

REGIONE TOSCANA
COMUNE DI POMARANCE

FASCIOLO DEI CALCOLI
INTERVENTO LOCALE SU EDIFICIO IN
MURATURA

Progetto di intervento locale su edificio esistente situato presso il cimitero di San Dalmazio nel Comune di Pomarance

Committente: Comune di Pomarance

ALLEGATO B1-VERIFICA PALI
ALLEGATO B2-VERIFICA CATENE

Il Progettista
(ing. Virginia Govi)

Cecina, li 02/03/2016

ALLEGATO B1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

[1] D.Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni

ANALISI STRUTTURALE

L'analisi strutturale è condotta col metodo degli spostamenti nell'ambito della elasticità lineare. Viene altresì utilizzata la tecnica degli elementi finiti connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento generale. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento dei nodi (in generale 6 per ogni nodo) riferite al sistema di riferimento generale.

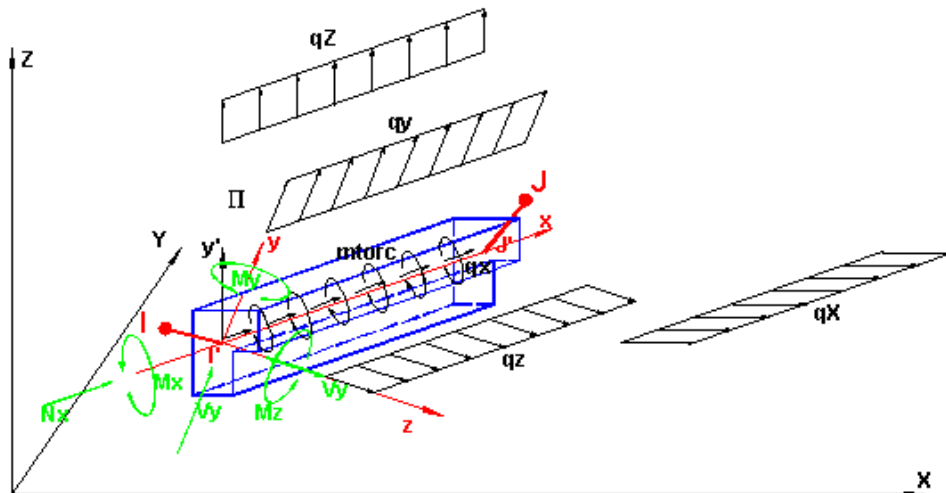
Gli incogniti spostamenti vengono ottenuti risolvendo un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dalle forze di incastro perfetto concentrate nei nodi:

$K \cdot u = F$ in cui K = matrice di rigidezza della struttura
 u = vettore spostamenti nodali
 F = vettore forze nodali

Ottenuti gli spostamenti vengono valutate le sollecitazioni nei singoli elementi riferite alla terna locale dell'elemento stesso.

Gli elementi utilizzati dal programma per la modellazione dello schema strutturale sono:

Elemento TRAVE



Caratterizzato da un tratto deformabile riferito ad una terna locale x, y, z , e da due tratti rigidi che ne collegano gli estremi a due qualsiasi nodi I, J della struttura. In figura sono altresì illustrate le convenzioni relative ai carichi ed agli sforzi sull'elemento. Per default l'asse locale y è inizialmente diretto (asse y' in figura) parallelamente all'asse Z generale. I carichi ripartiti possono essere riferiti

sia alla terna locale (q_x, q_y, q_z, m_{torc}) che a quella generale (q_X, q_Y, q_Z). Il comportamento statico dell'elemento è definito dalla matrice di rigidezza 12x12 (elemento beam). Nel caso di trave di fondazione su suolo elastico l'interazione col terreno viene definita mediante la costante di sottofondo K_w relativa alla sola direzione dell'asse y locale (lungo l'asse x la trave si ipotizza sempre vincolata al terreno).

Elemento Piastra

elemento finito quadrilatero (bidimensionale) utilizzato per modellare il comportamento flessionale della eventuale platea orizzontale di fondazione. Ognuno dei 4 nodi è caratterizzato dalle rigidezze alla rotazione intorno agli assi X, Y generali e dalla rigidezza alla traslazione nella direzione Z .

Elemento Membrana

elemento finito quadrilatero (bidimensionale) utilizzato per modellare la rigidezza membranale dei campi di solaio appartenenti a piani non rigidi o delle platee su pali.

Elemento Plinto superficiale

Ha un comportamento di corpo rigido dotato di sola interazione verticale elastica col terreno a mezzo di un coefficiente di sottofondo (K winkler).

SEMIPROGETTO E VERIFICA DELLE SEZIONI

Il calcolo delle sezioni in c.a. è condotto solo agli stati limite ultimi e di esercizio secondo le disposizioni contenute nei capitoli 4 e 7 del DM 14.01.2008 (NTC).

Come legame costitutivo del calcestruzzo il programma impiega sempre il diagramma parabola-rettangolo prevedendo valori differenti delle deformazioni unitarie caratteristiche ($\epsilon_{c2}, \epsilon_{cu}$) a seconda se la classe di resistenza è superiore o inferiore alla C50/60 (Punto 4.1.2.1.2.2 NTC). Il tratto curvilineo del diagramma è definito dall'espressione ($n=2$):

$$\sigma_c = f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad (1)$$

Il tratto orizzontale del diagramma vale sempre $\sigma_c = f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ con $\alpha_{cc} = 0,85$ e $\gamma_c = 1,5$. L'acciaio per cemento armato ordinario è costituito dal solo tipo B450C. Per tale acciaio è possibile assumere come diagramma sforzi deformazioni:

- un diagramma bilineare con incrudimento con deformazione unitaria di calcolo ultima pari a $\epsilon_{ud} = 0,9 \epsilon_{uk}$. L'incrudimento (rapporto $k = (f_t/f_y)_k$) viene assunto no superiore a 1,15 dovendo essere compreso tra 1,15 e 1,35;

- un diagramma bilineare con tratto plastico orizzontale ($f_s = f_{yd}$) senza limite di deformazione

La verifica a taglio viene eseguita col nuovo metodo proposto dalle NTC che impiega la schematizzazione del traliccio con inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo (rispetto all'asse della trave) variabile tra i seguenti limiti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$$

Il programma calcola (in semiprogetto o verifica) le resistenze a taglio lato compressione e trazione considerando l'angolo α di inclinazione trasversale delle staffe (rispetto all'asse della trave) sempre pari a 90° . Allo scopo di minimizzare l'area delle armature trasversali si determina dalla formula della resistenza lato "taglio trazione" il valore minimo di θ ($\geq 21^\circ,8$). Se con tale valore anche la resistenza lato "taglio compressione" V_{Rcd} risulti inferiore al taglio V_{Ed} di progetto si ridetermina θ in modo che $V_{Rcd} = V_{Ed}$ e quindi si dimensionano di conseguenza le staffe. Nel calcolo sismico l'angolo θ viene sempre posto pari a 45° nei tratti delle aste specificatamente indicati nel capitolo 7 delle NTC.

ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

Il codice di calcolo impiegato dal programma è stato interamente sviluppato dalla Geostru Software s.a.s. anche sulla base di algoritmi riportati nella letteratura internazionale di comprovata affidabilità. Le matrici di rigidezza di tutti gli elementi monodimensionali (beam) con offset rigidi sono descritte nel manuale del programma.

Le matrici di rigidezza degli elementi piastra sono state assunte sulla base del codice riportato in [2]. Le matrici di rigidezza delle travi alla Winkler e dei pali con terreno laterale stratificato modellato alla Winkler (con molle discrete lineari o non lineari) sono state costruite sulla base di discretizzazione a conci delle aste medesime assemblate nella matrice di rigidezza globale come sottostrutture collegate ai restanti elementi solo in corrispondenza dei nodi di estremità. La documentazione allegata al programma contiene una dettagliata esposizione delle basi teoriche dei suddetti algoritmi oltre a una serie di casi di prova e di validazione risolti e commentati.

[1] K.J. Bathe, E.L. Wilson, - *Numerical methods in finite element analysis*. Prentice-Hall, 1976

[2] R.J. Cope, L.A. Clark - *Concrete Slabs*. Elsevier Applied science publishers LTD 1984

AFFIDABILITA' DEL CODICE UTILIZZATO

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

DATI GENERALI ED OPZIONI PRINCIPALI DI CALCOLO

Descrizione Intervento: cordolo su pali
 N°Cond. di Carico non nodali: 3 Condizioni dei carichi non nodali associate alle comb. nodali mediante fattori di combin.
 N°Combinazioni nodali di Carico: 4

CONDIZIONI DI CARICO NON NODALI:

N.Cond.	Nome Condizione
1	PESI PROPRI
2	PERMANENTI
3	SOVRACCARICHI

OPZIONI DI CALCOLO:

Deformazione travi per taglio:	Si	
% Rigidezza a flessione travi:	100 %	
% Rigidezza a torsione:	30 %	Per travi e platea (se presenti)
Conci rigidi delle travi:	Si	Calcolati in automatico dal programma
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive	
Pali immersi in terreno alla winkler:		Interazione di tipo elastico concentrato tra palo e terreno
Interazione Orizzontale Pali in gruppo:	No	

Dati calcolo travi collegam. plinti :		\$ 7.2.5.1 NTC
Profilo stratigrafico di tipo:	D	\$ 3.2.2 NTC
Accelerazione SLV del sito Ag/g:	0.140	
Amplif.stratigr. x Amplif. topogr. :	1.920	Ss x St di cui al \$3.2.3.2 NTC

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

CLASSE CONGLOMERATO:	C25/30		
Ec =	314700	daN/cm ²	Modulo elastico normale
μ =	0.20	daN/cm ²	Coeff. di contrazione trasversale (Poisson)
fcd =	141.6	daN/cm ²	Resistenza a compressione di calcolo
fctd =	11.9	daN/cm ²	Resistenza a trazione di calcolo
fctm =	25.6	daN/cm ²	Resistenza media a trazione
Coeff. fcd =	0.850		Coeff. di riduzione di fcd per carichi prolungati (compressione e flessione)
Peso Specifico =	2500	daN/m ³	Peso specifico conglomerato (armato)

ACCIAIO TIPO:	B450C		
Ea =	2000000	daN/cm ²	Modulo Elastico normale
fyd =	3913.0	daN/cm ²	Resistenza a snervamento di calcolo
ftd =	3913.0	daN/cm ²	Resistenza ultima di calcolo
β1*β2 iniz. =	0.07		Coeff. di aderenza conglom./acciaio per le combinazioni rare in esercizio
β1*β2 fin. =	1.00		Coeff. di aderenza conglom./acciaio per le combinazioni freq. e quasi permanenti in esercizio

DATI CARATTERISTICI DEL PIANO DI FONDAZIONE

- Quota: Quota in cm dell'estradosso dell'impalcato in esame (misurata lungo l'asse Z verticale del rifer. generale)
 - Piano Rigido: Si/No. In caso affermativo l'impalcato viene considerato indeformabile nel proprio piano. Per le travi appartenenti ad impalcato rigido non vengono considerati lo sforzo normale e la flessione nel piano stesso (sono cioè valutabili solo sforzi di flessione retta, taglio e torsione).

Livello	Quota cm	Piano Rigido
FONDAZIONI	0	No

CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI DELLE TRAVI DAL LIVELLO FONDAZIONI AL LIVELLO FUORI_PIANO

NOME SEZIONE: 40X30
 Forma Sezione: Rettangolare
 Classe Conglomerato: C25/30
 Tipo acciaio per barre: B450C
 Base = 40.0 cm Altezza = 30.0 cm
 Punto inserimento sezione: Estradosso Punto di passaggio dell'asse x' del riferimento locale della trave
 Coprif. Inf. (dal baric. barre) = 3.5 cm Coprif. Sup (dal baric. barre) = 3.5 cm

DATI DI INPUT DELLE TRAVI DEL LIVELLO FONDAZIONI

- Gli assi locali y',z' della trave hanno origine nel punto di intersezione dell'asse x' con la sezione iniziale della trave

- L'asse x locale della trave è l'asse long. baricentrico. Gli assi locali y, z sono gli assi principali l'inerzia della sezione iniziale della trave.
- Nodo I/ Nodo F: Nome del nodo Iniziale/ Finale della trave
- Sezione: Nome della sezione assegnata alla trave tra quelle definite nell'archivio sezioni travi
- Angolo: Angolo (in °sessadecimali) formato dal piano x'-y' locale di riferimento della trave col piano verticale passante per l'asse x' della trave
- ExI, Eyl, EzI: Eccentricità (Offset) del primo estremo flessibile della trave rispetto al suo nodo iniziale. Definisce il concio rigido iniziale
- ExF, EyF, EzF: Eccentricità (Offset) del secondo estremo flessibile della trave rispetto al suo nodo finale. Definisce il concio rigido finale
- VincI / VincF: Vincolamento dei 6 gradi di libertà locali dell'estremo iniziale/finale della trave rispetto al corrispondente nodo di attacco. Il valore 0 associato indica vincolo interno libero; il valore 1 indica vincolo bloccato
- FL. Dev: Si/No a seconda se nel calcolo va considerata o meno la rigidezza della trave per inflessione nel piano costituito dagli assi x (long. baric.) e z (princ.d'inerzia) locali della trave

N.	Nodo Ini	Nodo Fin	Sezione	Angolo (°)	ExI cm	Eyl cm	EzI cm	ExF cm	EyF cm	EzF cm	Vinc.Ini	Vinc.Fin	Fl.Dev.
2	P1_0	P2_0	40X30	0.00 °	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111111	111111	Si
3	P2_0	P3_0	40X30	0.00 °	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111111	111111	Si
4	P3_0	P4_0	40X30	0.00 °	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111111	111111	Si
5	P4_0	P5_0	40X30	0.00 °	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111111	111111	Si
6	P5_0	P6_0	40X30	0.00 °	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111111	111111	Si
7	P6_0	P7_0	40X30	0.00 °	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111111	111111	Si
8	P7_0	P8_0	40X30	0.00 °	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111111	111111	Si

CARICHI SULLE TRAVI DAL LIVELLO FONDAZIONI AL LIVELLO FUORI_PIANO

CARICHI RIPARTITI PROVENIENTI DAI SOLAI O DA PESO PROPRIO PER LA COND. CARICO 'PESI PROPRI'

- x1/ x2: Ascissa iniziale/finale lungo l'asse della trave (comprendendo nell'asse anche la lunghezza dei concii rigidi) del carico ripartito proveniente da solaio
- Py1,Py2: Intensità dei carichi ripartiti (nel sistema rif. locale della trave) assegnati in corrispondenza delle ascisse iniziali e finali del carico

N.Trave	Livello	x1 cm	x2 cm	Py1 daN/m	Py2 daN/m	Tipo Carico	Tipo Solaio
2	FONDAZIONI	0.0	100.0	-300	-300	P.P.Trave	----
3	FONDAZIONI	0.0	100.0	-300	-300	P.P.Trave	----
4	FONDAZIONI	0.0	100.0	-300	-300	P.P.Trave	----
5	FONDAZIONI	0.0	100.0	-300	-300	P.P.Trave	----
6	FONDAZIONI	0.0	100.0	-300	-300	P.P.Trave	----
7	FONDAZIONI	0.0	100.0	-300	-300	P.P.Trave	----
8	FONDAZIONI	0.0	100.0	-300	-300	P.P.Trave	----

CARICHI RIPARTITI CONDIZIONE DI CARICO: 'PERMANENTI'

- Rifer.: Loc.= carichi riferiti agli assi del rifer. locale della trave (assi principali inerz. sez. iniz. + asse long. baric.)// Gen. = carichi riferiti agli assi X,Y,Z del rif. generale

- Su Conci: Si/No a seconda se il carico ripartito interessa o meno gli eventuali concii rigidi della trave
- Pxl, Pyl, Pzl, Mtl: Intensità dei carichi ripartiti nella sezione iniziale della trave nel riferimento locale o generale scelto
- PxF, PyF, PzF, MtF: Intensità dei carichi ripartiti nella sezione finale della trave nel riferimento locale o generale scelto

N.Trave	Livello	Rifer.	Su Conci	Pxl daN/m	Pyl daN/m	Pzl daN/m	Mtl daNm/m	PxF daN/m	PyF daN/m	PzF daN/m	MtF daNm/m
2	Fondazioni	Loc.	Si	0	-8800	0	0	0	-8800	0	0
3	Fondazioni	Loc.	Si	0	-8800	0	0	0	-8800	0	0
4	Fondazioni	Loc.	Si	0	-8800	0	0	0	-8800	0	0
5	Fondazioni	Loc.	Si	0	-8800	0	0	0	-8800	0	0
6	Fondazioni	Loc.	Si	0	-8800	0	0	0	-8800	0	0
7	Fondazioni	Loc.	Si	0	-8800	0	0	0	-8800	0	0
8	Fondazioni	Loc.	Si	0	-8800	0	0	0	-8800	0	0

CARICHI RIPARTITI CONDIZIONE DI CARICO: 'SOVRACCARICHI'

- Rifer.: Loc.= carichi riferiti agli assi del rifer. locale della trave (assi principali inerz. sez. iniz. + asse long. baric.)// Gen. = carichi riferiti agli assi X,Y,Z del rif. generale

- Su Conci: Si/No a seconda se il carico ripartito interessa o meno gli eventuali concii rigidi della trave
- Pxl, Pyl, Pzl, Mtl: Intensità dei carichi ripartiti nella sezione iniziale della trave nel riferimento locale o generale scelto

- Px_F, Py_F, Pz_F, Mt_F: Intensità dei carichi ripartiti nella sezione finale della trave nel riferimento locale o generale scelto

N.Trave	Livello	Rifer.	Su Conci	Pxl daN/m	Pyl daN/m	Pzl daN/m	Mtl daNm/m	PxF daN/m	PyF daN/m	PzF daN/m	MtF daNm/m
2	Fondazioni	Loc.	Si	0	-720	0	0	0	-720	0	0
3	Fondazioni	Loc.	Si	0	-720	0	0	0	-720	0	0
4	Fondazioni	Loc.	Si	0	-720	0	0	0	-720	0	0
5	Fondazioni	Loc.	Si	0	-720	0	0	0	-720	0	0
6	Fondazioni	Loc.	Si	0	-720	0	0	0	-720	0	0
7	Fondazioni	Loc.	Si	0	-720	0	0	0	-720	0	0
8	Fondazioni	Loc.	Si	0	-720	0	0	0	-720	0	0

DATI NODALI DI INPUT AL LIVELLO DELLE FONDAZIONI

- X, Y, Z: Coordinate dei nodi

- Vincoli fissi: Per ognuno dei 6 gradi di libertà: 0=libero 1=bloccato. I primi 3 gradi di libertà sono quelli traslazionali in direz. degli assi generali X,Y,Z. I restanti 3 sono quelli rotazionali intorno agli assi X, Y, Z. Nel caso di nodi appartenenti a piani rigidi alla precedente notazione viene sostituita l'indicazione 'Piano rigido'

- Sez.Pil.: Nome della sezione trasversale del pilastro (o della parete) di piano che si diparte dal nodo

- Rot.Pil.: Angolo (in ° sessadecimali) formato dagli assi locali y'-z' della sezione del pilastro con gli assi generali X,Y (rotaz. intorno all'asse Z)

- Plinto/Palo: Nome della tipologia del plinto o del palo collegata al nodo (nel caso di vincolo fisso od elastico tale indicazione viene omessa)

- Dx / Dy : Nel caso sia assegnato un plinto Dx e Dy sono gli Offset (in cm) del centro del plinto rispetto al nodo. Nel caso in cui nel nodo sia stato assegnato un palo se ne può descrivere l'eventuale inclinazione mediante gli offset Dx e Dy della punta inferiore del palo rispetto all'asse verticale passante per il nodo

- Rot.Z: Termine presente solo nel caso di presenza di un plinto. E' l'angolo (°) formato dai lati del plinto con gli assi X, Y generali

N.	Nome Nodo	X cm	Y cm	Z cm	Vincoli fissi	Sez.Pil.	Rot.Pil.	Plinto/Palo	DX cm	DY cm	Rot.Z
1	P1_0	0.0	0.0	0.0	000000	----	----	PALO_A (Palo)	0.0	0.0	----
2	P2_0	0.0	100.0	0.0	000000	----	----	PALO_A (Palo)	0.0	0.0	----
3	P3_0	100.0	100.0	0.0	000000	----	----	PALO_A (Palo)	0.0	0.0	----
4	P4_0	200.0	100.0	0.0	000000	----	----	PALO_A (Palo)	0.0	0.0	----
5	P5_0	300.0	100.0	0.0	000000	----	----	PALO_A (Palo)	0.0	0.0	----
6	P6_0	400.0	100.0	0.0	000000	----	----	PALO_A (Palo)	0.0	0.0	----
7	P7_0	500.0	100.0	0.0	000000	----	----	PALO_A (Palo)	0.0	0.0	----
8	P8_0	500.0	0.0	0.0	000000	----	----	PALO_A (Palo)	0.0	0.0	----

CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI DEI PALI

NOME SEZIONE: PALO 30

Forma Sezione: Circolare

Classe Conglomerato: C25/30

Tipo acciaio per barre: B450C

Diametro = 30.0 cm

Copri ferro corona di armatura (dal baric. barre) = 4.0 cm

DETERMINAZIONE ANALITICA DEL CARICO LIMITE ASSIALE DI UNA TIPOLOGIA DI PALO

Numero verticali di indagine:	1	
Coeff. Sic. Portanza alla Punta:	1.35	da applicare al carico limite caratteristico secondo l'approccio 2 (6.4.3.1.1 NTC)
Coeff. Sic. Portanza Laterale:	1.15	da applicare al carico limite caratteristico secondo l'approccio 2 (6.4.3.1.1 NTC)
Condizione di calcolo:	DRENATA	Coesione = 0; $\varnothing = \varnothing' > 0$
Formula applicata:		$Q_{ult} = Q_{punta} + Q_{laterale} = \sqrt{D^2/4} \cdot q \cdot N_q \cdot D_q + \sqrt{D} \cdot K \cdot \mu \cdot 0,5[g \cdot D_w^2 + (L^2 - D_w^2)]$ in cui: D=diametro palo; q = pressione litostatica vert. alla punta del palo Nq = fatt. portanza Hansen; Dq = fatt. correttivo di Hansen (Cap.4 'Fondazioni'- Bowles) falda palo
		g = peso efficace dell'unità di volume terreno; L= lunghezza palo; Dw= profondità
		$0,5[g \cdot D_w^2 + (L^2 - D_w^2)] =$ integrale della pressione litostatica lungo l'intera lungh. L del
		K= fattore empirico correttivo (cfr. tab. 13.2 'Fondazioni' -Viggiani) μ = coeff. di attrito (posto di solito pari a $\tan \varnothing'$, da ridurre per pali prefabbr.)

CARATTERISTICHE DEL PALO

Lunghezza del palo:	1200	cm
Diametro sezione palo:	20	cm

DATI GEOTECNICI E RISULTATI RIFERITI ALLE SINGOLE VERTICALI DI INDAGINE

Gamma	daN/m ³	Peso unità volume del terreno
Gamma Sat	daN/m ³	Peso unità volume del terreno saturo
\varnothing'	°	Angolo Attrito efficace del terreno
Cu	daN/cm ²	Valore Coesione per terreno di tipo coesivo
Alfa Cu		Coefficiente di adesione espresso come aliquota efficace di Cu (cfr. Viggiani)
K		Coeff. K empirico da stimare in base alla tipologia esecutiva del palo (cfr. Viggiani)
μ		Coeff. attrito laterale (di solito posto pari a $\tan(\varnothing)$)
Q punta	daN	Carico limite alla Punta per singola verticale calcolato con le formule di Hansen
Q later.	daN	Carico limite Laterale per singola verticale calcolato con le formule di Hansen

N.Verticale	Gamma	Gamma Sat	\varnothing	Cu	Alfa	K	μ	Q punta	Q later.
1	1900	---	28.5°	---	---	0.40	0.54	16281	18668

RISULTATI

Q medio alla punta:	16281	daN	Valore medio tra quelli esposti nella precedente tabella
Fatt.correlaz. Q medio alla punta:	1.700		Tratto dalla tab. 6.4.IV NTC in funzione del numero di verticali
Q min alla punta:	16281	daN	Valore minimo tra quelli esposti nella precedente tabella
Fatt.correlaz. Q min alla punta:	1.700		Tratto dalla tab. 6.4.IV NTC in funzione del numero di verticali
Q caratteristico alla punta:	9577	daN	Valore caratteristico = minimo tra Qmed e Qmin ridotti dei rispettivi fatt. correl.
Q medio laterale:	18668	daN	Valore medio tra quelli esposti nella precedente tabella
Fatt.correlaz. Q medio laterale:	1.700		Tratto dalla tab. 6.4.IV NTC in funzione del numero di verticali
Q min Laterale:	18668	daN	Valore minimo tra quelli esposti nella precedente tabella
Fatt.correlaz. Q min laterale:	1.700		Tratto dalla tab. 6.4.IV NTC in funzione del numero di verticali
Q caratteristico laterale =	10981	daN	Valore caratteristico = minimo tra Qmed e Qmin ridotti dei rispettivi fatt. correl.
Q Lim di progetto=	16643	daN	Somma dei valori alla punta e laterale rapportati ai relativi fattori di sic. assunti

DETERMINAZIONE ANALITICA DEL CARICO LIMITE LATERALE DI UNA TIPOLOGIA DI PALO

Numero verticali di indagine:	1	
Coeff. Parziale di Sicurezza:	1.30	da applicare al carico limite caratteristico secondo l'approccio 2 (6.4.3.1.1 NTC)
Fattore di sovraresistenza: limite.	1.10	Punto 7.2.5 NTC. Divide i momenti resistenti del palo ai fini del calcolo del carico limite.

CARATTERISTICHE DEL PALO

Lunghezza del palo:	900	cm	
Diametro sezione palo:	20	cm	
Vincolo testa palo:	Rotaz. impedita		La condizione di vincolo è determinata dalla struttura di collegamento del palo.
Classe conglomerato:	C25/30		
Tipo acciaio:	B450C*		
N° barre longitudinali:	6	N°	
Diametro barre longit.:	16	mm	
Copriferro barre:	4.0	cm	Misurato dal baricentro delle barre
Sforzo Normale minimo:	8800	daN	Il momento resist. assunto è il minore tra i due calcolati con Nmin e Nmax (N=sforzo normale)
Sforzo Normale massimo:	9520	daN	Gli sforzi normali massimo e minimo si riferiscono all'insieme delle combin. allo S.L.U. del palo
Momento Resistente minimo calcolato:	2125	daNm	Utilizzato nel calcolo del carico limite nel caso di palo 'lungo'(cfr.Cap.13.2 'Fondazioni'-Viggiani)

DATI GEOTECNICI E RISULTATI RIFERITI ALLE SINGOLE VERTICALI DI INDAGINE

Cu	daN/cm ²	Valore Coesione per terreno di tipo coesivo
Ø	°	Angolo Attrito per terreno di tipo incoerente
Gamma	daN/m ³	Peso unità volume per terreno di tipo incoerente
Tipo Rottura		a palo 'corto'= rottura terreno; 'medio','lungo'= una o più cerniere plastiche lungo il palo
H Lim	daN	Carico limite laterale per singola verticale calcolato con la teoria di Broms (cfr.Cap.13.2 'Fondazioni'-Viggiani)

N.Verticale	Cu	Ø	Gamma	Tipo Rottura	H Lim.
1	---	28.0°	1900	Lungo	4005

RISULTATI

H Lim medio =	4005	daN	Valore medio tra quelli esposti nella precedente tabella
Fatt.correlaz. per H Lim medio =	1.700		Tratto dalla tab. 6.4.IV NTC in funzione del numero di verticali
H Lim min =	4005	daN	Valore minimo tra quelli esposti nella precedente tabella
Fatt.correlaz. per H Lim min =	1.700		Tratto dalla tab. 6.4.IV NTC in funzione del numero di verticali
H Lim caratteristico =	2356	daN	Il minore tra il medio ed il minimo (ridotti a mezzo dei fattori di correlazione)
H Lim di progetto=	1812	daN	

ALLEGATO B2

Il progetto prevede l'inserimento di n. 6 catene per direzione; ciascuna catena avrà un diametro 24 e dovrà sopportare un tiro ciascuna $N=10049$ Kg. Nella verifica di seguito riportata si va a calcolare il massimo tiro esplicabile della catena che sarà il minore tra la resistenza del tirante allo snervamento, la resistenza a punzonamento della muratura, e la resistenza della pressione di contatto sulla muratura. Dal calcolo si ha che il tiro esplicabile della catena è pari a 11800 kg che risulta sufficiente a sopportare il carico sismico nelle due direzioni. La catena avrà una piastra di dimensioni di 800x800 cm in testa dello spessore di 1 cm. Ci sarà una parte filettata a metà tratto da cui mettere in tiro la catena che avrà dimensioni maggiori della stessa. Per quanto riguarda l'attacco in corrispondenza dei loculi esistenti, non essendo possibile porre in opera la piastra esterna, si inserirà la catena all'interno della struttura esistente. La piastra avrà dimensioni di 100x100 e sarà inserita all'interno di un nuovo getto realizzato a completamento dello scasso per l'inserimento della catena. Il tutto è meglio evidenziato nella tavola. Si riporta di seguito il calcolo della catena.

CALCOLO DELLA COMPONENTE SISMICA

Calcolo del peso complessivo edificio:

Peso murature: $\gamma_m := 1800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Setti lungo x: $l_x := 14.27\text{m}$ $s_x := 0.6\text{m}$ $h_{x1} := 6\text{m}$
 $P_x := 2 \cdot l_x \cdot s_x \cdot h_{x1} \cdot \gamma_m$ $P_x = 1.849 \times 10^5 \text{ kg}$

Setti lungo y: $l_y := 8.95\text{m}$ $s_y := 0.6\text{m}$ $h_y := 5.50\text{m}$
 $P_y := 4 \cdot l_y \cdot s_y \cdot h_y \cdot \gamma_m$ $P_y = 2.127 \times 10^5 \text{ kg}$

Peso solaio in laterocemento: $P_{ps} := 250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Peso manto di copertura: $P_{pm} := 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Peso Neve: $P_n := 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Peso massetto: $P_m := 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Peso pavimento: $P_v := 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Peso accidentale: $P_{acc} := 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Peso solaio copertura

$A_{sc} := 118\text{m}^2$ $P_{sc} := P_{ps} \cdot A_{sc} + P_{pm} \cdot A_{sc}$ $P_{sc} = 3.658 \times 10^4 \text{ kg}$

Peso solaio primo impalcato:

$A_{s1} := 29\text{m}^2$ $P_{s1} := A_{s1} \cdot (P_{ps} + P_m + P_v + P_{acc})$ $P_{s1} = 1.769 \times 10^4 \text{ kg}$

Peso totale edificio: $\underline{\underline{W}} := P_x + P_y + P_{sc}$ $W = 4.342 \times 10^5 \text{ kg}$

Parametri sismici: $C_1 := 0.05$ $H_{tot} := 6$ $\lambda := 1$ $\underline{g} := 9.81$

$T_c := 0.27$ $C_c := 1.15 \cdot T_c^{-0.4}$ $C_c = 1.942$ $a_g := 0.14g$ $z_1 := 6m$

$S_s := 1.6$ $S_t := 1.2$ $q := 2.8$ $F_o := 2.480$ $T_B := 0.175$ $T_C := 0.524$

$T_1 := C_1 \cdot H_{tot}^{\frac{3}{4}}$ $T_1 = 0.192$ $\underline{S} := S_s \cdot S_t$ $S = 1.92$

Il periodo $T_B < T_1 < T_C$ pertanto la formula da considerare al paragrafo 3.2.3.2.1 delle NTC 2008 è la seguente:

$$S_d := a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_o \quad S_d = 1.817$$

Pertanto si può determinare la forza F_h

$$F_h := S_d \cdot W \cdot \frac{\lambda}{g} \quad F_h = 8.04 \times 10^4 \text{ kg}$$

La forza da applicare alla massa iesima:

numero tiranti n_t in direzione x e in direzione y: $n_{tx} := 6$ $n_{ty} := 6$

$$F_1 := \frac{F_h \cdot z_1 \cdot W}{z_1 \cdot W} \quad F_1 = 80397 \text{ kg} \quad F_t := \frac{F_1}{n_{tx}} \quad F_t = 10049.616 \text{ kg}$$

Nel caso in esame è pari a F_h in quanto un unico piano perchè l'interrato è considerato come fondazione.

DETERMINAZIONE DEL TIRO DELLA CATENA		
CARETTISTICHE GEOMETRICHE	Area della sezione trasversale del tirante A_s [mm ²]	452.0
	Altezza della piastra di ancoraggio del tirante a [cm]	80.0
	Larghezza della piastra di ancoraggio del tirante b [cm]	80.0
	Spessore della parete su cui è ancorato il tirante t [cm]	60.0
	Angolo di attrito della muratura β [°]	45.0
	Area della zona di contatto della muratura con la piastra di ancoraggio del tirante A_1 [cm ²]	6400.0
	Distanza del bordo della piastra dal più prossimo lato libero della parete su cui è ancorata [m]	0.5
	Area di ripartizione delle azioni di compressione A_2 [cm ²]	6561.0
$\sqrt{A_2/A_1} \leq 2$	1.0	
Percentuale del contributo del taglio sulle facce laterali per il calcolo di T_2 [%]	100.0%	
PARAMETRI MECCANICI	Fattore di confidenza F_C	1.35
	Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura γ_M	2.00
	Resistenza di calcolo dei tiranti $f_{d,S}$ [N/mm ²]	261.00
	Resistenza media a compressione della muratura f_m [N/cm ²]	720.00
	Resistenza media a taglio della muratura τ_0 [N/cm ²]	10.80
	Tensione di calcolo a compressione della muratura $f_{d,M}$ [N/cm ²]	266.67
Resistenza di calcolo a taglio della muratura $f_{vd,M}$ [N/cm ²]	4.00	
TIRO DELLA CATENA	Resistenza dei tiranti allo sneravamento T_1 [kN]	118.0
	Resistenza al punzonamento della muratura nelle zone di ancoraggio T_2 [kN]	134.4
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura T_3 [kN]	1728.0
	Massimo tiro esplicabile dalla catena T [kN]	118.0

Legenda:

- Caselle di inserimento dati
- Caselle contenenti i dati elaborati
- Caselle contenenti i risultati finali dell'analisi

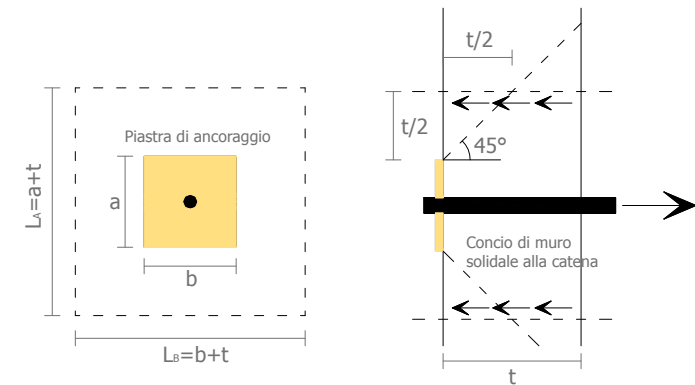


Fig. 1 - Schema di riferimento per il meccanismo di punzonamento della muratura nelle zone di ancoraggio del tirante

Formulazione adottata:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= f_d \cdot A_s \\ T_2 &= f_v \cdot [2 \cdot (b + t \cdot \tan \beta) + 2 \cdot (a + t \cdot \tan \beta)] \cdot t \\ T_3 &= \sigma_r \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{A_2/A_1} \end{aligned} \right\} \rightarrow T = \min \{T_1, T_2, T_3\}$$