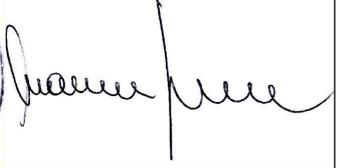


 <p>INGEGNERIA E PROGETTAZIONE</p>	<p>STUDIO TECNICO DOTT. ING. MAURIZIO GIROLDI VIA CAIROLI 26 - 21016 LUINO (VA) telefono: +39 0332536014 e-mail: studio@studiogiroldi.com PEC: maurizio.giroldi@ingpec.eu www.studiogiroldi.com</p>	 
<p>ATS INSUBRIA</p> <p>COMMITTENTE</p>	<p>B</p> <p>N. ELABORATO</p>	
<p>CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE E RIQUALIFICAZIONE DEL PADIGLIONE DANSI A VARESE, IN VIA O. ROSSI N. 9</p> <p>PRATICA</p>		
<p>RELAZIONE TECNICA STRUTTURE</p> <p>OGGETTO</p>	<p>09/2024</p>	
	<p>DATA</p>	

D.P.R. 380/2001 art. 65

**DENUNCIA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO NORMALE
O PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA**

RELAZIONE GENERALE E RELAZIONE DI CALCOLO

Il sottoscritto dott. ing. Maurizio Gioldi, con studio in Luino, via Cairoli n. 26, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Varese col n. 1774 di posizione, è incaricato della progettazione delle strutture in c.a. semplice per Consolidamento strutturale e riqualificazione del Padiglione Dansi presso l'ex ONP di Varese, via O. Rossi n. 9, proprietà ATS Insubria.

QUADRO NORMATIVO

Si riporta di seguito il quadro normativo di riferimento:

D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

L'esecuzione dei calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle seguenti norme:

Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018) e successiva circolare esplicativa.

MATERIALI

Calcestruzzi

R_{ck} = Resistenza caratteristica cubica
 f_{ck} = Resistenza caratteristica cilindrica = $R_{ck} \times 0.83$
 f'_{cd} = Resistenza di calcolo cilindrica = $\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$
 α_{cc} = coefficiente riduttivo = 0.85
 γ_c = coefficiente di sicurezza = 1.5

Calcestruzzo fondazioni e strutture fuori terra

Classe del calcestruzzo
Classe di esposizione

C30/37
XC2

Resistenza caratteristica cubica	≥ 37.00 MPa
Resistenza caratteristica f_{ck}	30.00 MPa
Resistenza media a trazione semplice f_{ctm}	2.61 MPa
Resistenza di calcolo a compressione $f'_{cd} = \alpha \times f_{ck} / \gamma_c$	15.36 MPa
Modulo elastico E_c	32300 MPa
Copriferro c	35 mm

Acciaio

f_{yk} = Tensione caratteristica di snervamento
 f_{yd} = Resistenza di calcolo = f_{yk} / γ_s
 γ_s = coefficiente di sicurezza = 1.15

Acciaio per armatura ordinaria

B450C (ex FeB44k)	
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ 540.00 MPa
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ 450.00 MPa
Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	391.30 MPa
Modulo elastico E_s	210000 MPa

Acciaio per carpenteria metallica e micropali

Acciaio S355JR	
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ 510.00 MPa
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ 355.00 MPa
Classe di resilienza	JR
Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	308.00 MPa
Modulo elastico E_s	210000 MPa

Le caratteristiche dei profilati metallici, conformi a EN 10025, sono le seguenti:

Designazione		Carico unitario minimo di snervamento $ReH^a)$ MPa ^{b)}										Resistenza a trazione $R_m^a)$ MPa ^{b)}				
		Spessore nominale mm										Spessore nominale mm				
in conformità alla EN 10027-1 e CR 10260	in conformità alla EN 10027-2	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^{c)}	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^{c)}	
S235JR	I.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	-	360+510	360+510	350+500	340+490	-	
S235J0	I.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	-	360+510	360+510	350+500	340+490	-	
S235J2	I.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165	360+510	360+510	350+500	340+490	330+480	
S275JR	I.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	-	430+580	410+560	400+540	380+540	-	
S275J0	I.0143	275	265	255	245	235	225	215	205	-	430+580	410+560	400+540	380+540	-	
S275J2	I.0145	275	265	255	245	235	225	215	205	195	430+580	410+560	400+540	380+540	380+540	
S355JR	I.0045	355	345	335	325	315	295	285	275	-	510+680	470+630	450+600	450+600	-	
S355J0	I.0553	355	345	335	325	315	295	285	275	-	510+680	470+630	450+600	450+600	-	
S355J2	I.0577	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510+680	470+630	450+600	450+600	450+600	
S355K2	I.0596	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510+680	470+630	450+600	450+600	450+600	
S450J0 ^{d)}	I.0590	450	430	410	390	380	380	-	-	-	-	550+720	530+700	-	-	

Non vi sono interazioni con il territorio circostante né con le costruzioni esistenti all'intorno; le caratteristiche geologiche del terreno di fondazione sono state definite mediante precedenti indagini in situ messe a disposizione dalla Committente.

Si ritiene di assegnare agli immobili una vita utile di 50 anni e, quindi, di attribuire agli stessi la Classe 2 di cui al D.M. 17.01.2018 come da seguente tabella:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Il calcolo è stato condotto in base ai criteri della Scienza delle Costruzioni secondo il metodo degli Stati limite, con riferimento al D.M. 17.01.2018.

CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

Si considera la struttura sottoposta alle seguenti azioni:

- Pesi propri
- Carichi permanenti portati
- Carichi variabili accidentali
- Azioni sismiche

Le azioni elementari di carico vengono combinate in maniera da ottenere le condizioni più sfavorevoli per la struttura, in accordo alle prescrizioni di cui alle norme NTC 2018 per i diversi stati limite ultimo e di esercizio.

Pesi propri

Peso elementi gettati in opera – valutato automaticamente dal codice di calcolo in base alle dimensioni degli elementi, considerando un peso per unità di volume pari a $\gamma_{cls} = 25$ kN/m³.

Carichi permanenti portati 3.00 kN/m²

Carichi accidentali 2.00 kN/m²

Azioni sismiche

Le azioni sismiche vengono valutate in base alle accelerazioni massime attese in superficie.

Si ritiene di assegnare a tutti i manufatti una vita utile nominale di 50 anni e di attribuire agli stessi la Classe d'uso 2 di cui al D.M. 17.01.2018 come da seguenti tabelle:

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Vita nominale opera V_N 50 anni (opere infrastrutturali di normale importanza)

Classe d'uso opera II $\rightarrow C_U=1,0$

Vita di riferimento V_R $V_N \times C_U = 50$ anni

Categoria sottosuolo B

Categoria topografica T1

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

SCHEMI DI CALCOLO

Calcolo delle sollecitazioni e proporzionamento delle strutture: si considera un suolo di appoggio fondazionale classe B di cui all'Ordinanza P.C.M. n. 3274/2003.

Si è calcolata la struttura tridimensionale continua data dall'insieme degli elementi (berlinesi tirantate – fondazioni - murature portanti in laterizio - solaio) che costituiscono i manufatti; in particolare:

si è proposta, a risoluzione dei cedimenti fondazionali succedutisi nel tempo, l'esecuzione di allargamento del bauletto di fondazione con micropali avente lunghezza di m 7,00 da imposta fondazione esistente ed interasse cm 100, oltre a tirantatura mediante barre tipo dywidag tra l'allargamento fondazionale ed il bauletto esistente al fine di rendere collaboranti le due diverse strutture.

Le modalità esecutive del singolo micropalo risultano come sotto indicato per fasi sequenziali di lavoro:

- perforazione verticale, a diametro 200/220 mm, con tecnica a rotopercolazione mediante martello fondo foro azionato ad aria compressa resa di 10.500 litri / minuto alla pressione di 12 bar;
- fornitura / alloggiamento, nel perforo eseguito, dell'armatura del micropalo \varnothing 114,3 x 8 mm, in spezzoni giuntati con filetti maschio/maschio e manicotto di rinforzo;
- getto micropalo con malta cementizia (acqua/cemento 32.5 in rapporto < 0,5) da testa armatura o da apposita tubazione e risalita della boiaccia dal basso verso l'alto con fuoriuscita a bocca foro;
- estrazione colonna di rivestimento provvisoria (quota rivestimento -4,50 m da piano campagna) per singoli spezzoni da 1,50 m, con associato rabbocco del getto.

Si prevede un ancoraggio dei micropali a quota -7,00 metri da piano appoggio fondazioni, come desumibile dalle tavole grafiche.

Sulla testa dei medesimi saranno impostate le travi a coronamento da realizzarsi in c.a. in opera con diverse sezioni tipologiche come evidenziate nelle tavole grafiche.

Si allega calcolo dei micropali.

Quali opere di consolidamento strutturale sono altresì previste:

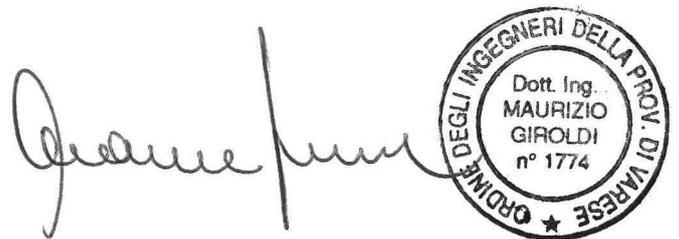
- la fasciatura di n. 3 pilastri esistenti in laterizio mediante l'apposizione di profilati metallici L50*50 sui quattro angoli, opportunamente collegati mediante fasce metalliche saldate agli stessi;
- l'applicazione di rete antisfondellamento in fibra di vetro ROV AV 640 maglia 25*25 mm all'intradosso del solaio di copertura del piano terreno-rialzato,

mediante flange in polipropilene diam. 90 mm con passo 50*50 cm ancorate
meccanicamente alla struttura portante del solaio con tasselli meccanici.

Trattandosi di intervento di consolidamento lo stesso può considerarsi quale intervento
locale soggetto a dichiarazione di regolare esecuzione ai sensi dell'art. 8.4.1 delle NTC
2018 e successiva circolare esplicativa.

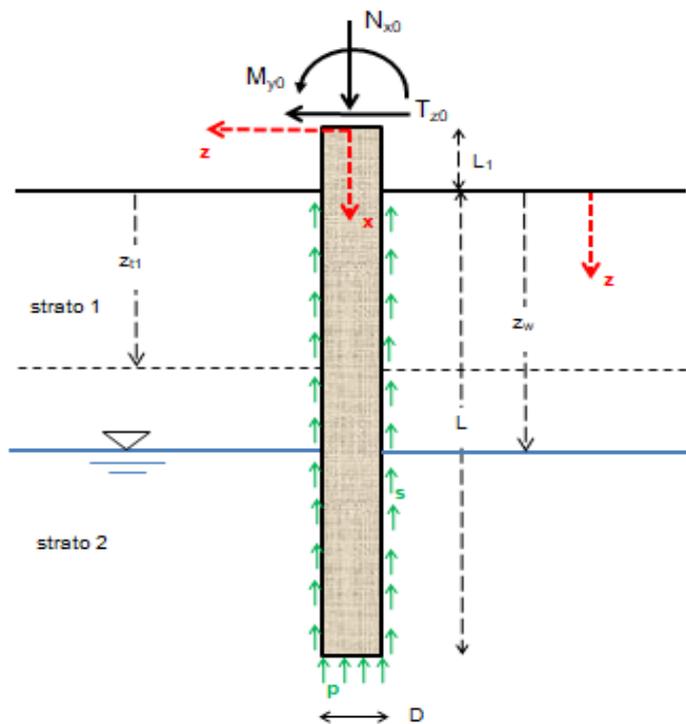
Luino, 25.09.2024

In fede.



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to read 'Maurizio Girolodi'. To the right of the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the following text: 'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI VARESE' around the perimeter, 'Dott. Ing. MAURIZIO GIROLDI' in the center, and 'n° 1774' below the name. There is a small star symbol at the bottom of the stamp.

CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE DELLE FONDAZIONI PROFONDE SU PALI (Verifiche al Carico Limite, Calcolo Strutturale e Calcolo degli Spostamenti)



PROGETTO

Consolidamento strutturale e riqualificazione del Padiglione Dansi presso l'ex ONP di Varese, via O. Rossi n. 9

COMMITTENTE

ATS Insubria

COMUNE

Varese

CAMPO DI APPLICAZIONE DEL SOFTWARE

Palo singolo verticale cilindrico a sezione circolare

Piano di campagna orizzontale

Terreno anche stratigrafico

Terreni a grana grossa (condizioni drenate) e/o grana fina (condizioni non drenate)

Eventuale presenza di pressioni neutre (falda in quiete)

Pali in C.A., in acciaio, micropali (anima in acciaio), materiale generico

Normative applicabili: DM 11/03/1988+D.M. 16/01/1996 (Metodo alle Tensioni Ammissibili) -

DM 14/01/2008 (Metodo agli Stati Limite) - DM 17/01/2018 (Metodo agli Stati Limite)

Verifiche SLU: carico limite per carichi assiali e trasversali, verifiche strutturali

Verifiche SLE: spostamenti/cedimenti, fessurazione, tensioni di esercizio

Numero non limitato di combinazioni di carico allo SLU e/o allo SLE

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 17/01/2018

Le verifiche al carico limite (di tipo geotecnico) e strutturali vengono svolte con il metodo agli Stati Limite Ultimi (S.L.U.)

Coeff. parziali o di sicurezza sulle azioni (A)

gruppo A1 (tra parentesi il valore adottato nel calcolo)

azioni permanenti con effetto favorevole alla sicurezza, $g_{Gi}=1$ (1)

azioni permanenti con effetto sfavorevole alla sicurezza, $g_{Gs}=1,3$ (1,3)

azioni variabili con effetto favorevole alla sicurezza, $g_{Qi}=0$ (0)

azioni variabili con effetto sfavorevole alla sicurezza, $g_{Qs}=1,5$ (1,5)

gruppo A2 (tra parentesi il valore adottato nel calcolo)

azioni permanenti con effetto favorevole alla sicurezza, $g_{Gi}=1$ (1)

azioni permanenti con effetto sfavorevole alla sicurezza, $g_{Gs}=1$ (1)

azioni variabili con effetto favorevole alla sicurezza, $g_{Qi}=0$ (0)

azioni variabili con effetto sfavorevole alla sicurezza, $g_{Qs}=1,3$ (1,3)

Coeff. parziali o di sicurezza per i parametri geotecnici dei terreni (M)

gruppo M1 (tra parentesi il valore adottato nel calcolo)

tangente dell'angolo di resistenza al taglio, $g_f=1$ (1)

coesione efficace, $g_c=1$ (1)

coesione non drenata, $g_{cu}=1$ (1)

gruppo M2 (tra parentesi il valore adottato nel calcolo)

tangente dell'angolo di resistenza al taglio, $g_f=1,25$ (1,25)

coesione efficace, $g_c=1,25$ (1,25)

coesione non drenata, $g_{cu}=1,4$ (1,4)

Coeff. parziali o di sicurezza sulle resistenze globali dei sistemi geotecnici (R)

gruppo R1 (tra parentesi il valore adottato nel calcolo)

resistenza alla base, $g_b=1$ (1)

resistenza laterale in compressione, $g_s=1$ (1)

resistenza laterale in trazione, $g_{st}=1$ (1)

resistenza a carichi trasversali, $g_T=1$ (1)

gruppo R2 (tra parentesi il valore adottato nel calcolo)

resistenza alla base per pali battuti, $g_b=1,45$ (1,45)

resistenza alla base per pali trivellati, $g_b=1,7$ (1,7)

resistenza alla base per pali ad elica continua, $g_b=1,6$ (1,6)

resistenza laterale in compressione, $g_s=1,45$ (1,45)

resistenza laterale in trazione, $g_{st}=1,6$ (1,6)

resistenza a carichi trasversali, $g_T=1,6$ (1,6)

gruppo R3 (tra parentesi il valore adottato nel calcolo)
resistenza alla base per pali battuti, $g_b=1,15$ (1,15)
resistenza alla base per pali trivellati, $g_b=1,35$ (1,35)
resistenza alla base per pali ad elica continua, $g_b=1,3$ (1,3)
resistenza laterale in compressione, $g_s=1,15$ (1,15)
resistenza laterale in trazione, $g_{st}=1,25$ (1,25)
resistenza a carichi trasversali, $g_T=1,3$ (1,3)

UNITA' DI MISURA

Sistema Internazionale

Calcoli generali e geotecnici

lunghezze (dimensioni, coordinate, distanze, ...): m (gli spostamenti sono espressi in cm)

aree sezioni: mq

volumi: mc

momenti di inerzia sezioni: m^4

forze, Resistenza alla punta e laterale, Sforzo normale, Taglio: kN

momenti e rigidzze rotazionali vincoli: $kN \cdot m$

forze distribuite per unità di lunghezza, rigidzze traslazionali vincoli: kN/m

coesioni, adesioni: kN/mq

tensioni nel sottosuolo, pressione neutra u: kN/mq

carico limite unitario: N/mm²

pesi unità di volume: kN/mc

coefficienti di reazione del terreno o di Winkler: N/cm²

Calcoli strutturali

dimensioni, copriferro, interferro: cm

diametri tondini, trefoli, barre, staffe e spirali: mm

aree sezioni: cm²

volumi: cm³

momenti statici sezioni: cm³

momenti di inerzia sezioni: cm⁴

tensioni/pressioni, moduli elastici, resistenze materiali: N/mm²

TIPO DI PALO

Palo trivellato

Micropalo (acciaio)

CONDIZIONI DI ROTTURA

Condizioni drenate (terreni a grana grossa, terreni a grana fina con applicazione lenta dei carichi, terreni a grana fina con analisi a lungo termine)

NUMERO DI STRATI E VERTICALI DI INDAGINE

N° di strati = 2

N° di verticali di indagine = 1

SISTEMI DI RIFERIMENTO

Sistema di riferimento locale per il terreno

asse z verticale verso il basso con origine nel piano di campagna

Sistema di riferimento assoluto XYZ per il calcolo strutturale del palo

origine nel baricentro della sezione superiore del palo

asse X orizzontale verso destra

asse Y verticale verso il basso (coincidente con l'asse del palo)

asse Z ortogonale al piano del disegno ed entrante (rotazioni positive orarie)

regola della mano destra

Sistema di riferimento locale per il calcolo strutturale del palo

origine nel baricentro della sezione superiore del palo

asse x verticale verso il basso coincidente con l'asse del palo (+Y globale)

asse z orizzontale verso sinistra (-X globale)

asse y ortogonale al piano del disegno e uscente (-Z globale)

regola della mano destra

GEOMETRIA

diametro del palo, $D=0,25$ m

lunghezza di affondamento palo, $L=7$ m

lunghezza del palo fuori terra, $L_1=0$ m

affondamento falda rispetto al piano di campagna, $z_w=7$ m

CONDIZIONE DI VINCOLO IN TESTA AL PALO

Palo a rotazione in testa impedita (attorno all'asse locale y)

STRATIGRAFIA

zt = profondità profilo di base dello strato

strato zt (m)

1 6

2 + infinito

SEZIONE METALLICA MICROPALO O PALO ACCIAIO

forma armatura metallica: Tubolare a sez. circolare

diametro esterno, $D_e=11,4$ cm

spessore parete, $t_w=0,8$ cm

area della sezione, $A=26,641$ cm²

momento d'inerzia elastico della sezione rispetto all'asse y, $I_y=376,3$ cm⁴

modulo di resistenza elastico rispetto all'asse y, $W_y=66,018$ cm³

modulo di resistenza plastico rispetto all'asse y, $W_{ply}=90,059$ cm³

Classe della sezione = 1

DATI GEOTECNICI TERRENI (valori caratteristici)

Valori medi per gli strati presenti

peso dell'unità di volume dell'acqua, $g_w=9,81$ kN/mc

Strato n° 1-strato 1

peso dell'unità di volume, $g=18,00$ kN/mc

peso dell'unità di volume saturo, $g_{sat}=19,00$ kN/mc

angolo di resistenza al taglio denato, $F_i=30^\circ$

coesione drenata, $c'=4$ kN/mq

angolo di attrito palo-terreno lato spinta attiva, $\delta_{t_a}=0^\circ$

angolo di attrito palo-terreno lato spinta passiva, $\delta_{p}=0^{\circ}$
grado di sovraconsolidazione, $OCR=1$
comportamento a breve termine: drenato

Strato n° 2-strato 2

peso dell'unità di volume, $g=18,00$ kN/mc
peso dell'unità di volume saturo, $g_{sat}=19,00$ kN/mc
angolo di resistenza al taglio drenato, $\phi'=27^{\circ}$
coesione drenata, $c'=3$ kN/mq
angolo di attrito palo-terreno lato spinta attiva, $\delta_{a}=0^{\circ}$
angolo di attrito palo-terreno lato spinta passiva, $\delta_{p}=0^{\circ}$
grado di sovraconsolidazione, $OCR=1$
comportamento a breve termine: drenato

DATI GEOTECNICI TERRENI DI FONDAZIONE E INTERFACCIA PALO-TERRENO

Dati relativi a tutte le verticali di indagine (calcolo carico limite assiale e trasvers.)

Verticale di indagine n° 1 (verticale n. 1)

Strato n° 1

angolo di resistenza al taglio, $\phi=30^{\circ}$
coesione drenata, $c'=4$ kN/mq
adesione al contatto palo-terreno, $a=0$ kN/mq
coefficiente di attrito fra palo e terreno, $m=0,6$
coeff. empirico k che lega la tens. norm. orizz. alla tens. effett. litost. vertic., $k=0,5$

Strato n° 2

angolo di resistenza al taglio, $\phi=32^{\circ}$
coesione drenata, $c'=0$ kN/mq
adesione al contatto palo-terreno, $a=0$ kN/mq
coefficiente di attrito fra palo e terreno, $m=0,6$
coeff. empirico k che lega la tens. norm. orizz. alla tens. effett. litost. vertic., $k=0,5$

COEFFICIENTI DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO O DI WINKLER

Formula binomia $K_s=As+B_s \cdot z^n$ con As e B_s espressi in N/cmc, z in m

strato		As	B_s	n
1	strato 1	10,24747	13,24881	0,5
2	strato 2	7,89883	17,61435	0,5

DATI MATERIALI COSTITUENTI IL PALO

tipo di acciaio micropalo/palo: S 355
modulo di elasticità longitudinale acciaio, $E_s=210000$ N/mm²
peso dell'unità di volume dell'armatura metallica, $g_{acc}=78,5$ kN/mc
Classe calcestruzzo micropalo = C20/25
resistenza caratteristica cubica a compressione del cls, $R_{ck}=25$ N/mm²
modulo di elasticità longitudinale cls, $E_c=30200$ N/mm²
coefficiente di omogeneizzazione, $n=E_s/E_c=6,95$
peso dell'unità di volume del calcestruzzo, $g_{cls}=25$ kN/mc
tensione caratteristica di rottura acciaio, $f_{tk}=510$ N/mm²
tensione caratteristica di snervamento acciaio, $f_{yk}=355$ N/mm²
coeff. parziale sicurezza per il calcolo della resistenza delle sezioni di acciaio di classe 1-2-3-4, $g_{M0}=1,05$
coeff. parziale sicurezza per il calcolo della resistenza all'instabilità delle membrature, $g_{M1}=1,05$
coeff. parziale sicurezza per il calcolo della resistenza di sezioni tese indebolite da fori, $g_{M2}=1,25$
tensione di snervamento di progetto dell'acciaio, $f_{yd}=f_{yk}/g_{M0}=338,1$ N/mm²
Area e inerzia del micropalo data dall'acciaio e dal cls interno ed esterno omogeneizzato

CARICHI ESTERNI APPLICATI IN TESTA AL PALO (valori caratteristici)

Combinazione di carico allo SLU n° A

componente verticale permanente, $N_{x0G}=50$ kN
componente verticale variabile, $N_{x0Q}=30$ kN
componente orizzontale permanente, $T_{z0G}=1$ kN
componente orizzontale variabile, $T_{z0Q}=1$ kN
componente momento permanente, $M_{y0G}=0$ kN*m
componente momento variabile, $M_{y0Q}=0$ kN*m

Combinazione di carico allo SLE n° Comb. 1

componente verticale, $N_{x0}=80$ kN
componente orizzontale, $T_{z0}=15$ kN
componente momento, $M_{y0}=5$ kN*m

SCELTE DI CALCOLO

Verifiche agli SLU di tipo geotecnico condotte in base all'Approccio 2 (A1+M1+R3)
Calcolo FEM: lunghezza media elemento finito, $L_{me}=0,5$ m
Vincolo alla base del palo: appoggio cedevole elasticamente

TIPO DI ANALISI E METODI APPLICATI

Verifiche geotecniche: carico limite per carichi assiali

valori del fattore di forma N_q : Berezantzev et al. (1961)
valori del fattore di forma N_q per pali trivallati di grande diametro: Berezantzev (1965)

Verifiche geotecniche: carico limite per carichi trasversali

Teoria di Broms (1964)

Calcolo sollecitazioni e spostamenti orizzontali nel palo di fondazione

Soluzione con il Metodo agli Elementi Finiti (F.E.M)
Palo elastico su suolo elastico alla Winkler
Analisi Lineare: molle che simulano il terreno a comportamento elastico-lineare

DATI PALO

perimetro sezione palo, $U=\pi \cdot D=0,785$ m
rapporto $L/D=28$
area sezione (sul diametro D), $A_p=0,0491$ mq
volume palo (sul diametro D), $V_p=0,34$ mc
coefficiente di omogeneizzazione, $n=E_s/E_c=6,95$
area calcestruzzo, $A_c=0,0464$ mq (esclusa eventuale espansione diametro a seguito iniezioni)
area omogeneizzata del palo, $A_o=0,0093$ mq
peso del palo, $W_p=9,59$ kN

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Combinazione di carico allo SLU n° 1 (A)

SOLLECITAZIONI AGENTI SUL PALO DI FONDAZIONE (calcolo FEM)

sez./n odo	x (m)	Nx (kN)	Tz (kN)	My (kN*m)
1	0,0	-110,00	-2,27	0,00
2	0,5	-110,89	-0,91	-1,14
3	1,0	-111,78	0,05	-1,59
4	1,5	-112,67	0,58	-1,57
5	2,0	-113,56	0,76	-1,28
6	2,5	-114,45	0,71	-0,90
7	3,0	-115,34	0,55	-0,55
8	3,5	-116,23	0,37	-0,27
9	4,0	-117,12	0,20	-0,08
10	4,5	-118,01	0,08	0,02
11	5,0	-118,90	0,00	0,06
12	5,5	-119,79	-0,04	0,06
13	6,0	-120,68	-0,05	0,04
14	6,5	-121,57	-0,03	0,01
15	7,0	-122,46	-0,03	0,00

REAZIONI VINCOLARI E PRESSIONI DI CONTATTO TERRENO-PALO (calcolo FEM)

Ks = costante orizzontale di Winkler (N/cmc)

RvX = componente della reazione vincolare lungo X (kN)

RvY = componente della reazione vincolare lungo Y (kN)

RvZ = componente momento della reazione vincolare (kN*m)

pXv = pressione orizzontale del terreno (molle) (kN/mq)

sez./n odo	x (m)	Ks	RvX	RvY	RvZ	pXv
1	0	10,25	0,4	0	0	6,48
2	0,5	19,62	1,05	0	0	8,38
3	1	23,5	0,74	0	0	5,93
4	1,5	26,47	0,41	0	0	3,24
5	2	28,98	0,14	0	0	1,1
6	2,5	31,2	-0,04	0	0	-0,28
7	3	33,2	-0,12	0	0	-0,97
8	3,5	35,03	-0,14	0	0	-1,14
9	4	36,75	-0,13	0	0	-1,02
10	4,5	38,35	-0,09	0	0	-0,76
11	5	39,87	-0,06	0	0	-0,48
12	5,5	41,32	-0,03	0	0	-0,24
13	6	42,7	-0,01	0	0	-0,05
14	6,5	52,81	0,02	0	0	0,13
15	7	54,5	0,02	-94,2	0	0,31

VERIFICA CONDIZIONI DI EQUILIBRIO PALO (calcolo FEM)

Equilibrio alla traslazione orizzontale

somma delle forze esterne orizzontali applicate al palo, $SF_x = -2,15$ kN

somma delle reazioni vincolari lungo X, $SommRvX = 2,15$ kN

equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale: $SF_x + SommRvX = 0,00$ kN

Equilibrio alla traslazione verticale

peso proprio del palo, $W_p = 9,59$ kN

somma delle forze verticali applicate al palo, $SF_y = 84,62$ kN

somma delle reazioni vincolari lungo Y, $SommRvY = -94,20$ kN

equazione di equilibrio alla traslazione verticale: $W_p + SF_y + SommRvY = 0,00$ kN

Equilibrio alla rotazione (attorno alla testa del palo-primo nodo)

momento delle forze orizzontali applicate al palo, $MF_x = 0,00$ kN*m

momento delle reazioni vincolari lungo X, $MRvX = 0,00$ kN*m

reazioni vincolari momento, $MRvZ = 0,00$ kN*m

equazione di equilibrio alla rotazione: $MF_x + MRvX + MRvZ = 0,00$ kN*m

SPOSTAMENTI NODALI (calcolo FEM)

w = spostamento orizzontale (lungo l'asse globale X, coincidente con l'asse locale z)

u = spostamento verticale (lungo l'asse globale Y, coincidente con l'asse locale x)

sez./nodo	x (m)	w (cm)	u (cm)	rot. (rad)
1	0	-0,06	3,55	-0,0004
2	0,5	-0,04	3,55	-0,0004
3	1	-0,03	3,55	-0,0003
4	1,5	-0,01	3,55	-0,0002
5	2	0	3,54	-0,0001
6	2,5	0	3,54	-0,0001
7	3	0	3,54	0
8	3,5	0	3,54	0
9	4	0	3,54	0
10	4,5	0	3,53	0
11	5	0	3,53	0
12	5,5	0	3,53	0
13	6	0	3,53	0
14	6,5	0	3,52	0
15	7	0	3,52	0

VERIFICA SEZIONI A SFORZO NORMALE ECCENTRICO E TAGLIO

Dati meccanici della sezione

Resistenza plastica a sforzo normale della sezione lorda A, $N_{pl_Rd} = 900,72$ kN

Area resistente al taglio della sezione lungo z, $Avz = 16,96$ cmq

Resistenza di progetto a taglio lungo z, $V_{cz_Rd} = 331,06$ kN

Momento resistente elastico lungo l'asse vettore y, $M_{ely_Rd} = 22,32$ kN*m

Momento resistente plastico lungo l'asse vettore y, $M_{ply_Rd} = 30,45$ kN*m

tensione di snervamento di progetto, $f_{yd} = 338$ N/mmq

Dati sulle verifiche delle sezioni

sid_m: tensione ideale massima nella sezione di acciaio (N/mmq)

Mcy_Rd: resistenza di progetto sezione soggetta a presso/tenso-flessione retta (kN*m)

sez.	x (m)	Nx (kN)	Tz (kN)	My (kN*m)	sid_m	Mcy_Rd	Verif?
1	0	-110	-2,27	0	41,4		SI
2	0,5	-110,89	-0,91	-1,14	58,9		SI
3	1	-111,78	0,05	-1,59	66		SI
4	1,5	-112,67	0,58	-1,57	66,1		SI
5	2	-113,56	0,76	-1,28	62		SI
6	2,5	-114,45	0,71	-0,9	56,6		SI
7	3	-115,34	0,55	-0,55	51,6		SI
8	3,5	-116,23	0,37	-0,27	47,7		SI
9	4	-117,12	0,2	-0,08	45,2		SI
10	4,5	-118,01	0,08	0,02	44,6		SI
11	5	-118,9	0	0,06	45,5		SI
12	5,5	-119,79	-0,04	0,06	45,9		SI
13	6	-120,68	-0,05	0,04	45,9		SI
14	6,5	-121,57	-0,03	0,01	45,8		SI
15	7	-122,46	-0,03	0	46		SI

Momento resistente o di plasticizzazione del palo, $M_y R = 30,45 \text{ kN}\cdot\text{m}$

CARICO LIMITE PER CARICHI ASSIALI

APPROCCIO 2 (A1+M1+R3)

Azione di progetto

$E_d = gG_s * N_x 0g + gQ_s * N_x 0q + gG_s * W_p = 122,46 \text{ kN}$

Resistenza di progetto

Verticale di indagine n° 1 (verticale n. 1)

Parametri geotecnici di progetto

coesione, $c_d = 0 \text{ kN/mq}$

angolo di resistenza al taglio, $F_{i,d} = 32^\circ$

Resistenza alla punta

fattore N_q (Berezantzev), $N_q = 27,63$

fattore $N_c = 42,62$

tensione litostatica verticale totale alla profondità L, $s_{VL} = 126,00 \text{ kN/mq}$

pressione neutra alla profondità L, $u_L = 0,00 \text{ kN/mq}$

tensione litostatica verticale efficace alla profondità L, $s'_{VL} = 126,00 \text{ kN/mq}$

Resistenza unitaria alla punta, $p = 3,48 \text{ N/mm}^2$

Resistenza alla punta, $P_{max} = 170,91 \text{ kN}$

Resistenza laterale

Resistenza laterale, $S_{max} = 103,91 \text{ kN}$

Resistenza alla punta e laterale di progetto

Resistenza alla punta (valore medio), $P_{max_med} = 170,91 \text{ kN}$

Resistenza alla punta (valore minimo), $P_{max_min} = 170,91 \text{ kN}$

Resistenza laterale (valore medio), $S_{max_med} = 103,91 \text{ kN}$

Resistenza laterale (valore minimo), $S_{max_min} = 103,91 \text{ kN}$

Fattore di correlazione, $\alpha_3 = 1,7$

Fattore di correlazione, $\alpha_4 = 1,7$

Resistenza alla punta (valore caratteristico), $P_{max_k} = 100,54 \text{ kN}$

Resistenza laterale (valore caratteristico), $S_{max_k} = 61,12 \text{ kN}$

Resistenza alla punta di progetto, $P_{max_d} = P_{max_k} / \gamma_b = 74,47 \text{ kN}$

Resistenza laterale di progetto, $S_{max_d} = S_{max_k} / \gamma_s = 53,15 \text{ kN}$

Carico limite per carichi assiali di compressione

$Q_{lim_d} = P_{max_d} + S_{max_d} = 127,62 \text{ kN}$

Carico limite di sfilamento per carichi assiali di trazione

$Q_{lim_d} = S_{max_d} = 53,15 \text{ kN}$

Verifica al carico limite per carichi assiali di compressione

Verifica OK: l'azione di progetto non supera la resistenza di progetto
coeff. di sicurezza, $E_t = Q_{lim_d} / E_d = 1,04$

CARICO LIMITE PER CARICHI TRASVERSALI

Momento resistente o di plasticizzazione del palo, $M_{yR} = 30,45 \text{ kN}\cdot\text{m}$

APPROCCIO 2 (A1+M1+R3)

Azione di progetto

$E_d = g_{Gs} \cdot T_{z0g} + g_{Qs} \cdot T_{z0q} = 2,80 \text{ kN}$

Resistenza di progetto

Verticale di indagine n° 1 (verticale n. 1)

angolo di resistenza al taglio di progetto, $F_{i_d} = 30^\circ$

coefficiente di spinta passiva, $K_p = 3$

reazione orizzontale del terreno alla profondità L, $p(L) = 283,50 \text{ kN/m}$

Meccanismo di rottura di "palo lungo"

profondità f in cui si forma la seconda cerniera plastica, $f = 1,65 \text{ m}$

Carico limite trasversale, $T_{lim} = 55,28 \text{ kN}$

Carico limite trasversale di progetto

valore medio, $T_{lim_med} = 55,28 \text{ kN}$

valore minimo, $T_{lim_min} = 55,28 \text{ kN}$

fattore di correlazione $\xi_3 = 1,7$

fattore di correlazione $\xi_4 = 1,7$

Carico limite trasversale (valore caratteristico), $T_{lim_k} = 32,52 \text{ kN}$

Carico limite trasversale di progetto, $T_{lim_d} = 25,01 \text{ kN}$

Verifica al carico limite per carichi trasversali

Verifica OK: l'azione di progetto non supera la resistenza di progetto
coeff. di sicurezza, $T_{lim_d} / E_d = 8,93$

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Combinazione di carico allo SLE n° 1 (Comb. 1)

SOLLECITAZIONI AGENTI SUL PALO DI FONDAZIONE (calcolo FEM)

sez./n odo	x (m)	Nx (kN)	Tz (kN)	My (kN*m)
1	0,0	-80,00	-11,55	-5,00
2	0,5	-80,68	-3,10	-10,78
3	1,0	-81,37	2,48	-12,33
4	1,5	-82,05	5,17	-11,09
5	2,0	-82,74	5,69	-8,50
6	2,5	-83,42	4,92	-5,66
7	3,0	-84,11	3,61	-3,19
8	3,5	-84,79	2,25	-1,39
9	4,0	-85,48	1,13	-0,26
10	4,5	-86,16	0,35	0,30
11	5,0	-86,85	-0,12	0,48
12	5,5	-87,53	-0,33	0,42
13	6,0	-88,22	-0,34	0,25
14	6,5	-88,90	-0,17	0,09
15	7,0	-89,59	-0,17	0,00

SPOSTAMENTI NODALI (calcolo FEM)

w = spostamento orizzontale (lungo l'asse globale X, coincidente con l'asse locale z)

u = spostamento verticale (lungo l'asse globale Y, coincidente con l'asse locale x)

sez./n odo	x (m)	w (cm)	u (cm)	rot. (rad)
1	0	-0,54	3,38	-0,0041
2	0,5	-0,34	3,38	-0,0035
3	1	-0,19	3,37	-0,0026
4	1,5	-0,08	3,37	-0,0017
5	2	-0,01	3,37	-0,001
6	2,5	0,02	3,37	-0,0004
7	3	0,03	3,37	-0,0001
8	3,5	0,03	3,36	0,0001
9	4	0,02	3,36	0,0002
10	4,5	0,02	3,36	0,0002
11	5	0,01	3,36	0,0001
12	5,5	0	3,36	0,0001
13	6	0	3,35	0,0001
14	6,5	0	3,35	0,0001
15	7	0	3,35	0

D.P.R. 380/2001 art. 65

**DENUNCIA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO NORMALE
O PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA**

RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI MATERIALI

Il sottoscritto dott. ing. Maurizio Gioldi, con studio in Luino, via Cairoli n. 26, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Varese col n. 1774 di posizione, è incaricato della progettazione delle strutture in c.a. semplice per Consolidamento strutturale e riqualificazione del Padiglione Dansi presso l'ex ONP di Varese, via O. Rossi n. 9, proprietà ATS Insubria.

Per la realizzazione delle opere in progetto è stato disposto l'uso dei seguenti materiali:

Calcestruzzi

R_{ck} = Resistenza caratteristica cubica
 f_{ck} = Resistenza caratteristica cilindrica = $R_{ck} \times 0.83$
 f'_{cd} = Resistenza di calcolo cilindrica = $\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$
 α_{cc} = coefficiente riduttivo = 0.85
 γ_c = coefficiente di sicurezza = 1.5

Calcestruzzo fondazioni e strutture fuori terra

Classe del calcestruzzo	C30/37
Classe di esposizione	XC2
Resistenza caratteristica cubica	≥ 37.00 MPa
Resistenza caratteristica f_{ck}	30.00 MPa
Resistenza media a trazione semplice f_{ctm}	2.61 MPa
Resistenza di calcolo a compressione $f'_{cd} = \alpha \times f_{ck} / \gamma_c$	15.36 MPa
Modulo elastico E_c	32300 MPa
Copriferro c	35 mm

Acciaio

f_{yk} = Tensione caratteristica di snervamento
 f_{yd} = Resistenza di calcolo = f_{yk} / γ_s
 γ_s = coefficiente di sicurezza = 1.15

Acciaio per armatura ordinaria

B450C (ex FeB44k)	
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ 540.00 MPa
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ 450.00 MPa
Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	391.30 MPa
Modulo elastico E_s	210000 MPa

Acciaio per carpenteria metallica e micropali

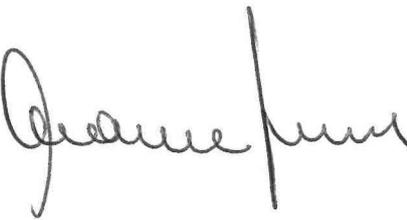
Acciaio S355JR

Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ 510.00 MPa
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ 355.00 MPa
Classe di resilienza	JR
Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	308.00 MPa
Modulo elastico E_s	210000 MPa

Acqua : la quantità di acqua dovrà essere la minima necessaria a consentire una buona lavorabilità dell'impasto; in ogni caso non dovrà essere superato il limite di 120 l/mc di impasto. Qualora sia indispensabile un maggior quantitativo di acqua dovrà essere convenientemente aumentato il dosaggio di cemento secondo la vigente normativa.

Luino, 25.09.2024

In fede.



D.P.R. 380/2001 art. 65

**DENUNCIA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO NORMALE
O PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA**

DICHIARAZIONE

Il sottoscritto dott. ing. Maurizio Girolodi, con studio in Luino, via Cairoli n. 26, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Varese col n. 1774 di posizione, è incaricato della progettazione delle strutture in c.a. semplice per Consolidamento strutturale e riqualificazione del Padiglione Dansi presso l'ex ONP di Varese, via O. Rossi n. 9, proprietà ATS Insubria.

Dichiara sotto la sua personale responsabilità quanto segue:

gli elaborati depositati sono completi e sufficienti ad individuare e definire esattamente l'opera da eseguire in essi elaborati descritta; i materiali di cui si prevede l'impiego e le rispettive dosature sono idonei alle sollecitazioni assunte a base dei calcoli.

Luino, 25.09.2024

In fede.

