

POSTA DELLE CANNE S.r.l.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI ORTA NOVA E ORDONA (FG) IN LOCALITA' "POSTA DELLE CANNE" E "MASCITELLI"



Tecnico

ing. Danilo Pomponio

Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

**AZIENDA CON SISTEMA GESTIONE
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
OHSAS 18001:2007
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY**

Collaborazioni

ing. Mariano Marseglia
ing. Milena Miglionico
ing. Antonio Crisafulli
ing. Tommaso Mancini
ing. Giovanna Scuderi
ing. Dionisio Staffieri
ing. Giuseppe Federico Zingarelli

Responsabile Commessa

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
C10		CALCOLI PRILIMINARI DELLE STRUTTURE (Fondazioni Aerogeneratori)	20053	D	
			CODICE ELABORATO		
			DC20053D-C10_a		
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
00			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			DC20053D-C10-adoc	26 + copertina	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	15/07/20	Emissione	Marseglia	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
3. RICHIAMI TEORICI - METODI DI ANALISI	3

1. PREMESSA

Oggetto della presente è la progettazione definitiva per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **POSTA DELLE CANNE s.r.l.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da n. 10 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 5,6 MW per una potenza complessiva di 56,00 MW, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Orta Nova e Ortona, in cui ricadono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto esterno, mentre nel territorio comunale di Stornara ricade la restante parte dell'elettrodotto esterno e le opere di connessione alla RTN.

Gli aerogeneratori saranno ad asse orizzontale, costituiti da un sistema tripala, con generatore di tipo asincrono. Le dimensioni previste per l'aerogeneratore sono: diametro del rotore 150 m, altezza mozzo 105 m.

La torre, il generatore e la cabina di trasformazione andranno a scaricare su una struttura di fondazione in cemento armato del tipo indiretto su pali.

La fondazione viene calcolata in modo tale da poter sopportare il carico della macchina e il momento prodotto sia dal carico concentrato posto in testa alla torre che dall'azione cinetica delle pale in movimento.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione sono state eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette.

Le strutture di fondazione sono dimensionate in conformità alla normativa tecnica vigente.

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

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

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

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- 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.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 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. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG. /S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

3. RICHIAMI TEORICI - METODI DI ANALISI

Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale w e la rotazione intorno agli assi x e y , ϕ_x e ϕ_y , legati allo spostamento w tramite relazioni

$$\phi_x = -dw/dy$$

$$\phi_y = dw/dx$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è possibile costruire la matrice di rigidità dell'elemento \mathbf{k}_e ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento \mathbf{p}_e .

La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura **K** ed il vettore dei carichi nodali **p**. La soluzione del sistema

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali **u**.

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni M_x , M_y ed M_{xy} .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo k ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti u e v nel piano XY. L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra σ_x , σ_y e τ_{xy} . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali N_x , N_y e N_{xy} .

Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione X e Y aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare, bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T portanza totale del palo

Q_P portanza di base del palo

Q_L portanza per attrito laterale del palo

W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_p / \eta_p + Q_l / \eta_l - W_p$$

Palo teso:

$$Q_A = Q_l / \eta_l + W_p$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_p = A_p (cN'_c + qN'_q)$$

dove A_p è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota della punta del palo, γ è il peso di volume del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c N'_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Possono essere utilizzati sia i coefficienti di Hansen che quelli di Vesic con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma.

Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \operatorname{tg} \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso di volume del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm.

Il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. È evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che viene risolto mediante una analisi al passo.

Disposizione delle armature

Le armature vengono disposte secondo due direzioni, una principale ed una secondaria. Per il calcolo delle stesse si fa riferimento ai valori nodali delle sollecitazioni ottenute dall'analisi ad elementi finiti. Per la disposizione delle stesse occorre suddividere la piastra in numero di strisce opportuno nelle due direzioni.

Il programma utilizza strisce della larghezza di circa un metro.





Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
Rck	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kg/cmq]
γ_{cls}	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kN/mc]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [kg/cmq]
v	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck [kg/cm ^q]	γ_{cls} [kN/mc]	E [kg/cm ^q]	v	n	TA
1	Cls Pali	C25/30	305,91	24,52	320665,55	0.200	15.00	B450C
2	Piastra	C28/35	356,89	24,52	332299,69	0.200	15.00	B450C

Geometria

Coordinate contorno esterno

n°	X [m]	Y [m]									
1	6,72	0,00	2	11,64	0,00	3	15,90	2,46	4	18,36	6,72
5	18,36	11,64	6	15,90	15,90	7	11,64	18,36	8	6,72	18,36
9	2,46	15,90	10	0,00	11,64	11	0,00	6,72	12	2,46	2,46

Spessori piastra

Simbologia adottata

Sp	Spessore, espresso in [cm]
n°	Indice del punto
X, Y	Ascissa e ordinata del punto, espresso in [cm]

Sp [cm]	n°	X [m]	Y [m]									
120,00	1	0,00	0,00	2	18,36	0,00	3	18,36	18,36	4	0,00	18,36
185,00	1	7,59	3,26	2	10,76	3,26	3	13,51	4,85	4	15,10	7,59
	5	15,10	10,76	6	13,51	13,51	7	10,77	15,10	8	7,60	15,10
	9	4,85	13,51	10	3,26	10,77	11	3,26	7,60	12	4,85	4,85
315,00	1	8,47	6,53	2	9,89	6,53	3	11,12	7,24	4	11,83	8,47
	5	11,83	9,89	6	11,12	11,12	7	9,89	11,83	8	8,47	11,83
	9	7,24	11,12	10	6,53	9,89	11	6,53	8,47	12	7,24	7,24

Tipologie pali

Simbologia adottata

n°	Indice tipologia
Descrizione	Descrizione tipologia
Geometria	Geometria tipologia (Pali in c.a. o Pali in acciaio)
Armatura	Tipologia armatura per pali in c.a.
Portanza	Aliquote contributi portanza (solo Punta, solo Laterale, Entrambe)
Vincolo	Grado di vincolo alla testa del palo (Incastro o Cerniera)
TC	Tipologia costruttiva del palo (Trivellato o Infisso)
Mat	Indice materiale tipologia palo
Pt	Pressione quota testa palo, espressa in [kg/cm ^q]

n°	Descrizione	Geometria	Armatura	Portanza	Vincolo	TC	Mat	Pt
								[kg/cmq]
1	Tipologia 1	Pali circolari in c.a.	Ferri longitudinali + spirale	Entrambe	Incastro	Trivellato	1	0,00

Caratteristiche pali

Simbologia adottata

n°	Indice palo
X	Ascissa palo, espressa in [m]
Y	Ordinata palo, espressa in [m]
d	Diametro palo, espresso in [cm]
l	Lunghezza palo, espressa in [m]
nodo	Indice nodo su cui è posizionato il palo
It	Indice tipologia palo

n°	X	Y	D	L	Nodo	It
	[m]	[m]	[cm]	[m]		
1	16,68	9,18	100,00	20,00	147	1
2	15,68	12,93	100,00	20,00	184	1
3	12,93	15,68	100,00	20,00	202	1
4	9,18	16,68	100,00	20,00	204	1
5	5,43	15,68	100,00	20,00	188	1
6	2,68	12,93	100,00	20,00	149	1
7	1,68	9,18	100,00	20,00	91	1
8	2,68	5,43	100,00	20,00	43	1
9	5,43	2,68	100,00	20,00	10	1
10	9,18	1,68	100,00	20,00	9	1
11	12,93	2,68	100,00	20,00	42	1
12	15,68	5,43	100,00	20,00	92	1

Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]
τ_1	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [kg/cmq]
α	Coeff. di espansione laterale

Descrizione	γ	γ_{sat}	Parametri	ϕ	δ	c	ca	τ_1	α
	[kN/mc]	[kN/mc]		[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	
Terreno Vegetale	16,500	17,500	Caratteristici	25.00	16.67	0,000	0,000	0,000	1.00
			Minimi	25.00	16.67	0,000	0,000	0,000	
			Medi	25.00	16.67	0,000	0,000	0,000	
Ghiaia in matrice sabbiosa	19,500	19,800	Caratteristici	36.00	24.00	0,000	0,000	0,710	1.00
			Minimi	36.00	24.00	0,000	0,000	0,710	
			Medi	36.00	24.00	0,000	0,000	0,710	
Limo sabbioso argilloso	19,470	20,100	Caratteristici	30.60	20.40	0,070	0,035	0,000	1.00
			Minimi	30.60	20.40	0,070	0,035	0,000	
			Medi	30.60	20.40	0,070	0,035	0,000	
Sabbia Limosa Marroncino	19,000	19,500	Caratteristici	30.00	20.00	0,000	0,000	0,000	1.00
			Minimi	30.00	20.00	0,000	0,000	0,000	
			Medi	30.00	20.00	0,000	0,000	0,000	

Descrizione stratigrafia e falda

Simbologia adottata

N	Identificativo strato
Z1	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno associato allo strato
Ks	Coefficiente di spinta
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm ² /cm]

α Coeff. di sbulbatura

N	Z1	Z2	Z3	Terreno	Ks	Kw	α
	[m]	[m]	[m]			[Kg/cm ² /cm]	
1	-1,2	-1,2	-1,2	Terreno Vegetale	2.460	1.000	1.000
2	-10,8	-10,8	-10,8	Ghiaia in matrice sabbiosa	3.700	1.500	1.000
3	-12,0	-12,0	-12,0	Limo sabbioso argilloso	3.400	1.500	1.000
4	-13,4	-13,4	-13,4	Sabbia Limosa Marroncino	3.400	1.500	1.000
5	-19,0	-19,0	-19,0	Ghiaia in matrice sabbiosa	3.400	1.500	1.000
6	-23,0	-23,0	-23,0	Sabbia Limosa Marroncino	0.000	0.000	1.000

Falda

Profondità dal piano campagna 10,00 [m]

Costante di Winkler

Direzione	Simbolo	Kw
		[Kg/cm ² /cm]
Verticale	Kwv	0.000
Orizzontale	Kwo	Calcolata dal programma (Kwo=Kwv*tan(ϕ))

Convenzioni adottate

Carichi e reazioni vincolari

Fz Carico verticale positivo verso il basso
 Fx Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
 Fy Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
 Mx Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
 My Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

Sollecitazioni

Mx Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
 My Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
 Mxy Momento flettente XY.

Condizioni di carico

Carichi concentrati
 Simbologia adottata

Ic Indice carico
 X Ascissa carico espressa in [m]
 Y Ordinata carico espressa in [m]
 N Carico verticale espresso in [kN]
 Mx Momento intorno all'asse X espresso in [kNm]
 My Momento intorno all'asse Y espresso in [kNm]
 Tx Forza orizzontale in direzione X espressa in [kN]
 Ty Forza orizzontale in direzione Y espressa in [kN]

Condizione n° 1

Carichi concentrati

Oggetto	X	Y	N	Mx	My	Tx	Ty
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Piastra	9,18	9,18	5004,000	98000,000	0,000	0,000	1295,000
Piastra	9,18	10,18	12500,000	0,000	0,000	1580,000	0,000
Piastra	9,18	8,18	-12500,000	0,000	0,000	-1580,000	0,000

Condizione n° 2

Carichi concentrati

Oggetto	X	Y	N	Mx	My	Tx	Ty
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Piastra	9,18	9,18	5074,000	25810,000	0,000	0,000	244,000
Piastra	10,18	9,18	0,000	0,000	0,000	5150,000	0,000
Piastra	8,18	9,18	0,000	0,000	0,000	-5150,000	0,000

Condizione n° 3
Carichi concentrati

Oggetto	X	Y	N	Mx	My	Tx	Ty
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Piastra	9,18	9,18	5327,000	0,000	33780,000	341,000	0,000
Piastra	9,18	8,18	0,000	0,000	0,000	-980,000	0,000
Piastra	9,18	10,18	0,000	0,000	0,000	980,000	0,000

Normativa - Coefficienti di sicurezza

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1,fav}$	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1,sfav}$	1.30
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2,fav}$	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1,fav}$	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1,sfav}$	1.50
Variabili traffico	Favorevole	$\gamma_{Q,fav}$	0.00
Variabili traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Q,sfav}$	1.35

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
	A		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1.00
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

Resistenza	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1.00	1.70	1.35
Laterale in compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale	γ_t	1.00	1.60	1.30
Laterale in trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

γ_T	(R1)	(R2)	(R3)
γ_T	1.00	1.60	1.30

Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	ξ_3	ξ_4
1	1.70	1.70

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 4

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 1	1.00

Combinazione n° 2 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 2	1.00

Combinazione n° 3 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 3	1.00

Combinazione n° 4 - - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30

Impostazioni di analisi

Portanza fondazione superficiale

Metodo calcolo portanza:Hansen
 Criterio di media calcolo strato equivalente:Ponderata
 Riduzione portanza per effetto eccentricità:Meyerhof
 Verifiche geotecniche fondazione superficiale in presenza di pali
Portanza verticale pali

Metodo calcolo portanza:Berezantzev
 Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza di punta:
 Pressione geostatica
 Andamento pressione verticale con la profondità per calcolo portanza laterale:
 Pressione geostatica

Portanza trasversale pali

Costante di Winkler: da strato

Rottura palo-terreno:
 Pressione limite pari alla pressione passiva con moltiplicatore pari a 3.00

Cedimenti

Metodo calcolo cedimenti: Elementi finiti
 Spostamento limite attrito laterale 0,50 [cm]
 Spostamento limite punta 1,00 [cm]
 Piastra infinitamente rigida
Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00

Modello

Caratteristiche Mesh

Numero elementi 390
 Numero nodi 214

Risultati Piastra

Spostamento massimo	0,221848 [cm]	[combinazione 1]
Spostamento minimo	-0,025928 [cm]	[combinazione 1]
Momento massimo intorno ad X	11128,6135 [kNm]	[combinazione 1]
Momento minimo intorno ad X	-7859,0464 [kNm]	[combinazione 1]

Momento massimo intorno ad Y	6854,9908 [kNm]	[combinazione 1]
Momento minimo intorno ad Y	-4103,0221 [kNm]	[combinazione 1]

Combinazione n° 1

Carico totale	18635,7631 [kN]	
Risultante pali	18635,7631 [kN]	
Reazione terreno	0,0000 [kN]	
Pressione massima sul terreno	0,00000	[kg/cmq]
Cedimento differenziale massimo	2,48	[mm]
Carico totale dir. X	0,0000 [kN]	
Carico totale dir. Y	1295,0000 [kN]	
Risultante pali X	0,0000 [kN]	
Risultante pali Y	1295,0000 [kN]	

Combinazione n° 2

Carico totale	18705,7631 [kN]	
Risultante pali	18705,7631 [kN]	
Reazione terreno	0,0000 [kN]	
Pressione massima sul terreno	0,00000	[kg/cmq]
Cedimento differenziale massimo	0,93	[mm]
Carico totale dir. X	0,0000 [kN]	
Carico totale dir. Y	244,0000 [kN]	
Risultante pali X	0,0000 [kN]	
Risultante pali Y	244,0000 [kN]	

Combinazione n° 3

Carico totale	18958,7631 [kN]	
Risultante pali	18958,7631 [kN]	
Reazione terreno	0,0000 [kN]	
Pressione massima sul terreno	0,00000	[kg/cmq]
Cedimento differenziale massimo	1,24	[mm]
Carico totale dir. X	341,0000 [kN]	
Carico totale dir. Y	0,0000 [kN]	
Risultante pali X	341,0000 [kN]	
Risultante pali Y	0,0000 [kN]	

Combinazione n° 4

Carico totale	13631,7631 [kN]	
Risultante pali	13631,7631 [kN]	
Reazione terreno	0,0000 [kN]	
Pressione massima sul terreno	0,00000	[kg/cmq]
Cedimento differenziale massimo	0,16	[mm]

Risultati inviluppo

Spostamenti

Spostamenti massimi e minimi della piastra

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
w	Spostamento verticale, espresso in [cm]
u	Spostamento direzione X, espresso in [cm]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [cm]
φx	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
φy	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cmq]
kw	Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm ² /cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
8	8,73	0,00	w	0,221848	[cm]	1	MAX
206	6,72	18,36		-0,025928		1	MIN

In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
206	6,72	18,36	ux	0,084796	[cm]	3	MAX
32	11,64	0,00		-0,066424		1	MIN
60	0,00	6,72	uy	0,232205	[cm]	1	MAX
136	18,36	6,72		-0,041130		3	MIN
108	9,18	9,18	φx	0,000195	[°]	3	MAX
83	13,47	6,83		-0,000059		1	MIN
108	9,18	9,18	φy	0,000467	[°]	1	MAX
38	10,89	4,27		-0,000050		3	MIN

Sollecitazioni

Sollecitazioni massime e minime piastra

Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Mx	Momento X espresso in [kNm]
My	Momento Y espresso in [kNm]
Mxy	Momento XY espresso in [kNm]
Tx	Taglio X, espresso in [kN]
Ty	Taglio Y, espresso in [kN]
Nx	Tensione normale X espressa in [kg/cmq]
Ny	Tensione normale Y espressa in [kg/cmq]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [kg/cmq]

In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
80	9,18	8,18	Mx	11128,6135	[kNm]	1	MAX
119	9,18	10,18		-7859,0464		1	MIN
80	9,18	8,18	My	6854,9908	[kNm]	1	MAX
126	10,07	10,56		-4103,0221		1	MIN
102	10,18	9,18	Mxy	6566,7207	[kNm]	1	MAX
96	8,18	9,18		-7177,3791		1	MIN
88	7,37	9,18	Nx	2,18	[kg/cmq]	2	MAX
108	9,18	9,18		-9,11		2	MIN
108	9,18	9,18	Ny	0,87	[kg/cmq]	2	MAX
80	9,18	8,18		-0,70		1	MIN
121	10,85	9,98	Nxy	1,12	[kg/cmq]	2	MAX
96	8,18	9,18		-1,35		1	MIN

Verifiche strutturali

Verifica a flessione

Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
Afi	Area di armatura lembo inferiore espressa in [cmq]
Afs	Area di armatura lembo superiore espressa in [cmq]
Mu	Momento ultimo espresso in [kNm]
Nu	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza

Is	Afi	Afs	Mu	Nu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
1-22-P	40,21	40,21	1819,88	67,90	2.379
2-18-P	40,21	40,21	1806,78	43,55	1.931
3-32-P	40,21	40,21	1804,28	38,90	1.585
4-23-P	40,21	72,38	2228,18	46,23	1.756
5-34-P	56,30	56,30	3960,68	64,86	1.966
6-35-P	56,30	56,30	3945,58	46,80	1.493
8-38-P	88,47	88,47	10692,41	85,26	1.929
9-38-P	88,47	88,47	10575,48	3,55	1.176
10-38-P	88,47	88,47	4413,96	-4066,59	1.734
11-38-P	88,47	88,47	-10502,87	-45,79	1.893
12-47-P	64,34	88,47	4572,09	110,83	2.134
14-55-P	32,17	56,30	1451,89	33,72	2.384
15-48-P	40,21	80,42	2009,61	23,37	2.597
16-41-P	40,21	48,25	1794,23	15,03	2.251
17-33-P	40,21	40,21	1781,25	-3,79	2.459
18-29-P	40,21	40,21	1776,60	-12,15	2.851
19-32-P	8,04	8,04	355,81	-2,96	3.039

Is	Afi	Afs	Mu	Nu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
20-2-S	8,04	8,04	358,77	2,45	2.484
21-2-S	8,04	8,04	361,16	6,82	2.066
22-22-S	40,21	40,21	1781,80	-2,79	1.934
23-20-S	40,21	48,25	1767,19	-33,89	1.581
24-17-S	40,21	80,42	1970,89	-39,03	1.686
25-15-S	32,17	56,30	1406,02	-48,83	1.509
27-29-S	64,34	88,47	4404,65	-84,28	1.286
28-27-S	72,38	88,47	4933,49	-112,48	1.638
29-34-S	88,47	88,47	10138,74	-291,45	1.598
30-27-S	72,38	88,47	4940,12	-104,85	1.643
31-29-S	64,34	88,47	4456,79	-24,48	1.300
33-15-S	32,17	56,30	1419,92	-24,09	1.496
34-17-S	40,21	80,42	1995,16	-0,28	1.751
35-20-S	40,21	48,25	1786,47	0,71	1.592
36-18-S	40,21	40,21	1784,76	2,61	1.967
37-2-S	8,04	8,04	363,35	10,91	2.259
38-2-S	8,04	8,04	361,71	7,92	2.378

Verifiche geotecniche

Carico limite

Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
N	Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kN]
Np	Carico verticale trasmesso ai pali, espresso in [kN]
Pu	Portanza ultima, espressa in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/N). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

Ic	N	Np	Pu	Pd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	0,00	18635,76	0,00	0,00	100.000 (1)

Scorrimento e ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice plinto
T	Carico orizzontale trasferito al terreno, espresso in [kN]
Tp	Carico orizzontale trasferito ai pali, espresso in [kN]
Ru	Resistenza ultima allo scorrimento, espressa in [kN]
Rd	Resistenza di progetto allo scorrimento, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza allo scorrimento (Rd/T). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	T	Tp	Ru	Rd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	0,00	1295,00	0,00	0,00	100.0 (1)

Pali

Numero pali	12
Somma portanza laterale	161000,6 [kN]
Portanza laterale del gruppo	278339,7 [kN]
Efficienza palificata	1,00
Somma portanza di punta	66266,1 [kN]
Somma portanze totali	227266,7 [kN]
Somma portanza trasversale	2244,4 [kN]

Simbologia adottata

Np	Identificativo del palo
D	diametro espresso in [cm]
L	lunghezza espressa in [m]
N	sforzo normale espresso in [kN]

T_x, T_y	taglio in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kN]
T	risultante taglio espresso in [kN]
T_u	Taglio ultimo espresso in [kN]
M_x, M_y	momento in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kNm]
M_u	Momento ultimo espresso in [kNm]
Musez	Momento ultimo della sezione espresso in [kNm]
A_f	Area di armatura espressa in [cmq]
N_c, N_q	fattori di capacità portante
N'_c, N'_q	fattori di capacità portante corretti
P_{lmed}, P_{lmin}	portanza per attrito e aderenza laterale in [kN]
P_{pmed}, P_{pmin}	portanza di punta in [kN]
P_d	portanza di progetto in [kN]
A_{neg}	Attrito negativo in [kN]
u	spostamento orizzontale in esercizio espresso in [cm]
u_r	spostamento orizzontale limite espresso in [cm]
p	pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]
p_r	pressione limite espressa in [kg/cmq]
w	cedimento in testa espresso in [cm]

Risultati involucro

Spostamenti

Simbologia adottata

In	Indice sezione
Y	ordinata palo espressa in [m]
U_r	spostamento limite espresso in [cm]
P_r	pressione limite espressa in [kg/cmq]
U_e	spostamento in esercizio espresso in [cm]
P_e	pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]

Palo n° 1

n°	Y [m]	U_e [cm]	U_r [cm]	P_e [kg/cmq]	P_r [kg/cmq]
1	0,00	0,1119 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,0959 (1)	0,2469 (1)	0,144 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,0654 (1)	0,1684 (1)	0,098 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0366 (1)	0,0941 (1)	0,055 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0155 (1)	0,0398 (1)	0,023 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0025 (1)	0,0064 (1)	0,004 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0046 (1)	-0,0118 (1)	-0,007 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0085 (1)	-0,0220 (1)	-0,013 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0115 (1)	-0,0296 (1)	-0,017 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0144 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0172 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 2

n°	Y [m]	U_e [cm]	U_r [cm]	P_e [kg/cmq]	P_r [kg/cmq]
1	0,00	0,1225 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1049 (1)	0,2469 (1)	0,157 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,0716 (1)	0,1684 (1)	0,107 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0400 (1)	0,0941 (1)	0,060 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0169 (1)	0,0398 (1)	0,025 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0027 (1)	0,0064 (1)	0,004 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0050 (1)	-0,0118 (1)	-0,008 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0094 (1)	-0,0220 (1)	-0,014 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0126 (1)	-0,0296 (1)	-0,019 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0157 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0189 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 3

n°	Y [m]	U_e [cm]	U_r [cm]	P_e [kg/cmq]	P_r [kg/cmq]
1	0,00	0,1472 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1262 (1)	0,2469 (1)	0,189 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,0860 (1)	0,1684 (1)	0,129 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0481 (1)	0,0941 (1)	0,072 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0204 (1)	0,0398 (1)	0,031 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0033 (1)	0,0064 (1)	0,005 (1)	0,010 (1)

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
61	12,00	-0,0060 (1)	-0,0118 (1)	-0,009 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0112 (1)	-0,0220 (1)	-0,017 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0151 (1)	-0,0296 (1)	-0,023 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0189 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0227 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 4

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
1	0,00	0,1751 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1501 (1)	0,2469 (1)	0,225 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,1023 (1)	0,1684 (1)	0,154 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0572 (1)	0,0941 (1)	0,086 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0242 (1)	0,0398 (1)	0,036 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0039 (1)	0,0064 (1)	0,006 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0072 (1)	-0,0118 (1)	-0,011 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0134 (1)	-0,0220 (1)	-0,020 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0180 (1)	-0,0296 (1)	-0,027 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0225 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0270 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 5

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
1	0,00	0,1989 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1704 (1)	0,2469 (1)	0,256 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,1162 (1)	0,1684 (1)	0,174 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0650 (1)	0,0941 (1)	0,097 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0275 (1)	0,0398 (1)	0,041 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0044 (1)	0,0064 (1)	0,007 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0082 (1)	-0,0118 (1)	-0,012 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0152 (1)	-0,0220 (1)	-0,023 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0204 (1)	-0,0296 (1)	-0,031 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0255 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0306 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 6

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
1	0,00	0,2146 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1839 (1)	0,2469 (1)	0,276 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,1254 (1)	0,1684 (1)	0,188 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0701 (1)	0,0941 (1)	0,105 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0297 (1)	0,0398 (1)	0,044 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0048 (1)	0,0064 (1)	0,007 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0088 (1)	-0,0118 (1)	-0,013 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0164 (1)	-0,0220 (1)	-0,025 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0221 (1)	-0,0296 (1)	-0,033 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0276 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0331 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 7

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
1	0,00	0,2200 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1885 (1)	0,2469 (1)	0,283 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,1286 (1)	0,1684 (1)	0,193 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0719 (1)	0,0941 (1)	0,108 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0304 (1)	0,0398 (1)	0,046 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0049 (1)	0,0064 (1)	0,007 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0090 (1)	-0,0118 (1)	-0,014 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0168 (1)	-0,0220 (1)	-0,025 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0226 (1)	-0,0296 (1)	-0,034 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0283 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0339 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 8

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cm²]	[kg/cm²]

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,2146 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1839 (1)	0,2469 (1)	0,276 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,1254 (1)	0,1684 (1)	0,188 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0701 (1)	0,0941 (1)	0,105 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0297 (1)	0,0398 (1)	0,044 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0048 (1)	0,0064 (1)	0,007 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0088 (1)	-0,0118 (1)	-0,013 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0164 (1)	-0,0220 (1)	-0,025 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0221 (1)	-0,0296 (1)	-0,033 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0276 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0331 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 9

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,1989 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1705 (1)	0,2469 (1)	0,256 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,1162 (1)	0,1684 (1)	0,174 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0650 (1)	0,0941 (1)	0,097 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0275 (1)	0,0398 (1)	0,041 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0044 (1)	0,0064 (1)	0,007 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0082 (1)	-0,0118 (1)	-0,012 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0152 (1)	-0,0220 (1)	-0,023 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0204 (1)	-0,0296 (1)	-0,031 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0255 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0306 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 10

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,1752 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1501 (1)	0,2469 (1)	0,225 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,1024 (1)	0,1684 (1)	0,154 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0572 (1)	0,0941 (1)	0,086 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0242 (1)	0,0398 (1)	0,036 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0039 (1)	0,0064 (1)	0,006 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0072 (1)	-0,0118 (1)	-0,011 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0134 (1)	-0,0220 (1)	-0,020 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0180 (1)	-0,0296 (1)	-0,027 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0225 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0270 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 11

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,1472 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1262 (1)	0,2469 (1)	0,189 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,0860 (1)	0,1684 (1)	0,129 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0481 (1)	0,0941 (1)	0,072 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0204 (1)	0,0398 (1)	0,031 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0033 (1)	0,0064 (1)	0,005 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0060 (1)	-0,0118 (1)	-0,009 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0112 (1)	-0,0220 (1)	-0,017 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0151 (1)	-0,0296 (1)	-0,023 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0189 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
101	20,00	-0,0227 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Palo n° 12

n°	Y [m]	Ue [cm]	Ur [cm]	Pe [kg/cm²]	Pr [kg/cm²]
1	0,00	0,1225 (1)	0,2882 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)
11	2,00	0,1049 (1)	0,2469 (1)	0,157 (1)	0,370 (1)
21	4,00	0,0716 (1)	0,1684 (1)	0,107 (1)	0,253 (1)
31	6,00	0,0400 (1)	0,0941 (1)	0,060 (1)	0,141 (1)
41	8,00	0,0169 (1)	0,0398 (1)	0,025 (1)	0,060 (1)
51	10,00	0,0027 (1)	0,0064 (1)	0,004 (1)	0,010 (1)
61	12,00	-0,0050 (1)	-0,0118 (1)	-0,008 (1)	-0,018 (1)
71	14,00	-0,0094 (1)	-0,0220 (1)	-0,014 (1)	-0,033 (1)
81	16,00	-0,0126 (1)	-0,0296 (1)	-0,019 (1)	-0,044 (1)
91	18,00	-0,0157 (1)	-0,0370 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[cm]	[cm]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
101	20,00	-0,0189 (1)	-0,0444 (1)	0,000 (0)	0,000 (0)

Sollecitazioni

Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Nr	sforzo normale a rottura, espresso in [kN]
Ne	sforzo normale in esercizio, espresso in [kN]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kN]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kN]
Mr	momento a rottura, espresso in [kNm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kNm]

Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	2349,01 (3)	17990,83 (1)	72,63 (1)	187,03 (1)	167,67 (1)	431,72 (1)
11	2,00	2358,38 (3)	17768,81 (1)	41,65 (1)	107,25 (1)	51,15 (1)	131,69 (1)
21	4,00	2309,48 (3)	17143,12 (1)	18,27 (1)	47,05 (1)	-9,61 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	2202,30 (3)	16113,75 (1)	3,85 (1)	9,91 (1)	-31,79 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	1850,48 (3)	14454,59 (1)	-3,28 (1)	-8,45 (1)	-32,07 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	1643,31 (3)	12744,91 (1)	-5,56 (1)	-14,31 (1)	-22,85 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	1370,62 (3)	10580,15 (1)	-5,04 (1)	-12,97 (1)	-11,87 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	1059,13 (3)	8146,21 (1)	-3,00 (1)	-7,72 (1)	-3,44 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	720,19 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	758,70 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	797,21 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	2245,31 (3)	17990,83 (1)	79,48 (1)	187,03 (1)	183,48 (1)	431,72 (1)
11	2,00	2255,79 (3)	17768,81 (1)	45,58 (1)	107,25 (1)	55,97 (1)	131,69 (1)
21	4,00	2210,20 (3)	17143,12 (1)	20,00 (1)	47,05 (1)	-10,52 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	2108,55 (3)	16113,75 (1)	4,21 (1)	9,91 (1)	-34,79 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	1771,53 (3)	14454,59 (1)	-3,59 (1)	-8,45 (1)	-35,09 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	1573,68 (3)	12744,91 (1)	-6,08 (1)	-14,31 (1)	-25,00 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	1312,79 (3)	10580,15 (1)	-5,51 (1)	-12,97 (1)	-12,99 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	1014,57 (3)	8146,21 (1)	-3,28 (1)	-7,72 (1)	-3,77 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	689,95 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	728,46 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	766,97 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	1963,07 (3)	17990,83 (1)	95,57 (1)	187,03 (1)	220,61 (1)	431,72 (1)
11	2,00	1976,55 (3)	17768,81 (1)	54,80 (1)	107,25 (1)	67,30 (1)	131,69 (1)
21	4,00	1939,99 (3)	17143,12 (1)	24,04 (1)	47,05 (1)	-12,65 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	1853,38 (3)	16113,75 (1)	5,07 (1)	9,91 (1)	-41,83 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	1556,66 (3)	14454,59 (1)	-4,32 (1)	-8,45 (1)	-42,19 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	1384,16 (3)	12744,91 (1)	-7,31 (1)	-14,31 (1)	-30,06 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	1155,40 (3)	10580,15 (1)	-6,63 (1)	-12,97 (1)	-15,62 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	893,31 (3)	8146,21 (1)	-3,95 (1)	-7,72 (1)	-4,53 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	607,66 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	646,17 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	684,68 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 4

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	1579,81 (3)	17990,83 (1)	113,68 (1)	187,03 (1)	262,41 (1)	431,72 (1)
11	2,00	1597,38 (3)	17768,81 (1)	65,19 (1)	107,25 (1)	80,05 (1)	131,69 (1)
21	4,00	1573,07 (3)	17143,12 (1)	28,60 (1)	47,05 (1)	-15,04 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	1506,88 (3)	16113,75 (1)	6,03 (1)	9,91 (1)	-49,75 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	1264,88 (3)	14454,59 (1)	-5,14 (1)	-8,45 (1)	-50,19 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	1126,82 (3)	12744,91 (1)	-8,70 (1)	-14,31 (1)	-35,75 (1)	-58,83 (1)

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
61	12,00	941,68 (3)	10580,15 (1)	-7,88 (1)	-12,97 (1)	-18,57 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	728,66 (3)	8146,21 (1)	-4,70 (1)	-7,72 (1)	-5,39 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	684,47 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	722,98 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	761,49 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 5

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	1196,61 (3)	17990,83 (1)	129,10 (1)	187,03 (1)	298,01 (1)	431,72 (1)
11	2,00	1218,26 (3)	17768,81 (1)	74,03 (1)	107,25 (1)	90,91 (1)	131,69 (1)
21	4,00	1206,20 (3)	17143,12 (1)	32,48 (1)	47,05 (1)	-17,08 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	1160,43 (3)	16113,75 (1)	6,84 (1)	9,91 (1)	-56,50 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	973,13 (3)	14454,59 (1)	-5,83 (1)	-8,45 (1)	-57,00 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	869,51 (3)	12744,91 (1)	-9,88 (1)	-14,31 (1)	-40,61 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	727,99 (3)	10580,15 (1)	-8,95 (1)	-12,97 (1)	-21,09 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	564,02 (3)	8146,21 (1)	-5,33 (1)	-7,72 (1)	-6,12 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	384,17 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	422,68 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	461,20 (3)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 6

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	1278,73 (2)	17990,83 (1)	139,27 (1)	187,03 (1)	321,49 (1)	431,72 (1)
11	2,00	1299,51 (2)	17768,81 (1)	79,86 (1)	107,25 (1)	98,07 (1)	131,69 (1)
21	4,00	1284,83 (2)	17143,12 (1)	35,04 (1)	47,05 (1)	-18,43 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	1234,68 (2)	16113,75 (1)	7,38 (1)	9,91 (1)	-60,95 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	1035,66 (2)	14454,59 (1)	-6,29 (1)	-8,45 (1)	-61,49 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	924,66 (2)	12744,91 (1)	-10,66 (1)	-14,31 (1)	-43,80 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	773,79 (2)	10580,15 (1)	-9,66 (1)	-12,97 (1)	-22,76 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	599,30 (2)	8146,21 (1)	-5,75 (1)	-7,72 (1)	-6,60 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	408,12 (2)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	446,63 (2)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	485,14 (2)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 7

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	1559,04 (2)	17990,83 (1)	142,81 (1)	187,03 (1)	329,66 (1)	431,72 (1)
11	2,00	1576,84 (2)	17768,81 (1)	81,89 (1)	107,25 (1)	100,57 (1)	131,69 (1)
21	4,00	1553,19 (2)	17143,12 (1)	35,93 (1)	47,05 (1)	-18,90 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	1488,10 (2)	16113,75 (1)	7,57 (1)	9,91 (1)	-62,50 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	1249,06 (2)	14454,59 (1)	-6,45 (1)	-8,45 (1)	-63,05 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	1112,88 (2)	12744,91 (1)	-10,93 (1)	-14,31 (1)	-44,92 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	930,10 (2)	10580,15 (1)	-9,90 (1)	-12,97 (1)	-23,33 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	719,73 (2)	8146,21 (1)	-5,90 (1)	-7,72 (1)	-6,77 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	489,85 (2)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	528,36 (2)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	566,87 (2)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 8

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	2329,60 (1)	17990,83 (1)	139,28 (1)	187,03 (1)	321,50 (1)	431,72 (1)
11	2,00	2339,18 (1)	17768,81 (1)	79,87 (1)	107,25 (1)	98,08 (1)	131,69 (1)
21	4,00	2290,89 (1)	17143,12 (1)	35,04 (1)	47,05 (1)	-18,43 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	2184,75 (1)	16113,75 (1)	7,38 (1)	9,91 (1)	-60,96 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	1835,70 (1)	14454,59 (1)	-6,29 (1)	-8,45 (1)	-61,49 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	1630,27 (1)	12744,91 (1)	-10,66 (1)	-14,31 (1)	-43,81 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	1359,79 (1)	10580,15 (1)	-9,66 (1)	-12,97 (1)	-22,76 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	1050,78 (1)	8146,21 (1)	-5,75 (1)	-7,72 (1)	-6,60 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	714,53 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	753,04 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	791,55 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 9

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	2899,88 (1)	17990,83 (1)	129,11 (1)	187,03 (1)	298,04 (1)	431,72 (1)
11	2,00	2903,38 (1)	17768,81 (1)	74,04 (1)	107,25 (1)	90,92 (1)	131,69 (1)
21	4,00	2836,86 (1)	17143,12 (1)	32,48 (1)	47,05 (1)	-17,09 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	2700,33 (1)	16113,75 (1)	6,84 (1)	9,91 (1)	-56,51 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	2269,87 (1)	14454,59 (1)	-5,83 (1)	-8,45 (1)	-57,00 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	2013,20 (1)	12744,91 (1)	-9,88 (1)	-14,31 (1)	-40,61 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	1677,81 (1)	10580,15 (1)	-8,95 (1)	-12,97 (1)	-21,10 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	1295,79 (1)	8146,21 (1)	-5,33 (1)	-7,72 (1)	-6,12 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	880,81 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	919,32 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	957,83 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 10

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	3110,41 (1)	17990,83 (1)	113,68 (1)	187,03 (1)	262,42 (1)	431,72 (1)
11	2,00	3111,67 (1)	17768,81 (1)	65,19 (1)	107,25 (1)	80,05 (1)	131,69 (1)
21	4,00	3038,42 (1)	17143,12 (1)	28,60 (1)	47,05 (1)	-15,04 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	2890,67 (1)	16113,75 (1)	6,03 (1)	9,91 (1)	-49,75 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	2430,15 (1)	14454,59 (1)	-5,14 (1)	-8,45 (1)	-50,19 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	2154,56 (1)	12744,91 (1)	-8,70 (1)	-14,31 (1)	-35,76 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	1795,21 (1)	10580,15 (1)	-7,88 (1)	-12,97 (1)	-18,57 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	1386,24 (1)	8146,21 (1)	-4,70 (1)	-7,72 (1)	-5,39 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	942,20 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	980,71 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	1019,22 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 11

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	2900,34 (1)	17990,83 (1)	95,57 (1)	187,03 (1)	220,61 (1)	431,72 (1)
11	2,00	2903,84 (1)	17768,81 (1)	54,80 (1)	107,25 (1)	67,30 (1)	131,69 (1)
21	4,00	2837,31 (1)	17143,12 (1)	24,04 (1)	47,05 (1)	-12,65 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	2700,75 (1)	16113,75 (1)	5,07 (1)	9,91 (1)	-41,83 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	2270,23 (1)	14454,59 (1)	-4,32 (1)	-8,45 (1)	-42,19 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	2013,51 (1)	12744,91 (1)	-7,31 (1)	-14,31 (1)	-30,06 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	1678,07 (1)	10580,15 (1)	-6,63 (1)	-12,97 (1)	-15,61 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	1295,99 (1)	8146,21 (1)	-3,95 (1)	-7,72 (1)	-4,53 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	880,95 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	919,46 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	957,97 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Palo n° 12

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	2329,66 (1)	17990,83 (1)	79,48 (1)	187,03 (1)	183,47 (1)	431,72 (1)
11	2,00	2339,23 (1)	17768,81 (1)	45,58 (1)	107,25 (1)	55,97 (1)	131,69 (1)
21	4,00	2290,95 (1)	17143,12 (1)	20,00 (1)	47,05 (1)	-10,52 (1)	-24,77 (1)
31	6,00	2184,80 (1)	16113,75 (1)	4,21 (1)	9,91 (1)	-34,78 (1)	-81,86 (1)
41	8,00	1835,75 (1)	14454,59 (1)	-3,59 (1)	-8,45 (1)	-35,09 (1)	-82,58 (1)
51	10,00	1630,31 (1)	12744,91 (1)	-6,08 (1)	-14,31 (1)	-25,00 (1)	-58,83 (1)
61	12,00	1359,83 (1)	10580,15 (1)	-5,51 (1)	-12,97 (1)	-12,99 (1)	-30,56 (1)
71	14,00	1050,81 (1)	8146,21 (1)	-3,28 (1)	-7,72 (1)	-3,77 (1)	-8,86 (1)
81	16,00	714,55 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
91	18,00	753,06 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)
101	20,00	791,57 (1)	5522,17 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)	0,00 (0)	0,00 (1)

Verifiche strutturali

Verifica a flessione

Pali in c.a.

Simbologia adottata

- Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
- Af Area armatura, espresso in [cmq]
- Mu Momento ultimo, espresso in [kNm]
- Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

FS

Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	347,57	9870,85	4.202
2,00	27,14	105,61	9870,85	4.185
4,00	27,14	20,27	9870,85	4.274
6,00	27,14	70,29	9870,85	4.482
8,00	27,14	84,38	9870,85	5.334
10,00	27,14	67,70	9870,85	6.007
12,00	27,14	42,16	9870,85	7.202
14,00	27,14	15,82	9870,85	9.320
16,00	27,14	0,00	9870,85	13.706
18,00	27,14	0,00	9870,85	13.010
20,00	27,14	0,00	9870,85	12.382

Palo n° 2

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	442,69	9870,85	4.396
2,00	27,14	134,42	9870,85	4.376
4,00	27,14	25,78	9870,85	4.466
6,00	27,14	89,38	9870,85	4.681
8,00	27,14	107,31	9870,85	5.572
10,00	27,14	86,06	9870,85	6.272
12,00	27,14	53,59	9870,85	7.519
14,00	27,14	20,11	9870,85	9.729
16,00	27,14	0,00	9870,85	14.307
18,00	27,14	0,00	9870,85	13.550
20,00	27,14	0,00	9870,85	12.870

Palo n° 3

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	652,22	608,09	2.956
2,00	27,14	170,57	9870,85	4.994
4,00	27,14	32,66	9870,85	5.088
6,00	27,14	113,05	9870,85	5.326
8,00	27,14	135,78	9870,85	6.341
10,00	27,14	108,79	9870,85	7.131
12,00	27,14	67,70	9870,85	8.543
14,00	27,14	25,40	9870,85	11.050
16,00	27,14	0,00	9870,85	16.244
18,00	27,14	0,00	9870,85	15.276
20,00	27,14	0,00	9870,85	14.417

Palo n° 4

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	427,19	-7,11	1.628
2,00	27,14	218,27	9870,85	6.179
4,00	27,14	41,65	9870,85	6.275
6,00	27,14	143,80	9870,85	6.551
8,00	27,14	172,81	9870,85	7.804
10,00	27,14	138,20	9870,85	8.760
12,00	27,14	85,91	9870,85	10.482
14,00	27,14	32,20	9870,85	13.547
16,00	27,14	0,00	9870,85	14.421
18,00	27,14	0,00	9870,85	13.653
20,00	27,14	0,00	9870,85	12.963

Palo n° 5

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	575,67	397,25	1.932
2,00	27,14	276,75	9870,85	8.102
4,00	27,14	52,53	9870,85	8.183
6,00	27,14	180,57	9870,85	8.506
8,00	27,14	217,22	9870,85	10.143
10,00	27,14	173,19	9870,85	11.352

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
12,00	27,14	107,46	9870,85	13.559
14,00	27,14	40,22	9870,85	17.501
16,00	27,14	0,00	9870,85	25.694
18,00	27,14	0,00	9870,85	23.353
20,00	27,14	0,00	9870,85	21.403

Palo n° 6

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	1186,44	2864,69	3.690
2,00	27,14	109,14	9870,85	7.596
4,00	27,14	20,74	9870,85	7.683
6,00	27,14	71,39	9870,85	7.995
8,00	27,14	85,86	9870,85	9.531
10,00	27,14	68,51	9870,85	10.675
12,00	27,14	42,53	9870,85	12.757
14,00	27,14	15,92	9870,85	16.471
16,00	27,14	0,00	9870,85	24.186
18,00	27,14	0,00	9870,85	22.101
20,00	27,14	0,00	9870,85	20.346

Palo n° 7

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	1313,33	6188,24	3.984
2,00	27,14	89,49	9870,85	6.260
4,00	27,14	17,07	9870,85	6.355
6,00	27,14	58,93	9870,85	6.633
8,00	27,14	70,83	9870,85	7.903
10,00	27,14	56,64	9870,85	8.870
12,00	27,14	35,20	9870,85	10.613
14,00	27,14	13,19	9870,85	13.715
16,00	27,14	0,00	9870,85	20.151
18,00	27,14	0,00	9870,85	18.682
20,00	27,14	0,00	9870,85	17.413

Palo n° 8

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	1102,16	7986,21	3.428
2,00	27,14	413,87	9870,85	4.220
4,00	27,14	79,41	9870,85	4.309
6,00	27,14	275,40	9870,85	4.518
8,00	27,14	330,64	9870,85	5.377
10,00	27,14	265,24	9870,85	6.055
12,00	27,14	165,19	9870,85	7.259
14,00	27,14	62,00	9870,85	9.394
16,00	27,14	0,00	9870,85	13.815
18,00	27,14	0,00	9870,85	13.108
20,00	27,14	0,00	9870,85	12.470

Palo n° 9

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	919,46	8946,33	3.085
2,00	27,14	309,11	9870,85	3.400
4,00	27,14	59,45	9870,85	3.479
6,00	27,14	206,55	9870,85	3.655
8,00	27,14	247,88	9870,85	4.349
10,00	27,14	199,11	9870,85	4.903
12,00	27,14	124,11	9870,85	5.883
14,00	27,14	46,61	9870,85	7.618
16,00	27,14	0,00	9870,85	11.207
18,00	27,14	0,00	9870,85	10.737
20,00	27,14	0,00	9870,85	10.305

Palo n° 10

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	798,07	9459,36	3.041
2,00	27,14	253,95	9870,85	3.172
4,00	27,14	48,87	9870,85	3.249
6,00	27,14	169,89	9870,85	3.415
8,00	27,14	203,86	9870,85	4.062
10,00	27,14	163,81	9870,85	4.581
12,00	27,14	102,13	9870,85	5.498
14,00	27,14	38,36	9870,85	7.121
16,00	27,14	0,00	9870,85	10.476
18,00	27,14	0,00	9870,85	10.065
20,00	27,14	0,00	9870,85	9.685

Palo n° 11

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	737,93	9701,67	3.345
2,00	27,14	228,77	9870,85	3.399
4,00	27,14	44,00	9870,85	3.479
6,00	27,14	152,87	9870,85	3.655
8,00	27,14	183,45	9870,85	4.348
10,00	27,14	147,36	9870,85	4.902
12,00	27,14	91,85	9870,85	5.882
14,00	27,14	34,49	9870,85	7.616
16,00	27,14	0,00	9870,85	11.205
18,00	27,14	0,00	9870,85	10.736
20,00	27,14	0,00	9870,85	10.304

Palo n° 12

Y	A _r	M _u	N _u	FS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
0,00	27,14	757,74	9621,85	4.130
2,00	27,14	236,17	9870,85	4.220
4,00	27,14	45,32	9870,85	4.309
6,00	27,14	157,15	9870,85	4.518
8,00	27,14	188,68	9870,85	5.377
10,00	27,14	151,35	9870,85	6.055
12,00	27,14	94,26	9870,85	7.259
14,00	27,14	35,38	9870,85	9.394
16,00	27,14	0,00	9870,85	13.814
18,00	27,14	0,00	9870,85	13.108
20,00	27,14	0,00	9870,85	12.470

Verifica a taglio

Pali in c.a.

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
V _{Rcd}	Taglio resistente a compressione, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Taglio resistente a trazione, espresso in [kN]
V _{Rd}	Taglio resistente, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza

Palo n° 1

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,82	480,51	480,51	6.616
2,00	1203,08	480,51	480,51	11.536
4,00	1201,60	480,51	480,51	26.295
6,00	1195,37	480,51	480,51	124.798
8,00	1169,22	480,51	480,51	146.417
10,00	1154,85	480,51	480,51	86.454
12,00	1135,14	480,51	480,51	95.402
14,00	1112,27	480,51	480,51	160.175
16,00	1087,17	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 2

Y	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	6.045
2,00	1203,08	480,51	480,51	10.542
4,00	1201,60	480,51	480,51	24.029
6,00	1195,37	480,51	480,51	114.043
8,00	1169,22	480,51	480,51	133.799
10,00	1154,84	480,51	480,51	79.004
12,00	1135,14	480,51	480,51	87.181
14,00	1112,27	480,51	480,51	146.372
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 3

Y	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	5.028
2,00	1203,08	480,51	480,51	8.768
4,00	1201,59	480,51	480,51	19.985
6,00	1195,37	480,51	480,51	94.850
8,00	1169,21	480,51	480,51	111.281
10,00	1154,84	480,51	480,51	65.708
12,00	1135,13	480,51	480,51	72.508
14,00	1112,27	480,51	480,51	121.737
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 4

Y	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	4.227
2,00	1203,07	480,51	480,51	7.371
4,00	1201,59	480,51	480,51	16.801
6,00	1195,36	480,51	480,51	79.741
8,00	1169,21	480,51	480,51	93.554
10,00	1154,84	480,51	480,51	55.241
12,00	1135,13	480,51	480,51	60.958
14,00	1112,26	480,51	480,51	102.345
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 5

Y	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	3.722
2,00	1203,07	480,51	480,51	6.491
4,00	1201,59	480,51	480,51	14.794
6,00	1195,37	480,51	480,51	70.215
8,00	1169,21	480,51	480,51	82.378
10,00	1154,84	480,51	480,51	48.642
12,00	1135,13	480,51	480,51	53.676
14,00	1112,27	480,51	480,51	90.119
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 6

Y	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	3.450
2,00	1203,08	480,51	480,51	6.017
4,00	1201,60	480,51	480,51	13.714
6,00	1195,37	480,51	480,51	65.087
8,00	1169,22	480,51	480,51	76.363
10,00	1154,84	480,51	480,51	45.090
12,00	1135,14	480,51	480,51	49.756
14,00	1112,27	480,51	480,51	83.538

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 7

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,82	480,51	480,51	3.365
2,00	1203,08	480,51	480,51	5.867
4,00	1201,60	480,51	480,51	13.374
6,00	1195,37	480,51	480,51	63.474
8,00	1169,22	480,51	480,51	74.469
10,00	1154,85	480,51	480,51	43.972
12,00	1135,14	480,51	480,51	48.523
14,00	1112,27	480,51	480,51	81.467
16,00	1087,17	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 8

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	3.450
2,00	1203,07	480,51	480,51	6.016
4,00	1201,59	480,51	480,51	13.713
6,00	1195,36	480,51	480,51	65.084
8,00	1169,21	480,51	480,51	76.359
10,00	1154,84	480,51	480,51	45.087
12,00	1135,13	480,51	480,51	49.754
14,00	1112,27	480,51	480,51	83.534
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 9

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	3.722
2,00	1203,07	480,51	480,51	6.490
4,00	1201,59	480,51	480,51	14.793
6,00	1195,36	480,51	480,51	70.209
8,00	1169,21	480,51	480,51	82.371
10,00	1154,84	480,51	480,51	48.638
12,00	1135,13	480,51	480,51	53.671
14,00	1112,27	480,51	480,51	90.111
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 10

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	4.227
2,00	1203,08	480,51	480,51	7.371
4,00	1201,60	480,51	480,51	16.801
6,00	1195,37	480,51	480,51	79.738
8,00	1169,22	480,51	480,51	93.551
10,00	1154,84	480,51	480,51	55.239
12,00	1135,14	480,51	480,51	60.956
14,00	1112,27	480,51	480,51	102.342
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 11

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	5.028
2,00	1203,07	480,51	480,51	8.768

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
4,00	1201,59	480,51	480,51	19.985
6,00	1195,36	480,51	480,51	94.851
8,00	1169,21	480,51	480,51	111.282
10,00	1154,84	480,51	480,51	65.709
12,00	1135,13	480,51	480,51	72.509
14,00	1112,26	480,51	480,51	121.739
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Palo n° 12

Y	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1199,81	480,51	480,51	6.046
2,00	1203,07	480,51	480,51	10.543
4,00	1201,59	480,51	480,51	24.031
6,00	1195,37	480,51	480,51	114.053
8,00	1169,21	480,51	480,51	133.811
10,00	1154,84	480,51	480,51	79.011
12,00	1135,13	480,51	480,51	87.188
14,00	1112,27	480,51	480,51	146.385
16,00	1087,16	480,51	480,51	100.000
18,00	1092,80	480,51	480,51	100.000
20,00	1098,44	480,51	480,51	100.000

Verifiche geotecniche

Carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Plinto o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS _v	Fattore di sicurezza (Pd/N). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]
FS _o	Fattore di sicurezza (Vd/V). Tra parentesi l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	Oggetto	N	Pd	FS _v	T	Td	FS _o
		[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	
1	Piastra 1	2349,01	8883,83	3.782 (3)	72,63	143,87	1.981 (1)
2	Piastra 1	2245,31	8883,83	3.957 (3)	79,48	143,87	1.810 (1)
3	Piastra 1	1963,07	8883,83	4.525 (3)	95,57	143,87	1.505 (1)
4	Piastra 1	1579,81	8883,83	5.623 (3)	113,68	143,87	1.266 (1)
5	Piastra 1	1196,61	8883,83	7.424 (3)	129,10	143,87	1.114 (1)
6	Piastra 1	1278,73	8883,83	6.947 (2)	139,27	143,87	1.033 (1)
7	Piastra 1	1559,04	8883,83	5.698 (2)	142,81	143,87	1.007 (1)
8	Piastra 1	2329,60	8883,83	3.813 (1)	139,28	143,87	1.033 (1)
9	Piastra 1	2899,88	8883,83	3.064 (1)	129,11	143,87	1.114 (1)
10	Piastra 1	3110,41	8883,83	2.856 (1)	113,68	143,87	1.266 (1)
11	Piastra 1	2900,34	8883,83	3.063 (1)	95,57	143,87	1.505 (1)
12	Piastra 1	2329,66	8883,83	3.813 (1)	79,48	143,87	1.810 (1)