

COMUNE DI CONEGLIANO

PROVINCIA DI TREVISO

**NUOVA SEDE AZIENDALE CON UFFICI E STABILIMENTO
PRODUTTIVO DELLA DERSUT CAFFÈ S.p.A. - CONEGLIANO**

Committente: DERSUT S.p.A

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA ED
IDROGEOLOGICA**

Ai sensi del D.M. 11.03.88 e D.M. 14.01.08

Geologo:

Dott. Celeste Granziera

S. Pietro di Feletto, luglio 2017

COMUNE DI CONEGLIANO
PROVINCIA DI TREVISO

**NUOVA SEDE AZIENDALE CON UFFICI E STABILIMENTO PRODUTTIVO DELLA
DERSUT CAFFE' S.p.A. - CONEGLIANO**

Committente: DERSUT S.p.A.

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA ED IDROGEOLOGICA

Ai sensi del D.M. 11.03.88 e D.M. 14.01.08

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Norme tecniche per le Costruzioni 2008: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

PREMESSA

Nell'ambito del P.I.R.U.E.A. - "Il Quartiere Dello Sport - Porta San Giuseppe" è prevista la realizzazione del nuovo edificio produttivo della ditta committente.

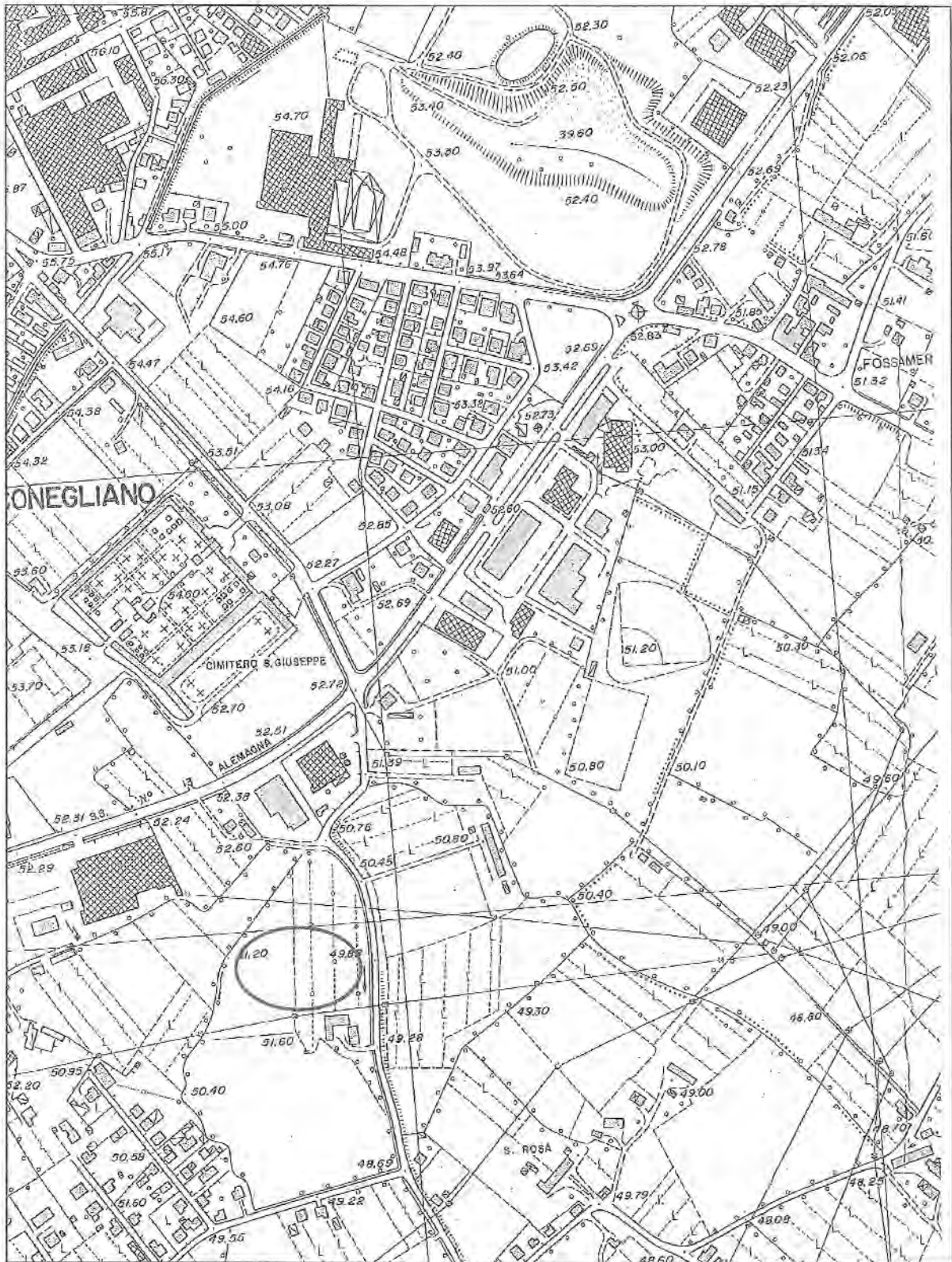
Allo scopo di fornire le informazioni di carattere geologico, geotecnico ed idrogeologico è stata elaborata la presente relazione attingendo anche ad uno studio di tutto il comparto "S.Giuseppe" ed alle relative prove geognostiche eseguito in precedenza nel maggio 2006.

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il presente progetto è previsto nella zona sud orientale del comune di Conegliano ad Est del fiume Monticano, tra viale Venezia e via San Giuseppe.

Essa si sviluppa in corrispondenza dell'alta pianura alluvionale a quota di 51 m s.l.m., su un'area catastalmente censita al F. 37, mapp. n. 1436

La zona interessata al progetto viene indicata nello stralcio di C.T.R. - EI. CONEGLIANO - scala 1:5.000, riportata alla pagina seguente.



INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - Scala 1:5.000

RICHIAMO A STUDI PRECEDENTI

Il Comune di Conegliano è dotato di uno studio geologico che interessa tutto il territorio comunale redatto nel 1981 dai Dott. A. Tosetti e G. Stazzone, ed aggiornato dal Dott. Fagarazzi.

Per l'area di intervento si rileva:

- L'assenza di qualsiasi tipo di dinamica geomorfologica.
- La valutazione della presenza di condizioni **normali** per quanto riguarda l'edificabilità.

"In questa classe viene compresa l'alta pianura alluvionale che si sviluppa nel settore meridionale del territorio e le due zone vallive più ampie riguardanti il fondo valle del fiume Monticano e del torrente Cervada.

In queste aree non esistono problemi geologici attinenti la stabilità generale e gli interventi edificatori potranno avvenire senza limitazioni di fattibilità, compatibilmente con la normativa vigente e la conoscenza delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Questi, considerata la loro origine, presentano proprietà meccaniche variabili da luogo a luogo in rapporto alla granulometria, allo stato di addensamento ed al contenuto d'acqua.

Il loro comportamento è influenzato inoltre dalla falda idrica locale di cui è indispensabile conoscere le caratteristiche."

Nel giugno 2004 veniva redatto, dallo scrivente, uno studio preliminare dell'area, nel quale si formulavano le seguenti conclusioni:

- *L'area dal punto di vista geomorfologico si presenta stabile: sono del tutto assenti fenomeni geodinamici sia in atto che allo stato potenziale.*
- *In tutta l'area la stratigrafia risulta caratterizzata dalla presenza di uno strato argilloso limoso di potenza compresa tra 10 e 12 metri poggiante su sedimenti più grossolani ghiaioso sabbiosi di spessore superiore ai 6 metri.*
- *La genesi di questi sedimenti è da ricondurre alle vicende morfogenetiche e geologiche del più recente periodo glaciale e post glaciale in cui acque a minor energia di trasporto, se non stagnanti in ampie zone palustri, diedero origine agli orizzonti argilloso limosi quali quelli abbondantemente presenti sulla superficie dell'area in esame.*
- *La superficie di falda vera e propria si incontra intorno alla profondità di 14 – 15 metri dal p.c. Si possono tuttavia incontrare delle modeste falde sospese tra 1 e 2 metri alimentate dalle acque di infiltrazione provenienti sia dal Monticano che dalle vicine colline.*

- *Dal punto di vista geotecnico questi terreni presentano generalmente mediocri caratteristiche geomeccaniche con valori di angolo d'attrito interno (ϕ) compresi tra 27° e 30° e coesione (C_u) di 0.3 – 1.0 kg/cmq.*

Nell'ambito della redazione del PAT tutto il territorio comunale è stato oggetto di un ulteriore approfondimento dal punto di vista geologico, operato dal dott. geol. Cristiano Mastella nel 2015, ulteriormente approfondito con una microzonazione sismica di 2° livello per la stesura del P.I.

Nella "**Carta della Fragilità**" che rappresenta l'elaborato di sintesi dello studio l'area di intervento viene classificata "*Idonea a condizione - Aree con terreni a scadenti caratteristiche geotecniche*".

Sono inserite in questa categoria "*i terreni quaternari che si trovano nella porzione pianeggiante del territorio composti da sedimenti a prevalente litologia limoso-argillosa*".

"Questi terreni presentano una granulometria piuttosto variabile (limi variamente argillosi con intercalazioni sabbiose e ghiaiose) ad abbondante frazione limo-argillosa, pertanto dovranno essere opportunamente considerate le condizioni geotecniche delle aree ricadenti su questi terreni in caso di edificazione".

PROGRAMMA DI STUDIO PER IL PRESENTE INTERVENTO

L'indagine geologica, geotecnica ed idrogeologica finalizzata all'acquisizione dei parametri utili per il presente intervento si è articolata nel modo seguente:

- Rilevamento di dettaglio dell'area.
- Analisi di studi precedenti;
- Esecuzione di 5 prove penetrometriche statiche;
- Analisi dei dati di 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di 35 m, con classificazione dei terreni in cassette catalogatrici eseguito nell'area immediatamente attigua, appena oltre Via S. Giuseppe. Nel corso dello stesso sono state eseguite n. 4 prove N_{SPT} a diverse profondità e prelevato un campione di terreno indisturbato sul quale sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:
 1. classificazione geotecnica visiva con il rilievo della resistenza al penetrometro tascabile (P.P. in Kg/cmq) ed al Torvane (Tor in Kg/cmq);
 2. contenuto naturale d'acqua - **W**;
 3. peso naturale dell'unità di volume - γ ;
 4. limiti di Atterberg (**WL**, **WP**, **IP**);
 5. peso specifico dei grani - γ_s ;

6. prova di compressione con espansione laterale libera con la fornitura del diagramma carico – deformazione dei due provini – **qu**;
 7. prova di compressione edometrica con i risultati riportati in nel diagramma $e - \log p$ e nella tabella con i parametri edometrici: $\epsilon - m_v - E$;
 8. calcolo del coefficiente di consolidazione con la costruzione del diagramma di Taylor CED-radt ricavato dai risultati della prova edometrica - c_v e calcolo del coefficiente di permeabilità K_{ED} .
- Allo scopo, inoltre, di fornire delle indicazioni circa lo smaltimento delle acque meteoriche è stato eseguito uno studio di carattere idraulico.

Poiché all'interno dell'area oggetto del presente intervento non era stata eseguita alcuna prova geognostica specifica, l'indagine è stata integrata attraverso l'esecuzione di n. 5 prove statiche CPT.

Con l'insieme dei dati raccolti sono stati, redatti i seguenti elaborati cartografici:

- Prove penetrometriche statiche:
 1. tabella letture di campagna / valori di resistenza;
 2. diagrammi valori di resistenza di punta **Rp** e resistenza laterale **RI**;
 3. diagrammi valutazioni litologiche;
 4. tabella parametri geotecnici.
- N° 1 scheda di sondaggio
- Diagramma di plasticità di Casagrande
- Una planimetria alla scala 1:1000.
- N° 1 sezione geologica alla scala 1:500.

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO ai sensi dell'art. 6.2.1 del D.M. 14.01.08

L'esame geologico e stratigrafico dell'area si è basato su una serie di dati bibliografici esistenti e sull'esecuzione delle indagini dirette di campagna.

Dall'analisi dei dati sono emerse le seguenti situazioni:

L'origine della pianura del territorio meridionale di Conegliano e di San Vendemiano è da ricollegare a vicende morfogenetiche e geologiche del più recente periodo glaciale e post glaciale.

Le acque di scioglimento dei fronti glaciali dei rami secondari del ghiacciaio del Piave (ramo lapisino e ramo del Soligo) diedero origine a scaricatori in grado di trasportare e distribuire su ampi ventagli, al loro sbocco in pianura, materiale di granulometria assortita variabile dalle ghiaie alle argille a seconda dell'energia di trasporto. Le acque più impetuose depositarono le alluvioni più grossolane (ghiaie e ghiaie sabbiose), che affiorano ad esempio nella zona dei Gai, di Cosniga e di Zoppè. Acque a minor energia di trasporto, se non stagnanti in ampie zone palustri, diedero origine agli orizzonti argilloso limosi quali quelli abbondantemente presenti sulla superficie dell'area in esame. Successivamente alle fasi deposizionali si ebbero episodi di erosione che asportarono parte delle alluvioni fini di superficie, mettendo a giorno le sottostanti alluvioni grossolane. Gli apporti maggiori si ebbero dal Monticano (zona occidentale) e dal torrente Cervada (zona nord orientale). Alla luce dei dati emersi dagli ultimi sondaggi eseguiti è possibile ipotizzare la presenza di un bacino lacustre che si estendeva su tutta l'area a sud di Conegliano e San Vendemiano e che ha dato origine agli spessi depositi argillosi che si incontrano nell'area ad ovest del Cervada.

I dati raccolti con le stratigrafie e le prove penetrometriche permettono di individuare una zona ad ovest della S.S. Cadore – Mare caratterizzata dalla presenza, per i primi 10 – 11 m di profondità, di un bancone argilloso limoso, talora intercalato da lenti ghiaiose.

L'omogeneità di tale bancone indica una provenienza dei depositi da NW, cioè dal Monticano.

I sondaggi effettuati hanno evidenziato in successione la presenza di un livello ghiaioso sabbioso individuato all'incirca fino alla profondità di 21 m dal p.c., oltre tale quota si incontrano dei limi sabbiosi fino alle massime profondità raggiunte (35 m).

Si può pertanto concludere che la successione stratigrafica in tutta la zona di intervento risulta caratterizzata da una sostanziale omogeneità con una presenza di un primo strato di argille azzurre dello spessore di circa 10 metri, intercalato da qualche lente ghiaiosa, poggiante su un livello ghiaioso che si estende fino a 21 m, cui seguono limi sabbiosi per almeno un'altra quindicina di metri.

NOTA IDROGEOLOGICA ED IDROGRAFICA

Dal punto di vista idrogeologico i limitati livelli sabbioso-limosi presenti in lenti all'interno dei terreni argillosi più fini sono spesso sede di falde idriche sospese, alimentate dal vicino Monticano e dalle infiltrazioni provenienti da monte. Il loro livello si incontra generalmente intorno a 1.0 – 2.0 m dal piano campagna, mentre la freatica vera e propria si rileva intorno ai 16 - 17 m di profondità. Nel corso dell'indagine è stata misurata presenza d'acqua a - 1.95 m dal p.c. Va precisato che il periodo precedente l'indagine è stato caratterizzato da una perdurante assenza di precipitazioni e la realizzazione della parte interrata del vicino centro commerciale può aver influito sul regime delle falde sospese.

Non è tuttavia escluso che i livelli misurati in precedenza possano ripresentarsi qualora l'andamento meteorico sia caratterizzato da precipitazioni intense e prolungate.

L'idrografia superficiale dell'area è rappresentata da due corsi d'acqua naturali che scorrono ad Est (Cervada) e a Ovest (Monticano) della zona di intervento.

All'interno di questa zona sono presenti numerosi fossi per il drenaggio ed il convogliamento ai ricettori principali delle acque di meteoriche e di ruscellamento superficiale.

Il completo cambiamento di destinazione d'uso dell'area limitrofa e quella prevista dal presente progetto ha prodotto e produrrà una marcata modificazione delle condizioni idrologiche ed idrogeologiche della zona, con un significativo aumento delle superfici impermeabilizzate e conseguente riduzione dei tempi di corrivazione delle acque superficiali.

I terreni per uno spessore significativo sono costituiti da una componente prevalentemente argillosa per cui sono caratterizzati da un basso coefficienti di permeabilità. L'area, inoltre, non presenta corsi d'acqua di dimensioni tali da poter recepire i notevoli volumi idrici che deriveranno dalle modificazioni indotte. Pertanto, allo scopo di prevenire eventuali situazioni critiche che si potrebbero verificare in occasione di precipitazioni di particolare intensità, risulta indispensabile valutare in modo dettagliato, mediante un dettagliato studio idraulico, la possibilità di smaltire verso i ricettori principali tutti gli afflussi idrici, eventualmente prevedendo la realizzazione di adeguati invasi di laminazione.

Allo scopo, in uno specifico paragrafo, verranno forniti dei dati orientativi sulle quantità d'acqua attese per precipitazioni di durata superiore all'ora.

CALCOLO SPEDITIVO DELLA QUANTITA' D'ACQUA ATTESA

Allo scopo di quantificare, seppur in maniera speditiva la quantità d'acqua attesa prodotta dalla realizzazione del nuovo manufatto si è proceduto al calcolo nell'ipotesi di precipitazioni della durata di 12 h.

Per la valutazione di tale quantità si calcola l'equazione di possibilità pluviometrica, caratteristica che esprime la relazione tra l'altezza di precipitazione e la sua durata per un assegnato valore del periodo di ritorno. Diverse formule sono utilizzate per descrivere questa relazione. Come suggerito dal Consorzio di Bonifica del Basso Piave in sede di consultazione per la redazione del PI, si utilizza la formula generale a tre parametri (a,b,c):

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} t$$

h = altezza della precipitazione;

t = durata della precipitazione;

T = periodo di ritorno;

a, b, c = parametri della curva forniti dalla zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

Dall'analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento svolta nel 2011, il territorio consortile Piave, viene suddiviso in 5 sottozone omogenee. Per il comune di Conegliano è necessario fare riferimento ai parametri relativi all'area Meschio - Monticano valida per le precipitazioni da 5 min a 24 ore con tempo di ritorno pari a 50 anni, esposti nella seguente tabella.

Parametri della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri (t espresso in minuti)			
Tr (anni)	a (mm min c ⁻¹)	b (min)	c (-)
50	29,7	11,6	0,764

Nel nostro caso si presume quindi un'altezza media di precipitazione (pioggia in mm/h) calcolata con la seguente equazione di possibilità pluviometrica, per un tempo di pioggia pari a 12 h (720 min) :

$$h = \frac{29,7}{(720 + 11,6)^{0,764}} 720 = 136,8 \text{ mm}$$

La quantità d'acqua che andrà ad affluire al nostro invaso viene calcolata con la seguente formula:

$$V_{in} = S \varphi h(t)$$

Dove:

- V_{in} = volume di ingresso alla rete per l'evento in progetto;
- S = superficie afferente all'invaso in esame;
- φ = coefficiente di deflusso dell'area in esame;
- $H(t)$ = altezza della pioggia attesa al suolo secondo la curva di possibilità pluviometrica per Tr di 50 anni.

Secondo le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri definite nei paragrafi precedenti e attribuendo un coefficiente di deflusso per le superfici impermeabili pari a 0,9, sarà:

$$V_{in} = 5000 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 0,1368 \text{ m} = 615,6 \text{ m}^3$$

La quantità d'acqua da smaltire in 12 h di pioggia sarà dunque di 615,6 m³.

Coefficienti di permeabilità:

Argille: 10^{-7} - 10^{-9} cm/sec

Ghiaie: 10^{-1} cm/sec

Sabbie: 10^{-4} - 10^{-5} cm/sec

NOTA TETTONICA

Dal punto di vista tettonico-strutturale la zona presa in esame risulta posta in corrispondenza di un importante allineamento tettonico, quale la Linea del Montello.

Poco più a Sud è presente inoltre la Linea di Sacile.

Queste linee sono da considerarsi come dei sovrascorrimenti, cioè delle faglie inverse, a direzione NE - SW. La genesi di queste strutture è da imputarsi alle azioni geodinamiche che si scaricano in queste aree, anche attualmente, da processi di compressione e raccorciamento crostale in conseguenza dell'avvicinamento e della collisione tra la placca Africana e quella Europea.

Le faglie, il cui piano è quasi subverticale, sono attive dal Pliocene e, probabilmente, anche attualmente. Entrambe poi risultano essere sepolte sotto la coltre alluvionale.

PROVE GEOTECNICHE ESEGUITE

Prove penetrometriche statiche

Come già accennato n°5 prove penetrometriche sono state eseguite nel corso del presente studio mentre il sondaggio a carotaggio continuo è stato effettuato durante l'indagine dell'intera area nel gennaio 2006.

Le prove CPT sono state effettuate utilizzando un penetrometro statico tipo GOUDA da 12 ton e consistono essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/sec}$).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta, opportunamente ancorato al suolo, che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (di tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo "BEGEMANN").

Nei diagrammi e tabelle allegati sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

R_p (Kg/cmq) - Resistenza alla punta (conica);

R_l (Kg/cmq) - Resistenza laterale (manicotto).

Ambedue sono stati rilevati a intervalli regolari di 20 cm.

Oltre ai valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili indicazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto R_p/R_l .

Sempre con riferimento alla prova statica CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici:

Coesione non drenata **C_u**;

Angolo d'attrito interno efficace ϕ ;

Densità relativa **D_r**;

Modulo edometrico **M_o**;

Modulo di deformazione non drenato **E_u**;

Modulo di deformazione drenato **E'**;

Peso di volume efficace γ ;

Dall'elaborazione dei dati sono state infine ricavate valutazioni sulle capacità portanti delle fondazioni e, in via approssimativa, sono stati valutati con il metodo edometrico,

nell'ipotesi di consolidamento monodimensionale del sottosuolo, i cedimenti in corrispondenza della prova eseguita.

Va precisato che in assenza di prove geotecniche di laboratorio (su campioni indisturbati di terreno) le correlazioni suddette hanno validità orientativa.

Dall'analisi degli elaborati allegati si osserva che l'andamento stratigrafico e geotecnico è così caratterizzato:

PROVA N. 1

Da	litologia	γ kg/mc	γ' kg/mc	ϕ	Cu kg/cm ²	Ed kg/cm ²
0.0 – 1.6	Argille - Argille Limose	1959,8	2039,8	0,0	0,93	44,87
1.6 – 2.8	Sabbie limose	1900,0	2200,0	37,77	0,0	71,5
2.8 – 3.2	Argille	2000,35	2080,35	0,0	1,2	48,0
3.2 – 4.8	Ghiaia con sabbia	1900,0	2200,0	41,98	0,0	225,0
4.8 – 10.2	Argille - Argille limose	2010,99	2090,99	0,0	1,3	52,07
10.2–11.0	Ghiaie e sabbie dense	1900,0	2200,0	42,0	0,0	705,0

PROVA N. 2

Da	litologia	γ kg/mc	γ' kg/mc	ϕ	Cu kg/cm ²	Ed kg/cm ²
0.0 – 1.6	Argille - Argille limose	1972,91	2052,91	0,0	1,01	41,67
1.6 – 3.0	sabbia limosa	1900,0	2200,0	39,46	0,0	102,86
3.0 – 3.4	Argille	2049,32	2129,32	0,0	1,6	64,0
3.4 – 4.4	Ghiaie con sabbia	1900,0	2200,0	40,8	0,0	177,0
4.4 – 10.2	Argille - Argille limose	1968,01	2048,01	0,0	1,02	41,12
10.2–11.0	Ghiaie e sabbie dense	1900,0	2200,0	42,0	0,0	690,0

PROVA N. 3

Da	litologia	γ kg/mc	γ' kg/mc	ϕ	Cu kg/cmq	Ed kg/cmq
0.0 – 8.8	Argille - Argille limose	1906,91	1986,91	0,0	0,7	48,36
8.8 – 9.8	sabbie	2095,04	2175,04	0,0	2,12	84,8
9.8 – 10.0	Ghiaie e sabbie dense	1900,0	2200,0	42,0	0,0	390,0

PROVA N. 4

Da	litologia	γ kg/mc	γ' kg/mc	ϕ	Cu kg/cmq	Ed kg/cmq
0.0 – 9.2	Argille - Argille limose	1937,28	2017,28	0,0	0,84	47,4
9.2 – 9.6	sabbie	2071,52	2151,52	0,0	1,85	74,0
9.6 – 10.4	ghiaia e sabbie dense	1900,0	2200,0	42,0	0,0	588,75

PROVA N. 5

Da	litologia	γ kg/mc	γ' kg/mc	ϕ	Cu kg/cmq	Ed kg/cmq
0.0 – 2.4	Argille - Argille limose	1919,37	1999,37	0,0	0,74	48,42
2.4 – 3.4	ghiaie e sabbie dense	1900,0	2200,0	42,0	0,0	489,0

Sondaggio N° 1

Stratigrafia (vedi scheda allegata)

0.0 – 1.4 m: Limo sabbioso
1.4 – 3.3 m: argilla limosa
3.3 – 10.0 m: argilla azzurra
10.0 – 18.1 m: ghiaie e sabbie
18.1 – 19.0 m: limo sabbioso
19.0 – 20.7 m: ghiaie e sabbie
20.7 – 21.4 m: sabbia limosa
21.4 – 22.0 m: argilla limosa
22.0 – 35.0 m: limo sabbioso e sabbia

Misure di consistenza e di coesione

Profondità - m	Pocket P. – kg/cmq	Torvane – kg/cmq
1.6	0.6	0.2
1.8	0.6	0.2
1.9	0.3	0.2
2.2	0.7	0.3
2.4	0.8	0.2
2.5	0.5	0.1
2.7	0.5	0.3
2.9	0.6	0.4
3.0	0.3	-
3.2	0.3	0.3
3.4	1.3	0.7
3.6	1.3	0.7
3.8	1.4	0.7
4.0	1.4	0.6
4.2	1.0	0.7
4.4	1.6	0.7
4.6	1.2	0.2
4.8	1.6	0.4
5.1	0.9	0.4
5.3	0.8	0.4
5.6	0.8	0.4
5.7	1.8	0.8
5.8	1.8	0.6
6.0	1.2	0.5
6.6	0.8	0.4
6.8	1.8	0.7
7.0	1.8	0.8
7.2	2.5	1.0
7.5	2.2	0.9
7.6	1.0	0.6
7.8	1.1	0.4
8.1	1.2	0.4
8.3	2.7	1.0
8.4	2.0	1.2

8.6	2.0	1.0
8.8	1.2	0.8
9.0	2.5	1.0
9.2	1.0	0.8
9.4	2.3	0.8
9.6	2.3	1.0
9.8	1.1	0.4
18.2	5.2	0.9
18.4	2.1	0.6
18.6	3.0	0.3
18.8	1.8	0.4
20.8	1.0	0.1
21.0	1.0	0.1
21.2	1.7	0.1
21.4	3.0	0.2
21.6	1.2	0.6
21.8	1.2	0.6
22.0	0.5	0.1
22.2	1.0	0.2
22.4	1.6	0.4
22.6	1.8	0.4
22.8	0.8	0.3
23.0	1.7	0.4
23.2	0.5	0.2
23.4	0.7	0.2
23.6	2.5	0.4
23.8	1.7	0.2
24.0	1.5	0.2
24.2	1.5	0.1
24.6	1.7	0.4
24.8	2.2	0.1
25.0	2.5	0.3
25.2	1.2	0.1
25.4	0.7	0.1
26.1	2.0	0.9
26.4	4.0	0.8
26.6	3.0	0.8
26.8	1.6	0.4
27.2	2.2	0.8
27.4	1.5	1.0
27.6	1.7	0.4
27.8	1.8	0.6
28.2	2.5	0.6
28.4	1.2	0.4
28.6	2.2	0.4
29.5	0.6	0.0
31.4	1.6	0.2
31.7	0.8	0.2
33.1	3.4	0.4
34.9	2.1	0.6

Le prove SPT, eseguite nel foro di sondaggio, hanno dato i seguenti risultati:

S.P.T. 1 - profondità 10.5 metri - $N_{spt} = 60$

A questi depositi possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici indicativi:

Molto addensato	stato di consistenza
$D_r > 80 \%$	densità relativa
$\gamma = 2.1 - 2.2$	peso di volume
$\Phi > 45^\circ$	angolo d'attrito interno

S.P.T. 2 - profondità 15 metri - $N_{spt} = \text{Rifiuto}$

A questi depositi possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici indicativi:

Molto addensato	stato di consistenza
$D_r > 80 \%$	densità relativa
$\gamma = 2.1 - 2.2$	peso di volume
$\Phi > 45^\circ$	angolo d'attrito interno

S.P.T. 3 - profondità 19.5 metri - $N_{spt} = \text{Rifiuto}$

A questi depositi possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici indicativi:

Molto addensato	stato di consistenza
$D_r > 80 \%$	densità relativa
$\gamma = 2.1 - 2.2$	peso di volume
$\Phi > 45^\circ$	angolo d'attrito interno

S.P.T. 4 - profondità 24 metri - $N_{spt} = 88$

A questi depositi possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici indicativi:

Molto addensato	stato di consistenza
$D_r > 80 \%$	densità relativa
$\gamma = 2.1 - 2.2$	peso di volume
$\Phi > 45^\circ$	angolo d'attrito interno

PROVE DI LABORATORIO

Allo scopo di meglio definire le proprietà geotecniche dei terreni argillosi presenti intorno ai 6 m di profondità e permettere una migliore definizione, è stato prelevato nel corso del sondaggio 1 campione indisturbato di terreno alla profondità compresa tra 6.0 e 6.6 m dal p.c.

Tali analisi hanno permesso di inquadrare, secondo il diagramma di plasticità di Casagrande (vedi grafico riportato alla pagina seguente), il campione nell'ambito delle **"Argille inorganiche di media plasticità"**.

Campione in S1:

WI (limite di liquidità) = 56

Ip (indice di plasticità) = 31

W (contenuto naturale d'acqua) = 29.7 %

γ (peso di volume) = 1.89 kg/cmc.

Per quanto attiene i risultati ottenuti dalle prove di laboratorio in precedenza elencate ed eseguite dal Laboratorio "GEODATA" S.a.s. di Pietro Daminato e C., si rimanda ai fogli ed ai diagrammi certificati riportati in allegato.

Dall'analisi di tutte le prove geognostiche emerge la successione stratigrafica della zona risulta caratterizzata da uno strato superficiale dello spessore di circa 10 m formato da argille e argille limose poco consistenti, talora intercalato da lenti ghiaiose, cui segue un banco ghiaioso di circa 8 m di spessore. Più in profondità si alternano ancora argille, limi, sabbie e ghiaie.

CALCOLO DEL CARICO LIMITE DI ROTTURA E RESISTENZA DI PROGETTO (Rd)

Come si può osservare dai dati ricavati dalle prove sopra riportate, il grado di addensamento dei litotipi argilloso-limosi risulta scadente. In considerazione delle inadeguate proprietà geomeccaniche dei terreni argillosi riscontrati per circa 10 m, non sussistono le condizioni per ipotizzare fondazioni superficiali essendo queste suscettibili di cedimenti assoluti e differenziali particolarmente marcati anche per modeste pressioni.. L' esistenza di un banco ghiaioso dotato di un buon grado di addensamento da circa - 10 m fino alla profondità di circa - 18m dal p.c, su tutta l'area del fabbricato, consiglia la scelta di fondazioni profonde su pali spinti per almeno 1.0 – 1.5 m all'interno del livello ghiaioso.

CALCOLO DELLA PORTANZA DI UN PALO

A titolo indicativo viene fornita la portanza di un palo battuto prendendo in considerazione il valore minore di NSPT riscontrato nel corso del sondaggio limitrofo:

NSPT = 60 corrispondenti a ghiaie e sabbie addensate:

Q_{punta} = portanza di punta del palo

Q_{laterale} = portanza laterale del palo

P_{palo} = peso del palo = 2.035 Ton

F_S = fattore di sicurezza ≥ 2.5

Per correlare N_{SPT} e la portanza del palo si è ricorsi alla relazione di Meyerhof valida per pali infissi, assumendo come valore significativo del substrato ghiaioso $N_{\text{SPT}} = 57$

$$Q_{\text{punta}} = 40 A_{\text{base}} N_{\text{SPT}} = 40 \times 0.07068 \times 60 = 169.632 \text{ Ton}$$

$$Q_{\text{laterale}} = 0.2 A_{\text{laterale}} N_{\text{SPT}} = 0$$

$$Q_{\text{amm}} = (169.632 + 0)/2.5 - 2.71 = 65.14 \text{ ton}$$

A titolo prudenziale non è stata considerata nella portanza l'incidenza dell'attrito laterale che trattandosi di palo infisso in materiale argilloso, non è sicuramente trascurabile.

CARATTERISTICHE SISMOGENETICHE DEL COMUNE DI CONEGLIANO

Come prima accennato lo studio di microzonazione sismica di 2° livello elaborato nel 2017 dal dott. geol. Cristiano Mastella ha evidenziato che il Comune di Conegliano :

- è stato classificato, dal punto di vista sismico in Zona 2 dalla DGR 245 del 2008 del Veneto, in applicazione del disposto dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006;
- Secondo le Linee guida per la Microzonazione sismica – Par. 2.8 – (Bramerini et al., 2008) si assume come valore di magnetudo attesa quella massima della zona sismogenetica di appartenenza che per il territorio di Conegliano (zona n. 905) vale $M_{\text{max}} = 6.60$, con tempo di ritorno Tr 0 1.000 anni, molto simile a quella del terremoto di Gemona del 6 maggio 1976. Sempre dallo stesso documento vengono stabiliti i valori medi di magnetudo attesa per comune, con tempi di ritorno $Tr = 475$ anni, che per il territorio di Conegliano, assumono il valore $M = 5.0 - 5.5$ (Spallarossa e Barani, 2007)
- In base alle diverse proposte di zonazione sismica, il territorio comunale ricade nelle seguenti zone:

- Zonazione ZS9 secondo Meletti e Valenzise, 2004 – zona 905;
- Con riferimento alla Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV) il parametro di scuotimento mostra valori di a_g (accelerazione massima al suolo) compresi tra 0.225 e 0.250 g considerando un periodo di ritorno di 50 anni ed una probabilità di eccedenza del 10% riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s, 3.2.1. del D.M. 14.09.2005)
- secondo la zonazione sismogenetica attualmente in vigore (ZS9), parte del Veneto Orientale ricade nella zona sismogenetica 905, caratterizzato da strutture a pieghe sud-vergenti del Sudalpino Orientale e faglie inverse associate, dovute alla massima interazione tra la placca adriatica e la placca europea. La fagliazione responsabile dei terremoti in questa zona è di tipo inverso con profondità media stimata di circa 8 km. La zona 905 include sorgenti sismogenetiche potenzialmente responsabili di terremoti con $M > 6$: in questa zona la frequenza di eventi sismici è nettamente superiore a quella delle zone adiacenti;
- Il territorio comunale è interessato da due faglie attive con cinematismo non definito: in prossimità della zona di intervento risulta presente la Faglia del Montello, mentre più a Sud è localizzata la “Linea di Sacile”. Sebbene queste faglie siano segnalate da ITHACA, la qualità degli studi è scarsa e si riferiscono ad aree molto ampie per cui avendo una collocazione ed un indice di attività non del tutto certi non sono state né considerate né verificate nel II° livello della Microzonazione Sismica del Comune di Conegliano;
- Inoltre, dallo studio effettuato, emerge che l'area di intervento non rientra fra quelle potenzialmente liquefacibili;
- L'area in esame è inserita tra le zone stabili, suscettibili di amplificazione sismica locale con un F_a 1.7 – 1.8. L'amplificazione è soltanto di tipo stratigrafico in quanto non sono presenti creste o rilievi capaci di dare amplificazioni di tipo topografico.

NORME TECNICHE PER IL PROGETTO, LA VALUTAZIONE E L'ADEGUAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI (TESTO UNITARIO: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – D.M. 14.01.2008)

Comune	Conegliano
Zona	2
Accelerazione orizzontale ag/g	0.25
Categoria del suolo di fondazione	C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Valutazione dei coefficienti sismici del sito

Secondo il decreto 14.01.2008 del Ministero delle Infrastrutture (G.U. n. 29 del 04.02.2008) la località in esame, per una struttura di classe 2° con vita nominale di 50 anni presenta le seguenti variabilità dei parametri di azione **ag**, **Fo** e **Tc** in funzione dei periodi di ritorno:

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,056	2,471	0,237
Danno (SLD)	50	0,075	2,468	0,255
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,217	2,418	0,325
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,294	2,422	0,342

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,017	0,022	0,084	0,104
kv	0,008	0,011	0,042	0,052
Amax [m/s ²]	0,820	1,097	2,941	3,657
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso: $\xi:5\%$

Fattore di alterazione dello spettro elastico: $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

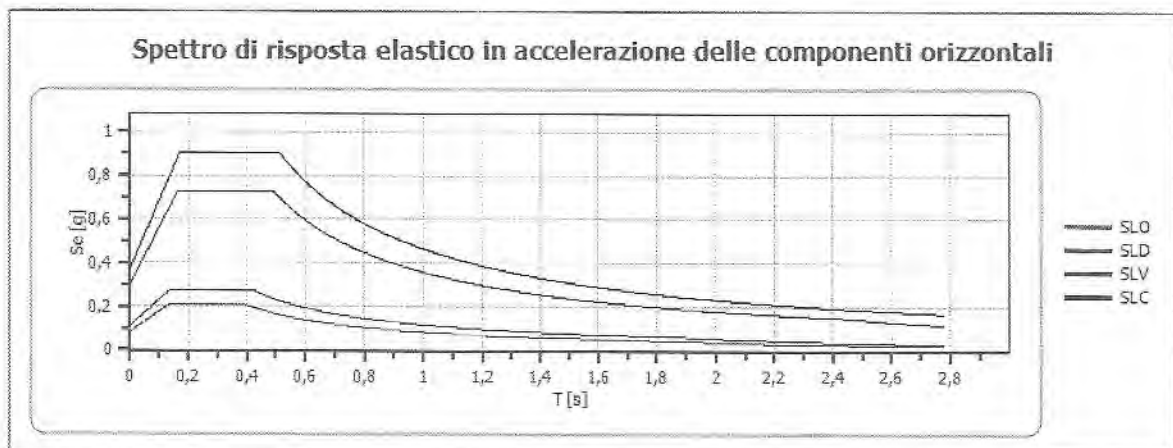
Categoria sottosuolo:

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu30 compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



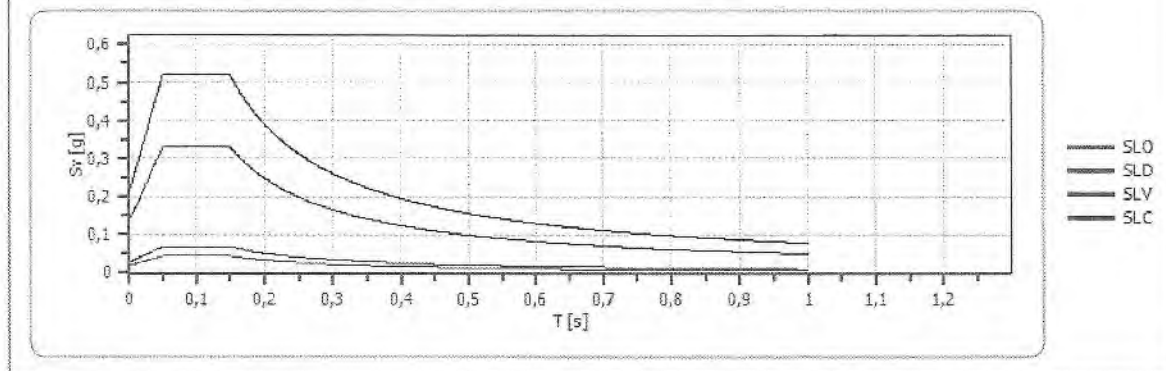
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,056	2,471	0,237	1,500	1,690	1,000	1,500	1,000	0,134	0,401	1,823	0,084	0,207
SLD	1,0	0,075	2,468	0,255	1,500	1,650	1,000	1,500	1,000	0,140	0,420	1,898	0,112	0,276
SLV	1,0	0,217	2,418	0,325	1,380	1,520	1,000	1,380	1,000	0,164	0,493	2,469	0,300	0,725
SLC	1,0	0,294	2,422	0,342	1,270	1,500	1,000	1,270	1,000	0,171	0,514	2,775	0,373	0,903

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso $\xi:5\%$

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



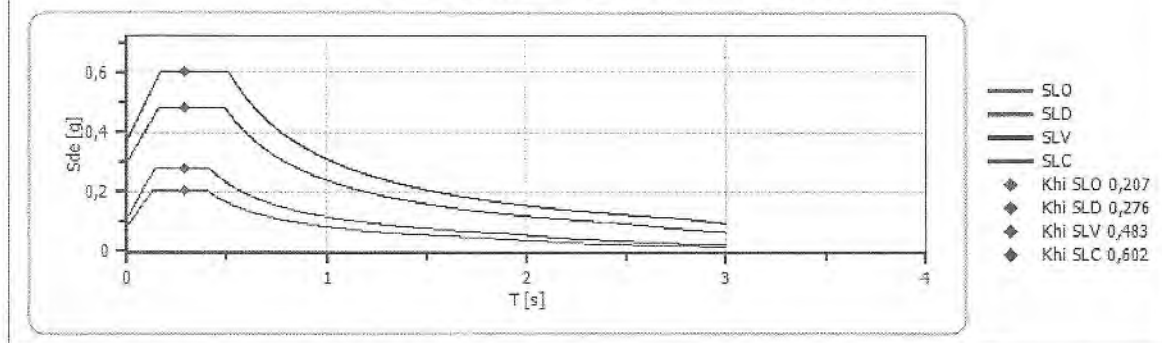
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,056	2,471	0,237	1	1,690	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLD	1,0	0,075	2,468	0,255	1	1,650	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,027	0,068
SLV	1,0	0,217	2,418	0,325	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,137	0,331
SLC	1,0	0,294	2,422	0,342	1	1,500	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,215	0,520

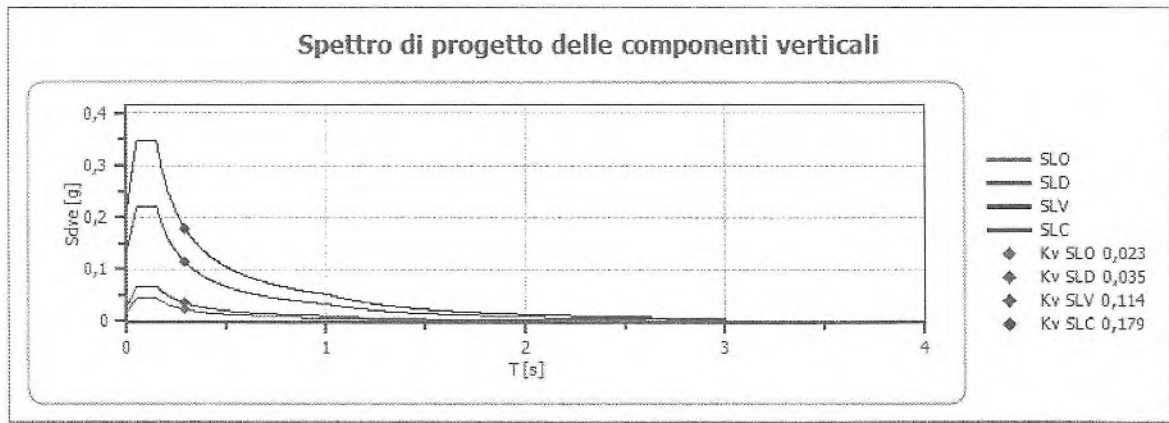
Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q : 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q : 1,50
 Periodo fondamentale T : 0,29 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,207	0,276	0,483	0,602
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,023	0,035	0,114	0,179

Spettro di progetto delle componenti orizzontali





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLV orizz ontale	1,0	0,217	2,418	0,325	1,380	1,520	1,000	1,380	1,500	0,164	0,493	2,469	0,300	0,483
SLV vertic ale	1,0	0,217	2,418	0,325	1,380	1,520	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,137	0,220

CONCLUSIONI

Il presente studio geologico, geotecnico ed idrogeologico relativo alla zona meridionale del comune di Conegliano confinante con la parte occidentale del comune di San Vendemiano nell'ambito della quale è in progetto la realizzazione della nuova sede di produzione della ditta committente ha permesso di evidenziare i seguenti elementi:

- L'area dal punto di vista geomorfologico si presenta stabile: sono del tutto assenti fenomeni geodinamici sia in atto che allo stato potenziale;
- In tutta l'area la stratigrafia risulta caratterizzata dalla presenza di uno strato limoso-argilloso con intercalate lenti ghiaiose di potenza compresa tra 10 e 11 metri poggiante su un bancone ghiaioso sabbioso presente fino alla profondità di circa 18 m, cui seguono alternanze di ghiaie, sabbie e argille fino alla profondità raggiunta (35 m);
- La genesi di questi sedimenti è da ricondurre alle vicende morfogenetiche e geologiche del più recente periodo glaciale e post glaciale in cui acque a minor energia di trasporto, se non stagnanti in ampie zone palustri, diedero origine agli orizzonti argilloso limosi quali quelli abbondantemente presenti sulla superficie dell'area in esame.
- La superficie di falda vera e propria si incontra intorno alla profondità di 16 – 17 metri dal p.c. Nelle prove realizzate nel 2006 tuttavia si sono incontrate delle modeste falde sospese tra 1 e 2 metri alimentate dalle acque di infiltrazione provenienti sia dal Monticano che dalle vicine colline. Non è tuttavia escluso che in concomitanza con precipitazioni intense e prolungate il livello possa risalire ancora di qualche decimetro;
- Utilizzando il modello geotecnico derivato dall'analisi delle prove geognostiche (5 prove penetrometriche e un sondaggio) si è osservato che lo strato argilloso dello spessore di circa una decina di metri non presenta condizioni di portanza compatibili con le strutture dell'edificio nell'ipotesi di fondazioni superficiali essendo queste suscettibili di cedimenti assoluti e differenziali particolarmente marcati anche per modeste pressioni;
- Più opportuno appare prevedere fondazioni profonde su pali, indicativamente della lunghezza di 11 – 12 m che trasmettano i carichi indotti dalle fondazioni dell'edificio in progetto sul sottostante strato ghiaioso sabbioso addensato;

- A titolo indicativo, sulla base dei valori NSPT ricavati nel corso del sondaggio profondo eseguito in un'area immediatamente limitrofa, viene fornita la capacità portante di un palo troncoconico di diametro 30 cm e lunghezza di 12 m, spinto per circa un 1.5 m all'interno dei litotipi ghiaiosi. Come valore significativo è stato considerato quello più basso misurato: $N_{SPT} = 60$ corrispondenti a ghiaie e sabbie addensate per le quali si ottiene una capacità portante di 65.14 ton;
- Dall'ipotesi progettuale emerge evidente come tale intervento comporti una significativa riduzione della permeabilità dell'area con la conseguente riduzione dei tempi di corrivazione delle acque verso gli attuali punti di raccolta. Tale rischio appare reale considerato l'aumento delle superfici impermeabilizzate, per cui risulta opportuno procedere sia ad una verifica dei sistemi di smaltimento attualmente esistenti, sia di una valutazione delle quantità idriche che andranno ad affluire agli attuali ricettori una volta realizzato l'intervento in progetto. Per lo stoccaggio delle quantità d'acqua provenienti dalle precipitazioni potrà essere presa in considerazione la realizzazione di un bacino di laminazione;
- Agli effetti della categoria del suolo di fondazione, nell'ipotesi di fondazioni su pali spinti all'interno del substrato ghiaioso, il terreno rientra tra quelle classificate come "C"

Le condizioni geotecniche, idrogeologiche e geomorfologiche risultano compatibili con l'intervento previsto in progetto, ferme restando le indicazioni e le prescrizioni contenute nella presente relazione.

In ogni caso il direttore dei lavori dovrà controllare la validità dell'ipotesi di progetto durante la costruzione. Dovranno essere verificati oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure e osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, le opere alle situazioni riscontrate.

San Pietro di Feletto, 15 luglio 2017

Dott. Geol. Celeste Granziera

TABELLE PROVE STATICHE

Caratteristiche Strumentali DEEP DRILL

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	20

PROVA ... Nr.1

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,4	0,0	
0,40	15,00	18,0	30,0	0,533	56,285	1,8
0,60	9,00	13,0	18,0	0,667	26,987	3,7
0,80	9,00	14,0	18,0	0,733	24,557	4,1
1,00	8,50	14,0	17,0	0,933	18,221	5,5
1,20	9,00	16,0	18,0	0,933	19,293	5,2
1,40	10,00	17,0	20,0	0,667	29,985	3,3
1,60	14,00	19,0	28,0	0,933	30,011	3,3
1,80	18,00	25,0	36,0	1,467	24,54	4,1
2,00	24,00	35,0	48,0	0,533	90,056	1,1
2,20	32,00	36,0	64,0	0,667	95,952	1,0
2,40	28,00	33,0	56,0	0,267	209,738	0,5
2,60	29,00	31,0	58,0	0,8	72,5	1,4
2,80	12,00	18,0	24,0	0,4	60,0	1,7
3,00	11,00	14,0	22,0	0,533	41,276	2,4
3,20	13,00	17,0	26,0	2,0	13,0	7,7
3,40	70,00	85,0	140,0	2,0	70,0	1,4
3,60	110,00	125,0	220,0	2,0	110,0	0,9
3,80	85,00	100,0	170,0	2,667	63,742	1,6
4,00	70,00	90,0	140,0	1,333	105,026	1,0
4,20	120,00	130,0	240,0	1,333	180,045	0,6
4,40	110,00	120,0	220,0	1,6	137,5	0,7
4,60	28,00	40,0	56,0	1,067	52,484	1,9
4,80	7,00	15,0	14,0	0,6	23,333	4,3
5,00	9,50	14,0	19,0	0,667	28,486	3,5
5,20	8,00	13,0	16,0	1,067	14,995	6,7
5,40	11,00	19,0	22,0	1,333	16,504	6,1
5,60	12,00	22,0	24,0	1,467	16,36	6,1
5,80	12,00	23,0	24,0	1,467	16,36	6,1
6,00	12,00	23,0	24,0	1,6	15,0	6,7
6,20	10,00	22,0	20,0	1,533	13,046	7,7
6,40	9,50	21,0	19,0	1,733	10,964	9,1
6,60	12,00	25,0	24,0	1,467	16,36	6,1
6,80	9,00	20,0	18,0	1,267	14,207	7,0
7,00	7,50	17,0	15,0	1,467	10,225	9,8
7,20	10,00	21,0	20,0	1,733	11,541	8,7
7,40	13,00	26,0	26,0	2,0	13,0	7,7
7,60	16,00	31,0	32,0	2,133	15,002	6,7
7,80	18,00	34,0	36,0	2,133	16,878	5,9
8,00	16,00	32,0	32,0	2,133	15,002	6,7
8,20	14,00	30,0	28,0	2,133	13,127	7,6

8,40	16,00	32,0	32,0	1,6	20,0	5,0
8,60	10,00	22,0	20,0	1,467	13,633	7,3
8,80	9,00	20,0	18,0	1,6	11,25	8,9
9,00	10,00	22,0	20,0	1,733	11,541	8,7
9,20	12,00	25,0	24,0	1,733	13,849	7,2
9,40	13,00	26,0	26,0	2,133	12,189	8,2
9,60	15,00	31,0	30,0	2,267	13,233	7,6
9,80	23,00	40,0	46,0	2,533	18,16	5,5
10,00	23,00	42,0	46,0	2,8	16,429	6,1
10,20	21,00	42,0	42,0	2,667	15,748	6,4
10,40	230,00	250,0	460,0	2,667	172,478	0,6
10,60	230,00	250,0	460,0	2,667	172,478	0,6
10,80	230,00	250,0	460,0	2,667	172,478	0,6
11,00	250,00	270,0	500,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	18,625	0,725	1,7	Coesivo	Argille - Argille Limose
2,80	47,667	0,689	2,1	Incoerente	Sabbie limose
3,20	24,0	1,267	2,0	Coesivo	Argille
4,80	150,0	1,575	2,3	Incoerente	Ghiaia con sabbia
10,20	26,037	1,773	2,0	Coesivo	Argille - Argille limose
11,00	470,0	2,0	2,5	Incoerente	Ghiaie e sabbie dense

PROVA ... Nr.2

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,667	0,0	
0,40	7,00	12,0	14,0	0,467	29,979	3,3
0,60	6,50	10,0	13,0	0,8	16,25	6,2
0,80	8,00	14,0	16,0	0,533	30,019	3,3
1,00	16,00	20,0	32,0	0,8	40,0	2,5
1,20	13,00	19,0	26,0	1,067	24,367	4,1
1,40	12,00	20,0	24,0	0,667	35,982	2,8
1,60	18,00	23,0	36,0	2,0	18,0	5,6
1,80	55,00	70,0	110,0	1,2	91,667	1,1
2,00	35,00	44,0	70,0	0,933	75,027	1,3
2,20	39,00	46,0	78,0	1,333	58,515	1,7
2,40	33,00	43,0	66,0	-0,933	-70,74	-1,4
2,60	35,00	28,0	70,0	0,267	262,172	0,4
2,80	28,00	30,0	56,0	1,067	52,484	1,9
3,00	15,00	23,0	30,0	0,267	112,36	0,9
3,20	16,00	18,0	32,0	1,867	17,14	5,8
3,40	16,00	30,0	32,0	1,067	29,991	3,3
3,60	42,00	50,0	84,0	1,333	63,016	1,6
3,80	60,00	70,0	120,0	1,333	90,023	1,1
4,00	120,00	130,0	240,0	1,333	180,045	0,6
4,20	65,00	75,0	130,0	1,333	97,524	1,0
4,40	8,00	18,0	16,0	1,067	14,995	6,7
4,60	8,00	16,0	16,0	0,8	20,0	5,0
4,80	8,00	14,0	16,0	0,667	23,988	4,2
5,00	6,00	11,0	12,0	0,533	22,514	4,4
5,20	6,00	10,0	12,0	0,6	20,0	5,0
5,40	7,50	12,0	15,0	0,8	18,75	5,3
5,60	8,00	14,0	16,0	0,667	23,988	4,2
5,80	8,00	13,0	16,0	0,667	23,988	4,2
6,00	5,00	10,0	10,0	0,533	18,762	5,3
6,20	6,00	10,0	12,0	1,0	12,0	8,3
6,40	6,50	14,0	13,0	0,8	16,25	6,2

6,60	11,00	17,0	22,0	0,8	27,5	3,6
6,80	6,00	12,0	12,0	0,733	16,371	6,1
7,00	6,50	12,0	13,0	0,8	16,25	6,2
7,20	9,00	15,0	18,0	1,067	16,87	5,9
7,40	8,00	16,0	16,0	0,933	17,149	5,8
7,60	9,00	16,0	18,0	0,867	20,761	4,8
7,80	11,00	17,5	22,0	1,2	18,333	5,5
8,00	12,00	21,0	24,0	1,333	18,005	5,6
8,20	13,00	23,0	26,0	1,2	21,667	4,6
8,40	12,00	21,0	24,0	1,333	18,005	5,6
8,60	11,00	21,0	22,0	1,067	20,619	4,9
8,80	10,00	18,0	20,0	1,333	15,004	6,7
9,00	10,00	20,0	20,0	1,4	14,286	7,0
9,20	10,50	21,0	21,0	0,8	26,25	3,8
9,40	17,00	23,0	34,0	1,467	23,177	4,3
9,60	15,00	26,0	30,0	1,467	20,45	4,9
9,80	17,00	28,0	34,0	1,6	21,25	4,7
10,00	19,00	31,0	38,0	1,333	28,507	3,5
10,20	19,00	29,0	38,0	2,667	14,248	7,0
10,40	210,00	230,0	420,0	2,667	157,48	0,6
10,60	230,00	250,0	460,0	2,667	172,478	0,6
10,80	230,00	250,0	460,0	2,667	172,478	0,6
11,00	250,00	270,0	500,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	20,125	0,875	1,7	Coesivo	Argille - Argille limose
3,00	68,571	0,591	2,2	Incoerente	sabbia limosa
3,40	32,0	1,467	2,0	Coesivo	Argille
4,40	118,0	1,28	2,2	Incoerente	Ghiaie con sabbia
10,20	20,345	1,051	2,0	Coesivo	Argille - Argille limose
11,00	460,0	2,0	2,5	Incoerente	Ghiaie e sabbie dense

PROVA ... Nr.3

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,533	0,0	
0,40	8,00	12,0	16,0	0,533	30,019	3,3
0,60	6,00	10,0	12,0	0,667	17,991	5,6
0,80	5,00	10,0	10,0	0,667	14,993	6,7
1,00	6,50	11,5	13,0	0,4	32,5	3,1
1,20	10,00	13,0	20,0	0,267	74,906	1,3
1,40	9,00	11,0	18,0	0,4	45,0	2,2
1,60	9,00	12,0	18,0	0,4	45,0	2,2
1,80	6,00	9,0	12,0	0,333	36,036	2,8
2,00	5,50	8,0	11,0	0,333	33,033	3,0
2,20	5,50	8,0	11,0	0,4	27,5	3,6
2,40	5,00	8,0	10,0	0,333	30,03	3,3
2,60	3,00	5,5	6,0	0,2	30,0	3,3
2,80	4,00	5,5	8,0	0,267	29,963	3,3
3,00	4,00	6,0	8,0	0,467	17,131	5,8
3,20	3,50	7,0	7,0	0,4	17,5	5,7
3,40	4,00	7,0	8,0	0,4	20,0	5,0
3,60	6,00	9,0	12,0	0,6	20,0	5,0
3,80	7,50	12,0	15,0	1,0	15,0	6,7
4,00	8,50	16,0	17,0	1,267	13,418	7,5
4,20	8,50	18,0	17,0	1,133	15,004	6,7
4,40	7,50	16,0	15,0	0,867	17,301	5,8
4,60	6,50	13,0	13,0	1,067	12,184	8,2

4,80	6,00	14,0	12,0	1,067	11,246	8,9
5,00	8,00	16,0	16,0	1,133	14,122	7,1
5,20	8,50	17,0	17,0	0,933	18,221	5,5
5,40	6,00	13,0	12,0	0,667	17,991	5,6
5,60	5,00	10,0	10,0	0,533	18,762	5,3
5,80	4,50	8,5	9,0	0,8	11,25	8,9
6,00	7,00	13,0	14,0	1,0	14,0	7,1
6,20	7,50	15,0	15,0	1,0	15,0	6,7
6,40	7,50	15,0	15,0	0,8	18,75	5,3
6,60	7,00	13,0	14,0	1,067	13,121	7,6
6,80	7,00	15,0	14,0	1,2	11,667	8,6
7,00	8,00	17,0	16,0	1,333	12,003	8,3
7,20	10,00	20,0	20,0	1,467	13,633	7,3
7,40	12,00	23,0	24,0	1,733	13,849	7,2
7,60	10,00	23,0	20,0	1,333	15,004	6,7
7,80	12,00	22,0	24,0	1,4	17,143	5,8
8,00	11,50	22,0	23,0	1,133	20,3	4,9
8,20	7,50	16,0	15,0	1,0	15,0	6,7
8,40	6,50	14,0	13,0	0,933	13,934	7,2
8,60	8,00	15,0	16,0	1,6	10,0	10,0
8,80	12,00	24,0	24,0	1,867	12,855	7,8
9,00	18,00	32,0	36,0	1,867	19,282	5,2
9,20	18,00	32,0	36,0	2,0	18,0	5,6
9,40	20,00	35,0	40,0	1,6	25,0	4,0
9,60	28,00	40,0	56,0	2,4	23,333	4,3
9,80	22,00	40,0	44,0	2,667	16,498	6,1
10,00	130,00	150,0	260,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
8,80	14,091	0,839	1,9	Coesivo	Argille - Argille limose
9,80	42,4	2,107	2,1	Coesivo	sabbie
10,00	260,0	0,0	2,4	Incoerente	Ghiaie e sabbie dense

PROVA ... Nr.4

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,267	0,0	
0,40	6,00	8,0	12,0	0,4	30,0	3,3
0,60	5,00	8,0	10,0	0,6	16,667	6,0
0,80	5,50	10,0	11,0	0,533	20,638	4,8
1,00	6,00	10,0	12,0	0,4	30,0	3,3
1,20	9,00	12,0	18,0	0,533	33,771	3,0
1,40	5,00	9,0	10,0	0,467	21,413	4,7
1,60	4,50	8,0	9,0	0,4	22,5	4,4
1,80	6,00	9,0	12,0	0,8	15,0	6,7
2,00	6,00	12,0	12,0	0,933	12,862	7,8
2,20	5,00	12,0	10,0	0,8	12,5	8,0
2,40	6,00	12,0	12,0	0,267	44,944	2,2
2,60	11,00	13,0	22,0	0,4	55,0	1,8
2,80	4,00	7,0	8,0	0,4	20,0	5,0
3,00	3,00	6,0	6,0	0,733	8,186	12,2
3,20	5,50	11,0	11,0	0,667	16,492	6,1
3,40	5,00	10,0	10,0	0,8	12,5	8,0
3,60	6,00	12,0	12,0	0,933	12,862	7,8
3,80	7,00	14,0	14,0	1,0	14,0	7,1
4,00	8,50	16,0	17,0	1,2	14,167	7,1
4,20	10,00	19,0	20,0	1,133	17,652	5,7
4,40	7,50	16,0	15,0	1,0	15,0	6,7
4,60	8,50	16,0	17,0	0,667	25,487	3,9
4,80	9,00	14,0	18,0	0,8	22,5	4,4
5,00	10,00	16,0	20,0	0,933	21,436	4,7

5,20	9,00	16,0	18,0	1,067	16,87	5,9
5,40	14,00	22,0	28,0	1,333	21,005	4,8
5,60	13,00	23,0	26,0	0,933	27,867	3,6
5,80	11,00	18,0	22,0	0,933	23,58	4,2
6,00	6,00	13,0	12,0	0,933	12,862	7,8
6,20	9,00	16,0	18,0	1,067	16,87	5,9
6,40	8,00	16,0	16,0	0,933	17,149	5,8
6,60	7,00	14,0	14,0	0,933	15,005	6,7
6,80	8,00	15,0	16,0	1,333	12,003	8,3
7,00	10,00	20,0	20,0	1,333	15,004	6,7
7,20	12,00	22,0	24,0	1,467	16,36	6,1
7,40	13,00	24,0	26,0	1,333	19,505	5,1
7,60	14,00	24,0	28,0	1,467	19,087	5,2
7,80	14,00	25,0	28,0	1,333	21,005	4,8
8,00	13,00	23,0	26,0	1,333	19,505	5,1
8,20	12,00	22,0	24,0	1,333	18,005	5,6
8,40	10,00	20,0	20,0	1,067	18,744	5,3
8,60	7,00	15,0	14,0	0,933	15,005	6,7
8,80	8,00	15,0	16,0	0,933	17,149	5,8
9,00	12,00	19,0	24,0	1,067	22,493	4,4
9,20	17,00	25,0	34,0	1,6	21,25	4,7
9,40	18,00	30,0	36,0	1,6	22,5	4,4
9,60	19,00	31,0	38,0	2,667	14,248	7,0
9,80	130,00	150,0	260,0	1,333	195,049	0,5
10,00	205,00	215,0	410,0	2,667	153,731	0,7
10,20	220,00	240,0	440,0	4,0	110,0	0,9
10,40	230,00	260,0	460,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
9,20	16,783	0,907	1,9	Coesivo	Argille - Argille limose
9,60	37,0	2,134	2,1	Coesivo	sabbie
10,40	392,5	2,0	2,5	Incoerente	ghiaia e sabbie dense

PROVA ... Nr.5

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,4	0,0	
0,40	6,00	9,0	12,0	0,4	30,0	3,3
0,60	7,00	10,0	14,0	0,267	52,434	1,9
0,80	8,00	10,0	16,0	0,6	26,667	3,8
1,00	8,50	13,0	17,0	0,8	21,25	4,7
1,20	8,00	14,0	16,0	0,667	23,988	4,2
1,40	9,00	14,0	18,0	0,867	20,761	4,8
1,60	8,50	15,0	17,0	0,867	19,608	5,1
1,80	7,50	14,0	15,0	0,8	18,75	5,3
2,00	8,00	14,0	16,0	0,8	20,0	5,0
2,20	9,00	15,0	18,0	1,467	12,27	8,2
2,40	9,00	20,0	18,0	2,0	9,0	11,1
2,60	115,00	130,0	230,0	2,0	115,0	0,9
2,80	155,00	170,0	310,0	0,667	464,768	0,2
3,00	155,00	160,0	310,0	1,333	232,558	0,4
3,20	180,00	190,0	360,0	2,667	134,983	0,7
3,40	210,00	230,0	420,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
2,40	14,75	0,828	1,8	Coesivo	Argille - Argille limose
3,40	326,0	1,333	2,4	Incoerente	Ghiaie e sabbie dense

