

En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analysis & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Elementi finiti implementati

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastrini).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL^T.
- Analisi Statica:
 - - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
 - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
 - Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
 - - Via statica equivalente.
 - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Committente : COMUNE DI FANO

Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"

Cantiere : Loc. Monteschiattello - Fano (PU)

Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

VERIFICHE TRAVI DI FONDAZIONE

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"

- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Modalità di verifica

Le travi vengono progettate-verificate a flessione retta e taglio nel piano longitudinale della trave sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni.

Viene comunque sempre predisposta l'armatura minima mentre gli sforzi di taglio vengono integralmente assorbiti dalle staffe.

Le operazioni di progetto-verifica vengono condotte, per ogni asta, in tre diverse sezioni e precisamente in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri e della sezione in campata nella quale viene riscontrato il massimo momento positivo (negativo).

I momenti si intendono positivi se tendono le fibre di intradosso (inferiori).

Per quanto concerne il progetto e la verifica delle travi a taglio esse vengono condotte nel modo seguente:

- Si controlla se la trave necessita o meno di armatura aggiuntiva a taglio:
 1. Se non occorre armatura aggiuntiva a taglio si procede a disporre la staffatura minima di regolamento e la progettazione ha termine.
 2. Se occorre armatura aggiuntiva a taglio la staffatura viene progettata andando a suddividere la trave, a seconda del caso, in uno, tre o cinque conci:
 - due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione;
 - due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento
 - un restante (eventuale) concio di chiusura centrale.
- In ogni caso l'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Per quanto concerne le verifiche a taglio esse vengono condotte suddividendo la trave in cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione; due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento; il restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

L'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Simbologia utilizzata:

Af Es.
Area di ferro all'estradosso
Af In.
Area di ferro all'intradosso
Sigb.Es.
Tensione del calcestruzzo estradosso
Sigb. In.
Tensione del calcestruzzo intradosso
Sigf. Es.
Tensione dell'acciaio estradosso
Sigf. In.
Tensione dell'acciaio intradosso

Sezioni Impiegate: Trave di fondazione

Sezioni Nuove

Sez. Nu. m.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_m	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{sARE} [MPa]	σ_{sREQ} [MPa]	σ_{sQP} [MPa]	Acciaio	γ_m	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{sARE} [MPa]	σ_{sREQ} [MPa]	σ_{sQP} [MPa]	Cop. Es [mm]	Cop. In [mm]	cotg θ	cotg θ
1	Rett. cm.60x60	B 600 [mm] H 600 [mm] Terreno numero 1	Verfond	C25/30	1.50	1.00	25.00	14.167	15.000	25.000	11.250	B450C	1.15	1.00	450.00	391.304	360.000	450.000	450.000	30.00	30.00	1.00	1.00
2	Rett. cm.30x30	B 300 [mm] H 300 [mm] Terreno	Verfond	C25/30	1.50	1.00	25.00	14.167	15.000	25.000	11.250	B450C	1.15	1.00	450.00	391.304	360.000	450.000	450.000	30.00	30.00	1.00	1.00

		no numero 1															
--	--	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Verifica a fissurazione indiretta

Fattore di sovrarresistenza delle azioni sulle Fondazioni $\gamma_{R,d}(\text{Nuovo})=1.10$ $\gamma_{R,d}(\text{Esistente})=0.00$

Verifiche Travate :

Travata: *C1 Travata 2 5*

Nodo	x [m]	A_{fe} [mm ²]	A_{fi} [mm ²]	q_T [N/m]	M_{rif} [Nm]	M_{de} [Nm]	M_{re} [Nm]	x/d	M_{di} [Nm]	M_{ri} [Nm]	x/d	σ_{be} [MPa]	σ_{bi} [MPa]	σ_{fe} [MPa]	σ_{fi} [MPa]	w mm
<i>Trave di fondazione Sez. 2 Rett. 300x300 [mm] cm.30x30</i>																
2	0.125	203	402			0	18269	0.15	-16104	-35058	0.18					
				SLE Rare		0			-10898			3.654	0.000	11.697	120.144	
				SLE Freq.		0			-10555			3.539	0.000	11.328	116.358	OK
				SLE Q.P.		0			-10469			3.510	0.000	11.236	115.412	OK
Camp.	2.025	402	402			12803	35011	0.18	0	-35011	0.18					
				SLE Rare		7214			0			0.000	2.303	79.775	13.841	
				SLE Freq.		6464			0			0.000	2.063	71.479	12.402	OK
				SLE Q.P.		6276			0			0.000	2.004	69.406	12.042	OK
5	3.925	291	402			11789	25690	0.16	-19885	-35039	0.18					
				SLE Rare		0			-5940			1.947	0.000	8.705	65.570	
				SLE Freq.		0			-4489			1.472	0.000	6.579	49.556	OK
				SLE Q.P.		0			-4126			1.353	0.000	6.048	45.553	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V_{ed} [N]	$V_{Rd,c}$ [N]	V_{Rcd} [N]	V_{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave di fondazione 2 5 Sez. 2 Rett. 300x300 [mm] cm.30x30</i>							
0.125	0.676	0.551	27044	34752	244806	90635	ø 8 2br. 100'
0.676	3.374	2.697	18804	40918	244806	45318	ø 8 2br. 200'
3.374	3.925	0.551	20641	36719	244806	90635	ø 8 2br. 100'

Travata: *C2 Travata 8 11*

Nodo	x [m]	A_{fe} [mm ²]	A_{fi} [mm ²]	q_T [N/m]	M_{rif} [Nm]	M_{de} [Nm]	M_{re} [Nm]	x/d	M_{di} [Nm]	M_{ri} [Nm]	x/d	σ_{be} [MPa]	σ_{bi} [MPa]	σ_{fe} [MPa]	σ_{fi} [MPa]	w mm
<i>Trave di fondazione Sez. 2 Rett. 300x300 [mm] cm.30x30</i>																
8	0.125	203	402			0	18269	0.15	-10070	-35058	0.18					
				SLE Rare		0			-6913			2.318	0.000	7.420	76.211	
				SLE Freq.		0			-5515			1.849	0.000	5.919	60.796	OK
				SLE Q.P.		0			-5165			1.732	0.000	5.544	56.943	OK
Camp.	2.050	402	402			10138	35011	0.18	0	-35011	0.18					
				SLE Rare		7165			0			0.000	2.287	79.237	13.748	
				SLE Freq.		6425			0			0.000	2.051	71.052	12.327	OK
				SLE Q.P.		6240			0			0.000	1.992	69.006	11.972	OK
11	3.975	203	402			0	18269	0.15	-15899	-35058	0.18					
				SLE Rare		0			-10768			3.610	0.000	11.557	118.709	
				SLE Freq.		0			-10326			3.462	0.000	11.082	113.831	OK
				SLE Q.P.		0			-10215			3.425	0.000	10.964	112.611	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V_{ed} [N]	$V_{Rd,c}$ [N]	V_{Rcd} [N]	V_{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave di fondazione 8 11 Sez. 2 Rett. 300x300 [mm] cm.30x30</i>							
0.125	0.696	0.571	21427	34752	244806	90635	ø 8 2br. 100'
0.696	3.404	2.708	18321	40918	244806	45318	ø 8 2br. 200'
3.404	3.975	0.571	26752	34752	244806	90635	ø 8 2br. 100'

Travata: *TF1 Travata 1 2 3*

Nodo	x [m]	A_{fe} [mm ²]	A_{fi} [mm ²]	q_T [N/m]	M_{rif} [Nm]	M_{de} [Nm]	M_{re} [Nm]	x/d	M_{di} [Nm]	M_{ri} [Nm]	x/d	σ_{be} [MPa]	σ_{bi} [MPa]	σ_{fe} [MPa]	σ_{fi} [MPa]	w mm
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
1	0.125	581	804			15179	116828	0.08	-11817	-159865	0.09					
				SLE Rare		774			-587			0.027	0.040	1.868	1.431	
				SLE Freq.		1254			-126			0.006	0.065	3.028	0.522	OK

				SLE Q.P.	1375				-10			0.000	0.071	3.318	0.572	OK
Camp.	2.025	804	804		23291	160074	0.09	0	-160074	0.09						
				SLE Rare	15345			0				0.000	0.694	37.369	6.252	
				SLE Freq.	12553			0				0.000	0.568	30.569	5.115	OK
				SLE Q.P.	11855			0				0.000	0.536	28.869	4.830	OK
2	3.925	930	1607		35090	184931	0.09	-27832	-311380	0.12						
				SLE Rare	2493			0				0.000	0.097	3.991	0.873	
				SLE Freq.	3138			0				0.000	0.122	5.023	1.098	OK
				SLE Q.P.	3299			0				0.000	0.129	5.281	1.155	OK
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
2	0.125	930	1607		15781	184931	0.09	-9137	-311380	0.12						
				SLE Rare	2390			0				0.000	0.093	3.522	0.837	
				SLE Freq.	3084			0				0.000	0.120	4.545	1.080	OK
				SLE Q.P.	3257			0				0.000	0.127	4.800	1.140	OK
Camp.	2.050	804	804		33229	160074	0.09	-6183	-160074	0.09						
				SLE Rare	16578			0				0.000	0.750	40.372	6.755	
				SLE Freq.	13350			0				0.000	0.604	32.510	5.439	OK
				SLE Q.P.	12543			0				0.000	0.567	30.544	5.110	OK
3	3.975	581	804		54443	116828	0.08	-50899	-159865	0.09						
				SLE Rare	1178			-471				0.022	0.061	2.845	1.148	
				SLE Freq.	1486			-55				0.003	0.077	3.586	0.618	OK
				SLE Q.P.	1611			0				0.000	0.083	3.889	0.670	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave di fondazione 1 2 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	0.706	0.581	22099	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.706	3.344	2.638	19509	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.344	3.925	0.581	22924	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
<i>Trave di fondazione 2 3 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	0.658	0.533	20387	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.658	3.442	2.784	26849	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.442	3.975	0.533	31832	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'

Travata: TF2 Travata 6 5 4

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{if} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
6	0.125	581	804			11218	116828	0.08	-23284	-159865	0.09					
						SLE Rare	0		-7381			0.343	0.000	2.266	17.988	
						SLE Freq.	0		-8390			0.390	0.000	2.576	20.449	OK
						SLE Q.P.	0		-8643			0.402	0.000	2.654	21.065	OK
Camp.	2.076	804	804			37598	160074	0.09	0	-160074	0.09					
						SLE Rare	25549		0			0.000	1.155	62.217	10.410	
						SLE Freq.	23464		0			0.000	1.061	57.139	9.560	OK
						SLE Q.P.	22942		0			0.000	1.037	55.869	9.348	OK
5	4.026	927	1604			21455	184362	0.09	0	-310902	0.12					
						SLE Rare	8097		0			0.000	0.316	12.976	2.836	
						SLE Freq.	12882		0			0.000	0.503	20.644	4.512	OK
						SLE Q.P.	14078		0			0.000	0.549	22.561	4.931	OK
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
5	0.125	927	1605			31757	184362	0.09	-1231	-311061	0.12					
						SLE Rare	7883		0			0.000	0.307	11.616	2.761	
						SLE Freq.	12753		0			0.000	0.497	18.792	4.467	OK
						SLE Q.P.	13970		0			0.000	0.545	20.586	4.893	OK
Camp.	2.051	804	804			35634	160074	0.09	0	-160074	0.09					
						SLE Rare	24217		0			0.000	1.095	58.973	9.867	
						SLE Freq.	22517		0			0.000	1.018	54.834	9.174	OK
						SLE Q.P.	22093		0			0.000	0.999	53.800	9.001	OK
4	3.977	581	804			12454	116828	0.08	-25116	-159865	0.09					
						SLE Rare	0		-6669			0.310	0.000	2.048	16.255	
						SLE Freq.	0		-7968			0.370	0.000	2.447	19.420	OK
						SLE Q.P.	0		-8293			0.386	0.000	2.546	20.212	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
--------	-------	--------	---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------

Trave di fondazione 6 5 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.657	0.532	45132	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.657	3.494	2.837	33507	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.494	4.026	0.532	30253	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
Trave di fondazione 5 4 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.637	0.512	29087	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.637	3.465	2.827	31904	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.465	3.977	0.512	42336	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'

Travata: TF3 Travata 7 8 9

Nodo	x [m]	A _{te} [mm ²]	A _{ti} [mm ²]	q _r [N/m]	M _{rit} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{te} [MPa]	σ _{ti} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
7	0.125	581	804			13048	116828	0.08	-24520	-159865	0.09					
					SLE Rare	0			-6108			0.284	0.000	1.875	14.885	
					SLE Freq.	0			-7308			0.340	0.000	2.244	17.812	OK
					SLE Q.P.	0			-7609			0.354	0.000	2.336	18.544	OK
Camp.	2.025	804	804			35871	160074	0.09	0	-160074	0.09					
					SLE Rare	24362			0			0.000	1.101	59.326	9.926	
					SLE Freq.	22761			0			0.000	1.029	55.427	9.274	OK
					SLE Q.P.	22360			0			0.000	1.011	54.452	9.110	OK
8	3.925	882	1607			36741	175560	0.09	-5216	-311179	0.12					
					SLE Rare	8332			0			0.000	0.331	12.936	2.929	
					SLE Freq.	13110			0			0.000	0.521	20.354	4.609	OK
					SLE Q.P.	14305			0			0.000	0.569	22.209	5.028	OK
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
8	0.125	882	1607			23633	175560	0.09	0	-311179	0.12					
					SLE Rare	8471			0			0.000	0.337	13.151	2.978	
					SLE Freq.	13193			0			0.000	0.525	20.483	4.638	OK
					SLE Q.P.	14374			0			0.000	0.572	22.316	5.053	OK
Camp.	2.050	804	804			37626	160074	0.09	0	-160074	0.09					
					SLE Rare	25595			0			0.000	1.157	62.328	10.428	
					SLE Freq.	23647			0			0.000	1.069	57.585	9.635	OK
					SLE Q.P.	23160			0			0.000	1.047	56.399	9.436	OK
9	3.975	581	804			11656	116828	0.08	-22359	-159865	0.09					
					SLE Rare	0			-6885			0.320	0.000	2.114	16.779	
					SLE Freq.	0			-7776			0.362	0.000	2.388	18.952	OK
					SLE Q.P.	0			-7999			0.372	0.000	2.456	19.495	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
Trave di fondazione 7 8 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.627	0.502	42211	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.627	3.423	2.796	31891	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.423	3.925	0.502	29043	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
Trave di fondazione 8 9 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.678	0.553	30198	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.678	3.422	2.744	32807	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.422	3.975	0.553	44965	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'

Travata: TF4 Travata 10 11 12

Nodo	x [m]	A _{te} [mm ²]	A _{ti} [mm ²]	q _r [N/m]	M _{rit} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{te} [MPa]	σ _{ti} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
10	0.125	581	804			15876	116828	0.08	-10982	-159865	0.09					
					SLE Rare	1366			-235			0.011	0.070	3.297	0.572	
					SLE Freq.	2002			0			0.000	0.103	4.833	0.833	OK
					SLE Q.P.	2220			0			0.000	0.115	5.358	0.924	OK
Camp.	2.025	804	804			23613	160074	0.09	0	-160074	0.09					
					SLE Rare	14626			0			0.000	0.661	35.617	5.959	
					SLE Freq.	12043			0			0.000	0.544	29.327	4.907	OK
					SLE Q.P.	11397			0			0.000	0.515	27.754	4.644	OK
11	3.925	978	1607			35837	194280	0.09	-30682	-311575	0.12					
					SLE Rare	1404			-172			0.006	0.054	2.138	0.489	
					SLE Freq.	2121			0			0.000	0.081	3.231	0.739	OK

	SLE Q.P.	2343			0			0.000	0.089	3.569	0.817	OK				
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
11	0.125	978	1607			14779	194280	0.09	-10251	-311575	0.12					
				SLE Rare		1338			-262			0.009	0.051	2.038	0.466	
				SLE Freq.		2034			0			0.000	0.078	3.099	0.709	OK
				SLE Q.P.		2274			0			0.000	0.087	3.464	0.793	OK
Camp.	2.050	804	804			32214	160074	0.09	-5873	-160074	0.09					
				SLE Rare		15878			0			0.000	0.718	38.665	6.469	
				SLE Freq.		12848			0			0.000	0.581	31.288	5.235	OK
				SLE Q.P.		12091			0			0.000	0.547	29.444	4.926	OK
12	3.975	581	804			54066	116828	0.08	-48473	-159865	0.09					
				SLE Rare		1855			-59			0.003	0.096	4.478	0.772	
				SLE Freq.		2393			0			0.000	0.123	5.777	0.996	OK
				SLE Q.P.		2542			0			0.000	0.131	6.137	1.058	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
Trave di fondazione 10 11 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.666	0.541	21426	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.666	3.384	2.717	20319	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.384	3.925	0.541	23380	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
Trave di fondazione 11 12 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.648	0.523	20474	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.648	3.452	2.804	25691	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.452	3.975	0.523	30518	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'

Travata: TF5 Travata 1 4 7 10

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _r [N/m]	M _{inf} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{fi} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
1	0.125	581	804			11240	116828	0.08	-16309	-159865	0.09					
												0.104	0.000	0.683	5.425	
												0.108	0.000	0.713	5.659	OK
												0.109	0.000	0.720	5.718	OK
Camp.	2.350	804	804			41519	160074	0.09	-3431	-160074	0.09					
												0.000	0.967	52.112	8.719	
												0.000	0.790	42.529	7.116	OK
												0.000	0.745	40.134	6.715	OK
4	4.575	942	1608			73843	187347	0.09	-35464	-311730	0.12					
												0.000	0.622	25.364	5.612	
												0.000	0.665	27.123	6.001	OK
												0.000	0.676	27.563	6.098	OK
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
4	0.125	942	1607			19504	187346	0.09	-170	-311431	0.12					
												0.000	0.253	9.718	2.285	
												0.000	0.307	11.775	2.769	OK
												0.000	0.320	12.289	2.890	OK
Camp.	0.950	804	804			21477	160074	0.09	0	-160074	0.09					
												0.000	0.444	23.901	3.999	
												0.000	0.466	25.082	4.196	OK
												0.000	0.471	25.377	4.246	OK
7	1.775	908	1607			21450	180641	0.09	0	-311289	0.12					
												0.000	0.394	14.526	3.516	
												0.000	0.425	15.660	3.790	OK
												0.000	0.433	15.943	3.859	OK
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
7	0.125	908	1608			34099	180642	0.09	0	-311587	0.12					
												0.000	0.661	27.536	5.892	
												0.000	0.670	27.948	5.980	OK
												0.000	0.673	28.051	6.002	OK
Camp.	2.050	804	804			27651	160074	0.09	0	-160074	0.09					
												0.000	0.846	45.573	7.625	
												0.000	0.698	37.576	6.287	OK
												0.000	0.661	35.577	5.952	OK
10	3.975	581	804			40388	116828	0.08	-44191	-159865	0.09					
												0.071	0.000	0.468	3.715	

	SLE Freq.	0			-1688			0.078	0.000	0.518	4.114	OK
	SLE Q.P.	0			-1729			0.080	0.000	0.531	4.214	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
Trave di fondazione 1 4 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.679	0.554	28477	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.679	0.758	0.079	23483	118126	1063375	246060	ø 10 4br. 250'
0.758	3.942	3.184	22942	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.942	4.021	0.079	17190	118126	1063375	246060	ø 10 4br. 250'
4.021	4.575	0.554	18540	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
Trave di fondazione 4 7 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	1.775	1.650	7901	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
Trave di fondazione 7 10 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.657	0.532	11247	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.657	3.443	2.787	27756	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.443	3.975	0.532	32841	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'

Travata: TF6 Travata 5 8

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{if} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
5	0.125	581	804			5335	116828	0.08	-5204	-159865	0.09					
						SLE Rare	72		-455			0.021	0.004	0.173	1.110	
						SLE Freq.	36		-691			0.032	0.002	0.212	1.683	OK
						SLE Q.P.	28		-749			0.035	0.001	0.230	1.827	OK
Camp.	1.275	804	804			9516	160074	0.09	0	-160074	0.09					
						SLE Rare	6226		0			0.000	0.281	15.161	2.537	
						SLE Freq.	5276		0			0.000	0.239	12.847	2.149	OK
						SLE Q.P.	5038		0			0.000	0.228	12.268	2.053	OK
8	2.425	581	804			4421	116828	0.08	-6776	-159865	0.09					
						SLE Rare	0		-3318			0.154	0.000	1.019	8.086	
						SLE Freq.	0		-2229			0.104	0.000	0.685	5.433	OK
						SLE Q.P.	0		-1957			0.091	0.000	0.601	4.770	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
Trave di fondazione 5 8 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	2.425	2.300	22200	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'

Travata: TF7 Travata 3 6 9 12

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{if} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
3	0.125	581	804			12418	116828	0.08	-16285	-159865	0.09					
						SLE Rare	377		-1510			0.070	0.019	0.910	3.680	
						SLE Freq.	0		-1687			0.078	0.000	0.518	4.111	OK
						SLE Q.P.	0		-1825			0.085	0.000	0.560	4.448	OK
Camp.	2.350	804	804			41913	160074	0.09	-2913	-160074	0.09					
						SLE Rare	22464		0			0.000	1.016	54.704	9.153	
						SLE Freq.	18122		0			0.000	0.819	44.131	7.384	OK
						SLE Q.P.	17037		0			0.000	0.770	41.488	6.941	OK
6	4.575	955	1608			72447	189733	0.09	-37981	-311780	0.12					
						SLE Rare	12480		0			0.000	0.481	19.469	4.358	
						SLE Freq.	15029		0			0.000	0.579	23.446	5.248	OK
						SLE Q.P.	15666		0			0.000	0.604	24.440	5.470	OK
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
6	0.125	955	1607			17954	189732	0.09	-2213	-311481	0.12					
						SLE Rare	2964		0			0.000	0.114	4.445	1.035	
						SLE Freq.	5784		0			0.000	0.223	8.675	2.020	OK
						SLE Q.P.	6489		0			0.000	0.250	9.732	2.266	OK
Camp.	0.950	804	804			20672	160074	0.09	-514	-160074	0.09					
						SLE Rare	7152		0			0.000	0.323	17.415	2.914	
						SLE Freq.	8716		0			0.000	0.394	21.226	3.551	OK
						SLE Q.P.	9107		0			0.000	0.412	22.178	3.711	OK

9	1.775	944	1607		20681	187614	0.09	0	-311437	0.12					
				SLE Rare	7498			0			0.000	0.290	11.160	2.622	
				SLE Freq.	9306			0			0.000	0.360	13.851	3.254	OK
				SLE Q.P.	9758			0			0.000	0.378	14.524	3.412	OK
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>															
9	0.125	944	1608		33424	187615	0.09	-254	-311735	0.12					
				SLE Rare	13797			0			0.000	0.534	21.768	4.822	
				SLE Freq.	15267			0			0.000	0.591	24.087	5.336	OK
				SLE Q.P.	15634			0			0.000	0.605	24.667	5.465	OK
Camp.	2.050	804	804		28381	160074	0.09	0	-160074	0.09					
				SLE Rare	19498			0			0.000	0.882	47.482	7.944	
				SLE Freq.	15917			0			0.000	0.720	38.761	6.485	OK
				SLE Q.P.	15022			0			0.000	0.679	36.581	6.120	OK
12	3.975	581	804		43058	116828	0.08	-45664	-159865	0.09					
				SLE Rare	502			-888			0.041	0.026	1.211	2.165	
				SLE Freq.	0			-1025			0.048	0.000	0.315	2.499	OK
				SLE Q.P.	0			-1185			0.055	0.000	0.364	2.888	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave di fondazione 3 6 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	0.689	0.564	28996	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
0.689	4.011	3.323	23725	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
4.011	4.575	0.564	20573	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
<i>Trave di fondazione 6 9 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	1.775	1.650	10252	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
<i>Trave di fondazione 9 12 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	0.637	0.512	13192	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
0.637	3.463	2.826	28736	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
3.463	3.975	0.512	33696	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

PROGETTO: AMPLIAMENTO IMPIANTO SPORTIVO TIRO A VOLO CON COSTRUZIONE DI UN FABBRICATO POLIFUNZIONALE, SITO NEL COMUNE DI FANO (PU) – LOC. MONTESCHIANTELLO

COMMITTENZA: COMUNE DI FANO
FANO (PU) – VIA SAN FRANCESCO D'ASSISI N°76

CONCESSIONARIO: A.S.D. TIRO A VOLO FANO
FANO (PU) – LOCALITA' MONTESCHIANTELLO

**PROGETTISTA
STRUTTURE:** DOTT.ING. GIUSEPPE MATTIOLI
FANO (PU) – VIA ROMA N°89

**DIREZIONE
LAVORI:** DOTT.ING. GIUSEPPE MATTIOLI
FANO (PU) – VIA ROMA N°89

**RELAZIONE
GEOTECNICA:** DOTT.ING. GIUSEPPE MATTIOLI
FANO (PU) – VIA ROMA N°89

IL PROGETTISTA e D.L.
(Dott.Ing. Giuseppe Mattioli)

La presente Relazione Tecnica Illustrativa contiene i seguenti elaborati di progetto:

(E1) RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

- Premessa
- Normativa di riferimento
- Dati di carattere generale
- Caratteristiche dei terreni
- Idrologia
- Stabilità dell'area
- Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi
- Caratteristiche dell'opera in progetto
- Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite
- Verifiche geotecniche
 - Condizioni non drenate
 - Condizioni drenate
- Progetto e verifica muro di sostegno + pali $\Phi 60$
- Materiali adottati in fondazione
- Risultati delle analisi e loro commento

(E1) RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

PREMESSA

Il progetto in esame riguarda i lavori di ampliamento dell’Impianto Sportivo “Tiro a Volo Fano” con la costruzione di un fabbricato polifunzionale destinato ad ospitare due locali di servizio ed i servizi igienici, con struttura portante intelaiata in c.c.a., da erigersi nel Comune di Fano (PU) in loc. Monteschiannello. L’ampliamento viene costruito in aderenza ad un fabbricato polifunzionale esistente di forma ottagonale, con struttura portante in legno.

Per la particolare conformazione del terreno, essendo la zona collinare, viene inoltre realizzato anche un muro in c.c.a. di contenimento del terreno.

La realizzazione di tali lavori rientrano negli “Interventi di nuova costruzione con struttura in cemento armato”.

Per l’edificio in esame si è considerato periodo di riferimento progettuale per la valutazione delle azioni, per la scelta della qualità dei materiali in relazione alla loro durabilità, il seguente valore di vita nominale (§ 2.1.1 NTC 2008):

Vita nominale **$V_n = 50$ anni** (opere ordinarie)

Inoltre per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, con riferimento alle conseguenze di un eventuale collasso, si sono scelti i seguenti parametri:

Classe d’uso: **Classe II** → **$C_u = 1,0$** (normali affollamenti)

Periodo di riferimento: **$V_r = 50 \times 1,0 = 50$ anni**

Infine, per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli SLU che allo SLD si fa riferimento al D.M. 14.01.08 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".

Legge n°1086 del 05-11-1971

- "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
Legge n°64 del 02-02-1974
- "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
D.M. Infrastrutture del 14-01-2008
- Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14-01-2008.
Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 02-02-2009, n° 617

DATI DI CARATTERE GENERALE

L'area in esame, è ubicata nel Comune di Fano (loc. Monteschiantello), a quota m. 65 circa s.l.m.. La zona interessata dall'intervento si trova lungo un versante, da mediamente a debolmente acclive. Sull'area non si rintracciano fratture o segni di tensione del terreno imputabili a fattori di instabilità geomorfologica.

L'area di indagine è costituita da sedimenti marini di natura argilloso-marnosa appartenenti al Pleistocene Inferiore, localmente ricoperti da una coltre eluviale di discreto spessore.

CARATTERISTICHE DEI TERRENI

Le analisi geomorfologica e geognostica, secondo lo studio redatto dal Dott.Geol. Stefano Boccarossa, hanno permesso di definire le caratteristiche litostratigrafiche delle aree indagate che risultano litologicamente eterogenee con eteropie verticali; pertanto, risulta definita la seguente schematizzazione stratigrafica:

- dal piano di campagna a m.1,20: terreno vegetale e di riporto di natura argillosa

$$\gamma = 18,50 \div 18,90 \text{ kN/mc}; \quad c_u = 20-45 \text{ kPa};$$

- da m.1,20 a 4,00: depositi di argille inorganiche prevalenti con orizzonti di argille organiche di colore nocciola-marrone

$$\gamma = 19,50-19,80 \text{ kN/mc}; \quad c_u = 72-93 \text{ kPa}; \quad \phi' = 18^\circ \div 20^\circ$$

- da m.4,00 a 13,20: argille sabbiose e limose prevalenti con orizzonti di argille inorganiche di colore nocciola-grigio

$$\gamma = 20,00-20,30 \text{ kN/mc}; \quad c_u = 98-165 \text{ kPa}; \quad \phi' = 20^\circ \div 23^\circ$$

- da m.13,20 a 14,80: argille sabbiose e limose prevalenti di colore grigio-azzurre
 $\gamma = 20,30-20,50 \text{ kN/mc}$; $c_u = 277-300 \text{ kPa}$; $\phi' = 24^\circ \div 25^\circ$

Categoria di sottosuolo C: terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti
 $70 \text{ kPa} < C_{u,30} \leq 250 \text{ kPa}$
(dalla relazione geologica $C_{u,30} = 122,95 \text{ kPa}$)

Categoria topografica T2: pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

Per ulteriori informazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione si rimanda alla relazione geologica redatta dal Dott.Geol. Stefano Boccarossa, allegata al presente progetto.

IDROLOGIA

Non è stata rilevata, la presenza di falde idriche per tutta la profondità esplorata nei sondaggi.

Si raccomanda, quindi, un'adeguata regimazione delle acque superficiali al fine di evitare qualunque scadimento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione.

STABILITA' DELL'AREA

In tutta l'area non sono presenti segni morfologici che denuncino una situazione di instabilità in atto.

I fabbricati esistenti limitrofi non presentano segni di cedimenti strutturali; pertanto vista l'allegata relazione geologica si può esprimere parere favorevole all'edificazione della costruzione in progetto.

MODELLI GEOTECNICI DI SOTTOSUOLO E METODI DI ANALISI

Nel modello strutturale di calcolo l'interazione suolo-struttura è considerata schematizzando il terreno come un letto di molle elastiche indipendenti (modello di Winkler).

La costante di sottofondo del terreno è stata posta pari a 0,0105 N/mmc.

Le interazioni terreno-struttura sono state contemplate nel modello di calcolo strutturale mediante elementi finiti specifici costituiti da elementi monodimensionali su suolo elastico.

I risultati di analisi sono riportati nella relazione di calcolo.

CARATTERISTICHE DELL'OPERA IN PROGETTO

Come precedentemente descritto, l'intendimento progettuale è di costruire un fabbricato polifunzionale con una struttura portante intelaiata in c.c.a..

L'utilizzo di tale manufatto è quello di ospitare due locali di servizio ed i servizi igienici a norma di legge al servizio dell'intero impianto sportivo.

La costruzione è composta da un unico piano fuori terra e una copertura a falde inclinate.

Le dimensioni complessive sono: pianta di circa ml.11,00 x ml.8,50 con una altezza complessiva alla gronda del fabbricato di circa ml. 2,95.

Tutti i componenti strutturali sono realizzati in calcestruzzo gettato in opera: pilastri a sezione rettangolare, travi.

Le fondazioni sono del tipo superficiali a travi rovesce in c.c.a., così da costituire un reticolo di travi atte a contrastare l'eventuale dislocamento relativo.

Dalle fondazione partono i pilastri, che costituiscono la struttura portante dell'edificio. Il solaio di copertura è realizzato in legno lamellare.

Tutti gli elementi strutturali in legno non fanno parte delle membrature dei telai (in c.c.a.). A tali telai è affidata la funzione portante verticale e la resistenza alle azioni sismiche. Gli elementi strutturali in legno sono quindi "portati" dalla struttura principale intelaiata in c.c.a..

Le murature perimetrali di chiusura sono in laterizi forati del tipo termoacustici. Il manto di copertura è realizzato con lamiera grata in acciaio zincato.

Il progetto riguarda anche la costruzione di un muro in c.c.a. avente la funzione di contenimento del terreno.

Il muro di contenimento del terreno, avente lunghezza di circa m.24,40 ed altezza massima di m.2,85, sarà quindi sostenuto da n°12 pali cilindrici in c.c.a., del tipo trivellato, aventi un diametro di cm.60 e posti ad un interasse di circa m.1,20; essi dovranno essere ammorsati ad una profondità di circa m.7,50. Le testate dei pali saranno tra loro collegate da un cordolo in c.c.a..

I terreni che costituiscono la zona hanno delle discrete caratteristiche meccaniche.

Le fondazioni del fabbricato si impostano ad una profondità di almeno m.1,20 dal

piano di campagna, cioè nello strato di terreno eluviale argilloso mediamente compatto (litotipo E).

Il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali sovrastanti.

Le fondazioni sono progettate per rimanere in campo elastico.

VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI: IDENTIFICAZIONE DEI RELATIVI STATI LIMITE

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio.

Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste dalla Normativa sono:

EQU: perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi.

L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale. Dal diagramma delle pressioni sul terreno di fondazione, queste ultime sono tutte di compressione; pertanto essendo le pressioni di compressione sicuramente non si hanno fenomeni di perdita di equilibrio della struttura.

STR: raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione.

Le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo.

GEO: raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura.

Le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2 (STRU+GEO): $A1+M1+R3$.

Alla luce di quanto esposto, il carico limite dei terreni di fondazione del fabbricato in progetto è stato determinato, a titolo esemplificativo, considerando una fondazione nastriforme con larghezza $B=m.0,60$ impostata ad una profondità minima $H=m.1,20$ dal p.c.; tale profondità minima è necessaria per impostare le strutture di fondazione al di sotto

dei livelli più superficiali particolarmente sensibili alle variazioni di volume conseguenti a variazioni dell'umidità naturale dei terreni.

Come precedentemente detto per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione $E_d \leq R_d$,

dove E_d è il valore di progetto dell'azione amplificata per effetto del coefficiente parziale γ_F riportato in tabella 6.2.I del D.M. 14/01/2008 e R_d è il valore della resistenza di progetto del sistema geotecnico ridotto per effetto del coefficiente parziale γ_R riportato nella tabella 6.4.I. Per il calcolo della pressione limite dei terreni di sedime dell'opera in progetto si è utilizzata la formula di Terzaghi.

I terreni che costituiscono la zona hanno delle discrete caratteristiche meccaniche, ma sono soggetti a variazioni di volume in funzione della variazione di umidità naturale del terreno. Le fondazioni del fabbricato si impostano ad una profondità di almeno m.1,20 dal piano di campagna, cioè nello strato dei depositi eluviali argillosi mediamente consistenti.

Le fondazioni sono del tipo superficiale a travi rovesce, così da costituire un reticolo di travi atte a contrastare l'eventuale dislocamento relativo.

Il calcolo della capacità portante della fondazione viene effettuata mediante verifica agli SLU, scegliendo l'Approccio 2 (STRU-GEO) valida sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche. Nel nostro caso abbiamo:

$$Q_{lim} = (c \times N_c) + (D \times \gamma \times N_q) + (0,5 \times \gamma \times B \times N_\gamma) = (0,66 \times 16,54) + (1,20 \times 0,195 \times 6,70) + (0,5 \times 0,195 \times 0,60 \times 5,30) = 12,79 \text{ kg/cmq}$$

dove i fattori di capacità portante dipendenti da ϕ valgono:

$$N_c = 16,54$$

$$N_q = 6,70$$

$$N_\gamma = 5,30$$

Eseguiti i calcoli della capacità portante agli stati limite ultimi il valore minimo della resistenza del sistema geotecnico è pari a 5,56 kg/cmq, cioè la resistenza di progetto è pari a: $R_d = Q_{lim}/\gamma_R = 12,79/2,3 = 5,56$ daN/cm².

Dalla relazione di calcolo della struttura si evince che la pressione massima sul terreno è di: $E_d = 0,067 \text{ MPa} = 0,67 \text{ daN/cm}^2$

Verifica: $E_d < R_d$ (verificato)

Il valore di R_d così ottenuto è pertanto compatibile con le azioni trasmesse dalla struttura in elevazione ai terreni di fondazione.

ULP: perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento).

Poiché nel terreno di fondazione non vi è la presenza della falda, non si hanno fenomeni di galleggiamento.

HYD: erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.

Poiché nel terreno di fondazione non vi è la presenza della falda, non si hanno fenomeni di sifonamento.

Gli stati limite di esercizio si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti che possono compromettere la funzionalità dell'opera.

Per ciascuno stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione: $E_d < C_d$ dove E_d è il valore di progetto dell'effetto dell'azione e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni, da stabilirsi in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

La valutazione dei cedimenti viene eseguita con il metodo di Terzaghi che assimila le condizioni sotto la fondazione alle condizioni edometriche con la deformazione laterale impedita, cioè i cedimenti sono calcolati con il metodo edometrico. L'entità di questi cedimenti è compatibile con la funzionalità dell'opera.

Committente : COMUNE DI FANO
 Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"
 Cantiere : Loc. Monteschiantello - Fano (PU)
 Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

VERIFICHE GEOTECNICHE (condizioni non drenate)

Verifiche combinazioni di carico statiche

Dati terreno

Terreno	terreno eluviale argilloso
Angolo d'attrito ϕ	0.349100 [rad]
Coesione c	0.000 [MPa]
Coesione non drenata c_u	0.066 [MPa]
Carico addizionale di superficie q	1670000 [N/m ²]
Profondità D	1.200 [m]
Peso proprio terreno γ	19500 [N/m ³]

Fattori parziale di sicurezza del terreno verifiche a scorrimento

$\gamma_{k,Scor}$	1.000
k_1 fattore riduzione di ϕ	0.667
k_2 fattore riduzione di c	0.600
k_3 fattore riduzione di c_u	0.600

Fattori parziale di sicurezza del terreno

γ_{ϕ}	1.000
γ_c	1.000
γ_{c_u}	1.000

Fattori parziale di sicurezza

Verifica di capacità portante	2.300
Verifica a scorrimento	1.100

Verifiche

	Legenda
B_{eq}	Base del plinto equivalente
H_{eq}	Altezza del plinto equivalente
$H_{trasporto}$	Quota azioni esterne rispetto alla sezione di verifica
Comb.	Combinazione di carico
N	Azione verticale
M_x	Momento flettente M_x
M_y	Momento flettente M_y
Q_{Ed}	Carico verticale di progetto
$Q_{Rd,T}$	Capacità portante Terzaghi
$Q_{Rd,M}$	Capacità portante Mejerhoff
$Q_{Rd,EC7}$	Capacità portante EuroCodice 7
$Q_{Rd,V}$	Capacità portante Vesic
$Q_{Rd,T,PP}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,M,PP}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,EC7,PP}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,V,PP}$	Capacità portante Vesic con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,T,MN,CI}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,M,MN,CI}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,EC7,MN,CI}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,V,MN,CI}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,T,MN,C}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,M,MN,C}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,EC7,MN,C}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,V,MN,C}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
F_x	Azione di scorrimento F_x
F_y	Azione di scorrimento F_y
$H_{Ed,d}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$	Azione di scorrimento totale $H_{Ed}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$

H _{Rd}	Resistenza allo scorrimento
-----------------	-----------------------------

Elemento	B _{Eq} [m]	H _{Eq} [m]	H _{trasporto} [m]	Comb.	N [N]	M _x [Nm]	M _y [Nm]	Q _{Ed} [N]	Q _{Rd,T} [N]	Q _{Rd,M} [N]	Q _{Rd,ECT} [N]	Q _{Rd,V} [N]	F _x [N]	F _y [N]	H _{Ed} [N]	H _{Rd} [N]
12	1.120	2.115	0.600	1	96346	417	-25279	96346	2225279	1207997	1170872	-6539256	2654	-622	2726	47835
				10	71524	208	-18285	71524	2225279	1230975	1193075	-4145797	1852	-394	1894	48712
				11	63295	500	-12821	63295	2225279	1447583	1405354	-4657027	2057	-550	2130	57272
				12	61238	573	-11456	61238	2225279	1510326	1466993	-4782950	2109	-589	2189	59752
11	1.187	2.452	0.500	1	118154	361	-2240	118154	2733025	2644295	2572516	-9650273	4286	-144	4289	104407
				10	87001	240	-1829	87001	2733025	2631965	2559888	-5856708	2969	-94	2970	103871
				11	77301	142	-266	77301	2733025	2579329	2511093	-5709699	2906	-50	2907	101924
				12	74876	118	125	74876	2733025	2553600	2486745	-5682778	2890	-39	2891	100951
10	1.120	2.115	0.600	1	93833	1081	22833	93833	2225279	1291083	1253674	-8520756	-3277	-1034	3436	51191
				10	69833	652	16646	69833	2225279	1307185	1269049	-5435882	-2268	-667	2364	51786
				11	62207	770	11797	62207	2225279	1502611	1460542	-5445900	-2310	-708	2416	59495
				12	60301	800	10585	60301	2225279	1559090	1515969	-5443533	-2321	-718	2429	61722
9	1.414	1.973	0.600	1	117995	13847	-29991	117995	2620323	1465834	1438244	-18883932	-560	-6465	6490	58449
				10	86868	9618	-21299	86868	2620323	1504791	1476602	-12621456	-404	-4487	4505	59938
				11	77576	8927	-16288	77576	2620323	1620490	1591032	-11461316	-189	-4140	4144	64475
				12	75254	8754	-15035	75254	2620323	1653755	1623946	-11172292	-136	-4053	4055	65778
8	1.483	2.357	0.525	1	170672	-32	1850	170672	3282447	3178407	3092603	-1998079	-1697	10	1697	124850
				10	123215	-20	1241	123215	3282447	3181381	3095567	-413600	-1189	6	1189	124955
				11	106610	-2	1258	106610	3282447	3171078	3084140	745317	-812	2	812	124494
				12	102459	2	1263	102459	3282447	3167851	3080568	1034158	-718	1	718	124350
7	1.414	1.973	0.600	1	109729	13390	26326	109729	2620323	1513362	1476296	-18473372	721	-6312	6353	59955
				10	81355	9312	18856	81355	2620323	1541365	1513490	-12332162	511	-4384	4414	61400
				11	74209	8730	14793	74209	2620323	1650311	1621008	-11256244	252	-4073	4081	65660
				12	72423	8584	13778	72423	2620323	1680826	1651132	-10990900	187	-3995	3999	66852
6	1.505	1.852	0.600	1	129029	-22011	-37313	129029	2618212	1313935	1290824	-22261519	-632	7326	7354	52353
				10	94541	-15351	-26408	94541	2618212	1354541	1331225	-14987057	-451	5076	5096	53913
				11	83193	-13292	-19919	83193	2618212	1482854	1458083	-13207667	-143	4542	4544	58927
				12	80357	-12777	-18297	80357	2618212	1520832	1495631	-12765774	-66	4409	4409	60409
5	1.507	2.310	0.525	1	165884	-32	11721	165884	3269129	2839259	2769219	-6233793	2963	8	2963	111983
				10	119929	-20	8184	119929	3269129	2852067	2781704	-3397625	2050	5	2050	112455
				11	104279	-1	6349	104279	3269129	2891535	2818639	-1743658	1526	0	1526	113907
				12	100367	4	5890	100367	3269129	2903179	2829504	-1328067	1395	-1	1395	114334
4	1.506	1.851	0.600	1	118366	-20212	31922	118366	2618160	1371041	1347830	-20859661	623	6876	6905	54600
				10	87430	-14154	22814	87430	2618160	1409884	1386228	-14028558	444	4775	4796	56085
				11	78854	-12567	17720	78854	2618160	1527934	1502826	-12600504	134	4355	4357	60689
				12	76710	-12171	16447	76710	2618160	1561762	1536242	-12248750	56	4250	4250	62007
3	1.120	2.115	0.600	1	100776	377	27407	100776	2225279	1165153	1128791	-6351953	-2649	-48	2650	46130
				10	74591	205	19766	74591	2225279	1189726	1152591	-4023492	-1839	-4	1839	47073
				11	65536	592	13825	65536	2225279	1408828	1367167	-4595415	-2076	-295	2097	55730
				12	63272	688	12340	63272	2225279	1473089	1430282	-4749293	-2136	-367	2167	58270
2	1.187	2.452	0.500	1	118438	277	1080	118438	2733025	2602541	2533045	-10343163	-4520	-94	4521	102839
				10	87185	184	1012	87185	2733025	2620844	2550194	-6330956	-3132	-61	3133	103490
				11	77437	108	-463	77437	2733025	2531307	2465603	-6206408	-3067	-30	3067	100111
				12	75000	89	-832	75000	2733025	2505325	2441019	-6178178	-3051	-22	3051	99129
1	1.120	2.115	0.600	1	97711	-1256	24535	97711	2225279	1256166	1219308	-8569597	-3380	667	3445	49801
				10	72532	-792	17843	72532	2225279	1272415	1234881	-5461972	-2327	415	2364	50404
				11	64222	-950	12627	64222	2225279	1469647	1428131	-5521609	-2373	537	2433	58187
				12	62145	-990	11323	62145	2225279	1527062	1484484	-5533660	-2384	568	2451	60451

Verifiche combinazioni di carico dinamiche

Dati terreno

Terreno	terreno eluviale argilloso
Angolo d'attrito φ	0.349100 [rad]
Coesione c	0.000 [MPa]
Coesione non drenata c _u	0.066 [MPa]
Carico addizionale di superficie q	1670000 [N/m ²]
Profondità D	1.200 [m]
Peso proprio terreno γ	19500 [N/m ³]

Fattori parziale di sicurezza del terreno verifiche a scorrimento

Y _{R,Scor}	1.000
k ₁ fattore riduzione di φ	0.667
k ₂ fattore riduzione di c	0.600
k ₃ fattore riduzione di c _u	0.600

Fattori parziale di sicurezza del terreno

Y _{1,φ}	1.000
Y _c	1.000

γ_{cu}	1.000
---------------	-------

Fattori parziale di sicurezza

Verifica di capacità portante	2.300
Verifica a scorrimento	1.100

Verifiche

Legenda	
B_{eq}	Base del plinto equivalente
H_{eq}	Altezza del plinto equivalente
$H_{trasporto}$	Quota azioni esterne rispetto alla sezione di verifica
Comb.	Combinazione di carico
N	Azione verticale
M_x	Momento flettente M_x
M_y	Momento flettente M_y
Q_{Ed}	Carico verticale di progetto
$Q_{Rd,T}$	Capacità portante Terzaghi
$Q_{Rd,M}$	Capacità portante Mejerhoff
$Q_{Rd,EC7}$	Capacità portante EuroCodice 7
$Q_{Rd,V}$	Capacità portante Vesic
$Q_{Rd,T,PP}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,M,PP}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,EC7,PP}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,V,PP}$	Capacità portante Vesic con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,T,MN,CI}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,M,MN,CI}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,EC7,MN,CI}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,V,MN,CI}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,T,MN,C}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,M,MN,C}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,EC7,MN,C}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,V,MN,C}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
F_x	Azione di scorrimento F_x
F_y	Azione di scorrimento F_y
$H_{Ed}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$	Azione di scorrimento totale $H_{Ed}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$
H_{Rd}	Resistenza allo scorrimento

Elemento	B_{eq} (m)	H_{eq} (m)	$H_{trasporto}$ (m)	Co. mb.	N [N]	M_x [Nm]	M_y [Nm]	Q_{Ed} [N]	$Q_{Rd,TPP}$ [N]	$Q_{Rd,MPP}$ [N]	$Q_{Rd,EC7PP}$ [N]	$Q_{Rd,VPP}$ [N]	$Q_{Rd,T,MN,C}$ [N]	$Q_{Rd,M,MN,C}$ [N]	$Q_{Rd,EC7,MN,C}$ [N]	$Q_{Rd,V,MN,C}$ [N]	F_x [N]	F_y [N]	H_{Ed} [N]	H_{Rd} [N]				
12	1.120	2.115	0.600	2	68643	-4326	-24407	68643	2225279	713689	692874	6047200	2225279	713689	692874	6047200	-	-	1113	2154	2424	2826		
				3	64015	-12563	-15503	64015	2225279	1097802	1082212	18089107	2225279	1097802	1082212	18089107	2225279	1097802	1082212	18089107	1624	6460	6661	44223
				4	70480	-11635	-29648	70480	2225279	386575	377910	18782894	2225279	386575	377910	18782894	2225279	386575	377910	18782894	2861	6338	6954	15684
				5	67425	-17080	-25235	67425	2225279	535542	528897	25875967	2225279	535542	528897	25875967	2225279	535542	528897	25875967	1623	9311	9452	21893
				6	58461	-13822	-9699	58461	2225279	1360845	1354284	23087025	2225279	1360845	1354284	23087025	2225279	1360845	1354284	23087025	3015	7755	8321	55142
				7	53832	-5586	-795	53832	2225279	1811759	1797614	18014322	2225279	1811759	1797614	18014322	2225279	1811759	1797614	18014322	5752	3449	6707	72979
				8	55050	-15820	-330	55050	2225279	1486304	1494172	28945924	2225279	1486304	1494172	28945924	2225279	1486304	1494172	28945924	6262	8016	1017	60665
				9	51996	-10375	-4445	51996	2225279	1251746	1254607	25071864	2225279	1251746	1254607	25071864	2225279	1251746	1254607	25071864	7500	5043	9038	51198
				13	70293	-4831	-259	70293	2225279	639851	621661	7267496	2225279	639851	621661	7267496	2225279	639851	621661	7267496	1430	2458	2844	25536
				14	64636	-14595	-152	64636	2225279	1078950	1067189	21354925	2225279	1078950	1067189	21354925	2225279	1078950	1067189	21354925	1782	7564	7771	43625
				15	72535	-13801	-32758	72535	2225279	256046	248729	22508044	2225279	256046	248729	22508044	2225279	256046	248729	22508044	-	-	8316	10442
				16	68799	-20007	-27800	68799	2225279	407589	401937	30444554	2225279	407589	401937	30444554	2225279	407589	401937	30444554	-	-	1011	16767
				17	57840	-15855	-9640	57840	2225279	1310474	1309398	26101271	2225279	1310474	1309398	26101271	2225279	1310474	1309398	26101271	2857	8859	9308	53327

				18	52182	6090	966	52182	2225279	1652590	1644183	-	19316604	2225279	1652590	1644183	-	19316604	2225279	1652590	1644183	-	19316604	6069	-	3753	7136	66853
				19	53676	18747	2597	53676	2225279	1233177	1248370	-	34025976	2225279	1233177	1248370	-	34025976	2225279	1233177	1248370	-	34025976	7030	9559	11866	50842	
				20	49940	12541	7556	49940	2225279	947735	955247	-	28820204	2225279	947735	955247	-	28820204	2225279	947735	955247	-	28820204	8316	6164	10352	39164	
11	187	2452	0500	2	78968	6155	7610	78968	2733025	2120175	2067888	-	8012785	2733025	2120175	2067888	-	8012785	2733025	2120175	2067888	-	8012785	286	3562	3574	84091	
				3	78856	7074	7680	78856	2733025	2096255	2048250	-	9745327	2733025	2096255	2048250	-	9745327	2733025	2096255	2048250	-	9745327	241	4165	4172	83304	
				4	76274	22001	2081	76274	2733025	2099808	2108306	-	35959588	2733025	2099808	2108306	-	35959588	2733025	2099808	2108306	-	35959588	2381	12818	13037	85573	
				5	73853	22354	2588	73853	2733025	1886383	1899258	-	37693013	2733025	1886383	1899258	-	37693013	2733025	1886383	1899258	-	37693013	4130	13025	13664	77251	
				6	70897	7332	7954	70897	2733025	1802229	1782526	-	19197391	2733025	1802229	1782526	-	19197391	2733025	1802229	1782526	-	19197391	6118	4251	7450	72707	
				7	70784	5896	7884	70784	2733025	1832292	1809783	-	17873166	2733025	1832292	1809783	-	17873166	2733025	1832292	1809783	-	17873166	6072	3476	6997	73814	
				8	75900	22095	2314	75900	2733025	2080628	2089971	-	36226627	2733025	2080628	2089971	-	36226627	2733025	2080628	2089971	-	36226627	2228	1293	1399	84843	
				9	73478	21742	2355	73478	2733025	1911779	1923528	-	36732112	2733025	1911779	1923528	-	36732112	2733025	1911779	1923528	-	36732112	3978	772	13339	78223	
				13	79475	7446	8495	79475	2733025	2041124	1994984	-	10179154	2733025	2041124	1994984	-	10179154	2733025	2041124	1994984	-	10179154	-	-	4311	81167	
				14	79353	8294	8554	79353	2733025	2019829	1977477	-	11806637	2733025	2019829	1977477	-	11806637	2733025	2019829	1977477	-	11806637	101	4873	4874	80465	
				15	76441	26197	2363	76441	2733025	1991468	2012714	-	43184768	2733025	1991468	2012714	-	43184768	2733025	1991468	2012714	-	43184768	2271	15252	15420	81725	
				16	73718	26529	2834	73718	2733025	1783813	1807987	-	44767116	2733025	1783813	1807987	-	44767116	2733025	1783813	1807987	-	44767116	4227	1546	16014	73577	
				17	70400	8553	8828	70400	2733025	1712228	1697385	-	21208913	2733025	1712228	1697385	-	21208913	2733025	1712228	1697385	-	21208913	6460	4959	8144	69283	
				18	70278	7187	8769	70278	2733025	1739331	1721891	-	19869141	2733025	1739331	1721891	-	19869141	2733025	1739331	1721891	-	19869141	6418	4225	7684	70277	
				19	76034	26270	2560	76034	2733025	1974731	1996727	-	43437444	2733025	1974731	1996727	-	43437444	2733025	1974731	1996727	-	43437444	2132	15360	15508	81088	
				20	73312	25938	2637	73312	2733025	1804949	1828441	-	43857039	2733025	1804949	1828441	-	43857039	2733025	1804949	1828441	-	43857039	4088	15166	15707	74394	
10	120	2115	0600	2	63213	11636	14429	63213	2225279	1167942	1150387	-	16933857	2225279	1167942	1150387	-	16933857	2225279	1167942	1150387	-	16933857	1989	5944	6268	46964	
				3	67855	3397	23265	67855	2225279	781901	757750	-	4138668	2225279	781901	757750	-	4138668	2225279	781901	757750	-	4138668	700	1616	1762	31051	
				4	54135	15370	923	54135	2225279	1428470	1436576	-	28729530	2225279	1428470	1436576	-	28729530	2225279	1428470	1436576	-	28729530	6463	7794	10124	58382	
				5	50995	10333	5245	50995	2225279	1181495	1185318	-	25313940	2225279	1181495	1185318	-	25313940	2225279	1181495	1185318	-	25313940	7608	5052	9132	48420	
				6	52747	5157	22	52747	2225279	1759328	1746030	-	17767668	2225279	1759328	1746030	-	17767668	2225279	1759328	1746030	-	17767668	5806	3196	6627	70930	
				7	57389	13396	8858	57389	2225279	1407078	1400420	-	22574250	2225279	1407078	1400420	-	22574250	2225279	1407078	1400420	-	22574250	3116	7523	8143	56983	
				8	69607	12093	28532	69607	2225279	429466	420561	-	19163058	2225279	429466	420561	-	19163058	2225279	429466	420561	-	19163058	2502	6631	7088	17428	
				9	66467	17130	24210	66467	2225279	571951	565566	-	25964662	2225279	571951	565566	-	25964662	2225279	571951	565566	-	25964662	1357	9393	9471	23383	
				13	63865	13586	14497	63865	2225279	1148482	1134938	-	20053477	2225279	1148482	1134938	-	20053477	2225279	1148482	1134938	-	20053477	2167	6997	7325	46346	
				14	69538	3791	25021	69538	2225279	707459	686101	-	5118489	2225279	707459	686101	-	5118489	2225279	707459	686101	-	5118489	982	1847	2091	28144	
				15	52767	18315	3461	52767	2225279	1175154	1190045	-	33764863	2225279	1175154	1190045	-	33764863	2225279	1175154	1190045	-	33764863	7212	9357	11814	48521	
				16	48926	12574	8331	48926	2225279	874994	882629	-	29044436	2225279	874994	882629	-	29044436	2225279	874994	882629	-	29044436	8388	6230	10449	36238	
				17	51064	5551	1734	51064	2225279	1599597	1591454	-	18852843	2225279	1599597	1591454	-	18852843	2225279	1599597	1591454	-	18852843	6087	3436	6985	64753	
				18	56736	15346	8790	56736	2225279	1356095	1354955	-	25403202	2225279	1356095	1354955	-	25403202	2225279	1356095	1354955	-	25403202	2938	8576	9066	55144	
				19	71675	14334	31618	71675	2225279	298041	290647	-	22957723	2225279	298041	290647	-	22957723	2225279	298041	290647	-	22957723	3283	7810	8472	12159	

				2	678	20	26	678	2225	4420	4368	3055	2225	4420	4368	3055	2225	4420	4368	3055	21	10	11	181
				0	35	07	74	35	279	41	25	8256	279	41	25	8256	279	41	25	8256	07	93	6	87
				2	819	-	14	819	2620	1903	1878	1743	2620	1903	1878	1743	2620	1903	1878	1743	40	45	60	760
9	1	1	0	2	07	61	57	07	323	716	250	6438	323	716	250	6438	323	716	250	6438	44	35	76	38
				3	802	-	71	802	2620	2339	2319	2225	2620	2339	2319	2225	2620	2339	2319	2225	66	37	76	936
				4	797	64	27	797	2620	1220	1193	7409	2620	1220	1193	7409	2620	1220	1193	7409	27	59	28	486
				5	761	92	30	761	2620	8255	8186	2438	2620	8255	8186	2438	2620	8255	8186	2438	60	57	83	336
				6	702	22	25	702	2620	7457	7517	4347	2620	7457	7517	4347	2620	7457	7517	4347	69	12	14	309
				7	686	25	18	686	2620	1021	1034	4372	2620	1021	1034	4372	2620	1021	1034	4372	43	13	14	422
				8	743	10	23	743	2620	2197	2175	1941	2620	2197	2175	1941	2620	2197	2175	1941	57	31	65	874
				9	708	18	58	708	2620	1840	1836	2690	2620	1840	1836	2690	2620	1840	1836	2690	24	83	86	738
				1	832	82	14	832	2620	1881	1862	2155	2620	1881	1862	2155	2620	1881	1862	2155	45	57	73	753
				1	815	49	58	815	2620	2383	2372	2699	2620	2383	2372	2699	2620	2383	2372	2699	76	48	90	957
				1	803	81	29	803	2620	1114	1091	9081	2620	1114	1091	9081	2620	1114	1091	9081	33	31	33	445
				1	760	89	33	760	2620	6966	6913	2689	2620	6966	6913	2689	2620	6966	6913	2689	71	58	92	284
				1	690	24	27	690	2620	6345	6407	4764	2620	6345	6407	4764	2620	6345	6407	4764	79	13	15	265
				1	672	27	18	672	2620	9562	9718	4800	2620	9562	9718	4800	2620	9562	9718	4800	48	14	15	397
				1	744	10	0	744	2620	2047	2033	2232	2620	2047	2033	2232	2620	2047	2033	2232	68	30	74	819
				2	701	20	37	701	2620	1891	1892	2956	2620	1891	1892	2956	2620	1891	1892	2956	30	88	93	759
8	1	2	0	2	08	15	92	108	3282	2674	2624	1217	3282	2674	2624	1217	3282	2674	2624	48	35	48	106	
				3	108	13	91	108	3282	2677	2627	1209	3282	2677	2627	1209	3282	2677	2627	1209	48	31	48	106
				4	104	48	18	104	3282	2965	2894	4176	3282	2965	2894	4176	3282	2965	2894	4176	20	11	23	116
				5	100	48	45	100	3282	2891	2814	6543	3282	2891	2814	6543	3282	2891	2814	6543	39	11	11	113
				6	962	14	11	962	3282	2534	2481	7374	3282	2534	2481	7374	3282	2534	2481	7374	32	31	32	100
				7	960	15	12	960	3282	2528	2476	7454	3282	2528	2476	7454	3282	2528	2476	7454	32	35	33	100
				8	104	48	17	104	3282	2972	2900	3969	3282	2972	2900	3969	3282	2972	2900	3969	19	11	22	117
				9	100	48	46	100	3282	2881	2805	7794	3282	2881	2805	7794	3282	2881	2805	7794	46	11	12	113
				1	109	18	11	109	3282	2578	2533	1452	3282	2578	2533	1452	3282	2578	2533	1452	56	42	56	102
				1	109	16	11	109	3282	2581	2537	1443	3282	2581	2537	1443	3282	2581	2537	1443	55	37	56	102
				1	105	58	24	105	3282	2914	2846	5195	3282	2914	2846	5195	3282	2914	2846	5195	22	13	26	114
				1	100	58	50	100	3282	2838	2765	1601	3282	2838	2765	1601	3282	2838	2765	1601	61	13	14	111
				1	951	16	13	951	3282	2411	2365	9733	3282	2411	2365	9733	3282	2411	2365	9733	40	37	40	959
				1	949	18	13	949	3282	2404	2358	9827	3282	2404	2358	9827	3282	2404	2358	9827	40	42	40	957
				1	104	58	22	104	3282	2922	2853	4951	3282	2922	2853	4951	3282	2922	2853	4951	21	13	25	115
				2	999	58	52	999	3282	2826	2753	1768	3282	2826	2753	1768	3282	2826	2753	1768	69	13	15	111
7	1	1	0	2	678	20	26	678	2225	4420	4368	3055	2225	4420	4368	3055	2225	4420	4368	3055	21	10	11	181
				3	783	13	783	2620	1929	1901	1557	2620	1929	1901	1557	2620	1929	1901	1557	2620	36	41	54	769

				8	54104	10533	2785	54104	2225279	1396682	1398336	25173334	2225279	1396682	1398336	25173334	2225279	1396682	1398336	25173334	7234	5452	9058	56962
				9	57190	16292	2013	57190	2225279	1629500	1637186	29604021	2225279	1629500	1637186	29604021	2225279	1629500	1637186	29604021	5823	8563	10356	66350
				13	59795	16553	9770	59795	2225279	1322279	1320890	26568157	2225279	1322279	1320890	26568157	2225279	1322279	1320890	26568157	3257	8874	9453	53779
				14	54197	6449	222	54197	2225279	1700033	1689551	19439157	2225279	1700033	1689551	19439157	2225279	1700033	1689551	19439157	6205	3592	7169	68651
				15	70718	20820	2758	70718	2225279	463175	457317	30517955	2225279	463175	457317	30517955	2225279	463175	457317	30517955	1851	1095	1111	19020
				16	74484	14374	328	74484	2225279	302221	294402	22070735	2225279	302221	294402	22070735	2225279	302221	294402	22070735	3280	7467	8149	12303
				17	72347	4935	2737	72347	2225279	617724	600434	8173237	2225279	617724	600434	8173237	2225279	617724	600434	8173237	1507	2783	3165	24680
				18	66749	15039	1737	66749	2225279	1006123	995236	22535953	2225279	1006123	995236	22535953	2225279	1006123	995236	22535953	1442	8066	8194	40743
				19	52060	12860	5721	52060	2225279	1111489	1119427	29043700	2225279	1111489	1119427	29043700	2225279	1111489	1119427	29043700	7978	6651	10387	45772
				20	55825	19306	441	55825	2225279	1385223	1401656	34856248	2225279	1385223	1401656	34856248	2225279	1385223	1401656	34856248	6549	109	12078	56950
	2	1187	2452	0500	70975	7161	9610	70975	2733025	1691051	1674276	20269211	2733025	1691051	1674276	20269211	2733025	1691051	1674276	20269211	6634	4136	7823	68366
				3	70855	5887	9556	70855	2733025	1715214	1696342	19179284	2733025	1715214	1696342	19179284	2733025	1715214	1696342	19179284	6593	3466	7449	69262
				4	73975	22005	3605	73975	2733025	1837796	1849278	37266998	2733025	1837796	1849278	37266998	2733025	1837796	1849278	37266998	4400	1280	1354	75266
				5	76425	21682	1596	76425	2733025	2132857	2140275	35413658	2733025	2132857	2140275	35413658	2733025	2132857	2140275	35413658	2446	1261	1285	86847
				6	79144	6083	7727	79144	2733025	2111865	2059386	7855472	2733025	2111865	2059386	7855472	2733025	2111865	2059386	7855472	119	3515	3517	83751
				7	79024	6965	7780	79024	2733025	2089394	2041394	9536936	2733025	2089394	2041394	9536936	2733025	2089394	2041394	9536936	780	4097	4098	83029
				8	73574	21486	3426	73574	2733025	1857270	1867932	36473609	2733025	1857270	1867932	36473609	2733025	1857270	1867932	36473609	4266	1256	1327	76013
				9	76025	21809	1775	76025	2733025	2115892	2124363	35748401	2733025	2115892	2124363	35748401	2733025	2115892	2124363	35748401	2311	1275	1296	86213
				13	70509	8382	1035	70509	2733025	1612014	1599292	22095575	2733025	1612014	1599292	22095575	2733025	1612014	1599292	22095575	6924	4854	8456	65346
				14	70374	7172	1030	70374	2733025	1633895	1619206	20979370	2733025	1633895	1619206	20979370	2733025	1633895	1619206	20979370	6886	4211	8071	66154
				15	73857	26172	3818	73857	2733025	1740025	1762385	44242236	2733025	1740025	1762385	44242236	2733025	1740025	1762385	44242236	4484	1522	1586	71768
				16	76591	25868	1830	76591	2733025	2026233	2046710	42621933	2733025	2026233	2046710	42621933	2733025	2026233	2046710	42621933	2354	1504	1522	83078
				17	79625	7368	8474	79625	2733025	2041770	1995282	10040194	2733025	2041770	1995282	10040194	2733025	2041770	1995282	10040194	174	4259	4263	81179
				18	79490	8186	8521	79490	2733025	2021703	1978886	11620351	2733025	2021703	1978886	11620351	2733025	2021703	1978886	11620351	2102	4805	4810	80522
				19	73408	25672	3659	73408	2733025	1756218	1778146	43494045	2733025	1756218	1778146	43494045	2733025	1756218	1778146	43494045	4357	1499	1561	72398
				20	76143	25976	1988	76143	2733025	2010535	2031985	42944229	2733025	2010535	2031985	42944229	2733025	2010535	2031985	42944229	2228	1517	1533	82491
	1	1120	2115	0600	54581	5845	498	54581	2225279	1772533	1758906	18452740	2225279	1772533	1758906	18452740	2225279	1772533	1758906	18452740	6027	3247	6846	71426
				3	59184	14338	8814	59184	2225279	1421696	1415420	23697028	2225279	1421696	1415420	23697028	2225279	1421696	1415420	23697028	3577	7716	8505	57572
				4	52896	10364	3744	52896	2225279	1319289	1322054	25288540	2225279	1319289	1322054	25288540	2225279	1319289	1322054	25288540	7360	5363	9109	53911
				5	56053	15766	936	56053	2225279	1564079	1571974	29225033	2225279	1564079	1571974	29225033	2225279	1564079	1571974	29225033	6053	8281	1025	63772
				6	65106	12160	1609	65106	2225279	1091701	1075781	18115354	2225279	1091701	1075781	18115354	2225279	1091701	1075781	18115354	1668	6467	6679	43974
				7	69708	3667	2441	69708	2225279	751791	729234	5235925	2225279	751791	729234	5235925	2225279	751791	729234	5235925	782	1998	2145	29901
				8	68237	17944	2397	68237	2225279	624689	617850	26286011	2225279	624689	617850	26286011	2225279	624689	617850	26286011	807	9531	9565	25506
				9	713		28	713	2225279	4696	4599		2225279	4696	4599		2225279	4696	4599		2166	66	69	190

					94	12 54 3	65 5	94	279	62	04	1878 2031	279	62	04	1878 2031	279	62	04	1878 2031	15	16	46	29
				1 3	529 02	- 60 70	- 10 77	529 02	2225 279	1640 089	1630 534	1915 6485	2225 279	1640 089	1630 534	1915 6485	2225 279	1640 089	1630 534	1915 6485	- 62 17	- 33 84	70 78	663 01
				1 4	585 31	- 16 18 8	- 88 40	585 31	2225 279	1367 135	1365 746	- 2624 7700	2225 279	1367 135	1365 746	- 2624 7700	2225 279	1367 135	1365 746	- 2624 7700	- 33 46	- 87 13	93 34	555 65
				1 5	508 35	12 76 4	- 66 44	508 35	2225 279	1032 063	1040 312	- 2911 6304	2225 279	1032 063	1040 312	- 2911 6304	2225 279	1032 063	1040 312	- 2911 6304	- 80 55	- 66 30	10 43 3	425 93
				1 6	546 92	18 78 8	- 15 00	546 92	2225 279	1318 892	1334 998	- 3442 7088	2225 279	1318 892	1334 998	- 3442 7088	2225 279	1318 892	1334 998	- 3442 7088	- 67 60	- 98 84	11 97 5	543 06
				1 7	657 59	14 01 0	16 07 1	657 59	2225 279	1082 999	1070 434	- 2112 0998	2225 279	1082 999	1070 434	- 2112 0998	2225 279	1082 999	1070 434	- 2112 0998	- 18 99	- 74 64	77 02	437 66
				1 8	713 88	38 92	25 98 8	713 88	2225 279	6937 80	6731 54	- 5837 533	2225 279	6937 80	6731 54	- 5837 533	2225 279	6937 80	6731 54	- 5837 533	- 97 2	- 21 35	23 46	276 24
				1 9	695 98	- 20 96 6	26 41 1	695 98	2225 279	5005 61	4952 63	- 3092 3850	2225 279	5005 61	4952 63	- 3092 3850	2225 279	5005 61	4952 63	- 3092 3850	- 15 15	11 13 4	11 23 6	205 65
				2 0	734 55	- 14 94 2	31 55 5	734 55	2225 279	3492 78	3413 32	- 2269 3551	2225 279	3492 78	3413 32	- 2269 3551	2225 279	3492 78	3413 32	- 2269 3551	- 28 10	78 79	83 65	142 25

Committente : COMUNE DI FANO
 Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"
 Cantiere : Loc. Monteschiattello - Fano (PU)
 Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

VERIFICHE GEOTECNICHE (condizioni drenate)

Verifiche combinazioni di carico statiche

Dati terreno

Terreno	terreno eluviale argilloso
Angolo d'attrito φ	0.349100 [rad]
Coesione c	0.000 [MPa]
Coesione non drenata c_u	0.066 [MPa]
Carico addizionale di superficie q	1670000 [N/m ²]
Profondità D	1.200 [m]
Peso proprio terreno γ	19500 [N/m ³]

Fattori parziale di sicurezza del terreno verifiche a scorrimento

$\gamma_{R,Scor}$	1.000
k_1 fattore riduzione di φ	0.667
k_2 fattore riduzione di c	0.600
k_3 fattore riduzione di c_u	0.600

Fattori parziale di sicurezza del terreno

γ_{top}	1.000
γ_c	1.000
γ_{cu}	1.000

Fattori parziale di sicurezza

Verifica di capacità portante	2.300
Verifica a scorrimento	1.100

Verifiche

	Legenda
B_{eq}	Base del plinto equivalente
H_{eq}	Altezza del plinto equivalente
$H_{trasporto}$	Quota azioni esterne rispetto alla sezione di verifica
Comb.	Combinazione di carico
N	Azione verticale
M_x	Momento flettente M_x
M_y	Momento flettente M_y
Q_{ed}	Carico verticale di progetto
$Q_{rd,T}$	Capacità portante Terzaghi
$Q_{rd,M}$	Capacità portante Mejerhoff
$Q_{rd,EC7}$	Capacità portante EuroCodice 7
$Q_{rd,V}$	Capacità portante Vesic
$Q_{rd,T,PP}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{rd,M,PP}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{rd,EC7,PP}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{rd,V,PP}$	Capacità portante Vesic con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{rd,T,MN,CI}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{rd,M,MN,CI}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{rd,EC7,MN,CI}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{rd,V,MN,CI}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{rd,T,MN,C}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{rd,M,MN,C}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{rd,EC7,MN,C}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{rd,V,MN,C}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
F_x	Azione di scorrimento F_x
F_y	Azione di scorrimento F_y
$H_{ed,d} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$	Azione di scorrimento totale $H_{ed} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

H _{Rd}	Resistenza allo scorrimento
-----------------	-----------------------------

Elemento	B _{Eq} [m]	H _{Eq} [m]	H _{trasporto} [m]	Comb.	N [N]	M _x [Nm]	M _y [Nm]	Q _{Ed} [N]	Q _{Rd,T} [N]	Q _{Rd,M} [N]	Q _{Rd,EC7} [N]	Q _{Rd,V} [N]	F _x [N]	F _y [N]	H _{Ed} [N]	H _{Rd} [N]
12	1.120	2.115	0.600	1	96346	417	-25279	96346	12842134	7293147	6477941	8301162	2654	-622	2726	20761
				10	71524	208	-18285	71524	12842134	7452392	6630467	8489961	1852	-394	1894	15412
				11	63295	500	-12821	63295	12842134	8774012	7835156	10062782	2057	-550	2130	13639
				12	61238	573	-11456	61238	12842134	9157260	8186498	10522554	2109	-589	2189	13196
11	1.187	2.452	0.500	1	118154	361	-2240	118154	15775402	16218235	14814219	18918243	4286	-144	4289	25460
				10	87001	240	-1829	87001	15775402	16172537	14781156	18861385	2969	-94	2970	18747
				11	77301	142	-266	77301	15775402	15768396	14373419	18364362	2906	-50	2907	16657
				12	74876	118	125	74876	15775402	15583387	14190276	18137264	2890	-39	2891	16135
10	1.120	2.115	0.600	1	93833	1081	22833	93833	12842134	7756139	6881598	8849868	-3277	-1034	3436	20220
				10	69833	652	16646	69833	12842134	7879328	7003657	8996183	-2268	-667	2364	15048
				11	62207	770	11797	62207	12842134	9080700	8105648	10431410	-2310	-708	2416	13405
				12	60301	800	10585	60301	12842134	9428929	8426854	10850274	-2321	-718	2429	12994
9	1.414	1.973	0.600	1	117995	13847	-29991	117995	15134803	8696080	8055584	10452798	-560	-6465	6490	25426
				10	86868	9618	-21299	86868	15134803	8967263	8326212	10794386	-404	-4487	4505	18719
				11	77576	8927	-16288	77576	15134803	9702994	9052291	11736318	-189	-4140	4144	16716
				12	75254	8754	-15035	75254	15134803	9915626	9263205	12009946	-136	-4053	4055	16216
8	1.483	2.357	0.525	1	170672	-32	1850	170672	18962956	20089485	19313352	24569987	-1697	10	1697	36777
				10	123215	-20	1241	123215	18962956	20116000	19341778	24604577	-1189	6	1189	26551
				11	106610	-2	1258	106610	18962956	20085479	19320820	24565715	-812	2	812	22973
				12	102459	2	1263	102459	18962956	20075507	19313801	24553120	-718	1	718	22078
7	1.414	1.973	0.600	1	109729	13390	26326	109729	15134803	8913285	8264004	10729582	721	-6312	6353	23645
				10	81355	9312	18856	81355	15134803	9182923	8534290	11069535	511	-4384	4414	17531
				11	74209	8730	14793	74209	15134803	9883135	9228501	11968081	252	-4073	4081	15991
				12	72423	8584	13778	72423	15134803	10080224	9424783	12222178	187	-3995	3999	15606
6	1.505	1.852	0.600	1	129029	-22011	-37313	129029	15126609	7838836	7382826	9437429	-632	7326	7354	27804
				10	94541	-15351	-26408	94541	15126609	8117424	7662178	9788096	-451	5076	5096	20372
				11	83193	-13292	-19919	83193	15126609	8945972	8493297	10847464	-143	4542	4544	17927
				12	80357	-12777	-18297	80357	15126609	9192585	8741852	11164296	-66	4409	4409	17316
5	1.507	2.310	0.525	1	165884	-32	11721	165884	18887352	17667058	16893473	21450426	2963	8	2963	35745
				10	119929	-20	8184	119929	18887352	17767550	16998756	21580500	2050	5	2050	25843
				11	104279	-1	6349	104279	18887352	18079690	17326284	21984770	1526	0	1526	22471
				12	100367	4	5890	100367	18887352	18172483	17423874	22105209	1395	-1	1395	21627
4	1.506	1.851	0.600	1	118366	-20212	31922	118366	15126352	8198142	7741772	9895086	623	6876	6905	25506
				10	87430	-14154	22814	87430	15126352	8469432	8014780	10237052	444	4775	4796	18840
				11	78854	-12567	17720	78854	15126352	9237191	8788158	11222092	134	4355	4357	16992
				12	76710	-12171	16447	76710	15126352	9458254	9011760	11506926	56	4250	4250	16530
3	1.120	2.115	0.600	1	100776	377	27407	100776	12842134	7039101	6251282	8003549	-2649	-48	2650	21716
				10	74591	205	19766	74591	12842134	7206097	6409774	8200678	-1839	-4	1839	16073
				11	65536	592	13825	65536	12842134	8544087	7628710	9791162	-2076	-295	2097	14122
				12	63272	688	12340	63272	12842134	8936234	7987718	10261048	-2136	-367	2167	13634
2	1.187	2.452	0.500	1	118438	277	1080	118438	15775402	15911972	14509011	18541296	-4520	-94	4521	25521
				10	87185	184	1012	87185	15775402	16068776	14671318	18733358	-3132	-61	3133	18787
				11	77437	108	-463	77437	15775402	15421574	14029728	17938920	-3067	-30	3067	16686
				12	75000	89	-832	75000	15775402	15235074	13845296	17710437	-3051	-22	3051	16161
1	1.120	2.115	0.600	1	97711	-1256	24535	97711	12842134	7549462	6697014	8607640	-3380	667	3445	21055
				10	72532	-792	17843	72532	12842134	7672224	6818148	8753263	-2327	415	2364	15629
				11	64222	-950	12627	64222	12842134	8883047	7927314	10198209	-2373	537	2433	13839
				12	62145	-990	11323	62145	12842134	9236390	8252782	10622850	-2384	568	2451	13391

Verifiche combinazioni di carico dinamiche

Dati terreno

Terreno	terreno eluviale argilloso
Angolo d'attrito φ	0.349100 [rad]
Coesione c	0.000 [MPa]
Coesione non drenata c _u	0.066 [MPa]
Carico addizionale di superficie q	1670000 [N/m ²]
Profondità D	1.200 [m]
Peso proprio terreno γ	19500 [N/m ³]

Fattori parziale di sicurezza del terreno verifiche a scorrimento

Y _{R,Scor}	1.000
k ₁ fattore riduzione di φ	0.667
k ₂ fattore riduzione di c	0.600
k ₃ fattore riduzione di c _u	0.600

Fattori parziale di sicurezza del terreno

Y _{1,φ}	1.000
Y _c	1.000

γ_{cu}	1.000
---------------	-------

Fattori parziale di sicurezza

Verifica di capacità portante	2.300
Verifica a scorrimento	1.100

Verifiche

Legenda	
B_{eq}	Base del plinto equivalente
H_{eq}	Altezza del plinto equivalente
$H_{trasporto}$	Quota azioni esterne rispetto alla sezione di verifica
Comb.	Combinazione di carico
N	Azione verticale
M_x	Momento flettente M_x
M_y	Momento flettente M_y
Q_{Ed}	Carico verticale di progetto
$Q_{Rd,T}$	Capacità portante Terzaghi
$Q_{Rd,M}$	Capacità portante Mejerhoff
$Q_{Rd,EC7}$	Capacità portante EuroCodice 7
$Q_{Rd,V}$	Capacità portante Vesic
$Q_{Rd,T,PP}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,M,PP}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,EC7,PP}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,V,PP}$	Capacità portante Vesic con correzione Paolucci-Pecker
$Q_{Rd,T,MN,CI}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,M,MN,CI}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,EC7,MN,CI}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,V,MN,CI}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico+inerziale
$Q_{Rd,T,MN,C}$	Capacità portante Terzaghi con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,M,MN,C}$	Capacità portante Mejerhoff con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,EC7,MN,C}$	Capacità portante EuroCodice 7 con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
$Q_{Rd,V,MN,C}$	Capacità portante Vesic con correzione Maugeri-Novità con effetto cinematico
F_x	Azione di scorrimento F_x
F_y	Azione di scorrimento F_y
$H_{Ed}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$	Azione di scorrimento totale $H_{Ed}=\sqrt{F_x^2+F_y^2}$
H_{Rd}	Resistenza allo scorrimento

Elemento	B_{eq} (m)	H_{eq} (m)	H_{traspo} (m)	Comb.	N (N)	M_x (Nm)	M_y (Nm)	Q_{Ed} (N)	$Q_{Rd,TPP}$ (N)	$Q_{Rd,MPP}$ (N)	$Q_{Rd,EC7PP}$ (N)	$Q_{Rd,V,PP}$ (N)	$Q_{Rd,T,MN,CI}$ (N)	$Q_{Rd,M,MN,CI}$ (N)	$Q_{Rd,EC7,MN,CI}$ (N)	$Q_{Rd,V,MN,CI}$ (N)	$Q_{Rd,T,MN,C}$ (N)	$Q_{Rd,M,MN,C}$ (N)	$Q_{Rd,EC7,MN,C}$ (N)	$Q_{Rd,V,MN,C}$ (N)	F_x (N)	F_y (N)	H_{Ed} (N)	H_{Rd} (N)
12	1.120	2.115	0.600	2	68643	4326	24407	68643	12391492	4057771	3536545	4548053	11861426	3885275	3386080	4354514	7911670	2592765	2259489	2905670	113	2154	2424	14792
				3	64015	12563	15503	64015	11414572	5485715	4720336	6243015	9875132	4749491	4085866	5403763	7911670	3805003	3273388	4329225	164	6460	6661	13794
				4	70480	11635	29648	70480	11496872	1882682	1552273	2072584	10034607	1644754	1355958	1810437	7911670	1296785	1069088	1427416	261	6338	6954	15187
				5	67425	17080	25235	67425	10832325	2373860	1927267	2622770	8790467	1928879	1565619	2130557	7911670	1735398	1408675	1916996	1623	9311	9452	14529
				6	58461	13822	9699	58461	10795746	626916	538138	7190654	8724922	5072539	4351562	5814759	7911670	4598282	3945237	5271837	300	7755	8321	12597
				7	53832	5586	795	53832	11090652	8806662	7690157	10187097	9262171	7360434	6424752	8510721	7911670	6286229	5487543	7269241	57	3449	6707	11600
				8	55050	15820	33	55050	10021782	6150425	5243270	7073703	7412039	4555489	3880766	523529	7911670	4859319	4140960	5586565	62	8016	1017	11862
				9	51996	10375	44	51996	10231958	5233665	4363444	5925355	775463	3972113	3309660	4494243	7911670	4050187	3375571	4583798	570	5043	9038	11204
				13	70293	4831	26169	70293	12323348	2587683	3108239	4008501	11716497	3412147	2956035	3812178	7911670	2305151	1996898	2575216	143	2458	2844	15147
				14	64636	14595	15562	64636	11160909	5186954	4429376	5896416	9393107	4369373	3730091	4965406	7911670	3679663	3141458	4181850	178	7564	7771	13928
				15	72535	13801	32758	72535	11249589	1191197	961722	1300547	955978	1013429	818123	1106341	7911670	838566	676968	915460	367	7459	8316	15630
				16	68720			68720	1045	1692	1338	1851	8135	1318	1042	1441	7911	1281	1013	1401			11	14

				6	99	00	27	99	8427	111	363	271	252	273	422	878	670	289	272	571	2	10	11	82
				1	578	15	96	578	1046	5743	4884	6570	8154	4478	3807	5121	7911	4343	3692	4967	2	8	93	12
				1	521	60	96	521	1089	7738	6672	8893	8894	6326	5452	7267	7911	5626	4849	6463	6	37	71	11
				1	536	18	25	536	9258	4490	3706	5085	6258	3041	2508	3441	7911	3840	3168	4347	7	95	11	56
				2	499	12	75	499	9562	3520	2818	3913	6700	2471	1977	2745	7911	2915	2333	3239	8	61	10	76
11	1	2	0	2	789	61	76	789	1505	1218	1100	1410	1422	1151	1039	1332	9718	7866	7102	9102	2	35	35	17
				3	788	70	76	788	1493	1185	1066	1371	1395	1108	9972	1281	9718	7717	6944	8926	2	41	41	16
				4	762	22	20	762	1263	9007	7797	1043	9635	6877	5949	7961	9718	6932	5999	8027	2	12	13	16
				5	738	22	25	738	1230	7699	6553	8843	9094	5699	4846	6540	9718	6085	5177	6986	4	13	13	15
				6	708	73	79	708	1400	8961	7791	1024	1209	7745	6731	8855	9718	6223	5409	7116	6	42	74	15
				7	707	58	78	707	1411	9245	8061	1057	1231	8071	7036	9231	9718	6367	5550	7282	6	34	69	15
				8	759	22	23	759	1258	8866	7661	1026	9556	6740	5820	7795	9718	6849	5916	7924	2	12	13	16
				9	734	21	23	734	1238	7888	6730	9069	9228	5885	5017	6760	9718	6193	5281	7117	3	12	13	15
				1	794	74	84	794	1490	1149	1032	1327	1391	1072	9633	1239	9718	7493	6730	8657	5	43	43	17
				1	793	82	85	793	1478	1119	1002	1293	1365	1034	9260	1194	9718	7360	6590	8500	1	48	48	17
				1	764	26	23	764	1189	7777	6630	8964	8446	5534	4713	6373	9718	6362	5421	7329	2	15	15	16
				1	737	26	28	737	1147	6558	5483	7487	7838	4487	3747	5117	9718	5557	4644	6341	4	15	16	15
				1	704	85	88	704	1379	8279	7142	9444	1170	7029	6061	8014	9718	5835	5031	6653	6	49	81	15
				1	702	71	87	702	1392	8540	7289	9745	1193	7328	6339	8359	9718	5965	5160	6805	6	42	76	15
				1	760	26	25	760	1183	7651	6510	8811	8359	5415	4602	6229	9718	6289	5348	7239	2	15	15	16
				2	733	25	26	733	1156	6707	5620	7664	7955	4625	3871	5279	9718	5643	4726	6445	4	15	15	15
10	1	2	0	2	632	11	14	632	1148	5921	5123	6757	1002	5167	4470	7911	4080	3529	4655	1	59	62	13	
				3	678	33	23	678	1251	4544	3990	5108	1212	4403	3867	4949	7911	2875	2524	3231	7	16	17	14
				4	541	15	92	541	9977	5847	4955	6701	7341	4309	3648	4935	7911	4640	3930	5316	6	77	10	11
				5	509	10	52	509	1013	4845	4007	5464	7590	3635	3005	4097	7911	3787	3130	4268	7	50	91	10
				6	527	51	22	527	1107	8504	7399	9813	9230	7094	6170	8183	7911	6080	5288	7013	5	31	66	11
				7	573	13	88	573	1080	6504	5597	7472	8738	5266	4529	6047	7911	4766	4100	5474	3	75	81	12
				8	696	12	28	696	1144	2080	1717	2294	9941	1808	1492	1994	7911	1439	1187	1587	2	66	70	14
				9	664	17	24	664	1079	2525	2053	2794	8720	2043	1660	2260	7911	1852	1506	2050	1	93	94	14
				1	638	13	14	638	1124	5613	4822	6400	9558	4773	4100	5441	7911	3950	3393	4503	2	69	73	13

				5	100 887	48 40	45 00	100 887	1874 8727	1799 9114	1727 0820	2197 7333	1848 9894	1775 1189	1703 3036	2167 4752	1167 8609	1121 4591	1076 1386	1369 4012	3 9 6	- 11 04	11 73	21 74 0				
				6	962 69	14 01	11 96 2	962 69	1832 1425	1484 1634	1396 9050	1787 0965	1756 3759	1423 0444	1339 3364	1713 4384	1167 8609	9465 339	8908 033	1139 6104	3 2 6 7	- 31 2	32 82	20 74 4				
				7	960 81	- 15 12	12 00 3	960 81	1831 5153	1479 7337	1392 5060	1781 6319	1755 0344	1418 2026	1334 5583	1707 4819	1167 8609	9440 343	8883 034	1136 5164	3 2 8 7	35 5	33 06	20 70 4				
				8	104 032	- 48 35	- 17 22	104 032	1855 8104	1817 0753	1740 5615	2220 4698	1807 3816	1769 7699	1695 2572	2162 6763	1167 8609	1143 8069	1095 6692	1397 7736	- 1 9 7 6	11 05	22 64	22 41 7				
				9	100 261	- 48 70	46 34	100 261	1874 0419	1791 6516	1718 6274	2187 1751	1847 1664	1766 0166	1694 0478	2155 8946	1167 8609	1116 8137	1071 3480	1363 4296	4 6 4 4	11 18	12 10	21 60 5				
				1 3	109 943	18 18	11 17 5	109 943	1798 2294	1457 7723	1364 4290	1753 9876	1684 5946	1366 0613	1278 4936	1643 5055	1167 8609	9472 891	8865 056	1139 5973	- 5 5 1 8	- 42 4	56 34	23 69 1				
				1 4	109 740	- 16 79	11 12 8	109 740	1798 5468	1460 2990	1366 8525	1757 0269	1685 2592	1368 7253	1281 0423	1646 7105	1167 8609	9487 625	8879 228	1141 3696	- 5 5 9 3	37 7	56 06	23 64 7				
				1 5	105 013	58 50	- 24 53	105 013	1849 3653	1768 4327	1691 4672	2159 5198	1793 4195	1715 0747	1640 4347	2094 3679	1167 8609	1117 1006	1068 4905	1364 1618	- 2 7 5	- 13 41	26 41	22 62 9				
				1 6	100 583	58 09	50 71	100 583	1869 4443	1756 0686	1683 0557	2143 1620	1837 0935	1725 7544	1654 0118	2106 1785	1167 8609	1097 3479	1051 7645	1339 2923	6 1 4	- 13 27	14 62	21 67 4				
				1 7	951 79	16 84	13 90 5	951 79	1815 9610	1382 7170	1293 5517	1658 9089	1721 9315	1311 4555	1226 8181	1573 3145	1167 8609	8897 575	8322 763	1067 3296	4 0 1 3	- 37 5	40 31	20 50 9				
				1 8	949 75	- 18 13	13 95 3	949 75	1815 1732	1377 5622	1288 4468	1652 5598	1720 2633	1305 8720	1221 3258	1566 4583	1167 8609	8868 280	8293 530	1063 7080	4 0 3 8	42 6	40 60	20 46 6				
				1 9	104 336	- 58 05	- 22 94	104 336	1850 4561	1775 6390	1698 9725	2168 8258	1795 7787	1723 3068	1648 9045	2104 9135	1167 8609	1120 9854	1072 5966	1369 2303	- 2 1 9 4	13 28	25 65	22 48 3				
				2 0	999 06	- 58 45	52 30	999 06	1868 3186	1746 0349	1672 7762	2130 3461	1834 6314	1714 6316	1642 6998	2092 0428	1167 8609	1091 7428	1045 9738	1332 0892	6 9 5	13 43	15 12	21 52 8				
				7	1 41 4	1 97 3	0 60 0	2	769 05	- 27 22	61 13	769 05	1368 6587	1263 1698	1182 1652	1542 0281	1209 1891	1116 6176	1044 8211	1362 9037	9321 579	8608 340	8054 721	1050 6897	- 6 1 4 2	33 42	69 92	16 57 2
				3	783 20	- 55 32	13 37 3	783 20	1404 1588	1060 1362	9881 162	1285 4536	1280 4108	9671 541	9013 523	1172 5868	9321 579	7042 300	6562 886	8537 802	- 3 3 0	41 29	54 97	16 87 7				
				4	716 21	10 05 6	14 32	716 21	1371 3064	1160 7391	1099 0461	1430 9484	1214 4214	1028 4999	9737 102	1267 8036	9321 579	7894 916	7474 247	9731 753	- 5 5 0 8	- 32 66	64 03	15 43 3				
				5	685 07	18 19 8	46 79	685 07	1307 8956	9372 844	8818 017	1152 8619	1092 7445	7838 476	7372 409	9639 130	9321 579	6685 271	6288 127	8221 390	- 2 4 5 3	- 81 44	85 05	14 76 2				
				6	665 26	24 41 8	16 93 9	665 26	1136 4770	4067 155	3517 863	4738 135	8035 608	2882 381	2491 282	3355 464	9321 579	3339 777	2887 675	3889 354	4 0 2	12 91 7	13 5	14 33 5				
				7	679 41	21 60 7	24 19 9	679 41	1137 7437	2920 071	2426 890	3323 403	8054 784	2072 267	1721 228	2357 009	9321 579	2395 287	1990 136	2725 277	6 5 4	12 13 1	13 78 8	14 64 0				
				8	763 39	68 7	25 63 2	763 39	1455 4573	7019 228	6427 971	8308 375	1387 2879	6692 653	6128 609	7921 380	9321 579	4499 208	4119 723	5324 783	5 8 5	- 64 5	29 37	16 45 0				
				9	732 25	88 29	28 88 0	732 25	1333 3612	4049 373	3522 602	4683 346	1140 6903	3468 393	3016 507	4010 403	9321 579	2833 966	2464 798	3276 921	5 9 2 0	- 55 23	80 96	15 77 9				
				1 3	779 36	- 43 56	47 89	779 36	1334 1313	1239 3223	1156 8174	1513 0263	1142 1595	1061 7800	9908 193	1295 9557	9321 579	8664 910	8086 049	1057 6224	- 7 4 9 0	41 95	85 84	16 79 4				
				1 4	795 24	- 76 90	13 38 8	795 24	1377 9305	1017 4224	9448 541	1232 9529	1227 5681	9069 482	8421 205	1098 9035	9321 579	6887 550	6395 082	8345 107	- 4 4 8 8	51 18	68 07	17 13 6				
				1 5	716 68	10 36 1	- 99 6	716 68	1346 9006	1033 5351	9678 201	1264 1555	1166 6874	8959 029	8387 617	1095 6118	9321 579	7157 839	6701 371	8753 490	- 6 5 5	- 32 18	73 92	15 44 3				
				1 6	678 84	19 64 1	26 44	678 84	1287 7618	9444 161	8922 342	1166 1192	1055 7280	7750 634	7320 050	9567 706	9321 579	6841 562	6462 020	8446 063	- 2 9 3 8	- 86 48	91 34	14 62 8				
				1 7	653 22	26 57 6	16 92 4	653 22	1078 5999	3485 572	2972 306	4026 996	7194 702	2331 190	1986 255	2691 067	9321 579	3015 925	2570 853	3483 098	4 9 0 0	- 13 90 7	14 74 5	14 07 6				
				1 8	669 10	23 24 1	25 52 3	669 10	1074 6905	2240 187	1807 585	2511 475	7140 389	1492 541	1203 539	1672 163	9321 579	1945 485	1569 340	2180 429	7 9 2 2	- 12 98 3	15 19 9	14 41 8				
				1 9	769 62	- 75 5	27 66 7	769 62	1447 4421	6313 784	5746 603	7441 749	1370 2897	5979 586	5442 108	7047 371	9321 579	4069 646	3703 580	4795 974	3 3 5	- 14 0	33 53	16 58 4				

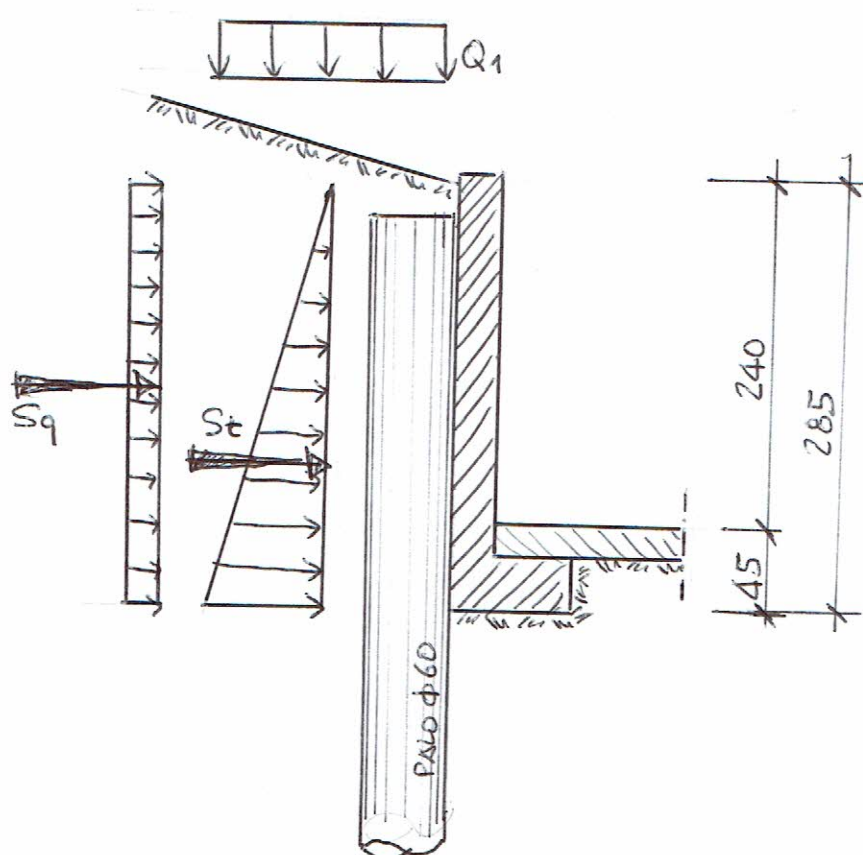
					2	731	85	31	731	1310	3262	2787	3736	1096	2735	2336	3131	9321	2323	1985	2660	0			
					0	78	25	30	78	1504	262	589	256	9391	192	642	773	579	683	189	736	7	7		
					2	735	27	28	735	1124	2654	2258	3010	7864	1861	1582	2108	9315	2201	1872	2495	6	13	15	15
6	1	1	0		2	29	30	38	29	8202	994	527	081	136	117	218	672	743	677	338	355	7	6	28	84
					3	753	29	22	753	1156	3761	3348	4385	8338	2719	2419	3168	9315	3035	2701	3536	3	14	14	16
					4	755	14	31	755	1309	3704	3262	4268	1096	3106	2735	3578	9315	2637	2322	3038	6	68	92	16
					5	791	56	28	791	1447	6554	6088	7766	1371	6212	5770	7360	9315	4221	3921	5001	3	14	33	17
					6	853	16	17	853	1406	1038	9786	1253	1285	9494	8947	1145	9315	6884	6487	8307	3	7	58	18
					7	871	80	11	871	1372	1136	1079	1383	1217	1009	9579	1228	9315	7718	7327	9395	6	40	76	18
					8	816	22	11	816	1337	8401	8055	1032	1149	7226	6928	8880	9315	5855	5613	7195	2	9	82	17
					9	851	13	87	851	1388	1103	1068	1365	1250	9935	9620	1229	9315	7403	7168	9164	6	28	67	18
					1	741	29	30	741	1079	2155	1793	2412	7212	1444	1200	1615	9315	1862	1548	2084	7	14	16	15
					1	722	31	21	722	1090	3315	2921	3835	7370	2246	1977	2596	9315	2834	2496	3278	4	3	15	15
					1	814	15	37	814	1305	3014	2619	3441	1089	2518	2187	2874	9315	2153	1870	2458	7	71	10	17
					1	857	53	24	857	1444	5723	5273	6733	1364	5409	4983	6363	9315	3695	3404	4347	3	94	38	18
					1	884	33	19	884	1387	1008	9441	1211	1247	9071	8492	1089	9315	6774	6342	8139	4	56	70	19
					1	865	10	96	865	1343	1161	1098	1411	1160	1003	9495	1219	9315	8059	7624	9793	7	5	90	18
					1	749	22	60	749	1303	8660	8518	1050	1084	7215	7095	8746	9315	6196	6093	7511	3	87	94	16
					2	792	12	25	792	1359	1120	1085	1388	1191	9824	9515	1217	9315	7683	7441	9520	7	1	25	17
5	1	2	0		2	944	12	47	944	1839	1729	1651	2101	1780	1673	1599	2034	1163	1093	1045	4	26	25	20	
					3	942	14	48	942	1838	1723	1646	2095	1778	1667	1592	2027	1163	1090	1041	1325	2	31	25	20
					4	989	44	88	989	1869	1842	1777	2254	1846	1819	1755	2226	1163	1146	1106	1403	3	96	10	21
					5	102	45	99	102	1835	1557	1481	1886	1771	1503	1430	1820	1163	9874	9395	1196	7	98	29	22
					6	106	14	77	106	1788	1289	1202	1541	1672	1206	1125	1441	1163	8395	7827	1003	5	32	55	22
					7	106	12	72	106	1788	1292	1204	1544	1672	1208	1127	1444	1163	8408	7839	1004	5	26	55	22
					8	982	44	30	982	1869	1847	1782	2260	1846	1824	1760	2233	1163	1149	1109	1407	2	98	10	21
					9	101	44	97	101	1836	1562	1487	1893	1773	1509	1436	1829	1163	9904	9427	1200	2	7	28	21
					1	934	15	67	934	1823	1620	1539	1962	1746	1552	1474	1879	1163	1034	9823	1252	3	31	32	20
					1	932	17	68	932	1822	1613	1532	1954	1744	1545	1467	1871	1163	1030	9786	1247	3	38	32	20
					1	986	53	25	986	1867	1844	1781	2260	1840	1818	1756	2228	1163	1149	1110	1408	1	-	11	21

				5	60	44	92	60	0321	8318	2843	0948	8102	9738	3357	4417	1783	6148	1111	5185	4	11	67	26
				1	102	54	10	102	1829	1519	1444	1839	1760	1462	1389	1770	1163	9664	9183	1169	3	-	32	22
				1	107	17	19	107	1775	1216	1128	1448	1645	1127	1045	1343	1163	7973	7395	9497	6	-	63	23
				1	107	-	19	107	1775	1218	1130	1451	1645	1129	1048	1345	1163	7988	7409	9514	6	31	63	23
				1	978	-	23	978	1866	1849	1786	2266	1839	1823	1760	2234	1163	1152	1113	1412	5	11	11	21
				2	102	53	10	102	1831	1526	1450	1848	1762	1469	1397	1779	1163	9699	9220	1174	2	11	31	21
4	1	1	0	2	706	28	19	706	1150	3972	3555	4645	8248	2855	2554	3337	9315	3221	2882	3766	3	13	13	15
				3	721	26	27	721	1142	2852	2446	3248	8129	2035	1744	2316	9315	2329	1996	2651	6	13	14	15
				4	726	20	66	726	1320	9002	8692	1112	1116	7619	7356	9418	9315	6357	6138	7858	2	80	85	15
				5	758	12	35	758	1375	1189	1159	1481	1224	1059	1032	1318	9315	8061	7854	1003	5	28	65	16
				6	812	68	89	812	1371	1188	1131	1450	1215	1053	1003	1285	9315	8076	7693	9858	6	36	72	17
				7	827	12	16	827	1410	1052	9938	1271	1294	9661	9124	1167	9315	6952	6566	8401	3	41	54	17
				8	776	14	32	776	1326	3800	3365	4389	1127	3235	2864	3736	9315	2673	2366	3086	6	64	88	16
				9	807	60	29	807	1450	6431	5976	7619	1376	6109	5676	7237	9315	4135	3842	4898	3	13	33	17
				1	696	30	19	696	1096	3503	3104	4067	7448	2386	2113	2768	9315	2980	2640	3459	4	14	15	14
				1	712	27	28	712	1084	2303	1928	2586	7286	1551	1297	1741	9315	1980	1657	2223	7	14	15	15
				1	721	45	45	721	1300	8799	8621	1063	1079	7310	7161	8834	9315	6309	6181	7626	3	85	92	15
				1	759	12	11	759	1355	1079	1042	1334	1184	9441	9117	1166	9315	7425	7170	9176	6	26	74	16
				1	822	92	77	822	1343	1195	1133	1455	1161	1033	9804	1258	9315	8291	7866	1009	7	47	85	17
				1	838	32	16	838	1388	1038	9743	1249	1248	9344	8770	1124	9315	6970	6542	8392	3	53	66	18
				1	774	14	35	774	1304	2149	2742	3601	1087	2629	2288	3005	9315	2251	1960	2573	5	66	97	16
				2	812	48	31	812	1441	5900	5440	6948	1359	5565	5131	6553	9315	3815	3518	4492	3	84	37	17
3	1	2	0	2	604	14	97	604	1081	6362	5475	7308	8754	5156	4435	5921	7911	4658	4008	5350	3	78	85	13
				3	558	61	13	558	1112	8989	7877	1042	9325	7541	6605	8738	7911	6397	5603	7413	5	33	68	12
				4	693	17	25	693	1090	2629	2151	2915	8914	2152	1760	2386	7911	1910	1562	2117	1	-	94	14
				5	724	12	29	724	1157	2087	1732	2303	1019	1839	1526	2029	7911	1427	1184	1575	2	62	67	15
				6	707	45	25	707	1232	3807	3303	4259	1172	3621	3141	4051	7911	2445	2121	2735	1	25	28	15
				7	661	13	17	661	1135	5013	4284	5681	9769	4315	3686	4889	7911	3494	2985	3959	2	70	71	14

				8	54104	10533	-2785	54104	10351418	5989289	5055252	6826093	7953803	4608124	3887154	5248699	7911670	4581284	3865441	5219427	-7234	5452	9058	11659
				9	57190	16292	2013	57190	10093738	6868669	5918446	7950496	7528078	5129855	4416989	5933562	7911670	5387933	4640694	6234059	-5823	8563	10356	12323
				13	59795	16553	9770	59795	10520764	5854307	4997587	6710393	8242204	4591972	3917924	5260617	7911670	4405855	3759852	5048403	-3257	-8874	9453	12885
				14	54197	6449	-222	54197	10964509	8078718	7005604	9313336	9029915	6659135	5772104	7673393	7911670	5833209	5056737	6722414	62005	-3592	7169	11679
				15	70718	20820	27588	70718	10537816	1954857	1561103	2148210	8271622	1536733	1226876	1688241	7911670	1469068	1172967	1614075	18511	10957	11112	15239
				16	74484	14374	32868	74484	11331921	1428416	1162422	1564711	9716489	1226085	997667	1342918	7911670	998239	812277	1093373	32800	-7460	8149	16050
				17	72347	4935	27370	72347	12279347	3435521	2967126	3833498	11623404	3253189	2809524	3629842	7911670	2215322	1913093	2471643	50507	2783	3165	15590
				18	66749	15029	17377	66749	11120330	4785440	4059985	5418401	9317345	4013421	3403983	4542797	7911670	3407299	2890067	3856966	-1442	8066	8194	14383
				19	52060	12860	-5721	52060	9725293	4274065	3484710	4794570	6947076	3058475	2491858	3428410	7911670	3480114	2836374	3902471	79978	6651	10387	11218
				20	55825	19306	441	55825	9364594	5173934	4334497	5908017	6410098	3548206	2969809	4047914	7911670	4375024	3663631	4993611	65449	10149	12078	12029
2	187	2452	0500	2	70975	7161	-9610	70975	13904649	8271480	7140162	9424489	11905241	7087814	6116411	8072937	9718170	5785251	4992535	6589577	6634	-4146	7823	15294
				3	70855	5887	-9556	70855	14001636	8491600	7347944	9677454	12091112	7338471	6348210	8360496	9718170	5897984	5102198	6719532	6593	3466	7449	15268
				4	73975	22005	-3605	73975	12352335	7527144	6393043	8631339	9170689	5596940	4749861	6412680	9718170	5926968	5031751	6793337	44000	-12806	13541	15940
				5	76425	21682	1596	76425	12698967	9230865	8011104	10705386	9741243	7089953	6148591	8216367	9718170	7069511	6132674	8195141	-2446	-12617	12851	16468
				6	79144	6083	7727	79144	15072722	12154539	10976753	14063651	14253950	11496518	10381778	13301178	9718170	7839985	7079216	9069778	119	-3515	3517	17054
				7	79024	6965	7780	79024	14949224	11838421	10656680	13693403	13994616	11085128	9977681	12820721	9718170	7699377	6929633	8904043	-78	4097	4098	17028
				8	73574	21486	-3426	73574	12415522	7670261	6526570	8801516	9272946	5737392	4878082	6578242	9718170	6008870	5110672	6891979	42666	12568	13272	15854
				9	76025	21809	1775	76025	12644776	9090462	7875356	10534688	9650502	6946949	6013862	8044497	9718170	6991885	6054626	8099072	2311	12757	12965	16382
				13	70509	8382	10351	70509	13716191	7684344	6584715	8734293	11548991	6476161	5547401	7358079	9718170	5448643	4667538	6191067	69924	-4854	8456	15194
				14	70374	7172	10303	70374	13818400	7888646	6777417	8969265	11741393	6708738	5761756	7624861	9718170	5552057	4768571	6310554	68886	4211	8071	15165
				15	73857	26172	-3818	73857	11544751	6435114	5369519	7335638	7932874	4430508	3693101	5045246	9718170	5421974	4521977	6177682	4484	15221	15867	15915
				16	76591	25868	1830	76591	11965165	7997440	6837596	9230992	8561226	5731911	4895932	6609612	9718170	6501118	5555574	7500181	23354	-15042	15225	16504
				17	79625	7368	8474	79625	14921075	11511731	10344476	13302050	13935856	10754408	9663017	12425557	9718170	7501169	6739401	8666001	1744	-4259	4263	17158
				18	79490	8186	8521	79490	14802961	11227274	10057271	12968641	13690734	10386900	9303371	11996290	9718170	7374373	6604625	8516282	212	4805	4810	17129
				19	73408	25672	-3659	73408	11602394	6544466	5469580	7465270	8016963	4530794	3782838	5162952	9718170	5486683	4583338	6255587	4357	14994	15614	15818
				20	76143	25976	1988	76143	11898763	7865280	6711225	9070511	8459662	5601613	4775030	6453593	9718170	6429421	5483356	7410954	2228	15172	15335	16408
1	1	2	0	2	545	-	49	545	1107	8590	7492	9930	9236	7169	6250	8283	7911	6139	5353	7094	-	32	68	11

	12	11	60		81	58	8	81	6881	852	434	223	640	292	162	652	670	862	151	817	6	47	46	76
	0	5	0			45															0			1
				3	591	14	88	591	1077	6554	5650	7542	8682	5288	4556	6082	7911	4817	4151	5541	-	77	85	12
					84	33	14	84	2214	807	052	204	920	979	859	825	670	658	362	563	3	16	05	75
				4	528	10	-	528	1026	5556	4653	6307	7804	4232	3541	4800	7911	4287	3589	4864	-	53	91	11
					96	36	37	96	2230	944	529	046	654	093	903	310	670	621	288	582	7	67	09	39
						4	44														3			8
				5	560	15	93	560	1005	6527	5590	7527	7467	4853	4154	5593	7911	5138	4399	5924	-	10	12	
					53	76	6	53	6543	043	078	323	941	869	069	665	670	975	509	163	6	25	8	07
						6															0	81		9
				6	651	12	16	651	1143	5467	4701	6216	9918	4745	4079	5394	7911	3784	3254	4302	-	66	66	14
					06	16	09	06	7234	588	763	699	894	312	714	104	670	922	061	449	1	67	79	02
						0	7														6			9
				7	697	36	24	697	1245	4320	3779	4848	1198	4160	3639	4669	7911	2747	2402	3082	-	21	15	
					08	67	41	08	1163	088	061	626	9076	747	559	605	670	095	822	802	2	19	45	02
							3														8			1
				8	682	17	23	682	1083	2785	2280	3093	8790	2263	1852	2513	7911	2036	1666	2261	8	95	95	14
					37	94	97	37	2432	597	411	896	659	391	402	134	670	331	704	218	0	31	65	70
						4	5														7			4
				9	713	12	28	713	1151	2305	1914	2550	1007	2018	1676	2232	7911	1585	1316	1752	2	66	69	15
					94	54	65	94	7671	910	704	038	5147	903	184	332	670	393	262	990	1	16	46	38
						3	5														5			4
				1	529	-	-	529	1093	7739	6682	8897	8984	6361	5490	7310	7911	5600	4834	6437	-	33	70	11
					02	60	10	02	9337	016	402	359	004	515	585	373	670	890	635	045	6	84	78	40
						7	7														2			0
				1	585	16	88	585	1049	6040	5167	6935	8199	4724	4039	5421	7911	4556	3896	5230	-	87	93	12
					31	18	40	31	6027	770	550	557	652	883	695	749	670	874	835	040	3	13	34	61
						8															4			3
				1	508	12	-	508	9605	3877	3129	4328	6765	2736	2206	3051	7911	3196	2578	3566	-	10	10	
					35	76	66	35	636	671	120	060	446	173	421	720	670	746	745	746	8	66	43	10
						4	44														0	30	3	95
				1	546	18	-	546	9306	4858	4038	5524	6326	3309	2748	3759	7911	4134	3435	4698	-	11	11	
					92	78	15	92	487	678	819	068	544	275	354	016	670	153	099	319	6	98	97	78
						8	00														7	84	5	5
				1	657	14	16	657	1121	5241	4478	5955	9486	4439	3791	5042	7911	3701	3162	4205	-	77	77	14
					59	01	07	59	0415	491	250	657	044	185	685	471	670	917	095	210	1	74	02	17
						0	1														8	64		0
				1	713	38	25	713	1242	3959	3452	4433	1193	3803	3315	4258	7911	2523	2199	2825	9	21	23	15
					88	92	98	88	3883	828	058	990	0630	609	761	889	670	602	785	442	7	35	46	38
							8														2			3
				1	695	20	26	695	1046	2092	1671	2302	8138	1630	1302	1793	7911	1584	1265	1742	1	11	11	14
					98	96	41	98	0348	410	965	717	534	437	439	736	670	077	546	945	5	13	23	99
						6	1														1	4	6	7
				2	734	14	31	734	1126	1637	1332	1796	9582	1394	1135	1530	7911	1151	9371	1263	2	78	83	15
					55	94	55	55	1708	125	807	764	919	595	221	371	670	215	21	318	8	79	65	82
						2	5														1			8

PROGETTO E VERIFICA MURO DI SOSTEGNO + PALI Φ 60



Per tutte le verifiche deve essere rispettata la condizione $R_d/E_d \geq 1$, essendo:

- R_d = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico;
- E_d = valore di progetto dell'azione o del suo effetto.

1) Momento spingente di calcolo $M_{Sd} = E_d$ (sfavorevole)

È determinato dalle spinte esercitate dal terrapieno e dal sovraccarico variabile.

I parametri geotecnici vengono trasformati in parametri di calcolo tramite i coefficienti parziali γ_M :

- angolo di attrito: $\text{tg}\phi' = \text{tg}\phi/\gamma_{\phi} = \text{tg}20^\circ/1,25 \approx 0,2912$ e quindi $\phi' \approx 16^\circ,23$
- peso per unità di volume del terreno: $\gamma_t = \gamma_{t0}/1,0 = 19,50/1,0 = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Spinte di calcolo

- Spinta dovuta al terreno:

$$St = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot h^2 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \phi'/2) = \frac{1}{2} \cdot 19,50 \cdot 2,85^2 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - 16,23^\circ/2) \approx 44,60 \text{ kN}$$

- Spinta dovuta al sovraccarico variabile:

$$Sq = q \cdot h \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \phi'/2) = 1 \cdot 2,85 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - 16,23^\circ/2) \approx 1,60 \text{ kN}$$

Questi valori delle spinte devono essere ampliati moltiplicandoli per i coefficienti parziali γF per ottenere le spinte di calcolo:

$$S_{t,d} = S_t \cdot \gamma G_1 = 44,60 \times 1,1 \approx 49,06 \text{ kN}$$

$$S_{q,d} = S_q \cdot \gamma Q = 1,60 \times 1,5 \approx 2,40 \text{ kN}$$

Distanze di applicazione dal punto E:

$$d_t = H/3 = 2,85/3 \approx 0,95 \text{ m}$$

$$d_q = H/2 = 2,85/2 \approx 1,43 \text{ m}$$

– Momento spingente di calcolo

$$M_{sd} = E_d = S_{t,d} \cdot d_t + S_{q,d} \cdot d_q = 49,06 \cdot 0,95 + 2,40 \cdot 1,43 \approx 50,04 \text{ kNm}$$

Progetto delle armature metalliche

Nella realtà la spinta della terra viene assorbita dai pali trivellati aventi diametro $D = \text{cm.}60$ posti ad un interasse di $\text{cm.}120$ uno dall'altro. I pali sono armati con $n^\circ 10 \Phi 18$ e staffe $\Phi 8/20$ ".

Dalla norma ACI 318 al paragrafo 11.2.3, il palo $\Phi 60$ può essere considerato come una sezione rettangolare con altezza utile della sezione equivalente pari a $0,80$ volte il diametro della sezione di calcestruzzo e la base pari al diametro.

Calcolo di predimensionamento a flessione:

$$A_s = M / (0,9 \cdot h \cdot f_{yd}) = 500,4 / (0,9 \cdot 48,0 \cdot 3,913) = 2,96 \text{ cmq/ml.}$$

dove:

A_s = area dell'armatura tesa

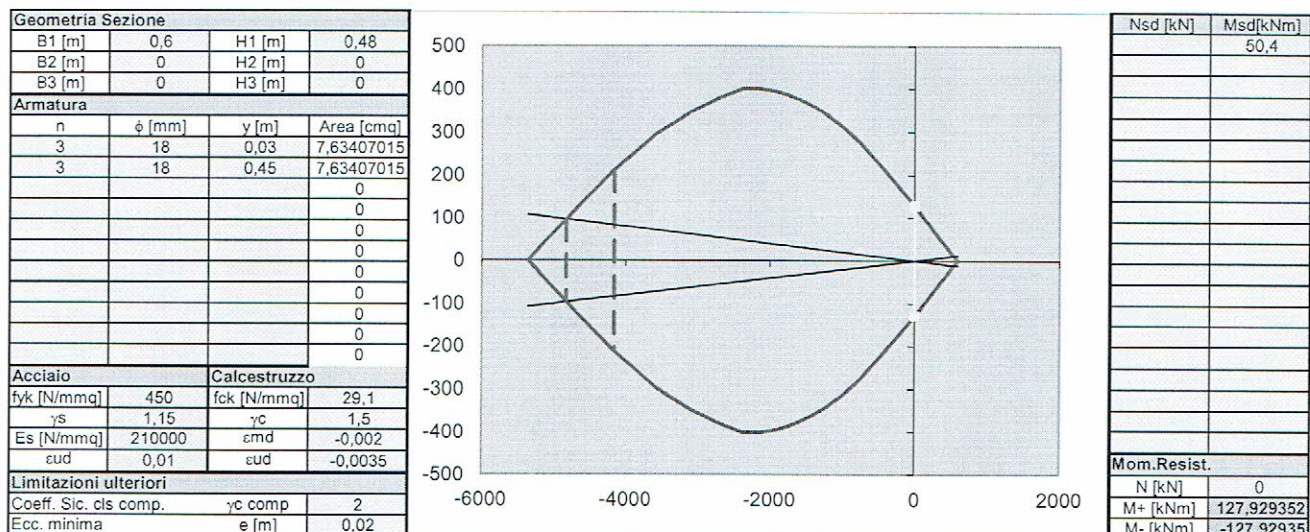
h = altezza utile della sezione = $\text{cm.}60 \times 0,80 = \text{cm.}48$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391,3 \text{ N/mm}^2$

L'armatura metallica necessaria per una lunghezza di $\text{cm.}120$ è: $A_s = 2,96 \times 1,20 = 3,55 \text{ cmq}/120$ ".

Come già detto l'armatura longitudinale di un palo è uguale a $10 \Phi 18$, cioè $A_s = 10 \times 2,54 = 25,4 \text{ cmq} \gg \gg \gg 2,96 \text{ cmq}$ (verificato)

Verifica a flessione:



MATERIALI ADOTTATI IN FONDAZIONE

- Magrone di cls classe C12/15 (ex R'ck = 150 kg/cmq)
- Calcestruzzo per fondazioni e pali classe C25/30 (ex R'ck = 300 kg/cmq)
- Calcestruzzo per muri classe C28/35 (ex R'ck = 350 kg/cmq)
- Acciaio ad adherenza migliorata B450C

RISULTATI DELLE ANALISI E LORO COMMENTO

Dalle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte, risulta che i valori di verifica sono accettabili e pertanto il progetto proposto è realizzabile.

Si prescrive:

- in corso d'opera si deve riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale;
- la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geomeccaniche del terreno di fondazione.