

# COMUNE DI CHIOGGIA

CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA

## PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

### AREA EX BATTERIA FORTE PENZO\_ AMBITO 2 PROGETTO SPECIALE N.6

Ditte:

Tiozzo Caenazzo Fabrizio C.F. TZZFRZ50S29C638F  
Tiozzo Caenazzo Anzolin Orazio C.F. TZZRZO33M04C638K  
Tiozzo Caenazzo Anzolin Marino C.F. TZZMRN41C17C638L  
Tiozzo Caenazzo Lucia C.F. TZZLCU58S69C638P

Coordinamento:



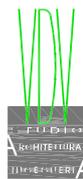
NAOS ARCHITETTURA S.C.

Viale Venezia n°7,  
30015 Chioggia - VE  
P.I. 04091700270  
info@naosarchitettura.it  
+39 0418876900

Progettista:

Arch. Daniel Tiozzo Fasiolo

Partner:



Progettista:

Arch. Alberto Vianello

elaborato:

**RELAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA**

cod :

**07**

| Rev. N. | Data       | Note      | Redatto | Controllato | Approvato |
|---------|------------|-----------|---------|-------------|-----------|
| 01      | 27.07.2018 | Emissione |         |             |           |



**C O M U N E**  
**D I**  
**C H I O G G I A**

**(PROVINCIA DI VENEZIA)**

**ANALISI**  
**DEI TERRRENI INTERESSATI**  
**ALLA REDAZIONE DELLA RELAZIONE DI COMPATIBILITA'**  
**GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, AMBIENTALE**  
**E ALLA STIMA PRELIMINARE DELLE CARATTERISTICHE**  
**GEOTECNICHE**  
**RIGUARDANTI LA REALIZZAZIONE**  
**DEL PIANO URBANISTICO DI UN AMBITO**  
**SITO A SOTTOMARINA – VIA DEL BOSCHETTO**

**COMMITTENTE: DOMUS BRENTA S.r.l.**

**ROVIGO, 19 ottobre 2016**

**DOTT. GEOL. GIORGIO ALESSIO**  
**ROVIGO – VIA MARMOLADA, 54**  
tel. e fax 0425/23215  
e-mail: [nalessio@libero.it](mailto:nalessio@libero.it)



## **P R E M E S S A**

Nel mese di ottobre 2016 lo scrivente veniva incaricato dalla Ditta DOMUS BRENTA S.r.l. di eseguire un'analisi relativa alla redazione della relazione di compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica, ambientale e alla stima preliminare delle caratteristiche geotecniche riguardanti la realizzazione del Piano Urbanistico di un ambito come richiesto dall'attuale normativa e, precisamente, dal D.M. 14/01/2008 recante "Norme Tecniche per le costruzioni" e dalle Leggi Regionali in materia.

Si sono, altresì, tenute presenti le disposizioni dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 e successive modificazioni riguardanti la classificazione sismica dei suoli che introduce il Comune di Chioggia (Ve) nella Zona sismica 4.

L'area in esame è ubicata nel Comune di Chioggia (Venezia) – Sottomarina, in Via del Boschetto, come evidenziato dalla corografia e dalla planimetria allegate (Tavv. n° 1-2).

Considerato l'insieme delle problematiche in discussione e le caratteristiche generali della zona d'indagine, area pressoché trapezoidale con dimensioni massime di circa 100 X 250 m per una superficie totale di circa 13.000 m<sup>2</sup>, si è ritenuto sufficiente basarsi sui dati generali riguardanti l'area e sugli elementi ottenuti da n° 2 prove penetrometriche dinamiche spinte alla profondità di – 12,00 m dal p.c. e da n° 3 sondaggi geognostici, alla profondità di – 3,00 m dal p.c., con messa in opera, all'interno del foro di prova, di tubi piezometrici per la determinazione del livello della falda freatica, il tutto ubicato come evidenziato alla Tav. n° 3.

Le prove in situ sono state eseguite dalla Ditta GEOL s.n.c. di Rovigo.

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche è stata impiegata un'attrezzatura statico-dinamica cingolata Pagani TG 63-100 kN, avente le seguenti, principali caratteristiche operative:

- punta conica Ø 50,8 mm, angolo d'apertura 60°;
- peso del maglio: 63 kg;
- altezza di caduta: 75 cm;
- peso aste: 4,6 kg.

(I valori ottenuti sono espressi in kg/cm<sup>2</sup> pari a 1 kg/cm<sup>2</sup> = 98 kPa).

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti con una sonda idraulica a trivellazione continua tramite l'impiego di aste elicoidali del Ø di 65 mm.

## CENNI GEOMORFOLOGICI

### GEOSTRATIGRAFICI E IDROGEOLOGICI

Il sito oggetto di indagine, posto a quote variabili tra circa 1,6/ 1,8 m s.l.m. in relazione alle disuniformità topografiche dell'area, è inserito in un'area retro-costiera costituita da dune livellate dall'azione antropica, nel comparto di Sottomarina ad una distanza di circa 400 m dalla linea di riva.

La genesi delle sopraccitate strutture è prevalentemente legata all'apporto solido dei principali fiumi che sfociano nell'area (Adige e Brenta) e al successivo rimaneggiamento operato dalle correnti marine costiere e dall'azione eolica.

In stretta relazione con le caratteristiche geomorfologiche, i terreni costituenti il substrato sono del tipo sabbioso-limoso e sabbioso fino a profondità significative (- 12 m dal p.c. e oltre).

A ragione di questi elementi è possibile affermare che il substrato dell'area in esame risulta interessato da terreni prevalentemente sabbiosi fino a discrete profondità.

Naturalmente questa distribuzione dei sedimenti risulta diversamente spaziata a seconda delle energie sviluppate in ogni singolo episodio deposizionale che risulta separato dal successivo tramite periodi di calma idraulica, favorevoli alla deposizione di materiali fini (argille e limi) e, di conseguenza si rilevano, nel corso delle esplorazioni del sottosuolo, le relative variazioni che assumono, globalmente, un tipico andamento lentiforme.

Riguardo alle caratteristiche idrogeologiche è stata riscontrata la presenza, ad una profondità media di circa 0,90 m dal p.c., di una modesta falda freatica d'acqua dolce, la cui alimentazione è riconducibile prevalentemente agli apporti meteorici, stratificata sulle sottostanti acque salmastre e successivamente marine delle quali segue, sia pure con qualche ritardo dovuto alla distanza dalla linea costiera, le oscillazioni.

L'analisi geomorfologica, precedentemente delineata, risulta confermata dalle risultanze emerse dalle prove penetrometriche e dai sondaggi eseguiti (Tavv. da n° 3 a n° 9) che, correlati con le conoscenze dello scrivente sull'intera zona in studio, permettono di fornire la seguente ricostruzione stratigrafica media del substrato.

- dall'attuale p.c. e per uno spessore di circa 0,40 m sono presenti terreni agrari a matrice sabbioso-limoso;
- da - 0,40 m fino a - 12,00 m dal p.c. si rinvencono sabbie limose e sabbie che restituiscono Ncolpi/20 cm da 4 a 20 corrispondenti a valori di  $R_p$  da 35 a 127  $\text{kg/cm}^2$ , con rari livelli limo-sabbiosi (Ncolpi/20 cm da 1 a 3 corrispondenti a valori di  $R_p$  da 10 a 30  $\text{kg/cm}^2$ );
- di seguito la serie sabbioso-limoso e sabbiosa ( $R_p$  medie pari a circa 150  $\text{kg/cm}^2$ ), con interstratificazioni di argille e limi ( $R_p$  medie pari a circa 25  $\text{kg/cm}^2$ ), continua fino alla profondità di almeno - 30 m dal piano campagna.

Riguardo all'idrogeologia del sito, come è stato precedentemente accennato, è stata riscontrata la presenza di una falda freatica il cui livello statico, in seguito alle misurazioni eseguite, è risultato variabile tra circa - 0,80 m e - 0,95 m dal p.c. in relazione alle disuniformità topografiche del sito.

Tali valori, data l'epoca durante la quale sono state eseguite le misurazioni, possono essere considerati medi.

Specificatamente il valore rilevato della falda freatica nei tubi piezometrici (con quota del terreno stimata da C.T.R.) sono risultati alla data del 18/10/2016, a falda stabilizzata, riferiti alla profondità dal p.c. e alla quota assoluta, i seguenti:

| <b>Piezometro</b> | <b>Quota terreno<br/>(m s.l.m.)</b> | <b>Quota falda da p.c.<br/>(m)</b> | <b>Quota falda assoluta<br/>(m s.l.m.)</b> |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| <b>S1</b>         | <b>1,7</b>                          | <b>- 0,90</b>                      | <b>0,80</b>                                |
| <b>S2</b>         | <b>1,8</b>                          | <b>- 0,85</b>                      | <b>0,95</b>                                |
| <b>S3</b>         | <b>1,7</b>                          | <b>- 0,90</b>                      | <b>0,80</b>                                |

Tale valore e l'osservazione dell'assetto topografico dell'intero comparto, hanno permesso di stimare le caratteristiche locali della falda le cui isofreatiche dovrebbero possedere un andamento NNE-SSO, direzione di deflusso ESE e gradiente idraulico stimabile minore dell'1 ‰.

Come precedentemente accennato, la falda è delimitata, a levante, dalla linea costiera e a ponente dalle acque salmastre della laguna d Venezia.

Tale falda scorre, come precedentemente indicato, in terreni sabbioso-limosi e sabbiosi ai quali può essere attribuito un coefficiente di permeabilità dell'ordine di  $K = 10^{-2} \div 10^{-3}$  cm/s.

Occorre rilevare che, a causa della permeabilità media dei terreni del primo substrato interessato alla falda freatica, si può presumere una discreta possibilità di movimento della stessa (drenaggio buono con grado di permeabilità medio).

\* \* \* \* \*

## STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI E DELLE CARATTERISTICHE SISMICHE

I dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche sono stati riportati in tabulato alle Tavv. n° 6-8 corredati dalla trasformazione  $N_{colpi}/20 \text{ cm}$  in  $R_p$  (resistenza penetrometrica statica) e diagrammati (in  $R_p$ ) alle Tavv. n° 7-9.

In relazione ai risultati ottenuti sono state elaborate le stime dei principali parametri geotecnici, per terreni incoerenti, evidenziate nelle seguenti tabelle:

### PROVA P1

#### TERRENI INCOERENTI

|          | Prof. strato (m) | qc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Densità relativa (%) | Angolo d'attrito (°) | Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Modulo di deform. a taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Grado di sovracons. Ocr | Modulo di reazione Ko |
|----------|------------------|--------------------------|---|---|----------------------|----------------------|---------------------------------------|---|--|-------------------------|-----------------------|
| Strato 2 | 10200            | 71,33358                 | 1,278799  | 0,748799  | <5                   | 37,26                | 178,334                               | 121,27                                  | 379,77   | 2,22                    | 0,59                  |

#### Fattori di compressibilità C Crm

|          | Prof. strato (m) | qc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> ) | C       | Crn    |
|----------|------------------|--------------------------|---|---|---------|--------|
| Strato 2 | 12,00            | 71,33358                 | 1,278799  | 0,748799  | 0,09843 | 0,0128 |

### PROVA P2

#### TERRENI INCOERENTI

|          | Prof. strato (m) | qc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Densità relativa (%) | Angolo d'attrito (°) | Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Modulo di deform. a taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Grado di sovracons. Ocr | Modulo di reazione Ko |
|----------|------------------|--------------------------|---|---|----------------------|----------------------|---------------------------------------|---|--|-------------------------|-----------------------|
| Strato 2 | 12,00            | 65,21494                 | 1,270269  | 0,7552688   | <5                   | 36,77                | 163,0374                              | 10,872                                  | 359,5209   | 2,01                    | 0,55                  |

#### Fattori di compressibilità C Crm

|          | Prof. strato (m) | qc (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> ) | C       | Crn   |
|----------|------------------|--------------------------|---|---|---------|-------|
| Strato 2 | 12,00            | 65,21494                 | 1,270269  | 0,7552688   | 0,09997 | 0,013 |

Tali elementi sono stati ottenuti da software Geostru - Static probing tramite le seguenti correlazioni:

- Densità relativa: (Schmertmann);
- Angolo di resistenza al taglio: (Schmertmann);
- Modulo di Young: (Schmertmann);
- Modulo Edometrico: (Mitchell & Garder 1975);
- Modulo di deformazione a taglio: (Imai & Tomachi);
- Grado di sovraconsolidazione  $O_{cr}$ : (Stress-History);
- Modulo di reazione ( $K_o$ ): (Kulhawy e Mayne 1990);
- Fattori di compressibilità  $C$  e  $C_{rm}$ .

Di seguito si è proceduto all'elaborazione degli elementi risultanti al fine di individuare la categoria di suolo di fondazione per la definizione dell'azione sismica di progetto, l'eventuale presenza di terreni suscettibili di liquefazione, gli stati limite ultimo (SLU) e di servizio (SLS) nell'ipotesi presa in considerazione sui terreni di sedime interessati alle opere primarie di urbanizzazione e gli stati limite ultimo (SLU) e d'esercizio (SLE) nell'ipotesi preliminare di fondazioni superficiali continue (travi rovesce) relativamente agli eventuali fabbricati da progettarsi.

### **Categoria di suolo di fondazione**

Si è proceduto alla trasposizione dei valori  $R_p$  in NSPT (per quanto concerne i terreni incoerenti ( $R_p > 30 \text{ kg/cm}^2$ ) mediante discretizzazione, con l'applicazione di coefficienti di correlazione (impostati sui valori ricavati dalla prova P1 e dai dati medi della zona per quanto riguarda i valori di profondità fino a - 30 m dal p.c.), ottenendo per interpolazione:

$$NSPT_{30} = \frac{d_s}{\sum_{i=1}^n d_i/n_i} = 29$$

Per quanto concerne i terreni coesivi ( $R_p \leq 30 \text{ kg/cm}^2$ ) si è ottenuto un valore della coesione pari a:

$$c_u = 1,22 \text{ kg/cm}^2$$

Essendo, pertanto,  $NSPT > 15$  per i terreni incoerenti e  $c_u = 122 \text{ kPa}$ , il suolo di fondazione può essere attribuito alla categoria C "Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < NSPT < 50$ ,  $70 < c_u < 250 \text{ kPa}$ )" e, nella fattispecie, può essere ragionevolmente ipotizzato un valore di  $V_{s30}$  attorno a 235 m/s.

### Azione sismica di progetto

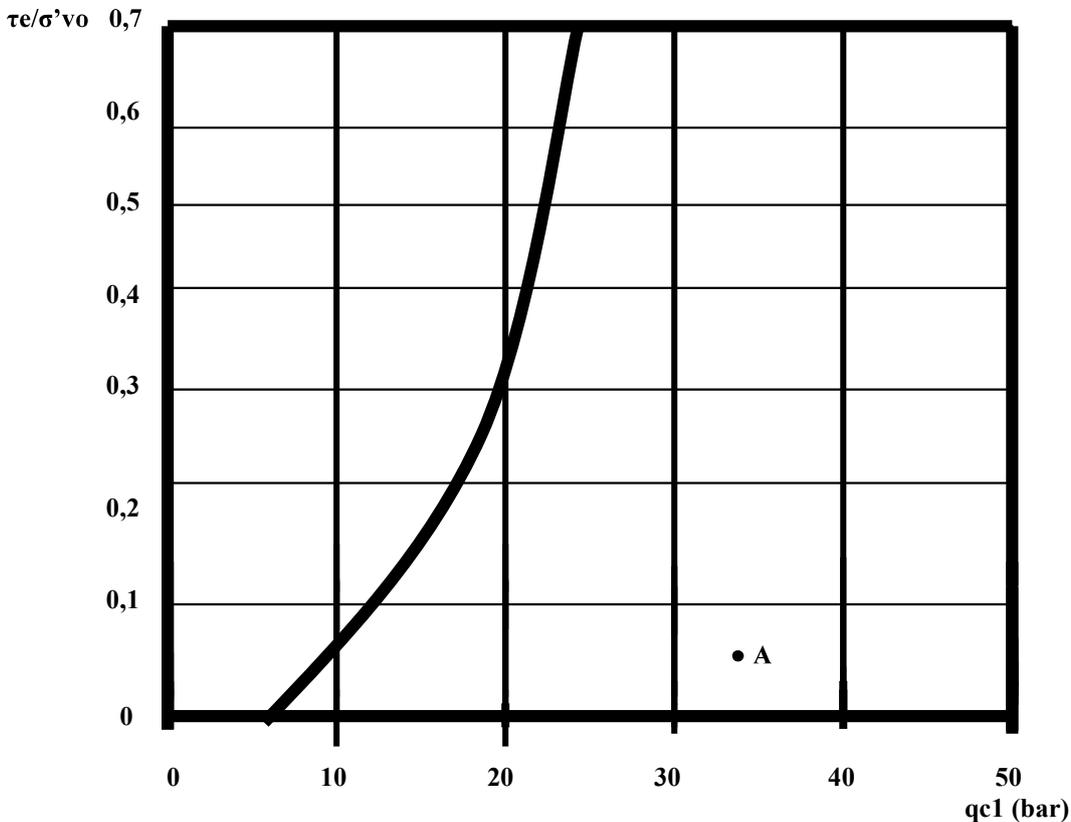
Poiché il Comune di Choggia è inserito nella zona sismica 4 e la categoria del suolo di fondazione è risultata C, il valore dell'accelerazione massima orizzontale  $a_g$  da adottare, espresso come frazione dell'accelerazione di gravità, risulta: 0,05 g.

Similmente il valore del parametro dello spettro di risposta elastico della componente orizzontale da applicare risulta variabile pari a  $S = 1,25$ .

### Verifica alla liquefazione

Considerando che il substrato del sito in esame presenta, entro la profondità di 15 m dal p.c., terreni sabbioso-limosi e sabbiosi tali da poter potenzialmente indurre il fenomeno della liquefazione, si è proceduto ad un'analisi semplificata del fenomeno usando correlazioni empiriche tra le misure in sito (desunte dalla prova P1) e sforzi ciclici di taglio che hanno provocato liquefazioni durante terremoti passati.

Il grafico proposto (UNI EN 1998-5; 1998), modificato, per quanto riguarda la curva limite, per terremoti di magnitudo 6, ampiamente superiori a quelli dell'area, mostra in ascisse il valore normalizzato della resistenza penetrometrica alla punta ( $qc_1$ ) e in ordinate lo sforzo ciclico normalizzato ( $\tau_c/\sigma'_{vo}$ ).



Pertanto, nella fattispecie, i valori (A) calcolati sono risultati:

$$\tau_e/\sigma'_{vo} = 0,05$$

$$q_{c1} = 34$$

che riportati in grafico evidenziano che le misure in sito cadono nella zona in cui non è possibile la liquefazione (a destra e sotto la curva limite).

Di conseguenza è possibile concludere che il terreno in esame non presenta suscettibilità alla liquefazione.

## **IPOTESI DI OPERE PRIMARIE DI LOTTIZZAZIONE**

### **Stato limite ultimo (SLU)**

Dovendosi procedere al calcolo di strade di urbanizzazione, adibite a traffico veicolare leggero, della larghezza totale di circa 6,00 m e dei relativi parcheggi, in territorio di pianura ed in presenza di una falda freatica (in condizioni di media ricarica) a profondità stimabili attorno a - 0,90 m dall'attuale p.c., si è ipotizzato un rilevato stradale, posato alla profondità di - 0,50 m dall'attuale piano medio di campagna (onde ottenere l'asportazione dello stato agrario superficiale), normalmente strutturato (binder di spessore 10 cm, stabilizzato calcareo di spess. 10 cm, tout-venant di spess. 30 cm e sabbia di spess. 20 cm).

Si è applicata la formula di Terzaghi modificata secondo i dati della tabella 7.2.1 delle Norme Tecniche (coefficienti parziali M2) in relazione ai parametri di resistenza non drenata ricavata in base ai valori minimi medi della resistenza penetrometrica alla punta per la porzione coesiva del terreno ( $c_{uk} = R_p/N_{CP} = 10/20 = 0,50 \text{ kg/cm}^2$ ), da cui il valore di coesione non drenata ( $c_u = c_{uk}/\gamma_{cu} = 0,50/1,40 = 0,36 \text{ kg/cm}^2$ ) permette di ottenere un valore del carico unitario, in condizioni di stato limite ultimo, pari a:

$$\text{carico unitario (SLU)} = 2,40 \text{ kg/cm}^2.$$

### **Stato limite di servizio (SLS)**

In base agli elementi precedentemente evidenziati risulta che il carico unitario, in condizioni di stato limite di servizio, possa essere stimato pari a:

$$\text{carico unitario (SLS)} = 1,00 \text{ kg/cm}^2,$$

in modo tale che i cedimenti teorici totali stimati in via approssimata tramite il metodo edometrico nell'ipotesi di consolidazione monodimensionale del terreno sottostante la struttura stradale, sulla base di correlazioni empiriche tra la resistenza penetrometrica alla punta ed il modulo edometrico, sono stati ipotizzati pari a circa 3 centimetri.

## **IPOTESI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI CONTINUE (TRAVI ROVESCE) A SERVIZIO DEGLI EVENTUALI FABBRICATI DA PROGETTARSI**

### **Verifica di sicurezza dello stato limite ultimo (SLU)**

Si è applicata la formula di Terzaghi modificata in base alla tabella 7.2.1 delle Norme Tecniche (coefficienti parziali M2) in relazione ai valori di resistenza non drenata, per la porzione coesiva del terreno maggiormente interessata, ricavati dai valori minimi medi della resistenza penetrometrica alla punta ( $c_{uk} = R_p/N_{CP} = 10/20 = 0,50 \text{ kg/cm}^2$ ), ottenendo un valore del carico unitario, in condizioni di stato limite ultimo, pari a:

$$\text{carico unitario (SLU)} = c_u \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q = 2,25 \text{ kg/cm}^2,$$

essendo:  $c_u$  = coesione non drenata ( $c_u = c_{uk}/\gamma_{cu} = 0,50/1,40 = 0,36 \text{ kg/cm}^2$ );

$N_c, N_q$  = fattori di capacità portante per  $\varphi = 0^\circ$ ;

$D$  = profondità di posa delle fondazioni pari a - 0,80 m dall'attuale p.c.;

$\gamma$  = peso di volume del terreno di scavo.

### **Verifica di sicurezza in condizioni di esercizio (SLE)**

Si è ipotizzato un valore di carico unitario ammissibile, in condizioni di stato limite di esercizio, pari a:

$$\text{carico unitario (SLE)} = 0,90 \text{ kg/cm}^2$$

in modo tale che i cedimenti teorici totali stimati in via approssimata tramite il metodo edometrico nell'ipotesi di consolidazione monodimensionale del terreno sottostante la fondazione, sulla base di correlazioni empiriche tra la resistenza penetrometrica alla punta ed il modulo edometrico, prendendo in considerazione fondazioni della larghezza  $B = 1,20 \text{ m}$ , il piano di posa ed i valori di carico precedentemente evidenziati, sono stati ipotizzati attorno ai 2 centimetri.

### **Stima del modulo di sottofondo**

Premesso che il modulo di sottofondo (costante di Winkler) dipende sia dalla tipologia del terreno, sia dai carichi applicati e dalle dimensioni delle fondazioni, l'applicazione della formula di Bowles (1974):

$$K(\text{kN/m}^3) = 40 \cdot Q_{\text{lim}} \text{ effettivo applicato} \cdot F_c$$

(essendo  $F_c = 2,54/\text{cedimento}$  calcolato della fondazione), permette di stimare:

$$K = 1,40 \text{ kg/cm}^3.$$

## CONCLUSIONI

Le indagini svolte e precedentemente discusse permettono di evidenziare come il terreno in esame sia costituito, al di sotto dello strato superficiale agrario a matrice sabbioso-limosa, da litotipi sabbioso-limosi e sabbiosi con rari livelli limo-sabbiosi, seguiti da una serie basale sabbioso-limosa e sabbiosa con interstratificazioni di argille e limi.

Sotto l'aspetto geomorfologico il sito investigato è inserito in un'area del cordone litorale della laguna di Venezia interessata da dune livellate in ambiente costiero geneticamente riconducibili ai rimaneggiamenti operati da fattori eolici e dalle correnti marine su materiali provenienti principalmente dai fiumi Adige e Brenta e dai loro paleovalvei.

Le caratteristiche geologiche e geotecniche di questi terreni variano quindi verticalmente in relazione alle diverse granulometrie, al contenuto in acqua ed alla profondità e sono da ritenersi buone sia per quanto concerne le opere primarie di urbanizzazione, sia riguardo a fondazioni superficiali continue (travi rovesce) a servizio degli eventuali edifici da progettarsi.

La falda freatica è stata rinvenuta alla profondità media di circa - 0,90 m dal p.c. in condizioni di media ricarica ed è caratterizzata da vergenza ESE e gradiente idraulico stimabile minore dell'1 ‰.

Il letto di scorrimento delle acque freatiche risulta costituito da terreni prevalentemente incoerenti con un drenaggio buono e un grado di permeabilità medio.

In conseguenza delle caratteristiche geostratigrafiche e idrogeologiche ed in relazione all'elaborazione dei dati penetrometrici, si sono ottenute le seguenti conclusioni:

- **zona sismica 4;**
- **categoria di suolo di fondazione C (VS30 stimata pari a circa 235 m/s);**
- **azione sismica di progetto (accelerazione massima orizzontale  $a_g$  espressa come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ ): 0,05  $g$**
- **spettro di risposta elastico:  $S = 1,25$ ;**
- **verifica alla liquefazione: il terreno globalmente non presenta suscettibilità alla liquefazione (nell'ipotesi di sismi con magnitudo pari a 6);**

## **IPOTESI DI OPERE PRIMARIE DI LOTTIZZAZIONE**

- **verifica di sicurezza allo stato limite ultimo (SLU) per una sovrastruttura stradale, posata alla profondità di circa - 0,50 m dall'attuale piano medio di campagna, delle dimensioni B = 5 m - L = 6 m e dello spessore totale pari a 0,70 m:**

$$\text{carico unitario (SLU)} = 2,40 \text{ kg/cm}^2;$$

- **verifica in condizioni di stato limite di servizio (SLS):**

$$\text{carico unitario (SLS)} = 1,00 \text{ kg/cm}^2,$$

nelle ipotesi di un'adeguata decorticatura del terreno agrario per un opportuno spessore e che venga steso, al di sotto del primo strato basale sabbioso, un telo geotessile con funzioni di ripartizione dei carichi e di drenaggio e con cedimenti teorici totali stimati pari a circa 3 cm.

In realtà si può osservare che i carichi reali unitari d'esercizio delle strutture stradali che saranno realizzate non dovrebbero superare il valore di circa 0,30 kg/cm<sup>2</sup>, per cui i relativi cedimenti risulteranno di molto inferiori a quelli precedentemente ipotizzati.

## **IPOTESI SULLE FONDAZIONI DEGLI EVENTUALI FABBRICATI DA PROGETTARSI**

Si osserva che, in assenza di prove puntuali relative ad ogni singolo lotto, le considerazioni seguenti hanno solamente un valore indicativo e, conseguentemente, all'atto delle specifiche progettazioni, andranno eseguiti i necessari approfondimenti.

- **fondazioni dei fabbricati da progettarsi nell'ipotesi di fondazioni superficiali continue (travi rovesce), verifica di sicurezza dello stato limite ultimo (SLU):**

$$\text{carico unitario (SLU)} = 2,25 \text{ kg/cm}^2;$$

- **verifica in condizioni di esercizio (SLE):**

$$\text{carico unitario (SLE)} = 0,90 \text{ kg/cm}^2,$$

nell'ipotesi sopraccitata con D = - 0,80 m dall'attuale piano medio di campagna, B = 1,20 m e cedimenti teorici totali stimabili pari a circa 3 centimetri.

- **Stima del modulo di sottofondo**

**Premesso che il modulo di sottofondo (costante di Winkler) dipende sia dalla tipologia del terreno, sia dai carichi applicati e dalle dimensioni delle fondazioni, l'applicazione della formula di Bowles (1974):**

$$K(\text{kN/m}^3) = 40 \cdot Q_{\text{lim}} \text{ effettivo applicato} \cdot F_c$$

**(essendo  $F_c = 2,54/\text{cedimento}$  calcolato della fondazione), permette di stimare (nell'ipotesi di cedimento presa precedentemente in considerazione):**

$$K = 1,40 \text{ kg/cm}^3.$$

**Si osserva, infine, che, se dovessero essere variate le dimensioni delle fondazioni precedentemente descritte, i conseguenti cedimenti potrebbero risultare diversi rispetto ai valori ipotizzati, ma dovrebbero comunque rientrare nell'ambito dell'accettabilità per le usuali tipologie di fabbricati prevedibili nell'ambito del progetto, a condizione che vengano confermate dalle necessarie prove (puntuali sui singoli lotti) di approfondimento.**

**Sotto queste condizioni si esprime, di conseguenza, parere favorevole sotto l'aspetto della compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica, ambientale e geotecnica all'ipotesi dell'intervento proposto riguardante l'area in esame.**

Rovigo, 19 ottobre 2016

Dott.p9 geol. Giorgio Alessio

COROGRAFIA



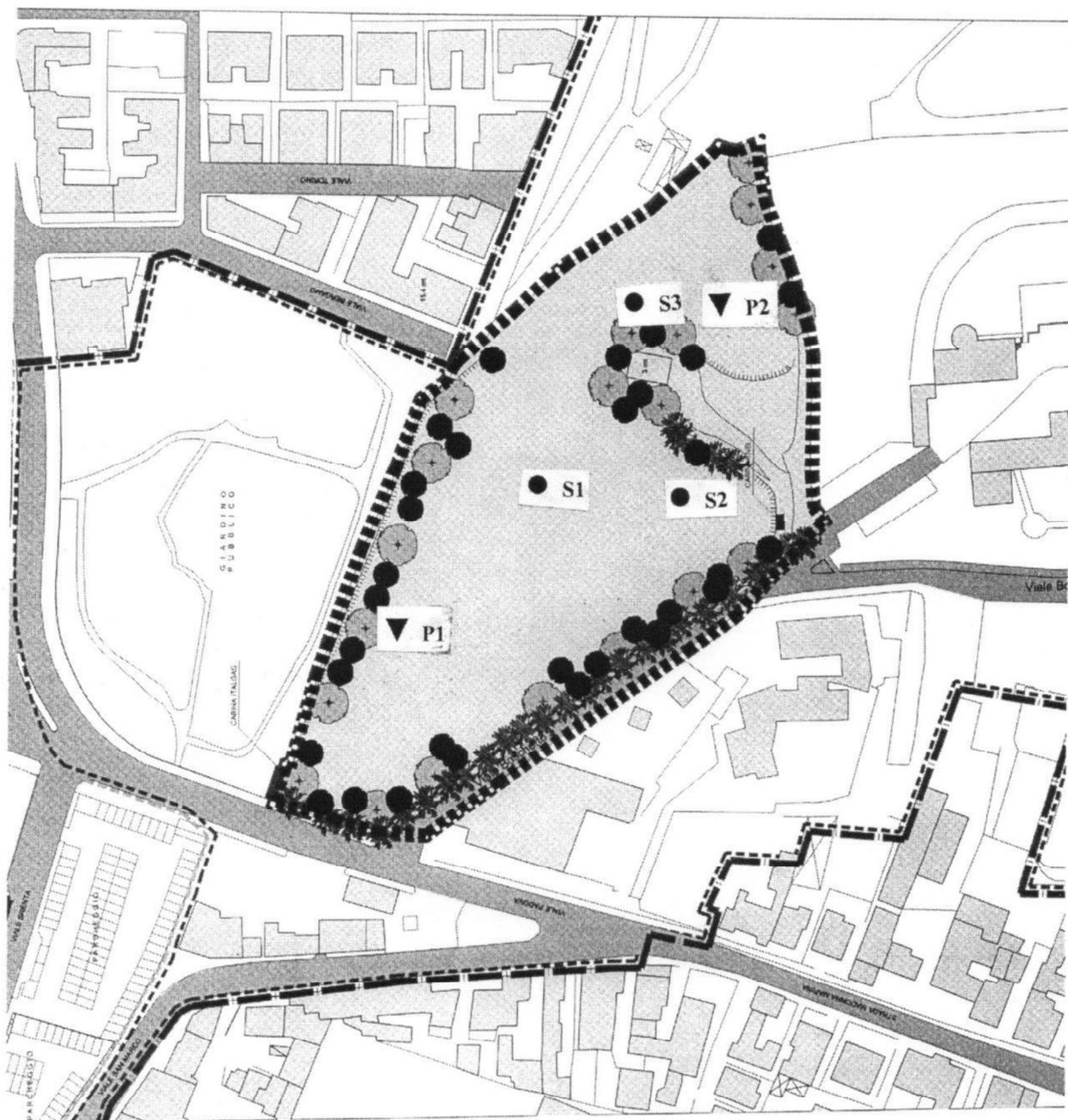
(estratto da C.T.R.)

LEGENDA

○ Area d'indagine

SCALA 1:5.000

UBICAZIONE LOTTO IN ESAME  
E POSIZIONAMENTO PROVE



COMUNE DI CHIOGGIA  
(PROVINCIA DI VENEZIA)

LEGENDA

- ▼ P 1-2 . Prove penetrometriche dinamiche
- S 1-2-3 Sondaggi geognostici

FUORI SCALA

**GEOL s.n.c.**  
Via Anna Frank, 31 - 45100 ROVIGO  
Tel. e Fax 0425/23215

**SONDAGGIO N° 1**

-----  
Committente: Domus Brenta s.r.l.      Loc. e data: Via del Boschetto - Chioggia (Ve) - 11/10/2016

|   | STRATIGRAFIA<br>SIMB. | PROF. | CAMP. | CLASSIFICA MACROSCOPICA   | P.P. | T.V. | FALDA<br>PZ |
|---|-----------------------|-------|-------|---|------|------|-------------|
| 0 | ..... ~ ~ .....       |       |       | Terreno agrario a matrice sabbioso-limosa                           |      |      |             |
|   | ~ ..... ~             | 0,50  |       | Sabbia fine limosa<br>da nocciola a grigia<br>scarsamente addensata |      |      | - 0,90      |
| 1 | ..... ~ .....         |       |       |   |      |      |             |
|   | ~ ~ ..... ~           |       |       |   |      |      |             |
| 2 | ..... ~ .....         |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ .....         |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ .....         |       |       |   |      |      |             |
| 3 | ..... ~ .....         | 3,00  |       |   |      |      |             |
|   | -----                 |       |       |   |      |      |             |
| 4 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 5 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 6 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 7 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 8 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 9 |                       |       |       |   |      |      |             |

**GEOL s.n.c.**  
Via Anna Frank, 31 - 45100 ROVIGO  
Tel. e Fax 0425/23215

**SONDAGGIO N° 2**

-----  
Committente: Domus Brenta s.r.l.      Loc. e data: Via del Boschetto - Chioggia (Ve) - 11/10/2016

|   | STRATIGRAFIA<br>SIMB. | PROF. | CAMP. | CLASSIFICA MACROSCOPICA   | P.P. | T.V. | FALDA<br>PZ |
|---|-----------------------|-------|-------|---|------|------|-------------|
| 0 | ..... ~ ~ .....       |       |       | Terreno agrario a matrice sabbioso-limosa                           |      |      |             |
|   | ~ ..... ~             | 0,50  |       | Sabbia fine limosa<br>da nocciola a grigia<br>scarsamente addensata |      |      | - 0,85      |
| 1 | ..... ~ .....         |       |       |   |      |      |             |
|   | ~ ~ ..... ~           |       |       |   |      |      |             |
| 2 | ..... ~ .....         |       |       |   |      |      |             |
|   | ~ ..... ~             |       |       |   |      |      |             |
| 3 | ..... ~ .....         | 3,00  |       |   |      |      |             |
|   | -----                 |       |       |   |      |      |             |
| 4 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 5 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 6 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 7 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 8 |                       |       |       |   |      |      |             |
| 9 |                       |       |       |   |      |      |             |

**GEOL s.n.c.**  
Via Anna Frank, 31 - 45100 ROVIGO  
Tel. e Fax 0425/23215

**SONDAGGIO N° 3**

-----  
Committente: Domus Brenta s.r.l.      Loc. e data: Via del Boschetto - Chioggia (Ve) - 11/10/2016

|   | STRATIGRAFIA<br>SIMB. | PROF. | CAMP. | CLASSIFICA MACROSCOPICA   | P.P. | T.V. | FALDA<br>PZ |
|---|-----------------------|-------|-------|---|------|------|-------------|
| 0 | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       | Terreno agrario a matrice sabbioso-limosa                           |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       | 0,50  |       |   |      |      | - 0,90      |
| 1 | ..... ~ ~ .....       |       |       | Sabbia fine limosa<br>da nocciola a grigia<br>scarsamente addensata |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
| 2 | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
| 3 | ..... ~ ~ .....       | 3,00  |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
| 4 | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
| 5 | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
| 6 | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
| 7 | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
| 8 | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
|   | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |
| 9 | ..... ~ ~ .....       |       |       |   |      |      |             |

**GEOL di M. ALESSIO & C. S.n.c.**

Via A. Frank, 31 - 45100 ROVIGO

Tel. e Fax 0425/23215

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° 1

Tabulato Ncolpi/20 cm

Restituzione  $R_p = m^2 \cdot H / [(A \cdot e \cdot (m+p))]$ Strumento: penetrometro dinamico:  $m = 63 \text{ kg}$  – volata = 75 cm

Committente: Domus Brenta S.r.l.

Località e data: Via del Boschetto - Chioggia (Ve) - 11/10/2016

Quota iniziale: piano campagna

Quota falda: - 0,80 m da p.c.

| Prof. (cm) | Ncolpi/20cm | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------|-------------|--------------------------|
| 0-20       | -           | -                        |
| 20-40      | 2           | 21                       |
| 40-60      | 3           | 32                       |
| 60-80      | 6           | 64                       |
| 80-100     | 5           | 54                       |
| 100-120    | 2           | 20                       |
| 120-140    | 3           | 30                       |
| 140-160    | 3           | 30                       |
| 160-180    | 5           | 50                       |
| 180-200    | 8           | 80                       |
| 200-220    | 7           | 65                       |
| 220-240    | 9           | 84                       |
| 240-260    | 5           | 47                       |
| 260-280    | 5           | 47                       |
| 280-300    | 6           | 56                       |
| 300-320    | 5           | 44                       |
| 320-340    | 5           | 44                       |
| 340-360    | 5           | 44                       |
| 360-380    | 4           | 35                       |
| 380-400    | 4           | 35                       |
| 400-420    | 4           | 33                       |
| 420-440    | 5           | 42                       |
| 440-460    | 5           | 42                       |
| 460-480    | 5           | 42                       |
| 480-500    | 6           | 50                       |
| 500-520    | 5           | 40                       |
| 520-540    | 5           | 40                       |
| 540-560    | 8           | 64                       |
| 560-580    | 8           | 64                       |
| 580-600    | 6           | 48                       |
| 600-620    | 6           | 45                       |
| 620-640    | 8           | 60                       |
| 640-660    | 11          | 83                       |
| 660-680    | 11          | 83                       |
| 680-700    | 13          | 98                       |
| 700-720    | 13          | 94                       |
| 720-740    | 14          | 102                      |
| 740-760    | 17          | 124                      |
| 760-780    | 17          | 124                      |
| 780-800    | 12          | 87                       |
| 800-820    | 7           | 49                       |
| 820-840    | 13          | 91                       |
| 840-860    | 16          | 112                      |
| 860-880    | 15          | 105                      |
| 880-900    | 18          | 126                      |
| 900-920    | 19          | 127                      |
| 920-940    | 17          | 113                      |
| 940-960    | 12          | 80                       |
| 960-980    | 11          | 73                       |
| 980-1000   | 12          | 80                       |
| 1000-1020  | 15          | 96                       |
| 1020-1040  | 12          | 76                       |
| 1040-1060  | 13          | 83                       |
| 1060-1080  | 9           | 57                       |
| 1080-1100  | 15          | 96                       |
| 1100-1120  | 17          | 105                      |
| 1120-1140  | 17          | 105                      |
| 1140-1160  | 16          | 99                       |
| 1160-1180  | 18          | 111                      |
| 1180-1200  | 20          | 124                      |

**GEOL s.n.c.**

Via A. Frank, 31 - 45100 ROVIGO

Tel. e Fax 0425/23215

PROVA PENETROMETRICA STATICA N° 1

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

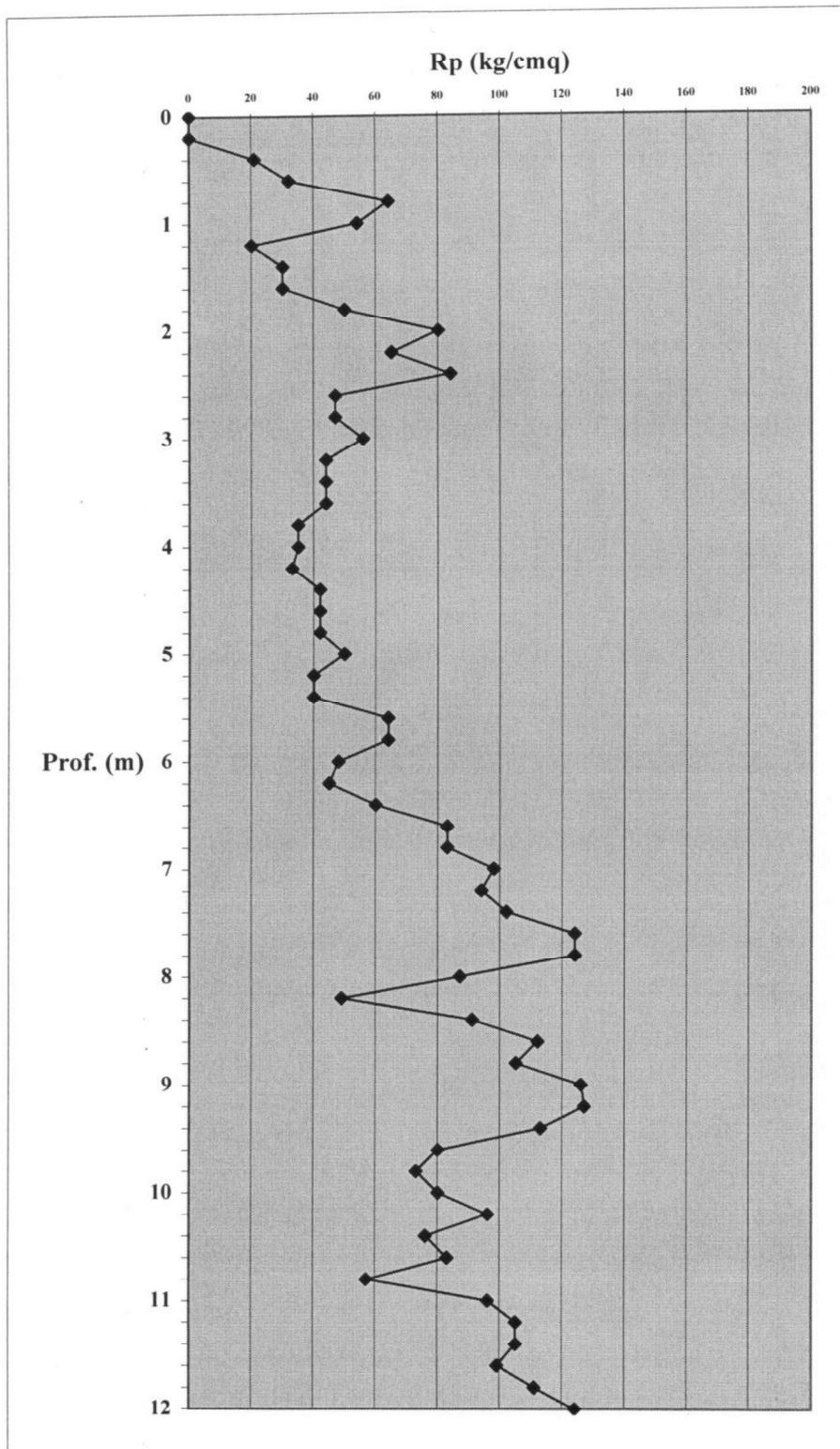
Strumento: penetrometro statico 10 t. con anello allargatore

Committente: Domus Brenta S.r.l.

Località e data: Via del Boschetto -Chioggia (Ve) - 11/10/2016

Quota iniziale: piano campagna

Quota falda: - 0,80 m da p.c.



**GEOL di M. ALESSIO & C. S.n.c.**

Via A. Frank, 31 - 45100 ROVIGO

Tel. e Fax 0425/23215

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° 2

Tabulato Ncolpi/20 cm

Restituzione  $R_p = m^2 \cdot H / [(A \cdot e \cdot (m+p))]$ Strumento: penetrometro dinamico:  $m = 63 \text{ kg}$  – volata = 75 cm

Committente: Domus Brenta S.r.l.

Località e data: Via del Boschetto - Chioggia (Ve) - 11/10/2016

Quota iniziale: piano campagna

Quota falda: - 0,95 m da p.c.

| Prof. (cm) | Ncolpi/20cm | Rp (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------|-------------|--------------------------|
| 0-20       | -           | -                        |
| 20-40      | 1           | 10                       |
| 40-60      | 2           | 21                       |
| 60-80      | 4           | 43                       |
| 80-100     | 5           | 54                       |
| 100-120    | 5           | 50                       |
| 120-140    | 2           | 20                       |
| 140-160    | 3           | 30                       |
| 160-180    | 3           | 30                       |
| 180-200    | 5           | 50                       |
| 200-220    | 7           | 65                       |
| 220-240    | 6           | 56                       |
| 240-260    | 8           | 75                       |
| 260-280    | 6           | 56                       |
| 280-300    | 6           | 56                       |
| 300-320    | 6           | 53                       |
| 320-340    | 7           | 62                       |
| 340-360    | 5           | 44                       |
| 360-380    | 5           | 44                       |
| 380-400    | 5           | 44                       |
| 400-420    | 3           | 25                       |
| 420-440    | 7           | 58                       |
| 440-460    | 8           | 67                       |
| 460-480    | 6           | 50                       |
| 480-500    | 5           | 42                       |
| 500-520    | 8           | 64                       |
| 520-540    | 8           | 64                       |
| 540-560    | 9           | 72                       |
| 560-580    | 7           | 56                       |
| 580-600    | 7           | 80                       |
| 600-620    | 7           | 76                       |
| 620-640    | 12          | 91                       |
| 640-660    | 13          | 98                       |
| 660-680    | 14          | 106                      |
| 680-700    | 13          | 98                       |
| 700-720    | 14          | 102                      |
| 720-740    | 11          | 80                       |
| 740-760    | 11          | 80                       |
| 760-780    | 13          | 94                       |
| 780-800    | 15          | 109                      |
| 800-820    | 13          | 91                       |
| 820-840    | 13          | 91                       |
| 840-860    | 12          | 84                       |
| 860-880    | 11          | 77                       |
| 880-900    | 11          | 77                       |
| 900-920    | 11          | 73                       |
| 920-940    | 12          | 80                       |
| 940-960    | 16          | 107                      |
| 960-980    | 17          | 113                      |
| 980-1000   | 16          | 107                      |
| 1000-1020  | 13          | 83                       |
| 1020-1040  | 10          | 64                       |
| 1040-1060  | 11          | 70                       |
| 1060-1080  | 6           | 38                       |
| 1080-1100  | 6           | 38                       |
| 1100-1120  | 9           | 55                       |
| 1120-1140  | 12          | 74                       |
| 1140-1160  | 13          | 80                       |
| 1160-1180  | 9           | 55                       |
| 1180-1200  | 10          | 62                       |

**GEOL s.n.c.**

Via A. Frank, 31 - 45100 ROVIGO

Tel. e Fax 0425/23215

PROVA PENETROMETRICA STATICA N° 2

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

Strumento: penetrometro statico 10 t. con anello allargatore

Committente: Domus Brenta S.r.l.

Località e data: Via del Boschetto -Chioggia (Ve) - 11/10/2016

Quota iniziale: piano campagna

Quota falda: - 0,95 m da p.c.

