



Via Bellaria n° 22
51100 Pistoia
tel.0573-359163 Fax 0573-507437
info@domusingegneria.it
elenaducci@domusingegneria.it
saramonti@domusingegneria.it

PROGETTO ESECUTIVO

**RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA DEL TRATTO DI STRADA
IN LOCALITÀ MONTORIO, VIA CARRAIA.**



COMMITTENTE: Comune di Quarrata

Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio
Ufficio Tecnico Comunale - Servizio Lavori Pubblici
Via Vittorio Veneto n° 2 - 51039 Quarrata (PT)
Responsabile Unico Procedimento: **Ing. Iuri Gelli**

RELAZIONE SPECIALISTICA

A9 – FASCICOLO DEI CALCOLI

Il Progettista
Ing. Sara Monti

A9 – FASCICOLO DEI CALCOLI

La struttura di sostegno a paratia è costituita da serie di micropali c.a. disposti su due file alternate dotate di cordolo di collegamento in testa in c.a. Di seguito si riportano le analisi e le verifiche geotecniche e strutturali ottenute mediante il software di calcolo PAC 14.0 della AZTEC Informatica s.r.l. dedicato all'analisi ed al calcolo di paratie.

Normative di riferimento

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

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

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

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

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

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

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

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

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 16 Gennaio 1996

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

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

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

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

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

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

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

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 contropinta 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 contropinta 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, contropinta, 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_{p_v}	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 p 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 falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume efficace

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione esercitata dall'acqua.

Il regime di filtrazione della falda può essere *idrostatico* o *idrodinamico*.

Nell'ipotesi di regime idrostatico sia la falda di monte che di valle viene considerata statica, la pressione in un punto a quota h al di sotto della linea freatica sarà dunque pari a:

$$\gamma_w \times h$$

Nell'ipotesi di regime idrodinamico la falda viene considerata idrodinamica, la pressione in un punto a profondità h_m dalla linea freatica se calcolata da monte risulterà pari a:

$$\gamma_w \times h_m \times (1-i)$$

oppure, se calcolata da valle, la pressione in un punto a profondità h_v dalla linea freatica da valle risulterà pari a:

$$\gamma_w \times h_v \times (1+i).$$

Il valore della pressione al piede della paratia in regime idrodinamico coincide sia se calcolata da monte che da valle.

i rappresenta il gradiente idraulico nell'ipotesi di filtrazione monodimensionale.

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_t 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_t , 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 rigidità 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/cm²), 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:

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

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.

Verifiche idrauliche

Verifica a sifonamento

Per la verifica a sifonamento si utilizza il metodo del gradiente idraulico critico.

Il coefficiente di sicurezza nei confronti del sifonamento è dato dal rapporto tra il gradiente critico i_c e il gradiente idraulico di efflusso i_E .

$$FS_{SIF} = i_c / i_E$$

Il gradiente idraulico critico è dato dal rapporto tra il peso efficace medio γ_m del terreno interessato da filtrazione ed il peso dell'acqua γ_w .

$$i_c = \gamma_m / \gamma_w$$

Il gradiente idraulico di efflusso è dato dal rapporto tra la differenza di carico ΔH e la lunghezza della linea di flusso L .

$$i_E = \Delta H / L$$

Il moto di filtrazione è assunto essere monodimensionale.

Verifica a sollevamento del fondo scavo

Per la verifica a sollevamento si utilizza il metodo di Terzaghi.

Il coefficiente di sicurezza nei fenomeni di sollevamento del fondo scavo deriva da considerazioni di equilibrio verticale di una porzione di terreno a valle della paratia soggetta a tale fenomeno.

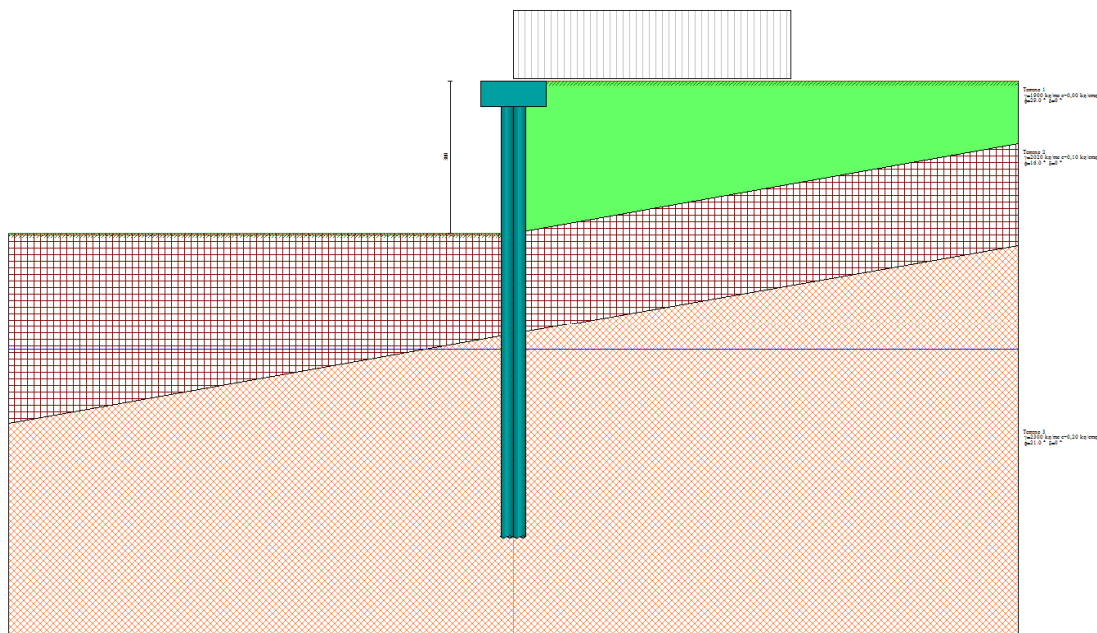
Secondo Terzaghi il volume interessato da sollevamento ha profondità D e larghezza $D/2$.

D rappresenta la profondità di infissione della paratia.

Il coefficiente di sicurezza è dato dal rapporto tra il peso del volume di terreno sopra descritto W e la pressione idrica al piede della paratia U dovuta dalla presenza di una falda in moto idrodinamico.

$$FS_{SCAVO} = W / U$$

La pressione idrodinamica è calcolata nell'ipotesi di filtrazione monodimensionale.

Dati**Geometria paratia**Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	3,00	[m]
Profondità di infissione	6,00	[m]
Altezza totale della paratia	9,00	[m]
Lunghezza paratia	40,00	[m]

Numero di file di micropali	2	
Interasse fra le file di micropali	0,25	[m]
Interasse fra i micropali della fila	1,00	[m]
Diametro dei micropali	25,00	[cm]
Numero totale di micropali	79	
Numero di micropali per metro lineare	1,98	
Diametro esterno del tubolare	168,30	[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	130,00	50,00	--	--

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	10,00	0,00	0,00

Profilo di valle

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-10,00	-3,00	0,00
2	0,00	-3,00	0,00

Descrizione terreni**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	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/cmqa]

N°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cmqa]
1	Terreno 1	1900,0	2000,0	29,00	0,00	0,000
2	Terreno 2	2020,0	2100,0	16,00	0,00	0,100
3	Terreno 3	2300,0	2400,0	21,00	0,00	0,200

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/cm ² /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/cmqa/cm]	[kg/cmqa/cm]		
1	3,00	10,00	10,00	0,48	0,48	Terreno 1	Terreno 1
2	2,00	10,00	10,00	0,89	0,89	Terreno 2	Terreno 2
3	6,00	0,00	0,00	2,40	2,40	Terreno 3	Terreno 3

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia

5,30 [m]

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia

5,30 [m]

Regime delle pressioni neutre:

Idrodinamico**Caratteristiche materiali utilizzati****Simbologia adottata**

γ_{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cmqa]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cmqa]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{cls}	Classe cls	Rck	E	Acciaio	n
	[kg/mc]		[kg/cmqa]	[kg/cmqa]		
Paratia	2500	C20/25	255	307953	S 355	15,00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15,00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

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

I_g Indice di gruppo

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_L, Q_R Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]

V_L, 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 - Variabile da traffico - Traffico veicolare ($I_g=0$) [$\Psi_0=0.70$ - $\Psi_1=0.50$ - $\Psi_2=0.30$]

Carico distribuito sul profilo	$X_L = 0,00$	$X_R = 5,50$	$Q_L = 1000$	$Q_R = 1000$
--------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Combinazioni di carico

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

Combinazione n° 1 - SLU - STR (A1-M1-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.30	
Traffico veicolare	SFAV	1.35	1.00

Combinazione n° 2 - SLU - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Traffico veicolare	SFAV	1.15	1.00

Combinazione n° 3 - SLV - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Traffico veicolare	SFAV	1.00	0.30

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Traffico veicolare	SFAV	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Traffico veicolare	SFAV	1.00	0.50

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Traffico veicolare	SFAV	1.00	0.30

Combinazione n° 7 - SLD

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
Traffico veicolare	SFAV	1.00	0.30

Impostazioni di progetto

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}	0.80	0.80	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	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_f	1.00	1.00	1.00	1.00

Verifica materiali : Stato Limite

Impostazioni verifiche SLUCoefficienti 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

Sezione in acciaio

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / 3.0^{0.5}$$

con:

A_v Area lorda sezione profilo

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Ordinarie
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni di analisi**Analisi per Combinazioni di Carico.**

Rottura del terreno: Pressione passiva

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta K_a e K_p che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

Impostazioni analisi sismica

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.285	0.549
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.411	2.577
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.296	0.262
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	B	
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]	0.045	0.045
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.495	0.495
Prodotto $\alpha \beta$	0.495 > 0.2	
Coefficiente di intensità sismica (percento)	7.781	3.324
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (k_v)	0.00	

Influenza sisma nelle spinte attiva e passiva

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

Risultati

Analisi della spinta

Pressioni terreno

Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo

Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.

Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]

σ_{am} sigma attiva da monte

σ_{av} sigma attiva da valle

σ_{pm} sigma passiva da monte

σ_{pv} sigma passiva da valle

δ_a inclinazione spinta attiva espressa in [°]

δ_p inclinazione spinta passiva espressa in [°]

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	464	0	3852	0	0,00	0,00
11	1,00	1325	0	11009	0	0,00	0,00
21	2,00	2182	0	18128	0	0,00	0,00
31	2,98	3009	0	21867	0	0,00	0,00
41	3,80	4727	0	16757	6354	0,00	0,00
51	4,80	6218	1177	22207	10978	0,00	0,00
61	5,60	4317	637	38728	19019	0,00	0,00
71	6,60	5348	1623	43431	23300	0,00	0,00
81	7,60	6378	2608	48280	27587	0,00	0,00
91	8,60	7208	3591	52895	31874	0,00	0,00

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	482	0	2691	0	0,00	0,00
11	1,00	1290	0	7209	0	0,00	0,00
21	2,00	2094	0	11699	0	0,00	0,00
31	2,98	2870	0	14679	0	0,00	0,00
41	3,80	4127	0	12453	4555	0,00	0,00
51	4,80	5411	1033	16068	7739	0,00	0,00
61	5,60	3930	607	25975	13032	0,00	0,00
71	6,60	4724	1357	28841	15470	0,00	0,00
81	7,60	5516	2106	31568	17912	0,00	0,00
91	8,60	5874	2852	34172	20355	0,00	0,00

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	103	0	856	0	0,00	0,00
11	1,00	763	0	6341	0	0,00	0,00
21	2,00	1423	0	11816	0	0,00	0,00
31	2,98	2059	0	17101	0	0,00	0,00
41	3,80	2790	0	14361	5500	0,00	0,00
51	4,80	3938	558	18255	9057	0,00	0,00
61	5,60	2210	0	30676	15677	0,00	0,00
71	6,60	2894	504	34097	18479	0,00	0,00
81	7,60	3576	1153	37425	21291	0,00	0,00
91	8,60	4178	1800	40691	24104	0,00	0,00

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	344	0	2853	0	0,00	0,00
11	1,00	1006	0	8358	0	0,00	0,00
21	2,00	1665	0	13834	0	0,00	0,00
31	2,98	2302	0	16790	0	0,00	0,00
41	3,80	3211	0	13852	5500	0,00	0,00

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
51	4,80	4359	558	17964	9057	0,00	0,00
61	5,60	2551	0	31090	15675	0,00	0,00
71	6,60	3236	504	34491	18478	0,00	0,00
81	7,60	3918	1153	37735	21290	0,00	0,00
91	8,60	4491	1800	40805	24102	0,00	0,00

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	172	0	1427	0	0,00	0,00
11	1,00	833	0	6917	0	0,00	0,00
21	2,00	1492	0	12393	0	0,00	0,00
31	2,98	2128	0	17361	0	0,00	0,00
41	3,80	2911	0	14197	5500	0,00	0,00
51	4,80	4058	558	18161	9057	0,00	0,00
61	5,60	2307	0	30755	15675	0,00	0,00
71	6,60	2992	504	34211	18478	0,00	0,00
81	7,60	3674	1153	37509	21290	0,00	0,00
91	8,60	4267	1800	40718	24102	0,00	0,00

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	103	0	856	0	0,00	0,00
11	1,00	763	0	6341	0	0,00	0,00
21	2,00	1423	0	11816	0	0,00	0,00
31	2,98	2059	0	17101	0	0,00	0,00
41	3,80	2790	0	14340	5500	0,00	0,00
51	4,80	3938	558	18254	9057	0,00	0,00
61	5,60	2210	0	30702	15675	0,00	0,00
71	6,60	2894	504	34108	18478	0,00	0,00
81	7,60	3576	1153	37424	21290	0,00	0,00
91	8,60	4178	1800	40689	24102	0,00	0,00

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	109	0	839	0	0,00	0,00
11	1,00	808	0	6215	0	0,00	0,00
21	2,00	1505	0	11583	0	0,00	0,00
31	2,98	2178	0	16762	0	0,00	0,00
41	3,80	2990	0	13997	5428	0,00	0,00
51	4,80	4189	650	17827	8895	0,00	0,00
61	5,60	2453	7	30247	15414	0,00	0,00
71	6,60	3174	662	33573	18147	0,00	0,00
81	7,60	3892	1343	36825	20889	0,00	0,00
91	8,60	4475	2022	40025	23631	0,00	0,00

Pressioni orizzontali agenti sulla paratia**Simbologia adottata**

n° numero d'ordine della sezione
Y ordinata della sezione espressa in [m]
P pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
11	0,45	854,08
21	0,95	1282,59
31	1,45	1711,10
41	1,95	2139,62
51	2,45	2568,13

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
61	2,95	2987,00
11	3,50	-687,39
21	4,00	-2253,64
31	4,50	-3819,97
41	5,00	-6811,12
51	5,50	-5652,22
61	6,00	-2495,86
71	6,50	-296,34
81	7,00	1164,30
91	7,50	2112,81
101	8,00	2753,36
111	8,50	3247,06
121	9,00	3697,94

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
11	0,45	848,33
21	0,95	1250,28
31	1,45	1652,23
41	1,95	2054,18
51	2,45	2456,13
61	2,95	2849,03
21	4,00	-808,04
31	4,50	-1758,04
41	5,00	-5248,04
51	5,50	-8938,46
61	6,00	-5639,36
71	6,50	-2105,42
81	7,00	426,50
91	7,50	2236,57
101	8,00	3598,54
111	8,50	4740,96
121	9,00	5817,94

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
11	0,45	400,76
21	0,95	730,38
31	1,45	1060,01
41	1,95	1389,63
51	2,45	1719,26
61	2,95	2041,47
1	3,00	0,00
11	3,50	-1986,75
21	4,00	-3191,52
31	4,50	-2194,59
41	5,00	-2467,80
51	5,50	-1855,92
61	6,00	-621,59
71	6,50	196,41
81	7,00	702,64
91	7,50	998,24
101	8,00	1169,98
111	8,50	1283,83
121	9,00	1381,09

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
11	0,45	643,64
21	0,95	973,26
31	1,45	1302,89
41	1,95	1632,51

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
51	2,45	1962,14
61	2,95	2284,35
1	3,00	0,00
11	3,50	-1565,66
21	4,00	-2770,50
31	4,50	-3221,95
41	5,00	-3698,02
51	5,50	-2883,73
61	6,00	-1080,57
71	6,50	136,99
81	7,00	911,34
91	7,50	1383,53
101	8,00	1676,62
111	8,50	1885,39
121	9,00	2069,85

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
11	0,45	470,15
21	0,95	799,78
31	1,45	1129,40
41	1,95	1459,03
51	2,45	1788,65
61	2,95	2110,86
1	3,00	0,00
11	3,50	-1866,45
21	4,00	-3071,25
31	4,50	-2391,65
41	5,00	-2696,05
51	5,50	-2034,74
61	6,00	-687,45
71	6,50	208,75
81	7,00	766,45
91	7,50	1095,06
101	8,00	1288,76
111	8,50	1419,30
121	9,00	1531,72

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

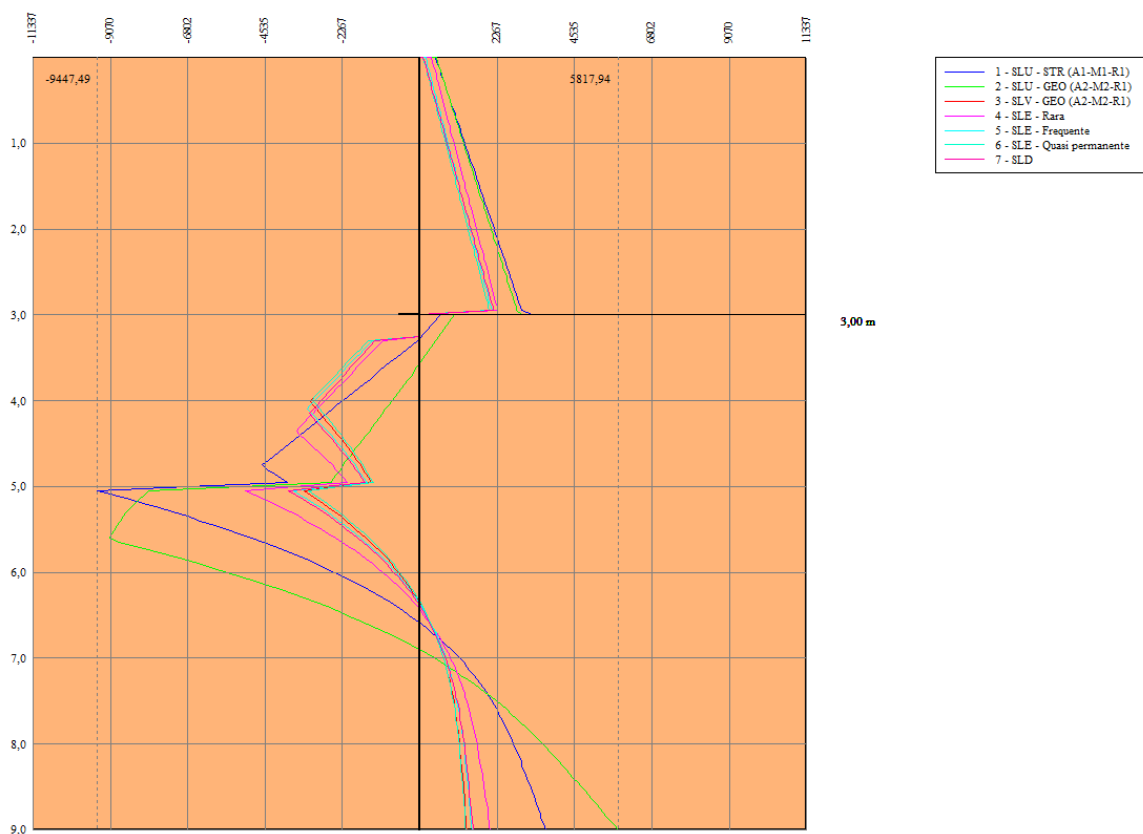
n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00
11	0,45	400,76
21	0,95	730,38
31	1,45	1060,01
41	1,95	1389,63
51	2,45	1719,26
61	2,95	2041,47
1	3,00	0,00
11	3,50	-1986,75
21	4,00	-3145,64
31	4,50	-2111,67
41	5,00	-2364,75
51	5,50	-1762,65
61	6,00	-570,27
71	6,50	218,59
81	7,00	705,53
91	7,50	988,66
101	8,00	1152,04
111	8,50	1259,48
121	9,00	1350,89

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
1	0,00	0,00

n°	Y	P
	[m]	[kg/mq]
11	0,45	424,05
21	0,95	772,84
31	1,45	1121,62
41	1,95	1470,41
51	2,45	1819,19
61	2,95	2160,13
1	3,00	0,00
11	3,50	-1758,14
21	4,00	-2891,93
31	4,50	-2463,53
41	5,00	-2794,79
51	5,50	-2135,04
61	6,00	-751,74
71	6,50	172,68
81	7,00	751,88
91	7,50	1096,91
101	8,00	1303,77
111	8,50	1445,84
121	9,00	1569,28

Diagramma delle pressioni

**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	SLU - STR	5382	1,89	--	--	0	0,00	-10940	5,04	5558	8,09
2	SLU - GEO	5389	1,93	--	--	0	0,00	-12303	5,48	6913	8,25
3	SLV - GEO	3448	2,08	--	--	0	0,00	-5956	4,56	2509	7,96
4	SLE - Rara	4006	1,87	--	--	0	0,00	-7524	4,74	3518	8,01
5	SLE - Frequente	3486	1,93	--	--	0	0,00	-6245	4,59	2759	7,97
6	SLE - Quasi permanente	3278	1,95	--	--	0	0,00	-5763	4,54	2486	7,95
7	SLD	3541	2,00	--	--	0	0,00	-6311	4,63	2770	7,98

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}
		[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
3	SLV - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4	SLE - Rara	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5	SLE - Frequente	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
6	SLE - Quasi permanente	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7	SLD	0	0,00	0	0,00	0	0,00	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 [%]
Pp	Portanza di punta, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL}	P _{INV}	C _{ROT}	MP	R/R _{MAX}	Pp
		[m]	[m]	[m]	[%]	[%]	[m]
1	SLU - STR	3,28	5,05	6,59	24,79	11,71	5934
2	SLU - GEO	3,57	5,60	6,90	38,84	23,14	4134
3	SLV - GEO	3,00	5,05	6,36	12,40	7,02	5934
4	SLE - Rara	3,00	5,05	6,43	18,18	9,27	5934
5	SLE - Frequente	3,00	5,05	6,36	13,22	7,48	5934
6	SLE - Quasi permanente	3,00	5,05	6,34	11,57	6,79	5934
7	SLD	3,00	5,05	6,39	14,88	7,75	5934

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	SLU - STR	14126	5,10	5382	3,25	2181	9,00	MAX
		0	0,00	-5558	6,55	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	16340	5,40	5389	3,55	2181	9,00	MAX
		0	9,00	-6913	6,90	0	0,00	MIN
3	SLV - GEO	6835	4,65	3339	3,25	2181	9,00	MAX
		0	0,00	-2559	6,30	0	0,00	MIN
4	SLE - Rara	9204	4,85	4006	3,00	2181	9,00	MAX
		0	0,00	-3518	6,40	0	0,00	MIN
5	SLE - Frequente	7339	4,70	3486	3,00	2181	9,00	MAX
		0	0,00	-2759	6,35	0	0,00	MIN
6	SLE - Quasi permanente	6652	4,65	3278	3,00	2181	9,00	MAX
		0	0,00	-2486	6,30	0	0,00	MIN
7	SLD	7384	4,75	3495	3,25	2181	9,00	MAX
		0	0,00	-2791	6,35	0	0,00	MIN

Sollecitazioni per metro di paratia**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio espresso in [kg]

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	0	0	0
11	0,50	76	121	341
21	1,00	377	242	896
31	1,50	1009	364	1666
41	2,00	2079	485	2650
51	2,50	3695	606	3849
61	3,00	5963	727	5260
71	3,50	8638	848	5288
81	4,00	11140	969	4514
91	4,50	13079	1091	2956
101	5,00	14079	1212	711
111	5,50	13506	1333	-3029
121	6,00	11496	1454	-4944
131	6,50	8843	1575	-5552
141	7,00	6100	1697	-5273
151	7,50	3639	1818	-4413
161	8,00	1698	1939	-3171
171	8,50	444	2060	-1656
181	9,00	0	2181	92

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	0	0	0
11	0,50	77	121	343
21	1,00	377	242	888
31	1,50	999	364	1634
41	2,00	2044	485	2580
51	2,50	3613	606	3728
61	3,00	5806	727	5076
71	3,50	8441	848	5385
81	4,00	11111	969	5197
91	4,50	13579	1091	4531
101	5,00	15608	1212	3266
111	5,50	16310	1333	-976
121	6,00	14885	1454	-4760
131	6,50	12028	1575	-6561
141	7,00	8624	1697	-6882
151	7,50	5312	1818	-6147
161	8,00	2550	1939	-4641
171	8,50	683	2060	-2522
181	9,00	0	2181	145

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	0	0	0
11	0,50	29	121	144
21	1,00	171	242	452
31	1,50	509	364	926
41	2,00	1125	485	1564
51	2,50	2101	606	2367
61	3,00	3520	727	3334
71	3,50	5149	848	2907
81	4,00	6332	969	1592
91	4,50	6809	1091	273
101	5,00	6739	1212	-627
111	5,50	6100	1333	-1915
121	6,00	4992	1454	-2475
131	6,50	3724	1575	-2537
141	7,00	2504	1697	-2279
151	7,50	1460	1818	-1830

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
161	8,00	667	1939	-1271
171	8,50	171	2060	-644
181	9,00	0	2181	35

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	0	0	0
11	0,50	57	121	256
21	1,00	283	242	676
31	1,50	761	364	1262
41	2,00	1572	485	2012
51	2,50	2801	606	2927
61	3,00	4527	727	4006
71	3,50	6500	848	3675
81	4,00	8112	969	2561
91	4,50	9033	1091	919
101	5,00	9183	1212	-431
111	5,50	8473	1333	-2406
121	6,00	7026	1454	-3325
131	6,50	5298	1575	-3509
141	7,00	3595	1697	-3212
151	7,50	2113	1818	-2617
161	8,00	973	1939	-1840
171	8,50	251	2060	-942
181	9,00	0	2181	52

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

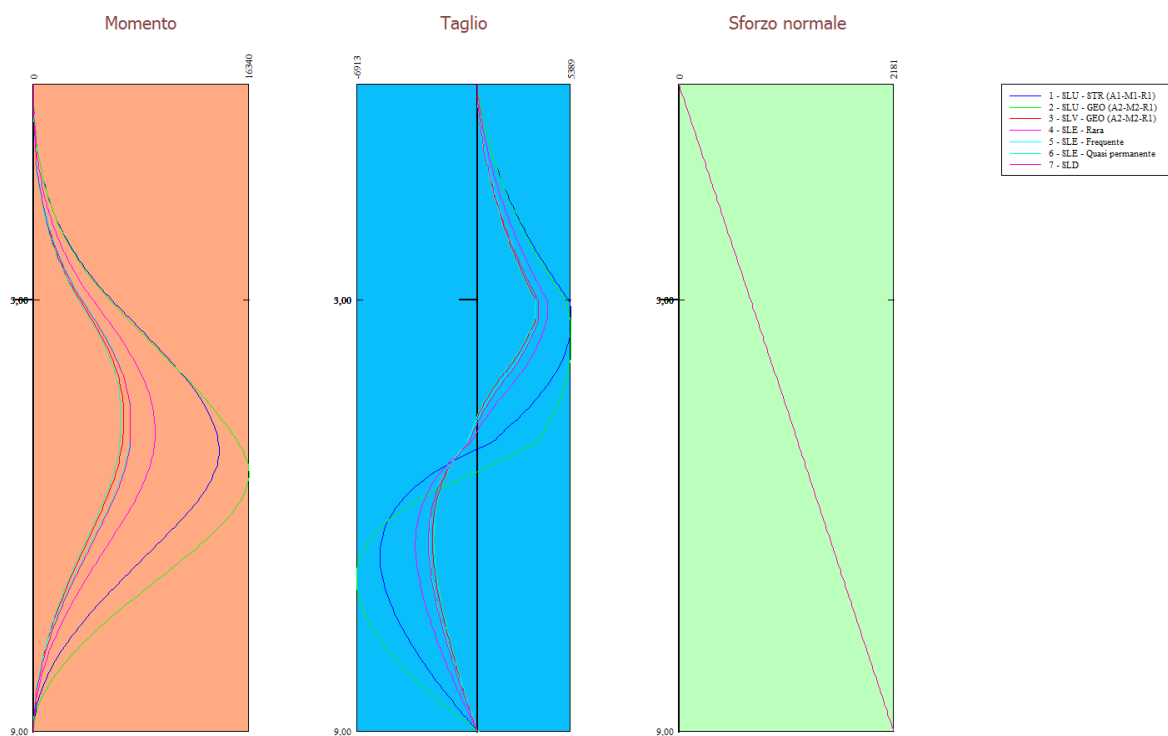
n°	Y	M	N	T
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	0	0	0
11	0,50	35	121	169
21	1,00	197	242	503
31	1,50	566	364	1002
41	2,00	1226	485	1665
51	2,50	2259	606	2494
61	3,00	3747	727	3486
71	3,50	5452	848	3080
81	4,00	6733	969	1815
91	4,50	7296	1091	380
101	5,00	7258	1212	-613
111	5,50	6594	1333	-2032
121	6,00	5409	1454	-2658
131	6,50	4044	1575	-2739
141	7,00	2724	1697	-2470
151	7,50	1590	1818	-1989
161	8,00	728	1939	-1384
171	8,50	187	2060	-702
181	9,00	0	2181	38

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	0	0	0
11	0,50	27	121	134
21	1,00	162	242	434
31	1,50	488	364	898
41	2,00	1087	485	1527
51	2,50	2042	606	2320
61	3,00	3435	727	3278
71	3,50	5033	848	2841
81	4,00	6181	969	1519
91	4,50	6631	1091	239
101	5,00	6549	1212	-635
111	5,50	5919	1333	-1873
121	6,00	4838	1454	-2408
131	6,50	3606	1575	-2462
141	7,00	2423	1697	-2208
151	7,50	1411	1818	-1771
161	8,00	645	1939	-1228
171	8,50	165	2060	-621
181	9,00	0	2181	34

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	M	N	T
	[m]	[kgm]	[kg]	[kg]
1	0,00	0	0	0
11	0,50	29	121	146
21	1,00	175	242	467
31	1,50	525	364	962
41	2,00	1167	485	1631
51	2,50	2186	606	2475
61	3,00	3671	727	3493
71	3,50	5383	848	3114
81	4,00	6696	969	1927
91	4,50	7319	1091	484
101	5,00	7327	1212	-537
111	5,50	6687	1333	-2013
121	6,00	5504	1454	-2675
131	6,50	4125	1575	-2776
141	7,00	2785	1697	-2514
151	7,50	1629	1818	-2032
161	8,00	747	1939	-1418
171	8,50	192	2060	-722
181	9,00	0	2181	39

**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	SLU - STR	3,8492	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,1544	9,00	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	4,9548	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,2428	9,00	0,0000	0,00	MIN
3	SLV - GEO	1,7573	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0576	9,00	0,0000	0,00	MIN
4	SLE - Rara	2,4316	0,00	0,0033	0,00	MAX

n°	Tipo	U	Y _u	V	Y _v	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
		-0,0864	9,00	0,0000	0,00	MIN
5	SLE - Frequente	1,8969	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0639	9,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLE - Quasi permanente	1,7045	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0564	9,00	0,0000	0,00	MIN
7	SLD	1,9173	0,00	0,0033	0,00	MAX
		-0,0655	9,00	0,0000	0,00	MIN

Spostamenti della paratia

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 u spostamento orizzontale espresso in [cm] positivo verso valle
 v spostamento verticale espresso in [cm] positivo verso il basso

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	3,84917	0,00329
11	0,50	3,46104	0,00328
21	1,00	3,07323	0,00325
31	1,50	2,68684	0,00320
41	2,00	2,30409	0,00313
51	2,50	1,92876	0,00303
61	3,00	1,56652	0,00292
71	3,50	1,22521	0,00279
81	4,00	0,91401	0,00264
91	4,50	0,64151	0,00247
101	5,00	0,41439	0,00227
111	5,50	0,23592	0,00206
121	6,00	0,10418	0,00183
131	6,50	0,01237	0,00157
141	7,00	-0,04860	0,00130
151	7,50	-0,08819	0,00100
161	8,00	-0,11492	0,00069
171	8,50	-0,13553	0,00036
181	9,00	-0,15435	0,00000

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	4,95476	0,00329
11	0,50	4,48406	0,00328
21	1,00	4,01370	0,00325
31	1,50	3,54474	0,00320
41	2,00	3,07940	0,00313
51	2,50	2,62134	0,00303
61	3,00	2,17608	0,00292
71	3,50	1,75122	0,00279
81	4,00	1,35582	0,00264
91	4,50	0,99915	0,00247
101	5,00	0,68975	0,00227
111	5,50	0,43443	0,00206
121	6,00	0,23539	0,00183
131	6,50	0,08788	0,00157
141	7,00	-0,01780	0,00130
151	7,50	-0,09335	0,00100
161	8,00	-0,15020	0,00069
171	8,50	-0,19789	0,00036
181	9,00	-0,24284	0,00000

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	1,75728	0,00329
11	0,50	1,57144	0,00328
21	1,00	1,38574	0,00325
31	1,50	1,20069	0,00320
41	2,00	1,01750	0,00313
51	2,50	0,83834	0,00303

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
61	3,00	0,66664	0,00292
71	3,50	0,50730	0,00279
81	4,00	0,36579	0,00264
91	4,50	0,24616	0,00247
101	5,00	0,15014	0,00227
111	5,50	0,07747	0,00206
121	6,00	0,02595	0,00183
131	6,50	-0,00820	0,00157
141	7,00	-0,02933	0,00130
151	7,50	-0,04167	0,00100
161	8,00	-0,04883	0,00069
171	8,50	-0,05359	0,00036
181	9,00	-0,05765	0,00000

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	2,43163	0,00329
11	0,50	2,17776	0,00328
21	1,00	1,92415	0,00325
31	1,50	1,67159	0,00320
41	2,00	1,42179	0,00313
51	2,50	1,17759	0,00303
61	3,00	0,94332	0,00292
71	3,50	0,72493	0,00279
81	4,00	0,52911	0,00264
91	4,50	0,36140	0,00247
101	5,00	0,22499	0,00227
111	5,50	0,12037	0,00206
121	6,00	0,04510	0,00183
131	6,50	-0,00572	0,00157
141	7,00	-0,03804	0,00130
151	7,50	-0,05775	0,00100
161	8,00	-0,06998	0,00069
171	8,50	-0,07870	0,00036
181	9,00	-0,08639	0,00000

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	1,89691	0,00329
11	0,50	1,69668	0,00328
21	1,00	1,49662	0,00325
31	1,50	1,29730	0,00320
41	2,00	1,10004	0,00313
51	2,50	0,90716	0,00303
61	3,00	0,72231	0,00292
71	3,50	0,55060	0,00279
81	4,00	0,39780	0,00264
91	4,50	0,26827	0,00247
101	5,00	0,16403	0,00227
111	5,50	0,08493	0,00206
121	6,00	0,02869	0,00183
131	6,50	-0,00871	0,00157
141	7,00	-0,03199	0,00130
151	7,50	-0,04571	0,00100
161	8,00	-0,05379	0,00069
171	8,50	-0,05924	0,00036
181	9,00	-0,06393	0,00000

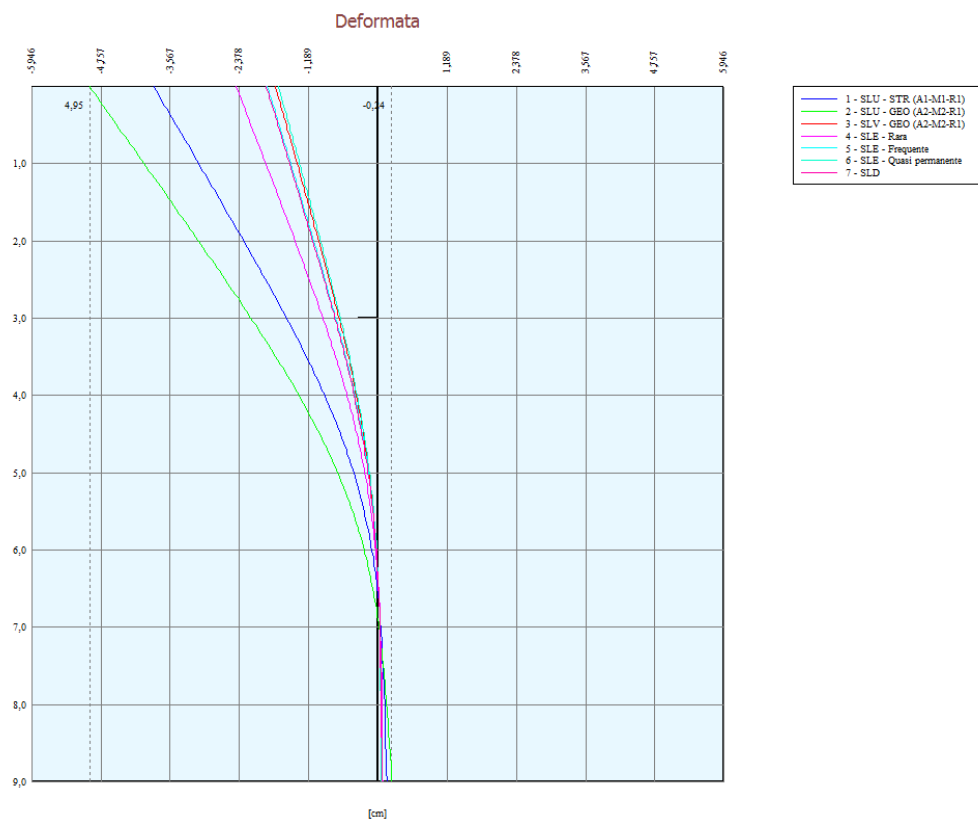
Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	1,70445	0,00329
11	0,50	1,52395	0,00328
21	1,00	1,34357	0,00325
31	1,50	1,16381	0,00320
41	2,00	0,98584	0,00313
51	2,50	0,81176	0,00303
61	3,00	0,64494	0,00292
71	3,50	0,49018	0,00279
81	4,00	0,35284	0,00264

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
91	4,50	0,23686	0,00247
101	5,00	0,14387	0,00227
111	5,50	0,07357	0,00206
121	6,00	0,02380	0,00183
131	6,50	-0,00912	0,00157
141	7,00	-0,02945	0,00130
151	7,50	-0,04127	0,00100
161	8,00	-0,04809	0,00069
171	8,50	-0,05257	0,00036
181	9,00	-0,05639	0,00000

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	U	V
	[m]	[cm]	[cm]
1	0,00	1,91732	0,00329
11	0,50	1,71627	0,00328
21	1,00	1,51536	0,00325
31	1,50	1,31512	0,00320
41	2,00	1,11681	0,00313
51	2,50	0,92267	0,00303
61	3,00	0,73630	0,00292
71	3,50	0,56281	0,00279
81	4,00	0,40799	0,00264
91	4,50	0,27633	0,00247
101	5,00	0,17004	0,00227
111	5,50	0,08912	0,00206
121	6,00	0,03138	0,00183
131	6,50	-0,00721	0,00157
141	7,00	-0,03138	0,00130
151	7,50	-0,04578	0,00100
161	8,00	-0,05442	0,00069
171	8,50	-0,06035	0,00036
181	9,00	-0,06550	0,00000



Verifica a spostamento**Simbologia adottata**

n°	Indice combinazione/Fase
Tipo	Tipo combinazione/Fase
Ulim	spostamento orizzontale limite, espresso in [cm]
U	spostamento orizzontale calcolato, espresso in [cm] (positivo verso valle)

n°	Tipo	Ulim	U
		[cm]	[cm]
3	SLV - GEO	4,5000	1,7573
7	SLD	4,5000	1,9173

Verifiche di corpo rigido**Simbologia adottata**

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
S	Spinta attiva da monte (risultante diagramma delle pressioni attive da monte) espressa in [kg]
R	Resistenza passiva da valle (risultante diagramma delle pressioni passive da valle) espresso in [kg]
W	Spinta netta falda (positiva da monte verso valle), espresso in [kg]
T	Reazione tiranti espresso in [kg]
P	Reazione puntoni espresso in [kg]
V	Reazione vincoli espresso in [kg]
C	Risultante carichi applicati sulla paratia (positiva da monte verso valle) espresso in [kg]
Y	Punto di applicazione, espresso in [m]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kgm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
FS _{RIB}	Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS _{SCO}	Fattore di sicurezza a scorrimento

I punti di applicazione delle azioni sono riferite alla testa della paratia.
La verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al centro di rotazione posto alla base del palo.

n°	Tipo	S Y	R Y	W Y	T Y	P Y	V Y	C Y	Mr	Ms	FS _{RIB}	FS _{SCO}
		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]		
1	SLU - STR	38905 5,73	117912 6,91	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	127217	246503	1.938	3.031
2	SLU - GEO	34183 5,63	78242 6,85	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	115056	167970	1.460	2.289
3	SLV - GEO	22351 5,68	93295 6,84	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	74118	201161	2.714	4.174
4	SLE - Rara	25261 5,58	93288 6,84	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	86513	201143	2.325	3.693
5	SLE - Frequente	23168 5,65	93288 6,84	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	77658	201143	2.590	4.027
6	SLE - Quasi permanente	22351 5,68	93288 6,84	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	74118	201143	2.714	4.174
7	SLD	24114 5,70	91626 6,84	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	0 0,00	79642	197820	2.484	3.800

Stabilità globale**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

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C	R	X _V , Y _V	X _M , Y _M	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
2	SLU - GEO	-1,80; 0,90	10,06	-11,08; -2,98	8,23; 0,00	2.680
3	SLV - GEO	-1,80; 2,70	11,84	-12,18; -2,99	9,73; 0,00	2.775

Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo**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 strisciac 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]

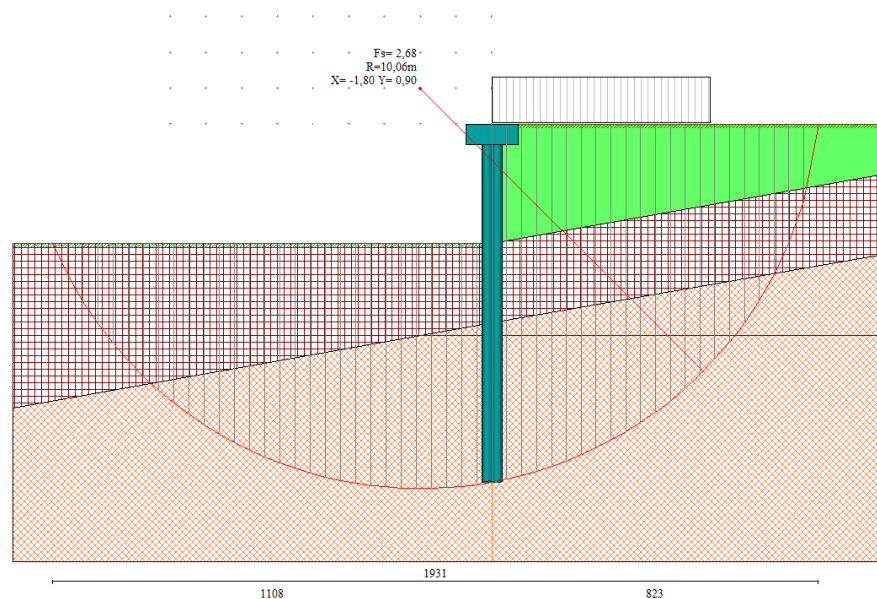
Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espressa in [kg]

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

n°	W	α	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg]
1	300,60	-64,74	0,90	12,92	0,080	0,000	0; 0
2	868,82	-60,01	0,76	12,92	0,080	0,000	0; 0
3	1342,25	-55,90	0,68	12,92	0,080	0,000	0; 0
4	1751,49	-52,18	0,62	12,92	0,080	0,000	0; 0
5	2121,49	-48,75	0,58	12,92	0,080	0,043	0; 0
6	2452,68	-45,55	0,55	12,92	0,080	0,084	0; 0
7	2755,46	-42,52	0,52	15,00	0,120	0,121	0; 0
8	3062,90	-39,63	0,50	17,07	0,160	0,155	0; 0
9	3347,14	-36,86	0,48	17,07	0,160	0,185	0; 0
10	3605,26	-34,18	0,46	17,07	0,160	0,212	0; 0
11	3839,77	-31,59	0,45	17,07	0,160	0,237	0; 0
12	4052,68	-29,07	0,44	17,07	0,160	0,259	0; 0
13	4245,60	-26,61	0,43	17,07	0,160	0,279	0; 0
14	4419,85	-24,20	0,42	17,07	0,160	0,298	0; 0
15	4576,52	-21,83	0,41	17,07	0,160	0,314	0; 0
16	4716,53	-19,50	0,41	17,07	0,160	0,328	0; 0
17	4840,61	-17,21	0,40	17,07	0,160	0,341	0; 0
18	4949,41	-14,95	0,40	17,07	0,160	0,352	0; 0
19	5043,42	-12,70	0,39	17,07	0,160	0,361	0; 0
20	5123,08	-10,48	0,39	17,07	0,160	0,369	0; 0
21	5188,72	-8,28	0,39	17,07	0,160	0,376	0; 0
22	5240,62	-6,08	0,38	17,07	0,160	0,380	0; 0
23	5278,96	-3,90	0,38	17,07	0,160	0,384	0; 0
24	5303,89	-1,72	0,38	17,07	0,160	0,386	0; 0
25	5315,42	0,46	0,38	17,07	0,160	0,386	0; 0
26	5313,24	2,63	0,38	17,07	0,160	0,385	0; 0
27	5297,62	4,82	0,38	17,07	0,160	0,382	0; 0
28	5268,54	7,00	0,39	17,07	0,160	0,379	0; 0
29	5225,83	9,20	0,39	17,07	0,160	0,373	0; 0
30	7622,51	11,39	0,38	17,07	0,160	0,366	0; 0
31	7558,05	13,57	0,38	17,07	0,160	0,358	0; 0
32	7479,99	15,77	0,39	17,07	0,160	0,348	0; 0
33	7387,92	18,00	0,39	17,07	0,160	0,337	0; 0
34	7281,32	20,25	0,40	17,07	0,160	0,324	0; 0
35	7159,60	22,54	0,40	17,07	0,160	0,309	0; 0
36	7022,01	24,87	0,41	17,07	0,160	0,293	0; 0
37	6867,68	27,24	0,42	17,07	0,160	0,274	0; 0
38	6695,56	29,66	0,43	17,07	0,160	0,254	0; 0
39	6504,38	32,15	0,44	17,07	0,160	0,232	0; 0
40	6292,58	34,70	0,45	17,07	0,160	0,207	0; 0
41	6058,24	37,33	0,47	17,07	0,160	0,180	0; 0
42	5798,96	40,06	0,49	17,07	0,160	0,150	0; 0
43	5511,69	42,91	0,51	17,07	0,160	0,117	0; 0
44	5066,46	45,89	0,54	17,07	0,160	0,080	0; 0
45	4405,70	49,05	0,57	17,07	0,160	0,039	0; 0
46	4007,79	52,42	0,61	17,07	0,160	0,000	0; 0
47	3568,38	56,07	0,67	17,07	0,160	0,000	0; 0
48	3059,27	60,12	0,75	17,07	0,160	0,000	0; 0
49	2482,48	64,75	0,88	12,92	0,080	0,000	0; 0
50	1788,51	70,43	1,12	12,92	0,080	0,000	0; 0
51	690,33	79,09	1,98	23,91	0,000	0,000	0; 0



Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 235157,80$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 30791,16$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 62143,55$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 34512,42$ [kg]

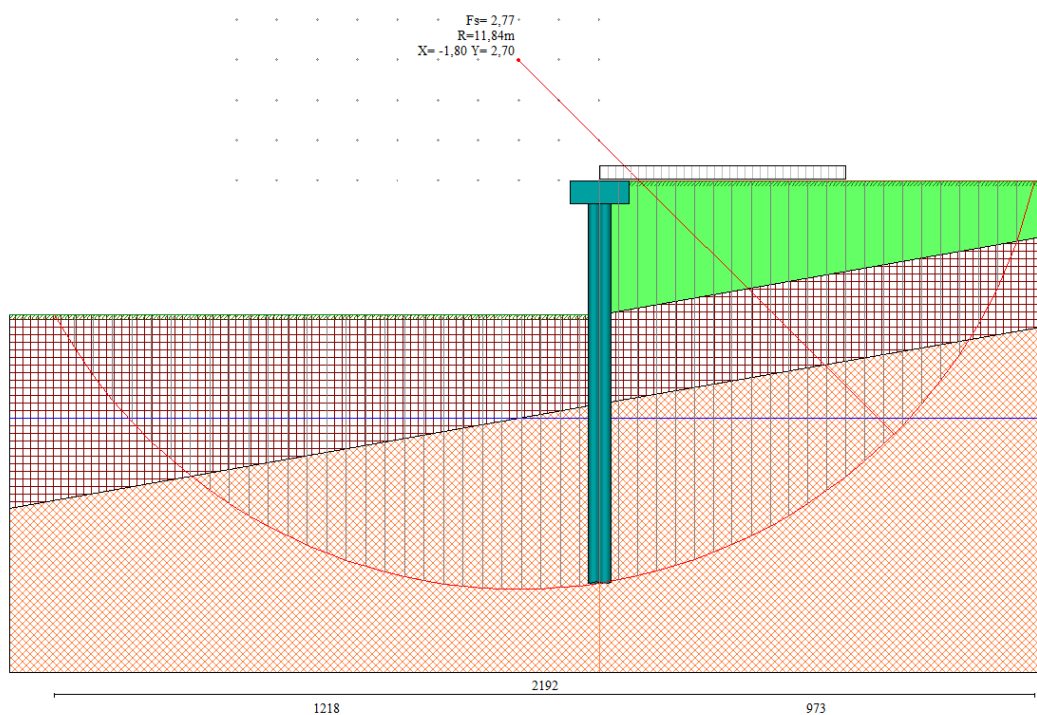
Combinazione n° 3 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

n°	W	α	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctf)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg]
1	308,87	-59,23	0,85	16,00	0,100	0,000	0; 0
2	906,42	-55,32	0,76	16,00	0,100	0,000	0; 0
3	1425,52	-51,77	0,70	16,00	0,100	0,000	0; 0
4	1884,49	-48,48	0,66	16,00	0,100	0,000	0; 0
5	2304,80	-45,39	0,62	16,00	0,100	0,031	0; 0
6	2688,24	-42,47	0,59	16,00	0,100	0,073	0; 0
7	3035,00	-39,67	0,57	16,00	0,100	0,111	0; 0
8	3373,22	-36,98	0,54	21,00	0,200	0,145	0; 0
9	3709,72	-34,39	0,53	21,00	0,200	0,177	0; 0
10	4016,47	-31,87	0,51	21,00	0,200	0,205	0; 0
11	4295,86	-29,42	0,50	21,00	0,200	0,231	0; 0
12	4549,92	-27,03	0,49	21,00	0,200	0,254	0; 0
13	4780,29	-24,69	0,48	21,00	0,200	0,275	0; 0
14	4988,35	-22,39	0,47	21,00	0,200	0,294	0; 0
15	5175,25	-20,13	0,46	21,00	0,200	0,311	0; 0
16	5341,94	-17,90	0,46	21,00	0,200	0,326	0; 0
17	5489,22	-15,70	0,45	21,00	0,200	0,339	0; 0
18	5617,76	-13,53	0,45	21,00	0,200	0,351	0; 0
19	5728,11	-11,37	0,44	21,00	0,200	0,360	0; 0
20	5820,72	-9,23	0,44	21,00	0,200	0,368	0; 0
21	5895,95	-7,10	0,44	21,00	0,200	0,374	0; 0
22	5954,08	-4,98	0,44	21,00	0,200	0,379	0; 0
23	5995,30	-2,87	0,44	21,00	0,200	0,382	0; 0
24	6019,74	-0,76	0,44	21,00	0,200	0,383	0; 0
25	6027,19	1,34	0,44	21,00	0,200	0,383	0; 0
26	6017,52	3,45	0,44	21,00	0,200	0,381	0; 0
27	5991,04	5,56	0,44	21,00	0,200	0,378	0; 0
28	5947,61	7,68	0,44	21,00	0,200	0,373	0; 0
29	8267,40	9,79	0,43	21,00	0,200	0,366	0; 0
30	8197,80	11,87	0,43	21,00	0,200	0,358	0; 0
31	8111,79	13,97	0,44	21,00	0,200	0,349	0; 0
32	8008,96	16,09	0,44	21,00	0,200	0,337	0; 0
33	7888,78	18,24	0,45	21,00	0,200	0,324	0; 0
34	7750,65	20,41	0,45	21,00	0,200	0,309	0; 0
35	7593,83	22,61	0,46	21,00	0,200	0,293	0; 0

n°	W	α	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
36	7417,45	24,85	0,47	21,00	0,200	0,274	0; 0
37	7220,48	27,13	0,48	21,00	0,200	0,253	0; 0
38	7001,66	29,46	0,49	21,00	0,200	0,231	0; 0
39	6759,51	31,84	0,50	21,00	0,200	0,205	0; 0
40	6492,23	34,28	0,51	21,00	0,200	0,178	0; 0
41	6197,30	36,80	0,53	21,00	0,200	0,148	0; 0
42	5746,01	39,41	0,55	21,00	0,200	0,114	0; 0
43	5387,86	42,11	0,57	21,00	0,200	0,078	0; 0
44	4991,83	44,94	0,60	21,00	0,200	0,038	0; 0
45	4556,26	47,91	0,63	21,00	0,200	0,000	0; 0
46	4084,68	51,07	0,67	21,00	0,200	0,000	0; 0
47	3554,04	54,46	0,73	21,00	0,200	0,000	0; 0
48	2955,94	58,17	0,80	18,50	0,150	0,000	0; 0
49	2315,00	62,32	0,91	16,00	0,100	0,000	0; 0
50	1544,68	67,16	1,09	16,00	0,100	0,000	0; 0
51	557,87	73,04	1,45	29,00	0,000	0,000	0; 0



Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 491048,40$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 62407,52$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 147938,06$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 81523,79$ [kg]

Verifiche idrauliche

Verifica a sifonamento

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione
Tipo	Tipo di Combinazione/Fase
ΔH	Perdita di carico espressa in [m]
L	Lunghezza di filtrazione espressa in [m]
γ_m	Peso di galleggiamento medio espresso in [kg/mc]
i_c	Gradiente idraulico critico
i_e	Gradiente idraulico di efflusso
FS	Coefficiente di sicurezza a sifonamento

La verifica non viene effettuata se la falda non affiora al piano campagna.

Coefficiente di sicurezza a sifonamento richiesto $FS_R = 3.00$

n°	Tipo	ΔH	L	γ_m	i_c	i_e	FS
		[m]	[m]	[kg/mc]			

Verifica al sollevamento del fondo scavo

Simbologia adottata

i_c	Indice della combinazione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
ΔH	Perdita di carico espressa in [m]
L	Lunghezza di filtrazione espressa in [m]
i_e	Gradiente idraulico di efflusso
I	Profondità di infissione espressa in [m]
σ_t	Pressione totale al piede della paratia espressa in [kg/cm ²]
u_w	Pressione idrica al piede della paratia espressa in [kg/cm ²]
FS	Coefficiente di sicurezza a sollevamento fondo scavo

Coefficiente di sicurezza a sollevamento del fondo scavo richiesto $FS_R = 1.50$

n°	Tipo	ΔH	L	i_e	I	σ_t	u_w	FS
		[m]	[m]		[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	
1	SLU - STR	0,00	7,40	0,00	6,00	11874,56	4070,00	2,918
2	SLU - GEO	0,00	7,40	0,00	6,00	11874,56	4070,00	2,918
3	SLV - GEO	0,00	7,40	0,00	6,00	11874,56	4070,00	2,918
4	SLE - Rara	0,00	7,40	0,00	6,00	11874,56	4070,00	2,918
5	SLE - Frequente	0,00	7,40	0,00	6,00	11874,56	4070,00	2,918
6	SLE - Quasi permanente	0,00	7,40	0,00	6,00	11874,56	4070,00	2,918
7	SLD	0,00	7,40	0,00	6,00	11874,56	4070,00	2,918

Verifica armatura paratiaVerifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M_u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N_u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 49,73 [cm²]

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	M	N	M_u	N_u	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0,00	0	0	0,00	0,00	1000,000
11	0,50	39	61	8612,34	13680,72	222,961
21	1,00	191	123	8591,20	5526,60	45,035
31	1,50	511	184	8584,89	3094,46	16,811
41	2,00	1053	245	8582,06	2001,07	8,153
51	2,50	1871	307	8580,52	1407,14	4,587
61	3,00	3019	368	8579,58	1046,09	2,841
71	3,50	4373	430	8579,05	842,54	1,962
81	4,00	5640	491	8578,80	746,60	1,521
91	4,50	6622	552	8578,72	715,41	1,295
101	5,00	7128	614	8578,78	738,43	1,203
111	5,50	6838	675	8579,06	846,77	1,255
121	6,00	5821	736	8579,68	1085,29	1,474
131	6,50	4477	798	8580,83	1528,69	1,916
141	7,00	3089	859	8583,06	2387,00	2,779
151	7,50	1842	920	8587,99	4290,47	4,662
161	8,00	860	982	8602,33	9820,43	10,003
171	8,50	225	1043	8486,78	39400,50	37,772
181	9,00	0	1104	0,00	-156543,02	141,736

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	M	N	M_u	N_u	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0,00	0	0	0,00	0,00	1000,000
11	0,50	39	61	8611,81	13476,77	219,637
21	1,00	191	123	8591,19	5523,70	45,011

n°	Y	M	N	M ₀	N ₀	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
31	1,50	506	184	8584,97	3123,90	16.971
41	2,00	1035	245	8582,14	2034,94	8.291
51	2,50	1829	307	8580,60	1438,96	4.690
61	3,00	2940	368	8579,65	1074,46	2.919
71	3,50	4274	430	8579,10	862,19	2.007
81	4,00	5626	491	8578,81	748,53	1.525
91	4,50	6876	552	8578,65	689,02	1.248
101	5,00	7903	614	8578,59	666,06	1.086
111	5,50	8258	675	8578,69	701,16	1.039
121	6,00	7537	736	8579,04	838,15	1.138
131	6,50	6090	798	8579,78	1123,75	1.409
141	7,00	4367	859	8581,24	1688,13	1.965
151	7,50	2690	920	8584,48	2937,55	3.192
161	8,00	1291	982	8593,81	6534,63	6.656
171	8,50	346	1043	8644,48	26075,19	24.998
181	9,00	0	1104	0,00	-156543,02	141.736

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	M	N	M ₀	N ₀	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0,00	0	0	0,00	0,00	1000.000
11	0,50	15	61	8537,55	35524,91	578.966
21	1,00	87	123	8608,44	12174,32	99.205
31	1,50	258	184	8592,78	6135,24	33.330
41	2,00	570	245	8586,46	3699,95	15.075
51	2,50	1064	307	8583,29	2475,35	8.068
61	3,00	1782	368	8581,46	1772,69	4.815
71	3,50	2607	430	8580,53	1413,69	3.291
81	4,00	3206	491	8580,27	1313,78	2.676
91	4,50	3448	552	8580,43	1374,35	2.489
101	5,00	3412	614	8580,87	1543,13	2.515
111	5,50	3089	675	8581,73	1875,32	2.778
121	6,00	2527	736	8583,35	2500,51	3.396
131	6,50	1886	798	8586,29	3632,14	4.553
141	7,00	1268	859	8591,96	5821,51	6.777
151	7,50	739	920	8604,65	10714,49	11.641
161	8,00	338	982	8641,97	25106,88	25.574
171	8,50	87	1043	7005,56	84389,45	80.902
181	9,00	0	1104	0,00	-156543,02	141.736

Verifica a taglio*Simbologia adottata*

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 49,73 cmq

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[kg]	[kg]	
1	0,00	0	63018	1000.000
11	0,50	173	63018	365.150
21	1,00	454	63018	138.841
31	1,50	844	63018	74.694
41	2,00	1342	63018	46.960
51	2,50	1949	63018	32.338
61	3,00	2663	63018	23.661
71	3,50	2678	63018	23.535
81	4,00	2285	63018	27.573
91	4,50	1497	63018	42.101
101	5,00	360	63018	175.153
111	5,50	-1534	63018	41.085
121	6,00	-2503	63018	25.174
131	6,50	-2811	63018	22.418
141	7,00	-2670	63018	23.605
151	7,50	-2234	63018	28.203
161	8,00	-1606	63018	39.244
171	8,50	-838	63018	75.178
181	9,00	47	63018	1000.000

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[kg]	[kg]	
1	0,00	0	63018	1000.000
11	0,50	174	63018	362.575
21	1,00	450	63018	140.158
31	1,50	827	63018	76.182
41	2,00	1307	63018	48.233
51	2,50	1888	63018	33.385
61	3,00	2570	63018	24.521
71	3,50	2726	63018	23.114
81	4,00	2631	63018	23.950
91	4,50	2294	63018	27.466
101	5,00	1654	63018	38.109
111	5,50	-494	63018	127.461
121	6,00	-2410	63018	26.148
131	6,50	-3322	63018	18.970
141	7,00	-3484	63018	18.086
151	7,50	-3112	63018	20.248
161	8,00	-2350	63018	26.820
171	8,50	-1277	63018	49.351
181	9,00	74	63018	855.697

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[kg]	[kg]	
1	0,00	0	63018	1000.000
11	0,50	73	63018	865.720
21	1,00	229	63018	275.081
31	1,50	469	63018	134.414
41	2,00	792	63018	79.565
51	2,50	1199	63018	52.573
61	3,00	1688	63018	37.326
71	3,50	1472	63018	42.808
81	4,00	806	63018	78.172
91	4,50	138	63018	456.213
101	5,00	-318	63018	198.388
111	5,50	-970	63018	64.983
121	6,00	-1253	63018	50.284
131	6,50	-1284	63018	49.067
141	7,00	-1154	63018	54.612
151	7,50	-927	63018	68.005
161	8,00	-643	63018	97.937
171	8,50	-326	63018	193.338
181	9,00	17	63018	1000.000

Verifica tensioni*Simbologia adottata*

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ	tensione tangenziale in [kg/cm ²]
σ_d	tensione ideale espressa in [kg/cm ²]

Area della sezione del tubolare 49,73 [cm²]

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	σ	τ	σ_d
	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	16,77	5,20	19,04
21	1,00	79,61	13,77	83,10
31	1,50	210,98	25,69	215,62
41	2,00	433,33	40,97	439,10
51	2,50	769,11	59,60	776,01
61	3,00	1240,76	81,58	1248,78
71	3,50	1779,50	74,83	1784,21
81	4,00	2219,80	52,15	2221,64
91	4,50	2472,07	18,70	2472,28
101	5,00	2514,14	8,77	2514,19
111	5,50	2321,75	48,99	2323,30
121	6,00	1928,99	67,71	1932,55
131	6,50	1459,34	71,46	1464,58

n°	Y	σ	τ	σ_d
	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
141	7,00	996,53	65,41	1002,95
151	7,50	594,09	53,29	601,22
161	8,00	284,88	37,46	292,18
171	8,50	89,40	19,18	95,38
181	9,00	22,21	1,05	22,28

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	σ	τ	σ_d
	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	10,88	3,44	12,41
21	1,00	56,02	10,24	58,76
31	1,50	157,88	20,40	161,78
41	2,00	338,90	33,91	343,95
51	2,50	621,53	50,78	627,72
61	3,00	1028,22	70,98	1035,54
71	3,50	1494,04	62,71	1497,98
81	4,00	1844,01	36,96	1845,12
91	4,50	1998,79	7,74	1998,83
101	5,00	1989,56	12,47	1989,68
111	5,50	1809,85	41,38	1811,27
121	6,00	1488,47	54,13	1491,42
131	6,50	1117,73	55,78	1121,90
141	7,00	759,31	50,29	764,29
151	7,50	451,81	40,50	457,22
161	8,00	218,13	28,19	223,53
171	8,50	71,88	14,30	76,03
181	9,00	22,21	0,78	22,25

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	σ	τ	σ_d
	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	8,53	2,74	9,75
21	1,00	46,59	8,83	49,03
31	1,50	136,64	18,28	140,26
41	2,00	301,12	31,08	305,90
51	2,50	562,50	47,25	568,42
61	3,00	943,20	66,75	950,26
71	3,50	1379,85	57,86	1383,49
81	4,00	1693,70	30,93	1694,54
91	4,50	1817,61	4,86	1817,63
101	5,00	1796,56	12,92	1796,70
111	5,50	1626,11	38,14	1627,46
121	6,00	1332,85	49,03	1335,55
131	6,50	998,47	50,12	1002,24
141	7,00	677,29	44,96	681,75
151	7,50	403,02	36,06	407,83
161	8,00	195,41	25,01	200,15
171	8,50	65,96	12,65	69,51
181	9,00	22,21	0,69	22,24

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	σ	τ	σ_d
	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,50	9,22	2,98	10,57
21	1,00	50,25	9,51	52,88
31	1,50	146,83	19,59	150,70
41	2,00	322,73	33,22	327,82
51	2,50	601,70	50,40	608,00
61	3,00	1007,47	71,12	1014,98
71	3,50	1475,06	63,40	1479,14
81	4,00	1834,08	39,24	1835,34
91	4,50	2005,08	9,86	2005,15
101	5,00	2008,33	10,94	2008,42
111	5,50	1835,24	40,98	1836,61
121	6,00	1514,15	54,46	1517,08
131	6,50	1139,82	56,52	1144,02
141	7,00	775,87	51,19	780,92
151	7,50	462,36	41,37	467,88
161	8,00	223,34	28,88	228,88

n°	Y	σ	τ	σ_d
	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
171	8,50	73,31	14,70	77,61
181	9,00	22,21	0,80	22,25

Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 49,73 [cm²]

Y	n° - Tipo	M	N	M _u	N _u	FS
[m]		[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
5,10	1 - SLU - STR	7153	626	8579	751	1.199
5,40	2 - SLU - GEO	8274	663	8579	687	1.037
4,65	3 - SLV - GEO	3461	571	8581	1415	2.479

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 49,73 cm²

Y	n° - Tipo	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
[m]		[kg]	[kg]	
6,55	1 - SLU - STR	-2814	63018	22.393
6,90	2 - SLU - GEO	-3501	63018	18.002
3,25	3 - SLV - GEO	1691	63018	37.273

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ	tensione tangenziale in [kg/cm ²]
σ_d	tensione ideale espressa in [kg/cm ²]

Area della sezione del tubolare 49,73 [cm²]

n° - Tipo	σ	τ	σ_d	Y
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[m]
4 - SLE - Rara	2519,43	0,59	2519,43	4,85
5 - SLE - Frequente	2010,91	0,98	2010,91	4,70
6 - SLE - Quasi permanente	1823,68	1,03	1823,68	4,65
7 - SLD	2023,37	1,08	2023,37	4,75

Verifiche strutturali (Involuppo)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 49,73 [cmq]

Y	n° - Tipo	M	N	Mu	Nu	FS
[m]		[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
0,00	1 - SLU - STR	0	0	0	0	1000.000
0,50	2 - SLU - GEO	39	61	8612	13477	219.637
1,00	2 - SLU - GEO	191	123	8591	5524	45.011
1,50	1 - SLU - STR	511	184	8585	3094	16.811
2,00	1 - SLU - STR	1053	245	8582	2001	8.153
2,50	1 - SLU - STR	1871	307	8581	1407	4.587
3,00	1 - SLU - STR	3019	368	8580	1046	2.841
3,50	1 - SLU - STR	4373	430	8579	843	1.962
4,00	1 - SLU - STR	5640	491	8579	747	1.521
4,50	2 - SLU - GEO	6876	552	8579	689	1.248
5,00	2 - SLU - GEO	7903	614	8579	666	1.086
5,50	2 - SLU - GEO	8258	675	8579	701	1.039
6,00	2 - SLU - GEO	7537	736	8579	838	1.138
6,50	2 - SLU - GEO	6090	798	8580	1124	1.409
7,00	2 - SLU - GEO	4367	859	8581	1688	1.965
7,50	2 - SLU - GEO	2690	920	8584	2938	3.192
8,00	2 - SLU - GEO	1291	982	8594	6535	6.656
8,50	2 - SLU - GEO	346	1043	8644	26075	24.998

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 49,73 cmq

Y	n° - Tipo	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
[m]		[kg]	[kg]	
0,00	1 - SLU - STR	0	63018	1000.000
0,50	2 - SLU - GEO	174	63018	362.575
1,00	1 - SLU - STR	454	63018	138.841
1,50	1 - SLU - STR	844	63018	74.694
2,00	1 - SLU - STR	1342	63018	46.960
2,50	1 - SLU - STR	1949	63018	32.338
3,00	1 - SLU - STR	2663	63018	23.661
3,50	2 - SLU - GEO	2726	63018	23.114
4,00	2 - SLU - GEO	2631	63018	23.950
4,50	2 - SLU - GEO	2294	63018	27.466
5,00	2 - SLU - GEO	1654	63018	38.109
5,50	1 - SLU - STR	-1534	63018	41.085
6,00	1 - SLU - STR	-2503	63018	25.174
6,50	2 - SLU - GEO	-3322	63018	18.970
7,00	2 - SLU - GEO	-3484	63018	18.086
7,50	2 - SLU - GEO	-3112	63018	20.248
8,00	2 - SLU - GEO	-2350	63018	26.820
8,50	2 - SLU - GEO	-1277	63018	49.351

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ _t	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ _t	tensione tangenziale in [kg/cm ²]
σ _{id}	tensione ideale espressa in [kg/cm ²]

Area della sezione del tubolare 49,73 [cmq]

Y	σ _t	τ _t	σ _{id}	cmb
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	
0,00	0,00	0,00	0,00	4 - SLE - Rara
0,50	16,77	5,20	19,04	4 - SLE - Rara
1,00	79,61	13,77	83,10	4 - SLE - Rara
1,50	210,98	25,69	215,62	4 - SLE - Rara
2,00	433,33	40,97	439,10	4 - SLE - Rara
2,50	769,11	59,60	776,01	4 - SLE - Rara
3,00	1240,76	81,58	1248,78	4 - SLE - Rara
3,50	1779,50	74,83	1784,21	4 - SLE - Rara
4,00	2219,80	52,15	2221,64	4 - SLE - Rara

Y	σ	τ	σ_d	cmb
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	
4,50	2472,07	18,70	2472,28	4 - SLE - Rara
5,00	2514,14	8,77	2514,19	4 - SLE - Rara
5,50	2321,75	48,99	2323,30	4 - SLE - Rara
6,00	1928,99	67,71	1932,55	4 - SLE - Rara
6,50	1459,34	71,46	1464,58	4 - SLE - Rara
7,00	996,53	65,41	1002,95	4 - SLE - Rara
7,50	594,09	53,29	601,22	4 - SLE - Rara
8,00	284,88	37,46	292,18	4 - SLE - Rara
8,50	89,40	19,18	95,38	4 - SLE - Rara

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sfuerzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 49,73 [cm²]

n° - Tipo	Y	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
3 - SLV - GEO	5,40	8274	663	8579	687	1.037

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 49,73 cm²

n° - Tipo	Y	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[kg]	[kg]	
3 - SLV - GEO	6,90	-3501	63018	18.002

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
σ_t	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]
τ_t	tensione tangenziale in [kg/cm ²]
σ_d	tensione ideale espressa in [kg/cm ²]

Area della sezione del tubolare 49,73 [cm²]

σ	τ	σ_d	cmb
[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	
2519,43	0,59	2519,43	4

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	$R_{bk} = 255 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
Tensione caratteristica cilindrica del cls ($0.83 \times R_{bk}$)	$R_{ck} = 212 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Fattore di riduzione per carico di lunga permanenza	$\psi = 0.85$
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio	$f_{yk} = 3620 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
Coefficiente di sicurezza cls	$\gamma_c = 1.50$
Coefficiente di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo del cls ($\psi R_{ck} / \gamma_c$)	$R^*_c = 120 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yk} / γ_s)	$R^*_s = 3148 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Modulo elastico dell'acciaio	$E_s = 2100000 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Deformazione ultima del calcestruzzo	$\epsilon_{cu} = 0.0035 (0.35\%)$
Deformazione del calcestruzzo al limite elastoplastico	$\epsilon_{ck} = 0.0020 (0.20\%)$
Deformazione ultima dell'acciaio	$\epsilon_{yu} = 0.0100 (1.00\%)$
Deformazione dell'acciaio al limite elastico (R^*_s / E_s)	$\epsilon_{yk} = 0.0011 (0.15\%)$

Legame costitutivo del calcestruzzo

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

Tratto parabolico: $0 \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{ck}$

$$\sigma_c = \frac{R^*_c (2\epsilon_{ck} \epsilon_c - \epsilon_c^2)}{\epsilon_{ck}^2}$$

Tratto rettangolare: $\epsilon_{ck} < \epsilon_c \leq \epsilon_{cu}$

$$\sigma_c = R^*_c$$

Legame costitutivo dell'acciaio

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

$$\sigma_s = E_s \epsilon_s \quad \text{per } 0 \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{sy}$$

$$\sigma_s = R^*_s \quad \text{per } \epsilon_{sy} < \epsilon_s \leq \epsilon_{su}$$

Tratto armatura 1

N°	N_u [kg]	M_u [kgm]
1	-156543,02	0,00
2	0,00	8576,87
3	27150,34	8647,27
4	40725,51	8469,42
5	54300,68	8114,26
6	67875,85	7630,14
7	81451,01	7119,35
8	95026,18	6593,67
9	108601,35	6043,14
10	122176,52	5458,93
11	135751,69	4840,67
12	149326,86	4177,69
13	162902,03	3458,34
14	176477,20	2671,03
15	190052,37	1816,34
16	203627,54	0,00
17	203627,54	0,00
18	190052,37	-1816,34
19	176477,20	-2671,03
20	162902,03	-3458,34
21	149326,86	-4177,69
22	135751,69	-4840,67
23	122176,52	-5458,93
24	108601,35	-6043,14

N°	N _u	M _u
	[kg]	[kgm]
25	95026,18	-6593,67
26	81451,01	-7119,35
27	67875,85	-7630,14
28	54300,68	-8114,26
29	40725,51	-8469,42
30	27150,34	-8647,27
31	0,00	-8576,87
32	-156543,02	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=130,00 [cm]	H=50,00 [cm]		
A _{fv} =10,05 [cmq]	A _{fh} =6,03 [cmq]	Staffe ϕ 12/25	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =5389 [kgm]	M _{uh} =49700 [kgm]	FS=9.22	
T _h =10779 [kg]	T _{Rh} =40939 [kg]	FS _r =3.80	
M _v =813 [kgm]	M _{uv} =18252 [kgm]	FS=22.46	
T _v =1625 [kg]	T _R =14946 [kg]	FS _{iv} =9.20	

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

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

Il sottoscritto, 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 17/01/2018.

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	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Licenza	AIU2925YX

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 garantire 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
()

Indice

Normative di riferimento	Errore. Il segnalibro non è definito.
Richiami teorici	4
Metodo di analisi	4
Calcolo della profondità di infissione	4
Calcolo della spinte	4
Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)	4
Spinta in presenza di falda	4
Spinta in presenza di sisma	5
Analisi ad elementi finiti	5
Schematizzazione del terreno	5
Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno	6
Analisi per fasi di scavo	6
Verifica alla stabilità globale	7
Verifiche idrauliche	7
Dati	8
Geometria paratia	8
Geometria cordoli	8
Geometria profilo terreno	8
Descrizione terreni	9
Descrizione stratigrafia	9
Falda	9
Caratteristiche materiali utilizzati	9
Condizioni di carico	10
Combinazioni di carico	10
Impostazioni di progetto	11
Impostazioni di analisi	11
Impostazioni analisi sismica	12
Risultati	13
Analisi della spinta	13
Pressioni orizzontali agenti sulla paratia	14
Forze agenti sulla paratia	17
Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia	18
Sollecitazioni per metro di paratia	19
Spostamenti massimi e minimi della paratia	21
Spostamenti della paratia	22
Verifica a spostamento	25
Verifiche di corpo rigido	25
Stabilità globale	25
Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo	26
Verifiche idrauliche	28
Verifica a sifonamento	28
Verifica al sollevamento del fondo scavo	29
Verifica armatura paratia	29
Verifica a flessione	29
Verifica a taglio	30
Verifica tensioni	31
Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)	33
Verifica a flessione	33
Verifica a taglio	33
Verifica tensioni	33
Verifiche strutturali (Inviluppo)	33
Verifica a flessione	33
Verifica a taglio	34
Verifica tensioni	34
Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)	35
Verifica a flessione	35
Verifica a taglio	35
Verifica tensioni	35
Verifica a SLU * Diagrammi M-N delle sezioni	36
Verifica sezione cordoli	37
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	38