

OGGETTO	Costruzione di nuovi loculi nel cimitero di Fontanella
COMMITTENTE	Comune di Empoli
UBICAZIONE	Via Salaiola, località Fontanella Comune di Empoli

A3 RELAZIONE GEOTECNICA

Sommario

A3	RELAZIONE GEOTECNICA	3
	Descrizione generale dell'intervento	3
	Descrizione degli interventi strutturali	4
	Normativa di riferimento	6
	Valutazioni geotecniche	7
	Modello di Calcolo del palo	8
	Risultati delle elaborazioni	14

A3 RELAZIONE GEOTECNICA

OGGETTO: *Progetto definitivo – esecutivo opere strutturali per la costruzione di nuovi loculi nel cimitero di Fontanella.*

UBICAZIONE IMMOBILE: Comune di Empoli, loc. Fontanella, via Salaiola.

COMMITTENTE: Comune di Empoli

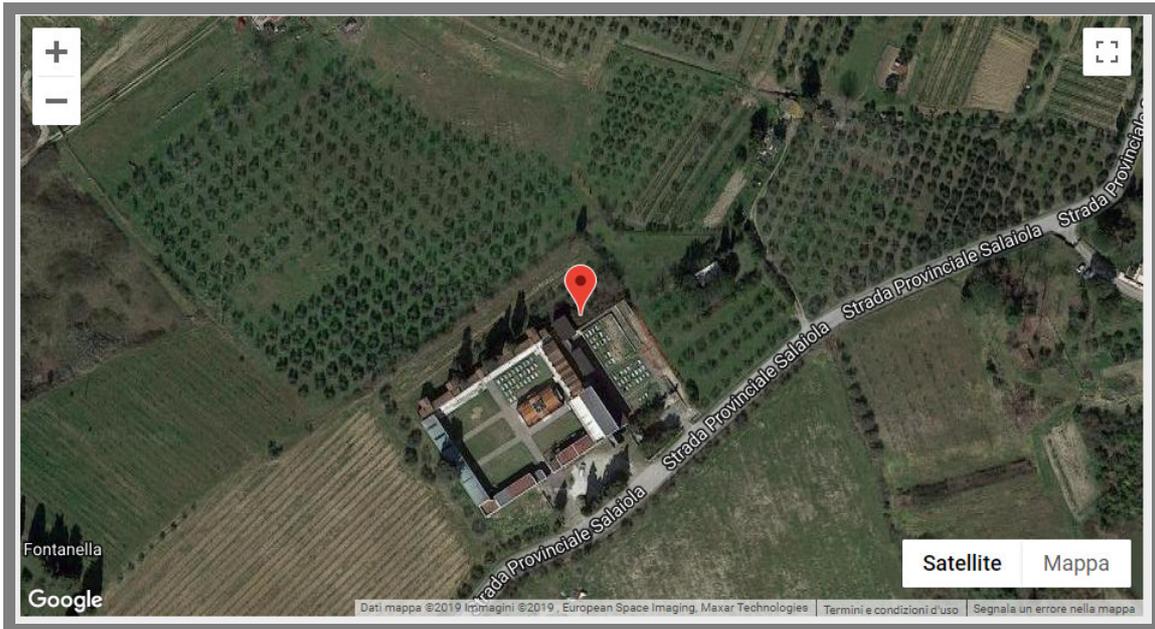


Figura 1 Collocazione nuovo edificio per loculi

Descrizione generale dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo edificio per la collocazione di loculi, ossari e cinerari.

L'edificio sarà realizzato all'esterno dell'area cimiteriale, sulla parte opposta all'ingresso, in adiacenza alla stanza del custode.

La pianta sarà rettangolare, con ingombro di circa 8,35 m x 6,95 m (profondità del locale esistente adiacente).

L'altezza interna dal piano di calpestio sarà di 3,6 m.

Nel complesso, l'ampliamento conterrà n. 65 loculi, n. 35 ossari e n. 35 cinerari.

I loculi, saranno disposti su n. 5 file sovrapposte; gli ossari e i cinerari saranno disposti su n. 7 file sovrapposte.

La struttura sarà giuntata simicamente dal fabbricato adiacente e sarà realizzata interamente in c.a. in opera.

A causa dell'acclività del terreno, che degrada rapidamente in particolar modo al delimitare della parte tergale dell'ampliamento, sentito il parere del geologo incaricato delle indagini, dott. Alessandro Murratzu di Idrogeo Service s.r.l., è stato deciso di adottare fondazioni profonde, ovvero pali lunghi 10 m, con diametro di 60 cm.

Descrizione degli interventi strutturali

Le strutture dell'ampliamento saranno così composte:

- Fondazioni su pali lunghi 10 m, con diametro di 60 cm. Sulla testa dei pali sarà realizzata una soletta di 20 cm. Le teste dei pali saranno collegate con un reticolo di travi parete larghe 35 cm, aventi altezza 90 cm. Tale altezza è quella che consente sia di impostare il piano dei loculi alla quota di +10 cm dal vialetto di accesso esistente, sia di limitare i movimenti di terra e di creare un piano nella zona del fabbricato, tenendo anche conto della presenza delle fondazioni del fabbricato esistente in adiacenza;
- Calpestio della cappella realizzato con solaio di tipo predalles con altezza 4+16+4 cm;
- Basamento di loculi e ossari formato da una soletta piena in c.a., avente spessore pari a 20 cm, su lastre per solaio tipo predalles con funzione di cassero. Le solette dei loculi dovranno essere inclinate verso l'esterno del fabbricato (pendenza 3 cm);
- Struttura verticale formata da setti in c.a. con spessore 20 cm, o 15 cm
- Struttura orizzontale di loculi, ossari e cinerari formata da solette in c.a. con spessore 10 cm;
- Paretine di separazione fra loculi ossari e cinerari realizzate in c.a. con spessore pari a 10 cm. Tali paretine, che si trovano in appoggio sul solaio del piano terra, sono state modellate come tamponamenti;
- Solaio di copertura di tipo bausta, con spessore 16+5 cm, in appoggio sui muri, o su travi in c.a.;
- Gronde in aggetto in c.a.

Le poche tamponature presenti saranno realizzate con elementi in laterizio forato.

Le specifiche di modellazione, le caratteristiche dei materiali, le considerazioni geotecniche ed i carichi applicati alla struttura sono descritti nel fascicolo A8 (Relazione di calcolo).

Per maggiori dettagli sul progetto ed una migliore comprensione di quanto sopra descritto, si rimanda agli elaborati grafici, sia strutturali (elaborati A10), sia architettonici.

Nella pagina che segue, si riportano sia una vista del modello di calcolo, sia la rappresentazione dei soli pali con la relativa numerazione.

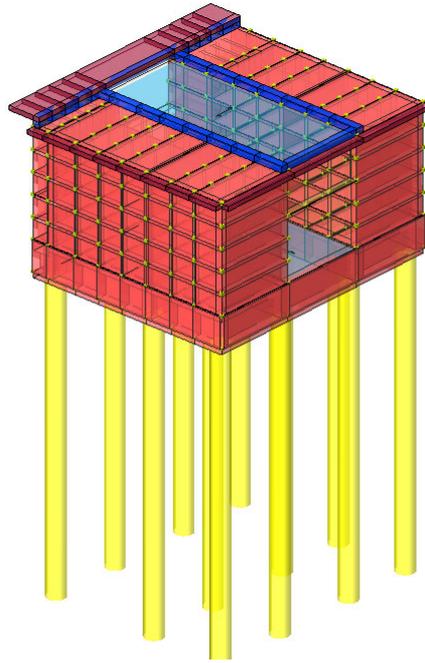


Figura 2: Modello di calcolo, vista tergale

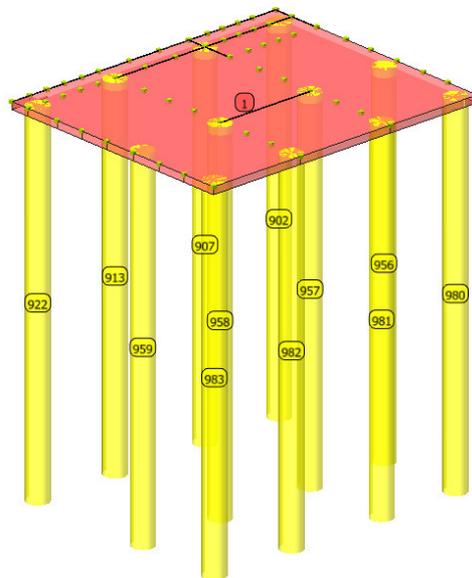


Figura 3: Modello di calcolo – numerazione pali

Normativa di riferimento

- Legge n. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge n. 64 del 02/02/1974.

- Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018.

Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018

Valutazioni geotecniche

La presente relazione contiene la verifica dei pali di fondazione, sia nei confronti delle azioni verticali, sia orizzontali.

Tali verifiche fanno riferimento sia ai parametri geotecnici ricavati dalla relazione geologica a firma del dott. Alessandro Murratzu, tecnico incaricato dal committente, sia ai risultati dei calcoli dell'intera struttura, che è stata modellata con il programma di calcolo IperSpace BIM.

Per la descrizione degli aspetti geologici e idrogeologici dell'area, si rimanda alla relazione del dott. Murratzu.

Facendo riferimento a tale relazione, si è ritenuto corretto progettare una struttura con fondazioni profonde, formate da pali trivellati con diametro di 60 cm e lunghi 10 m, a raggiungere lo strato sabbioso consistente.

I dati geotecnici che sono stati utilizzati per la modellazione della struttura, già indicati nel fascicolo A8 (Relazione generale) sono i seguenti.

Come da prescrizioni inserita nella relazione geologica, durante l'esecuzione degli scavi ci si avvarrà dell'assistenza del geologo.

Estratto relazione geologica

...

Orizzonte	Stratigrafia schematica	PROFONDITA' (m)	ϕ (°)	Cu (KN/m ²)	C' (KN/m ²)	Ed (KN/m ²)	γ (KN/m ³)
1	Terreno rimaneggiato	0,00+-1,00	-	-	-	-	-
2	limi argillosi da compatti a molto compatti	-1,00+-9,00	22	130	10	18.000	18,5
3	limi sabbiosi molto consistenti	-9,00+-9,80 Rif.	30	150	5	30.000	18,5

dove:

ϕ = angolo di attrito

Cu= coesione non drenata

C'=Coesione efficace

Ed= modulo edometrico

γ = peso di volume del terreno

...

- Categoria di sottosuolo **C**
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica SS= 1,5 (tabella 3.2.IV - NTC)
- Coefficiente di amplificazione topografica ST= 1,20 (tabella 3.2.V - NTC per categoria topografica T2 in tabella 3.2.III)

Estratto dati inseriti nel modello di calcolo

	Strato 1	Strato 2
Spessore [m]	8	3
Peso specifico [t/mc]	1.85	1.85
Peso specifico sat.[t/mc]	8.5	8.5
Angolo di attrito [°]	22	30
Coesione [t/mq]	13	15
Modulo edometrico [t/mq]	1800	3000
Coefficiente Poisson	0.3	0.3
Addensato	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Calcola Kh da OCR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OCR	1	1

Sulla base di tali informazioni sono state calcolate le sollecitazioni indotte dalla struttura sui pali. Le sollecitazioni, per le varie condizioni e combinazioni, sono riportate a pag. 86 e seguenti del fascicolo dei calcoli A9. Sulla base di tali sollecitazioni, sono state eseguite le verifiche strutturali che si ritrovano sempre nel fascicolo A9.

Nelle pagine che seguono, sono indicati i criteri per la determinazione del carico limite dei pali, determinato sulla base dei valori dei parametri sopra riportati e le azioni di confronto per ciascun palo.

Modello di Calcolo del palo

Per la verifica a carico limite si adotta l'approccio 2 con una unica combinazione di carico A1+M1+R3, secondo le modalità espone al p.to 6.4.3 NTC.

Carico limite verticale

La valutazione del carico limite verticale del palo è effettuato attraverso le formule statiche. Ai fini del calcolo, il carico limite di un palo Q_{lim} viene convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta P e la resistenza laterale S :

$$Q_{lim} = P + S = \frac{\pi d^2}{4} p + \int_0^L s(z) dz$$

dove con 'p' si indica la resistenza unitaria alla punta, con 's' la resistenza allo scorrimento all'interfaccia laterale palo-terreno, con 'd' il diametro e con 'L' la lunghezza del palo. La suddivisione è convenzionale in quanto gli sforzi laterali ed alla punta vengono mobilitati con il cedimento secondo leggi alquanto diverse e non necessariamente monotonicamente crescenti; pertanto non è detto che, a rottura, siano contemporaneamente agenti le resistenze massime P ed S. Nel calcolo di 'p' ed 's' si prescinde dall' interazione dei due fenomeni di rottura.

Resistenza alla punta

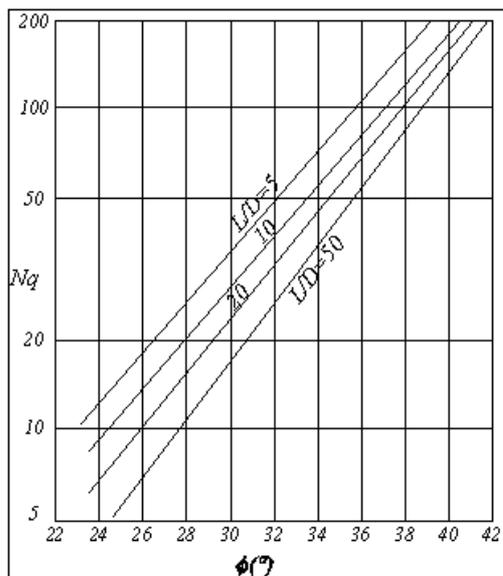
Come per le fondazioni dirette si pone:

$$p = N_q \sigma_{vl} + N_c c$$

dove σ_{vl} rappresenta la tensione litostatica verticale alla profondità L, e cioè quella che agisce sul piano orizzontale passante per la punta del palo. Per N_c vale la formula di trasformazione:

$$N_c = (N_q - 1) \cot(\phi)$$

Il valore di N_q è dato dall' abaco di Berentzantzev:



Esso è valido per pali di piccolo diametro.

Resistenza Laterale

Detta $\sigma_h = k\sigma'_{vz}$ la tensione normale orizzontale agente alla profondità z si pone:

$$s = a + k\mu\sigma'_{vz}$$

nella quale 'a' è un termine coesivo, μ un coefficiente di attrito tra palo e terreno, 'k' un coefficiente di spinta e σ'_{vz} la tensione effettiva litostatica alla profondità z .

Il coefficiente μ dipende dalla scabrezza dell' interfaccia tra palo e terreno ed ha come limite superiore $\tan(\phi)$, I valori di 'k' adottati sono individuati nella tabella seguente:

Tipo di palo	Valori di k per stato di addensamento		Valori di μ
	Sciolto	denso	
Prefabbricato	1	2	$\tan(3\phi/4)$
Gettato in opera	1	3	$\tan(\phi)$
Trivellato	0,5	0,4	$\tan(\phi)$
Trivellato - pressato con elica continua	0,7	0,9	$\tan(\phi)$

Per il termine coesivo si assume:

$$s = \alpha c$$

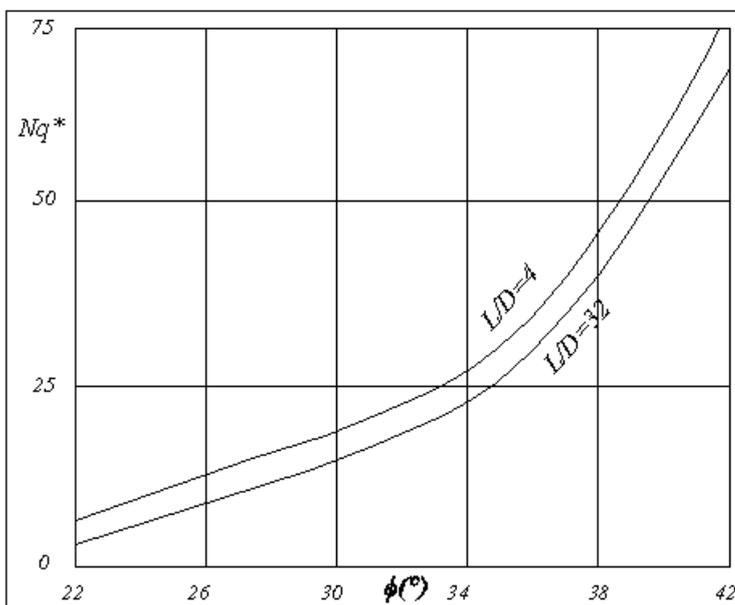
con α dato da:

Tipo di palo	Valori di c (kPa)	Valori di α
Battuto	$c \leq 25$	1,0
	$25 < c < 70$	$1 - 0,011(c - 25)$
	$c > 70$	0,5
Trivellato	$C \leq 25$	0,7
	$25 < c < 70$	$0,7 - 0,008(c - 25)$
	$c > 70$	0.35

Carico limite di pali trivellati di grande diametro

Per pali trivellati di grande diametro si adotta l'abaco ridotto proposto da Viggiani. Si è osservato che la resistenza laterale dei pali raggiunge il suo valore limite in corrispondenza di cedimenti del palo relativamente ridotti dell'ordine di 1-2 cm ed indipendenti dal diametro del palo. La resistenza alla punta al contrario si mobilita per spostamenti proporzionali al diametro pari a circa il 10% di questo per pali battuti ed al 25% per i pali trivellati. Nel caso di pali trivellati di

grande diametro, pertanto, la resistenza alla punta si mobilita per spostamenti dell'ordine di 15-20 cm. In corrispondenza di spostamenti così elevati la resistenza laterale potrebbe addirittura assumere valori minori di quelli massimi, nel caso di andamento instabile. In ogni caso, applicando gli usuali valori dei coefficienti di sicurezza al carico limite calcolato come somma di $P + S$ sotto i carichi di esercizio il palo avrebbe dei cedimenti troppo elevati. Per questi motivi il progetto dei pali di grande diametro è basato sulla considerazione di uno stato limite di servizio e non di rottura, pertanto, il carico limite del palo di grande diametro non è tanto quel carico che produrrebbe la rottura del terreno, ma quello che produrrebbe cedimenti troppo elevati incompatibili con la stabilità della struttura. Berentzantzev ha proposto quindi di utilizzare nel progetto il valore dello sforzo alla punta in corrispondenza del quale si verificano nel terreno le prime deformazioni plastiche.



Abaco Viggiani

Analogamente ai pali di piccolo diametro il valore di 'p' è dato dalla relazione:

$$p = N_q^* \sigma_{vl} + N_c c$$

In entrambi i casi, in condizioni non drenate, si porrà $c = c_u$ e $\phi = 0$.

Per pali trivellati il valore dell'angolo ϕ da introdurre nei calcoli sarà $\phi = \phi' - 3^\circ$, dove ϕ' rappresenta l'angolo di attrito del terreno indisturbato.

Carichi orizzontali

Il calcolo del carico limite orizzontale del palo è condotto attraverso la teoria di Broms, essa assume che il comportamento dell'interfaccia palo terreno sia di tipo rigido perfettamente plastico, inoltre il valore della pressione mobilitata sia indipendente dalla forma della sezione

ma dipenda solo dalla dimensione trasversale 'd' (diametro del palo, lato di una sezione quadrata ecc.). Immaginando di imprimere una traslazione orizzontale al palo per effetto della resistenza mobilitata nel terreno, lungo il fusto del palo si destano momenti flettenti e la rottura del complesso terreno palo può presentare diverse caratteristiche anche in funzione del vincolo che si ha in testa al palo.

Se il momento di plasticizzazione del palo è talmente grande che in nessun punto del fusto non è superato dal valore massimo del momento flettente, il comportamento è di ' Palo Corto ' ; se il palo è libero di ruotare in testa e se il momento massimo supera il momento di plasticizzazione della sezione del palo, lungo il fusto si forma una cerniera plastica ed il comportamento del palo è quello di ' Palo Lungo ' ; per i pali impediti di ruotare in testa può accadere che si formi una sola cerniera plastica in testa ed il palo ha comportamento di ' Palo Intermedio', ovvero si formano due cerniere plastiche una in testa e l'altra lungo il fusto, in questo caso il palo ha il comportamento di ' Palo lungo ' .

La valutazione della pressione di contatto palo-terreno è valutata secondo la relazione:

$$p = 9cd + 3k_p \gamma d$$

il primo termine, costante, è esteso tra le profondità 1,5d ed L; il secondo variabile linearmente è esteso tra 0 ed L. Il valore di k_p (coefficiente di spinta passiva) è dato dalla relazione $k_p = \tan(45 + \phi/2)$. In condizioni non drenate si porrà $c = c_u$ e $\phi = 0$, quando si individua che $\phi = 0$ si trascura automaticamente il secondo termine (esso potrebbe essere trascurato imponendo $\gamma = 0$, ma il calcolo automatico condurrebbe ad una errata valutazione del carico limite verticale), per terreni incoerenti si porrà $c = 0$.

Simbologia

D	Diametro del palo
e	Eccentricità della forza orizzontale (solo pali liberi)
L	Lunghezza del palo
Hf	profondità della falda
Mu	Momento ultimo della sezione del palo
V	Azione verticale in testa al palo
H	Azione orizzontale in testa al palo/spessore strato
γ_b	Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza alla punta
γ_s	Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza laterale in compressione
γ_{st}	Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza laterale in trazione
γ_T	Coefficiente di sicurezza per carico limite orizzontale
ξ_3, ξ_4	Coefficiente di correlazione in funzione del numero di verticali indagate

$effV, effH$	Efficienza di gruppo per carico limite verticale e orizzontale
ϕ	Angolo di attrito interno terreno
c	Coesione
γ	Peso specifico terreno
γ_{sat}	Peso specifico terreno saturo
P	Resistenza alla punta
S	Resistenza laterale
Nd	Carico limite verticale di progetto
Hl	Carico limite orizzontale del palo
Hd	Carico orizzontale di progetto del palo
$Z0$	Profondità del punto di rotazione ($M=0$ Teoria di Broms) del palo (solo per pali corti liberi e intermedi vincolati)
Z_{max}	Profondità in cui si verifica il momento massimo (Teoria di Broms)
M_{max}	Momento corrispondente a Z_{max} (Teoria di Broms)

Risultati delle elaborazioni

GD = Palo di **Grande** diametro per $D > D_g = 0.60$ [m]

Tipologie Palo: PRB=Prefabbricato cls, battuto, GB=Gettato in opera, battuto, TR=Trivellato, TRP=Trivellato Pressato, PRAB=Profilato in acciaio, battuto, TAB=Tubo Acciaio chiuso, battuto, LB=Legno, battuto

Palo	Tipo	Testa	GD	D [m]	e [m]	L [m]	Mu [kg*m]	V [kg]	H [kg]
956 (Nodo 956)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	27139.20	47610	8236
980 (Nodo 980)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	26665.28	44466	9994
957 (Nodo 957)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	25945.17	39745	444
981 (Nodo 981)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	26170.76	41217	10033
982 (Nodo 982)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	26119.55	40883	10033
958 (Nodo 958)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	25875.98	39295	423
959 (Nodo 959)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	27136.22	47590	8671
983 (Nodo 983)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	26767.65	45143	10110
913 (Nodo 913)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	28520.11	56943	10943
922 (Nodo 922)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	29300.33	62336	11724
902 (Nodo 902)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	29256.01	62027	12236
907 (Nodo 907)	TR	Vinc	No	0.60	--	10.00	28652.73	57853	10972

Coefficienti di sicurezza:

Palo	γ_b	γ_s	γ_{st}	γ_T	ξ	effV	effH
956 (Nodo 956)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
980 (Nodo 980)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
957 (Nodo 957)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
981 (Nodo 981)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
982 (Nodo 982)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
958 (Nodo 958)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
959 (Nodo 959)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
983 (Nodo 983)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
913 (Nodo 913)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
922 (Nodo 922)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
902 (Nodo 902)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00
907 (Nodo 907)	1.35	1.15	1.25	1.30	1.65	1.00	1.00

Stratigrafie:

H [m]	ϕ [°]	OCR	c [kg/cm ²]	cu [kg/cm ²]	γ [t/m ³]	γ_{sat} [t/m ³]	Addens.	Descrizione
Palo n° 956 (Nodo 956), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 980 (Nodo 980), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 957 (Nodo 957), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 981 (Nodo 981), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 982 (Nodo 982), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 958 (Nodo 958), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 959 (Nodo 959), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 983 (Nodo 983), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 913 (Nodo 913), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 922 (Nodo 922), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 902 (Nodo 902), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2
Palo n° 907 (Nodo 907), Falda assente								
8.00	22.00	--	1.30	--	1.85	--	No	Strato 1
3.00	30.00	--	1.50	--	1.85	--	Si	Strato 2

Verifica Carico Verticale

Palo	N [kg]	P [kg]	S [kg]	Nd [kg]	Nq	Nc	Verifica
956 (Nodo 956)[(9+10)-VII-3]	54678	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
956 (Nodo 956)[(9+10)-IV-2]	24960	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
980 (Nodo 980)[(9+10)-VIII-3]	51535	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
980 (Nodo 980)[(9+10)-IV-2]	4882	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
957 (Nodo 957)[1]	46814	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
957 (Nodo 957)[(9+10)-IV-3]	39209	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
981 (Nodo 981)[(9+10)-VIII-3]	48286	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
981 (Nodo 981)[(9+10)-IV-2]	9484	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
982 (Nodo 982)[(9+10)-VI-1]	47951	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
982 (Nodo 982)[(9+10)-II-4]	9365	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
958 (Nodo 958)[1]	46364	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
958 (Nodo 958)[(9+10)-II-1]	38501	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
959 (Nodo 959)[(9+10)-V-1]	54659	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
959 (Nodo 959)[(9+10)-II-4]	24444	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
983 (Nodo 983)[(9+10)-VI-1]	52211	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
983 (Nodo 983)[(9+10)-II-4]	3737	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
913 (Nodo 913)[(9+10)-VI-2]	64012	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
913 (Nodo 913)[(9+10)-III-3]	29571	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
922 (Nodo 922)[(9+10)-VI-2]	69404	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
922 (Nodo 922)[(9+10)-III-3]	14646	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
902 (Nodo 902)[(9+10)-VIII-4]	69095	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
902 (Nodo 902)[(9+10)-I-1]	16181	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
907 (Nodo 907)[(9+10)-VIII-4]	64922	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO
907 (Nodo 907)[(9+10)-I-1]	28920	165682	114177	134553	12.74	23.04	VERIFICATO

I risultati indicano portate con valori assai più elevati di quelli suggeriti nella relazione geologica del dott. Murratzu. Tale valore, pari a 70.000 kg è quello che, sulla base delle formule sopra riportate, si ottiene dalla sola resistenza di punta, ovvero:

$$P/(\gamma_b \cdot \xi_i) = 165682 / (1,35 \cdot 1,7) = 72.1932 \text{ kg}$$

In ogni caso, dai calcoli risulta che la massima azione sul palo più sollecitato è comunque inferiore al carico limite più cautelativo.

Verifica Carico Orizzontale

Palo	H [kg]	Hl [kg]	Hd [kg]	Meccanismo di rottura	Z0 [m]	Zmax [m]	Mmax [kg*m]	Verifica
956 (Nodo 956)[(9+10)-VII-3]	8236	48383	22556	Lungo	--	1.45	27140.07	VERIFICATO
956 (Nodo 956)[(9+10)-IV-2]	13095	41766	19471	Lungo	--	1.37	22477.36	VERIFICATO
980 (Nodo 980)	9994	47727	22250	Lungo	--	1.44	26666.19	VERIFICATO

Palo	H [kg]	Hl [kg]	Hd [kg]	Meccanismo di rottura	Z0 [m]	Zmax [m]	Mmax [kg*m]	Verifica
980)(9+10)-VIII-3]								
980 (Nodo 980)(9+10)-IV-2]	12027	36701	17110	Lungo	--	1.31	19089.36	VERIFICATO
957 (Nodo 957)[1]	444	46722	21782	Lungo	--	1.43	25944.29	VERIFICATO
957 (Nodo 957)(9+10)-IV-3]	12286	45057	21006	Lungo	--	1.41	24762.69	VERIFICATO
981 (Nodo 981)(9+10)-VIII-3]	10033	47039	21930	Lungo	--	1.43	26171.63	VERIFICATO
981 (Nodo 981)(9+10)-IV-2]	10985	37910	17674	Lungo	--	1.32	19884.34	VERIFICATO
982 (Nodo 982)(9+10)-VI-1]	10033	46967	21896	Lungo	--	1.43	26119.58	VERIFICATO
982 (Nodo 982)(9+10)-II-4]	10903	37879	17659	Lungo	--	1.32	19863.88	VERIFICATO
958 (Nodo 958)[1]	423	46627	21737	Lungo	--	1.43	25876.97	VERIFICATO
958 (Nodo 958)(9+10)-II-1]	12179	44899	20932	Lungo	--	1.41	24651.79	VERIFICATO
959 (Nodo 959)(9+10)-V-1]	8671	48378	22554	Lungo	--	1.45	27136.23	VERIFICATO
959 (Nodo 959)(9+10)-II-4]	13162	41642	19414	Lungo	--	1.37	22393.53	VERIFICATO
983 (Nodo 983)(9+10)-VI-1]	10110	47868	22316	Lungo	--	1.44	26767.39	VERIFICATO
983 (Nodo 983)(9+10)-II-4]	12147	36396	16968	Lungo	--	1.30	18890.32	VERIFICATO
913 (Nodo 913)(9+10)-VI-2]	10943	50272	23437	Lungo	--	1.47	28519.91	VERIFICATO
913 (Nodo 913)(9+10)-III-3]	14817	42857	19980	Lungo	--	1.38	23227.92	VERIFICATO
922 (Nodo 922)(9+10)-VI-2]	11724	51328	23929	Lungo	--	1.49	29300.87	VERIFICATO
922 (Nodo 922)(9+10)-III-3]	13618	39230	18289	Lungo	--	1.34	20761.03	VERIFICATO
902 (Nodo	12236	51268	23901	Lungo	--	1.48	29256.37	VERIFICATO

Palo	H [kg]	Hl [kg]	Hd [kg]	Meccanismo di rottura	Z0 [m]	Zmax [m]	Mmax [kg*m]	Verifica
902[(9+10)-VIII-4]								
902 (Nodo 902)[(9+10)-I-1]	13756	39617	18469	Lungo	--	1.34	21020.95	VERIFICATO
907 (Nodo 907)[(9+10)-VIII-4]	10972	50453	23521	Lungo	--	1.47	28653.77	VERIFICATO
907 (Nodo 907)[(9+10)-I-1]	14780	42704	19909	Lungo	--	1.38	23122.23	VERIFICATO

$N_d = (P/\gamma_b + S/\gamma_s) \cdot \text{eff}V/\xi$ (per pali in trazione $\gamma_s = \gamma_{st}$ e $P=0$)

$H_d = (H/(\xi \cdot \gamma T)) \cdot \text{eff}H$

Vinci, 22/11/2019

Il progettista

C.F. BCL SRN 70M46 D4030

Ordine Ingegneri Firenze n. 3931

