Per il rinforzo fondale in virtù dei nuovi controventi di facciata (lati sud, nord ed ovest) si è optato per la realizzazione di plinti in cemento armato su pali tipo tubfix, ovvero micropali, onde non gravare le fondazioni esistenti ma anzi creare un sistema di trasferimento del carico in profondità del suolo.

Descrizione metodo di verifica

I micropali in oggetto sono composti da armatura metallica rigida dotata di valvole di non ritorno lungo il fusto (a "manchettes") per iniezioni ripetute di cemento; il diametro di foratura è proporzionato al diametro dell'armatura tubolare ed ovviamente maggiore di questo; il metodo di iniezione scelto è quello IRS (iniezione ripetitiva).

Il metodo di calcolo della capacità portante scelto è quello di Bustamante e Doix, che fa riferimento alla espressione $Q_{lim} = P + S$, dove con p viene indicata la resistenza totale alla punta e con S quella laterale.

La resistenza laterale, a sua volta, è data da $S = \pi . d_s . L_s . s$;

con d_s = diametro equivalente del palo;

L_s = lunghezza zona iniettata

s= resistenza tangenziale unitaria all'interfaccia tra zona iniettata e terreno.

Poiché in questo caso il micropalo attraversa strati diversi la determinazione di S avviene attraverso l'espressione :

$$S = \sum_i (\pi . d_{si} . L_{si} . s_i)$$

Si assume $d_s = \alpha . d$, dove d è il diametro della perforazione ed α un coefficiente maggiorativo, il cui valore può essere cautelativamente assunto, nel nostro caso in cui sono presenti essenzialmente sabbie, come pari a 1,4, nel rispetto della tabella di Viggiani :

Terreno	Valori di α		Quantità minima di miscela consigliata
	IRS	IGU	
Ghiaia	1,8	1,3 - 1,4	1,5 Vs
Ghiaia sabbiosa	1,6 - 1,8	1,2 - 1,4	1,5 Vs
Sabbia ghiaiosa	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3	1,5 Vs
Sabbia grossa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 Vs
Sabbia media	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 Vs
Sabbia fine	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 Vs
Sabbia limosa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	IRS: (1,5 - 2)Vs; IGU: 1,5Vs
Limo	1,4 - 1,6	1,1 - 1,2	IRS: 2Vs; IGU: 1,5Vs
Argilla	1,8 - 2,0	1,2	IRS: (2,5 - 3)Vs; IGU: (1,5 - 2)Vs
Marne	1,8	1,1 - 1,2	(1,5 - 2)Vs per strati compatti
Calcari marnosi	1,8	1,1 - 1,2	(2 - 6)Vs o più per strati fratturati
Calcari alterati o fratturati	1,8	1,1 - 1,2	
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1	(1,1 - 1,5)Vs per strati poco fratturati 2Vs o più per strati fratturati

I valori della resistenza tangenziale unitaria “s” all'interfaccia tra tratto iniettato e terreno dipendono sia dalla natura e dalle caratteristiche del terreno, sia dalla tecnologia;
nel caso in esame, data la stratigrafia formata da sabbie fino a circa 10mt di profondità, si utilizza la seguente tabella, nell'ipotesi di inizione ripetuta (IRS):

Terreno	Tipo di iniezione	
	IRS	IGU
Da ghiaia a sabbia limosa	SG 1	SG 2
Limo e argilla	AL 1	AL 2
Marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato	MC 1	MC 2
Roccia alterata e/o fratturata	≥ R 1	≥ R 2

Tabella 2. Indicazioni per la scelta del valore di s (da Viggiani, 1999)

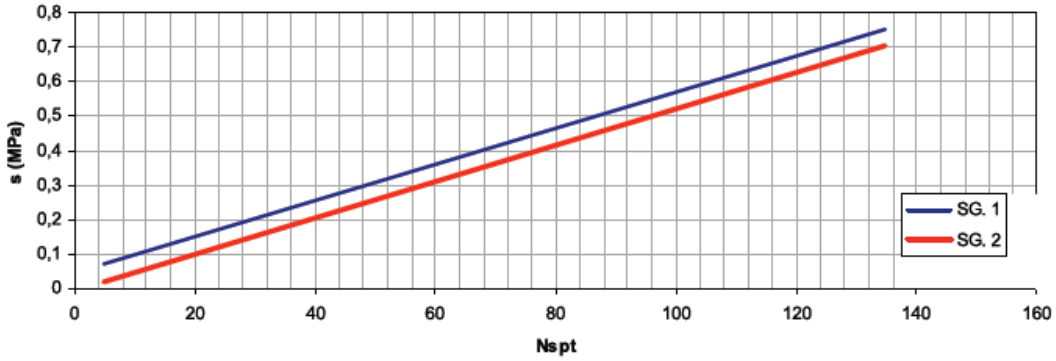

Figura 1. Abaco per la determinazione di s per Sabbie e Ghiaie (modificato rispetto a Viggiani, 1999)

La resistenza di punta viene calcolata nel rispetto del paragrafo 6.4.3.1.1. delle NTC2018, con riferimento a procedure analitiche che prevedono l'uilizzo di dati derivanti da prove in situ.
nel nostro caso assumendo i valori di

$(R_{pd})_{media}$ 25 kg/cm2
$(R_{pd})_{min}$ 20 kg/cm2

dati i valori di
ξ_3 1,65
ξ_4 1,55

per n° 2 verticali indagate (tabella 6.4.IV)

si utilizza la formula :

$R_{c,k} = \mathrm{Min}\{(R_{c,cal\ media})/\xi_3 ; (R_{c,cal\ min})/\xi_4\}$

Parametro Geotecnici

Per i parametri geotecnici del terreno sono state prese a riferimento due prove penetrometriche dinamiche eseguite in tempi diversi da professionisti diversi; una in occasione della ristrutturazione del 2003-2004, ed una in occasione della verifica sismica del 2013; entrambe le prove si spingono fino ad una profondità maggiore della prevista lunghezza dei pali.

La prima è stata eseguita sul prospetto anteriore, sud, in corrispondenza del vano scala esterno in ferro, realizzato appunto nel 2003-2004 per motivi di sicurezza antincendio; la seconda sul prospetto sud-ovest, più in basso, all'estremità del campo da gioco.

Si riportano i risulati delle letture :

DIO DI GEOLOGIA
Dott.Geol.Andrea Sodi
via Carnelutti, 5 PISA 56124
Tel. Fax 050572816 sodi@geologi.it

ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (SCPT)

SCPT n° 1

cert. n°

COMMITTENTE:	**COMUNE DI TERRICCIOLA**	QUOTA pdc:	-	m s.l.m.
CANTIERE:	**SCUOLE**	PROFONDITA':	**8,1**	m
LOCALITA':	**Terricciola**	DATA:	**10-10-03**	

LETTURE DI CAMPAGNA				ELABORAZIONE				
Prof. (m)	N_{30} (colpi)	note	H2O	Rd (Kg/cm²)	N_{SPT} (colpi)	N_{30} media	Rd media	N_{SPT} media
0,30	5			32	8,8			
0,60	7			45	12,3			
0,90	10			65	17,5			
1,20	7			45	12,3			
1,50	7			45	12,3	7	47	13
1,80	6			34	10,5			
2,10	3			17	5,3			
2,40	15			85	26,3			
2,70	3			17	5,3			
3,00	5			28	8,8	6	36	11
3,30	8			40	14,0			
3,60	8			40	14,0			
3,90	7			35	12,3			
4,20	11			56	19,3			
4,50	11			56	19,3	9	45	16
4,80	10			46	17,5			
5,10	15			68	26,3			
5,40	13			59	22,8			
5,70	21			96	36,8			
6,00	40			182	70,2	20	90	35
6,30	32			132	56,1			
6,60	23			95	40,4			
6,90	25			103	43,9			
7,20	30			124	52,6			
7,50	45			186	78,9	31	128	54
7,80	52			197	91,2			
8,10	53			201	93,0			
8,40	90			342	157,9			
8,70								
9,00						65	247	114
9,30								
9,60								
9,90								
10,20								

Committente:	Geol. Simone Stefani	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 13/02/2013
Cantiere:	130213b	Pagina: 1	Data certificato: 13/02/2013
Località:	Terricciola - Via del Chianti	Elaborato:	Falda: -5.50 m da quota inizio

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	5		53.43
0.40	1	10		106.86
0.60	2	12		128.23
0.80	2	10		106.86
1.00	2	10		98.19
1.20	2	11		108.01
1.40	2	9		88.37
1.60	3	10		98.19
1.80	3	10		98.19
2.00	3	10		90.82
2.20	3	11		99.90
2.40	3	12		108.98
2.60	4	11		99.90
2.80	4	12		108.98
3.00	4	11		92.92
3.20	4	10		84.47
3.40	4	8		67.58
3.60	5	6		50.68
3.80	5	5		42.24
4.00	5	6		47.38
4.20	5	8		63.17
4.40	5	7		55.27
4.60	6	7		55.27
4.80	6	8		63.17
5.00	6	8		59.30
5.20	6	8		59.30
5.40	6	6		44.47
5.60	7	7		51.89
5.80	7	7		51.89
6.00	7	8		55.87
6.20	7	9		62.86
6.40	7	10		69.84
6.60	8	9		62.86
6.80	8	9		62.86
7.00	8	9		59.43
7.20	8	9		59.43
7.40	8	7		46.22
7.60	9	7		46.22
7.80	9	10		66.03
8.00	9	10		62.61
8.20	9	11		68.87
8.40	9	9		56.35
8.60	10	10		62.61
8.80	10	11		68.87
9.00	10	13		77.39
9.20	10	13		77.39
9.40	10	12		71.44
9.60	11	22		130.97
9.80	11	23		136.92
10.00	11	26		147.52
10.20	11	30		170.22
10.40	11	33		187.24
10.60	12	35		198.59
10.80	12	38		215.61
11.00	12	28		151.75
11.20	12	27		146.33
11.40	12	30		162.59
11.60	13	35		189.69
11.80	13	39		211.37
12.00	13	40		207.49
12.20	13	44		228.24
12.40	13	48		248.99
12.60	14	50		259.36

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²

Con le caratteristiche geotecniche dedotte dalle due prove sopra riportate è stata determinata la resistenza di progetto dei pali soggetti a carichi assiali, nel rispetto del paragrafo 6.4.3.1.1 delle NTC2018, ed eseguite le verifiche pertinenti, per le tre tipologie di palo, ovvero per i micropali alla base di ognuno dei tre controventi previsti (prospetto sud, nord e ovet-interno mensa).

PORTANZA MICROPALI lato SUD e NORD

Carico limite Qlim= $Q_{lim} = P + S = P + \pi \cdot d_s \cdot L_s \cdot s$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE MICROPALO		
diam esterno ***de=***	139,70	mm
spessore tubo acciaio ***sp=***	8,00	mm
diam interno ***di=***	123,70	mm
area di base palo ***A=***	886,68	cmq
diametro della perforazione ***d=***	24	cm
coefficiente maggiorativo (da tabella) ***α=***	1,4	
diametro equiv. del pali ***ds= α·d***	33,6	cm

PROVA Nr. 1 del 10/10/2003

Profondità	N° di Colpi	Nspt,medio	s (kg/cm2)	$S_{c,calc,i}$ (kg) Parziale	$S_{c,calc}$ (kg) Progressivo
0,1	5				
0,2	5		da grafici in		
0,3	5		funzione di		
0,4	5		Nspt		
0,5	5				
0,6	7	valori azzerati per tener conto del fatto che			
0,7	7	nel 1° metro di prof. Il palo è all'interno del plinto			
0,8	7				
0,9	10	0	0	0,00	
1,0	10	0	0	0,00	0,00
1,1	10				
1,2	7				
1,3	7				
1,4	7				
1,5	7				
1,6	7				
1,7	7				
1,8	6				
1,9	6	6	0,7	7.389,03	
2,0	6	7	0,8	8.444,60	8.444,60
2,1	3				
2,2	3				
2,3	3				
2,4	15				
2,5	15				
2,6	15				
2,7	3				
2,8	3				
2,9	3	3	0,5	5.277,88	
3,0	5	6,8	0,8	8.444,60	16.889,20
3,1	5				
3,2	5				
3,3	8				
3,4	8				
3,5	8				
3,6	8				
3,7	8				
3,8	8				
3,9	7	5	0,7	7.389,03	
4,0	7	7,2	0,8	8.444,60	25.333,80

PROVA Nr. 3 del 13/02/2013

Profondità	N° di Colpi	Nspt,medio	s (kg/cm2)	$S_{c,calc,i}$ (kg) Parziale	$S_{c,calc}$ (kg) Progressivo
0,1	5				
0,2	5		da grafici in		
0,3	10		funzione di		
0,4	10		Nspt		
0,5	12				
0,6	12	valori azzerati per tener conto del fatto che			
0,7	10	nel 1° metro di prof. Il palo è all'interno del plinto			
0,8	10				
0,9	10	0	0	0,00	
1,0	10	0	0	0,00	0,00
1,1	10				
1,2	11				
1,3	11				
1,4	9				
1,5	9				
1,6	10				
1,7	10				
1,8	10				
1,9	10	9	1	10.555,75	
2,0	10	10	1	10.555,75	10.555,75
2,1	10				
2,2	11				
2,3	11				
2,4	12				
2,5	12				
2,6	11				
2,7	11				
2,8	12				
2,9	12	10	1	10.555,75	
3,0	11	11,3	1	10.555,75	21.111,50
3,1	11				
3,2	10				
3,3	10				
3,4	8				
3,5	8				
3,6	6				
3,7	6				
3,8	5				
3,9	5	5	0,7	7.389,03	
4,0	6	7,5	0,9	9.500,18	30.611,68

4,1	7					4,1	6				
4,2	11					4,2	8				
4,3	11					4,3	8				
4,4	11					4,4	7				
4,5	11					4,5	7				
4,6	11					4,6	7				
4,7	11					4,7	7				
4,8	10					4,8	8				
4,9	10	7	0,8	8.444,60		4,9	8	6	0,7	7.389,03	
5,0	10	10,3	1	10.555,75	35.889,55	5,0	8	7,4	0,9	9.500,18	40.111,86
5,1	15					5,1	8				
5,2	15					5,2	8				
5,3	15					5,3	8				
5,4	13					5,4	6				
5,5	13	14,2	1,2	6.333,45	42.223,01	5,5	6	7,2	0,8	4.222,30	44.334,16
5,6	13					5,6	7				
5,7	21					5,7	7				
5,8	21					5,8	7				
5,9	21	13	1,2	12.666,90		5,9	7	6	0,7	7.389,03	
6,0	40	18,7	1,4	14.778,05	50.667,61	6,0	8	7,2	0,8	8.444,60	48.556,46
6,1	40					6,1	8				
6,2	40					6,2	9				
6,3	32					6,3	9				
6,4	32					6,4	9				
6,5	32					6,5	9				
6,6	23					6,6	9				
6,7	23					6,7	9				
6,8	23					6,8	9				
6,9	25	23	1,5	15.833,63		6,9	9	8	0,9	9.500,18	
7,0	25	29,5	2	21.111,50	71.779,11	7,0	9	8,9	0,9	9.500,18	58.056,63
7,1	25					7,1	9				
7,2	30					7,2	9				
7,3	30					7,3	9				
7,4	30					7,4	7				
7,5	45					7,5	7				
7,6	45					7,6	7				
7,7	45					7,7	7				
7,8	52					7,8	10				
7,9	52	25	2	21.111,50		7,9	10	7	0,8	8.444,60	
8,0	52	40,6	2,5	26.389,38	98.168,49	8,0	10	8,5	0,9	9.500,18	67.556,81
8,1	53					8,1	10				
8,2	53					8,2	11				
8,3	53					8,3	11				
8,4	90					8,4	9				
8,5	90					8,5	9				
8,6	90					8,6	10				
8,7	90					8,7	10				
8,8	90					8,8	11				
8,9	90	53	2,5	26.389,38		8,9	11	9	1	10.555,75	
9,0	90	78,9	4	42.223,01	140.391,49	9,0	13	10,5	1	10.555,75	78.112,56
9,1	90					9,1	13				
9,2	90					9,2	13				
9,3	90					9,3	13				
9,4	90					9,4	12				
9,5	90					9,5	12				
9,6	90					9,6	22				
9,7	90					9,7	22				
9,8	90					9,8	23				
9,9	90	90	5	52.778,76		9,9	23	12	1,2	12.666,90	
10,0	90	90	5	52.778,76	193.170,25	10,0	26	17,9	1,3	13.722,48	91.835,04
	Quota 10 m			***$(S_{c,calc})_{media,1}$ (kg)***	***193.170,25***					***(Sc,calc)media,3 (kg)***	***91.835,04***
				$(S_{c,calc})_{min,1}$ (kg)	***157.280,69***					***$(S_{c,calc})_{min,3}$ (kg)***	***84.446,01***

Resistenza laterale S			Resistenza di Punta P		
			$(R_{pd})_{media}$	25 kg/cm2	
			$(R_{pd})_{min}$	20 kg/cm2	
$(S_{c,calc})_{media}$ (kg)	142.502,64		$(P_{c,calc})_{media}$ (kg)	22.167,08 kg/cm2	
$(S_{c,calc})_{min}$ (kg)	120.863,35		$(P_{c,calc})_{min}$ (kg)	17.733,66 kg/cm2	
Tab.6.4.IV N.T.C.18 ξ_3		1,65	Tab.6.4.IV N.T.C.18 ξ_3		1,65
ξ_4		1,55	ξ_4		1,55
$S_{c,k}$ (kg)	77.976,36		$P_{c,k}$ (kg)	11.441,07	
$R_{c,k}$ (kg)	89.417,43				

VERIFICHE NTC2008 (§6.4.3.1)

Le verifiche delle fondazioni su pali devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, quando pertinenti:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
  - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
  - collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
  - collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
  - stabilità globale;
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
  - raggiungimento della resistenza dei pali;
  - raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali,

PLINTO LATO SUD AZIONI DI PROGETTO SLU

sforzo normale diagonale (kg) =	43627		
angolo diagonale (gradi)	35,06	0,61	angolo in radianti
sforzo normale montante (kg)=	18388	0,82	coseno
Reazione verticale SLV (kg)=	54.106,69	0,57	seno
reazione orizzontale SLV (kg)=	25.049,75		
numero pali	4		
numero pali per fila	2		
eccentricita ey=	54		
interasse iy=	60		
Momento My=	2.921.761,51		
Ny=	48696,03		
eccentricita ex=	19		
interasse ix=	120		
Momento Mx=	1.028.027,20		
Nx=	8566,89		
smesso dal controvento su ogni palo	42158,13 kg		
p pr palo (kg) =	2215,58		
p pr plinto per ogni palo (kg)=	1300		
sforzo normale su ogni palo =	***45673,72 kg***		
taglio su ogni palo	***6262,44 kg***		

SLU di tipo geotecnico (GEO)

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali

Approccio 2 (A1+M1+R3) γ_R=	1,15	laterale	(Tab. 6.4.II per pali trivellati)
	1,35	base	
Valore di progetto dell'azione ***Ed=***	***45.673,72 kg***		
Valore di progetto della resistenza ***Rd=***	***76.280,40 kg***		($R_{c,k}$ /γ_R)

VERIFICA SODDISFATTA

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali – NON PERTINENTE

Collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione – NON PERTINENTE

Stabilità globale – NON PERTINENTE

SLU di tipo strutturale (STR)

Raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali

Rck =	350 kg/cmq
Resist. di calcolo tang. Aderenza fbd=	13,8 kg/cmq
carico massimo per palo N=	45.673,72 kg
lunghezza min. di ancoraggio l_{anc}=	***75,32 cm***
altezza cordolo di collegamento pali ***h_{cor}=***	100 cm

N_{Rd}=massima forza assorbita

$N_{Rd} = \pi L_{anc} D_{e.bd} f$

VERIFICA SODDISFATTA

La verifica è soddisfatta; tuttavia si adotta una ulteriore armatura in testa al palo per garantirne ulteriormente l'ancoraggio al plinto

Raggiungimento della resistenza dei pali

Area sez. tubolare in accaio ***As=***	33,08 cmq	
carico verticale (kg)	45.673,72	
carico trasversale (kg)	6.262,44	
Tipo di acciaio = ***S***	***275*** N/mm²	
Sforzo Normale Resistente ***N_{Rd}=***	86.646 kg	VERIFICA SODDISFATTA
Taglio Resistente ***V_{rd}=***	6271,68 kg	VERIFICA SODDISFATTA

PLINTO LATO NORD (6)* AZIONI DI PROGETTO SLU

sforzo normale diagonale (kg) =	18286		
angolo diagonale (gradi)	15,04	0,26	angolo in radianti
sforzo normale montante (kg)=	15640	0,97	coseno
Reazione verticale SLV (kg)=	33.300,24	0,26	seno
reazione orizzontale SLV (kg)=	4.742,74		
numero pali	4		
numero pali per fila	2		
eccentricita ey=	98,5		
interasse iy=	100		
Momento My=	3.280.073,89		
Ny=	32800,74		
eccentricita ex=	48,5		
interasse ix=	60		
Momento Mx=	1.615.061,76		
Nx=	26917,7		
N su ogni palo trasmesso dal controvento	38184,28 kg		
peso pr palo (kg) =	2215,58		
peso plinto (su ogni palo) =	1300		
Sforzo normale su ogni palo (kg) =	***41699,86***		
taglio su ogni palo	***1185,69 kg***		

* viene esaminato il plinto in posizione 6 (vedi tavola) perchè in condizioni più gravose.

SLU di tipo geotecnico (GEO)

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali

Approccio 2 (A1+M1+R3) γ_R=	1,15	laterale	(Tab. 6.4.II per pali trivellati)
	1,35	base	
Valore di progetto dell'azione ***Ed=***	***41.699,86 kg***		
Valore di progetto della resistenza ***Rd=***	***76.280,40 kg***		($R_{c,k}$ /γ_R)

VERIFICA SODDISFATTA

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali – NON PERTINENTE

Collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione – NON PERTINENTE

Stabilità globale – NON PERTINENTE

SLU di tipo strutturale (STR)

Raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali

Rck =	350 kg/cmq
Resist. di calcolo tang. Aderenza fbd=	13,8 kg/cmq
carico massimo per palo N=	41.699,86 kg
lunghezza min. di ancoraggio l_{anc}=	***68,77 cm***
altezza cordolo di collegamento pali ***h_{cor}=***	100 cm

N_{Rd}=massima forza assorbita

$N_{Rd} = \pi L_{anc} D_{e.} f_{bd}$

VERIFICA SODDISFATTA

La verifica è soddisfatta; tuttavia si adotta una ulteriore armatura in testa al palo per garantirne ulteriormente l'ancoraggio al plinto

Raggiungimento della resistenza dei pali

Area sez. tubolare in accaio ***As=***	33,08 cmq	
Sforzo normale N_{Ed} (kg)	41.699,86	
taglio V_{Ed} (kg)	1.185,69	
Tipo di acciaio = ***S***	***275*** N/mm²	
Sforzo Normale Resistente ***N_{Rd}=***	86.646 kg	VERIFICA SODDISFATTA
Taglio Resistente ***V_{rd}=***	6271,68 kg	VERIFICA SODDISFATTA

PORTANZA MICROPALI lato ovest (interno mensa)

Carico limite Qlim= $Q_{lim} = P + S = P + \pi \cdot d_s \cdot L_s \cdot s$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE MICROPALO		
diam esterno ***de=***	114,30	mm
spessore tubo acciaio ***sp=***	8,00	mm
diam interno ***di=***	98,30	mm
area di base palo ***A=***	498,76	cmq
diametro della perforazione ***d=***	18	cm
coefficiente maggiorativo (da tabella) ***α=***	1,4	
diametro equiv. del pali ***ds= α·d***	25,2	cm

PROVA Nr. 1 del 10/10/2003

Profondità	N° di Colpi	Nspt,medio	s (kg/cm2)	$S_{c,calc,i}$ (kg) Parziale	$S_{c,calc}$ (kg) Progressivo
0,1	0				
0,2	0		da grafici in		
0,3	0		funzione di		
0,4	0		Nspt		
0,5	0				
0,6	0				
0,7	0	valori azzerati per tener conto del fatto che			
0,8	0	nel 1° metro di prof. Il palo è all'interno del plinto			
0,9	0		0	0,00	
1,0	0		0	0,00	0,00
1,1	10				
1,2	7				
1,3	7				
1,4	7				
1,5	7				
1,6	7				
1,7	7				
1,8	6				
1,9	6	6	0,7	5.541,77	
2,0	6	7	0,8	6.333,45	6.333,45
2,1	3				
2,2	3				
2,3	3				
2,4	15				
2,5	15				
2,6	15				
2,7	3				
2,8	3				
2,9	3	3	0,5	3.958,41	
3,0	5	6,8	0,8	6.333,45	12.666,90
3,1	5				
3,2	5				
3,3	8				
3,4	8				
3,5	8				
3,6	8				
3,7	8				
3,8	8				
3,9	7	5	0,7	5.541,77	
4,0	7	7,2	0,8	6.333,45	19.000,35
4,1	7				
4,2	11				
4,3	11				
4,4	11				
4,5	11				
4,6	11				
4,7	11				
4,8	10				
4,9	10	7	0,8	6.333,45	
5,0	10	10,3	1	7.916,81	26.917,17

PROVA Nr. 3 del 13/02/2013

Profondità	N° di Colpi	Nspt,medio	s (kg/cm2)	$S_{c,calc,i}$ (kg) Parziale	$S_{c,calc}$ (kg) Progressivo
0,1	0				
0,2	0		da grafici in		
0,3	0		funzione di		
0,4	0		Nspt		
0,5	0				
0,6	0				
0,7	0	valori azzerati per tener conto del fatto che			
0,8	0	nel 1° metro di prof. Il palo è all'interno del plinto			
0,9	0	0	0	0,00	
1,0	0	0	0	0,00	0,00
1,1	10				
1,2	11				
1,3	11				
1,4	9				
1,5	9				
1,6	10				
1,7	10				
1,8	10				
1,9	10	9	1	7.916,81	
2,0	10	10	1	7.916,81	7.916,81
2,1	10				
2,2	11				
2,3	11				
2,4	12				
2,5	12				
2,6	11				
2,7	11				
2,8	12				
2,9	12	10	1	7.916,81	
3,0	11	11,3	1	7.916,81	15.833,63
3,1	11				
3,2	10				
3,3	10				
3,4	8				
3,5	8				
3,6	6				
3,7	6				
3,8	5				
3,9	5	5	0,7	5.541,77	
4,0	6	7,5	0,9	7.125,13	22.958,76
4,1	6				
4,2	8				
4,3	8				
4,4	7				
4,5	7				
4,6	7				
4,7	7				
4,8	8				
4,9	8	6	0,7	5.541,77	
5,0	8	7,4	0,9	7.125,13	30.083,89

5,1	15					5,1	8				
5,2	15					5,2	8				
5,3	15					5,3	8				
5,4	13					5,4	6				
5,5	13	14,2	1,2	4.750,09	31.667,25	5,5	6	7,2	0,8	3.166,73	33.250,62
5,6	13					5,6	7				
5,7	21					5,7	7				
5,8	21					5,8	7				
5,9	21	13	1,2	9.500,18		5,9	7	6	0,7	5.541,77	
6,0	40	18,7	1,4	11.083,54	38.000,70	6,0	8	7,2	0,8	6.333,45	36.417,34
6,1	40					6,1	8				
6,2	40					6,2	9				
6,3	32					6,3	9				
6,4	32					6,4	9				
6,5	32					6,5	9				
6,6	23					6,6	9				
6,7	23					6,7	9				
6,8	23					6,8	9				
6,9	25	23	1,5	11.875,22		6,9	9	8	0,9	7.125,13	
7,0	25	29,5	2	15.833,63	53.834,33	7,0	9	8,9	0,9	7.125,13	43.542,47
7,1	25					7,1	9				
7,2	30					7,2	9				
7,3	30					7,3	9				
7,4	30					7,4	7				
7,5	45					7,5	7				
7,6	45					7,6	7				
7,7	45					7,7	7				
7,8	52					7,8	10				
7,9	52	25	2	15.833,63		7,9	10	7	0,8	6.333,45	
8,0	52	40,6	2,5	19.792,03	73.626,37	8,0	10	8,5	0,9	7.125,13	50.667,61
8,1	53					8,1	10				
8,2	53					8,2	11				
8,3	53					8,3	11				
8,4	90					8,4	9				
8,5	90					8,5	9				
8,6	90					8,6	10				
8,7	90					8,7	10				
8,8	90					8,8	11				
8,9	90	53	2,5	19.792,03		8,9	11	9	1	7.916,81	
9,0	90	78,9	4	31.667,25	105.293,62	9,0	13	10,5	1	7.916,81	58.584,42
9,1	90					9,1	13				
9,2	90					9,2	13				
9,3	90					9,3	13				
9,4	90					9,4	12				
9,5	90					9,5	12				
9,6	90					9,6	22				
9,7	90					9,7	22				
9,8	90					9,8	23				
9,9	90	90	5	39.584,07		9,9	23	12	1,2	9.500,18	
10,0	90	90	5	39.584,07	144.877,69	10,0	26	17,9	1,3	10.291,86	68.876,28
	Quota 10 m			$(S_{c,calc})_{media,1}$ (kg)	***144.877,69***					***(Sc,calc)media,3 (kg)***	***68.876,28***
				$(S_{c,calc})_{min,1}$ (kg)	***117.960,52***					$(S_{c,calc})_{min,3}$ (kg)	***63.334,51***

Resistenza laterale S

$(S_{c,calc})_{media}$ (kg) ***106.876,98***

$(S_{c,calc})_{min}$ (kg) ***90.647,51***

Tab.6.4.IV N.T.C.18 ξ_3 1,65

ξ_4 1,55

$S_{c,k}$ (kg) ***58.482,27***

Resistenza di Punta P

$(R_{pd})_{media}$ 25 kg/cm2

$(R_{pd})_{min}$ 20 kg/cm2

$(P_{c,calc})_{media}$ (kg) ***12.468,98*** kg/cm2

$(P_{c,calc})_{min}$ (kg) ***9.975,18*** kg/cm2

Tab.6.4.IV N.T.C.18 ξ_3 1,65

ξ_4 1,55

$P_{c,k}$ (kg) ***6.435,60***

$R_{c,k}$ (kg) ***64.917,87***

PLINTO INTERNO MENSA ***AZIONI DI PROGETTO***

sforzo normale diagonale (kg) =	13193		
angolo diagonale (gradi)	19,44	0,34	angolo in radianti
sforzo normale montante (kg)=	21845	0,94	coseno
Reazione verticale SLV (kg)=	34.286,63	0,33	seno
reazione orizzontale SLV (kg)=	4.388,75		
numero pali	4		
numero pali per fila	2		
eccentricita ey=	47		
interasse iy=	50		
Momento My=	1.611.471,57		
Ny=	32229,43		
eccentricita ex=	14,5		
interasse ix=	125		
Momento Mx=	497.156,12		
Nx=	3977,25		
N trasmesso dal controvento su ogni palo	26675 kg		
p pr palo (kg) =	1246,27		
p pr plinto su ogni palo (kg)=	1237,5		
sforzo normale su ogni palo	***29158,76***		
taglio su ogni palo	***1097,19 kg***		

SLU di tipo geotecnico (GEO)

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali

Approccio 2 (A1+M1+R3) γ_R=	1,15	laterale	(Tab. 6.4.II per pali trivellati)
	1,35	base	
Valore di progetto dell'azione ***Ed=***	***29.158,76 kg***		
Valore di progetto della resistenza ***Rd=***	***55.621,26 kg***		($R_{c,k}$ /γ_R)

VERIFICA SODDISFATTA

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali – NON PERTINENTE

Collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione – NON PERTINENTE

Stabilità globale – NON PERTINENTE

SLU di tipo strutturale (STR)

Raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali

Rck =	350 kg/cmq
Resist. di calcolo tang. Aderenza fbd=	13,8 kg/cmq
carico massimo per palo N=	29.158,76 kg
lunghezza min. di ancoraggio L_{anc}=	***58,77 cm***
altezza cordolo di collegamento pali ***h_{cor}=***	100 cm

N_{Rd}=massima forza assorbita

$N_{Rd}= \pi L_{anc} D_{e.} f_{bd}$

VERIFICA SODDISFATTA

La verifica è soddisfatta; tuttavia si adotta una ulteriore armatura in testa al palo per garantirne ulteriormente l'ancoraggio al plinto

Raggiungimento della resistenza dei pali

Area sez. tubolare in acciaio ***As=***	26,7 cmq	
azione verticale (kg)	26.675,00	
azione trasversale (kg)	1.097,19	
Tipo di acciaio = ***S***	***275*** N/mm²	
Sforzo Normale Resistente ***N_{Rd}=***	69.935 kg	VERIFICA SODDISFATTA
Taglio Resistente ***V_{rd}=***	5068,74 kg	VERIFICA SODDISFATTA