

Provincia di Chieti

Settore 5

Edilizia Scolastica e Provinciale, Difesa del Suolo, Protezione Civile, Sicurezza sui Luoghi di Lavoro, Servizio Sismico Territoriale

SERVIZIO EDILIZIA SCOLASTICA E PROVINCIALE

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO: AMPLIAMENTO E RISTRUTTURAZIONE DELLA BIBLIOTECA PROVINCIALE
"A.C. De Meis " di Chieti 1° LOTTO
Lavori di adeguamento sismico edificio esistente e messa in sicurezza area

ELABORATO: **RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE**

**IL DIRIGENTE E
RESPONSABILE UNICO DEL
PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Carlo CRISTINI _____

PROGETTISTA E D.L.:

Dott. Ing. Roberto MAMMARELLA _____

ELABORATO:

A.7.0

VISTI

CHIETI LI _____

1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del "volume significativo" per l'opera in esame e valuta l'interazione opera / terreno ai fini del dimensionamento delle relative fondazioni.

Questa relazione è stata redatta dal tecnico sulla base dei dati risultanti dalle prove di campagna e/o di laboratorio.

2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

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

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

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

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)

"Norme tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 - Suppl. Ord.)

"Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008";

Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica" - ENV 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica dell'area di sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

3.1 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume

significativo" investigato.

3.2 Problematiche riscontrate

Durante l'esecuzione delle prove e dall'elaborazione dei dati non sono emerse problematiche rilevanti alla realizzazione delle opere di fondazione.

4 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA, MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei seguenti paragrafi.

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

B [Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs, 30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT, 30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu, 30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).], basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio (V_{S30}) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (N_{SPT}) e/o della resistenza non drenata equivalente ($C_{v,30}$).

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei seguenti paragrafi.

4.1 Caratterizzazione geotecnica

La caratterizzazione geotecnica dei terreni è riassunta nella seguente tabella:

Descrizione del terreno	Q _i	Q _r	C _m	Ad	Peso sp.	K _z	K ₀	fi	C _{eff}	C _u	Ed	VEd
Stratigrafie												
Terreni fondazioni dirette												
Limi Sabbiosi consistenti	-	-	-	-	18340	20	6	22	0	0.078	5	-
Limi Sabbiosi e sabbie limose	-	-	-	-	18630	50	10	26	0	0.098	12	-
Sabbie Medie	-	-	-	-	19420	300	60	32	0.009	0.001	12	-
Sabbie fini	-	-	-	-	20590	250	50	36	0.01	0.001	27	-
Q _i =Quota iniziale dello strato (Riferito alla quota iniziale della stratigrafia)												
Q _r =Quota finale dello strato (Riferito alla quota iniziale della stratigrafia)												
C _m =Grado di coerenza del terreno												
Ad=Coefficiente di adesione												
Peso sp.=Peso specifico del terreno												
K _z =Costante di sottofondo in verticale												
K ₀ =Costante di sottofondo orizzontale (media aritmetica fra le costanti lungo X e lungo Y)												
fi=Angolo di attrito interno												
C _{eff} =Coesione efficace												

C_u=Coesione

Ed=Modulo edometrico.

VEd=Variazione del modulo edometrico con la profondità.

4.2 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidezze offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera / terreno.

4.3 Pericolosità sismica

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

DATI GENERALI ANALISI SISMICA

Ang	NV	CD	MP	S	Mcm	PAC	Eca	IT	TP	RP	RH	CVE	Dati generali analisi sismica					
													Fattori di Riduzione degli Spettri			SoX (q)		
[ssdc]													SoX (q)	SoY (q)	SLU Sv	SLD Sov		
0	50	B	ca	T	XY	A	S	N	B	NO	NO	2	3,15	3,15	1,50	1,00		

Tr	Ag	Amplif. Stratigrafica			F0	T'c
		Ss	Cc			
[anni]	[adim]	[adim]	[adim]	[adim]	[s]	
30	0,0493	1,200	1,419	2,451	0,280	
50	0,0614	1,200	1,390	2,469	0,310	
475	0,1578	1,200	1,354	2,473	0,353	
975	0,2061	1,195	1,349	2,491	0,361	

Classe Edificio	Vita Nominale	Periodo di Riferimento	Latitudine	Longitudine	Altitudine	Amplificazione Topografica	
						Categ Topog	Coef Ampl Topog
	[anni]	[anni]	[°ssdc]	[°ssdc]	[m]		
2	50	50	42° 20' 59.90"	14° 9' 56.38"	345	T1	1,00

LEGENDA Dati generali analisi sismica

Ang Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.

NV Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.

CD Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Bassa.

MP Tipo di materiale prevalente nella struttura: [ca] = calcestruzzo armato.

S Tipologia della struttura: [T] = Telaio - [P] = Pareti - [TP] = Mista telaio-pareti - [N] = nudo - [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o

Classe Edificio	Vita Nominale	Periodo di Riferimento	Latitudine		Longitudine		Amplificazione Topografica	
			[°ssdc]	[m]	[°ssdc]	[m]	Categ Topog	Coef Ampl Topog
	[anni]	[anni]	[°ssdc]	[m]	[°ssdc]	[m]		

Mcm pendolo invertito - [TT] = telaio con tamponature.
Struttura con telai multicampata: [N]=Nessuna direzione - [X]=Solo in direzione X - [Y]=Solo in direzione Y - [XY]=Sia in direzione X che Y.

PAC Presenza nella struttura di pareti accoppiate: [P] = presenti - [A] = Assenti

Eca Eccentricità' accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.

Irt Irregolarità' tamponature in pianta: [S] = Tamponature irregolari in pianta - [N] = Tamponature regolari in pianta.

TP Tipo terreno prevalente, categoria di suolo di fondazione come definito al punto 3.2.2 del DM 14 gennaio 2008 'Nuove Norme tecniche per le costruzioni: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m.

RP Regolarità' in pianta: [S]= Struttura regolare - [N]=Struttura non regolare.

RH Regolarità' in altezza: [S]= Struttura regolare - [N]=Struttura non regolare.

CVE Coefficiente viscoso equivalente.

Classe Edificio Classe dell'edificio.

SoX (q) Fattore di riduzione dello spettro di risposta allo SLU per sisma orizzontale in direzione X (Fattore di struttura).

SoY (q) Fattore di riduzione dello spettro di risposta allo SLU per sisma orizzontale in direzione Y (Fattore di struttura).

SLU Sv Fattore di riduzione dello spettro di risposta allo SLU per sisma verticale.

SLD Sov Fattore di riduzione dello spettro di risposta allo SLD per sisma orizzontale e verticale.

Categ Topog Categoria topografica. (Vedi NOTE)

Coef Ampl Topog Coefficiente di amplificazione topografica.

Ag Coefficiente di accelerazione al suolo.

Ss Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO / SLD / SLV / SLC.

Cc Coefficienti di Amplificazione di Tc allo SLO / SLD / SLV / SLC.

F0 Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T'c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Latitudine Latitudine geografica del sito.

Longitudine Longitudine geografica del sito.

Altitudine Altitudine geografica del sito.

NOTE Categoria topografica

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$

T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$

T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

In questo paragrafo sono contenute le informazioni relative ai suggerimenti sulle tipologie di fondazione desunti dai risultati dell'analisi geotecnica dei terreni di posa.

6 - VERIFICHE DI SICUREZZA

Le verifiche di sicurezza sono state condotte, con riferimento all'**Approccio 2** (Combinazione **A1+M1+R3**), sulla base delle tipologie di fondazioni descritte nel paragrafo precedente. Per ognuna di esse vengono elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

6.1 Carico limite per i pali

Calcolo del carico limite verticale

Per il calcolo del carico limite verticale viene adottato il metodo dell'equilibrio limite in base al quale il carico limite verticale Q_{lim} è dato dalla somma della resistenza laterale P_l e della resistenza alla punta P_p :

$$Q_{lim} = P_p + P_l$$

Stimando il carico limite sia in condizione drenate che non drenate è fondamentale nella stratigrafia il comportamento del singolo strato (coerente/incoerente).

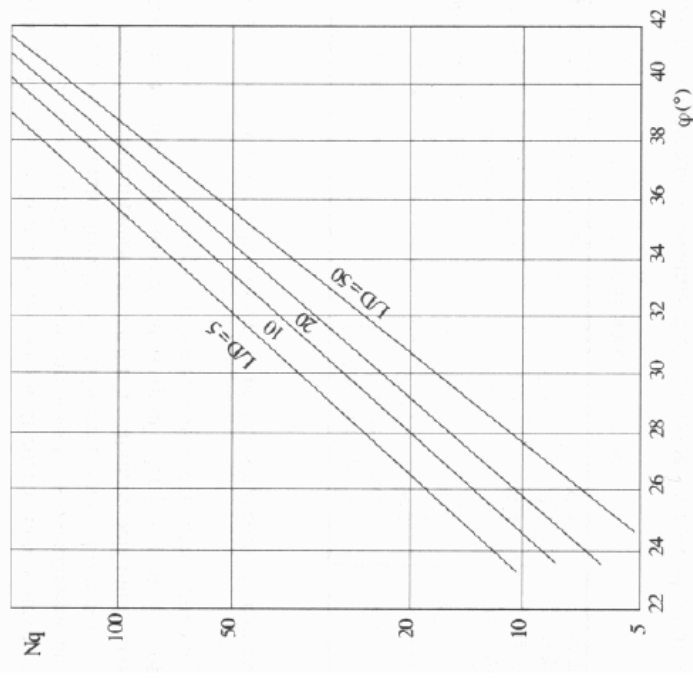
In particolare se uno strato è stato dichiarato incoerente il suo contributo al carico limite viene sempre valutato in condizioni drenate a prescindere dal metodo di calcolo richiesto (drenato/non drenato).

La resistenza alla punta P_p si calcola con la seguente formula:

$$P_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot (c \cdot N_c + q \cdot N_q)$$

dove:

- Per la determinazione dei valori di N_q vengono usati i grafici di Berezantzev $N_q = N_q(L/D; \phi)$ in cui L è lunghezza del palo, D il diametro e ϕ l'angolo di attrito;
- $N_c = (N_q - 1) \cotg(\phi)$;
- c è la coesione;
- q è la pressione litostatica alla punta del palo.

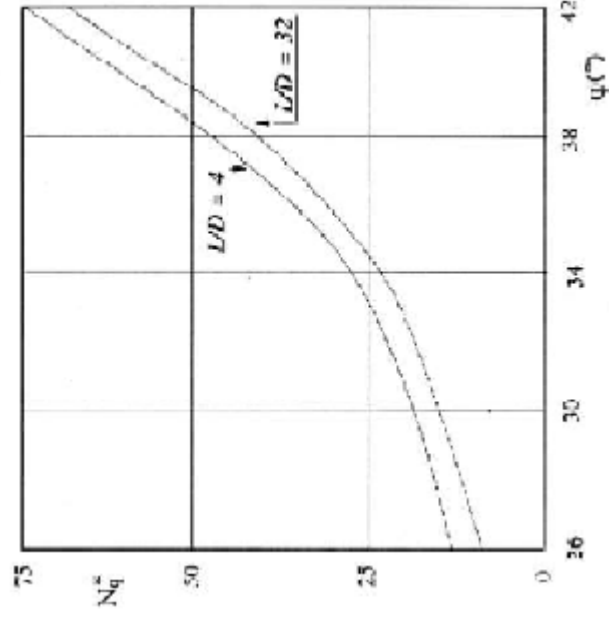


Nel calcolo della resistenza alla punta si fa distinzione tra condizioni drenate e non drenate. In caso di

condizioni drenate si assume $c=c'$ (coesione efficace) e q calcolata per pressioni effettive. In condizioni non drenate si assume $q=q_{tot}$ (pressione totale), $c=c_u$ (coesione non drenata), $\phi=0$ e $N_c=9$.

Se lo strato in cui arriva il palo è stato dichiarato coerente la stima della resistenza alla punta viene fatta in condizioni drenate o non drenate a seconda del metodo di calcolo richiesto. Viceversa, se lo strato in cui arriva il palo è stato dichiarato incoerente la stima della resistenza alla punta viene fatta sempre in condizioni drenate indipendentemente dal tipo di calcolo richiesto (drenato o non drenato).

La portanza viene valutata portando in conto che la resistenza alla punta di un palo si mobilita per determinati valori di cedimento proporzionali al diametro del palo. Pertanto, viene fatta la distinzione fra pali di medio e grande diametro ($>80\text{cm}$), per i quali la resistenza alla punta non viene mobilitata se non dopo un cedimento che può essere notevole (in tal caso si utilizza un valore di Nq^* ridotto rispetto a Nq).



Per il calcolo della resistenza laterale si usa invece la formula:

$$P_l = \pi \cdot D \cdot L \cdot s$$

in cui s è la somma di un termine di adesione a indipendente dalla tensione normale (orizzontale σ_h) e da un termine attritivo dipendente da quest'ultima e dalla tecnologia con cui viene realizzato il palo (battuto, trivellato..):

$$s = a + \sigma_h \cdot \mu$$

con μ dipendente dalla scabrezza dell'interfaccia palo/terreno.

Anche per il calcolo della resistenza laterale si distingue tra condizioni drenate e non drenate. In condizioni drenate si assume $a = 0$, pertanto, $s = \sigma_h \cdot \mu$. In condizioni non drenate si assume che l'adesione sia un'aliquota della coesione non drenata, per cui $a = \alpha \cdot c_u$ con α dipendente dalla tecnologia esecutiva del palo stesso.

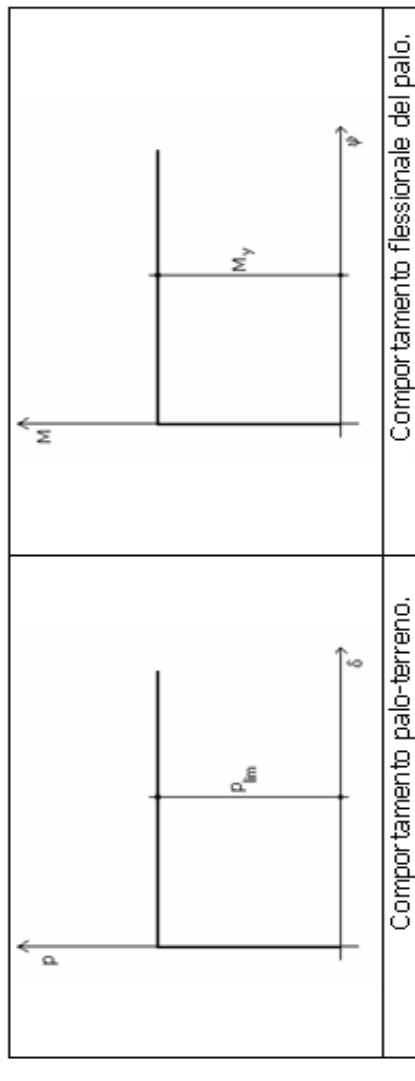
In caso di terreni stratificati la resistenza laterale è la somma delle resistenze offerte dai singoli strati, calcolate a seconda della tipologia del terreno (coerente/incoerente). Pertanto, il calcolo del palo in condizioni non drenate, per gli strati coerenti il contributo alla portanza laterale del singolo strato viene stimato in funzione della coesione non drenata, mentre per gli strati incoerenti in funzione dell'attrito.

Invece, richiesto un calcolo del palo in condizioni drenate, sia per gli strati coerenti che per quelli incoerenti il contributo alla portanza laterale del singolo strato viene stimato in funzione dell'attrito.

Calcolo del Carico Limite Orizzontale

Per la valutazione del carico limite orizzontale si è fatto riferimento alla teoria di Broms e al caso di pali supporti vincolati in testa (rotazione impedita).
Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico, cioè la resistenza del terreno si mobilita interamente per un qualsiasi valore non nullo dello spostamento e resta poi costante al crescere dello spostamento;
- forma del palo ininfluente rispetto al carico limite orizzontale il quale risulta influenzato solo dal diametro del palo stesso;
- in presenza di forze orizzontali la resistenza della sezione strutturale del palo può essere chiamata in causa poiché il regime di sollecitazione di flessione e taglio che consegue all'applicazione di forze orizzontali è molto più gravoso dello sforzo normale che consegue all'applicazione di carichi verticali;
- anche il comportamento flessionale del palo è assunto di tipo rigido-perfettamente plastico, cioè le rotazioni plastiche del palo sono trascurabili finché il momento flettente non attinge al valore M_{plast} ovvero Momento di plasticizzazione. A questo punto nella sezione si forma una cerniera plastica ovvero la rotazione continua indefinitamente sotto momento costante.



La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra:

- il carico orizzontale, necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo;
- il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo.

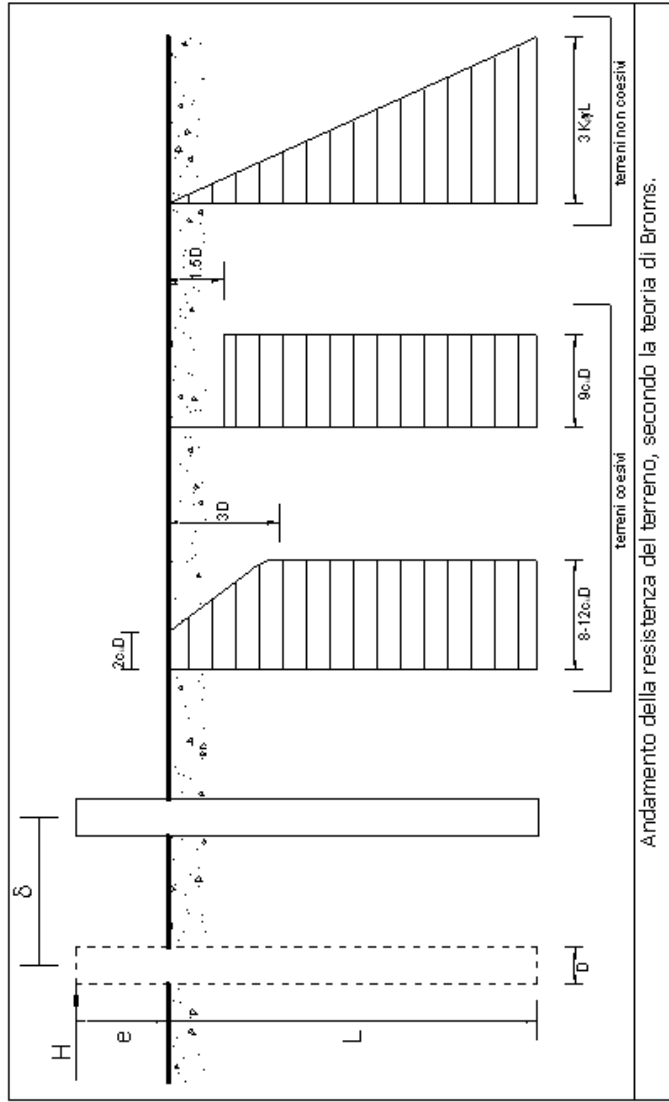
Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto).

Mentre, il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidità non eccessive rispetto al terreno d'infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio, con la formazione rispettivamente di due ed una cerniera plastica).

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che esso può esplicare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale, e dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo.

Per quanto riguarda la resistenza del terreno, secondo la teoria di Broms, si considerano separatamente i casi di:

- terreni **coesivi o coerenti** (*rottura non drenata*);
- terreni **non coesivi o incoerenti** (*rottura drenata*).



Quindi, nella fase di calcolo, occorre verificare se il meccanismo di rottura del palo è per:

- *Palo corto* ⇒ (plasticizzazione terreno);
- *Palo intermedio* ⇒ (plasticizzazione palo).
- *Palo lungo*

Nel caso di *terreni non coesivi* ($c = 0$), la teoria di **Broms** assume che la resistenza laterale sia variabile linearmente con la profondità dal valore $p = 0$ (in testa) fino al valore $p = 3k_pL$ (alla base), essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva.

Per quanto riguarda i terreni **coesivi** la resistenza laterale parte in testa al palo con un valore di $p = 2c_uD$, cresce linearmente fino alla profondità $3D$ per poi rimanere costante e pari a $p = 8-12c_uD$ per tutta la lunghezza del palo. In alternativa è possibile utilizzare un diagramma semplificato, di valore $p = 0$ fino alla profondità $1.5D$ e con valore costante e pari a $9c_uD$ per tutta la lunghezza del palo.

La teoria di Broms è formulata per terreni omogenei, di tipo coerente o incoerente; in caso di terreni stratificati il programma effettua un controllo sul tipo di comportamento per capire quale sia la tipologia prevalente ed i parametri meccanici medi, ed in base a ciò viene condotto il calcolo.

Oltre ai parametri meccanici del terreno viene considerato anche il Momento Ultimo del palo che è funzione oltre che dell'armatura anche dello sforzo assiale agente, ed è fondamentale per il calcolo delle sezioni che si elasticizzano. Di ciò viene tenuto correttamente conto. Se il comportamento è a palo lungo viene calcolata anche la profondità di formazione della seconda cerniera plastica.

PALI - VERIFICHE A CARICO LIMITE VERTICALE E ORIZZONTALE

Palo	Nodo	Q _{Max}		Q _{LimV}		Q _{LimV}		Q _{LimV}		Q _{LimO}		M _{Max}		Tipo Rottura	Prof Cern a	CS	
		rt	Orz	rt	Orz	Pnt	Ltrl	Ltrr	rz	Orz	Orz	Vert	CS Oriz				
PALO57	00048	0	0	509671 4	0	347888 5	161782 9	680776	680776	614777	614777	614777	614777	Palo Lungo	1,21	-	-
PALO62	00049	0	0	509671 4	0	347888 5	161782 9	680776	680776	614777	614777	614777	614777	Palo Lungo	1,21	-	-
PALO12	00076	754859	169858	234338 8	151585 4	827534 4	308044	308044	614777	614777	614777	614777	614777	Palo Lungo	1,21	3,10	1,81

pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale

Palo	Nodo	QMaxV rt	QMax Orz	QLimV rt	QLimV Pnt	QLimV Ltrl	QLimV rz	MMax Orz	Tip Rottur a	Prof Cern	CS Vert	CS Oriz
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[Nm]		[m]		
PALO3	00005	115467	213408	234338	151585	827534	451904	104235	Palo	1,77	2,03	2,12
		9		8	4		4	4	Lungo			
PALO73	00012	104072	169722	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	2,25	1,81
		9		8	4				Lungo			
PALO70	00040	667968	148181	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	3,51	2,08
				8	4				Lungo			
PALO20	00003	744603	190669	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	3,15	1,62
				8	4				Lungo			
PALO1	00071	117030	221139	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	2,00	1,39
		1		8	4				Lungo			
PALO4	00002	649957	178957	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	3,61	1,72
				8	4				Lungo			
PALO5	00041	194070	280677	220034	149891	701435	308044	614777	Palo	1,21	11,34	1,10
				6	1				Lungo			
PALO24	00044	600405	255071	220034	149891	701435	308044	614777	Palo	1,21	3,66	1,21
				6	1				Lungo			
PALO21	00006	111686	159607	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	2,10	1,93
		3		8	4				Lungo			
PALO22	00004	653538	136387	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	3,59	2,26
				8	4				Lungo			
PALO27	00007	864456	140938	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	2,71	2,19
				8	4				Lungo			
PALO42	00009	532785	140317	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	4,40	2,20
				8	4				Lungo			
PALO28	00015	615708	118865	234338	151585	827534	325615	662285	Palo	1,28	3,81	2,74
				8	4				Lungo			
PALO29	00050	902285	117662	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	2,60	2,62
				8	4				Lungo			
PALO41	00008	958100	185242	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	2,45	1,66
				8	4				Lungo			
PALO72	00092	327495	89576	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	4,76	2,41
				5					Lungo			
PALO71	00113	326977	89427	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	4,77	2,42
				5					Lungo			
PALO67	00112	326484	88853	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	4,78	2,43
				5					Lungo			
PALO66	00110	326735	88581	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	4,77	2,44
				5					Lungo			
PALO64	00118	351712	114681	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	6,66	2,69
				8	4				Lungo			
PALO49	00107	370293	94411	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	6,33	3,26
				8	4				Lungo			
PALO50	00107	370293	94411	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	4,21	2,29
				5					Lungo			
PALO51	00106	356432	80343	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	4,38	2,69
				5					Lungo			
PALO53	00104	282567	101862	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	8,29	3,02
				8	4				Lungo			
PALO54	00051	249670	76441	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	6,25	2,83
				5					Lungo			
PALO46	00052	234774	80917	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	6,64	2,67
				5					Lungo			
PALO47	00053	236129	82529	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	6,61	2,62
				5					Lungo			
PALO43	00013	250570	111903	234338	151585	827534	308044	614777	Palo	1,21	9,35	2,75
				8	4				Lungo			
PALO44	00091	223789	81576	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	6,97	2,65
				5					Lungo			
PALO33	00054	331471	90623	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	4,71	2,38
				5					Lungo			
PALO32	00055	372495	93343	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	4,19	2,31
				5					Lungo			
PALO31	00056	420917	96951	155965	939004	620651	216084	350251	Palo	1,13	3,71	2,23
				5					Lungo			

pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale												
Palo	Nodo	QMaxV rt	QMax Orz	QLimV rt	QLimV Pnt	QLimV Ltrl	QLimO rz	MMax Orz	Tip Rottur a	Prof Cern	CS Vert	CS Oriz
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[Nm]		[m]		
PALO30	00057	473607	100064	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	3,29	2,16
PALO23	00058	564593	102709	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	2,76	2,10
PALO19	00059	0	0	336838 ₆	215501 ₄	121337 ₂	553586	431009	Lungo Palo	1,31	-	-
PALO18	00060	0	0	336838 ₆	215501 ₄	121337 ₂	553586	431009	Lungo Palo	1,31	-	-
PALO16	00061	0	0	336838 ₆	215501 ₄	121337 ₂	553586	431009	Lungo Palo	1,31	-	-
PALO15	00073	575746	96233	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	2,71	2,25
PALO13	00062	571635	95171	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	2,73	2,27
PALO11	00063	568896	94248	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	2,74	2,29
PALO10	00064	568690	98303	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	2,74	2,20
PALO9	00065	571566	103870	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	2,73	2,08
PALO7	00066	577735	110292	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	2,70	1,96
PALO6	00067	588282	116994	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	2,65	1,85
PALO34	00075	302129	86316	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	5,16	2,50
PALO38	00080	207576	92918	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	7,51	2,33
PALO40	00090	289265	78229	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	5,39	2,76
PALO39	00074	351982	82329	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	4,43	2,62
PALO35	00068	261919	85907	155965 ₅	939004	620651	216084	350251	Lungo Palo	1,13	5,95	2,52
PALO14	00043	506697	236763	233786 ₆	159259 ₂	745274	288249	519754	Lungo Palo	1,07	4,61	1,22
PALO2	00081	120497	247443	248985 ₀	161059 ₅	879255	520203	116065 ₃	Lungo Palo	1,89	2,07	2,10
PALO8	00082	931084	202705	248985 ₀	161059 ₅	879255	366933	717239	Lungo Palo	1,36	2,67	1,81
PALO17	00083	722217	186562	248985 ₀	161059 ₅	879255	366933	717239	Lungo Palo	1,36	3,45	1,97
PALO25	00084	775137	185277	248985 ₀	161059 ₅	879255	366933	717239	Lungo Palo	1,36	3,21	1,98
PALO26	00085	864144	182701	248985 ₀	161059 ₅	879255	366933	717239	Lungo Palo	1,36	2,88	2,01
PALO48	00086	109208	192885	248985 ₀	161059 ₅	879255	366933	717239	Lungo Palo	1,36	2,28	1,90
PALO69	00087	108853	172556	248985 ₀	161059 ₅	879255	366933	717239	Lungo Palo	1,36	2,29	2,13
PALO68	00111	345995	120444	248985 ₀	161059 ₅	879255	366933	717239	Lungo Palo	1,36	7,20	3,05
PALO65	00114	326964	89555	165713 ₃	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	5,07	2,86
PALO59	00108	363040	84475	165713 ₃	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	4,56	3,03
PALO52	00105	285392	77504	165713 ₃	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	5,81	3,31
PALO56	00088	235274	79907	165713 ₃	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	7,04	3,21
PALO55	00089	239831	78498	165713 ₃	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	6,91	3,27

pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale												
Palo	Nodo	QMaxV rt	QMax Orz	QLimV rt	QLimV Pnt	QLimV Ltrl	QLimO rz	MMax Orz	Tipo Rottur a	Prof Cern	CS Vert	CS Oriz
PALO45	00091	[N] 223789	[N] 81576	[N] 165713	[N] 997692	[N] 659441	[N] 256320	[Nm] 408626	Palo	[m] 1,27	7,40	3,14
PALO60	00103	354683	84619	165713 3	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	4,67	3,03
PALO61	00116	346471	84771	165713 3	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	4,78	3,02
PALO58	00109	370937	84337	165713 3	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	4,47	3,04
PALO63	00117	338685	85524	165713 3	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	4,89	3,00
PALO36	00119	222970	81720	165713 3	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	7,43	3,14
PALO37	00080	207576	92918	165713 3	997692	659441	256320	408626	Lungo Palo	1,27	7,98	2,76

LEGENDA pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale

Palo

Identificativo del palo.

Nodo

Identificativo del nodo all'estremo superiore del palo.

QMaxVrt

Carico verticale di progetto allo SLU.

QMaxOrz

Carico orizzontale di progetto allo SLU.

QLimVrt

Carico limite verticale.

QLimVPnt

Aliquota carico limite verticale dovuto alla resistenza alla punta.

QLimVLtrl

Aliquota carico limite verticale dovuto alla resistenza laterale.

QLimOrz

Carico limite orizzontale.

MMaxOrz

Momento massimo lungo il palo per carichi orizzontali.

Tipo

Modalità di rottura per carico limite orizzontale (Palo Corto, Palo Medio, Palo Lungo).

Rottura

Profondità della seconda cerniera plastica.

Prof Cern

Coefficiente di sicurezza per carichi verticali: [NS]= Non significativo.

CS Vert

Coefficiente di sicurezza per carichi orizzontali: [NS]= Non significativo.

CS Oriz