REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

Ministero dello Sviluppo Economico

Unione Europea FESR

FONDO EUROPEO DI SVILUPPO REGIONALE
Friuli Venezia Giulia / POR 2007-2013

Comune di Pordenone

SETTORE VIII - AMBIENTE E MOBILITA'

PIANO INTEGRATO DI SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE

PORDENONE_IN RETE

Riqualificazione Urbana - Opere infrastrutturali - Arredo Urbano

"Vie d'Acqua e di Terra" - CONNESSIONE DELLE AREE VERDI

PERCORSO CICLOPEDONALE DEI PARCHI SAN VALENTINO - SANCARLO - PARCO DEL SEMINARIO

II° TRATTO VIA MARTIRI CONCORDIESI

PROGETTO PRELIMINARE

COORDINAMENTO
dott.ssa Silvia Cigana

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
geom. Miriam Gianessi

GRUPPO DI PROGETTAZIONE
geologo Elena Ruzzeze

OTTOBRE 2011

RELAZIONI

ELABORATO
Relazione Geotecnica

13.F

Introduzione

La presente relazione è stata commissionata dall'Amministrazione Comunale di Pordenone per determinare le caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche dell'area che prevede la realizzazione di un percorso ciclopedonale, di parcheggi e sistemazione di area verde. Il percorso ciclopedonale si svilupperà adiacente alla via del Seminario e alla via Santi Martiri Concordiesi fino all'innesto con viale Martelli.

Per la redazione della presente relazione sono stati consultati i dati stratigrafici e geomeccanici ottenuti dalla bibliografia di indagini effettuate in altre occasioni nelle immediate vicinanze della zona tra cui la "Relazione Geologica per la variante generale al vigente P.R.G.C." a firma del Dott. Geol. Flavio Seriani (1998) e la "Relazione geologica" per il progetto "Ripristino e Manutenzione della rete idrografica minore" in comune di Pordenone a firma della scrivente. E' stata inoltre eseguita una prova penetrometrica statica in corrispondenza dell'area di intervento ubicata come da planimetria allegata.

Di seguito si riporta la normativa presa in considerazione:

- il D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti indagini sui terreni e sulle rocce, stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e le successive modifiche ed integrazioni;
- il D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
- la Circolare n. 617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Inquadramento geologico e geomorfologico

Il territorio comunale di Pordenone si trova a cavallo della fascia territoriale denominata linea delle risorgive, interessato, quindi, sia dall'Alta che dalla Bassa Pianura pordenonese. Il terreno presente lungo questa fascia è caratterizzato da una rapida diminuzione delle granulometrie dei depositi che, da prevalentemente ghiaiosi, caratteristici dell'Alta Pianura, diventano sabbioso-argillosi. Più precisamente, l'area oggetto del nostro studio, è compresa nella Bassa Pianura Pordenonese, immediatamente a Sud della summenzionata linea delle risorgive. Conseguenza di ciò, dal punto di vista geologico, è una costituzione del terreno caratterizzata da una alternanza di sedimenti grossolani e sedimenti a granulometrie fini.

Sulla base delle attuali conoscenze, risulta che la formazione della Bassa Pordenonese è dovuta essenzialmente al Tagliamento nelle due fasi della grande espansione glaciale del Wurmiano e della successiva regressione. Nel più recente periodo post-glaciale il Meduna, abbandonato il suo letto nel tratto ora percorso dal Noncello, ha rimaneggiato il piano limitrofo con apporto di materiali alluvionali in gran parte del Cellina che si è fatto suo affluente. Il Noncello, a sua volta, ha rielaborato le alluvioni del Meduna con l'apporto di sedimenti fini, creando bassure e terrazzamenti. Un orlo di terrazzo è presente nell'area di intervento, prossimo all'incrocio tra via dei Martiri Concordiesi e viale Martelli.

Il susseguirsi di tali eventi ha comportato una situazione litologica dell'area circostante il Noncello ed il Meduna alquanto articolata, essendo caratterizzata da litotipi frammisti tra loro e arealmente non distribuiti con continuità soprattutto per quanto riguarda gli strati superficiali.

Non vi sono da segnalare particolari problemi di instabilità geostatica se non quelli relativi ad eventuali fenomeni di erosione delle sponde del corso d'acqua.

Il territorio comunale di Pordenone è classificato in zona sismica 2.

I terreni presenti nelle aree di intervento non sono suscettibili di liquefazione in caso di evento sismico.

Inquadramento idrologico ed idrogeologico

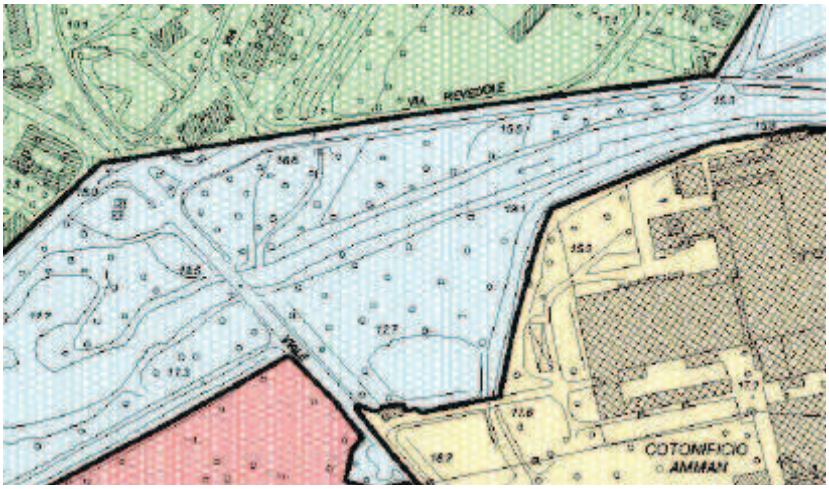
Il Noncello è il fiume che scorre rettilineo limitrofo all'area di intervento pur avendo carattere meandriforme a monte ed a valle del tratto interessato.

E' un corso d'acqua di risorgiva che ha origine nei pressi dell'abitato di Cordenons ed è presente nel territorio comunale di Pordenone con un andamento incassato e meandriforme dal Centro Storico di Pordenone fino alla sua confluenza con il Meduna. Tale fiume è caratterizzato da una bassa pendenza dell'alveo che si sviluppa tra la statale n. 13 e la confluenza con il Meduna tra lo 0,626 e lo 0,746 ‰ e da un trasporto solido minimo, comportando per tali caratteristiche un'esondazione lenta nel tempo. La portata di risorgiva orientativa del Noncello secondo quanto riportato nella Relazione Geologica del vigente P.R.G.C. è di 6,1 m^3/s per un fronte di 3,5 km, mantenendosi pressoché costante lungo quasi tutto il corso dell'anno.

Dal punto di vista idrogeologico, essendo collocato a Sud della linea delle risorgive ed in seguito alla sua struttura litostratigrafica, il territorio adiacente ai tratti del fiume Noncello oggetto di intervento è caratterizzato da una falda superficiale e da varie falde artesiane ubicate a diverse profondità. Il livello piezometrico della falda superficiale, quindi, è direttamente influenzato dal limitrofo fiume Noncello.

Secondo quanto riportato nel P.A.I.L. (Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Idrografico del Fiume Livenza), elaborato dall'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, il tratto di intervento ricade in area fluviale, come evidenziato nell'estratto della Carta della Pericolosità Idraulica – Tav 10 di seguito riportata.

Anche nel vigente P.R.G.C. l'area risulta esondabile ma si evidenzia, comunque, che la pista ciclabile in progetto sarà realizzata alla medesima quota della esistente strada, di cui sarà adiacente, non andando a modificare sostanzialmente una realtà già presente.



NON IN SCALA

LEGENDA

- **Limite comunale**
- **Area fluviale**
- **P1 Area a moderata pericolosità**
- **P2 Area a media pericolosità**
- **P3 Area ad elevata pericolosità**

Stratigrafia dell'area e caratteristiche meccaniche dei terreni

La stratigrafia e le caratteristiche meccaniche dei terreni sono state valutate sulla base di una prova penetrometrica statica eseguita in prossimità dell'intervento.

La prova penetrometrica statica (CPT Cone Penetration Test) è stata eseguita dalla ditta GEOSERVIZI S.r.l. di Villorba di Treviso.

La prova CPT consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa a velocità costante nel terreno. Lo sforzo per la penetrazione viene applicato per mezzo di un dispositivo di spinta, che agisce su una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata la punta. La lettura dei dati avviene tramite manometri che forniscono la pressione di spinta del pistone idraulico. Nel caso specifico è stato utilizzato un penetrometro Gouda con un dispositivo di spinta di 20 t ed una punta con manicotto di tipo Begemann che permette di rilevare ogni 20 cm i seguenti valori:

- la resistenza all'avanzamento della sola punta R_P;
- la resistenza alla punta più la resistenza per attrito locale sul manicotto R_P+R_L;
- la resistenza totale all'avanzamento delle aste cave e della punta R_T

La documentazione fornita dall'esecuzione della prova comprende le grandezze sopra elencate, i grafici di R_P/profondità, di R_L/profondità ed i valori di R_P/ R_L.

Il rapporto R_P/ R_L consente il riconoscimento di massima dei terreni attraversati durante l'esecuzione della prova.

Di seguito vengono allegati i risultati della prova e la relativa stratigrafia, mentre l'ubicazione è riportata nell'allegata planimetria.

Si informa che il piano campagna considerato è quello relativo alla quota della strada di via del Seminario, lato Noncello.

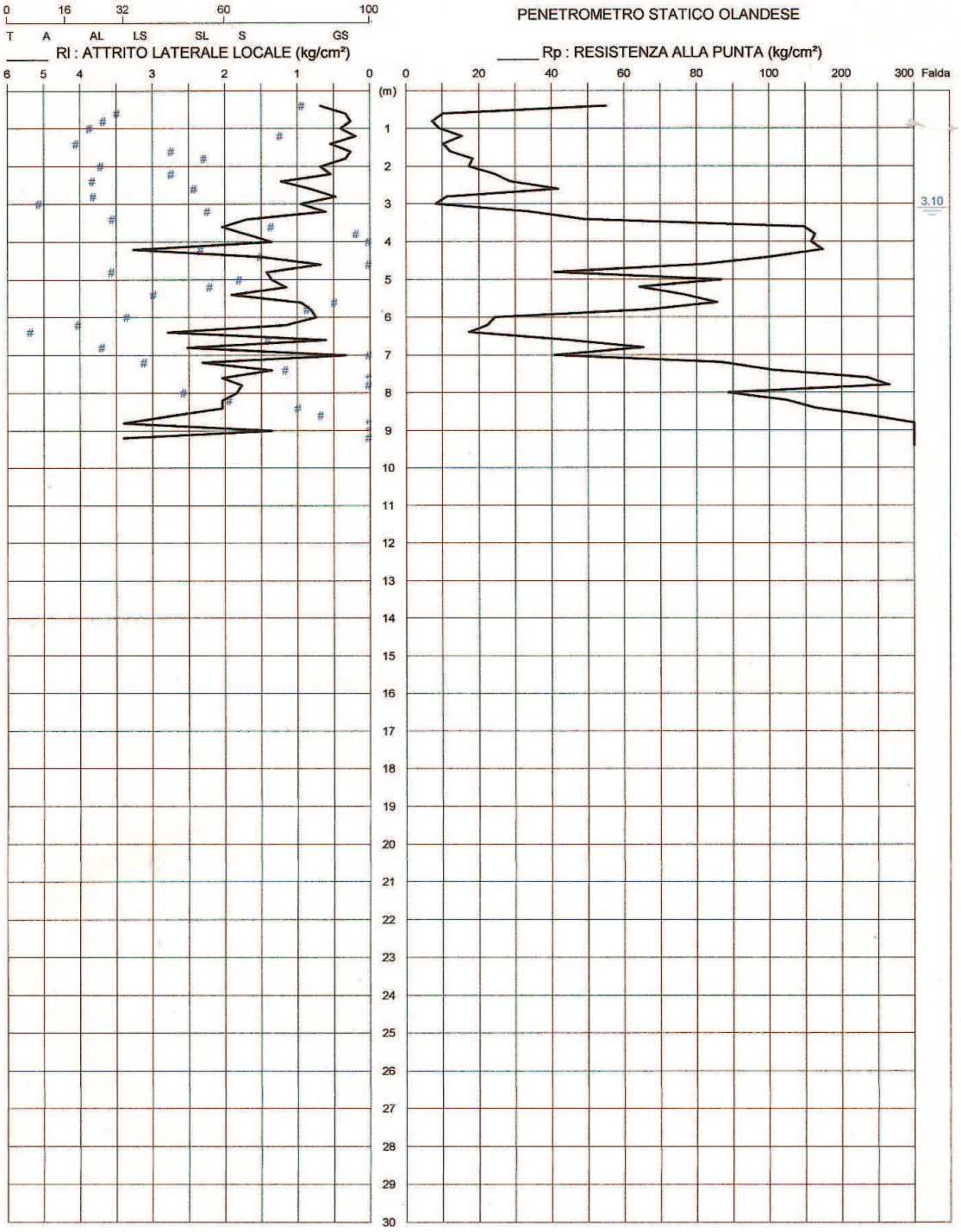
GEOSERVIZI S.r.l.
Via Senatore Fabbri, 18
31020 Lovadina di Spresiano (TV)
Tel. 0422/881833 Fax 0422/881204

COMMITTENTE: DOTT.SSA RUZZENE
CANTIERE: PORDENONE
PENETROMETRIA: PORDENONE1
DATA: 15/05/2009 QUOTA: P.C.

Cert. Nr 50 100 6112

RAPPORTO Rp/Rl (BEGEMANN) #

PENETROMETRO STATICO OLANDESE



PENETROMETRO	OPERATORE	ELABORAZIONE	REVISIONE
Gouda 20 t	SIG. S. PODA	DOTT. L. DAL COLLE 20/05/2009	

Committente: Comune di Pordenone
Località: via Revedole - Pordenone
Data: Attrezzatura: Gouda 20t
Note:
Quota(m): p.c. Sigla: P1

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres.eff. a metà strato (kg/cmq)
0,4	55	Terreno vegetale												
1	8	Argilla inorganica med.consistente	4,26E-8	0,05		1,83			0,46	28	0,47	100		0,13
2,6	21	Sabbia e limo	8,06E-7		27	1,88	44	53				180	40	0,34
3	8	Argilla organica	4,62E-12	0,08		1,81			0,437	28	0,21	100		0,53
5,8	95	Sabbia ghiaiosa	2,75E-5		30	2,11	78	238				452	74	0,77
6,6	19	Argilla inorganica molto consistente	7,8E-9	0,07		2,01			1,053	67	6,02	169		1
7	39	Sabbia e limo	0,000124		26	2,03	38	98				263	44	1,06
9,4	267	Ghiaia sabbiosa	0,000539		32	2,27	85	668				851	91	1,23

Profondità della falda (m): 3,1

Sarà comunque cura della direzione lavori verificare in sede di lavoro la continuità delle stratigrafie individuate dalle prove e predisporre ulteriori prove adeguate sul terreno qualora durante l'esecuzione dei lavori si dovessero incontrare variazioni litostratigrafiche in contrasto con quelle evidenziate. **Si evidenzia, inoltre, che in prossimità dell'incrocio tra viale Martelli e via Revedole, all'interno dell'area di intervento, è presente terreno di riporto.**

Alla tipologia di terreno definito possono cautelativamente e sinteticamente essere attribuiti i seguenti valori dei parametri meccanici:

Sabbia ghiaiosa

Φ	=	30°	angolo di attrito interno
c	=	0 t/mq	coesione
γ	=	1,8 t/mc	peso di volume del terreno

Sabbia limosa

Φ	=	26°	angolo di attrito interno
c	=	0 t/mq	coesione
γ	=	1,8 t/mc	peso di volume del terreno

Argilla limosa

Φ	=	0°	angolo di attrito interno
c	=	7 t/mq	coesione
γ	=	1,8 t/mc	peso di volume del terreno

Argilla

Φ	=	0°	angolo di attrito interno
c	=	4 t/mq	coesione
γ	=	1,8 t/mc	peso di volume del terreno

Considerando le prove penetrometriche eseguite, calcolando la Qc media fino alla profondità di -9,4 m dal p.c., il suolo di fondazione può essere riconducibile alla categoria "C – depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

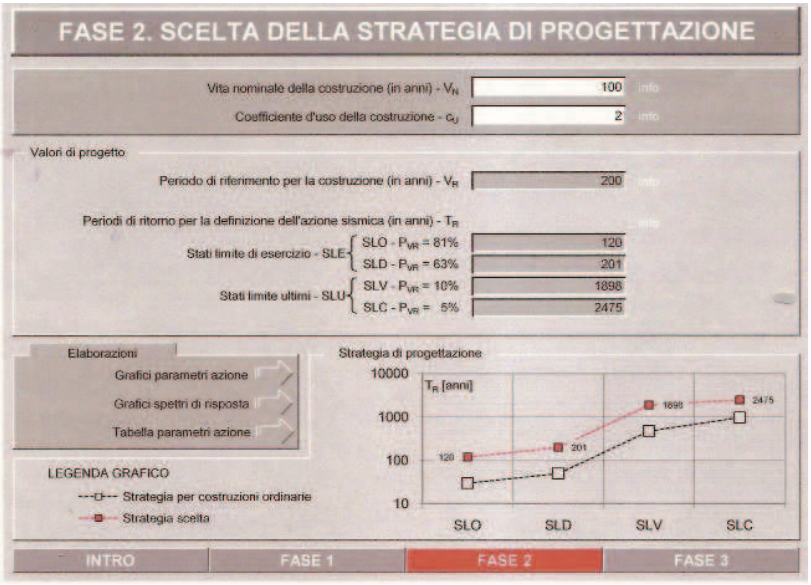
Dai parametri geotecnici ricavati dalla prova penetrometrica, infatti, è stato possibile estrapolare la velocità di propagazione delle onde nel terreno come in seguito riportato.

Parametro	**Prova**	**Qc medio**	**Profondità** (metri)	**Vs**
Relazione di Iyisan valida per tutti i tipi di terreno (1996) $Vs = 55,3 \times qc^{0,377}$	CPT 1	75,1	0,6÷9,4	281 m/s

Il terreno rinvenuto non è soggetto al fenomeno della liquefazione in caso di evento sismico.

Le coordinate geografiche relative al punto di esecuzione della prova sono:
Latitudine 45.95650
Longitudine 12.67055

Ipotizzando la Vita nominale della costruzione V_N di 100 anni, la classe d'uso IV si riportano nelle seguenti tabelle i valori dell'accelerazione relativa e dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.



In funzione dei vari stati limite considerati i parametri di sito di riferimento per l'area d'intervento risultano:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0,108	2,435	0,290
SLD	201	0,136	2,434	0,315
SLV	1898	0,339	2,463	0,363
SLC	2475	0,376	2,453	0,370

dove

A_g = accelerazione orizzontale massima di sito

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

Tc = periodo di riferimento per il calcolo del periodo Tc di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Calcolo della portata verticale di palo singolo

Facendo seguito all'ipotesi di intervento che prevede l'ampliamento di un tratto di strada lungo via del Seminario con l'infissione di pali in legno con tiranti, di seguito si riporta un esempio di calcolo della portata verticale di un singolo palo secondo quanto desunto dalla stratigrafia e dai parametri geotecnici individuati nella prova penetrometrica. **E' necessaria, comunque, l'esecuzione di prove di carico su pali per verificarne l'esatto dimensionamento e valutarne la portata.**

Le verifiche sono state fatte secondo l'Approccio 1 indicato nel par. 6.4.3.1. delle NTC 2008 tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.4.II e 6.4.VI in seguito riportate.

Tabella 6.4.II – *Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.*

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 6.4.IV – *Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.*

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

E' stato ipotizzato un palo avente le seguenti caratteristiche:

Committente: Comune di Pordenone
Località: Data:
Riferimenti:

Geometria della palificata - gruppo n.1

N. palo	X palo (m)	Z palo (m)	Diametro/lato testa(cm)	Diametro/lato base (cm)	Lunghezza palo (m)	Inclinazione lungo X(°)	Inclinazione lungo Z(°)	Diametro bulbo(cm)*	Lunghezza bulbo(m)*
1	0.15	0.15	30	30	4.5	90	90	0	0

*Pressione residua di iniezione (kg/cmq):	0.0	**Tipo iniezione (metodo Bustamante Doix):	Semplice
Pali perforati a secco:	No	Peso di volume del palo (kg/mc):	800.0
Palo con sezione quadrata:	No	Modulo elastico del palo (kg/cmq):	100000.0
**Fattore alfa (metodo Bustamante Doix):	0.0	* Solo per micropali tubolari	** Solo per tiranti

Si riporta di seguito l'esempio di calcolo della portata verticale di un palo secondo i dati desunti dalla prova eseguita.

La testa del palo è stata considerata a -3,0 m dal p.c. per una lunghezza di 4,5 m il che comporta il raggiungimento di una profondità di -7,5 m dal p.c. inteso quale il piano stradale di partenza della prova. In sostanza non è stata considerata la stratigrafia dei primi 3 m di terreno.

PROGR

Dott. Geol. Elena Ruzzene
via Gemona 9-Pordenone-

Committente: Comune di Pordenone
Località: Data:
Riferimenti:

Riassunto calcolo portata verticale - gruppo n.1

Palo numero	Strato	Angolo d'attrito °	Coesione (kg/cmq)	Portata laterale (kg)	Portata di punta (kg)	Portata totale (kg):	Portata progetto(kg)
1	1	30	0	472,1		472,14	
	2	20	0,2	607,8		1079,97	
	3	26	0,1	157,2		1237,2	
	4	32	0	230,3	6181,55	7649,09	76[illegible],09

Metodo portata laterale incoerenti: Burland *Metodo portata di punta coesivi:* Skempton

Metodo portata laterale coesivi: Tomlison *Profondità critica (m):* 4,5

Metodo portata di punta incoerenti: Berezantev

METODO DELLE TENSIONI AMMISSIBILI:

Coefficiente di sicurezza: 1,0

METODO DELLO STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di sicurezza Phi: 1,0 *Coefficiente di sicurezza C:* 1,0

Coefficiente di sicurezza yb: 1,45 *Coefficiente di sicurezza ys:* 1,45

Fattore di correlazione: 1,7

NORMATIVA DI RIFERIMENTO: D.M. 14.01.2008 App.I Comb.2

Tirante

E' stato eseguito un esempio di resistenza allo sfilamento ipotizzando un tirante lungo 8 m con ancoraggio di 3 m da cui si è ricavata una resistenza allo sfilamento pari a 3,8 t. Cautelativamente, è stato considerato un unico strato sabbioso-limoso e non è stato considerata l'ipotesi del terreno di riempimento tra i pali e l'attuale strada, facendo in questo modo una verifica a favore di sicurezza.

La verifica è stata fatta secondo il DM 14.01.2008, Approccio II (A1+M1+R3) che utilizza i seguenti coefficienti di sicurezza (Tab. 6.6.1 e 6.6.III):

γ_t=1,3 $\gamma_{Ra,p}$=1,2 ξ_3=1,8 Fs=2,8

Formula di Schneebeli

$$Tl = \pi D_p L tg\left(45-\frac{\phi}{2}\right) sen\phi \, \frac{1+e^{2\pi g\phi}}{2} \gamma Z$$

Committente: Comune di Pordenone

Località: Data:

Riferimenti:

Tiranti agenti sull'opera

Ancoraggio n.	1
Posizione dell'ancoraggio	
Ascissa testa (m): 0	Ordinata testa (m): 2
Spaziatura orizzontale degli ancoraggi (m):	0
Lunghezza totale del tirante (m):	8
Lunghezza dell'ancoraggio (m):	3
Inclinazione dell'ancoraggio (°):	25
Diametro di perforazione (mm):	150
Fattore alfa (metodo di Bustamante-Doix):	0
Pretensionamento ancoraggio(kg):	0
Iniezione del bulbo (metodo di Bustamante-Doix):	n.c.
Metodo di calcolo della resistenza allo sfilamento:	Schneebeli
Coefficiente di sicurezza allo sfilamento:	2,8
Resistenza allo sfilamento(kg):	3891,64

Le ipotesi formulate dovranno essere sviluppate ed avvalorate dal progettista delle strutture e verificate in loco tramite opportune prove.

Opere di scavo

E' necessario che eventuali scavi siano mantenuti ad una sufficiente distanza da manufatti esistenti, mai inferiore a 1,5 H, dove H è la profondità dello scavo stesso. Diversamente, in prossimità di manufatti che in qualche modo scaricano forze verticali, sarà necessario sostenere tutto lo scavo. Nel caso in esame, inoltre, sarà necessario sostenere le pareti di scavo costituite da terreno di riporto. In presenza di acqua sarà sempre necessario sostenere le pareti di scavo mediante opportune opere.

Conclusioni e ipotesi di intervento

Le stratigrafie individuate nelle aree interessate dagli interventi in progetto individuano terreni sabbioso-ghiaiosi dotati di buone caratteristiche geotecniche posti al di sotto di terreni prevalentemente sabbioso-limosi.

In prossimità dell'incrocio tra viale Martelli e via Revedole, all'interno dell'area di intervento, è presente terreno di riporto.

I terreni individuati non sono suscettibili al fenomeno della liquefazione in caso di evento sismico.

Le oscillazioni della falda superficiale sono direttamente influenzate dal regime fluviale del limitrofo Noncello.

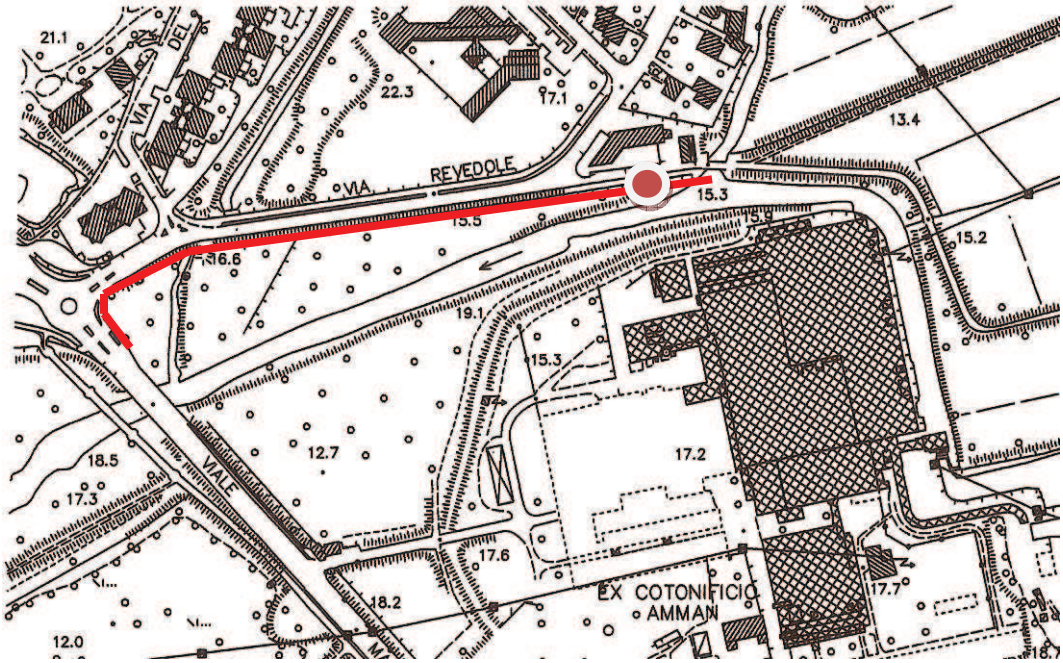
Secondo quanto riportato nel P.A.I.L. (Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Idrografico del Fiume Livenza), elaborato dall'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, il tratto di intervento ricade in area fluviale. La pista ciclabile in progetto, comunque, sarà realizzata alla medesima quota della esistente strada, di cui sarà adiacente, non andando a modificare sostanzialmente una realtà già presente.

Pordenone, ottobre 2009

Dott. Geol. Elena Ruzzene

ESTRATTO DALLA C.T.R

SCALA 1:5.000

Tratto di intervento

Prova penetro metrica statica