in senso laterale ed in profondità in conseguenza dell'interdigitazione dei depositi a prevalente composizione sabbiosa o argillosa, derivanti dall'interazione fra ambienti tipicamente fluviali con ambienti palustri dove avveniva la lenta deposizione di sedimenti fini. Il sottosuolo presenta una predominanza di termini argillosi e limosi, localmente intervallati da spessori rilevanti di sedimenti di tipo sabbioso.

### **Inquadramento geomorfologico**

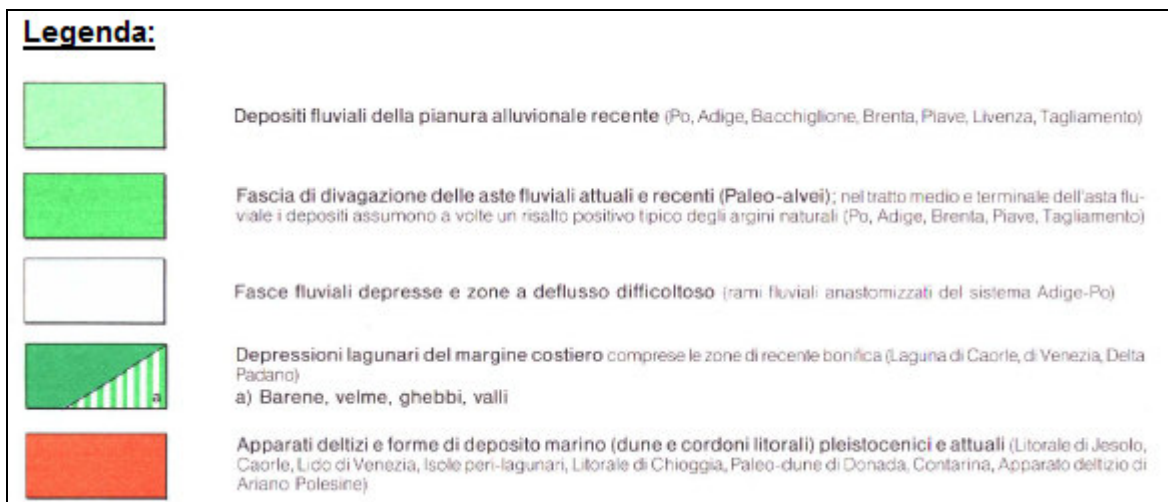
Le forme che più caratterizzano il territorio della bassa Pianura Veneta sono i numerosi dossi fluviali che si dirigono verso il margine interno della Laguna di Venezia. Questi hanno un rilievo di 2-3 m, rispetto alla pianura circostante, ampiezza generalmente compresa fra poche centinaia di m e 1 km ed estensione in senso longitudinale fino a decine di chilometri.

L'ambito locale ricade nella pianura costiera e lagunare, caratterizzata da dune, aree bonificate ed isolate e solo marginalmente alla bassa pianura recente.

La Pianura costiera è suddivisa in due grandi sistemi: i cordoni dunali e le aree lagunari bonificate. Nei cordoni l'origine dei sedimenti sabbiosi è marina, mentre nelle aree lagunari prevalgono i sedimenti limosi di origine fluviale.



Estratto Carta Geomorfologica della Regione Veneto



Nell'area lagunare si rinvencono numerose testimonianze del dinamismo geomorfologico dell'area, costituite da zone sommerse durante le alte maree e dalle aree costantemente sommerse e soggette all'azione erosiva, di trasporto e deposizionali dei flussi sottomarini, in particolare si distinguono le seguenti formazioni:

- Le barene, estensioni tabulari ricoperte di vegetazione e periodicamente sommerse da movimenti di marea.



- I ghebi, canali tortuosi, meandri formi e poco profondi che solcano le barene.
- I chiari, stagni d'acqua salmastra interni alle barene che spesso costituiscono la parte finale dei ghebi.
- Le velme, parte dei bassifondi che possono emergere in occasione delle basse maree.

### **Inquadramento idrografico e idrogeologico**

La costituzione litostratigrafica del sottosuolo della Pianura Veneta determina l'esistenza di differenti situazioni idrogeologiche.

Il materasso ghiaioso grossolano nella zona pedemontana è sede di un acquifero freatico indifferenziato. Il passaggio tra l'*alta* e la *media* pianura avviene in modo graduale attraverso una zona di transizione che coincide arealmente con la fascia di restituzione dei fontanili, o "*zona delle risorgive*", in corrispondenza della quale la falda freatica del sistema indifferenziato affiora spontaneamente nei punti più depressi. La superficie freatica è libera in corrispondenza delle zone più permeabili, nella restante parte del territorio essa presenta una più o meno accentuata pressione, e quindi risalienza, soprattutto dove la litologia di superficie è prevalentemente argillosa.

I due sistemi sono strettamente collegati tra loro e la fascia delle ghiaie dell'alta pianura rappresenta l'area di ricarica dell'intero sistema idrogeologico.

L'idrogeologia del territorio in esame, ricadente essenzialmente nel settore orientale della provincia di Venezia, dove le principali falde acquifere sono contenute in depositi pleistocenici, appartenenti alle vaste conoidi alluvionali prevalentemente del fiume Po, Brenta ed Adige, ed in facies marina.

Questi depositi presentano un'alternanza di livelli metrici prevalentemente sabbiosi e limosi, contenenti acquiferi principali di spessore variabile da 20 a 40 m confinati al tetto ed al letto da sedimenti argillosi.

L'assetto idrogeologico si può schematizzare come un sistema multifalde, in cui la falda superficiale è di tipo freatico avente una superficie oscillante tra - 0,50 e - 4 m dal piano campagna locale, mentre nelle zone bonificate è regimata da sistemi ad idrovora, con al di sotto una successione di falde in pressione confinate al tetto ed al letto da sedimenti impermeabili.

Gli orizzonti sabbiosi sono a varia composizione granulometrica e per questo motivo la permeabilità laterale ne è condizionata e di conseguenza anche la produttività. Non sono presenti materiali ghiaiosi neppure in banchi di piccolo spessore, mentre è diffusa la presenza di torba anche in orizzonti ben definiti.



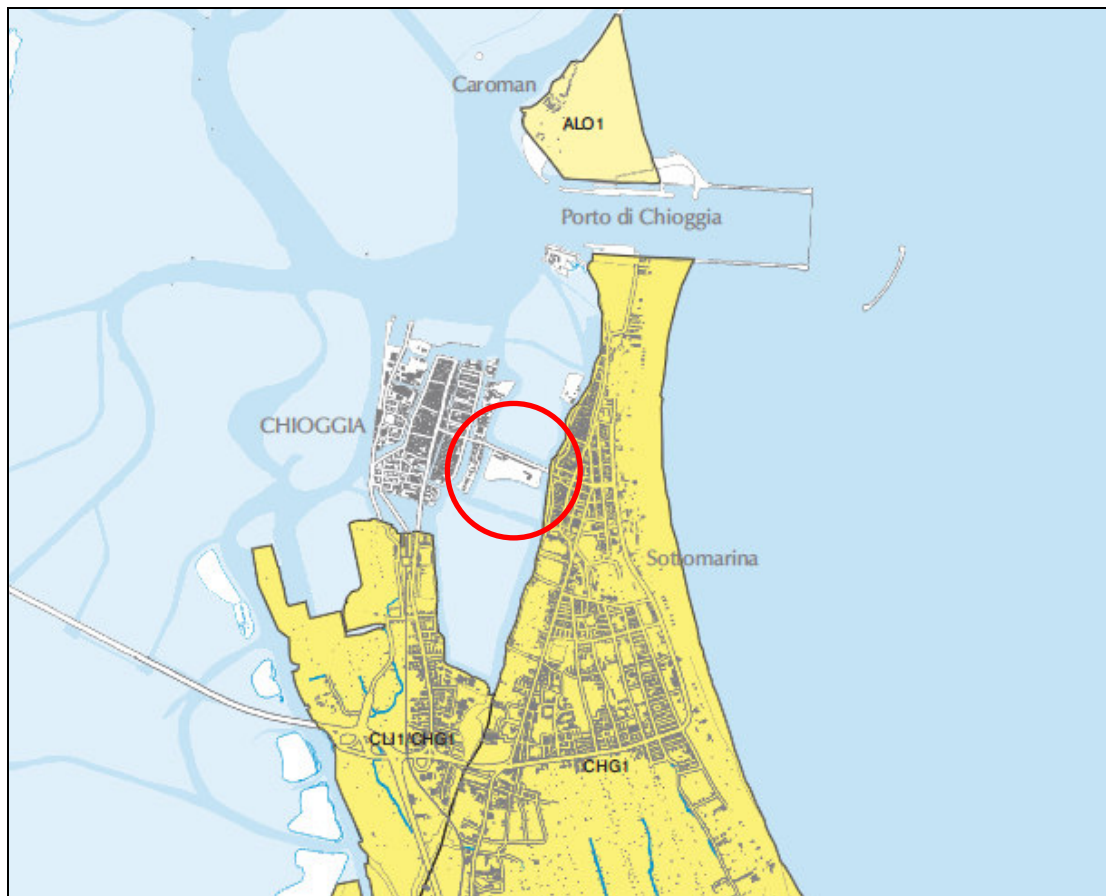
*Estratto dalla Carta Idrogeologica della Regione Veneto*

Nello specifico, la falda freatica – semiartesia, contenuta nei primi 50 m di sottosuolo ed estremamente eterogenea, non è correlabile lateralmente a causa dell'alta variabilità litologica e dagli sviluppi lentiformi. Al di sotto di questo sono presenti sei acquiferi confinati. Il primo acquifero, rappresenta un orizzonte non ben delineato che si trova tra 50 e 70 m di profondità, poco potente (15 – 20 m) e di spessore costante. Il secondo acquifero presenta profondità comprese tra 70 e 110 m e più a Nord, costituisce probabilmente un'unica falda con il precedente dal quale si differenzia completamente verso Sud – Est, ha in genere una potenza di 25 m e si assottiglia verso Sud. Il terzo acquifero è composto da più livelli produttivi, tra 115 e 150 m di profondità, che sono stati raggruppati in un'unica unità idrogeologica per analogia con la situazione veneziana. In corrispondenza della costa e verso Sud tende ad unirsi con l'acquifero sottostante andando a formare una sola falda di spessore notevole (35 – 45 m). Il quarto acquifero è la falda più importante, è il più produttivo e quindi più sfruttato, è compreso tra 155 e 200 m di profondità. Il quinto acquifero è ben delineato solamente nella parte centro – settentrionale dell'area, tra 215 e 230 m con uno



spessore di circa 25 – 30 m. Al di sotto esisterebbe un sesto acquifero che a causa della scarsità di dati disponibili è poco noto.

### Inquadramento geolitologico

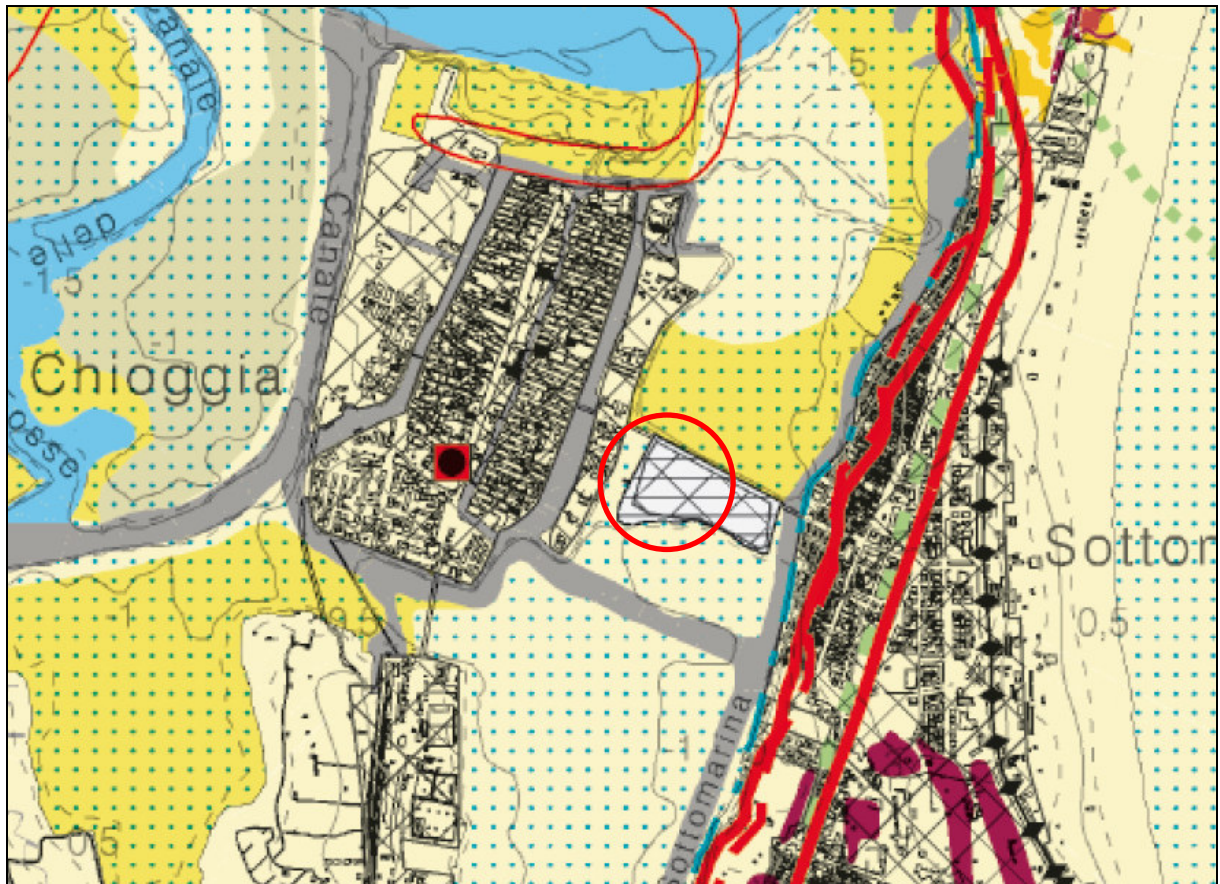
Al fine di definire con maggior dettaglio le caratteristiche geolitologiche dell'area in esame viene di seguito ripresa alcuna documentazione cartografica estratta da studi che interessano direttamente il territorio provinciale di Venezia, con particolare riferimento allo studio denominato “Carta dei suoli della Provincia di Venezia”.



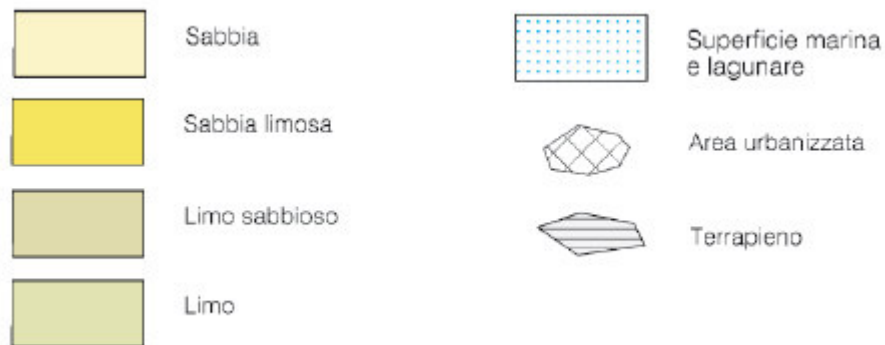
Estratto dalla Carta dei Suoli della Provincia di Venezia

Legenda:	
	D2.1 - Sistemi di dune, spesso spianate dall'attività antropica, costituiti prevalentemente da sabbie. Unità Cartografiche: CVL1-JES1, CHG1, CU1/CHG1
	D2.3 - Sistemi di dune rilevate, costituiti da sabbie. Unità Cartografiche: AL01

Il suolo dell'area in esame appartiene ad un'area completamente artificiale e quindi non classificata nella carta dei Suoli.



*Estratto dalla Carta Geomorfologica della Provincia di Venezia*



Dall'osservazione della Carta Geomorfologica della Provincia di Venezia si desume che il sito si pone in una zona antropica all'interno della laguna, tra Chioggia e Sottomarina.



## INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

### Prova Penetrometrica Statica (C.P.T.)

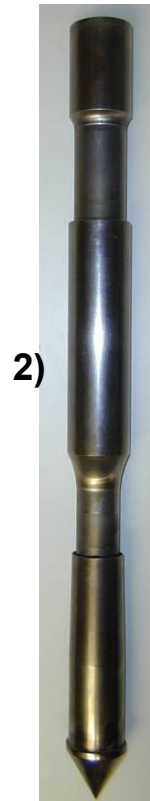
La prova C.P.T. consiste nell'infiggere nel terreno, ad una velocità costante pari a 2 cm/s, una punta conica standard (Tipo Begeman) **1)** sormontata da un manicotto di attrito laterale **2)**

La spinta necessaria viene trasmessa alla punta da un gruppo a pistoni idraulici che sviluppa una forza massima di 20 t, mediante una batteria di tubi ed aste.

Ogni 20 cm di avanzamento vengono misurati, mediante cella di carico a trasduzione digitale, i seguenti valori:

$R_p$  resistenza di punta espressa in  $\text{Kg/cm}^2$

$R_t$  resistenza totale (resistenza di punta e resistenza laterale) espressa in  $\text{Kg/cm}^2$



**2)**

**1)**

L'elaborazione di questi dati permette di individuare la sequenza stratigrafica dei terreni attraversati e grazie a formule empiriche e correlazioni grafiche (Schmertmann) si possono ottenere con sufficiente attendibilità i parametri geotecnici necessari alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

A causa della distanza intercorrente fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale viene correlata, in fase di elaborazione con la corrispondente profondità di rilievo della  $R_p$ . L'intervallo di lettura può comportare talvolta, nel caso di terreni aventi stratificazione inferiore a 20 cm, la mancata individuazione di orizzonti potenzialmente rilevanti.



### **Sondaggi Geotecnici**

Al fine di realizzare il preforo per la successiva esecuzione della prova penetrometrica statica (CPT) è stata impiegata una perforatrice idraulica, con la quale è stato possibile ricostruire la situazione stratigrafica dei primi metri di sottosuolo all'interno dell'area in esame.

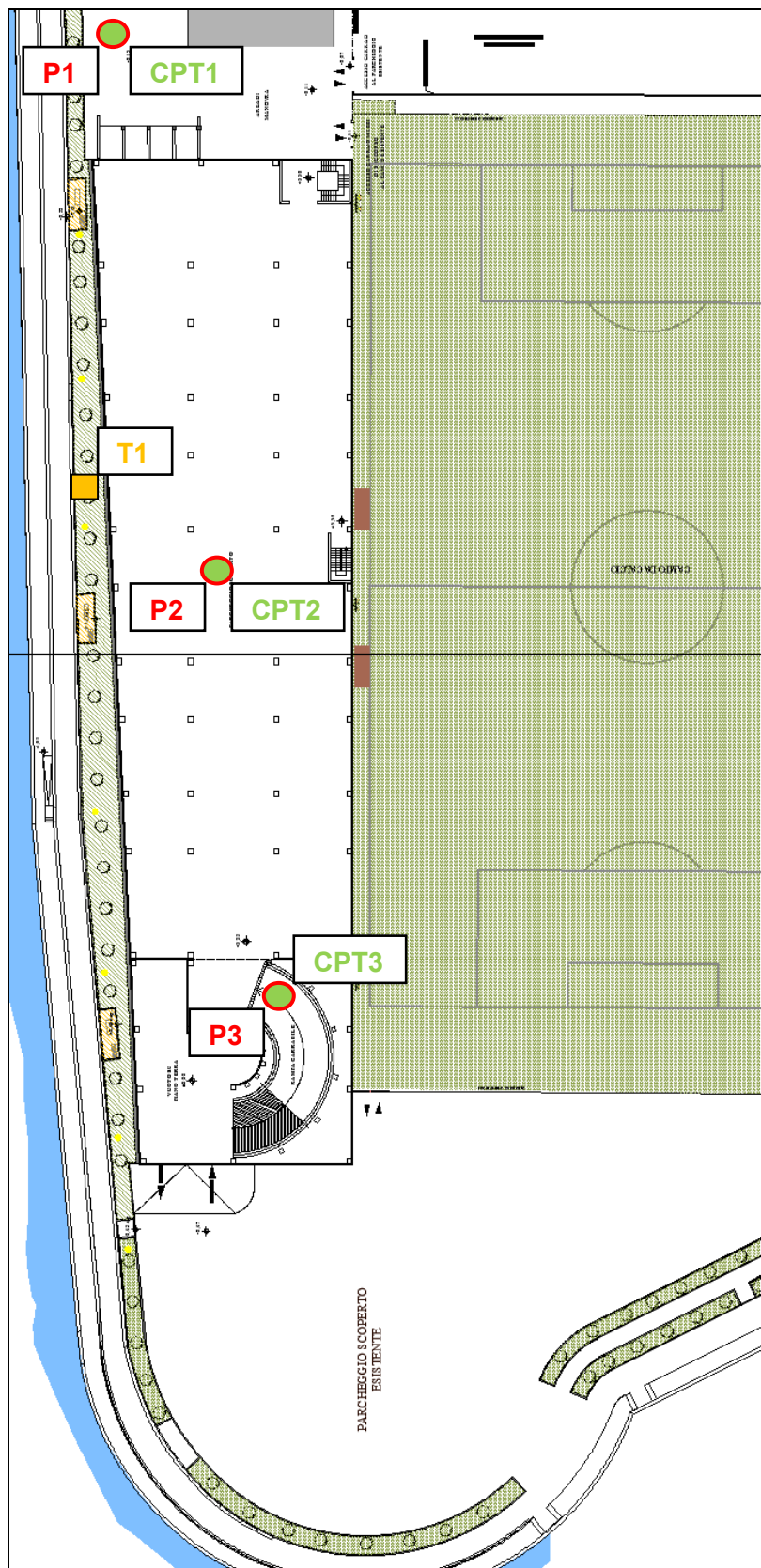
I prefori sono stati eseguiti dalla ditta Ecosonda s.a.s., con una perforatrice idraulica a rotazione cingolata COMACCHIO MC 450 P, le cui caratteristiche tecniche sono riassunte di seguito:

<b>ALLESTIMENTO COMACCHIO MC 450 P</b>		
Sottocarro cingolato allargabile, azionato da 2 motori idraulici con riduttori.		
CARATTERISTICHE TECNICHE		
TESTA DI ROTAZIONE COPPIA	Coppia max. 820/80 daNm a giri max. 48/500 min.	
DATI TECNICI	Peso complessivo daN8200	
ARGANO DI SERVIZIO	Cabestano oleodinamico	Tiro max=2000 daN
POMPA PER FLUIDO	Da fango a pistoncini 80 lt/min a 30 bar max. azionata da motore idraulico. Pompa a vite modello CMO da 370 l/m a 20 bar max	
FORZA MOTRICE	Motore diesel Deutz tipo BF AM 2012 Potenza 70 KW – 2300 giri/1' Avviamento elettrico	
MORSA	Doppia – diametro 45-220 mm	

## Immagine satellitare con ubicazione Indagini



## Planimetria di progetto



## Ricostruzione Stratigrafica

La tabella che segue riporta l'interpretazione litologica ed i parametri geotecnici stimati dalla prova eseguita. I parametri geotecnici forniti sono da considerarsi come dati medi, stimati sulla base delle elaborazioni eseguite e sulle conoscenze dei terreni dell'area.

Per un maggior dettaglio si rimanda alle elaborazioni fornite in Allegato 1.

### CPT1

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito ( $\phi$ ) [GRADI]	Coesione non drenata ( $C_u$ ) [kg/cm <sup>2</sup> ]
0,00 – 1,50	Preforo	-	-
1,50 – 3,00	Sabbia sciolta ed argilla	25	0,7
3,00 – 4,20	Argilla organica	-	0,15
4,20 – 10,40	Sabbia moderatamente addensata	31	-
10,40 – 11,60	Argilla organica	-	0,2
11,60 – 13,40	Sabbia moderatamente addensata	31	-
13,40 – 15,80	Argilla e limo	-	0,7
15,80 – 16,80	Limo ed argilla	-	0,9
16,80 – 17,60	Argilla	-	0,4
17,60 – 18,80	Sabbia limosa	30	-
18,80 – 20,00	Argilla	-	0,4

### CPT2

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito ( $\phi$ ) [GRADI]	Coesione non drenata ( $C_u$ ) [kg/cm <sup>2</sup> ]
0,00 – 1,60	Preforo	-	-
1,60 – 3,00	Sabbia sciolta	29	-
3,00 – 4,20	Argilla organica	-	0,1
4,20 – 7,80	Sabbia moderatamente addensata	31	-
7,80 – 15,20	Sabbia moderatamente addensata	32	-
15,20 – 20,00	Argilla con livelli sabbiosi	29	0,7



### **CPT3**

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito ( $\phi$ ) [GRADI]	Coesione non drenata ( $C_u$ ) [kg/cm <sup>2</sup> ]
0,00 – 2,00	Preforo	-	-
2,00 – 2,80	Sabbia sciolta	30	-
2,80 – 4,20	Argilla organica	-	0,2
4,20 – 13,80	Sabbia moderatamente addensata	31	-
13,80 – 20,00	Argilla con livelli sabbiosi	30	0,5

È stato possibile rilevare la presenza d'acqua nel foro d'indagine solo nell'ambito della prova CPT2, in quanto nelle altre due prove si è verificata l'occlusione del foro. L'acqua è stata rilevata ad una profondità di 1,50 m da p.c..

### **Prefori**

Per permettere l'esecuzione delle prove penetrometriche statiche sono stati realizzati dei prefiori con perforatrice idraulica per i primi 1,50 – 2,00 m da p.c.. Si riporta di seguito quanto rivenuto dagli stessi.

#### **Preforo P1**



*Risulta Preforo P1*



Profondità da p.c. [m]	Litologia
0,00 – 0,10	Asfalto
0,10 – 0,60	Materiali di riporto
0,60 – 1,50	Sabbia e sabbia sciolta

## Preforo P2



*Risulta Preforo P2*

Profondità da p.c. [m]	Litologia
0,00 – 0,10	Asfalto
0,10 – 0,60	Materiali di riporto
0,60 – 1,60	Sabbia sciolta e sabbia limosa

Preforo P3



Profondità da p.c. [m]	Litologia
0,00 – 0,10	Asfalto
0,10 – 0,50	Materiali di riporto
0,50 – 1,50	Sabbia frammista a laterizi
1,50 – 2,00	Sabbia sciolta e sabbia limosa

## **INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA**

Come indicato dal vigente D.M. 14 gennaio 2008, al fine di definire le caratteristiche sismiche e stratigrafiche dell'area in questione, è stato utilizzato un tromografo digitale (mod. Tromino ®) che permette di indagare il sottosuolo in modo non invasivo e senza le difficoltà della sismica classica. Le caratteristiche principali della strumentazione utilizzata sono riportati nella tabella seguente.

**PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE**

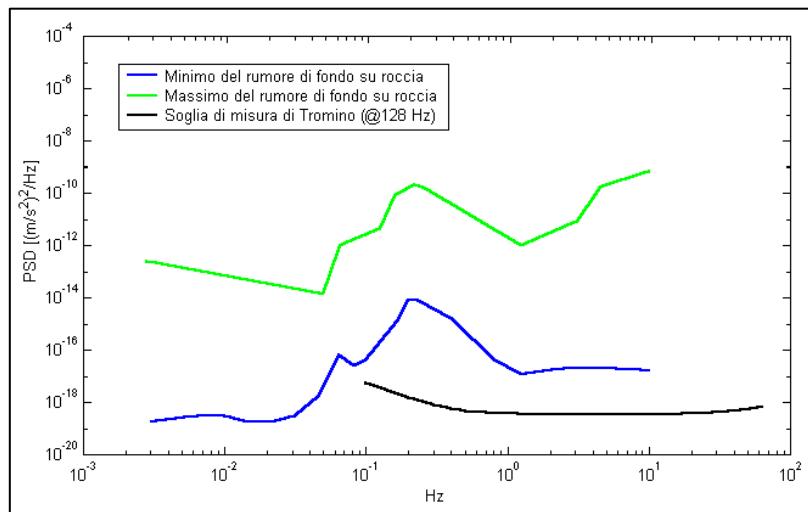
<b>Numero di canali</b>	3+1 analogici
<b>Amplificatori</b>	tutti canali con input differenziali
<b>Rumore</b>	< 0.5 $\mu$ V r.m.s. @128 Hz sampling
<b>Impedenza dell'input</b>	10 <sup>6</sup> Ohm
<b>Range di frequenze</b>	DC - 360 Hz
<b>Frequenza di campionamento</b>	16384 Hz per canale
<b>Frequenze di sovracampionamento</b>	32x, 64x, 128x
<b>Conversione A/D</b>	equivalente a 24 bit
<b>Massimo input analogico</b>	51.2 mV (781 nV/digit)
<b>Display grafico</b>	grafico, 128 x 64 pixel, retroilluminato
<b>Livella</b>	a bolla d'aria, elevata precisione orizzontale, sensibilità 5' d'arco (0.083°)
<b>Conessioni</b>	porta USB, tipo B
<b>Registrazione dati</b>	memoria interna, standard 512 Mb, opzionale fino a 2 Gb
<b>Accoppiamento col terreno</b>	su punte e cuscinetto reologico
<b>Sensori</b>	3 velocimetri elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione autobloccaggio quando non in acquisizione

Il metodo si basa sulla misura del rumore sismico ambientale, che risulta prodotto sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica.

Viene chiamato generalmente microtremore perché riguarda oscillazioni molto piccole, inferiori di diversi ordini di grandezza rispetto a quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sull'acquisizione dei microtremori si dicono passivi in quanto il "rumore" non viene appositamente generato, come avviene invece nel caso della sismica attiva, ma si utilizza appunto il rumore sismico ambientale, sempre presente naturalmente ovunque.

Lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso pianeggiante presenta dei picchi a 0.14 e 0.07 Hz, comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche (vedi figura seguente).



*Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. La linea nera indica la sensibilità strumentale. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.*

Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ma anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

Il rumore di fondo agisce da funzione di eccitazione per le risonanze specifiche sia degli edifici che del sottosuolo.

Pertanto il suo utilizzo per identificare in maniera passiva, non intrusiva e la stratigrafia e la frequenza di risonanza del sottosuolo, nonché le frequenze di risonanza degli edifici, risulta interessante e appropriato alle esigenze di caratterizzazione del sottosuolo richieste dalla nuova normativa.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione.

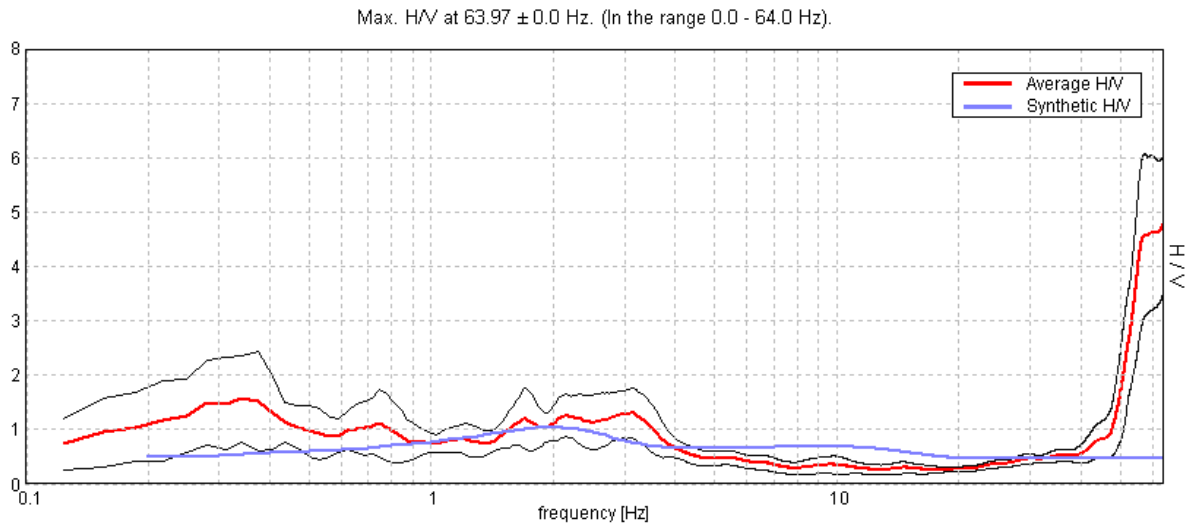
Questa informazione è però sepolta all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

La verifica della presenza di frequenze di risonanza e dell'amplificazione del sottosuolo oggetto di intervento risulta molto importante. Infatti, nel caso che la risonanza del suolo di fondazione coincida o sia prossima a quella della struttura si ha una situazione cui porre attenzione dal punto di vista della vulnerabilità sismica, ovvero sostanzialmente un'amplificazione delle sollecitazioni per "doppia risonanza".

La condizione ideale corrisponde ad un edificio dotato di frequenza di risonanza minore di quella del sottosuolo.

### Analisi della misura eseguita

E' stata eseguita n. 1 misura (SP1) ubicata come da planimetria alle pagine precedenti; l'analisi completa è riportata in Allegato 2.



**H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO**

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	100	0.35
9.00	7.00	140	0.35
19.00	10.00	170	0.35
inf.	inf.	230	0.35

Dall'analisi della curva sperimentale si determina un valore **Vs30 di 170 m/s**.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, così come richiesto dalla recente normativa, è stata pertanto assegnata al suolo di fondazione la **categoria sismica D**.

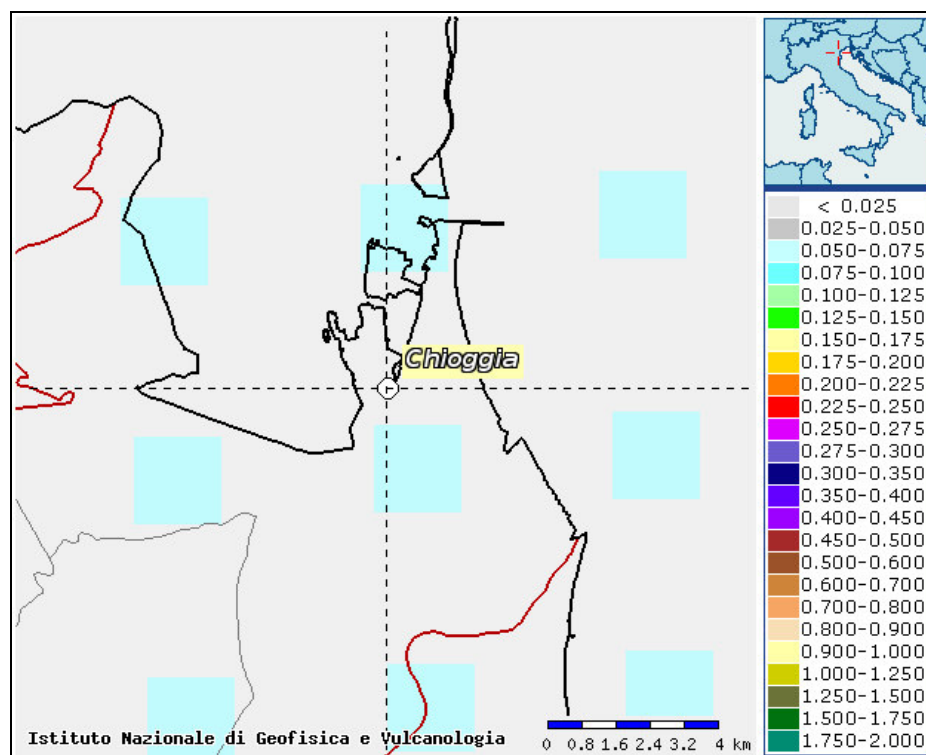
A tale categoria appartengono *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 < 180 m/s (ovvero N<sub>SPT,30</sub> < 15 nei terreni a grana grossa e cu<sub>30</sub> < 70 kPa nei terreni a grana fina).



## CLASSIFICAZIONE SISMICA

Sulla base dell'Ordinanza PCM del 20 Marzo 2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative per le costruzioni in zona sismica", il Comune di Chioggia (VE) ricade in **zona sismica 4**.

Sulla base dell'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519 l'area in esame è caratterizzata da valori di accelerazione massima al suolo  $a_g$ , (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s30} > 800$  m/s) compresi fra 0,050 e 0,075 m/s.



Estratto mappa sismica (OPCM 3519/2006)

La Regione del Veneto, con D.G.R. 71 del 22/01/2008, pur confermando per gli aspetti amministrativi la classificazione dei Comuni del Veneto di cui all'allegato I della D.C.R. 67/03, recepisce quanto stabilito dalla O.P.C.M. 3519/06 riguardo le calcolazioni, riferiti alle Norme Tecniche previgenti all'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008.

## Azione sismica

Nel D.M. 14/01/2008 l'obiettivo nei riguardi dell'azione sismica è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) ed in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , come definite nella successiva tabella, nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Il periodo di riferimento  $V_R$  si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$  definito, al variare della classe d'uso.

La vita nominale  $V_N$  relativa al presente intervento di progetto è di 50 anni (tipo di costruzione 2 "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale").

La classe d'uso utilizzata è:

**Classe II:** *"Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente..."*

A tale classe corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U$  pari a 1,0.

In questo modo si ottiene un periodo di riferimento  $V_R$  di 50 anni.

Le forme degli spettri di risposta ai sensi delle NTC 2008 sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**$a_g$**  : accelerazione orizzontale massima al sito;

**$F_0$**  : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

Nota la vita di riferimento della costruzione  $V_R$  e la probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili è possibile ricavare le corrispondenti azioni sismiche. Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni rappresenta il parametro caratterizzante la pericolosità sismica.

Nota la vita di riferimento della costruzione  $V_R$  e la probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili è possibile ricavare le corrispondenti azioni sismiche.

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni rappresenta il parametro caratterizzante la pericolosità sismica.

Esso è legato a  $P_{VR}$  e  $V_R$  dalla:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Il sito di interesse ricade nel Comune di Chioggia (VE) e presenta le seguenti coordinate:

Coordinate	Datum ED50
Latitudine	45,217603
Longitudine	12,284566

In base a tali valori si ottengono i valori dei parametri precedentemente citati rappresentati nella successiva tabella per i vari periodi di ritorno.

$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_c$ (s)
30	0,024	2,506	0,201
50	0,029	2,498	0,223
72	0,033	2,512	0,265
101	0,037	2,538	0,288
140	0,040	2,575	0,310
201	0,045	2,587	0,331
475	0,057	2,725	0,362
975	0,068	2,792	0,388
2475	0,084	2,889	0,431

*Valori  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$  \* per vari periodi di ritorno  $T_R$*

### **Scelta della strategia di progettazione**

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO).**
- **Stato Limite di Danno (SLD).**

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).**
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).**

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

<b>Stati Limite</b>	<b>PVR : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento <math>V_R</math></b>		<b><math>T_R</math> (anni)</b>
Stati limite di esercizio	<b>SLO</b>	81%	30
	<b>SLD</b>	63%	50
Stati limite ultimi	<b>SLV</b>	10%	475
	<b>SLC</b>	5%	975

*Probabilità di superamento  $P_{VR}$  e periodo di ritorno  $T_R$*

I parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per i periodi di riferimento corrispondenti agli stati limite considerati sono di seguito riportati in forma tabulare.

<b>STATO LIMITE</b>	<b><math>T_R</math> (anni)</b>	<b><math>a_g</math> (g)</b>	<b><math>F_0</math> (-)</b>	<b><math>T_C^*</math> (s)</b>
<b>SLO</b>	<b>30</b>	0,024	2,506	0,201
<b>SLD</b>	<b>50</b>	0,029	2,498	0,224
<b>SLV</b>	<b>475</b>	0,057	2,725	0,361
<b>SLC</b>	<b>975</b>	0,068	2,792	0,388

*Valori  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per i diversi stati limite*

La scelta dello stato limite da utilizzare dipenderà dalle verifiche che il progettista intenderà eseguire.

## **VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE**

In base alle direttive precedentemente citate deve essere verificata, per i terreni di fondazione nell'area in esame, la suscettibilità alla liquefazione.

Questo fenomeno comporta una diminuzione di resistenza al taglio, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$F_s = \frac{R}{T} MSF$$

dove:

$R$  = resistenza al taglio mobilitabile nello strato.

$T$  = sforzo tagliente indotto dal sisma.

$MSF$  = Magnitudo Scaling Factor

La grandezza  $T$  dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto), mentre  $R$  è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con la prova penetrometrica statica. I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata  $R$ , la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio  $V_s$ .

Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

<b>Magnitudo</b>	<b>Seed H. B. &amp; Idriss I. M. (1982)</b>	<b>Ambraseys N. N. (1988)</b>	<b>NCEER (Seed R. B. et al.) (1997; 2003)</b>
5.5	1.43	2.86	2,21
6.0	1.32	2.20	1,77
6.5	1.19	1.69	1,44
7.0	1.08	1.30	1,19
7.5	1.00	1.00	1,00
8.0	0.94	0.67	0,84
8.5	0.89	0.44	0,73

*Tabella 1 Magnitudo Scaling Factor*

Il metodo di calcolo del potenziale di liquefazione adottato è quello di Robertson e Wride, che utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo  $IC$  che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:



$$(1a) I_c = \left[ (3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5}$$

$$(1b) Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

$$(1c) R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100$$

dove :

$q_c$  è la resistenza alla punta misurata

$Pa$  è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di  $\sigma'_{vo}$

$f_s$  è l'attrito del manicotto

$n$  è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume  $n = 1$ , come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di  $I_c$  con la (1a). Se  $I_c > 2,6$  il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma dato che il suolo non è liquefacibile. Se  $I_c \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi assunta è errata e  $I_c$  deve essere ricalcolato nuovamente con la seguente formula:

$$(2) Q = \frac{q_c}{Pa} \left( \frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Si presume che il terreno sia granulare e si assume  $n = 0,5$ .

Se è ancora  $I_c \leq 2,6$ , significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare. Se invece  $I_c > 2,6$ , vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso.  $I_c$  deve essere nuovamente ricalcolato con la (1a) ponendo  $n = 0,75$ .

Un deposito che possiede  $F_s \geq 1,25$  ha un rischio di liquefazione assente, se  $F_s$  è compreso tra 1,0 e 1,25 la liquefazione è possibile mentre per  $F_s < 1$  la liquefazione è molto probabile.

Nel caso in esame, considerando un'accelerazione sismica massima pari a 0,101 g l'elaborazione effettuata sugli strati incoerenti ha dimostrato che non sono a rischio di liquefazione.

In Allegato 3 viene riportato il grafico del rischio liquefazione dei terreni e la relativa tabella.

## CONSIDERAZIONI AI FINI PROGETTUALI

Il progetto prevede la realizzazione di un parcheggio scambiatore composto da un blocco A (ad uso parcheggio) ed un blocco B (ad uso rampa). Come da indicazioni del progettista, le fondazioni previste saranno di tipo plinti e di tipo continue entrambe con piano di posa compreso tra -1,40 m e -1,70 m da piano campagna.

### Considerazioni ai fini geotecnici

Dalle indagini eseguite emerge che la situazione stratigrafica dei terreni in esame è abbastanza omogenea all'interno dell'area di intervento; si riscontra in tutte le prove una parte superficiale di riporti antropici seguiti da materiale sabbioso sciolto e argille organiche prive di resistenza. A seguire si incontrano, fino a fine prova, degli strati di sabbia variamente addensata alternata a livelli più o meno importanti di materiale coesivo.

Lo strato coesivo presente in sito a profondità compresa tra -2,80 m e -4,20 m risulta molto condizionante per la realizzazione delle fondazioni, per questo motivo si suggerisce di trasferire i carichi di progetto su strati aventi caratteristiche geotecniche migliori, tramite la realizzazione di fondazioni profonde tipo pali.

### Considerazioni in merito agli scavi

Per la realizzazione delle opere si dovrà porre particolare attenzione alla realizzazione degli scavi per la posa delle fondazioni, al fine di garantire la sicurezza, data l'interferenza degli scavi con l'acqua presente nel terreno la quale è condizionata all'effetto delle maree che interessano la laguna di Lusenzo.

Prima dell'inizio lavori, si dovrà eseguire un controllo del livello effettivo della falda tramite scavi preliminari nell'area d'interesse e prevedere la realizzazione di impianti di drenaggio della falda al fine di garantire l'assenza di acqua durante le fasi di lavorazione.

Gli scavi interesseranno soprattutto materiali di riporto, sabbia sciolta e argilla poco consistente, questi materiali non sono in grado di garantire l'autosostentamento delle pareti di scavo per pendenze elevate, pertanto essi dovranno essere sostenuti con opere opportunamente dimensionate.

Si dovrà evitare di porre dei carichi vicini al bordo superiore delle pareti di scavo e le eventuali venute d'acqua dovranno essere allontanate dai fronti di scavo.

*Sarà cura del Progettista produrre idoneo documento di progetto che consideri e verifichi tutte le fasi di lavoro.*

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



*Foto 1: Prova penetrometrica statica CPT1*



*Foto 2: Prova penetrometrica statica CPT2*



Foto 3: Prova penetrometrica statica CPT3



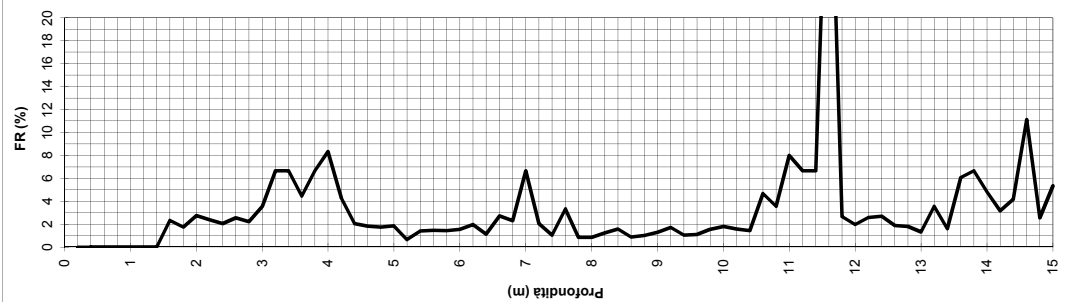
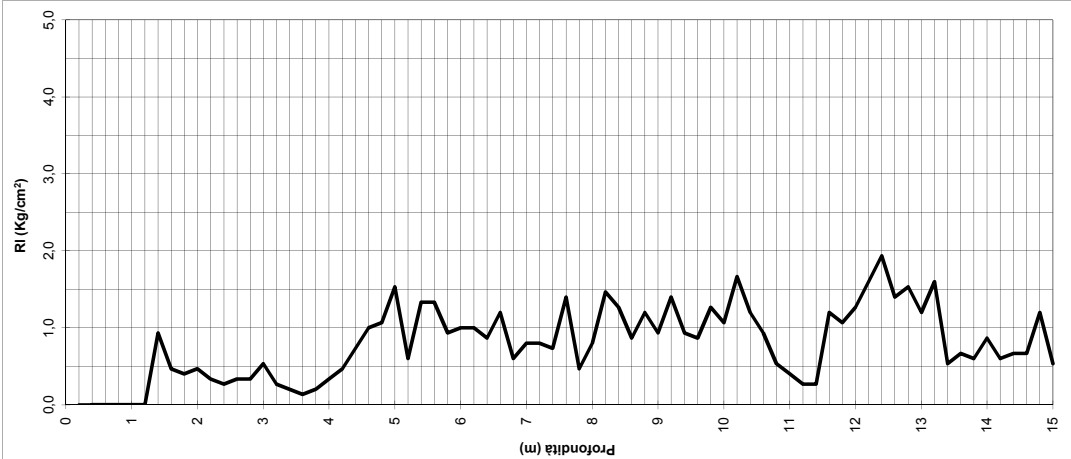
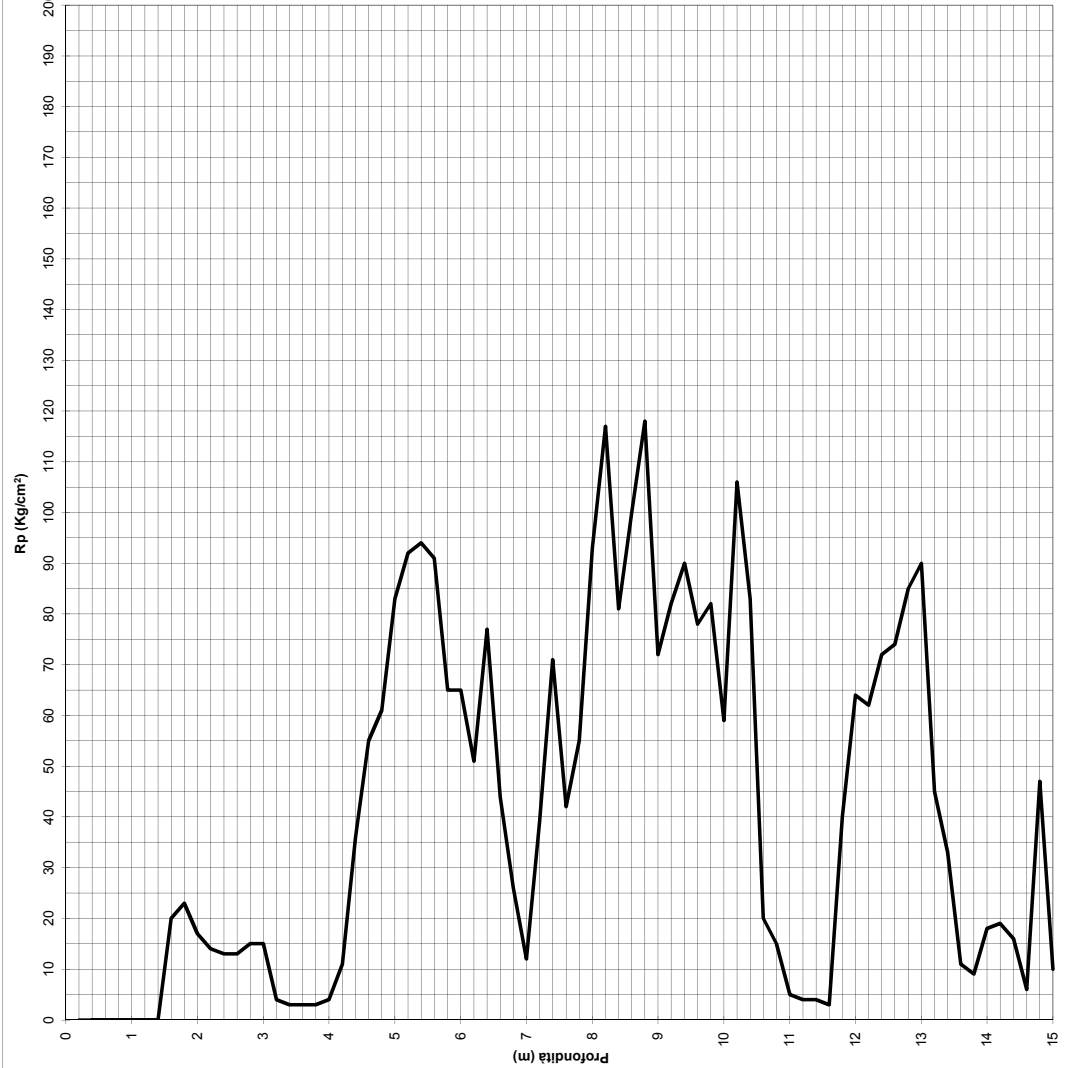
# *Allegato 1*

## *Prove penetrometriche statiche*


<div>Servizi Geologici s.a.s.</div> <div><div></div></div>	PROVA PENETROMETRICA STATICA		Certificato n°: 0218/17
	MECCANICA		Data emissione: 26/06/2017
COMMITTENTE: Comune di Chioggia			
CANTIERE:	Isola dell'Unione		
LOCALITÀ:	Chioggia (VE)		
RESPONSABILE DI SITO:	Dr. Geol. Francesco Morbin	DIRETTORE DI LABORATORIO:	Dott. Francesco Morbin
ATTREZZATURA:	TG 63-200 con punta Begemann		DATA INIZIO: 23/06/2017
			DATA FINE: 23/06/2017

Prova n°	
QUOTA P.C.:	- m s.l.m. CPT1
QUOTA FALDA:	0,00 m da p.c.

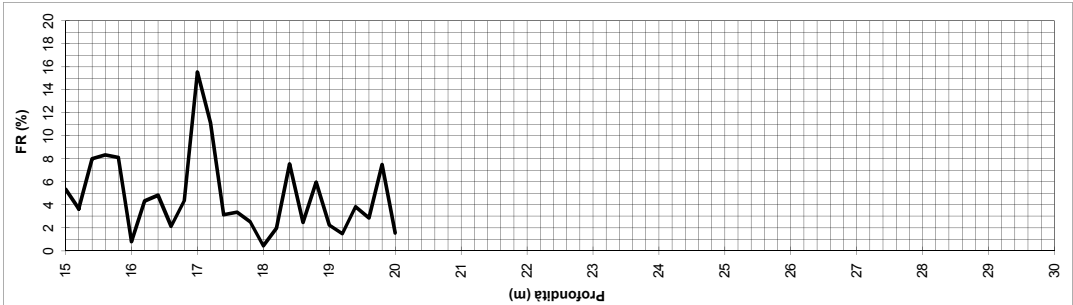
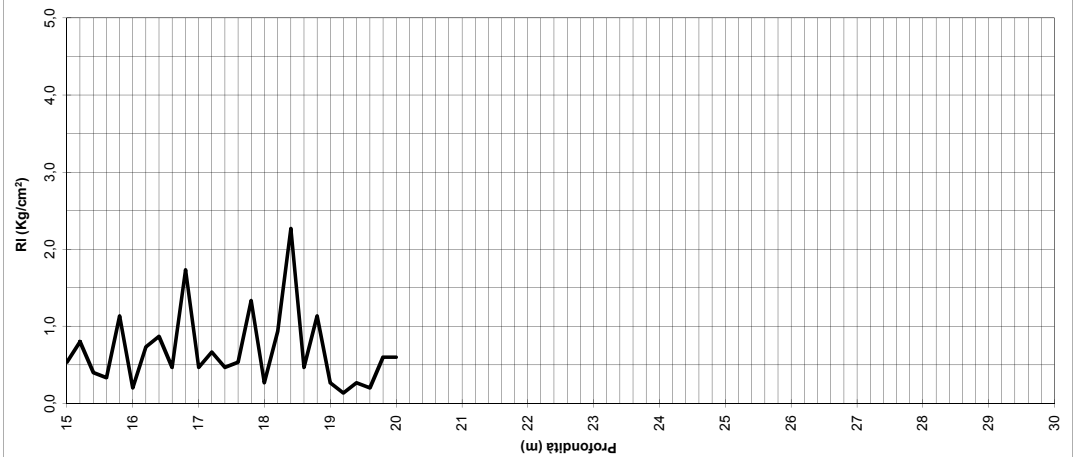
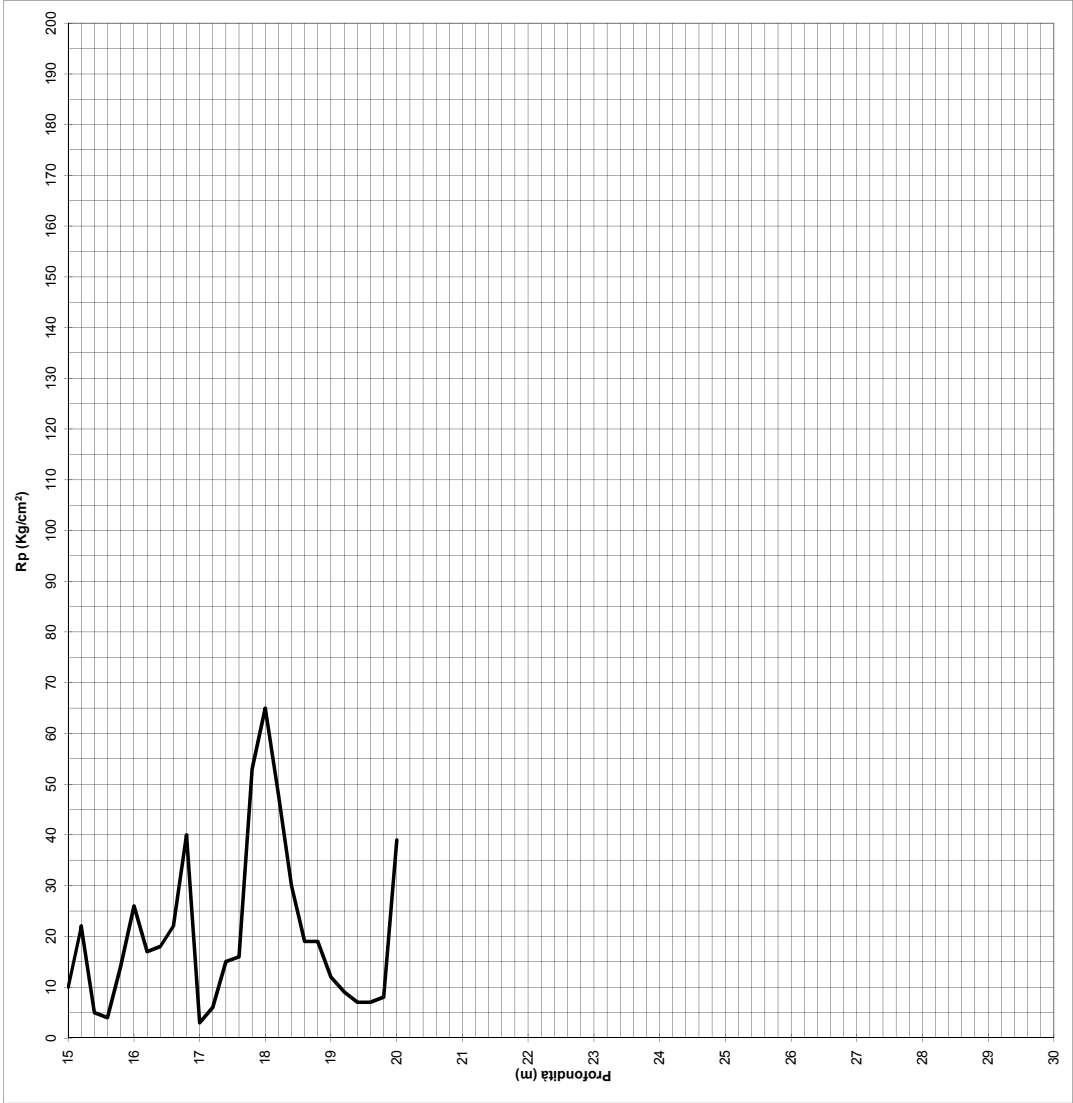
Pagina: 1	
Tot. Pagine: 2	
UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: -	
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat. - N Long. - E
INFORMAZIONI SULLA PROVA	Preforo - m Prof. Finale 20,0
OPERATORE: Massimiliano Mengato	
ANOMALIE RISCOSTRATE ED EVENTUALI NOTE:	





Servizi Geologici s.a.s. 		<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b>		Certificato n°: <b>0218/17</b> Data emissione: <b>26/06/2017</b>
COMMITTENTE: <b>Comune di Chioggia</b>				
CANTIERE: <b>Isola dell'Unione</b>		QUOTA P.C.: <b>- m s.l.m.</b>		Prova n° <b>CPT1</b>
LOCALITÀ: <b>Chioggia (VE)</b>		QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b>		
RESPONSABILE DI SITO: <b>Dr. Geol. Francesco Morbin</b>		DIRETTORE DI LABORATORIO: <b>Dott. Francesco Morbin</b>		
ATTREZZATURA: <b>TG 63-200 con punta Begemann</b>		DATA INIZIO: <b>23/06/2017</b>		DATA FINE: <b>23/06/2017</b>

UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: <b>-</b>					Pagina: <b>2</b>		
COORDINATE GEOGRAFICHE		Lat.	-	N	Long.	-	E
INFORMAZIONI SULLA PROVA		Preforo	-	m	Prof. Finale	<b>20,0</b>	
OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>							
ANOMALIE RISCOSTRATE ED EVENTUALI NOTE:							



## PROVA PENETROMETRICA STATICA


**Committente:** Comune di Chioggia **Prova n.°:** CPT1  
**Cantiere:** Isola dell'Unione **Certificato N°:** 0218/17  
**Località:** Chioggia (VE)  
**Data:** 23/06/2017 **Operatore:** Massimiliano Mengato

Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"  
Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm<sup>2</sup>; At= 20 cm<sup>2</sup>; Am= 150 cm<sup>2</sup>;  
Velocità di avanzamento= 2 cm/s

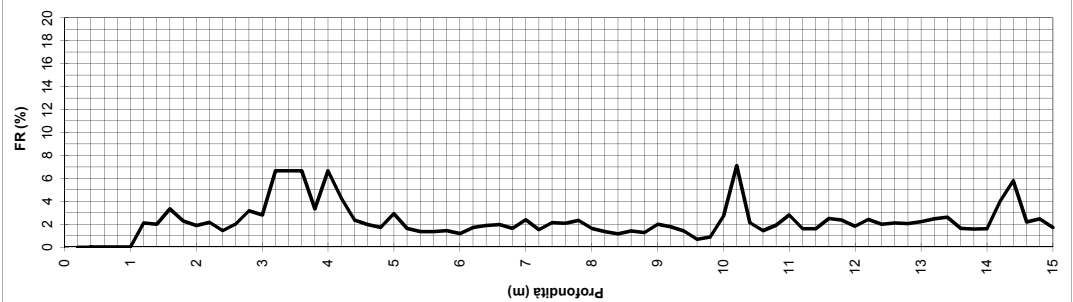
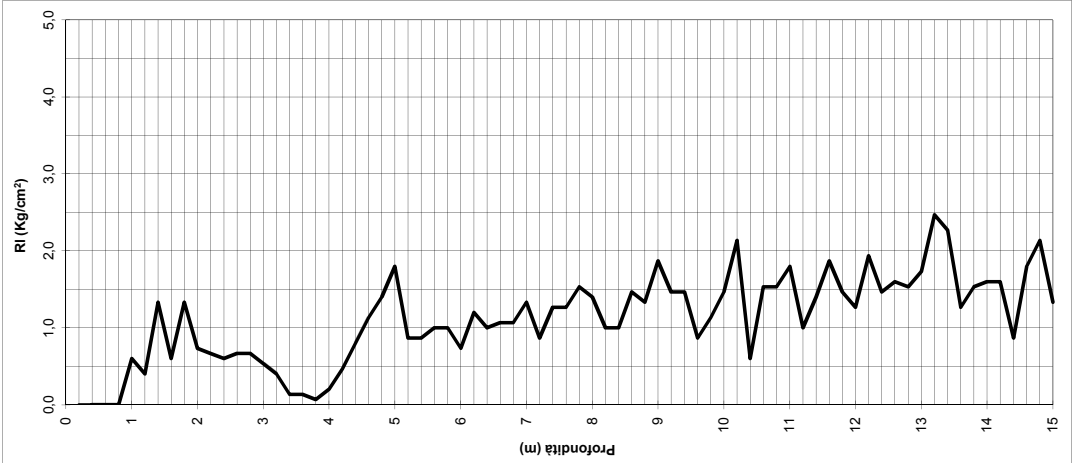
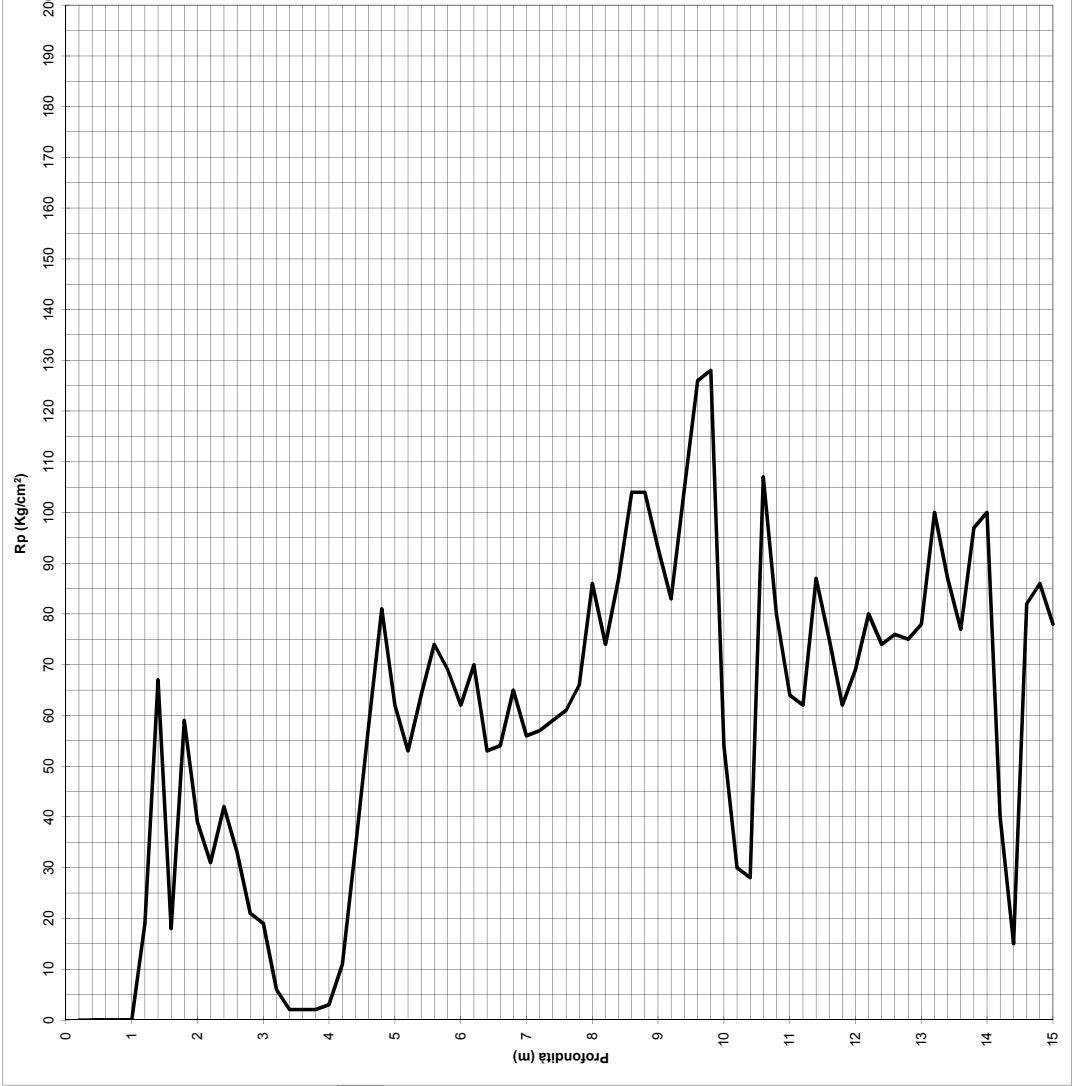
### LETTURE STRUMENTALI

Prof. (m)	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI	FR (%)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1,2	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1,4	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	#DIV/0!
1,6	20,00	34,00	20,00	0,47	42,86	2,33
1,8	23,00	30,00	23,00	0,40	57,50	1,74
2	17,00	23,00	17,00	0,47	36,43	2,75
2,2	14,00	21,00	14,00	0,33	42,00	2,38
2,4	13,00	18,00	13,00	0,27	48,75	2,05
2,6	13,00	17,00	13,00	0,33	39,00	2,56
2,8	15,00	20,00	15,00	0,33	45,00	2,22
3	15,00	20,00	15,00	0,53	28,13	3,56
3,2	4,00	12,00	4,00	0,27	15,00	6,67
3,4	3,00	7,00	3,00	0,20	15,00	6,67
3,6	3,00	6,00	3,00	0,13	22,50	4,44
3,8	3,00	5,00	3,00	0,20	15,00	6,67
4	4,00	7,00	4,00	0,33	12,00	8,33
4,2	11,00	16,00	11,00	0,47	23,57	4,24
4,4	36,00	43,00	36,00	0,73	49,09	2,04
4,6	55,00	66,00	55,00	1,00	55,00	1,82
4,8	61,00	76,00	61,00	1,07	57,19	1,75
5	83,00	99,00	83,00	1,53	54,13	1,85
5,2	92,00	115,00	92,00	0,60	153,33	0,65
5,4	94,00	103,00	94,00	1,33	70,50	1,42
5,6	91,00	111,00	91,00	1,33	68,25	1,47
5,8	65,00	85,00	65,00	0,93	69,64	1,44
6	65,00	79,00	65,00	1,00	65,00	1,54
6,2	51,00	66,00	51,00	1,00	51,00	1,96
6,4	77,00	92,00	77,00	0,87	88,85	1,13
6,6	44,00	57,00	44,00	1,20	36,67	2,73
6,8	26,00	44,00	26,00	0,60	43,33	2,31
7	12,00	21,00	12,00	0,80	15,00	6,67
7,2	39,00	51,00	39,00	0,80	48,75	2,05
7,4	71,00	83,00	71,00	0,73	96,82	1,03
7,6	42,00	53,00	42,00	1,40	30,00	3,33
7,8	55,00	76,00	55,00	0,47	117,86	0,85
8	93,00	100,00	93,00	0,80	116,25	0,86
8,2	117,00	129,00	117,00	1,47	79,77	1,25
8,4	81,00	103,00	81,00	1,27	63,95	1,56
8,6	100,00	119,00	100,00	0,87	115,38	0,87
8,8	118,00	131,00	118,00	1,20	98,33	1,02
9	72,00	90,00	72,00	0,93	77,14	1,30
9,2	82,00	96,00	82,00	1,40	58,57	1,71
9,4	90,00	111,00	90,00	0,93	96,43	1,04
9,6	78,00	92,00	78,00	0,87	90,00	1,11
9,8	82,00	95,00	82,00	1,27	64,74	1,54
10	59,00	78,00	59,00	1,07	55,31	1,81
10,2	106,00	122,00	106,00	1,67	63,60	1,57
10,4	83,00	108,00	83,00	1,20	69,17	1,45
10,6	20,00	38,00	20,00	0,93	21,43	4,67
10,8	15,00	29,00	15,00	0,53	28,13	3,56

Prof. (m)	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI	FR (%)
11	5,00	13,00	5,00	0,40	12,50	8,00
11,2	4,00	10,00	4,00	0,27	15,00	6,67
11,4	4,00	8,00	4,00	0,27	15,00	6,67
11,6	3,00	7,00	3,00	1,20	2,50	40,00
11,8	40,00	58,00	40,00	1,07	37,50	2,67
12	64,00	80,00	64,00	1,27	50,53	1,98
12,2	62,00	81,00	62,00	1,60	38,75	2,58
12,4	72,00	96,00	72,00	1,93	37,24	2,69
12,6	74,00	103,00	74,00	1,40	52,86	1,89
12,8	85,00	106,00	85,00	1,53	55,43	1,80
13	90,00	113,00	90,00	1,20	75,00	1,33
13,2	45,00	63,00	45,00	1,60	28,13	3,56
13,4	33,00	57,00	33,00	0,53	61,88	1,62
13,6	11,00	19,00	11,00	0,67	16,50	6,06
13,8	9,00	19,00	9,00	0,60	15,00	6,67
14	18,00	27,00	18,00	0,87	20,77	4,81
14,2	19,00	32,00	19,00	0,60	31,67	3,16
14,4	16,00	25,00	16,00	0,67	24,00	4,17
14,6	6,00	16,00	6,00	0,67	9,00	11,11
14,8	47,00	57,00	47,00	1,20	39,17	2,55
15	10,00	28,00	10,00	0,53	18,75	5,33
15,2	22,00	30,00	22,00	0,80	27,50	3,64
15,4	5,00	17,00	5,00	0,40	12,50	8,00
15,6	4,00	10,00	4,00	0,33	12,00	8,33
15,8	14,00	19,00	14,00	1,13	12,35	8,10
16	26,00	43,00	26,00	0,20	130,00	0,77
16,2	17,00	20,00	17,00	0,73	23,18	4,31
16,4	18,00	29,00	18,00	0,87	20,77	4,81
16,6	22,00	35,00	22,00	0,47	47,14	2,12
16,8	40,00	47,00	40,00	1,73	23,08	4,33
17	3,00	29,00	3,00	0,47	6,43	15,56
17,2	6,00	13,00	6,00	0,67	9,00	11,11
17,4	15,00	25,00	15,00	0,47	32,14	3,11
17,6	16,00	23,00	16,00	0,53	30,00	3,33
17,8	53,00	61,00	53,00	1,33	39,75	2,52
18	65,00	85,00	65,00	0,27	243,75	0,41
18,2	48,00	52,00	48,00	0,93	51,43	1,94
18,4	30,00	44,00	30,00	2,27	13,24	7,56
18,6	19,00	53,00	19,00	0,47	40,71	2,46
18,8	19,00	26,00	19,00	1,13	16,76	5,96
19	12,00	29,00	12,00	0,27	45,00	2,22
19,2	9,00	13,00	9,00	0,13	67,50	1,48
19,4	7,00	9,00	7,00	0,27	26,25	3,81
19,6	7,00	11,00	7,00	0,20	35,00	2,86
19,8	8,00	11,00	8,00	0,60	13,33	7,50
20	39,00	48,00	39,00	0,60	65,00	1,54

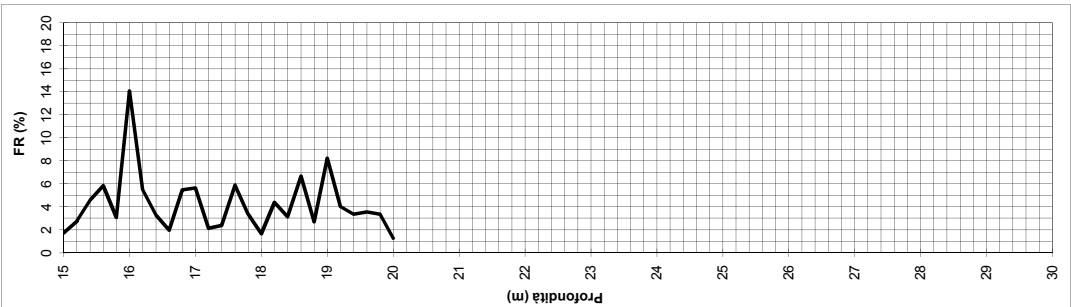
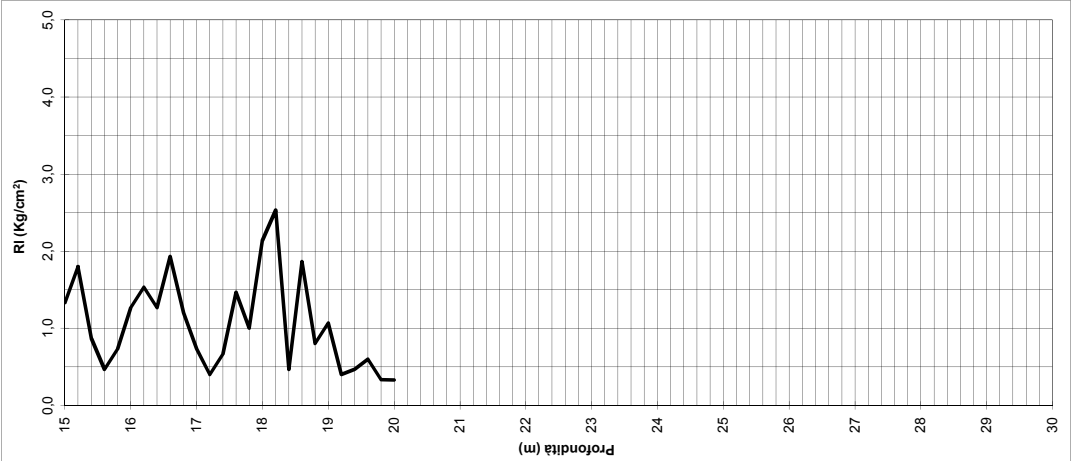
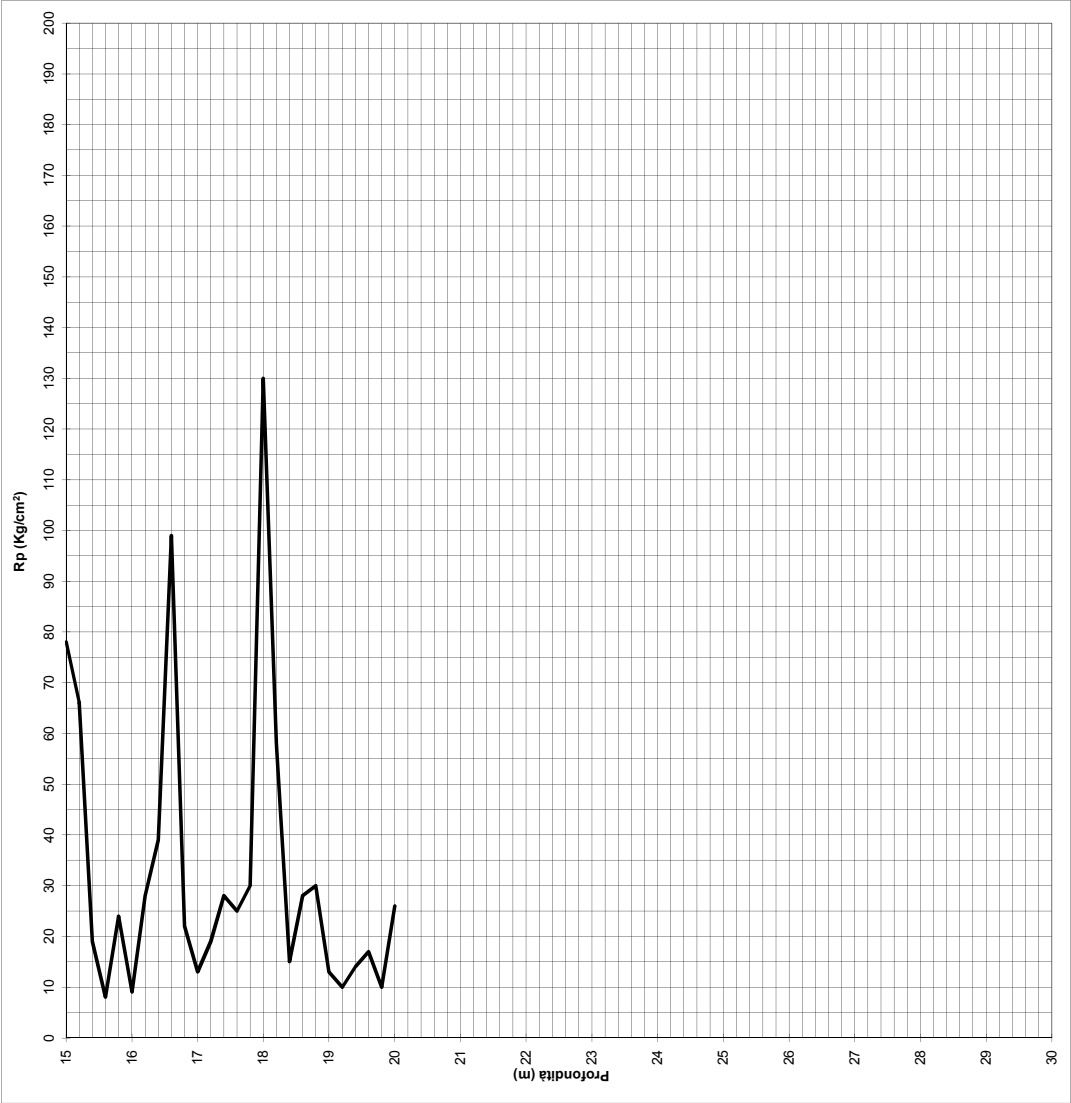
<div>Servizi Geologici s.a.s.</div> <div></div>	<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA</b>		Certificato n°: <b>0219/17</b>
	<b>MECCANICA</b>		Data emissione: <b>26/06/2017</b>
COMMITTENTE: <b>Comune di Chioggia</b>			
CANTIERE: <b>Isola dell'Unione</b>	QUOTA P.C.: - m s.l.m.		Prova n° <b>CPT2</b>
LOCALITÀ: <b>Chioggia (VE)</b>	QUOTA FALDA: <b>1,50 m da p.c.</b>		
RESPONSABILE DI SITO: <b>Dr. Geol. Francesco Morbin</b>	DIRETTORE DI LABORATORIO: <b>Dott. Francesco Morbin</b>		
ATTREZZATURA: <b>TG 63-200 con punta Begemann</b>		DATA INIZIO: <b>23/06/2017</b>	DATA FINE: <b>23/06/2017</b>

Pagina: <b>1</b>		Tot. Pagine: <b>2</b>	
UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: -			
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat.	-	N
INFORMAZIONI SULLA PROVA	Preforo	-	m
OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>	Prof. Finale	-	20,0
ANOMALIE RISCOSTRATE ED EVENTUALI NOTE:			



Servizi Geologici s.a.s.		PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA		Certificato n°: 0219/17
				Data emissione: 26/06/2017
COMMITTENTE: Comune di Chioggia				
CANTIERE: Isola dell'Unione		QUOTA P.C.: - m s.l.m.		Prova n° CPT2
LOCALITÀ: Chioggia (VE)		QUOTA FALDA: 1,50 m da p.c.		
RESPONSABILE DI SITO: Dr. Geol. Francesco Morbin		DIRETTORE DI LABORATORIO: Dott. Francesco Morbin		
ATTREZZATURA: TG 63-200 con punta Begemann		DATA INIZIO: 23/06/2017		DATA FINE: 23/06/2017

UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: -				
COORDINATE GEOGRAFICHE		Lat.	-	N
INFORMAZIONI SULLA PROVA		Preforo	-	m
OPERATORE: Massimiliano Mengato		Prof. Finale	-	20,0
ANOMALIE RISCOSTRATE ED EVENTUALI NOTE:				



## PROVA PENETROMETRICA STATICA

**Committente:** Comune di Chioggia **Prova n.°:** CPT2  
**Cantiere:** Isola dell'Unione **Certificato N°:** 0219/17  
**Località:** Chioggia (VE)  
**Data:** 23/06/2017 **Operatore:** Massimiliano Mengato


Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"  
Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm<sup>2</sup>; At= 20 cm<sup>2</sup>; Am= 150 cm<sup>2</sup>;  
Velocità di avanzamento= 2 cm/s

### LETTURE STRUMENTALI

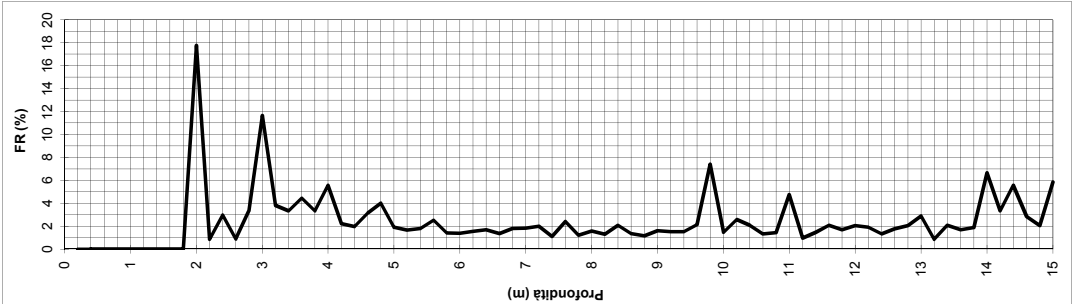
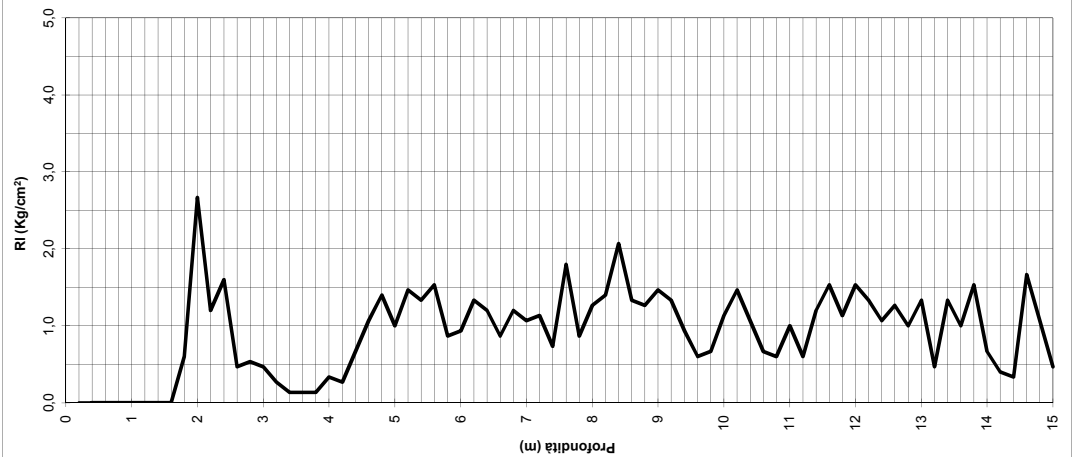
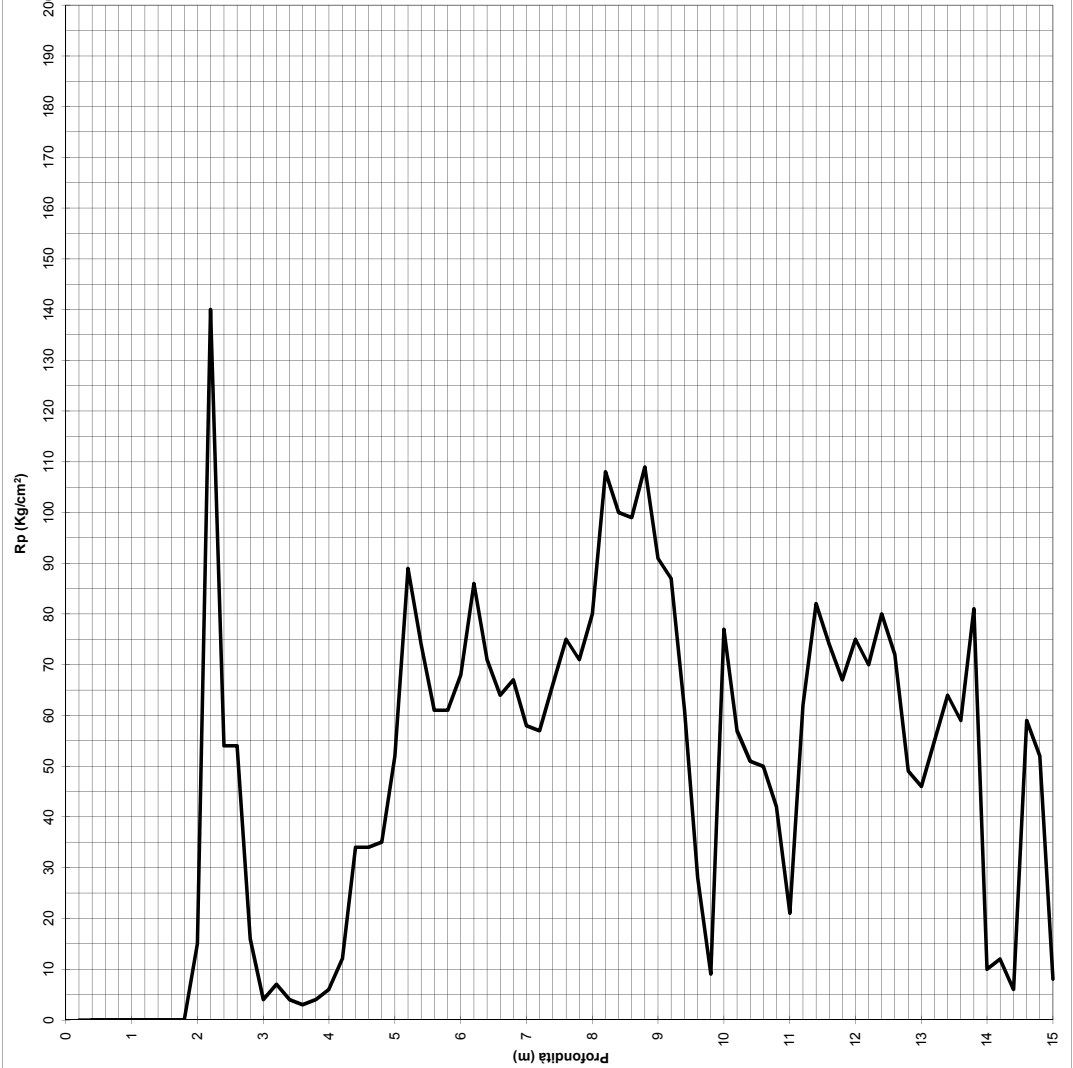
Prof. (m)	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI	FR (%)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	#DIV/0!
1,2	19,00	28,00	19,00	0,40	47,50	2,11
1,4	67,00	73,00	67,00	1,33	50,25	1,99
1,6	18,00	38,00	18,00	0,60	30,00	3,33
1,8	59,00	68,00	59,00	1,33	44,25	2,26
2	39,00	59,00	39,00	0,73	53,18	1,88
2,2	31,00	42,00	31,00	0,67	46,50	2,15
2,4	42,00	52,00	42,00	0,60	70,00	1,43
2,6	33,00	42,00	33,00	0,67	49,50	2,02
2,8	21,00	31,00	21,00	0,67	31,50	3,17
3	19,00	29,00	19,00	0,53	35,63	2,81
3,2	6,00	14,00	6,00	0,40	15,00	6,67
3,4	2,00	8,00	2,00	0,13	15,00	6,67
3,6	2,00	4,00	2,00	0,13	15,00	6,67
3,8	2,00	4,00	2,00	0,07	30,00	3,33
4	3,00	4,00	3,00	0,20	15,00	6,67
4,2	11,00	14,00	11,00	0,47	23,57	4,24
4,4	34,00	41,00	34,00	0,80	42,50	2,35
4,6	58,00	70,00	58,00	1,13	51,18	1,95
4,8	81,00	98,00	81,00	1,40	57,86	1,73
5	62,00	83,00	62,00	1,80	34,44	2,90
5,2	53,00	80,00	53,00	0,87	61,15	1,64
5,4	64,00	77,00	64,00	0,87	73,85	1,35
5,6	74,00	87,00	74,00	1,00	74,00	1,35
5,8	69,00	84,00	69,00	1,00	69,00	1,45
6	62,00	77,00	62,00	0,73	84,55	1,18
6,2	70,00	81,00	70,00	1,20	58,33	1,71
6,4	53,00	71,00	53,00	1,00	53,00	1,89
6,6	54,00	69,00	54,00	1,07	50,63	1,98
6,8	65,00	81,00	65,00	1,07	60,94	1,64
7	56,00	72,00	56,00	1,33	42,00	2,38
7,2	57,00	77,00	57,00	0,87	65,77	1,52
7,4	59,00	72,00	59,00	1,27	46,58	2,15
7,6	61,00	80,00	61,00	1,27	48,16	2,08
7,8	66,00	85,00	66,00	1,53	43,04	2,32
8	86,00	109,00	86,00	1,40	61,43	1,63
8,2	74,00	95,00	74,00	1,00	74,00	1,35
8,4	87,00	102,00	87,00	1,00	87,00	1,15
8,6	104,00	119,00	104,00	1,47	70,91	1,41
8,8	104,00	126,00	104,00	1,33	78,00	1,28
9	93,00	113,00	93,00	1,87	49,82	2,01
9,2	83,00	111,00	83,00	1,47	56,59	1,77
9,4	105,00	127,00	105,00	1,47	71,59	1,40
9,6	126,00	148,00	126,00	0,87	145,38	0,69
9,8	128,00	141,00	128,00	1,13	112,94	0,89
10	54,00	71,00	54,00	1,47	36,82	2,72
10,2	30,00	52,00	30,00	2,13	14,06	7,11
10,4	28,00	60,00	28,00	0,60	46,67	2,14
10,6	107,00	116,00	107,00	1,53	69,78	1,43
10,8	80,00	103,00	80,00	1,53	52,17	1,92



Prof. (m)	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI	FR (%)
11	64,00	87,00	64,00	1,80	35,56	2,81
11,2	62,00	89,00	62,00	1,00	62,00	1,61
11,4	87,00	102,00	87,00	1,40	62,14	1,61
11,6	75,00	96,00	75,00	1,87	40,18	2,49
11,8	62,00	90,00	62,00	1,47	42,27	2,37
12	69,00	91,00	69,00	1,27	54,47	1,84
12,2	80,00	99,00	80,00	1,93	41,38	2,42
12,4	74,00	103,00	74,00	1,47	50,45	1,98
12,6	76,00	98,00	76,00	1,60	47,50	2,11
12,8	75,00	99,00	75,00	1,53	48,91	2,04
13	78,00	101,00	78,00	1,73	45,00	2,22
13,2	100,00	126,00	100,00	2,47	40,54	2,47
13,4	87,00	124,00	87,00	2,27	38,38	2,61
13,6	77,00	111,00	77,00	1,27	60,79	1,65
13,8	97,00	116,00	97,00	1,53	63,26	1,58
14	100,00	123,00	100,00	1,60	62,50	1,60
14,2	40,00	64,00	40,00	1,60	25,00	4,00
14,4	15,00	39,00	15,00	0,87	17,31	5,78
14,6	82,00	95,00	82,00	1,80	45,56	2,20
14,8	86,00	113,00	86,00	2,13	40,31	2,48
15	78,00	110,00	78,00	1,33	58,50	1,71
15,2	66,00	86,00	66,00	1,80	36,67	2,73
15,4	19,00	46,00	19,00	0,87	21,92	4,56
15,6	8,00	21,00	8,00	0,47	17,14	5,83
15,8	24,00	31,00	24,00	0,73	32,73	3,06
16	9,00	20,00	9,00	1,27	7,11	14,07
16,2	28,00	47,00	28,00	1,53	18,26	5,48
16,4	39,00	62,00	39,00	1,27	30,79	3,25
16,6	99,00	118,00	99,00	1,93	51,21	1,95
16,8	22,00	51,00	22,00	1,20	18,33	5,45
17	13,00	31,00	13,00	0,73	17,73	5,64
17,2	19,00	30,00	19,00	0,40	47,50	2,11
17,4	28,00	34,00	28,00	0,67	42,00	2,38
17,6	25,00	35,00	25,00	1,47	17,05	5,87
17,8	30,00	52,00	30,00	1,00	30,00	3,33
18	130,00	145,00	130,00	2,13	60,94	1,64
18,2	58,00	90,00	58,00	2,53	22,89	4,37
18,4	15,00	53,00	15,00	0,47	32,14	3,11
18,6	28,00	35,00	28,00	1,87	15,00	6,67
18,8	30,00	58,00	30,00	0,80	37,50	2,67
19	13,00	25,00	13,00	1,07	12,19	8,21
19,2	10,00	26,00	10,00	0,40	25,00	4,00
19,4	14,00	20,00	14,00	0,47	30,00	3,33
19,6	17,00	24,00	17,00	0,60	28,33	3,53
19,8	10,00	19,00	10,00	0,33	30,00	3,33
20	26,00	31,00	26,00	0,33	78,79	1,27

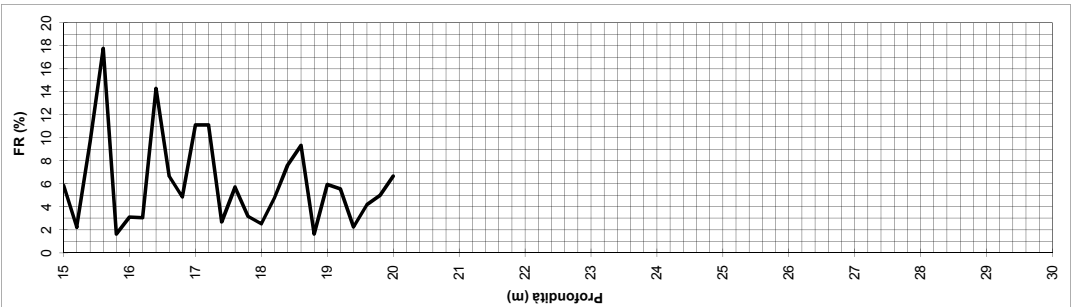
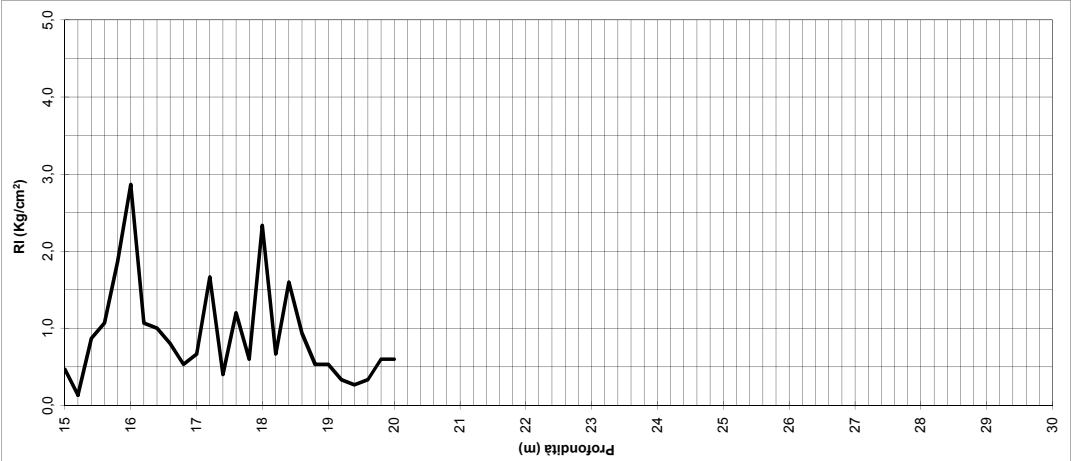
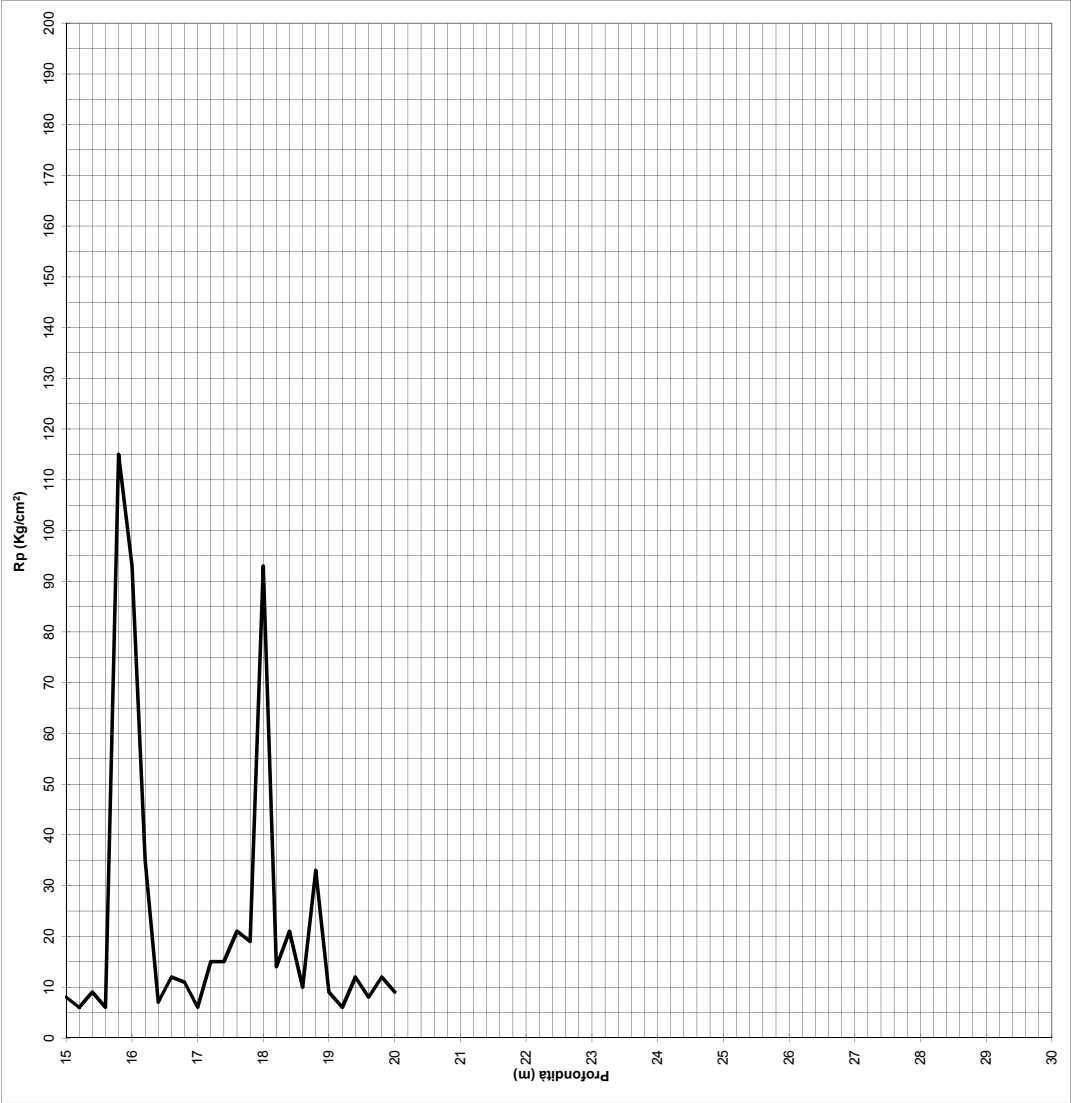
<div>Servizi Geologici s.a.s.</div> <div></div>	<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA</b>		Certificato n°: <b>0220/17</b>
	<b>MECCANICA</b>		Data emissione: <b>26/06/2017</b>
COMMITTENTE: <b>Comune di Chioggia</b>			
CANTIERE: <b>Isola dell'Unione</b>	QUOTA P.C.: - m s.l.m.		Prova n° <b>CPT3</b>
LOCALITÀ: <b>Chioggia (VE)</b>	QUOTA FALDA: <b>0,00 m da p.c.</b>		
RESPONSABILE DI SITO: <b>Dr. Geol. Francesco Morbin</b>	DIRETTORE DI LABORATORIO: <b>Dott. Francesco Morbin</b>		
ATTREZZATURA: <b>TG 63-200 con punta Begemann</b>		DATA INIZIO: <b>23/06/2017</b>	DATA FINE: <b>23/06/2017</b>

Pagina: <b>1</b>			
Tot. Pagine: <b>2</b>			
UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: -			
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat.	-	N
INFORMAZIONI SULLA PROVA	Preforo	-	m
OPERATORE: <b>Massimiliano Mengato</b>	Prof. Finale	-	20,0
ANOMALIE RISCOSTRATE ED EVENTUALI NOTE:			



Servizi Geologici s.a.s.		PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA		Certificato n°: 0220/17
				Data emissione: 26/06/2017
COMMITTENTE: Comune di Chioggia				
CANTIERE: Isola dell'Unione		QUOTA P.C.: - m s.l.m.		Prova n° CPT3
LOCALITÀ: Chioggia (VE)		QUOTA FALDA: 0,00 m da p.c.		
RESPONSABILE DI SITO: Dr. Geol. Francesco Morbin		DIRETTORE DI LABORATORIO: Dott. Francesco Morbin		
ATTREZZATURA: TG 63-200 con punta Begemann		DATA INIZIO: 23/06/2017		DATA FINE: 23/06/2017

UBICAZIONE PUNTO DI INDAGINE: -				
COORDINATE GEOGRAFICHE		Lat.	-	N
INFORMAZIONI SULLA PROVA		Preforo	-	m
OPERATORE: Massimiliano Mengato		Prof. Finale	-	20,0
ANOMALIE RISCOSTRATE ED EVENTUALI NOTE:				



## PROVA PENETROMETRICA STATICA

**Committente:** Comune di Chioggia **Prova n.°:** CPT3  
**Cantiere:** Isola dell'Unione **Certificato N°:** 0220/17  
**Località:** Chioggia (VE)  
**Data:** 23/06/2017 **Operatore:** Massimiliano Mengato

Penetrometro statico tipo PAGANI da 12 t (con anello allargatore) attrezzato con punta meccanica tipo "Begemann"  
Diametro = 35,7 mm; Angolo apertura: 60°; Ap= 10 cm<sup>2</sup>; At= 20 cm<sup>2</sup>; Am= 150 cm<sup>2</sup>;  
Velocità di avanzamento= 2 cm/s

### LETTURE STRUMENTALI

Prof. (m)	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI	FR (%)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1,2	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1,4	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1,6	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!
1,8	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	#DIV/0!
2	15,00	24,00	15,00	2,67	5,63	17,78
2,2	140,00	180,00	140,00	1,20	116,67	0,86
2,4	54,00	72,00	54,00	1,60	33,75	2,96
2,6	54,00	78,00	54,00	0,47	115,71	0,86
2,8	16,00	23,00	16,00	0,53	30,00	3,33
3	4,00	12,00	4,00	0,47	8,57	11,67
3,2	7,00	14,00	7,00	0,27	26,25	3,81
3,4	4,00	8,00	4,00	0,13	30,00	3,33
3,6	3,00	5,00	3,00	0,13	22,50	4,44
3,8	4,00	6,00	4,00	0,13	30,00	3,33
4	6,00	8,00	6,00	0,33	18,00	5,56
4,2	12,00	17,00	12,00	0,27	45,00	2,22
4,4	34,00	38,00	34,00	0,67	51,00	1,96
4,6	34,00	44,00	34,00	1,07	31,88	3,14
4,8	35,00	51,00	35,00	1,40	25,00	4,00
5	52,00	73,00	52,00	1,00	52,00	1,92
5,2	89,00	104,00	89,00	1,47	60,68	1,65
5,4	74,00	96,00	74,00	1,33	55,50	1,80
5,6	61,00	81,00	61,00	1,53	39,78	2,51
5,8	61,00	84,00	61,00	0,87	70,38	1,42
6	68,00	81,00	68,00	0,93	72,86	1,37
6,2	86,00	100,00	86,00	1,33	64,50	1,55
6,4	71,00	91,00	71,00	1,20	59,17	1,69
6,6	64,00	82,00	64,00	0,87	73,85	1,35
6,8	67,00	80,00	67,00	1,20	55,83	1,79
7	58,00	76,00	58,00	1,07	54,38	1,84
7,2	57,00	73,00	57,00	1,13	50,29	1,99
7,4	66,00	83,00	66,00	0,73	90,00	1,11
7,6	75,00	86,00	75,00	1,80	41,67	2,40
7,8	71,00	98,00	71,00	0,87	81,92	1,22
8	80,00	93,00	80,00	1,27	63,16	1,58
8,2	108,00	127,00	108,00	1,40	77,14	1,30
8,4	100,00	121,00	100,00	2,07	48,39	2,07
8,6	99,00	130,00	99,00	1,33	74,25	1,35
8,8	109,00	129,00	109,00	1,27	86,05	1,16
9	91,00	110,00	91,00	1,47	62,05	1,61
9,2	87,00	109,00	87,00	1,33	65,25	1,53
9,4	61,00	81,00	61,00	0,93	65,36	1,53
9,6	28,00	42,00	28,00	0,60	46,67	2,14
9,8	9,00	18,00	9,00	0,67	13,50	7,41
10	77,00	87,00	77,00	1,13	67,94	1,47
10,2	57,00	74,00	57,00	1,47	38,86	2,57
10,4	51,00	73,00	51,00	1,07	47,81	2,09
10,6	50,00	66,00	50,00	0,67	75,00	1,33
10,8	42,00	52,00	42,00	0,60	70,00	1,43

Prof. (m)	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	R <sub>tot</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	RI (kg/cm <sup>2</sup> )	Rp/RI	FR (%)
11	21,00	30,00	21,00	1,00	21,00	4,76
11,2	62,00	77,00	62,00	0,60	103,33	0,97
11,4	82,00	91,00	82,00	1,20	68,33	1,46
11,6	74,00	92,00	74,00	1,53	48,26	2,07
11,8	67,00	90,00	67,00	1,13	59,12	1,69
12	75,00	92,00	75,00	1,53	48,91	2,04
12,2	70,00	93,00	70,00	1,33	52,50	1,90
12,4	80,00	100,00	80,00	1,07	75,00	1,33
12,6	72,00	88,00	72,00	1,27	56,84	1,76
12,8	49,00	68,00	49,00	1,00	49,00	2,04
13	46,00	61,00	46,00	1,33	34,50	2,90
13,2	55,00	75,00	55,00	0,47	117,86	0,85
13,4	64,00	71,00	64,00	1,33	48,00	2,08
13,6	59,00	79,00	59,00	1,00	59,00	1,69
13,8	81,00	96,00	81,00	1,53	52,83	1,89
14	10,00	33,00	10,00	0,67	15,00	6,67
14,2	12,00	22,00	12,00	0,40	30,00	3,33
14,4	6,00	12,00	6,00	0,33	18,00	5,56
14,6	59,00	64,00	59,00	1,67	35,40	2,82
14,8	52,00	77,00	52,00	1,07	48,75	2,05
15	8,00	24,00	8,00	0,47	17,14	5,83
15,2	6,00	13,00	6,00	0,13	45,00	2,22
15,4	9,00	11,00	9,00	0,87	10,38	9,63
15,6	6,00	19,00	6,00	1,07	5,63	17,78
15,8	115,00	131,00	115,00	1,87	61,61	1,62
16	93,00	121,00	93,00	2,87	32,44	3,08
16,2	35,00	78,00	35,00	1,07	32,81	3,05
16,4	7,00	23,00	7,00	1,00	7,00	14,29
16,6	12,00	27,00	12,00	0,80	15,00	6,67
16,8	11,00	23,00	11,00	0,53	20,63	4,85
17	6,00	14,00	6,00	0,67	9,00	11,11
17,2	15,00	25,00	15,00	1,67	9,00	11,11
17,4	15,00	40,00	15,00	0,40	37,50	2,67
17,6	21,00	27,00	21,00	1,20	17,50	5,71
17,8	19,00	37,00	19,00	0,60	31,67	3,16
18	93,00	102,00	93,00	2,33	39,86	2,51
18,2	14,00	49,00	14,00	0,67	21,00	4,76
18,4	21,00	31,00	21,00	1,60	13,13	7,62
18,6	10,00	34,00	10,00	0,93	10,71	9,33
18,8	33,00	47,00	33,00	0,53	61,88	1,62
19	9,00	17,00	9,00	0,53	16,88	5,93
19,2	6,00	14,00	6,00	0,33	18,00	5,56
19,4	12,00	17,00	12,00	0,27	45,00	2,22
19,6	8,00	12,00	8,00	0,33	24,00	4,17
19,8	12,00	17,00	12,00	0,60	20,00	5,00
20	9,00	18,00	9,00	0,60	15,00	6,67



## *Allegato 2*

*Report prova sismica a stazione singola*

## C3860, CHIOGGIA ISOLA UNIONE

Instrument: TRZ-0027/01-09

Start recording: 23/06/17 11:44:30      End recording: 23/06/17 11:54:30

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h10'00".      Analyzed 63% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

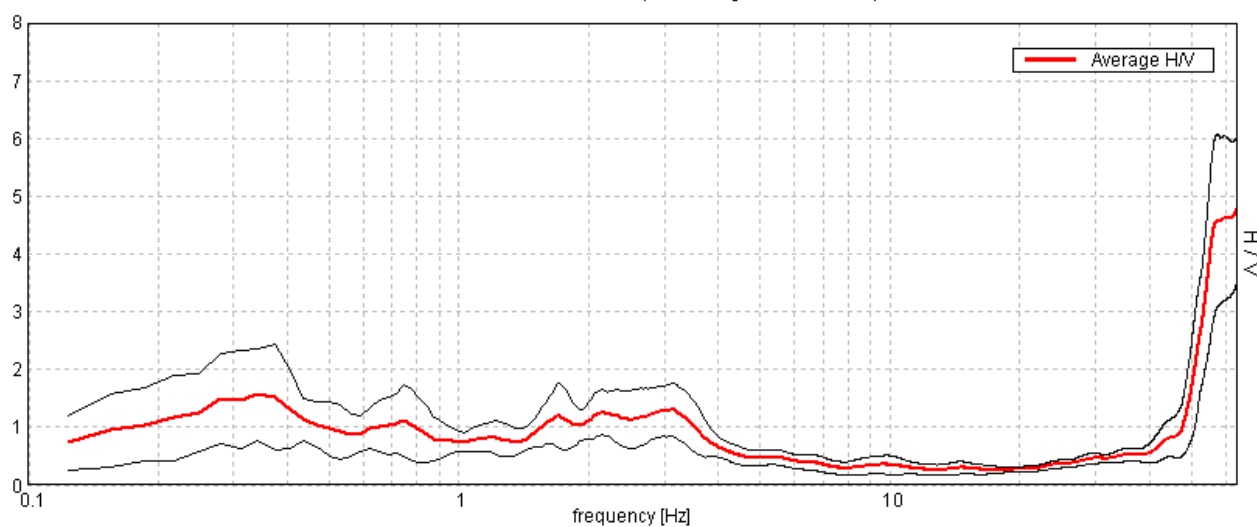
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

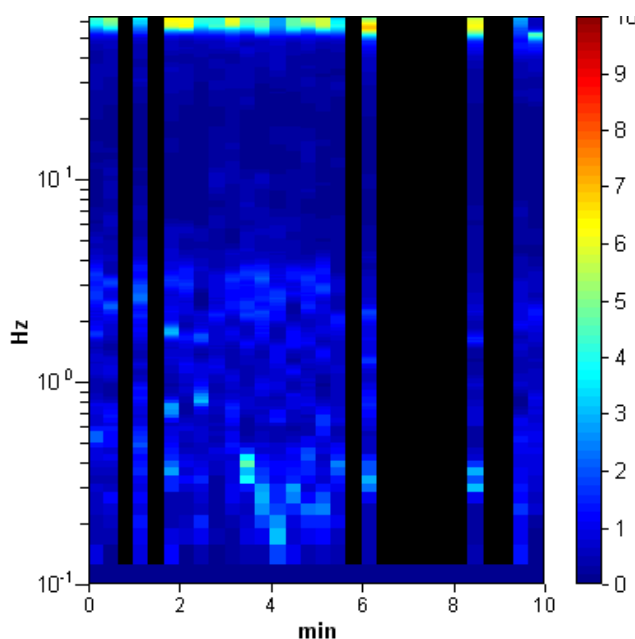
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

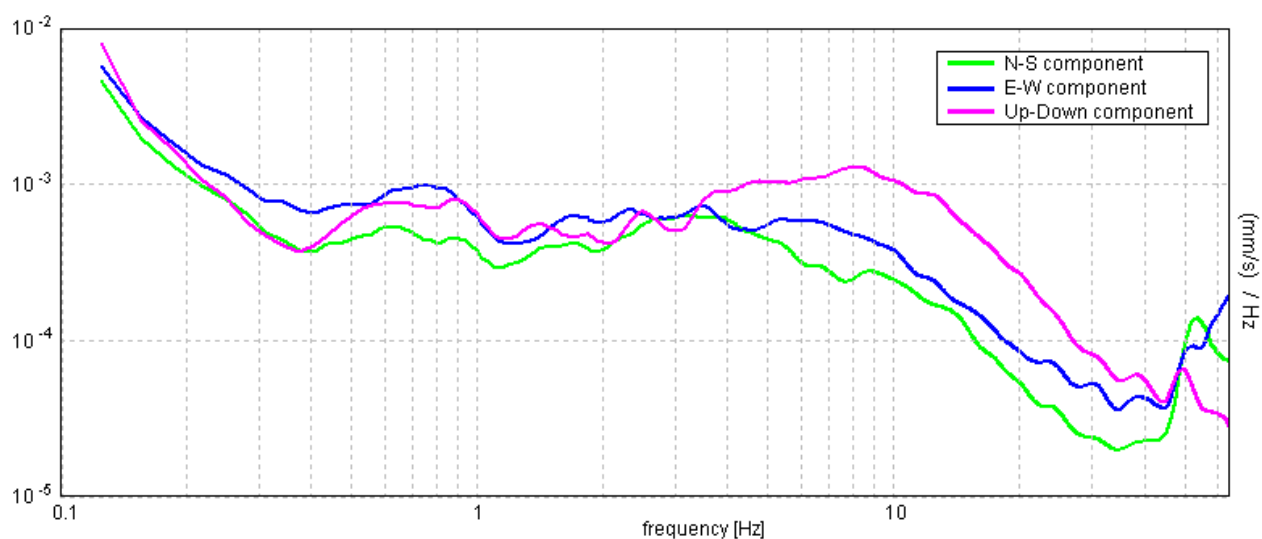
Max. H/V at  $63.97 \pm 0.0$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

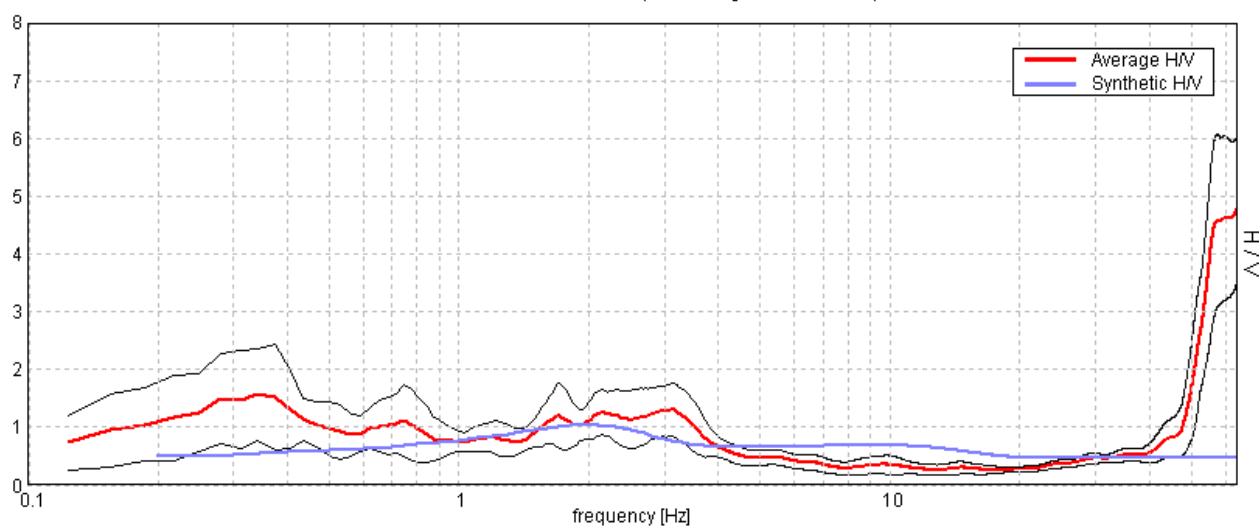


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



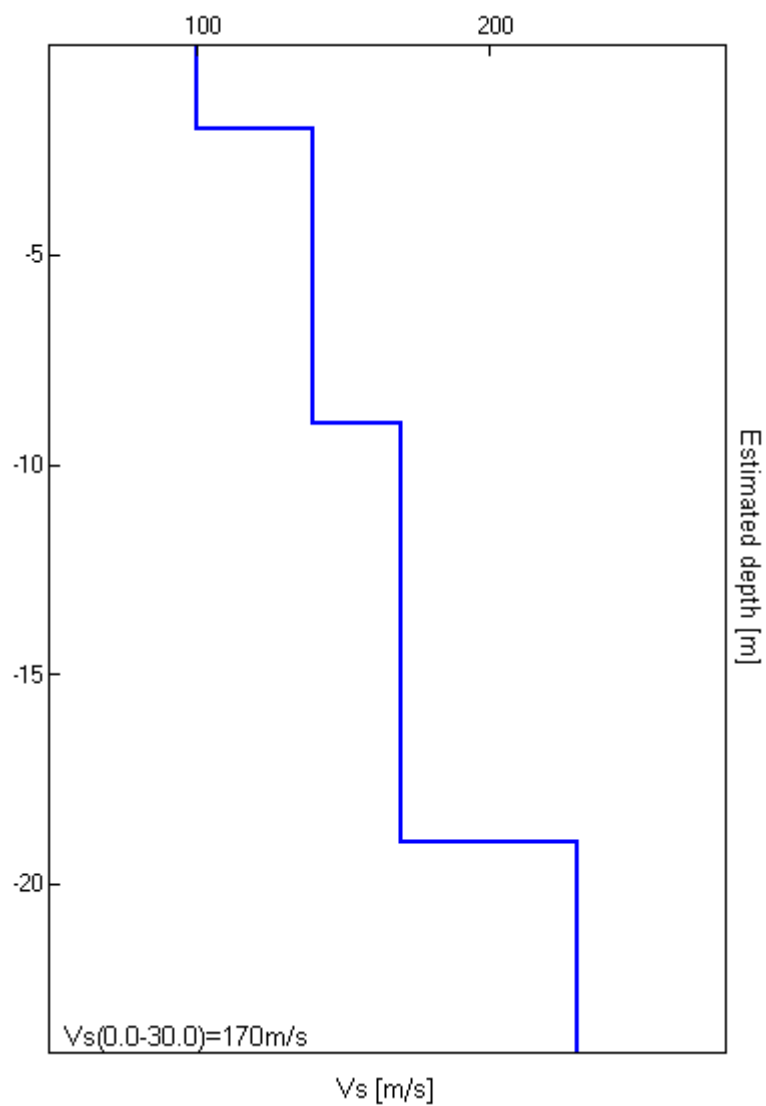
## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $63.97 \pm 0.0$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	100	0.35
9.00	7.00	140	0.35
19.00	10.00	170	0.35
inf.	inf.	230	0.35

**Vs(0.0-30.0)=170m/s**



# *Allegato 3*

*Verifica del rischio di liquefazione*



**DATI GENERALI**

Data 27/06/2017  
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617  
  
Fattore sicurezza normativa 1,25  
  
FALDA  
Profondità falda idrica 1,5 m

**DATI SIMICI**

Tipo Suolo: D-Terreni granulari sciolti e poco addensati, coesivi consistenti Vs30<180  
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,8  
  
Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1  
  
Magnitudo momento sismico (Mw) 6,5  
Peak ground acceleration (PGA) 0,101

**PARAMETRI GEOTECNICI**

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc )	Peso unità volume saturato (KN/mc )	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	1,6	17,65	19,61	0	0	3000	60	0
2		1,6	3	17,65	19,61	0	0	3000	60	0
3		3	4,2	16,65	17,65	0	0	200	10	0
4		4,2	7,8	18,63	20,57	0	0	5500	100	0
5		7,8	15,2	18,63	20,57	0	0	8500	140	0
6		15,2	20	17,65	19,61	0	0	2000	80	0

**Robertson Wride, 1998**

Correzione per la magnitudo (MSF)

1,44

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normale Q	Attrito laterale normale F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normale zzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1,70	30,397	28,436	56,259	2,020	2,299	1,7	99,199	0,987	0,171	0,048	3,555	Non suscettibile	0	Molto basso
1,90	34,319	30,396	54,414	2,023	2,310	1,7	101,058	0,985	0,176	0,051	3,474	Non suscettibile	0	Molto basso
2,10	38,241	32,357	52,740	2,026	2,321	1,7	102,860	0,984	0,181	0,053	3,423	Non suscettibile	0	Molto basso
2,30	42,163	34,318	51,211	2,029	2,331	1,7	104,608	0,982	0,186	0,055	3,393	Non suscettibile	0	Molto basso
2,50	46,085	36,278	49,808	2,031	2,340	1,660261	103,822	0,981	0,184	0,057	3,245	Non suscettibile	0	Molto basso
2,70	50,007	38,239	48,514	2,034	2,349	1,617136	102,699	0,979	0,181	0,058	3,099	Non suscettibile	0	Molto basso
2,90	53,929	40,200	47,316	2,037	2,358	1,577207	101,659	0,978	0,178	0,060	2,975	Non suscettibile	0	Molto basso
3,10	57,655	41,964									0	Non suscettibile	0	Molto basso

3,30	61,185	43,533															0	Non suscettibile		Molto basso
3,50	64,715	45,102															0	Non suscettibile	0	Molto basso
3,70	68,245	46,670															0	Non suscettibile	0	Molto basso
3,90	71,775	48,239															0	Non suscettibile	0	Molto basso
4,10	75,305	49,808															0	Non suscettibile	0	Molto basso
4,30	79,127	51,668	76,516	1,845	2,174	1,39119 4	122,756	0,967	0,252	0,067	3,738	Non suscettibile	0	Molto basso						
4,50	83,241	53,821	74,970	1,846	2,180	1,36308 8	121,427	0,966	0,247	0,068	3,625	Non suscettibile	0	Molto basso						
4,70	87,355	55,974	73,514	1,848	2,187	1,33662	120,178	0,964	0,241	0,069	3,524	Non suscettibile	0	Molto basso						
4,90	91,469	58,126	72,140	1,849	2,193	1,31163 6	119,003	0,963	0,237	0,069	3,433	Non suscettibile	0	Molto basso						
5,10	95,583	60,279	70,840	1,850	2,199	1,28800 3	117,894	0,961	0,232	0,069	3,350	Non suscettibile	0	Molto basso						
5,30	99,697	62,432	69,608	1,852	2,205	1,26560 2	116,845	0,959	0,228	0,070	3,274	Non suscettibile	0	Molto basso						
5,50	103,811	64,584	68,438	1,853	2,210	1,24433	115,851	0,958	0,225	0,070	3,204	Non	0	Molto						



7,90	153,179	90,416	89,391	1,677	2,096	1,05166 2	129,404	0,940	0,282	0,072	3,885	Non suscttib ile	0	Molto basso
8,10	157,293	92,569	88,346	1,678	2,100	1,03936 2	128,503	0,938	0,277	0,073	3,822	Non suscttib ile	0	Molto basso
8,30	161,407	94,722	87,336	1,679	2,104	1,02748 4	127,635	0,937	0,273	0,073	3,763	Non suscttib ile	0	Molto basso
8,50	165,521	96,874	86,360	1,680	2,107	1,01600 4	126,797	0,935	0,270	0,073	3,707	Non suscttib ile	0	Molto basso
8,70	169,635	99,027	85,417	1,681	2,111	1,0049	125,989	0,933	0,266	0,073	3,654	Non suscttib ile	0	Molto basso
8,90	173,749	101,180	84,503	1,681	2,115	0,99415 28	125,208	0,932	0,263	0,073	3,603	Non suscttib ile	0	Molto basso
9,10	177,863	103,333	83,618	1,682	2,118	0,98374 3	124,452	0,930	0,259	0,073	3,556	Non suscttib ile	0	Molto basso
9,30	181,977	105,485	82,761	1,683	2,121	0,97365 34	123,721	0,926	0,256	0,073	3,523	Non suscttib ile	0	Molto basso
9,50	186,091	107,638	81,929	1,684	2,125	0,96386 81	123,014	0,920	0,253	0,072	3,494	Non suscttib ile	0	Molto basso
9,70	190,205	109,791	81,122	1,685	2,128	0,95437 2	122,328	0,915	0,250	0,072	3,467	Non suscttib ile	0	Molto basso
9,90	194,319	111,943	80,338	1,686	2,131	0,94515 12	121,664	0,910	0,247	0,072	3,442	Non suscttib ile	0	Molto basso
10,10	198,433	114,096	79,576	1,686	2,135	0,93619 25	121,020	0,904	0,245	0,072	3,419	Non suscttib	0	Molto basso

10,30	202,547	116,249	78,836	1,687	2,138	0,92748 39	120,394	0,899	0,242	0,071	3,397	Non susce	0	Molto basso
10,50	206,661	118,401	78,116	1,688	2,141	0,91901 39	119,787	0,894	0,240	0,071	3,377	Non susce	0	Molto basso
10,70	210,775	120,554	77,416	1,689	2,144	0,91077 17	119,198	0,888	0,238	0,071	3,359	Non susce	0	Molto basso
10,90	214,889	122,707	76,734	1,690	2,147	0,90274 75	118,624	0,883	0,235	0,070	3,341	Non susce	0	Molto basso
11,10	219,003	124,859	76,069	1,691	2,150	0,89493 16	118,067	0,878	0,233	0,070	3,325	Non susce	0	Molto basso
11,30	223,117	127,012	75,422	1,691	2,153	0,88731 52	117,525	0,872	0,231	0,070	3,311	Non susce	0	Molto basso
11,50	227,231	129,165	74,791	1,692	2,155	0,87989 01	116,997	0,867	0,229	0,069	3,297	Non susce	0	Molto basso
11,70	231,345	131,317	74,175	1,693	2,158	0,87264 83	116,483	0,862	0,227	0,069	3,284	Non susce	0	Molto basso
11,90	235,459	133,470	73,575	1,694	2,161	0,86558 25	115,982	0,856	0,225	0,069	3,273	Non susce	0	Molto basso
12,10	239,573	135,623	72,988	1,695	2,164	0,85868 55	115,494	0,851	0,223	0,068	3,262	Non susce	0	Molto basso
12,30	243,687	137,775	72,416	1,696	2,166	0,85195 08	115,019	0,846	0,222	0,068	3,253	Non susce	0	Molto basso
12,50	247,801	139,928	71,857	1,697	2,169	0,84537	114,555	0,840	0,220	0,068	3,244	Non	0	Molto





14,90	297,169	165,760	66,021	1,707	2,198	0,77671 25	109,760	0,776	0,203	0,063	3,204	Non susceffb ile	0	Molto basso
15,10	301,283	167,913	65,596	1,708	2,201	0,77171 76	109,415	0,771	0,202	0,063	3,205	Non susceffb ile	0	Molto basso
15,30	305,301	169,969									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
15,50	309,223	171,930									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
15,70	313,145	173,891									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
15,90	317,067	175,851									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
16,10	320,989	177,812									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
16,30	324,911	179,773									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
16,50	328,833	181,733									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
16,70	332,755	183,694									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
16,90	336,677	185,655									0	Non susceffb ile	0	Molto basso
17,10	340,599	187,615									0	Non susceffb ile	0	Molto basso

17,30	344,521	189,576																	0	Non susctibile	0	Molto basso
17,50	348,443	191,537																	0	Non susctibile	0	Molto basso
17,70	352,365	193,497																	0	Non susctibile	0	Molto basso
17,90	356,287	195,458																	0	Non susctibile	0	Molto basso
18,10	360,209	197,419																	0	Non susctibile	0	Molto basso
18,30	364,131	199,379																	0	Non susctibile	0	Molto basso
18,50	368,053	201,340																	0	Non susctibile	0	Molto basso
18,70	371,975	203,301																	0	Non susctibile	0	Molto basso
18,90	375,897	205,261																	0	Non susctibile	0	Molto basso
19,10	379,819	207,222																	0	Non susctibile	0	Molto basso
19,30	383,741	209,183																	0	Non susctibile	0	Molto basso
19,50	387,663	211,143																	0	Non	0	Molto

																		suscettibile		basso
19,70	391,585	213,104																Non suscettibile	0	Molto basso
19,90	395,507	215,065																Non suscettibile	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso