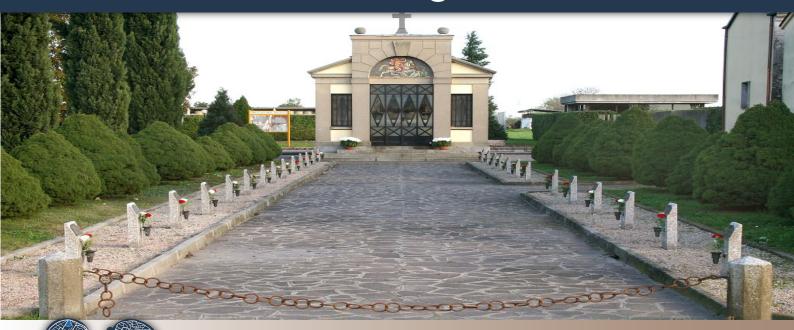


PRC

Piano regolatore cimiteriale



PDII ENGINEEDIN

Relazione Tecnica: allegato A

CPU ENGINEERING

CONSULENZAEPROGETTAZIONEURBANISTICA

TEL.030941567 fex. 030944121

WWW.CPUSERVIZLIT



RELAZIONE GEOLOGICA e GEOTECNICA

IL SINDACO

IL SEGRETARIO

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

ADOZIONE

Deliberazione C.C.____

del_____

APPROVAZIONE Deliberazione C.C. del

COMUNE DI BELLINZAGO LOMBARDO

Provincia di Milano

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA SULLE CONDIZIONI DI IDONIETA' DELL'AREA DI AMPLIAMENTO CIMITERIALE

GEOLOGO dott. Mattia Lucchi

MARZO 2011

PREMESSA

Il comune di Bellinzago ha in progetto l'ampliamento del cimitero, ubicato lungo la strada per Pozzuolo, in posizione centro meridionale rispetto all'abitato principale.

L'area oggetto di intervento occupa la posizione indicata in allegato "Inquadramento geografico",in scala 1:10.000 modificata.

La seguente perizia è eseguita ai sensi del *D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*, le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Inoltre l'ampliamento cimiteriale è normato dal DPR n. 285 del 10/09/1990 art. 55/57 Regolamento di Polizia Mortuaria.

Le prescrizioni da verificare mediante l'indagine geologica sono le seguenti:

- "Il suolo cimiteriale deve essere sciolto sino alla profondità di 2.50 metri, o capace di essere reso tale con facili opere di scasso".
- -"Il suolo cimiteriale deve essere asciutto e dotato di un grado di porosità relativa e di capacità per l'acqua atti a consentire un normale processo di mineralizzazione delle salme".
- -"La falda freatica deve trovarsi a conveniente distanza dal piano campagna ed avere, comunque, altezza tale da essere in piena, e/o col più alto livello della zona di assorbimento capillare, almeno a distanza di m 0.50 dal fondo della fossa per inumazione e, perciò, essere a non meno di 2.50 m dal piano campagna".
- -"La direzione di movimento della falda deve essere tale che l'acqua del sottosuolo del cimitero non possa dirigersi verso l'abitato".

Qualora tali condizioni non esistano esse devono venire realizzate artificialmente con opere di colmata, se la falda non si trova a quota regolamentare, o con opere di taglio con terreni estranei nel caso sia necessario ottenere materiali idonei dal punto di vista della porosità e della capacità per l'acqua o con opere di sbarramento, atte a modificare la direzione di deflusso della falda, nel caso quest'ultima si diriga verso il centro abitato.

Al fine di determinare le caratteristiche dei terreni di fondazione, è stata eseguita, n. 1 prova penetrometrica dinamica (SCPT)¹ il 03 -03- 2011 all'interno dell'area di intervento. L'ampliamento cimiteriale risulta di modeste dimensioni e pertanto si reputa sufficiente la prova eseguita per una corretta caratterizzazione dei suoli.

L' ubicazione è riportata in allegato "Estratto di mappa" in scala 1:2000 modificata unitamente al grafico della prova SCPT eseguita.

La perizia conclude con l'indicazione della tipologia e delle dimensioni delle fondazioni; sono stati inoltre eseguiti i calcoli della capacità portante del terreno, i cedimenti attesi e la valutazione dell'azione sismica.

1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico non sussistono dissesti di nessun tipo, l'area si presenta stabile e priva di rischi legati alla natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica. I suoli affioranti hanno spessore variabile con scheletro da abbondante a scarso, a tessitura variabile, da calcarei a molto calcarei, drenaggio generalmente mediocre dovuto alla presenza di terreni prevalentemente limosi nei primi 2,10 m di profondità. Al letto affiorano litologie sabbioso ghiaiose da mediamente a ben addensate.

2. DATI GEOGNOSTICI

Per un puntuale dettaglio si fornisce qui di seguito l'interpretazione della verticale di prova e, conseguentemente, la verifica dei parametri di fondazione che si ritiene opportuno adottare. In considerazione della ridotta superficie di intervento non sono state eseguite ulteriori indagini di tipo penetrometrico.

¹ In allegato sono riportate le caratteristiche del penetrometro utilizzato
P. I.V.A. 03129020966 – C.F. LCC MTT 72L26 C816D
mattia.lucchi@tiscali.it

S.C.P.T. n° 1 Profondità dal p.c. in m	Litologia	Nscpt
0.00 - 0.30	Terreno agraio	2
0.30 - 2.10	Limo poco consistente	2
2.10 - 6.30	Sabbia con ghiaietto ben addensata	12 - 24

La prova penetrometrica dinamica ha permesso la caratterizzazione geologico tecnica dei terreni presenti nell'area in oggetto.

Al di sotto di un primo strato costituito da terreno agrario sono presenti livelli prevalentemente limosi poco consistenti fino ad una profondità di circa -2,10 m da piano prova.. Tale livello presenta qualità geotecniche scarse con valori di resistenza penetrometrica compresi tra 2 e 3 Nscpt.

Al letto la consistenza e le qualità geomeccaniche dei sedimenti migliorano nettamente con valori di resistenza penetro metrica superiori a 12 Nscpt.

Il livello della falda non è stato raggiunto dal perfo di prova che si è spinto alla massima profondità di -6,30 m da p.c.. La direzione di flusso prevalente della prima falda è orientata Nordovest - Sudest.Il dato è ricavato dallo studio geologico relativo al PGT comunale in fase di redazione da parte dello scrivente.

Pertanto essendo il cimitero ubicato a valle del centro abitato la situazione idrogeologica rilevata risulta compatibile con lopera di progetto.

I terreni argillosi e limo - argillosi sono poco adatti all'inumazione poiché il basso valore della loro permeabilità all'aria e all'acqua e della loro porosità efficace ostacola il processo di decomposizione con la conseguente conservazione delle salme per periodi molto lunghi. Essi impediscono così la normale rotazione dei posti di inumazione determinando la necessità di ampliamenti delle aree cimiteriali o la costruzione di nuovi cimiteri.

Si prestano invece molto bene i terreni ghiaiosi, sabbiosi e limo sabbiosi in virtù della loro elevata permeabilità e porosità efficace, purché posti sopra falda.

A questi tipi di materiale si deve ricorrere in caso di necessità di colmata.

Da quanto rilevato si deduce che i terreni risultano poco favorevoli al processo di mineralizzazione delle salme nei primi 2,10 m di profondità.

3. VERIFICA IPOTESI DI FONDAZIONE

Nell'area indagata è in progetto l'ampliamento del cimitero con la formazione di nuovi loculi.

Per quanto riguarda il piano di fondazione sarà verosimilmente individuato a circa - 0,80 m da piano campagna. Qui di seguito viene esposto un calcolo esemplificativo della capacità portante del terreno in considerazione della situazione geotecnica riscontrata.

CASO 1) CALOCOLO CON D.M. 14/01/08 - SLU E D.M. 11/03/88

FONDAZIONE A TRAVE, IN TERRENO A DOMINANTE LITOLOGICA COESIVA (PIANO DI FONDAZIONE -0,80 m DA PIANO CAMPAGNA, D= 0,50 m)

APPROCCIO 1/COMBINAZIONE 1 (STR)

Il Qa, calcolato con la formula di Terzaghi in terreni granulari in assenza di falda risulta:

Essendo:Nscpt = 2,0 ---->
$$R_p = 8 \text{ Kg/cm}^2$$
 ----> $C_u = R_p/20 = 0.4 \text{ Kg/cm}^2 = 0,4 \text{ t/m}^2$

$$Q_{lim} = (5,70 \text{ x } C_{ud} + \gamma_{t1} \text{ x } D_{f} \text{ x } 1) = (5,70 \text{ x } 4,0 + 1,85 \text{ x} 0,5 \text{ x} 1)$$

dove:

 γ_{t1} = peso specifico del terreno sopra la fondazione fuori falda D_f = 0,5 m incastro della fondazione

5,70 = fattore di capacità portante per $\phi = 0^{\circ}$

$$\gamma_{CU}$$
= parametro secondo tab 6.2.II = 1,0

=
$$(22.8 + 0.92) = 23.72 = 23.72 \text{ t/m}^2 \sim 2.37 \text{ Kg/cm}^2 \sim 237 \text{ KPa}$$

Il Kw (coefficiente di winkler) calcolato è pari a 2,9 Kg/cm³

$$R_d = Q_{lim}/\gamma_R = 2,37/1,0 = 2,437 \text{ Kg/cm}^2$$

CASO 2) CALOCOLO CON D.M. 14/01/08 - SLU

FONDAZIONE A TRAVE ROVESCISA, IN TERRENO A DOMINANTE LITOLOGICA COESIVA (PIANO DI FONDAZIONE -0.80~m DA PIANO CAMPAGNA , D= 0.50~m)

APPROCCIO 1/COMBINAZIONE 2 (GEO)

Essendo:Nscpt = 2,0 ---->
$$R_p = 8 \text{ Kg/cm}^2$$
 ----> $C_u = R_p/20 = 0.4 \text{ Kg/cm}^2 = 0,4 \text{ t/m}^2$

$$Q_{lim} = (5,70 \times C_{ud} + \gamma_{t1} \times D_f \times 1) = (5,70 \times 2,857 + 1,85 \times 0,5 \times 1)$$

dove:

 γ_{t1} = peso specifico del terreno sopra la fondazione fuori falda D_f = 0,5 m incastro della fondazione 5,70 = fattore di capacità portante per ϕ = 0°

P. I.V.A. 03129020966 – C.F. LCC MTT 72L26 C816D mattia.lucchi@tiscali.it

$$\gamma_{CU}$$
= parametro secondo tab 6.2.II = 1,40

$$C_{ud} = (4.0 / \gamma_{CU}) = 4.0 / 1.40 = 2.857 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{lim} = (16,28+0.92) = 17,20 = 17,2 \text{ t/m}^2 \sim 1,72 \text{ Kg/cm}^2 \sim 172 \text{ KPa}$$

Il Kw (coefficiente di winkler) calcolato è pari a 2,9 Kg/cm³

$$R_d = Q_{lim}/\gamma_R = 1,72/1,8 = 0,955 \text{ Kg/cm}^2$$

4. STIMA DEI CEDIMENTI

Il calcolo, qui di seguito riportato, è relativo ai carichi ed alla verticale di prova penetrometrica dinamica eseguita e descritta in precedenza ed <u>ha valore indicativo</u> non essendo la SCPT standardizzata. Metodo tratto dalle formule di *Buisman e Boussinesq*.

Per quanto riguarda i parametri di fondazione si è ipotizzato di associare la tipologia di fondazione a trave rovescia di 0,80 m con carico ammissibile pari a **95 KPa**, carico superiore a quello stimato di esercizio previsto per gli edifici di progetto. Rpm= Nscptx4.

S.C.P.T. 1 Strato (m)	h comp. (cm)	R _{pm} (kg/cm²)	α	Mv (Kg/cm²) ⁻¹	∆p (kg/cmq)	∆h (cm)
0.80 - 2.10	130	8	4.5	0,027	0.35	1.22
2.10 - 6.30	420	>65	1.65	0,009	0.12	0.45

Tot. cm. 1,67

Il cedimento massimo è pari a 1,67 cm in corrispondenza della verticale di prova SCPT 1, tale valore risulta compatibile con le strutture di progetto.

5. AZIONE SISMICA

La stima della azione sismica, che qui segue, è finalizzata alla determinazione della categoria di terreno di fondazione come richiesta dall' Ordinanza P.C.M. 25/03/03 N. 3274.

$$N_{SPT} = N_{SCPT} \times 1.2^2 = 10 \times 1.2 = 12.0$$

² Coefficiente di correlazione tra SCPT E SPT, caratteristico del penetrometro superpesante utilizzato e fornito dal costruttore, pari a 1,141 in terreni sabbioso ghiaiosi. Vedi anche: Cestari F. 1996, Prove P. I.V.A. 03129020966 – C.F. LCC MTT 72L26 C816D mattia.lucchi@tiscali.it

Stima di v_s (velocità delle onde di taglio) proposta da Otha e Goto (1978)³:

$$v_s$$
= 54,33 x $(N_{spt})^{0,173}$ x α x β x $\left(\begin{array}{c} z \\ 0,303 \end{array}\right)^{-0,193}$

 α = coefficiente che dipende dall'età del deposito: 1,0 per depositi olocenici e 1,3 per depositi pleistocenici.

 β = coefficiente che dipende dalla composizione granulometrica: 1,15 per sabbie e ghiaia e 1,45 per ghiaie.

z = profondità media dello strato dove insistono le fondazioni

$$\mathbf{v}_s$$
= 54,33 x (12.0)^{0,173} x 1,15 x 1,25 x (3,5/0,303)^{0,193} = 192,42 m/s

I risultati ottenuti classificano il terreno di fondazione in categoria C

Il Comune di Bellinzago L. secondo l'ordinanza PCM del 20/03/03 n. 3274 all 1, è collocato in zona di rischio sismologico 4.

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

(DM Infrastrutture 14 gennaio 2008 – Cap.3 Azioni sulle Costruzioni, 3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche)

<u>Tab.3.2.II – Categorie di sottosuolo</u>

Categoria	Descrizione	V _{S,30} (m/sec)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi,	>800
	caratterizzati da valori di V _{S,30} superiori a 800m/s,	
	eventualmente comprendenti in superficie uno strato di	
	alterazione, con spessore massimo pari a 3m.	
В	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto	360-800
	addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con	$N_{SPT,30} > 50$
	spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale	$c_{u,30} > 250 kPa$
	miglioramento delle proprietà meccaniche con la	

geotecniche in sito, Geograpf, Segrate, pag. 275-276-277 e Cestari F.-Studio Geotecnica Italiano, 2004, Geotecnica delle fondazioni, Univ. degli Studi di Pavia, Dip. Scienze della terra, Ordine dei Geologi della Lombardia, modulo 1, 11.6.04, Prove geotecniche in sito, dispensa.

³ Da Colleselli F., 2005, Univ. Degli Studi di Brescia, Corso di aggiornamento professionale dell'Ordine degli Ingegneri della prov. di Cremona, relazione del 1.3.05, dispensa pag.11.

	profondità e da valori di V _{S,30} compresi tra 360m/s e	
	800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e	
	c _{u,30} > 250kPa nei terreni a grana fina).	
С	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati	180-360
	o terreni a grana fina mediamente consistenti, con	$15 < N_{SPT,30} <$
	spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale	50
	miglioramento delle proprietà meccaniche con la	$70 < c_{u,30}$
	profondità e da valori di V _{S,30} compresi tra 180m/s e	<250kPa
	360m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana	
	grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).	
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente	<180
	addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti,	$N_{SPT,30} < 15$
	con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un	$c_{u,30}$ <70kPa
	graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con	
	la profondità e da valori di $V_{S,30}$ inferiori a 180m/s	
	(ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 1$	
	70kPa nei terreni a grana fina).	
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non	>800
	superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento (con	
	$V_{\rm S} > 800 {\rm m/s}$).	

<u>Tab.3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo</u>

Categori	Descrizione	V _{S,30} (m/sec)
a		
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20 \text{kPa}$), che includono uno strato di almeno 8m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3m di torba o di argille altamente organiche.	<100 10 <c<sub>u,30 <20kPa</c<sub>
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione

delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Il valore assegnato di amplificazione topografica è T1 = 1,0

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST

Categoria topografica Ubicazione dell'opera o dell'intervento ST	
T1 - 1,0	
T2 In corrispondenza della sommità del pendio 1,2	
T3 In corrispondenza della cresta del rilievo 1,2	
T4 In corrispondenza della cresta del rilievo 1,4	

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove ST assume valore unitario.

6. LIQUEFACIBILITA' DELLE SABBIE

Questo tipo di analisi rappresenta una fase peculiare delle indagini in zona sismica in seguito alla notevole importanza ai fini della stabilità statica dell'edificio. Per una verifica della suscettibilità alla liquefazione esistono vari metodi che sono concordi nell'ammettere la possibilità di liquefazione solo nei livelli che presentino le seguenti caratteristiche:

- eventi sismici di magnitudo M superiori a 5
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1 g
- siano costituiti da sabbie o sabbie limose;
- profondità media stagionale della falda inferiore a 15 m dal piano campagna, per p.c.c sub orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica $< 30~(N_1)_{60}$ normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 KPa.
- distribuzione del fuso granulometrico delle sabbie compreso tra 0.01 mm e 1 mm.

Secondo la normativa vigente la verifica può essere omessa quando non si manifesti almeno una delle condizioni soprea esposte.

L'analisi effettuata sui dati di campagna prendendo in considerazione la prove eseguite nell'area di intervento rileva l'assenza di livelli potenzialmente liquefacibili per la litologia prevalentemente coesiva limosa dei terreni interessati.

Tali caratteristiche riducono quindi in maniera rilevante la possibilità che fenomeni di liquefazione possano verificarsi nei terreni interessati dalle fondazioni.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il terreno di fondazione su cui si interverrà presenta caratteri tipici della sedimentazione fluviale legata ai depositi fluviali in tempi medio recenti. I terreni sono sostanzialmente omogenei e presentano sufficienti qualità geotecniche. Sulla base delle analisi e dei dati in possesso si può pertanto stabilire:

- a) l'intervento dal punto di vista geologico tecnico è fattibile nel rispetto delle indicazioni riportate nei paragrafi "Verifica ipotesi di fondazione" e "Stima dei cedimenti".
- b) condizione indispensabile: la fondazione deve essere imposta su terreno naturale, non rimaneggiato.
- c) in presenza di materiali non idonei dovrà essere prevista la loro asportazione e sostituzione con inerte di idonea granulometria opportunamente costipato.
- d) I terreni indagati mostrano qualità geotecniche e resistenza penetrometrica adeguate nei livelli sede delle future fondazioni. I cedimenti calcolati risultano nella norma. E' possibile, pertanto, operare in sicurezza con un valore di Resistenza del sistema geotecnico Rd pari a quello esposto nei casi calcolati al capitolo 3, per la tipologia di fondazione ipotizzata nei paragrafi precedenti.
- e) si possono ragionevolmente escludere fenomeni di liquefazione dei sedimenti sabbiosi in considerazione di un fuso granulometrico non soggetto a liquefazione.
- f) Alla luce dell'indagine eseguita è possibile far rientrare l'area indagata nella categoria di suolo di fondazione tipo C.
- g) Da quanto rilevato si deduce che i terreni risultano poco favorevoli al processo di mineralizzazione delle salme nei primi 2,10 m di profondità.

GEOLOGO

DOTT. MATTIA LUCCHI

MARZO 2011

ALLEGATI:

- Inquadramento geografico, scala 1:10.000 modificata
- Estratto da mappa e ubicazione della prova, scala 1:2.000 modificata
- N. 1 Prova penetrometrica (SCPT)
- Caratteristiche del penetrometro



COMUNE DI BELLINZAGOLOMBARDO (MI)

AMPLIAMENTO CIMITERIALE

UBICAZIONE: STRADA PER POZZUOLO

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Legenda:



Ubicazione dell'intervento



COMUNE DI BELLINZAGO LOMBARDO (MI)

AMPLIAMENTO CIMITERIALE

UBICAZIONE: FOGLIO 6 MAPPALE 107 A

ESTRATTO DI MAPPA E UBICAZIONE DELLE PROVA GEOGNOSTICA

Legenda:



PROVA SCPT

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Localita': Bellinzago

Data: 03/03/2011

Dati del Penetrometro:

DPSH Pesante (AGI Meardi)

	W	Н	A	D	Wa	Wc
Ī	73.0	75.0	60.0	51.0	7.0	55.0

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)

A = Angolo d'apertura del cono (°)

D = Diametro di base del cono (mm)

Wa = peso delle aste (Kg/m)

Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 30.00 cm.

Profondità iniziale della prova = 0.3 m.

PROVA PENETROMETRICA n. 1

VALORI DI N

z (m)	N	N60	Nc
0.3	2	2	4
0.6	3	3	6
0.9	3	3	6
1.2	2	2	4
1.5	2	2	4
1.8	2	2	4
2.1	2	2	3
2.4	6	5	8
2.7	10	8	12
3.0	17	14	20
3.3	21	18	24
3.6	26	22	28
3.9	21	18	22
4.2	17	16	18
4.5	10	10	11
4.8	17	16	18
5.1	14	13	14
5.4	13	12	13
5.7	15	14	15
6.0	22	21	22
6.3	24	26	26

z = profondità

N = numero colpi originale

N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

Prova penetrometrica dinamica continua 1

