



COMUNE di MONTEFORTINO

- Provincia di Fermo -

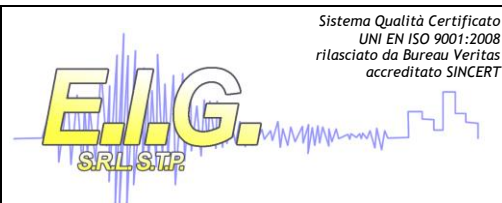
INTERVENTI SULLA STRADA COMUNALE SERRA DANNEGGIATA A SEGUITO DEGLI EVENTI ALLUVIONALI DEL NOVEMBRE - DICEMBRE 2013

Committente:

Amministrazione Comunale di Montefortino (FM)

Ubicazione:

Località Serra, 63858 - Montefortino (FM)



E.I.G. S.r.l. Società tra Professionisti

Iscrizione C.C.I.A.A. MC n. 154300

C.F. e P.IVA. n. 01461630434

Cap. Soc. Euro 23.000,00 i.v.

Via Aldo Moro n. 6 - 62034 Muccia (MC) - Italy

Tel. +39.0737.616886 - Fax. +39.0737.648576

Mail: eig@resparambia.com - PEC: eig srl@legalmail.it

Web: resparambia.com



PROGETTAZIONE ESECUTIVA



RELAZIONE DI CALCOLO

Numero copia	○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○○	Elaborato
Codice Progetto	Pagina	Identificativo
17/FM/MF/18	1 di 35	RC. Relazione di calcolo

RC

Agg.	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato
0	Febbraio 2017	Prima emissione	C. Resparambia	A. Resparambia	C. Resparambia
1					
2					
3					
4					
5					
6					

La E.I.G. s.r.l. si riserva a termini di legge la proprietà del documento. Senza regolare autorizzazione scritta, è vietato riprodurre anche parzialmente o con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopia, anche per uso interno o didattico e/o trasferirlo a terzi (Art. 171 Legge 22.04.41 n° 663)

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 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

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

Richiami teorici

Metodo di analisi

Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la controspinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, controspinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

K_{am}	diagramma della spinta attiva agente da monte
K_{av}	diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
K_{pm}	diagramma della spinta passiva agente da monte
K_{pv}	diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione

si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su $\tan(\phi)$ e sulla coesione

Calcolo della spinte

Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il valore della spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni si ricava il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tenere conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di **Mononobe-Okabe** (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con W il peso del cuneo e con C il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con S la spinta calcolata in condizioni statiche e con S_s la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in alto).

Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia I e l'area A per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta L la lunghezza libera del tirante, A_f l'area di armatura nel tirante ed E_s il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad L , area A_f , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico E_s . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidezza della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo, k , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario.

Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo $[F/L^3]$. È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se m è l'interasse fra le molle (in cm) e b è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ($b=100$ cm) occorre ricavare l'area equivalente, A_m , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con E_m il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm^2), l'equivalenza, in termini di rigidità, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidità flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidità di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidità degli elementi della paratia (elementi a rigidità flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidità dei tiranti (solo rigidità assiale) e delle molle (rigidità assiale).

Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore X_{max} ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione p_{max} . Tale pressione p_{max} può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale (K matrice di rigidità, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale p_0 , fino a raggiungere il carico totale p . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassemblata escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidità è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassemblaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la

pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate). Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con u ed u_0 gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con s ed s_0 gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con K la matrice di rigidità della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s = s_0 + K(u - u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,10.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato e è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Dati

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	1,00	[m]
Profondità di infissione	8,00	[m]
Altezza totale della paratia	9,00	[m]
Lunghezza paratia	20,00	[m]

Numero di file di micropali	2	
Interasse fra le file di micropali	1,00	[m]
Interasse fra i micropali della fila	0,50	[m]
Diametro dei micropali	20,00	[cm]
Numero totale di micropali	79	
Numero di micropali per metro lineare	3.95	
Diametro esterno del tubolare	114,30	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria cordoli

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del cordolo
Y	posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

Cordoli in calcestruzzo

B	Base della sezione del cordolo espresso in [cm]
H	Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

Cordoli in acciaio

A	Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]
W	Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm ³]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	200,00	40,00	--	--

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	4,00	0,00	0.00

Profilo di valle

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-31,48	-21,50	0.00
2	-19,19	-15,50	0.00
3	-3,75	-3,50	180.00
4	-0,83	-1,50	-78.58
5	0,00	-1,00	94.29

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n° numero d'ordine

Descrizione Descrizione del terreno

γ peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]

γ_s peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]

ϕ angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]

δ angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]

c coesione del terreno espressa in [kg/cm^q]

N°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ^q]
1	SOTTOFONDO STRADALE	1460,0	1880,0	15.90	0.00	0,000
2	SUBSTRATO	2180,0	2180,0	37.90	0.00	0,000
3	AREANARIA CEMENTATA	2180,0	2180,0	37.90	0.00	0,100

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]

kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

α inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V:strato di valle)

Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V:strato di valle)

N°	sp	α_M	α_V	Kw _M	Kw _V	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ^q /cm]	[kg/cm ^q /cm]		
1	0,50	0.00	0.00	0.14	0.03	SUBSTRATO	SOTTOFONDO STRADALE
2	0,50	0.00	25.00	0.43	0.09	SUBSTRATO	SOTTOFONDO STRADALE
3	16,00	0.00	25.00	5.50	5.31	AREANARIA CEMENTATA	AREANARIA CEMENTATA

Caratteristiche materiali utilizzati

Calcestruzzo

Peso specifico	2500	[kg/mc]
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	408	[kg/cmq]
Tensione di progetto a compressione σ_c	124	[kg/cmq]

Acciaio

Tipo	B450C	
Tensione di snervamento f_{yk}	4589	[kg/cmq]

Caratteristiche acciaio cordoli in c.a.

Tipo	B450C	
Tensione di snervamento f_{yk}	4589	[kg/cmq]

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

F_x Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle

F_y Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso

M Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante

Q_i, Q_f Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]

V_i, V_s Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1					
Carico concentrato sulla paratia	Y=0,0 0	$F_x=0$	$F_y=0$	M=720	
Carico concentrato sulla paratia	Y=0,0 0	$F_x=0$	$F_y=0$	M=360	



Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [A1-M1]

Nome condizione	γ	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Condizione 1)	1.50	1.00

Combinazione n° 2 [A1-M1]

Nome condizione	γ	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Condizione 1 / sisma V+)	1.00	1.00

Combinazione n° 3 [A2-M2]

Nome condizione	γ	Coef f. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Condizione 1)	1.30	1.00

Combinazione n° 4 [A2-M2]

Nome condizione	γ	Coef f. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Condizione 1 / sisma V+)	1.00	1.00

Combinazione n° 5 [SLER]

Nome condizione	γ	Coef f. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Condizione 1)	1.00	1.00

Combinazione n° 6 [SLEF]

Nome condizione	γ	Coef f. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Condizione 1)	1.00	1.00

Combinazione n° 7 [SLEQ]

Nome condizione	γ	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Condizione 1)	1.00	1.00

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	γ_{Gfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.0 0	1.2 5	1.0 0	1.2 5
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.0 0	1.2 5	1.0 0	1.2 5
Resistenza drenata non	γ_{cu}	1.0 0	1.4 0	1.0 0	1.4 0
Resistenza a compressione	γ_{qu}	1.0 0	1.6 0	1.0 0	1.6 0

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
uniassiale					
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.0 0	1.0 0	1.0 0	1.0 0

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza	Tiranti
Laterale	γ_{st} 1,20

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate 1 $\xi_3=1,80$ $\xi_4=1,80$

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

Impostazioni verifiche SLE

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) / (1.0 + \cot^2 \theta)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure $w_1 = 0.20$

$$w_2 = 0.30$$

$$w_3 = 0.40$$

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2008 - I° Formulazione

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni di analisi

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K_a e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

Impostazioni analisi sismica

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo $[m/s^2]$	1.625	0.661
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.505	2.463
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.335	0.282
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.400	1.400
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.200	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.010	0.010
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.700	0.700
Coefficiente di intensità sismica (percento)	19.480	7.924
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (k_v)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 20 elementi fuori terra e 160 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	1,00	[m]
Profondità di infissione	8,00	[m]
Altezza totale della paratia	9,00	[m]

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kg]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kg]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kg]
Pc	Controspinta, espressa in [kg]

n°	Tipo	Pa	Y _{Pa}	Is	Y _{Is}	Pw	Y _{Pw}	Pp	Y _{Pp}	Pc	Y _{Pc}
		[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]
1	[A1-M1]	339	0,67	--	--	--	--	-1428	1,54	1090	3,30
2	[A1-M1 S]	260	0,67	123	0,67	--	--	-1157	1,51	773	3,32
3	[A2-M2]	336	0,67	--	--	--	--	-1297	1,58	961	3,36
4	[A2-M2 S]	336	0,67	141	0,67	--	--	-1294	1,57	817	3,42
5	[SLER]	260	0,67	--	--	--	--	-994	1,49	733	3,26
6	[SLEF]	260	0,67	--	--	--	--	-994	1,49	733	3,26
7	[SLEQ]	260	0,67	--	--	--	--	-994	1,49	733	3,26

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Rc	Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kg]
Rt	Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kg]
Rv	Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kg]
Rp	Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kg]

n°	Tipo	Rc	Y _{Rc}	Rt	Y _{Rt}	Rv	Y _{Rv}	Rp	Y _{Rp}
1	[A1-M1]	0	0,00	--	--	--	--	--	--
2	[A1-M1 S]	0	0,00	--	--	--	--	--	--
3	[A2-M2]	0	0,00	--	--	--	--	--	--
4	[A2-M2 S]	0	0,00	--	--	--	--	--	--
5	[SLER]	0	0,00	--	--	--	--	--	--
6	[SLEF]	0	0,00	--	--	--	--	--	--
7	[SLEQ]	0	0,00	--	--	--	--	--	--

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 P_{NUL} Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
 P_{INV} Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
 C_{ROT} Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
 MP Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
 R/R_{MAX} Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]
 P_p Portanza di punta, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL}	P _{INV}	C _{ROT}	MP	R/R _{MAX}	P _p
1	[A1-M1]	1,00	1,25	2,06	3.73	0.95	35969
2	[A1-M1 S]	1,00	1,20	2,08	2.48	0.92	35969
3	[A2-M2]	1,00	1,35	2,13	4.97	1.52	16903
4	[A2-M2 S]	1,00	1,35	2,18	4.97	1.41	16903
5	[SLER]	1,00	1,15	2,02	1.86	0.82	35969
6	[SLEF]	1,00	1,15	2,02	1.86	0.82	35969
7	[SLEQ]	1,00	1,15	2,02	1.86	0.82	35969

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 M momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
 N sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
 T taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	[A1-M1]	1768	1,20	339	1,00	2792	9,00	MAX
--	--	-76	4,60	-1043	2,05	0	0,00	MIN
2	[A1-M1 S]	1254	1,20	384	1,00	2792	9,00	MAX
--	--	-54	4,65	-740	2,05	0	0,00	MIN
3	[A2-M2]	1561	1,25	336	1,00	2792	9,00	MAX
--	--	-67	4,70	-920	2,10	0	0,00	MIN
4	[A2-M2 S]	1325	1,30	477	1,00	2792	9,00	MAX
--	--	-57	4,75	-782	2,15	0	0,00	MIN
5	[SLER]	1189	1,15	260	1,00	2792	9,00	MAX

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
--	--	-51	4,60	-702	2,00	0	0,00	MIN
6	[SLEF]	1189	1,15	260	1,00	2792	9,00	MAX
--	--	-51	4,60	-702	2,00	0	0,00	MIN
7	[SLEQ]	1189	1,15	260	1,00	2792	9,00	MAX
--	--	-51	4,60	-702	2,00	0	0,00	MIN

Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

- n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
 V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	[A1-M1]	0,2390	0,00	0,0030	0,00	MAX
--	--	-0,0113	2,90	0,0000	0,00	MIN
2	[A1-M1 S]	0,1711	0,00	0,0030	0,00	MAX
--	--	-0,0080	2,95	0,0000	0,00	MIN
3	[A2-M2]	0,2224	0,00	0,0030	0,00	MAX
--	--	-0,0099	3,00	0,0000	0,00	MIN
4	[A2-M2 S]	0,1958	0,00	0,0030	0,00	MAX
--	--	-0,0084	3,05	0,0000	0,00	MIN
5	[SLER]	0,1547	0,00	0,0030	0,00	MAX
--	--	-0,0076	2,85	0,0000	0,00	MIN
6	[SLEF]	0,1547	0,00	0,0030	0,00	MAX
--	--	-0,0076	2,85	0,0000	0,00	MIN
7	[SLEQ]	0,1547	0,00	0,0030	0,00	MAX
--	--	-0,0076	2,85	0,0000	0,00	MIN

Stabilità globale

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 100

Simbologia adottata

- n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 (X_C; Y_C) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
 R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
 (X_V; Y_V) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
 (X_M; Y_M) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
 FS Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X _c , Y _c)	R	(X _v , Y _v)	(X _m , Y _m)	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
3	[A2-M2]	(-8,10; 0,90)	12,79	(-13,20; 10,83)	(4,67; 0,00)	1.54
4	[A2-M2 S]	(-8,10; 3,60)	14,98	(-12,89; 10,59)	(6,45; 0,00)	1.19

Combinazione n° 4

Numero di strisce 51

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle

N° numero d'ordine della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

b larghezza della striscia espressa in [m]

L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ($L=b/\cos\alpha$)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]

C_{tn}, C_{tt} contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espressa in [kg]

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	L	ϕ	c	u	(C _{tn} ; C _{tt})
	[kg]					[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg]
1	163,99	-17.88	-50,36	0,40	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
2	504,02	-16.37	-142,02	0,40	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
3	835,07	-14.86	-214,17	0,39	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
4	1157,33	-13.37	-267,52	0,39	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
5	1470,98	-11.88	-302,79	0,39	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
6	1776,17	-10.40	-320,66	0,39	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
7	2073,02	-8.93	-321,78	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
8	2361,64	-7.46	-306,81	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
9	2642,12	-6.00	-276,38	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
10	2914,54	-4.55	-231,11	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
11	3178,95	-3.09	-171,61	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
12	3435,40	-1.64	-98,51	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
13	3683,90	-0.19	-12,39	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
14	3924,48	1.26	86,13	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
15	4157,11	2.71	196,45	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
16	4381,79	4.16	317,97	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
17	4598,47	5.62	450,08	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
18	4807,10	7.08	592,17	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]					[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
19	5007,62	8.54	743,61	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
20	5199,94	10.01	903,78	0,38	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
21	5383,95	11.49	1072,03	0,39	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
22	5559,53	12.97	1247,71	0,39	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
23	5726,54	14.46	1430,13	0,39	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
24	5884,81	15.96	1618,60	0,39	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
25	6022,65	17.48	1808,95	0,40	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
26	6134,12	19.01	1997,69	0,40	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
27	6236,03	20.55	2188,72	0,40	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
28	6328,27	22.10	2381,27	0,41	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
29	6410,54	23.68	2574,49	0,41	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
30	6482,48	25.27	2767,46	0,42	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
31	6543,68	26.89	2959,22	0,43	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
32	6593,24	28.52	3148,52	0,43	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
33	6614,19	30.19	3325,94	0,44	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
34	6614,36	31.88	3493,45	0,45	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
35	7338,65	33.61	4061,83	0,46	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
36	7123,06	35.37	4122,94	0,47	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
37	6892,80	37.17	4164,27	0,48	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
38	6646,80	39.01	4184,03	0,49	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
39	6383,82	40.91	4180,22	0,50	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
40	6102,38	42.86	4150,54	0,52	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
41	5800,70	44.87	4092,32	0,54	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
42	5476,61	46.96	4002,45	0,56	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
43	5127,40	49.13	3877,17	0,58	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
44	4749,65	51.40	3711,91	0,61	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
45	4338,92	53.79	3500,91	0,64	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
46	3889,22	56.33	3236,69	0,68	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
47	3392,24	59.05	2909,14	0,74	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
48	2835,64	62.00	2503,80	0,81	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
49	2199,80	65.28	1998,29	0,91	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
50	1449,31	69.05	1353,49	1,06	31.91	0,080	0,000	(0; 0)
51	519,81	73.21	497,64	1,31	31.91	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 225074,85$ [kg]

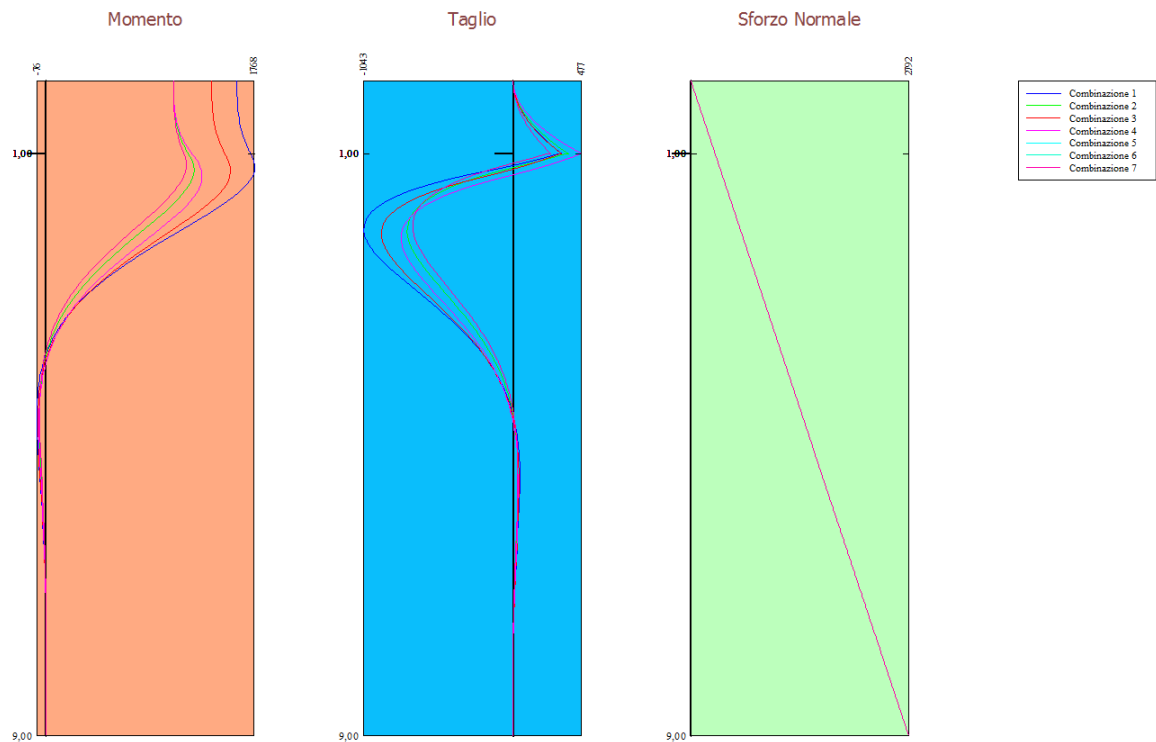
$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 89135,88$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 120263,69$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 18764,55$ [kg]

Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

Diametro del micropalo 20,00 cm
Area della sezione trasversale 314,16 cmq
Diametro esterno del tubolare 114,30 mm
Spessore del tubolare 10,00 mm
Area della sezione tubolare 32,77 cmq
Inerzia della sezione tubolare 449,66 cm⁴



Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
Tipo Tipo della Combinazione/Fase
Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M momento flettente espresso in [kgm]
N sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T taglio espresso in [kg]
V_{Rd} taglio resistente espresso in [kg]
FS_T fattore di sicurezza a taglio

N°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	[A1-M1]	1,20	448	94	4492	946	10.03

N°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
2	[A1-M1 S]	1,20	317	94	4491	1333	14.15
3	[A2-M2]	1,25	395	98	4491	1116	11.37
4	[A2-M2 S]	1,30	335	102	4491	1367	13.39

N°	Tipo	Y	T	Tr	FS _T
		[m]	[kgm]	[kg]	
1	[A1-M1]	2,05	-264	75485	285.89
2	[A1-M1 S]	2,05	-187	75485	402.93
3	[A2-M2]	2,10	-233	75485	324.11
4	[A2-M2 S]	2,15	-198	75485	381.31

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _f	tensione normale nell'armatura, espressa in [kg/cm ²]
τ _f	tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kg/cm ²]
σ _{id}	tensione ideale ($\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$) nella sezione del tubolare, espressa in [kg/cm ²]

N°	Tipo	σ _f	Y(σ _f)	τ _f	Y(τ _f)	σ _{id}	Y(σ _{id})
		[kg/cm ²]	[m]	[kg/cm ²]	[m]	[kg/cm ²]	[m]
5	[SLER]	385,34	1,15	10,84	2,00	385,35	1,15
6	[SLEF]	385,34	1,15	10,84	2,00	385,35	1,15
7	[SLEQ]	385,34	1,15	10,84	2,00	385,35	1,15

Verifica armatura paratia (Inviluppo)

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente espresso in [kg]
FS _T	fattore di sicurezza a taglio

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V _{Rdr}	FS _T
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
1	[A1-M1]	0,00	410	0	-4494	0	10.96	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,05	410	4	4494	43	10.96	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,10	410	8	4493	86	10.96	1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,15	410	12	4493	129	10.95	2	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,20	410	16	4493	172	10.95	3	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,25	411	20	4493	215	10.94	5	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,30	411	24	4493	258	10.93	8	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,35	411	27	4493	300	10.92	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,40	412	31	4493	343	10.91	14	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,45	413	35	4493	385	10.89	17	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,50	414	39	4493	426	10.86	21	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,55	415	43	4493	468	10.83	26	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,60	416	47	4493	509	10.79	31	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,65	418	51	4492	549	10.75	36	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,70	420	55	4492	588	10.70	42	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,75	422	59	4492	627	10.64	48	75485	1000.00
1	[A1-M1]	0,80	425	63	4492	664	10.58	77	75485	975.76
1	[A1-M1]	0,85	428	67	4492	701	10.50	87	75485	864.35
1	[A1-M1]	0,90	431	71	4492	737	10.42	98	75485	770.98
1	[A1-M1]	0,95	435	75	4492	771	10.33	109	75485	691.97
1	[A1-M1]	1,00	439	79	4492	804	10.24	121	75485	624.51
1	[A1-M1]	1,05	443	82	4492	837	10.15	103	75485	735.33
1	[A1-M1]	1,10	446	86	4492	871	10.08	84	75485	895.80
1	[A1-M1]	1,15	447	90	4492	907	10.04	6	75485	1000.00
1	[A1-M1]	1,20	448	94	4492	946	10.03	-23	75485	1000.00
1	[A1-M1]	1,25	446	98	4492	988	10.06	-55	75485	1000.00
1	[A1-M1]	1,30	444	102	4491	1034	10.12	-86	75485	879.51
1	[A1-M1]	1,35	439	106	4491	1084	10.22	-113	75485	666.27
1	[A1-M1]	1,40	434	110	4491	1139	10.36	-138	75485	547.29
1	[A1-M1]	1,45	427	114	4491	1198	10.52	-160	75485	472.17
1	[A1-M1]	1,50	419	118	4491	1263	10.72	-179	75485	421.06
1	[A1-M1]	1,55	410	122	4491	1334	10.96	-196	75485	384.57
1	[A1-M1]	1,60	400	126	4491	1411	11.23	-211	75485	357.68
1	[A1-M1]	1,65	389	130	4490	1494	11.53	-224	75485	337.47
1	[A1-M1]	1,70	378	134	4490	1585	11.87	-234	75485	322.11
1	[A1-M1]	1,75	367	137	4490	1683	12.25	-243	75485	310.43
1	[A1-M1]	1,80	354	141	4490	1791	12.67	-250	75485	301.63
1	[A1-M1]	1,85	342	145	4490	1908	13.13	-256	75485	295.15
1	[A1-M1]	1,90	329	149	4489	2035	13.64	-260	75485	290.59
1	[A1-M1]	1,95	316	153	4489	2175	14.20	-262	75485	287.66
1	[A1-M1]	2,00	303	157	4489	2327	14.81	-264	75485	286.15
1	[A1-M1]	2,05	290	161	4488	2493	15.49	-264	75485	285.89
1	[A1-M1]	2,10	277	165	4488	2676	16.22	-263	75485	286.77
1	[A1-M1]	2,15	263	169	4488	2876	17.03	-261	75485	288.79
1	[A1-M1]	2,20	250	173	4487	3096	17.92	-259	75485	291.83
1	[A1-M1]	2,25	237	177	4487	3339	18.89	-255	75485	295.88

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V _{Rdr}	FS _T
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
1	[A1-M1]	2,30	225	181	4486	3606	19.96	-251	75485	300.90
1	[A1-M1]	2,35	212	185	4485	3902	21.14	-246	75485	306.89
1	[A1-M1]	2,40	200	188	4485	4229	22.44	-241	75485	313.86
1	[A1-M1]	2,45	188	192	4484	4593	23.87	-235	75485	321.82
1	[A1-M1]	2,50	176	196	4483	4998	25.46	-228	75485	330.82
1	[A1-M1]	2,55	165	200	4482	5450	27.21	-221	75485	340.89
1	[A1-M1]	2,60	154	204	4481	5956	29.17	-214	75485	352.09
1	[A1-M1]	2,65	143	208	4480	6524	31.35	-207	75485	364.49
1	[A1-M1]	2,70	133	212	4479	7164	33.78	-200	75485	378.16
1	[A1-M1]	2,75	123	216	4477	7888	36.52	-192	75485	393.20
1	[A1-M1]	2,80	113	220	4475	8711	39.61	-184	75485	409.73
1	[A1-M1]	2,85	104	224	4473	9649	43.11	-176	75485	427.86
1	[A1-M1]	2,90	95	228	4471	10725	47.09	-169	75485	447.74
1	[A1-M1]	2,95	87	232	4469	11966	51.65	-161	75485	469.53
1	[A1-M1]	3,00	78	236	4466	13406	56.90	-153	75485	493.44
3	[A2-M2]	3,05	71	240	4462	15004	62.63	-145	75485	519.67
3	[A2-M2]	3,10	64	243	4458	16856	69.23	-138	75485	548.49
3	[A2-M2]	3,15	58	247	4454	19033	76.93	-130	75485	580.18
3	[A2-M2]	3,20	52	251	4448	21613	86.00	-123	75485	615.08
3	[A2-M2]	3,25	46	255	4435	24668	96.64	-115	75485	653.58
3	[A2-M2]	3,30	40	259	4398	28226	108.90	-108	75485	696.15
3	[A2-M2]	3,35	35	263	4354	32540	123.67	-102	75485	743.30
4	[A2-M2 S]	3,40	31	267	4299	37530	140.54	-95	75485	795.68
4	[A2-M2 S]	3,45	26	271	4227	43373	160.07	-88	75485	854.02
4	[A2-M2 S]	3,50	22	275	4133	50528	183.81	-82	75485	919.22
4	[A2-M2 S]	3,55	19	279	4007	59367	212.92	-76	75485	992.32
4	[A2-M2 S]	3,60	15	283	3833	70372	248.89	-70	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	3,65	12	287	3589	84216	293.77	-65	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	3,70	9	291	3236	101466	349.16	-59	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	3,75	7	295	2718	122436	415.71	-54	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	3,80	4	298	1968	145999	489.19	-49	75485	1000.00
1	[A1-M1]	3,85	-4	302	-2003	145073	479.77	-45	75485	1000.00
1	[A1-M1]	3,90	-6	306	-2626	125639	410.18	-40	75485	1000.00
1	[A1-M1]	3,95	-8	310	-3012	111110	358.15	-36	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,00	-10	314	-3260	100356	319.44	-32	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,05	-12	318	-3428	92400	290.49	-28	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,10	-13	322	-3546	86430	268.40	-25	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,15	-14	326	-3631	81945	251.41	-21	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,20	-16	330	-3691	78525	238.05	-18	75485	1000.00

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V _{Rdr}	FS _T
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
1	[A1-M1]	4,25	-16	334	-3736	75979	227.62	-15	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,30	-17	338	-3769	74113	219.45	-12	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,35	-18	342	-3792	72791	213.06	-10	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,40	-18	346	-3807	71917	208.11	-8	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,45	-19	350	-3816	71415	204.33	-5	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,50	-19	353	-3819	71239	201.56	-3	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,55	-19	357	-3817	71355	199.67	-2	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,60	-19	361	-3811	71730	198.54	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,65	-19	365	-3800	72333	198.06	2	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,70	-19	369	-3786	73153	198.17	3	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,75	-19	373	-3768	74177	198.83	4	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,80	-19	377	-3746	75394	199.99	5	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,85	-18	381	-3721	76799	201.61	6	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,90	-18	385	-3693	78385	203.68	7	75485	1000.00
1	[A1-M1]	4,95	-18	389	-3662	80149	206.16	8	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,00	-17	393	-3628	82090	209.04	9	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,05	-17	397	-3590	84184	212.25	9	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,10	-16	401	-3546	86398	215.70	10	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,15	-16	404	-3499	88777	219.48	10	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,20	-15	408	-3449	91322	223.60	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,25	-15	412	-3396	94032	228.05	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,30	-14	416	-3337	96845	232.65	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,35	-14	420	-3273	99751	237.40	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,40	-13	424	-3206	102807	242.40	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,45	-13	428	-3135	106012	247.67	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,50	-12	432	-3058	109253	252.92	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,55	-12	436	-2976	112547	258.20	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,60	-11	440	-2891	115962	263.66	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,65	-10	444	-2802	119480	269.25	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,70	-10	448	-2706	122864	274.45	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,75	-9	452	-2607	126330	279.74	11	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,80	-9	456	-2505	129871	285.10	10	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,85	-8	459	-2399	133289	290.10	10	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,90	-8	463	-2289	136632	294.86	10	75485	1000.00
1	[A1-M1]	5,95	-7	467	-2179	140001	299.59	10	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,00	-7	471	-2067	143365	304.23	9	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,05	-6	475	-1952	146424	308.15	9	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,10	-6	479	-1837	149465	311.98	9	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,15	-5	483	-1722	152478	315.68	8	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,20	-5	487	-1610	155431	319.19	8	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,25	-5	491	-1497	158161	322.20	8	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,30	-4	495	-1387	160833	325.05	7	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,35	-4	499	-1279	163439	327.71	7	75485	1000.00
1	[A1-M1]	6,40	-4	503	-1175	165970	330.19	7	75485	1000.00
3	[A2-M2]	6,45	-3	507	-1070	167674	330.99	6	75485	1000.00
3	[A2-M2]	6,50	-3	511	-971	168715	330.48	6	75485	1000.00
3	[A2-M2]	6,55	-3	514	-877	169703	329.88	6	75485	1000.00

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V _{Rdr}	FS _T
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
3	[A2-M2]	6,60	-2	518	-789	170638	329.19	5	75485	1000.00
3	[A2-M2]	6,65	-2	522	-705	171520	328.40	5	75485	1000.00
3	[A2-M2]	6,70	-2	526	-626	172350	327.53	5	75485	1000.00
3	[A2-M2]	6,75	-2	530	-553	173128	326.57	4	75485	1000.00
3	[A2-M2]	6,80	-1	534	-484	173855	325.53	4	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	6,85	-1	538	-422	174510	324.37	4	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	6,90	-1	542	-367	175089	323.09	3	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	6,95	-1	546	-316	175626	321.75	3	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	7,00	-1	550	-269	176121	320.35	3	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	7,05	-1	554	-226	176577	318.90	3	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	7,10	-1	558	-186	176994	317.40	2	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	7,15	0	562	-150	177375	315.86	2	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	7,20	0	565	-117	177719	314.28	2	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	7,25	0	569	-88	178030	312.66	2	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	7,30	0	573	-62	178309	311.00	2	75485	1000.00
4	[A2-M2 S]	7,35	0	577	-38	178556	309.31	1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,40	0	581	48	178448	307.04	1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,45	0	585	66	178267	304.67	1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,50	0	589	80	178115	302.38	1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,55	0	593	92	177992	300.17	1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,60	0	597	101	177894	298.03	1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,65	0	601	108	177820	295.96	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,70	0	605	113	177767	293.95	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,75	0	609	116	177734	292.00	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,80	0	613	118	177718	290.10	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,85	0	617	118	177719	288.25	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,90	0	620	116	177733	286.45	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	7,95	0	624	114	177761	284.69	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,00	0	628	110	177799	282.98	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,05	0	632	105	177848	281.30	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,10	0	636	100	177904	279.65	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,15	0	640	94	177968	278.03	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,20	0	644	87	178037	276.44	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,25	0	648	80	178110	274.88	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,30	0	652	73	178186	273.34	-1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,35	0	656	66	178265	271.82	-1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,40	0	660	58	178344	270.33	-1	75485	1000.00

n°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS	T	V _{Rdr}	FS _T
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]		[kg]	[kg]	
1	[A1-M1]	8,45	0	664	51	178422	268.85	-1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,50	0	668	44	178499	267.38	-1	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,55	0	672	36	178574	265.93	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,60	0	675	30	178644	264.48	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,65	0	679	24	178710	263.05	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,70	0	683	18	178770	261.63	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,75	0	687	13	178824	260.21	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,80	0	691	8	178870	258.80	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,85	0	695	5	178907	257.39	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,90	0	699	2	178935	255.99	0	75485	1000.00
1	[A1-M1]	8,95	0	703	1	178952	254.58	0	75485	1000.00

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
Tipo Tipo della Combinazione/Fase
Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 σ_f tensione normale nell'armatura, espressa in [kg/cm²]
 τ_f tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kg/cm²]
 σ_{id} tensione ideale ($\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$) nella sezione del tubolare, espressa in [kg/cm²]

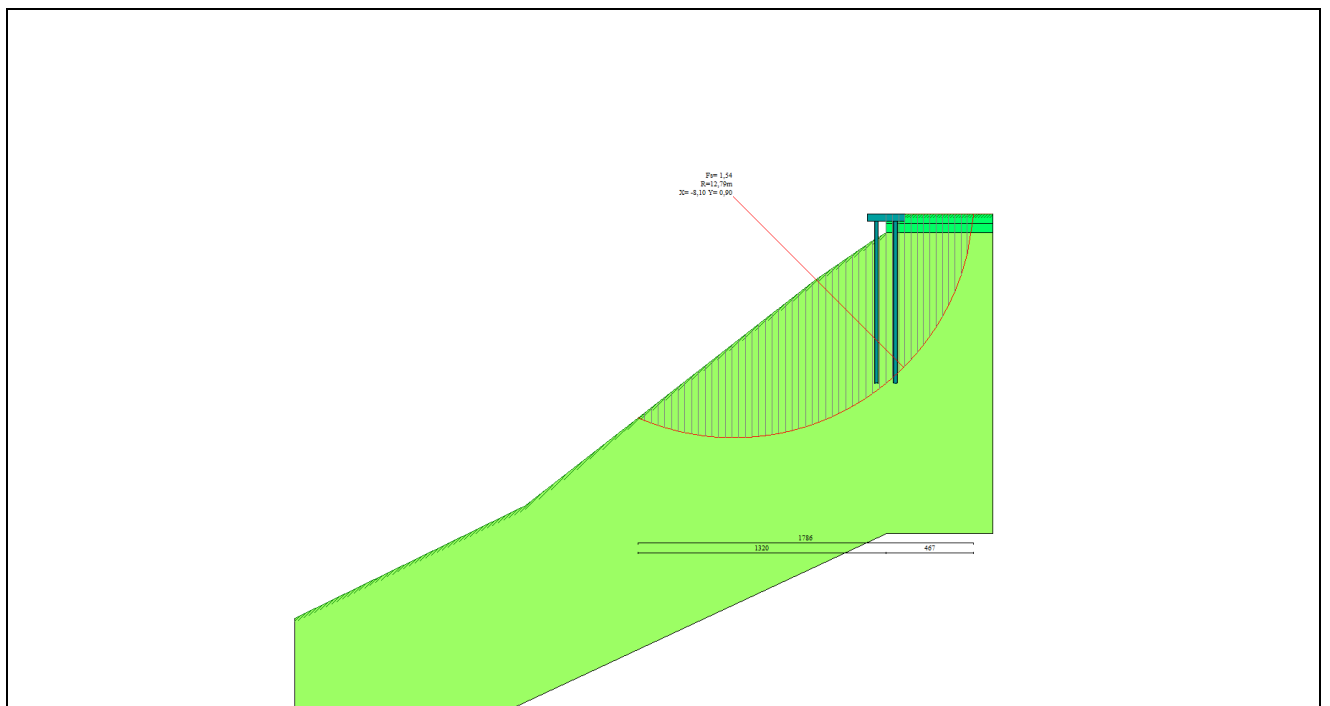
Y	σ_{id}	n° - Tipo	σ_f	n° - Tipo	τ_f	n° - Tipo
[m]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	
0,00	347,50	5 - [SLER]	347,50	5 - [SLER]	0,00	5 - [SLER]
0,05	347,63	5 - [SLER]	347,63	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
0,10	347,77	5 - [SLER]	347,77	5 - [SLER]	0,04	5 - [SLER]
0,15	347,96	5 - [SLER]	347,96	5 - [SLER]	0,09	5 - [SLER]
0,20	348,21	5 - [SLER]	348,21	5 - [SLER]	0,16	5 - [SLER]
0,25	348,55	5 - [SLER]	348,55	5 - [SLER]	0,25	5 - [SLER]
0,30	348,99	5 - [SLER]	348,99	5 - [SLER]	0,36	5 - [SLER]
0,35	349,55	5 - [SLER]	349,55	5 - [SLER]	0,49	5 - [SLER]
0,40	350,27	5 - [SLER]	350,26	5 - [SLER]	0,64	5 - [SLER]
0,45	351,15	5 - [SLER]	351,14	5 - [SLER]	0,82	5 - [SLER]
0,50	352,22	5 - [SLER]	352,21	5 - [SLER]	1,01	5 - [SLER]
0,55	353,50	5 - [SLER]	353,49	5 - [SLER]	1,22	5 - [SLER]
0,60	355,01	5 - [SLER]	355,00	5 - [SLER]	1,45	5 - [SLER]
0,65	356,77	5 - [SLER]	356,76	5 - [SLER]	1,70	5 - [SLER]
0,70	358,81	5 - [SLER]	358,79	5 - [SLER]	1,97	5 - [SLER]
0,75	361,14	5 - [SLER]	361,12	5 - [SLER]	2,26	5 - [SLER]
0,80	363,78	5 - [SLER]	363,75	5 - [SLER]	2,58	5 - [SLER]
0,85	366,76	5 - [SLER]	366,73	5 - [SLER]	2,91	5 - [SLER]
0,90	370,10	5 - [SLER]	370,06	5 - [SLER]	3,26	5 - [SLER]
0,95	373,82	5 - [SLER]	373,77	5 - [SLER]	3,63	5 - [SLER]
1,00	377,94	5 - [SLER]	377,87	5 - [SLER]	4,02	5 - [SLER]
1,05	381,80	5 - [SLER]	381,77	5 - [SLER]	2,32	5 - [SLER]

Y	σ_{id}	n° - Tipo	σ_f	n° - Tipo	τ_f	n° - Tipo
[m]	[kg/cmq]		[kg/cmq]		[kg/cmq]	
1,10	384,31	5 - [SLER]	384,31	5 - [SLER]	0,88	5 - [SLER]
1,15	385,35	5 - [SLER]	385,34	5 - [SLER]	0,66	5 - [SLER]
1,20	384,80	5 - [SLER]	384,78	5 - [SLER]	2,06	5 - [SLER]
1,25	382,80	5 - [SLER]	382,76	5 - [SLER]	3,33	5 - [SLER]
1,30	379,49	5 - [SLER]	379,41	5 - [SLER]	4,48	5 - [SLER]
1,35	374,99	5 - [SLER]	374,87	5 - [SLER]	5,51	5 - [SLER]
1,40	369,43	5 - [SLER]	369,26	5 - [SLER]	6,42	5 - [SLER]
1,45	362,91	5 - [SLER]	362,69	5 - [SLER]	7,24	5 - [SLER]
1,50	355,55	5 - [SLER]	355,28	5 - [SLER]	7,95	5 - [SLER]
1,55	347,44	5 - [SLER]	347,12	5 - [SLER]	8,57	5 - [SLER]
1,60	338,68	5 - [SLER]	338,32	5 - [SLER]	9,10	5 - [SLER]
1,65	329,37	5 - [SLER]	328,96	5 - [SLER]	9,56	5 - [SLER]
1,70	319,59	5 - [SLER]	319,13	5 - [SLER]	9,93	5 - [SLER]
1,75	309,42	5 - [SLER]	308,91	5 - [SLER]	10,23	5 - [SLER]
1,80	298,93	5 - [SLER]	298,38	5 - [SLER]	10,47	5 - [SLER]
1,85	288,19	5 - [SLER]	287,60	5 - [SLER]	10,64	5 - [SLER]
1,90	277,27	5 - [SLER]	276,64	5 - [SLER]	10,76	5 - [SLER]
1,95	266,22	5 - [SLER]	265,56	5 - [SLER]	10,82	5 - [SLER]
2,00	255,10	5 - [SLER]	254,41	5 - [SLER]	10,84	5 - [SLER]
2,05	243,96	5 - [SLER]	243,24	5 - [SLER]	10,82	5 - [SLER]
2,10	232,85	5 - [SLER]	232,10	5 - [SLER]	10,75	5 - [SLER]
2,15	221,80	5 - [SLER]	221,03	5 - [SLER]	10,64	5 - [SLER]
2,20	210,86	5 - [SLER]	210,07	5 - [SLER]	10,50	5 - [SLER]
2,25	200,06	5 - [SLER]	199,26	5 - [SLER]	10,33	5 - [SLER]
2,30	189,44	5 - [SLER]	188,63	5 - [SLER]	10,13	5 - [SLER]
2,35	179,02	5 - [SLER]	178,20	5 - [SLER]	9,91	5 - [SLER]
2,40	168,83	5 - [SLER]	168,00	5 - [SLER]	9,67	5 - [SLER]
2,45	158,89	5 - [SLER]	158,05	5 - [SLER]	9,41	5 - [SLER]
2,50	149,21	5 - [SLER]	148,37	5 - [SLER]	9,14	5 - [SLER]
2,55	139,82	5 - [SLER]	138,98	5 - [SLER]	8,85	5 - [SLER]
2,60	130,73	5 - [SLER]	129,88	5 - [SLER]	8,55	5 - [SLER]
2,65	121,94	5 - [SLER]	121,10	5 - [SLER]	8,25	5 - [SLER]
2,70	113,47	5 - [SLER]	112,64	5 - [SLER]	7,93	5 - [SLER]
2,75	105,33	5 - [SLER]	104,50	5 - [SLER]	7,62	5 - [SLER]
2,80	97,51	5 - [SLER]	96,69	5 - [SLER]	7,30	5 - [SLER]
2,85	90,02	5 - [SLER]	89,21	5 - [SLER]	6,97	5 - [SLER]
2,90	82,87	5 - [SLER]	82,07	5 - [SLER]	6,65	5 - [SLER]
2,95	76,06	5 - [SLER]	75,26	5 - [SLER]	6,33	5 - [SLER]
3,00	69,57	5 - [SLER]	68,79	5 - [SLER]	6,01	5 - [SLER]
3,05	63,42	5 - [SLER]	62,65	5 - [SLER]	5,70	5 - [SLER]
3,10	57,59	5 - [SLER]	56,83	5 - [SLER]	5,39	5 - [SLER]
3,15	52,09	5 - [SLER]	51,34	5 - [SLER]	5,09	5 - [SLER]
3,20	46,90	5 - [SLER]	46,16	5 - [SLER]	4,79	5 - [SLER]
3,25	42,02	5 - [SLER]	41,29	5 - [SLER]	4,50	5 - [SLER]
3,30	37,45	5 - [SLER]	36,73	5 - [SLER]	4,21	5 - [SLER]
3,35	33,17	5 - [SLER]	32,46	5 - [SLER]	3,94	5 - [SLER]

Y	σ_{id}	n° - Tipo	σ_f	n° - Tipo	τ_f	n° - Tipo
[m]	[kg/cmq]		[kg/cmq]		[kg/cmq]	
3,40	29,18	5 - [SLER]	28,48	5 - [SLER]	3,67	5 - [SLER]
3,45	25,47	5 - [SLER]	24,78	5 - [SLER]	3,41	5 - [SLER]
3,50	22,04	5 - [SLER]	21,35	5 - [SLER]	3,16	5 - [SLER]
3,55	18,86	5 - [SLER]	18,17	5 - [SLER]	2,92	5 - [SLER]
3,60	15,95	5 - [SLER]	15,25	5 - [SLER]	2,69	5 - [SLER]
3,65	13,28	5 - [SLER]	12,57	5 - [SLER]	2,47	5 - [SLER]
3,70	10,85	5 - [SLER]	10,12	5 - [SLER]	2,26	5 - [SLER]
3,75	10,70	5 - [SLER]	10,09	5 - [SLER]	2,05	5 - [SLER]
3,80	12,76	5 - [SLER]	12,35	5 - [SLER]	1,86	5 - [SLER]
3,85	14,69	5 - [SLER]	14,40	5 - [SLER]	1,68	5 - [SLER]
3,90	16,48	5 - [SLER]	16,27	5 - [SLER]	1,50	5 - [SLER]
3,95	18,10	5 - [SLER]	17,95	5 - [SLER]	1,34	5 - [SLER]
4,00	19,57	5 - [SLER]	19,47	5 - [SLER]	1,18	5 - [SLER]
4,05	20,89	5 - [SLER]	20,82	5 - [SLER]	1,03	5 - [SLER]
4,10	22,07	5 - [SLER]	22,01	5 - [SLER]	0,90	5 - [SLER]
4,15	23,10	5 - [SLER]	23,06	5 - [SLER]	0,77	5 - [SLER]
4,20	24,01	5 - [SLER]	23,98	5 - [SLER]	0,64	5 - [SLER]
4,25	24,79	5 - [SLER]	24,77	5 - [SLER]	0,53	5 - [SLER]
4,30	25,45	5 - [SLER]	25,44	5 - [SLER]	0,43	5 - [SLER]
4,35	26,01	5 - [SLER]	26,01	5 - [SLER]	0,33	5 - [SLER]
4,40	26,47	5 - [SLER]	26,47	5 - [SLER]	0,24	5 - [SLER]
4,45	26,83	5 - [SLER]	26,83	5 - [SLER]	0,15	5 - [SLER]
4,50	27,11	5 - [SLER]	27,11	5 - [SLER]	0,08	5 - [SLER]
4,55	27,31	5 - [SLER]	27,31	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
4,60	27,43	5 - [SLER]	27,43	5 - [SLER]	0,06	5 - [SLER]
4,65	27,49	5 - [SLER]	27,49	5 - [SLER]	0,12	5 - [SLER]
4,70	27,49	5 - [SLER]	27,49	5 - [SLER]	0,17	5 - [SLER]
4,75	27,44	5 - [SLER]	27,43	5 - [SLER]	0,22	5 - [SLER]
4,80	27,33	5 - [SLER]	27,33	5 - [SLER]	0,26	5 - [SLER]
4,85	27,18	5 - [SLER]	27,18	5 - [SLER]	0,30	5 - [SLER]
4,90	26,99	5 - [SLER]	26,99	5 - [SLER]	0,33	5 - [SLER]
4,95	26,77	5 - [SLER]	26,76	5 - [SLER]	0,36	5 - [SLER]
5,00	26,52	5 - [SLER]	26,51	5 - [SLER]	0,38	5 - [SLER]
5,05	26,24	5 - [SLER]	26,23	5 - [SLER]	0,40	5 - [SLER]
5,10	25,94	5 - [SLER]	25,93	5 - [SLER]	0,42	5 - [SLER]
5,15	25,62	5 - [SLER]	25,61	5 - [SLER]	0,44	5 - [SLER]
5,20	25,28	5 - [SLER]	25,27	5 - [SLER]	0,45	5 - [SLER]
5,25	24,94	5 - [SLER]	24,92	5 - [SLER]	0,46	5 - [SLER]
5,30	24,58	5 - [SLER]	24,57	5 - [SLER]	0,46	5 - [SLER]
5,35	24,22	5 - [SLER]	24,21	5 - [SLER]	0,46	5 - [SLER]
5,40	23,86	5 - [SLER]	23,84	5 - [SLER]	0,47	5 - [SLER]
5,45	23,49	5 - [SLER]	23,48	5 - [SLER]	0,47	5 - [SLER]
5,50	23,13	5 - [SLER]	23,12	5 - [SLER]	0,46	5 - [SLER]
5,55	22,77	5 - [SLER]	22,75	5 - [SLER]	0,46	5 - [SLER]
5,60	22,41	5 - [SLER]	22,40	5 - [SLER]	0,45	5 - [SLER]
5,65	22,06	5 - [SLER]	22,05	5 - [SLER]	0,44	5 - [SLER]

Y	σ_{id}	n° - Tipo	σ_f	n° - Tipo	τ_f	n° - Tipo
[m]	[kg/cmq]		[kg/cmq]		[kg/cmq]	
5,70	21,72	5 - [SLER]	21,70	5 - [SLER]	0,44	5 - [SLER]
5,75	21,38	5 - [SLER]	21,37	5 - [SLER]	0,43	5 - [SLER]
5,80	21,06	5 - [SLER]	21,04	5 - [SLER]	0,42	5 - [SLER]
5,85	20,74	5 - [SLER]	20,73	5 - [SLER]	0,41	5 - [SLER]
5,90	20,44	5 - [SLER]	20,43	5 - [SLER]	0,39	5 - [SLER]
5,95	20,15	5 - [SLER]	20,14	5 - [SLER]	0,38	5 - [SLER]
6,00	19,87	5 - [SLER]	19,86	5 - [SLER]	0,37	5 - [SLER]
6,05	19,60	5 - [SLER]	19,59	5 - [SLER]	0,36	5 - [SLER]
6,10	19,35	5 - [SLER]	19,34	5 - [SLER]	0,34	5 - [SLER]
6,15	19,11	5 - [SLER]	19,11	5 - [SLER]	0,33	5 - [SLER]
6,20	18,89	5 - [SLER]	18,88	5 - [SLER]	0,31	5 - [SLER]
6,25	18,68	5 - [SLER]	18,68	5 - [SLER]	0,30	5 - [SLER]
6,30	18,49	5 - [SLER]	18,48	5 - [SLER]	0,29	5 - [SLER]
6,35	18,31	5 - [SLER]	18,30	5 - [SLER]	0,27	5 - [SLER]
6,40	18,15	5 - [SLER]	18,14	5 - [SLER]	0,26	5 - [SLER]
6,45	18,00	5 - [SLER]	17,99	5 - [SLER]	0,24	5 - [SLER]
6,50	17,86	5 - [SLER]	17,86	5 - [SLER]	0,23	5 - [SLER]
6,55	17,74	5 - [SLER]	17,74	5 - [SLER]	0,22	5 - [SLER]
6,60	17,63	5 - [SLER]	17,63	5 - [SLER]	0,20	5 - [SLER]
6,65	17,54	5 - [SLER]	17,54	5 - [SLER]	0,19	5 - [SLER]
6,70	17,46	5 - [SLER]	17,46	5 - [SLER]	0,18	5 - [SLER]
6,75	17,39	5 - [SLER]	17,39	5 - [SLER]	0,17	5 - [SLER]
6,80	17,34	5 - [SLER]	17,33	5 - [SLER]	0,15	5 - [SLER]
6,85	17,30	5 - [SLER]	17,29	5 - [SLER]	0,14	5 - [SLER]
6,90	17,27	5 - [SLER]	17,26	5 - [SLER]	0,13	5 - [SLER]
6,95	17,25	5 - [SLER]	17,25	5 - [SLER]	0,12	5 - [SLER]
7,00	17,24	5 - [SLER]	17,24	5 - [SLER]	0,11	5 - [SLER]
7,05	17,25	5 - [SLER]	17,24	5 - [SLER]	0,10	5 - [SLER]
7,10	17,26	5 - [SLER]	17,26	5 - [SLER]	0,09	5 - [SLER]
7,15	17,28	5 - [SLER]	17,28	5 - [SLER]	0,08	5 - [SLER]
7,20	17,32	5 - [SLER]	17,32	5 - [SLER]	0,07	5 - [SLER]
7,25	17,39	5 - [SLER]	17,39	5 - [SLER]	0,06	5 - [SLER]
7,30	17,58	5 - [SLER]	17,58	5 - [SLER]	0,06	5 - [SLER]
7,35	17,76	5 - [SLER]	17,76	5 - [SLER]	0,05	5 - [SLER]
7,40	17,93	5 - [SLER]	17,93	5 - [SLER]	0,04	5 - [SLER]
7,45	18,09	5 - [SLER]	18,09	5 - [SLER]	0,04	5 - [SLER]
7,50	18,25	5 - [SLER]	18,25	5 - [SLER]	0,03	5 - [SLER]
7,55	18,40	5 - [SLER]	18,40	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
7,60	18,54	5 - [SLER]	18,54	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
7,65	18,68	5 - [SLER]	18,68	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
7,70	18,81	5 - [SLER]	18,81	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
7,75	18,94	5 - [SLER]	18,94	5 - [SLER]	0,00	5 - [SLER]
7,80	19,07	5 - [SLER]	19,07	5 - [SLER]	0,00	5 - [SLER]
7,85	19,18	5 - [SLER]	19,18	5 - [SLER]	0,00	5 - [SLER]
7,90	19,30	5 - [SLER]	19,30	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
7,95	19,41	5 - [SLER]	19,41	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]

Y	σ_{id}	n° - Tipo	σ_f	n° - Tipo	τ_f	n° - Tipo
[m]	[kg/cmq]		[kg/cmq]		[kg/cmq]	
8,00	19,52	5 - [SLER]	19,52	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
8,05	19,63	5 - [SLER]	19,63	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,10	19,73	5 - [SLER]	19,73	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,15	19,83	5 - [SLER]	19,83	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,20	19,93	5 - [SLER]	19,93	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,25	20,03	5 - [SLER]	20,03	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,30	20,13	5 - [SLER]	20,13	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,35	20,22	5 - [SLER]	20,22	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,40	20,32	5 - [SLER]	20,32	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,45	20,42	5 - [SLER]	20,42	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,50	20,51	5 - [SLER]	20,51	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,55	20,61	5 - [SLER]	20,61	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,60	20,71	5 - [SLER]	20,71	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,65	20,81	5 - [SLER]	20,81	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,70	20,91	5 - [SLER]	20,91	5 - [SLER]	0,02	5 - [SLER]
8,75	21,01	5 - [SLER]	21,01	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
8,80	21,12	5 - [SLER]	21,12	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
8,85	21,23	5 - [SLER]	21,23	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
8,90	21,34	5 - [SLER]	21,34	5 - [SLER]	0,01	5 - [SLER]
8,95	21,45	5 - [SLER]	21,45	5 - [SLER]	0,00	5 - [SLER]



Verifica a SLU * Diagrammi M-N delle sezioni

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione M_u-N_u della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.

Per la costruzione dei diagrammi limiti si sono assunti i seguenti valori:

Tensione caratteristica cubica del cls	$R_{bk} = 408 \text{ [kg/cmq]}$
Tensione caratteristica cilindrica del cls ($0.83 \times R_{bk}$)	$R_{ck} = 339 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza	$\psi = 0.85$
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	$f_{yk} = 4589 \text{ [kg/cmq]}$
Coefficiente di sicurezza cls	$\gamma_c = 1.50$
Coefficiente di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo del cls ($\psi R_{ck} / \gamma_c$)	$R_c^* = 192 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yk} / γ_s)	$R_s^* = 3990 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Modulo elastico dell'acciaio	$E_s = 2100000 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Deformazione ultima del calcestruzzo	$\varepsilon_{cu} = 0.0035 (0.35\%)$
Deformazione del calcestruzzo al limite elastoplastico	$\varepsilon_{ck} = 0.0020 (0.20\%)$
Deformazione ultima dell'acciaio	$\varepsilon_{yu} = 0.0100 (1.00\%)$
Deformazione dell'acciaio al limite elastico (R_s^* / E_s)	$\varepsilon_{yk} = 0.0015 (0.19\%)$

Legame costitutivo del calcestruzzo

Per il legame costitutivo del calcestruzzo si assume il diagramma parabola-rettangolo espresso dalle seguenti relazioni:

Tratto parabolico: $0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{ck}$

$$\sigma_c = \frac{R_c^* (2\varepsilon_{ck}\varepsilon_c - \varepsilon_c^2)}{\varepsilon_{ck}^2}$$

Tratto rettangolare: $\varepsilon_{ck} < \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu}$

$$\sigma_c = R_c^*$$

Legame costitutivo dell'acciaio

Per l'acciaio si assume un comportamento elastico-perfettamente plastico espresso dalle seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} \sigma_s &= E_s \varepsilon_s && \text{per } 0 \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy} \\ \sigma_s &= R_s^* && \text{per } \varepsilon_{sy} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{su} \end{aligned}$$

Tratto armatura 1

N°	N_u [kg]	M_u [kgm]
1	-130743,85	0,00
2	0,00	4493,60
3	23861,12	4443,60
4	35791,68	4320,14
5	47722,24	4173,06
6	59652,80	4002,88
7	71583,36	3813,37

N°	N _u	M _u
	[kg]	[kgm]
8	83513,92	3602,94
9	95444,48	3368,39
10	107375,03	3105,11
11	119305,59	2807,08
12	131236,15	2466,51
13	143166,71	2074,86
14	155097,27	1623,36
15	167027,83	1130,90
16	178958,39	0,00
17	178958,39	0,00
18	167027,83	-1130,90
19	155097,27	-1623,36
20	143166,71	-2074,86
21	131236,15	-2466,51
22	119305,59	-2807,08
23	107375,03	-3105,11
24	95444,48	-3368,39
25	83513,92	-3602,94
26	71583,36	-3813,37
27	59652,80	-4002,88
28	47722,24	-4173,06
29	35791,68	-4320,14
30	23861,12	-4443,60
31	0,00	-4493,60
32	-130743,85	0,00

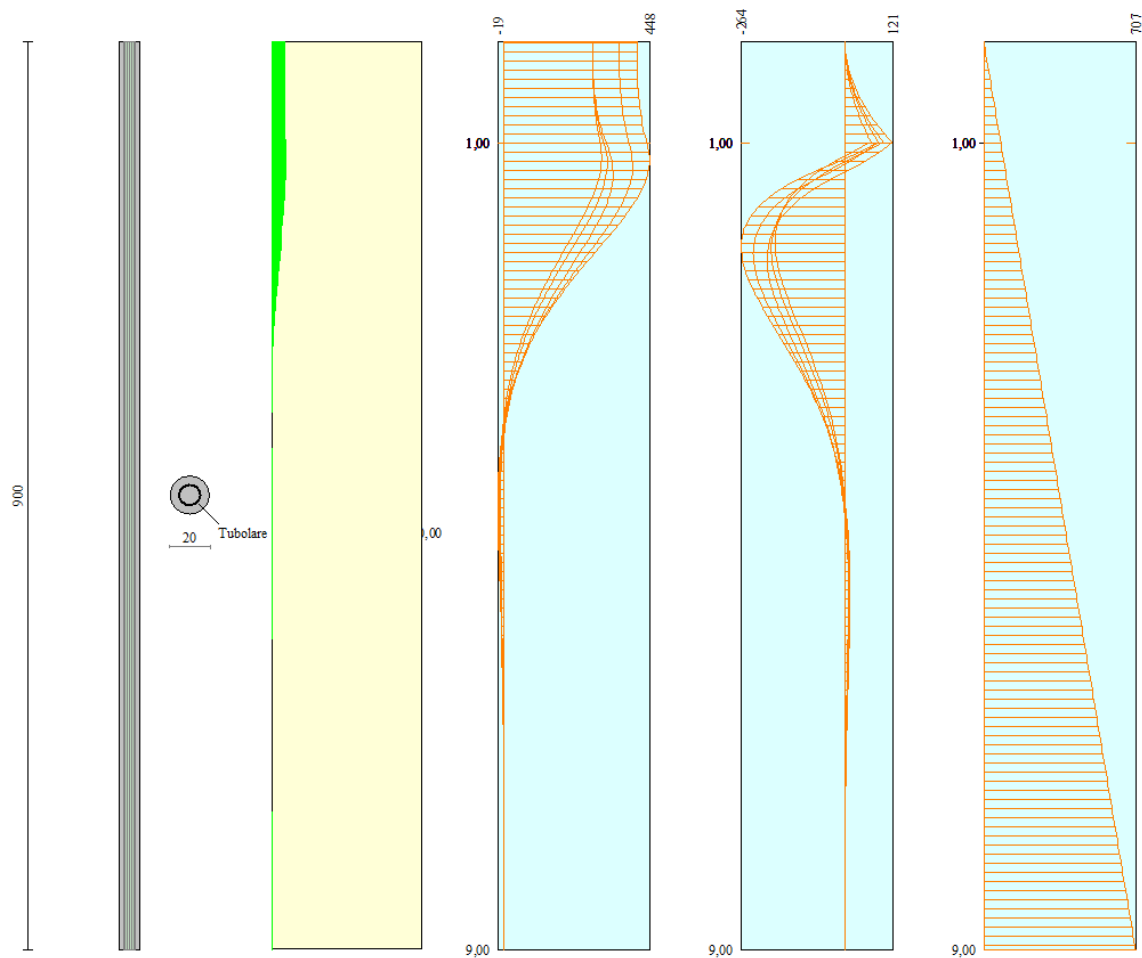
Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

M_h momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
T_h taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
M_v momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
T_v taglio espresso in [kg] nel piano verticale

Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=200,00 [cm] H=40,00 [cm]
A_{fv}=26,14 [cmq] A_{fh}=22,12 [cmq] Staffe ϕ 10/5 Nbh=2 - Nbv=2
M_h=119 [kgm] M_{uh}=200483 [kgm] FS=1679.64
T_h=239 [kg] T_{Rh}=222252 [kg] FS_T=931.01
M_v=250 [kgm] M_{uv}=36802 [kgm] FS=147.21
T_v=1000 [kg] T_R=41743 [kg] FS_{Tv}=41.74



Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto EIG SRL STP, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo PAC - Analisi e Calcolo Paratie
Versione 12.0
Produttore Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente E.I.G. S.r.l.
Licenza AIU4282FF

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
(EIG SRL STP)
