

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELLA DIGA DROVE DI CEPPARELLO



PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato:	Nome Elaborato:	Scala:
ET09.02	TABULATI DI CALCOLO PARATIE	-
		Data: 30/10/2020

Settore:	Sede Firenze Via de Sanctis, 49 Cod. Fiscale e P.I. 06111950488
	
<small>Organizzazione dotata di Sistema di Gestione Integrato certificato in conformità alla normativa ISO9001 - ISO14001 - OHSAS18001 - SA8000</small>	

PROGETTAZIONE :	COLLABORATORI :
PROGETTISTA : ING. GIOVANNI SIMONELLI	GEOL. CARLO FERRI
GEOLOGO : GEOL. FILIPPO LANDINI	PER. AGR. DAVIDE MORETTI
ESPROPRI : GEOM. ANDREA PATRIARCHI	GEOM. ANDREA BERNARDINI

CONSULENTI TECNICI :	COMMESSA I.T. :
 PROGETTISTA OPERE IDRAULICHE E STRUTTURALI :ING. DAVID SETTESOLDI	INGT-TPLPD-ACQAC159

	RESPONSABILE COMMITTENTE : GEOM. ALESSANDRO PIOLI
---	--

DELEGATO DEL DIRETTORE TECNICO:	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :
ING. GIOVANNI SIMONELLI	 ING. ROBERTO CECCHINI

Rev.	Data	Descrizione / Motivo della revisione	Redatto	Controllato / Approvato
02	30 / 10 / 2020	Seconda Emissione (Richieste pervenute e revisione costi)	Pinelli/Remorini	Settesoldi
01	18 / 04 / 2019	Prima Emissione	Pinelli/Remorini	Settesoldi

INDICE

1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2	METODO DI ANALISI	4
2.1	CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI INFISSIONE	4
2.2	CALCOLO DELLE SPINTE	4
2.3	TIRANTI DI ANCORAGGIO	5
2.4	ANALISI AD ELEMENTI FINITI	6
2.5	SCHEMATIZZAZIONE DEL TERRENO	6
2.6	MODALITÀ DI ANALISI E COMPORTAMENTO ELASTO-PLASTICO DEL TERRENO	6
2.7	ANALISI PER FASI DI SCAVO	7
2.8	VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE	7
2.9	VERIFICHE IDRAULICHE	7
3	CANALI FUGATORI – PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA	9
3.1	DATI	9
3.2	RISULTATI.....	15
4	CANALI FUGATORI – PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA CON MURO DI SOSTEGNO	22
4.1	DATI	22
4.2	RISULTATI.....	28
5	CANALI FUGATORI – PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO “A CAVALLETTO”	35
5.1	DATI	35
5.2	RISULTATI.....	40
6	CANALI FUGATORI – PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO SENZA TIRANTI	46
6.1	DATI	46
6.2	RISULTATI.....	51
7	CANALI FUGATORI – PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI TIRANTI E MURO DI SOSTEGNO	57
7.1	DATI	57
7.2	RISULTATI.....	63
8	CANALI FUGATORI – PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI	71
8.1	DATI	71
8.2	RISULTATI.....	76
9	CANALI FUGATORI – PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI CON MURO DI SOSTEGNO	84
9.1	DATI	84
9.2	RISULTATI.....	89
10	CANALI FUGATORI – PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI	97
10.1	DATI	97
10.2	RISULTATI.....	102
11	VASCA DI DISSIPAZIONE – PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI DI TIRANTI	109
11.1	DATI	109
11.2	RISULTATI.....	115
12	VASCA DI DISSIPAZIONE – PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI	123
12.1	DATI	123
12.2	RISULTATI.....	129
13	VASCA DI DISSIPAZIONE – PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI	136
13.1	DATI	136
13.2	RISULTATI.....	141

14	POZZETTO SCARICO DI FONDO – PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI.....	148
14.1	DATI	148
14.2	RISULTATI.....	154

1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento è la seguente:

- **Legge n. 1086 del 05/11/1971**
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge n. 64 del 02/02/1974**
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Circolare Ministeriale n. 11951 del 14/02/1974**
Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione.
- **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.
- **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.
- **Norme Tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (D.M. 26 Giugno 2014)**
- **Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018)**
- **Istruzioni MIT DG Dighe Luglio 2018**
Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica di cui al D.M. 26 Giugno 2014 e al D.M. 17 Gennaio 2018 in merito alle verifiche sismiche delle grandi dighe, degli scarichi e delle opere accessorie.
- **Procedura MIT DG Dighe Marzo 2019**
Procedura per la rivalutazione sismica delle grandi dighe, degli scarichi e delle opere accessorie.
- **Circolare n. 7 del 21/01/2019**
Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

2 METODO DI ANALISI

2.1 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_{pv}	diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

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

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

2.2 CALCOLO DELLE 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 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

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

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 *idrocinamico*.

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:

$$\gamma_w \times h$$

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).

2.3 TIRANTI DI ANCORAGGIO

Le paratie possono essere tirantate, con tiranti attivi o con tiranti passivi, realizzati entrambi tramite perforazione e iniezione del foro con malta in pressione previa sistemazione delle armature opportune.

I tiranti attivi, contrariamente ai tiranti passivi, sono sottoposti ad uno sforzo di pretensione prendendo il contrasto sulla struttura stessa. Il tiro finale sul tirante attivo dipende sia dalla pretensione che dalla deformazione della struttura oltre che dalle cadute di tensione. Nel caso di tiranti passivi il tiro dipende unicamente dalla deformabilità della struttura. L'armatura dei tiranti attivi è costituita da trefoli ad alta resistenza (trefoli per c.a.p.), viceversa i tiranti passivi possono essere armati con trefoli o con tondini o, in alcuni casi, con profilati tubolari.

La capacità di resistenza dei tiranti è legata all'attrito e all'aderenza fra superficie del tirante e terreno.

Calcolo della lunghezza di ancoraggio

La lunghezza di ancoraggio (fondazione) del tirante si calcola determinando la lunghezza massima atta a soddisfare le tre seguenti condizioni:

1. Lunghezza necessaria per garantire l'equilibrio fra tensione tangenziale che si sviluppa fra la superficie laterale del tirante ed il terreno e lo sforzo applicato al tirante;
2. Lunghezza necessaria a garantire l'aderenza malta-armatura;
3. Lunghezza necessaria a garantire la resistenza della malta.

Siano N lo sforzo nel tirante, δ l'angolo d'attrito tirante-terreno, c_a l'adesione tirante-terreno, γ il peso di volume del terreno, D ed L_f il diametro e la lunghezza di ancoraggio (o lunghezza efficace) del tirante ed H la profondità media al di sotto del piano campagna abbiamo la relazione

$$N = \pi D L_f \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D L_f c_a$$

da cui si ricava la lunghezza di ancoraggio L_f

$$L_f = \frac{N}{\pi D \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D c_a}$$

K_s rappresenta il coefficiente di spinta che si assume pari al coefficiente di spinta a riposo

$$K_s = K_0 = 1 - \sin \phi$$

Per quanto riguarda la seconda condizione, la lunghezza necessaria atta a garantire l'aderenza malta-armatura è data dalla relazione

$$L_f = \frac{N}{\pi d \tau_{c0} \omega}$$

dove d è la somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante, τ_{c0} è la resistenza tangenziale limite della malta ed ω è un coefficiente correttivo dipendente dal numero di trefoli ($\omega = 1 - 0.075 [n \text{ trefoli} - 1]$).

Per quanto riguarda la verifica della terza condizione si impone che la tensione tangenziale limite tirante-terreno non possa superare la tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo $f_{1,td}$.

Alla lunghezza efficace determinata prendendo il massimo valore di L_f si deve aggiungere la lunghezza di franco L che rappresenta la lunghezza del tratto che compreso fra la paratia e la superficie di ancoraggio.

La lunghezza totale del tirante sarà quindi data da

$$L_t = L_f + L$$

Nel caso di tiranti attivi, cioè tiranti soggetti ad uno stato di pretensione, bisogna considerare le cadute di tensione. A tale scopo è stato introdotto il coefficiente di caduta di tensione, β , che rappresenta il rapporto fra lo sforzo N_0 al momento del tiro e lo sforzo N in esercizio

$$\beta = N_0 / N$$

2.4 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_r 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_r , 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).

2.5 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/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).

2.6 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.

2.7 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.

2.8 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:

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

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.

2.9 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.

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

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

3 CANALI FUGATORI – PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA

3.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	7,50	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	17,50	[m]
Lunghezza paratia	13,80	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,40	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Numero totale di pali	10	
Numero di pali per metro lineare	0.72	

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	100,00	100,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	1,50	0,00	0.00
3	10,50	5,90	33.25
4	19,00	8,00	13.88

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-1,00	--
2	0,00	-1,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 3

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-7,50	--
2	0,00	-7,50	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/cm ^q]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	2000,0	2400,0	35.90	23.93	0,000

Parametri per il calcolo dei tiranti**Simbologia adottata**

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
c _{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ^q]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
c _{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ^q]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	c _{min} [kg/cm ^q]	c _{med} [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	35.90	35.90	23.93	23.93	0,000	0,000

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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ^q /cm]	K _{wV} [kg/cm ^q /cm]	Terreno M	Terreno V
1	6,90	0.00	0.00	1.64	1.64	Fondazione roccia alterata_no coesione	Fondazione roccia alterata_no coesione
2	15,00	0.00	0.00	13.45	13.45	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	2,70	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	5,30	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R _{ck}	408	[kg/cm ^q]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWYDAG	
Tensione di snervamento f _{yk}	9500	[kg/cm ^q]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]

I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti

Angolo di attrito medio tirante-terreno	0,00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0,00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cls f_{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espresso in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	0,50	2,80	0,20	30,00	Centrati	5	14,00	--	--

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	7,50	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	6,40	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ _{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R _{ck}	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _v , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,50	X _r = 1,50	Q _i = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Condizione n° 2 - Permanente - Condizione 2

Carico concentrato sulla paratia	Y=7,50	F _x =0	F _y =-10000	M=0
----------------------------------	--------	-------------------	------------------------	-----

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.00 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.50) [Hscavo=1.00]	1
4	Scavo fino alla profondità di 7.50 metri	2
5	Inserimento vincolo 1 (X=-7.50) [Hscavo=7.50]	3
6	Inserimento vincolo 2 (X=-6.40) [Hscavo=7.50]	3
7	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.50]	4
8	Quota falda valle 5.30 metri - Quota falda monte 2.70 metri [Hscavo=7.50]	4
9	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.50]	5
10	Quota falda valle 7.50 metri - Quota falda monte 7.50 metri [Hscavo=7.50]	5
11	Inserimento sisma	6

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

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}	0.80	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 uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		R3
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

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in c.a.

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
$f_{cd}'=0.5*f_{cd}$	

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Aggressive
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 2008-2018 - I° Formulazione
<u>Verifica delle tensioni</u>	
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 Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

- Analisi per condizioni di esercizio
- Analisi per coefficienti tipo A1-M1
- Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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

Identificazione del sito

Latitudine	43.490559
Longitudine	11.191562
Comune	Poggibonsi
Provincia	Siena
Regione	Toscana
Punti di interpolazione del reticolo	21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s^2]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.100	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.088	0.088
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto $\alpha \beta$	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	17.977	8.449
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.

3.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 150 elementi fuori terra e 200 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	7,50	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	17,50	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	345	0,71	--	--	0	0,00	-452	2,68	107	9,04
2	ESE	345	0,71	--	--	0	0,00	-452	2,68	107	9,04
3	ESE	15557	4,70	--	--	0	0,00	-16607	8,80	6043	12,51
4	ESE	15557	4,70	--	--	0	0,00	-16607	8,80	6043	12,51
5	ESE	14653	4,65	--	--	35100	10,73	-32400	11,15	13	7,75
6	ESE	16554	4,59	--	--	0	0,00	-16700	8,81	6066	12,47
7	ESE	14983	4,69	7165	5,00	0	0,00	-16880	8,81	5990	12,49
1	SLU - STR	456	0,72	--	--	0	0,00	-597	2,68	141	9,04
2	SLU - STR	456	0,72	--	--	0	0,00	-597	2,68	141	9,04
3	SLU - STR	20246	4,69	--	--	0	0,00	-21604	8,80	7867	12,51
4	SLU - STR	20246	4,69	--	--	0	0,00	-21604	8,80	7868	12,51
5	SLU - STR	19535	4,67	--	--	35100	10,73	-35583	10,75	18	7,75
6	SLU - STR	21254	4,61	--	--	0	0,00	-21698	8,80	7891	12,48
7	SLV - STR	14011	4,68	18855	5,00	0	0,00	-22090	8,81	7728	12,51
1	SLU - GEO	587	0,74	--	--	0	0,00	-772	2,73	185	9,07
2	SLU - GEO	587	0,74	--	--	0	0,00	-772	2,73	185	9,07
3	SLU - GEO	23647	4,58	--	--	0	0,00	-25148	8,80	9364	12,49
4	SLU - GEO	23647	4,58	--	--	0	0,00	-25148	8,80	9364	12,49
5	SLU - GEO	22448	4,53	--	--	35100	10,73	-37896	10,51	300	11,47
6	SLU - GEO	24615	4,51	--	--	0	0,00	-25237	8,80	9387	12,46
7	SLV - GEO	21416	4,56	18898	5,00	0	0,00	-25824	8,81	9138	12,51

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	0	0,50	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	4993	0,50	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	4993	0,50	0	5,74	0	0,00
5	ESE	0	0,00	5377	0,50	-11989	6,75	0	0,00
6	ESE	0	0,00	5269	0,50	-651	2,93	0	0,00
7	ESE	0	0,00	5646	0,50	-5612	5,26	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	0,50	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	6510	0,50	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	6509	0,50	0	5,74	0	0,00

n°	Tipo	Rc [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
5	SLU - STR	0	0,00	6905	0,50	-12163	6,73	0	0,00
6	SLU - STR	0	0,00	6788	0,50	-659	2,94	0	0,00
7	SLV - STR	0	0,00	7696	0,50	-10807	5,38	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	0,50	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	7864	0,50	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	7864	0,50	0	5,71	0	0,00
5	SLU - GEO	0	0,00	8237	0,50	-11714	6,77	0	0,00
6	SLU - GEO	0	0,00	8132	0,50	-633	2,93	0	0,00
7	SLV - GEO	0	0,00	9500	0,50	-14126	5,26	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	1,04	1,10	6,82	0,30	0,01	---
2	ESE	1,04	1,10	6,82	0,30	0,01	---
3	ESE	7,50	8,00	7,95	0,00	0,23	---
4	ESE	7,50	8,00	7,95	0,00	0,23	---
5	ESE	7,50	8,00	7,95	0,00	1,00	---
6	ESE	7,50	8,00	7,95	0,00	0,24	---
7	ESE	7,50	8,00	7,95	0,00	0,24	---
1	SLU - STR	1,04	1,10	6,82	0,30	0,01	438879
2	SLU - STR	1,04	1,10	6,82	0,30	0,01	438879
3	SLU - STR	7,50	8,00	7,95	0,00	0,24	348236
4	SLU - STR	7,50	8,00	7,95	0,00	0,24	348236
5	SLU - STR	7,50	8,00	7,95	0,00	0,95	306401
6	SLU - STR	7,50	8,00	7,95	0,00	0,25	306401
7	SLV - STR	7,50	8,00	7,95	0,00	0,31	306401
1	SLU - GEO	1,10	1,15	6,85	0,60	0,02	---
2	SLU - GEO	1,10	1,15	6,85	0,91	0,02	---
3	SLU - GEO	7,50	8,00	7,95	0,00	0,86	---
4	SLU - GEO	7,50	8,00	7,95	0,00	0,86	---
5	SLU - GEO	7,50	8,00	7,95	0,00	1,83	---
6	SLU - GEO	7,50	8,00	7,95	0,00	0,91	---
7	SLV - GEO	7,50	8,00	7,95	0,00	0,95	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	458	3,40	345	1,00	15936	17,50	MAX
		-13	11,45	-102	6,80	0	0,00	MIN
2	ESE	458	3,40	345	1,00	15936	17,50	MAX
		-13	11,45	-102	6,80	0	0,00	MIN
3	ESE	17404	8,80	10579	7,95	18819	17,50	MAX
		-10943	4,15	-5719	10,30	0	0,00	MIN
4	ESE	17404	8,80	10579	7,95	18819	17,50	MAX
		-10943	4,15	-5719	10,30	0	0,00	MIN
5	ESE	17217	8,60	13363	6,40	9934	7,50	MAX
		-11939	4,00	-5721	10,10	-66	7,50	MIN
6	ESE	17293	8,80	10710	7,95	18978	17,50	MAX
		-10484	3,95	-5682	10,30	0	0,00	MIN
7	ESE	17078	8,80	12361	6,40	19195	17,50	MAX
		-10825	3,75	-5611	10,30	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	605	3,40	456	1,00	15936	17,50	MAX
		-18	11,45	-135	6,80	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	605	3,40	456	1,00	15936	17,50	MAX
		-18	11,45	-135	6,80	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	22658	8,75	13756	7,95	19694	17,50	MAX
		-14201	4,15	-7446	10,30	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	22658	8,75	13756	7,95	19694	17,50	MAX
		-14201	4,15	-7446	10,30	0	0,00	MIN
5	SLU - STR	22436	8,65	15972	6,40	10816	7,50	MAX
		-15226	4,00	-7437	10,15	-2184	7,50	MIN
6	SLU - STR	22546	8,80	13889	7,95	19854	17,50	MAX
		-13732	4,00	-7408	10,30	0	0,00	MIN
7	SLV - STR	22080	8,80	18091	6,40	20379	17,50	MAX
		-14194	3,60	-7564	0,50	0	0,00	MIN

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	SLU - GEO	791	3,40	587	1,10	15936	17,50	MAX
		-23	11,50	-177	6,80	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	791	3,40	587	1,10	15936	17,50	MAX
		-23	11,50	-177	6,80	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	26967	8,75	15809	7,95	20476	17,50	MAX
		-16993	3,95	-8860	10,25	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	26967	8,75	15809	7,95	20476	17,50	MAX
		-16993	3,95	-8860	10,25	0	0,00	MIN
5	SLU - GEO	26774	8,65	17506	6,40	11585	7,50	MAX
		-18006	3,90	-8862	10,15	0	0,00	MIN
6	SLU - GEO	26854	8,75	15937	7,95	20631	17,50	MAX
		-16616	3,85	-8823	10,30	0	0,00	MIN
7	SLV - GEO	26142	8,80	22931	6,40	21421	17,50	MAX
		-17327	3,45	-9335	0,50	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	ESE	0,0187	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,0003	8,35	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,0187	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,0003	8,35	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,6833	0,00	0,0151	0,00	MAX
		-0,0141	11,85	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,6833	0,00	0,0151	0,00	MAX
		-0,0141	11,85	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,7315	0,00	0,0074	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	0,7230	0,00	0,0153	0,00	MAX
		-0,0140	11,90	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	0,7759	0,00	0,0156	0,00	MAX
		-0,0139	11,90	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,0247	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,0003	8,35	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,0247	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,0003	8,35	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,8912	0,00	0,0163	0,00	MAX
		-0,0184	11,85	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,8912	0,00	0,0163	0,00	MAX
		-0,0184	11,85	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,9397	0,00	0,0062	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	0,9313	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0183	11,90	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - STR	1,0595	0,00	0,0172	0,00	MAX
		-0,0179	11,90	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,0325	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,0004	8,40	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,0325	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,0004	8,40	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	1,0801	0,00	0,0173	0,00	MAX
		-0,0219	11,85	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	1,0801	0,00	0,0173	0,00	MAX
		-0,0219	11,85	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	1,1269	0,00	0,0096	0,00	MAX
		-0,0023	11,75	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	1,1187	0,00	0,0175	0,00	MAX
		-0,0218	11,85	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - GEO	1,3124	0,00	0,0186	0,00	MAX
		-0,0212	11,90	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	8,7500	0,0187
2	ESE	8,7500	0,0187
3	ESE	8,7500	0,6833
4	ESE	8,7500	0,6833

n°	Tipo	Ulim [cm]	U [cm]
5	ESE	8,7500	0,7315
6	ESE	8,7500	0,7230
7	ESE	8,7500	0,7759
1	SLU - STR	8,7500	0,0247
2	SLU - STR	8,7500	0,0247
3	SLU - STR	8,7500	0,8912
4	SLU - STR	8,7500	0,8912
5	SLU - STR	8,7500	0,9397
6	SLU - STR	8,7500	0,9313
7	SLV - STR	8,7500	1,0595
1	SLU - GEO	8,7500	0,0325
2	SLU - GEO	8,7500	0,0325
3	SLU - GEO	8,7500	1,0801
4	SLU - GEO	8,7500	1,0801
5	SLU - GEO	8,7500	1,1269
6	SLU - GEO	8,7500	1,1187
7	SLV - GEO	8,7500	1,3124

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
19	SLU - GEO	23749 4,53	1605805 13,00	35100 10,73	8237 0,50	0 0,00	11714 6,77	0 0,00	528021	7071306	13.392	26.674

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	0,00; 15,75	26,58	-20,65; -0,99	25,89; 9,70	7.203	1.100
2	ESE	0,00; 15,75	26,58	-20,65; -0,99	25,89; 9,70	7.203	1.100
3	ESE	0,00; 14,00	24,83	-12,44; -7,49	24,40; 9,33	4.301	1.100
4	ESE	0,00; 14,00	24,83	-12,44; -7,49	24,40; 9,33	4.301	1.100
5	ESE	0,00; 14,00	24,83	-12,44; -7,49	24,40; 9,33	3.965	1.100
6	ESE	0,00; 14,00	24,83	-12,44; -7,49	24,40; 9,33	4.190	1.100
7	ESE	0,00; 15,75	26,58	-12,91; -7,49	25,89; 9,70	3.645	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 15,75	26,58	-20,65; -0,99	25,89; 9,70	5.856	1.100
2	SLU - GEO	0,00; 15,75	26,58	-20,65; -0,99	25,89; 9,70	5.856	1.100
3	SLU - GEO	0,00; 14,00	24,83	-12,44; -7,49	24,40; 9,33	3.509	1.100
4	SLU - GEO	0,00; 14,00	24,83	-12,44; -7,49	24,40; 9,33	3.509	1.100
5	SLU - GEO	0,00; 14,00	24,83	-12,44; -7,49	24,40; 9,33	3.239	1.100
6	SLU - GEO	0,00; 14,00	24,83	-12,44; -7,49	24,40; 9,33	3.420	1.100
7	SLV - GEO	0,00; 15,75	33,25	-23,78; -7,49	32,98; 11,45	3.089	1.200

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]

Fase n° 7 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	1472,83	-44.30	1,58	35.90	2,000	0,054	(0; 0)
2	4341,60	-41.63	1,51	35.90	2,000	0,160	(0; 0)
3	6957,98	-39.06	1,46	35.90	2,000	0,256	(0; 0)
4	9349,39	-36.59	1,41	35.90	2,000	0,344	(0; 0)
5	11537,50	-34.20	1,37	35.90	2,000	0,425	(0; 0)
6	13539,79	-31.87	1,33	35.90	2,000	0,498	(0; 0)
7	15370,49	-29.60	1,30	35.90	2,000	0,566	(0; 0)
8	17041,40	-27.38	1,28	35.90	2,000	0,627	(0; 0)
9	18562,32	-25.20	1,25	35.90	2,000	0,683	(0; 0)
10	19941,51	-23.06	1,23	35.90	2,000	0,734	(0; 0)
11	21185,93	-20.96	1,21	35.90	2,000	0,780	(0; 0)
12	22301,48	-18.88	1,20	35.90	2,000	0,821	(0; 0)
13	23293,16	-16.83	1,18	35.90	2,000	0,857	(0; 0)
14	24165,19	-14.80	1,17	35.90	2,000	0,889	(0; 0)
15	24921,12	-12.79	1,16	35.90	2,000	0,917	(0; 0)
16	25563,93	-10.80	1,15	35.90	2,000	0,941	(0; 0)
17	26096,07	-8.82	1,15	35.90	2,000	0,960	(0; 0)
18	26519,51	-6.85	1,14	35.90	2,000	0,976	(0; 0)
19	26835,77	-4.88	1,14	35.90	2,000	0,987	(0; 0)
20	27046,00	-2.93	1,13	35.90	2,000	0,995	(0; 0)
21	27150,93	-0.98	1,13	35.90	2,000	0,999	(0; 0)
22	44048,69	0.95	1,10	35.90	2,000	0,999	(0; 0)
23	43875,35	2.84	1,10	35.90	2,000	0,995	(0; 0)
24	44360,98	4.74	1,10	35.90	2,000	0,988	(0; 0)
25	45656,22	6.65	1,11	35.90	2,000	0,977	(0; 0)
26	46853,53	8.56	1,11	35.90	2,000	0,963	(0; 0)
27	47951,60	10.48	1,12	35.90	2,000	0,944	(0; 0)
28	48948,72	12.41	1,13	35.90	2,000	0,922	(0; 0)
29	49842,80	14.36	1,13	35.90	2,000	0,896	(0; 0)
30	50631,31	16.32	1,15	35.90	2,000	0,865	(0; 0)
31	51211,78	18.31	1,16	35.90	2,000	0,831	(0; 0)
32	50942,14	20.32	1,17	35.90	2,000	0,793	(0; 0)
33	50406,05	22.35	1,19	35.90	2,000	0,750	(0; 0)
34	49748,58	24.42	1,21	35.90	2,000	0,702	(0; 0)
35	48963,88	26.51	1,23	35.90	2,000	0,650	(0; 0)
36	48045,11	28.65	1,25	35.90	2,000	0,592	(0; 0)
37	46984,14	30.83	1,28	35.90	2,000	0,529	(0; 0)
38	45771,32	33.07	1,31	35.90	2,000	0,461	(0; 0)
39	44395,10	35.36	1,35	35.90	2,000	0,386	(0; 0)
40	42841,48	37.72	1,39	35.90	2,000	0,305	(0; 0)
41	41093,34	40.16	1,44	35.90	2,000	0,216	(0; 0)
42	39129,36	42.68	1,50	35.90	2,000	0,119	(0; 0)
43	36959,51	45.32	1,56	35.90	2,000	0,012	(0; 0)
44	34897,14	48.09	1,65	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
45	32655,19	51.01	1,75	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
46	30088,06	54.13	1,88	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
47	27115,95	57.51	2,05	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
48	23612,93	61.24	2,29	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
49	19356,11	65.50	2,65	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
50	13861,98	70.64	3,32	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
51	5360,45	77.95	5,26	35.90	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 1598802,69$ [kg] $\Sigma W_i \sin\alpha_i = 410614,65$ [kg] $\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i = 1011147,82$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i = 1071507,37$ [kg]**Risultati tiranti****Simbologia adottata**

N sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]

A_f area di armatura in ogni tirante espressa in [cm²]

L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
Lf	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ_f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N	Af	Lf	L	σ_f	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kg]	[cm ²]	[m]	[m]	[kg/cm ²]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]		
1	30277	8,04	8,00	14,00	3764,64	1,27490	33929	179585	673445	1.121	21

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min}	R _{x,max}	R _{0,min}	R _{0,max}	U _{min}	U _{max}
	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]	[cm]	[cm]
1	-3978	14641	--	--	0,27601	0,27601
2	-28766	0	--	--	0,46441	0,46441

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cm ²]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale agente sul palo 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)

n° - Tipo	Y	Af	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm ²]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
5 - SLU - GEO	8,65	67,86	36949	3633	83513	8211	2.260

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} /V _{Ed})
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm

n° - Tipo	Y	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	FS	cotgθ
	[m]	[cm ²]	[cm]	[kg]	[kg]		
7 - SLV - GEO	6,40	1,57	15,00	31644	61377	1.940	2,50

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cm ²]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cm ²]
σ_f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cm ²]

A _f	σ_c	cmb	σ_f	cmb
[cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	
67,86	59,46	4	1655,56	5

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	S [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Paratia	5 - ESE	8,60	23760	17287	166,939	0,0575	0,200	0,163

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=100,00 [cm]	H=100,00 [cm]		
A _{fv} =15,71 [cmq]	A _{fh} =9,42 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =9310 [kgm]	M _{vh} =59164 [kgm]	FS=6.35	
T _h =13300 [kg]	T _{rh} =418426 [kg]	FS _r =31.46	cotgθh=1.00
M _v =5375 [kgm]	M _{vv} =59164 [kgm]	FS=11.01	
T _v =7679 [kg]	T _{rv} =418426 [kg]	FS _r v=54.49	cotgθv=1.00

4 CANALI FUGATORI – PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO TIRANTATA CON MURO DI SOSTEGNO

4.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali con muro in testa**

Altezza fuori terra	10,00	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	20,00	[m]
Lunghezza paratia	13,50	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,40	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Ordinata testa pali	3,00	[m]
Numero totale di pali	10	
Numero di pali per metro lineare	0.74	

Geometria muro

Altezza paramento	3,00	[m]
Spessore testa paramento	0,40	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,40	[m]
Larghezza fondazione	1,00	[m]
Altezza fondazione	1,00	[m]
Altezza totale muro	4,00	[m]

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	40,00	40,00	--	--
2	3,50	Calcestruzzo	100,00	100,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	7,20	0,00	0.00
3	18,00	0,00	0.00
4	19,00	0,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-4,00	--
2	0,00	-4,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 3

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

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	2000,0	2400,0	35.90	23.93	0,000

Parametri per il calcolo dei tiranti**Simbologia adottata**

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
C_{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
C_{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ²]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	C_{min} [kg/cm ²]	C_{med} [kg/cm ²]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	35.90	35.90	23.93	23.93	0,000	0,000

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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ² /cm]	K _{wV} [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	9,00	0.00	0.00	2.14	2.14	Fondazione roccia alterata_no coesione	Fondazione roccia alterata_no coesione
2	15,00	0.00	0.00	14.45	14.45	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	5,20	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	7,80	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	408	[kg/cmq]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f_{yk}	9500	[kg/cmq]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]
I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti		
Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-clt f_{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	3,50	2,80	0,20	30.00	Centrati	5	16,00	--	--

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	9,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	10,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

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/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	Rck [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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	
Ig	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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _v , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,50	X _r = 1,50	Q _i = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Condizione n° 2 - Permanente - Condizione 2

Carico concentrato sulla paratia	Y=7,50	F _x =0	F _y =-10000	M=0
----------------------------------	--------	-------------------	------------------------	-----

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=4.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 4.00 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=3.50) [Hscavo=4.00]	1
4	Scavo fino alla profondità di 10.00 metri	2
5	Inserimento vincolo 1 (X=-9.00) [Hscavo=10.00]	3
6	Inserimento vincolo 2 (X=-10.00) [Hscavo=10.00]	3
7	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=10.00]	4
8	Quota falda valle 7.80 metri - Quota falda monte 5.20 metri [Hscavo=10.00]	4
9	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=10.00]	5
10	Quota falda valle 10.00 metri - Quota falda monte 10.00 metri [Hscavo=10.00]	5
11	Inserimento sisma	6

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

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}	0.80	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 uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		R3
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

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in c.a.

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
$f_{cd}'=0.5*f_{cd}$	

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 2008-2018 - I° Formulazione
<u>Verifica delle tensioni</u>	
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 verifiche SLE

Condizioni ambientali	Aggressive
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 2008-2018 - I° Formulazione
<u>Verifica delle tensioni</u>	
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 Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

- Analisi per condizioni di esercizio
- Analisi per coefficienti tipo A1-M1
- Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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

Identificazione del sito

Latitudine	43.490559
Longitudine	11.191562
Comune	Poggibonsi
Provincia	Siena
Regione	Toscana
Punti di interpolazione del reticolo	21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni/Fase

Accelerazione al suolo [m/s^2]	SLU 1.603	SLE 0.722
------------------------------------	---------------------	---------------------

Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_{c^*}	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.000	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.100	0.100
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto $\alpha \beta$	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	16.342	8.449
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.

4.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 200 elementi fuori terra e 200 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	10,00	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	20,00	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	4294	2,50	--	--	0	0,00	-6907	5,75	2613	11,09
2	ESE	4294	2,50	--	--	0	0,00	-6907	5,75	2613	11,09
3	ESE	18201	5,81	--	--	0	0,00	-16900	11,28	8094	14,55
4	ESE	18202	5,81	--	--	0	0,00	-16900	11,28	8094	14,55
5	ESE	17356	5,73	--	--	35100	13,23	-31035	13,60	409	10,23
6	ESE	19286	5,79	--	--	0	0,00	-16977	11,28	8112	14,52
7	ESE	17915	5,81	4097	6,67	0	0,00	-17077	11,28	8059	14,53
1	SLU - STR	5625	2,49	--	--	0	0,00	-9054	5,75	3429	11,09
2	SLU - STR	5625	2,49	--	--	0	0,00	-9054	5,75	3430	11,09
3	SLU - STR	23699	5,81	--	--	0	0,00	-22002	11,28	10555	14,55
4	SLU - STR	23700	5,81	--	--	0	0,00	-22002	11,28	10555	14,55
5	SLU - STR	23041	5,76	--	--	35100	13,23	-34496	13,19	1222	12,38
6	SLU - STR	24798	5,79	--	--	0	0,00	-22080	11,28	10573	14,53
7	SLV - STR	18304	5,76	8710	6,67	0	0,00	-22093	11,28	10566	14,53
1	SLU - GEO	5741	2,49	--	--	0	0,00	-9380	5,86	3640	11,17
2	SLU - GEO	5741	2,49	--	--	0	0,00	-9381	5,86	3640	11,17
3	SLU - GEO	23623	5,80	--	--	0	0,00	-22145	11,28	10698	14,53
4	SLU - GEO	23624	5,80	--	--	0	0,00	-22145	11,28	10698	14,53
5	SLU - GEO	22498	5,71	--	--	35100	13,23	-34567	13,18	1315	12,43
6	SLU - GEO	24659	5,78	--	--	0	0,00	-22219	11,28	10718	14,51
7	SLV - GEO	22244	5,78	8760	6,67	0	0,00	-22477	11,28	10580	14,53

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	0	3,50	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	9396	3,50	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	9396	3,50	0	8,03	0	0,00
5	ESE	0	0,00	9894	3,50	-11934	9,31	0	0,00
6	ESE	0	0,00	9753	3,50	-667	5,78	0	0,00
7	ESE	0	0,00	10237	3,50	-2756	7,24	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	3,50	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	12253	3,50	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	12253	3,50	0	8,03	0	0,00
5	SLU - STR	0	0,00	12772	3,50	-12093	9,30	0	0,00
6	SLU - STR	0	0,00	12611	3,50	-679	5,81	0	0,00
7	SLV - STR	0	0,00	12636	3,50	-2850	8,24	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	3,50	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	12178	3,50	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	12178	3,50	0	8,03	0	0,00
5	SLU - GEO	0	0,00	12654	3,50	-11689	9,34	0	0,00
6	SLU - GEO	0	0,00	12517	3,50	-640	5,81	0	0,00
7	SLV - GEO	0	0,00	13758	3,50	-5346	7,29	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	4,09	4,40	8,89	0,31	0,17	---
2	ESE	4,09	4,40	8,89	0,62	0,17	---
3	ESE	10,00	10,50	10,45	0,00	0,56	---
4	ESE	10,00	10,50	10,45	0,00	0,56	---
5	ESE	10,00	10,50	10,45	0,00	1,06	---
6	ESE	10,00	10,50	10,45	0,00	0,60	---
7	ESE	10,00	10,50	10,45	0,00	0,61	---
1	SLU - STR	4,09	4,40	8,89	0,31	0,19	431906
2	SLU - STR	4,09	4,40	8,89	0,62	0,19	431906
3	SLU - STR	10,00	10,50	10,45	0,00	0,63	348236
4	SLU - STR	10,00	10,50	10,45	0,00	0,63	348236
5	SLU - STR	10,00	10,50	10,45	0,00	0,94	306401
6	SLU - STR	10,00	10,50	10,45	0,00	0,67	306401
7	SLV - STR	10,00	10,50	10,45	0,00	0,78	306401
1	SLU - GEO	4,20	4,70	8,96	2,49	0,44	---
2	SLU - GEO	4,20	4,70	8,96	3,74	0,44	---
3	SLU - GEO	10,00	10,50	10,45	0,00	1,38	---
4	SLU - GEO	10,00	10,50	10,45	0,00	1,38	---
5	SLU - GEO	10,00	10,50	10,45	0,00	2,09	---
6	SLU - GEO	10,00	10,50	10,45	0,00	1,49	---
7	SLV - GEO	10,00	10,50	10,45	0,00	1,55	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	10622	5,70	4294	4,05	20393	20,00	MAX
		-326	13,45	-2504	8,85	0	0,00	MIN
2	ESE	10623	5,70	4294	4,05	20394	20,00	MAX
		-326	13,45	-2504	8,85	0	0,00	MIN
3	ESE	21912	11,05	9216	10,45	25818	20,00	MAX
		-4732	6,35	-7290	12,55	0	0,00	MIN
4	ESE	21912	11,05	9216	10,45	25818	20,00	MAX
		-4732	6,35	-7290	12,55	0	0,00	MIN
5	ESE	22102	10,90	13872	9,00	16106	20,00	MAX
		-5941	6,30	-7418	12,40	0	0,00	MIN
6	ESE	21789	11,10	9513	9,00	26024	20,00	MAX

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
7	ESE	-4471	6,20	-7249	12,55	0	0,00	MIN
		21640	11,10	11017	9,00	26304	20,00	MAX
		-4022	6,10	-7199	12,60	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	13942	5,70	5624	4,05	20393	20,00	MAX
		-428	13,45	-3287	8,85	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	13943	5,70	5625	4,05	20394	20,00	MAX
		-428	13,45	-3287	8,85	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	28564	11,05	11986	10,45	27468	20,00	MAX
		-6069	6,35	-9503	12,55	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	28564	11,05	11986	10,45	27468	20,00	MAX
		-6069	6,35	-9503	12,55	0	0,00	MIN
5	SLU - STR	28713	10,95	16678	9,00	16132	7,50	MAX
		-7334	6,30	-9617	12,45	0	0,00	MIN
6	SLU - STR	28440	11,05	12167	9,00	27674	20,00	MAX
		-5812	6,25	-9462	12,55	0	0,00	MIN
7	SLV - STR	28420	11,05	12841	9,00	27689	20,00	MAX
		-6115	6,20	-9455	12,55	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	14791	5,80	5741	4,20	20393	20,00	MAX
		-453	13,55	-3489	8,95	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	14793	5,80	5741	4,20	20394	20,00	MAX
		-453	13,55	-3489	8,95	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	28902	11,05	12011	10,45	27424	20,00	MAX
		-5756	6,30	-9616	12,55	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	28902	11,05	12011	10,45	27424	20,00	MAX
		-5756	6,30	-9616	12,55	0	0,00	MIN
5	SLU - GEO	29082	10,95	16256	9,00	17699	20,00	MAX
		-6920	6,30	-9740	12,45	0	0,00	MIN
6	SLU - GEO	28785	11,05	12126	10,45	27620	20,00	MAX
		-5508	6,25	-9577	12,55	0	0,00	MIN
7	SLV - GEO	28393	11,10	15638	9,00	28337	20,00	MAX
		-4523	6,05	-9446	12,60	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	ESE	0,6403	0,00	0,0167	0,00	MAX
		-0,0058	10,40	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,6404	0,00	0,0167	0,00	MAX
		-0,0058	10,40	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	1,5666	0,00	0,0235	0,00	MAX
		-0,0169	14,10	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	1,5666	0,00	0,0235	0,00	MAX
		-0,0169	14,10	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	1,6172	0,00	0,0141	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	1,6208	0,00	0,0238	0,00	MAX
		-0,0168	14,15	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	1,6999	0,00	0,0242	0,00	MAX
		-0,0167	14,15	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,8403	0,00	0,0167	0,00	MAX
		-0,0076	10,40	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,8404	0,00	0,0167	0,00	MAX
		-0,0076	10,40	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	2,0486	0,00	0,0256	0,00	MAX
		-0,0220	14,10	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	2,0486	0,00	0,0256	0,00	MAX
		-0,0220	14,10	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	2,0988	0,00	0,0133	0,00	MAX
		-0,0041	14,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	2,1028	0,00	0,0259	0,00	MAX
		-0,0219	14,15	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - STR	2,1006	0,00	0,0259	0,00	MAX
		-0,0219	14,15	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,9085	0,00	0,0167	0,00	MAX
		-0,0080	10,50	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,9086	0,00	0,0167	0,00	MAX
		-0,0080	10,50	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	2,0984	0,00	0,0256	0,00	MAX
		-0,0223	14,10	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	2,0984	0,00	0,0256	0,00	MAX
		-0,0223	14,10	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	2,1464	0,00	0,0161	0,00	MAX
		-0,0044	14,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	2,1499	0,00	0,0258	0,00	MAX
		-0,0222	14,10	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - GEO	2,3479	0,00	0,0267	0,00	MAX
		-0,0219	14,15	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	10,0000	0,6403
2	ESE	10,0000	0,6404
3	ESE	10,0000	1,5666
4	ESE	10,0000	1,5666
5	ESE	10,0000	1,6172
6	ESE	10,0000	1,6208
7	ESE	10,0000	1,6999
1	SLU - STR	10,0000	0,8403
2	SLU - STR	10,0000	0,8404
3	SLU - STR	10,0000	2,0486
4	SLU - STR	10,0000	2,0486
5	SLU - STR	10,0000	2,0988
6	SLU - STR	10,0000	2,1028
7	SLV - STR	10,0000	2,1006
1	SLU - GEO	10,0000	0,9085
2	SLU - GEO	10,0000	0,9086
3	SLU - GEO	10,0000	2,0984
4	SLU - GEO	10,0000	2,0984
5	SLU - GEO	10,0000	2,1464
6	SLU - GEO	10,0000	2,1499
7	SLV - GEO	10,0000	2,3479

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
19	SLU - GEO	23783 5,69	1605805 15,50	35100 13,23	12654 3,50	0 0,00	11689 9,34	0 0,00	558287	7139009	12,787	26,735

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	0,00; 4,00	17,33	-15,38; -3,99	16,87; 0,00	15.335	1.100
2	ESE	0,00; 4,00	17,33	-15,38; -3,99	16,87; 0,00	15.335	1.100
3	ESE	-2,00; 0,00	13,48	-11,06; -9,99	11,48; 0,00	6.431	1.100
4	ESE	-2,00; 0,00	13,48	-11,06; -9,99	11,48; 0,00	6.431	1.100
5	ESE	-2,00; 0,00	13,48	-11,06; -9,99	11,48; 0,00	5.839	1.100
6	ESE	-2,00; 0,00	13,48	-11,06; -9,99	11,48; 0,00	6.235	1.100
7	ESE	-2,00; 8,00	28,07	-23,55; -9,99	24,92; 0,00	5.439	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 4,00	17,33	-15,38; -3,99	16,87; 0,00	12.529	1.100

n°	Tipo	Xc, Yc [m]	R [m]	Xv, Yv [m]	Xm, Ym [m]	FS	R
2	SLU - GEO	0,00; 4,00	17,33	-15,38; -3,99	16,87; 0,00	12.529	1.100
3	SLU - GEO	-2,00; 0,00	13,48	-11,06; -9,99	11,48; 0,00	5.313	1.100
4	SLU - GEO	-2,00; 0,00	13,48	-11,06; -9,99	11,48; 0,00	5.313	1.100
5	SLU - GEO	-2,00; 0,00	13,48	-11,06; -9,99	11,48; 0,00	4.836	1.100
6	SLU - GEO	-2,00; 0,00	13,48	-11,06; -9,99	11,48; 0,00	5.156	1.100
7	SLV - GEO	-4,00; 12,00	32,25	-27,59; -9,99	25,94; 0,00	4.450	1.200

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 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]

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

Fase n° 7 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	Wi [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	1357,09	-45.66	1,52	35.90	2,000	0,053	(0; 0)
2	4000,71	-43.02	1,45	35.90	2,000	0,157	(0; 0)
3	6415,39	-40.49	1,40	35.90	2,000	0,252	(0; 0)
4	8626,89	-38.06	1,35	35.90	2,000	0,339	(0; 0)
5	10655,53	-35.70	1,31	35.90	2,000	0,418	(0; 0)
6	12517,58	-33.41	1,27	35.90	2,000	0,492	(0; 0)
7	14226,34	-31.18	1,24	35.90	2,000	0,559	(0; 0)
8	15792,78	-29.00	1,21	35.90	2,000	0,620	(0; 0)
9	17226,06	-26.86	1,19	35.90	2,000	0,676	(0; 0)
10	18533,86	-24.77	1,17	35.90	2,000	0,728	(0; 0)
11	19722,70	-22.71	1,15	35.90	2,000	0,774	(0; 0)
12	20798,11	-20.68	1,13	35.90	2,000	0,817	(0; 0)
13	21764,80	-18.68	1,12	35.90	2,000	0,855	(0; 0)
14	22626,80	-16.70	1,11	35.90	2,000	0,888	(0; 0)
15	23387,51	-14.74	1,10	35.90	2,000	0,918	(0; 0)
16	24049,82	-12.80	1,09	35.90	2,000	0,944	(0; 0)
17	24616,16	-10.87	1,08	35.90	2,000	0,967	(0; 0)
18	25088,54	-8.96	1,07	35.90	2,000	0,985	(0; 0)
19	25468,61	-7.05	1,07	35.90	2,000	1,000	(0; 0)
20	25757,64	-5.16	1,07	35.90	2,000	1,011	(0; 0)
21	25956,60	-3.26	1,06	35.90	2,000	1,019	(0; 0)
22	26066,15	-1.38	1,06	35.90	2,000	1,024	(0; 0)
23	26086,65	0.51	1,06	35.90	2,000	1,024	(0; 0)
24	26018,16	2.39	1,06	35.90	2,000	1,022	(0; 0)
25	25860,46	4.28	1,06	35.90	2,000	1,015	(0; 0)
26	25613,03	6.18	1,07	35.90	2,000	1,006	(0; 0)
27	46554,10	8.06	1,05	35.90	2,000	0,993	(0; 0)
28	45994,05	9.92	1,05	35.90	2,000	0,976	(0; 0)
29	44573,48	11.80	1,06	35.90	2,000	0,956	(0; 0)
30	43988,64	13.69	1,07	35.90	2,000	0,933	(0; 0)
31	43313,03	15.60	1,08	35.90	2,000	0,906	(0; 0)
32	42544,25	17.52	1,09	35.90	2,000	0,875	(0; 0)
33	41679,46	19.47	1,10	35.90	2,000	0,840	(0; 0)
34	40715,32	21.43	1,11	35.90	2,000	0,801	(0; 0)
35	39647,92	23.43	1,13	35.90	2,000	0,759	(0; 0)
36	38472,70	25.46	1,15	35.90	2,000	0,711	(0; 0)
37	37184,31	27.52	1,17	35.90	2,000	0,660	(0; 0)
38	35776,48	29.62	1,19	35.90	2,000	0,603	(0; 0)
39	34241,79	31.76	1,22	35.90	2,000	0,541	(0; 0)
40	32571,46	33.96	1,25	35.90	2,000	0,474	(0; 0)
41	30754,97	36.21	1,29	35.90	2,000	0,401	(0; 0)
42	28779,60	38.53	1,33	35.90	2,000	0,322	(0; 0)
43	26629,78	40.93	1,37	35.90	2,000	0,236	(0; 0)
44	24286,13	43.42	1,43	35.90	2,000	0,142	(0; 0)
45	21728,35	46.02	1,49	35.90	2,000	0,039	(0; 0)
46	19218,99	48.74	1,57	35.90	1,000	0,000	(0; 0)
47	16631,20	51.63	1,67	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
48	13749,69	54.71	1,80	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
49	10501,72	58.05	1,96	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
50	6772,18	61.73	2,19	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
51	2384,59	65.69	2,52	35.90	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 1266928,17$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 225552,24$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 827743,97$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 1077825,94$ [kg]

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N	A _f	L _f	L	σ _f	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]		
1	39818	8,04	12,00	16,00	4950,97	1,45670	42237	269378	1010167	1.061	12

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva anti-oraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min}	R _{x,max}	R _{0,min}	R _{0,max}	U _{min}	U _{max}
	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]	[cm]	[cm]
1	-14466		1	--	0,43190	0,43190
2	-3999	9119	--	--	0,25294	0,25294

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte nel muro, espresse in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sfuerzo normale agente sul palo 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)

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

n° - Tipo	Y	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
7 - SLV - GEO	3,00	40,00	10,05	10,05	6399	4050	15073	9540	3.180

n° - Tipo	Y	A _f	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
5 - SLU - STR	10,95	32,17	38762	8563	42972	9493	1.109

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
A _{sag}	area armatura sagomati, espressa in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} /V _{Ed})
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza $B = 100,00$ cm
 La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato $B = 68,28$ cm

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
7 - SLV - GEO	3,00	40,00	0,00	4237	17317	4.087	1,00

n° - Tipo	Y [m]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
5 - SLU - STR	9,00	1,57	15,00	22516	59497	2.642	2,50

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]
A _{fs} , A _{fi}	area armatura superiore ed inferiore espressa in [cmq]
A _{sw}	area armatura sagomati espressa in [cmq]
σ _{fi}	tensione nelle armature inferiori espressa in [kg/cmq]
σ _{fs}	tensione nelle armature superiori espressa in [kg/cmq]

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{fi} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	21,94	7	-155,10	7	888,58	7

A _f [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _f [kg/cm ²]	cmb
67,86	113,17	5	3863,74	5

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	7 - ESE	3,00	4484	-7457	0,000	0.0000	0,200	0,000
Paratia	5 - ESE	10,90	29838	14959	236,603	0.1560	0,200	0,628

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° 2 (X=3,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=100,00 [cm]	H=100,00 [cm]		
A _{fv} =10,05 [cmq]	A _{fh} =6,03 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =13483 [kgm]	M _{uh} =37161 [kgm]	FS=2.76	
T _h =19261 [kg]	T _{Rh} =418426 [kg]	FS _r =21.72	cotgθh=1.00
M _v =7784 [kgm]	M _{uv} =37161 [kgm]	FS=4.77	
T _v =11120 [kg]	T _R =418426 [kg]	FS _v =37.63	cotgθv=1.00

5 CANALI FUGATORI – PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO “A CAVALLETTO”

5.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	7,50	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	17,50	[m]
Lunghezza paratia	9,50	[m]

Numero di file di pali	2	
Interasse fra le file di pali	1,50	[m]
Interasse fra i pali della fila	1,40	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Numero totale di pali	14	
Numero di pali per metro lineare	1.47	

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	260,00	100,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	7,20	0,00	0.00
3	18,00	0,00	0.00
4	19,00	0,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-7,50	--
2	0,00	-7,50	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/cmq]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmqa]
6	1A-LT CORPO DIGA FINE	2025,0	2069,0	26.40	17.60	0,124
7	1B-LT CORPO DIGA GROSSOLANO	2063,0	2115,0	29.90	19.93	0,034

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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K_{wM} [kg/cmqa/cm]	K_{wV} [kg/cmqa/cm]	Terreno M	Terreno V
1	7,50	0.00	0.00	1.49	1.49	1A-LT CORPO DIGA FINE	1A-LT CORPO DIGA FINE
2	4,50	0.00	0.00	3.29	3.29	1A-LT CORPO DIGA FINE	1A-LT CORPO DIGA FINE
3	10,00	0.00	0.00	6.23	6.23	1B-LT CORPO DIGA GROSSOLANO	1B-LT CORPO DIGA GROSSOLANO

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia 2,70 [m]
 Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 5,30 [m]
 Regime delle pressioni neutre: **Idrostatico**

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	7,50	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	6,40	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ _{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R _{ck}	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _v , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,00	X _r = 5,00	Q _i = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Condizione n° 2 - Permanente - Condizione 2

Carico concentrato sulla paratia	Y=7,50	F _x =0	F _y =-10000	M=0
----------------------------------	--------	-------------------	------------------------	-----

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=7.50]	0
2	Scavo fino alla profondità di 7.50 metri	0
3	Inserimento vincolo 1 (X=-7.50) [Hscavo=7.50]	1
4	Inserimento vincolo 2 (X=-6.40) [Hscavo=7.50]	1
5	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.50]	2
6	Quota falda valle 5.30 metri - Quota falda monte 2.70 metri [Hscavo=7.50]	2
7	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.50]	3
8	Quota falda valle 7.50 metri - Quota falda monte 7.50 metri [Hscavo=7.50]	3
9	Inserimento sisma	4

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)

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}	0.80	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 uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Verifica materiali : Stato Limite

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in c.a.

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{ck}$	

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 2008-2018 - 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 Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

Analisi per condizioni di esercizio
Analisi per coefficienti tipo A1-M1
Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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 Bishop

Impostazioni analisi sismica

Identificazione del sito

Latitudine 43.490559
Longitudine 11.191562
Comune Poggibonsi
Provincia Siena
Regione Toscana

Punti di interpolazione del reticolo 21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
Vita nominale 50 anni
Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento 100 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.000	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.088	0.088
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto $\alpha \beta$	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	16.342	8.449
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

5.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 150 elementi fuori terra e 200 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 incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	7,50	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	17,50	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	13883	5,33	--	--	0	0,00	-24782	10,18	10899	16,36
2	ESE	13883	5,33	--	--	0	0,00	-24782	10,18	10899	16,36
3	ESE	10314	5,14	--	--	35100	10,73	-30107	10,69	3595	16,77
4	ESE	14106	5,28	--	--	0	0,00	-24169	10,24	10894	16,36
5	ESE	13821	5,31	3457	5,00	0	0,00	-24190	10,24	10878	16,36
1	SLU - STR	20913	5,17	--	--	0	0,00	-38344	10,26	17432	16,36
2	SLU - STR	20913	5,17	--	--	0	0,00	-38344	10,26	17432	16,36
3	SLU - STR	17393	5,02	--	--	35100	10,73	-42458	10,59	9636	16,60
4	SLU - STR	21135	5,13	--	--	0	0,00	-36526	10,36	17407	16,36
5	SLV - STR	13835	5,28	6815	5,00	0	0,00	-35678	10,40	17393	16,36
1	SLU - GEO	20589	5,09	--	--	0	0,00	-41120	10,74	20531	16,41
2	SLU - GEO	20589	5,09	--	--	0	0,00	-41120	10,74	20531	16,41
3	SLU - GEO	16214	4,87	--	--	35100	10,73	-42175	11,14	12708	16,60
4	SLU - GEO	20849	5,07	--	--	0	0,00	-33117	11,13	20125	16,42
5	SLV - GEO	19970	5,19	8641	5,00	0	0,00	-32956	11,14	20073	16,42

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	0	0,00	0	2,84	0	0,00
3	ESE	0	0,00	0	0,00	-18902	8,89	0	0,00
4	ESE	0	0,00	0	0,00	-832	6,38	0	0,00
5	ESE	0	0,00	0	0,00	-3966	5,30	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	3,15	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	-19670	8,85	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	-2016	7,48	0	0,00
5	SLV - STR	0	0,00	0	0,00	-2366	8,75	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	-1	3,45	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	-21847	8,99	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	-7858	8,60	0	0,00
5	SLV - GEO	0	0,00	0	0,00	-15728	6,95	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	P _d [m]
1	ESE	7,50	8,10	14,11	1,00	4,28	---
2	ESE	7,50	8,10	14,11	1,00	4,28	---
3	ESE	7,50	8,25	15,32	2,49	7,77	---
4	ESE	7,50	8,45	7,55	4,48	5,67	---
5	ESE	7,50	8,45	7,55	4,48	5,67	---
1	SLU - STR	7,50	8,45	14,11	4,48	5,22	72593
2	SLU - STR	7,50	8,45	14,11	4,48	5,22	72593
3	SLU - STR	7,50	8,70	14,80	6,97	7,59	39833
4	SLU - STR	7,50	8,80	7,55	7,96	6,23	39833
5	SLV - STR	7,50	9,05	7,55	9,45	8,58	39833
1	SLU - GEO	7,65	9,65	14,25	16,42	11,92	---
2	SLU - GEO	7,65	9,65	14,25	16,92	11,92	---
3	SLU - GEO	7,50	12,05	14,81	22,39	18,86	---
4	SLU - GEO	7,76	12,05	7,95	26,87	13,96	---
5	SLV - GEO	7,88	12,05	7,95	27,36	14,20	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	50750	10,20	13883	7,50	32408	17,50	MAX
		0	1,00	-10899	14,10	0	0,00	MIN
2	ESE	50750	10,20	13883	7,95	32408	17,50	MAX
		0	0,00	-10899	14,10	0	0,00	MIN
3	ESE	68123	8,35	43232	7,50	22408	17,50	MAX
		0	1,00	-11493	13,65	0	0,00	MIN
4	ESE	50675	10,20	13279	7,95	32408	17,50	MAX
		0	0,00	-10890	14,10	0	0,00	MIN
5	ESE	50543	10,20	13316	7,95	32408	17,50	MAX
		0	17,50	-10873	14,10	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	81113	10,20	20912	7,50	32408	17,50	MAX
		0	0,50	-17432	14,10	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	81113	10,20	20912	7,95	32408	17,50	MAX
		0	17,50	-17432	14,10	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	95255	9,15	50706	7,50	19408	17,50	MAX
		0	0,50	-17948	13,85	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	80879	10,20	21091	7,50	32408	17,50	MAX
		0	0,05	-17402	14,10	0	0,00	MIN
5	SLV - STR	80775	10,20	23348	7,50	32408	17,50	MAX
		0	0,00	-17388	14,10	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	90489	10,55	20589	7,60	32408	17,50	MAX
		0	0,30	-20531	14,25	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	90489	10,55	20589	7,95	32408	17,50	MAX
		0	0,00	-20531	14,25	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	99407	9,75	54959	7,50	22408	17,50	MAX
		0	0,30	-20711	14,05	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	87515	10,65	28556	7,50	32408	17,50	MAX
		0	17,50	-20121	14,25	0	0,00	MIN
5	SLV - GEO	87133	10,65	20180	6,40	32408	17,50	MAX
		0	0,00	-20069	14,25	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 [cm]	Y _U [m]	V [cm]	Y _V [m]	
1	ESE	0,6616	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1022	17,50	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,6616	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1022	17,50	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,6673	0,00	0,0072	0,00	MAX
		-0,0527	17,50	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,6625	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1021	17,50	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,6655	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1020	17,50	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	1,0613	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1635	17,50	0,0000	0,00	MIN

n°	Tipo	U [cm]	Yu [m]	V [cm]	Yv [m]	
2	SLU - STR	1,0613	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1635	17,50	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	1,0670	0,00	0,0060	0,00	MAX
		-0,1140	17,50	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	1,0622	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1633	17,50	0,0000	0,00	MIN
5	SLV - STR	1,0610	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1633	17,50	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	1,3115	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,2011	17,50	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	1,3115	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,2011	17,50	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	1,3173	0,00	0,0072	0,00	MAX
		-0,1507	17,50	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	1,3130	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1992	17,50	0,0000	0,00	MIN
5	SLV - GEO	1,3200	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,1990	17,50	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	8,7500	0,6616
2	ESE	8,7500	0,6616
3	ESE	8,7500	0,6673
4	ESE	8,7500	0,6625
5	ESE	8,7500	0,6655
1	SLU - STR	8,7500	1,0613
2	SLU - STR	8,7500	1,0613
3	SLU - STR	8,7500	1,0670
4	SLU - STR	8,7500	1,0622
5	SLV - STR	8,7500	1,0610
1	SLU - GEO	8,7500	1,3115
2	SLU - GEO	8,7500	1,3115
3	SLU - GEO	8,7500	1,3173
4	SLU - GEO	8,7500	1,3130
5	SLV - GEO	8,7500	1,3200

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
15	SLV - GEO	101610	238537	0	0	0	15728	0	655805	967466	1.475	2.548
		10,69	14,01	0,00	0,00	0,00	6,95	0,00				
13	SLU - GEO	70590	238537	35100	0	0	21847	0	663873	987372	1.487	2.436
		11,24	14,01	10,73	0,00	0,00	8,99	0,00				

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
 R Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 225

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	-1,75; 3,50	21,07	-19,73; -7,49	19,04; 0,00	3.892	1.100
2	ESE	-1,75; 3,50	21,07	-19,73; -7,49	19,04; 0,00	3.892	1.100
3	ESE	-3,50; 5,25	23,02	-22,67; -7,49	18,92; 0,00	2.673	1.100
4	ESE	-3,50; 3,50	21,29	-21,73; -7,49	17,51; 0,00	2.717	1.100
5	ESE	-5,25; 12,25	30,21	-28,12; -7,49	22,37; 0,00	2.013	1.200
1	SLU - GEO	-1,75; 3,50	21,07	-19,73; -7,49	19,04; 0,00	3.111	1.100
2	SLU - GEO	-1,75; 3,50	21,07	-19,73; -7,49	19,04; 0,00	3.111	1.100
3	SLU - GEO	-3,50; 5,25	23,02	-22,67; -7,49	18,92; 0,00	2.137	1.100
4	SLU - GEO	-3,50; 3,50	21,29	-21,73; -7,49	17,51; 0,00	2.172	1.100
5	SLV - GEO	-7,00; 24,50	42,58	-35,10; -7,49	27,83; 0,00	1.557	1.200

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 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/cosα)

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

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

Fase n° 5 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	Wl [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	1350,05	-40.19	1,64	26.40	0,124	0,052	(0; 0)
2	3994,08	-38.02	1,59	26.40	0,124	0,154	(0; 0)
3	6441,74	-35.90	1,55	26.40	0,124	0,248	(0; 0)
4	8708,80	-33.85	1,51	26.40	0,124	0,336	(0; 0)
5	10808,52	-31.84	1,48	26.40	0,124	0,417	(0; 0)
6	12775,58	-29.87	1,45	29.90	0,034	0,492	(0; 0)
7	14611,62	-27.95	1,42	29.90	0,034	0,561	(0; 0)
8	16305,50	-26.05	1,40	29.90	0,034	0,625	(0; 0)
9	17864,26	-24.19	1,37	29.90	0,034	0,684	(0; 0)
10	19293,96	-22.35	1,36	29.90	0,034	0,738	(0; 0)
11	20599,85	-20.54	1,34	29.90	0,034	0,787	(0; 0)
12	21786,46	-18.75	1,32	29.90	0,034	0,832	(0; 0)
13	22857,74	-16.98	1,31	29.90	0,034	0,872	(0; 0)
14	23817,09	-15.22	1,30	29.90	0,034	0,908	(0; 0)
15	24667,45	-13.48	1,29	29.90	0,034	0,940	(0; 0)
16	25411,33	-11.75	1,28	29.90	0,034	0,968	(0; 0)
17	26050,89	-10.03	1,27	29.90	0,034	0,992	(0; 0)
18	26587,91	-8.32	1,27	29.90	0,034	1,013	(0; 0)
19	27023,87	-6.62	1,26	29.90	0,034	1,029	(0; 0)
20	27359,94	-4.93	1,26	29.90	0,034	1,042	(0; 0)
21	27597,02	-3.23	1,26	29.90	0,034	1,051	(0; 0)
22	27735,74	-1.55	1,25	29.90	0,034	1,056	(0; 0)
23	27776,44	0.14	1,25	29.90	0,034	1,057	(0; 0)
24	27719,26	1.83	1,25	29.90	0,034	1,055	(0; 0)
25	27564,02	3.52	1,26	29.90	0,034	1,049	(0; 0)
26	27310,33	5.21	1,26	29.90	0,034	1,040	(0; 0)
27	26957,52	6.91	1,26	29.90	0,034	1,027	(0; 0)
28	26504,64	8.61	1,27	29.90	0,034	1,009	(0; 0)
29	45863,92	10.29	1,23	29.90	0,034	0,989	(0; 0)
30	45254,96	11.95	1,24	29.90	0,034	0,965	(0; 0)
31	44551,92	13.62	1,25	29.90	0,034	0,938	(0; 0)
32	43752,92	15.30	1,25	29.90	0,034	0,907	(0; 0)
33	40753,85	17.00	1,27	29.90	0,034	0,871	(0; 0)
34	39437,44	18.71	1,28	29.90	0,034	0,832	(0; 0)
35	38335,82	20.44	1,29	29.90	0,034	0,789	(0; 0)
36	37127,10	22.19	1,31	29.90	0,034	0,742	(0; 0)
37	35807,39	23.96	1,32	29.90	0,034	0,691	(0; 0)
38	34372,18	25.75	1,34	29.90	0,034	0,635	(0; 0)
39	32816,34	27.57	1,37	29.90	0,034	0,574	(0; 0)
40	31133,91	29.43	1,39	29.90	0,034	0,508	(0; 0)
41	29327,36	31.32	1,42	28.15	0,079	0,437	(0; 0)

N°	Wi [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	(Ctn; Ctt) [kg]
42	27410,43	33.24	1,45	26.40	0,124	0,361	(0; 0)
43	25348,15	35.21	1,48	26.40	0,124	0,278	(0; 0)
44	23127,58	37.23	1,52	26.40	0,124	0,190	(0; 0)
45	20735,89	39.31	1,56	26.40	0,124	0,094	(0; 0)
46	18167,34	41.45	1,61	26.40	0,124	0,000	(0; 0)
47	15438,07	43.66	1,67	26.40	0,124	0,000	(0; 0)
48	12490,09	45.95	1,74	26.40	0,124	0,000	(0; 0)
49	9289,75	48.35	1,82	26.40	0,124	0,000	(0; 0)
50	5800,06	50.87	1,92	26.40	0,124	0,000	(0; 0)
51	1988,82	53.29	2,02	26.40	0,124	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 1235812,91$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 173646,47$ [kg] $\Sigma W_i \tan \phi_i = 694427,76$ [kg] $\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.24$

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-51491	3950	--	--	0,54483	0,26721
2	-7916	29645	--	--	0,32316	0,65378

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

n° - Tipo	Y [m]	A _f [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
3 - SLU - GEO	9,70	116,99	67454	5404	128793	10317	1.909

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} /V _{Ed})
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm

n° - Tipo	Y [m]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
3 - SLU - GEO	7,50	1,57	15,00	37293	59497	1.595	2,50

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
Af	area di armatura espressa in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]

Af	σ_c	cmb	σ_f	cmb
[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]	
116,99	90,37	3	2015,43	3

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M _f	s	ϵ_{sm}	W _{lim}	W _k
		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Paratia	3 - ESE	8,30	46222	19389	177,446	0.0872	0,200	0,263

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=260,00 [cm]	H=100,00 [cm]		
A _{fv} =14,07 [cmq]	A _{fh} =16,08 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =56077 [kgm]	M _{uh} =140915 [kgm]	FS=2.51	
T _h =112154 [kg]	T _{Rh} =1123142 [kg]	FS _T =10.01	cotg θ h=1.00
M _v =6370 [kgm]	M _{uv} =74600 [kgm]	FS=11.71	
T _v =9100 [kg]	T _{Rv} =1087906 [kg]	FS _{Tv} =119.55	cotg θ v=1.00

6 CANALI FUGATORI – PARATIA DI PALI DI GRANDE DIAMETRO SENZA TIRANTI

6.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di pali con muro in testa**

Altezza fuori terra	6,00	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	16,00	[m]
Lunghezza paratia	9,50	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,40	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Ordinata testa pali	2,00	[m]
Numero totale di pali	7	
Numero di pali per metro lineare	0.74	

Geometria muro

Altezza paramento	2,00	[m]
Spessore testa paramento	0,40	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,40	[m]
Larghezza fondazione	1,00	[m]
Altezza fondazione	1,00	[m]
Altezza totale muro	3,00	[m]

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	7,20	0,00	0.00
3	18,00	0,00	0.00
4	19,00	0,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-6,00	--
2	0,00	-6,00	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/cm^q]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]
6	1A-LT CORPO DIGA FINE	2025,0	2069,0	26.40	17.60	0,124
7	1B-LT CORPO DIGA GROSSOLANO	2063,0	2115,0	29.90	19.93	0,034

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 [m]	αM [°]	αV [°]	KwM [kg/cm ² /cm]	KwV [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	7,50	0.00	0.00	1.49	1.49	1A-LT CORPO DIGA FINE	1A-LT CORPO DIGA FINE
2	4,50	0.00	0.00	3.29	3.29	1A-LT CORPO DIGA FINE	1A-LT CORPO DIGA FINE
3	10,00	0.00	0.00	6.23	6.23	1B-LT CORPO DIGA GROSSOLANO	1B-LT CORPO DIGA GROSSOLANO

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia 1,30 [m]
 Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 3,90 [m]
 Regime delle pressioni neutre: **Idrostatico**

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	4,90	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	6,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

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/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	Rck [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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	
Ig	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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _d , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,00	X _r = 5,00	Q _d = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Condizione n° 2 - Permanente - Condizione 2

Carico concentrato sulla paratia	Y=6,00	F _x =0	F _y =-10000	M=0
----------------------------------	--------	-------------------	------------------------	-----

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=6.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 6.00 metri	0
3	Inserimento vincolo 1 (X=-4.90) [Hscavo=6.00]	1
4	Inserimento vincolo 2 (X=-6.00) [Hscavo=6.00]	1
5	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=6.00]	2
6	Quota falda valle 3.90 metri - Quota falda monte 1.30 metri [Hscavo=6.00]	2
7	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=6.00]	3
8	Quota falda valle 6.00 metri - Quota falda monte 6.00 metri [Hscavo=6.00]	3
9	Inserimento sisma	4

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

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}	0.80	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 uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Verifica materiali : Stato Limite

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in c.a.

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$	

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 2008-2018 - 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 verifiche SLE

Condizioni ambientali	Aggressive
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 2008-2018 - I° Formulazione
<u>Verifica delle tensioni</u>	
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 Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

- Analisi per condizioni di esercizio
- Analisi per coefficienti tipo A1-M1
- Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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

Identificazione del sito

Latitudine	43.490559
Longitudine	11.191562
Comune	Poggibonsi
Provincia	Siena
Regione	Toscana
Punti di interpolazione del reticolo	21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.000	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.080	0.080
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto $\alpha \beta$	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	16.342	8.449

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)

0.00

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

6.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 120 elementi fuori terra e 200 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	6,00	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	16,00	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	8216	4,33	--	--	0	0,00	-13757	7,80	5541	12,94
2	ESE	8216	4,33	--	--	0	0,00	-13757	7,80	5541	12,94
3	ESE	4816	4,26	--	--	34840	9,28	-27374	9,97	0	0,00
4	ESE	9156	4,06	--	--	0	0,00	-13805	7,81	5528	12,94
5	ESE	8669	4,17	2389	4,00	0	0,00	-13829	7,81	5519	12,94
1	SLU - STR	12914	4,17	--	--	0	0,00	-22121	7,81	9208	12,92
2	SLU - STR	12914	4,17	--	--	0	0,00	-22121	7,81	9208	12,92
3	SLU - STR	9553	4,08	--	--	34840	9,28	-31852	9,10	0	0,00
4	SLU - STR	13851	4,00	--	--	0	0,00	-21495	7,85	9178	12,92
5	SLV - STR	8960	4,05	5125	4,00	0	0,00	-21063	7,87	9145	12,93
1	SLU - GEO	12996	4,11	--	--	0	0,00	-23413	8,14	10417	13,16
2	SLU - GEO	12996	4,11	--	--	0	0,00	-23413	8,14	10417	13,16
3	SLU - GEO	8821	3,95	--	--	34840	9,28	-28683	9,29	0	0,00
4	SLU - GEO	13836	3,96	--	--	0	0,00	-17598	8,41	9817	13,29
5	SLV - GEO	12548	4,16	7147	4,00	0	0,00	-17509	8,42	9769	13,30

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	0	0,00	-1	0,48	0	0,00
3	ESE	0	0,00	0	0,00	-12281	5,77	0	0,00
4	ESE	0	0,00	0	0,00	-879	1,10	0	0,00
5	ESE	0	0,00	0	0,00	-2748	3,34	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	-1	1,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	-12540	5,78	0	0,00

n°	Tipo	Rc [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
4	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	-1534	3,39	0	0,00
5	SLV - STR	0	0,00	0	0,00	-2167	4,29	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	-1	1,22	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	-14977	6,12	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	-6054	6,16	0	0,00
5	SLV - GEO	0	0,00	0	0,00	-11953	5,29	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	6,00	7,55	10,24	0,00	2,14	---
2	ESE	6,00	7,55	10,24	0,00	2,14	---
3	ESE	6,00	7,55	-4,00	0,00	9,20	---
4	ESE	6,00	7,55	6,05	1,00	2,80	---
5	ESE	6,00	7,55	6,05	1,00	2,80	---
1	SLU - STR	6,00	7,55	10,21	1,99	2,72	72397
2	SLU - STR	6,00	7,55	10,21	1,99	2,72	72397
3	SLU - STR	6,00	7,55	-4,00	2,99	7,25	39595
4	SLU - STR	6,00	7,55	6,05	4,48	3,20	39595
5	SLV - STR	6,00	7,75	6,05	6,47	4,35	39595
1	SLU - GEO	6,05	8,10	10,52	15,42	5,83	---
2	SLU - GEO	6,05	8,10	10,52	15,92	5,83	---
3	SLU - GEO	6,00	8,60	-4,00	19,40	15,88	---
4	SLU - GEO	6,09	8,65	6,45	21,89	6,23	---
5	SLV - GEO	6,19	8,65	6,45	22,39	6,36	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	23887	7,95	8216	6,00	16537	16,00	MAX
		0	15,80	-5539	10,20	0	0,00	MIN
2	ESE	23887	7,95	8216	6,45	16537	16,00	MAX
		0	15,80	-5539	10,20	0	0,00	MIN
3	ESE	23364	7,50	11065	6,00	7278	6,00	MAX
		0	1,00	-5573	9,60	-2722	6,00	MIN
4	ESE	23764	7,95	8291	6,45	16537	16,00	MAX
		0	15,85	-5512	10,25	0	0,00	MIN
5	ESE	23722	7,95	8324	6,45	16537	16,00	MAX
		0	15,85	-5503	10,25	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	39708	7,95	12913	6,00	16537	16,00	MAX
		-1	15,80	-9202	10,20	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	39708	7,95	12913	6,45	16537	16,00	MAX
		-1	15,80	-9202	10,20	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	38983	7,65	15836	6,00	7278	6,00	MAX
		0	0,50	-9154	9,85	-5722	6,00	MIN
4	SLU - STR	39513	7,95	12331	6,45	16537	16,00	MAX
		-1	15,80	-9159	10,20	0	0,00	MIN
5	SLV - STR	39367	7,95	11932	6,45	16537	16,00	MAX
		-1	15,80	-9127	10,20	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	44583	8,20	12995	6,05	16537	16,00	MAX
		0	0,30	-10417	10,50	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	44583	8,20	12995	6,45	16537	16,00	MAX
		0	0,00	-10417	10,50	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	41032	7,95	19343	6,00	7278	6,00	MAX
		0	0,30	-9569	10,30	-2722	6,00	MIN
4	SLU - GEO	41775	8,30	14718	6,00	16537	16,00	MAX
		0	0,00	-9805	10,65	0	0,00	MIN
5	SLV - GEO	41551	8,30	12702	4,90	16537	16,00	MAX
		0	16,00	-9757	10,70	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 [cm]	Yu [m]	V [cm]	Yv [m]	
1	ESE	1,9263	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0299	12,15	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	1,9264	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0299	12,15	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	1,9958	0,00	0,0031	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	1,9728	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0297	12,15	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	1,9835	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0297	12,15	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	3,2231	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0499	12,15	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	3,2231	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0499	12,15	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	3,2929	0,00	0,0008	0,00	MAX
		0,0000	0,00	-0,0009	6,00	MIN
4	SLU - STR	3,2700	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0496	12,15	0,0000	0,00	MIN
5	SLV - STR	3,2687	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0493	12,15	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	3,8045	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0541	12,40	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	3,8046	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0541	12,40	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	3,8744	0,00	0,0031	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	3,8541	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0497	12,60	0,0000	0,00	MIN
5	SLV - GEO	3,8989	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,0493	12,60	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	8,0000	1,9263
2	ESE	8,0000	1,9264
3	ESE	8,0000	1,9958
4	ESE	8,0000	1,9728
5	ESE	8,0000	1,9835
1	SLU - STR	8,0000	3,2231
2	SLU - STR	8,0000	3,2231
3	SLU - STR	8,0000	3,2929
4	SLU - STR	8,0000	3,2700
5	SLV - STR	8,0000	3,2687
1	SLU - GEO	8,0000	3,8045
2	SLU - GEO	8,0000	3,8046
3	SLU - GEO	8,0000	3,8744
4	SLU - GEO	8,0000	3,8541
5	SLV - GEO	8,0000	3,8989

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
13	SLU - GEO	52359 10,42	235512 12,51	34840 9,28	0 0,00	0 0,00	14977 6,12	0 0,00	516407	940259	1.821	2.834

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	-1,60; 1,60	11,05	-9,63; -5,99	9,34; 0,00	3.400	1.100
2	ESE	-1,60; 1,60	11,05	-9,63; -5,99	9,34; 0,00	3.400	1.100
3	ESE	-3,20; 0,00	16,32	-18,38; -5,98	13,12; 0,00	1.767	1.100
4	ESE	-3,20; 0,00	16,32	-18,38; -5,98	13,12; 0,00	2.095	1.100
5	ESE	-4,80; 0,00	16,70	-20,40; -5,97	11,90; 0,00	1.595	1.200
1	SLU - GEO	-1,60; 0,00	16,08	-16,52; -5,98	14,48; 0,00	2.870	1.100
2	SLU - GEO	-1,60; 0,00	16,08	-16,52; -5,98	14,48; 0,00	2.870	1.100
3	SLU - GEO	-3,20; 0,00	16,32	-18,38; -5,98	13,12; 0,00	1.412	1.100
4	SLU - GEO	-4,80; 0,00	16,70	-20,40; -5,97	11,90; 0,00	1.672	1.100
5	SLV - GEO	-6,40; 1,60	18,73	-23,52; -5,99	12,27; 0,00	1.287	1.200

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 striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Fase n° 5 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	1039,69	-63.65	1,61	26.40	0,124	0,070	(0; 0)
2	2978,00	-59.07	1,39	26.40	0,124	0,202	(0; 0)
3	4607,08	-55.04	1,24	26.40	0,124	0,312	(0; 0)
4	6017,24	-51.39	1,14	26.40	0,124	0,408	(0; 0)
5	7259,57	-48.01	1,07	26.40	0,124	0,492	(0; 0)
6	8366,47	-44.85	1,01	26.40	0,124	0,567	(0; 0)
7	9371,32	-41.84	0,96	29.90	0,034	0,635	(0; 0)
8	10287,24	-38.98	0,92	29.90	0,034	0,695	(0; 0)
9	11115,58	-36.22	0,88	29.90	0,034	0,750	(0; 0)
10	11865,65	-33.56	0,86	29.90	0,034	0,800	(0; 0)
11	12544,76	-30.98	0,83	29.90	0,034	0,845	(0; 0)
12	13158,75	-28.47	0,81	29.90	0,034	0,886	(0; 0)
13	13712,36	-26.02	0,79	29.90	0,034	0,923	(0; 0)
14	14209,49	-23.61	0,78	29.90	0,034	0,956	(0; 0)
15	14653,34	-21.25	0,76	29.90	0,034	0,985	(0; 0)
16	15046,59	-18.93	0,75	29.90	0,034	1,011	(0; 0)
17	15391,43	-16.64	0,74	29.90	0,034	1,034	(0; 0)
18	15689,70	-14.37	0,74	29.90	0,034	1,054	(0; 0)
19	15942,92	-12.13	0,73	29.90	0,034	1,071	(0; 0)
20	16152,33	-9.91	0,72	29.90	0,034	1,084	(0; 0)
21	16318,90	-7.70	0,72	29.90	0,034	1,096	(0; 0)
22	16443,39	-5.51	0,72	29.90	0,034	1,104	(0; 0)
23	16526,38	-3.32	0,71	29.90	0,034	1,109	(0; 0)
24	16568,21	-1.14	0,71	29.90	0,034	1,112	(0; 0)
25	16569,09	1.04	0,71	29.90	0,034	1,112	(0; 0)

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	(Ctn; Ctt) [kg]
26	16529,00	3.23	0,71	29.90	0,034	1,109	(0; 0)
27	16447,78	5.41	0,72	29.90	0,034	1,104	(0; 0)
28	16325,07	7.61	0,72	29.90	0,034	1,096	(0; 0)
29	16160,32	9.82	0,72	29.90	0,034	1,085	(0; 0)
30	15952,76	12.04	0,73	29.90	0,034	1,071	(0; 0)
31	15701,44	14.28	0,74	29.90	0,034	1,055	(0; 0)
32	15405,12	16.54	0,74	29.90	0,034	1,035	(0; 0)
33	15062,30	18.83	0,75	29.90	0,034	1,012	(0; 0)
34	23680,33	21.10	0,73	29.90	0,034	0,987	(0; 0)
35	23278,70	23.35	0,74	29.90	0,034	0,959	(0; 0)
36	22830,79	25.65	0,76	29.90	0,034	0,928	(0; 0)
37	22333,98	27.98	0,77	29.90	0,034	0,893	(0; 0)
38	21785,13	30.37	0,79	29.90	0,034	0,855	(0; 0)
39	21180,46	32.82	0,81	29.90	0,034	0,813	(0; 0)
40	20515,34	35.34	0,84	29.90	0,034	0,767	(0; 0)
41	18879,63	37.94	0,86	29.90	0,034	0,717	(0; 0)
42	17616,55	40.64	0,90	29.90	0,034	0,661	(0; 0)
43	16732,40	43.45	0,94	28.15	0,079	0,599	(0; 0)
44	15770,37	46.39	0,99	26.40	0,124	0,531	(0; 0)
45	14703,03	49.51	1,05	26.40	0,124	0,455	(0; 0)
46	13506,11	52.84	1,13	26.40	0,124	0,371	(0; 0)
47	12147,21	56.46	1,23	26.40	0,124	0,274	(0; 0)
48	10574,45	60.46	1,38	26.40	0,124	0,163	(0; 0)
49	8695,80	65.05	1,62	26.40	0,124	0,029	(0; 0)
50	6333,52	70.67	2,06	26.40	0,124	0,000	(0; 0)
51	2496,37	79.33	3,68	26.40	0,124	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 722479,44$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 96990,43$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 351558,90$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 35751,72$ [kg]

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R _θ	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{θ,min} [kgm]	R _{θ,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-7676	1683	--	--	1,53165	1,53165
2	-16659	3888	--	--	1,06597	0,51732

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura del palo espressa in [cmq]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte nel muro, espresse in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
F _s	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	F _S
4 - SLU - GEO	2,00	40,00	15,71	15,71	1605	2714	27836	47065	23.532

n° - Tipo	Y [m]	A _f [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	F _S
1 - SLU - GEO	8,20	116,99	60506	12642	131300	27433	2.170

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sw}	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
A _{sag}	area armatura sagomati, espressa in [cmq]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra V _{Rd} /V _{Ed})
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

La verifica a taglio del muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
5 - SLV - GEO	2,00	40,00	0,00	1856	18901	10.182	1,00

n° - Tipo	Y [m]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
3 - SLU - GEO	6,00	1,57	15,00	26251	59497	2.266	2,50

Verifica tensioni**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmqa]
σ _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmqa]
A _{fs} , A _{fi}	area armatura superiore ed inferiore espressa in [cmq]
A _{sw}	area armatura sagomati espressa in [cmq]
σ _{fi}	tensione nelle armature inferiori espressa in [kg/cmqa]
σ _{fs}	tensione nelle armature superiori espressa in [kg/cmqa]

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	σ _c [kg/cmqa]	cmb	σ _{fi} [kg/cmqa]	cmb	σ _{fs} [kg/cmqa]	cmb
15,71	15,71	3,93	4	-38,09	4	87,40	4

A _f [cmq]	σ _c [kg/cmqa]	cmb	σ _f [kg/cmqa]	cmb
116,99	64,07	1	1423,57	3

Verifica fessurazione**Simbologia adottata**

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	4 - ESE	2,00	977	-7664	0,000	0,0000	0,200	0,000
Paratia	3 - ESE	7,40	31695	19389	177,446	0.0554	0,200	0,167

7 CANALI FUGATORI – PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI TIRANTI E MURO DI SOSTEGNO

7.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali con muro in testa**

Altezza fuori terra	9,50	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	12,50	[m]
Lunghezza paratia	10,80	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,60	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Ordinata testa micropali	2,70	[m]
Numero totale di micropali	18	
Numero di micropali per metro lineare	1.67	
Diametro esterno del tubolare	127,00	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria muro

Altezza paramento	2,70	[m]
Spessore testa paramento	0,40	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,40	[m]
Larghezza fondazione	0,60	[m]
Altezza fondazione	0,60	[m]
Altezza totale muro	3,30	[m]

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
2	3,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
3	5,50	Calcestruzzo	45,00	60,00	--	--
4	8,00	Calcestruzzo	45,00	60,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	7,20	0,00	0.00
3	18,00	0,00	0.00

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
4	19,00	0,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-3,40	--
2	0,00	-3,40	0.00

Profilo di valle - Fase n° 2

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-5,85	--
2	0,00	-5,85	0.00

Profilo di valle - Fase n° 4

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-8,35	--
2	0,00	-8,35	0.00

Profilo di valle - Fase n° 6

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-9,50	--
2	0,00	-9,50	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/cm ^q]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	2000,0	2400,0	35.90	23.93	0,000

Parametri per il calcolo dei tiranti

Simbologia adottata

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
C _{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ^q]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
C _{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ^q]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	C _{min} [kg/cm ^q]	C _{med} [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	35.90	35.90	23.93	23.93	0,000	0,000

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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ^q /cm]	K _{wV} [kg/cm ^q /cm]	Terreno M	Terreno V
1	8,90	0.00	0.00	2.12	2.12	Fondazione roccia alterata_no coesione	Fondazione roccia alterata_no coesione
2	15,00	0.00	0.00	14.40	14.40	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	4,70	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	7,30	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	408	[kg/cm ²]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f_{yk}	9500	[kg/cm ²]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]
I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti		
Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/m ²]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/m ²]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cla f_{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	3,00	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	13,00	--	--
2	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	5,50	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	12,00	--	--
3	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	8,00	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	8,00	--	--

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	8,90	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	9,50	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ _{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R _{ck}	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	S 355	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _v , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,50	X _r = 1,50	Q _d = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Condizione n° 2 - Permanente - Condizione 2

Carico concentrato sulla paratia	Y=7,50	F _x =0	F _y =-10000	M=0
----------------------------------	--------	-------------------	------------------------	-----

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=3.40]	0
2	Scavo fino alla profondità di 3.40 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=3.00) [Hscavo=3.40]	0
4	Scavo fino alla profondità di 5.85 metri	1
5	Inserimento tirante 2 (X=5.50) [Hscavo=5.85]	2
6	Scavo fino alla profondità di 8.35 metri	3
7	Inserimento tirante 3 (X=8.00) [Hscavo=8.35]	4
8	Scavo fino alla profondità di 9.50 metri	5
9	Inserimento vincolo 1 (X=-8.90) [Hscavo=9.50]	6
10	Inserimento vincolo 2 (X=-9.50) [Hscavo=9.50]	6
11	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=9.50]	7
12	Quota falda valle 7.30 metri - Quota falda monte 4.70 metri [Hscavo=9.50]	7
13	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=9.50]	8
14	Quota falda valle 9.50 metri - Quota falda monte 9.50 metri [Hscavo=9.50]	8

n°	Fase	Tempo
15	Inserimento sisma	9

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)

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}	0.80	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 uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		R3
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

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in acciaio

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / 3 \cdot 0.5$$

con:

A_v Area lorda sezione profilo

Sezione in c.a.

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

σ_{cp} tensione media di compressione [N/mm²]
 $f_{cd}'=0.5 \cdot f_{cd}$

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni di analisi

Analisi per Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

- Analisi per condizioni di esercizio
- Analisi per coefficienti tipo A1-M1
- Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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

Identificazione del sito

Latitudine	43.490559
Longitudine	11.191562
Comune	Poggibonsi
Provincia	Siena
Regione	Toscana
Punti di interpolazione del reticolo	21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.100	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.052	0.052
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.606	0.606
Prodotto $\alpha \beta$	0.606 > 0.2	0.606 > 0.2

Coefficiente di intensità sismica (percento)	10.894	5.120
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

7.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 190 elementi fuori terra e 60 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 incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	9,50	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	12,50	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	3345	2,15	--	--	0	0,00	-1238	4,15	1512	5,83
2	ESE	8553	3,59	--	--	0	0,00	-2508	6,72	784	8,44
3	ESE	8553	3,59	--	--	0	0,00	-2508	6,72	784	8,44
4	ESE	16769	5,21	--	--	0	0,00	-7439	9,16	2758	10,57
5	ESE	16769	5,21	--	--	0	0,00	-7439	9,16	2758	10,57
6	ESE	18612	5,53	--	--	0	0,00	-5570	9,86	2360	11,22
7	ESE	18612	5,53	--	--	0	0,00	-5570	9,86	2360	11,22
8	ESE	17791	5,40	--	--	16900	9,21	-9750	10,47	0	0,00
9	ESE	21799	5,69	--	--	0	0,00	-5694	9,86	2273	11,24
10	ESE	20612	5,70	2338	6,33	0	0,00	-5712	9,86	2263	11,24
1	SLU - STR	4393	2,14	--	--	0	0,00	-1609	4,15	1989	5,82
2	SLU - STR	11155	3,59	--	--	0	0,00	-3239	6,72	1017	8,43
3	SLU - STR	11155	3,59	--	--	0	0,00	-3239	6,72	1017	8,43
4	SLU - STR	21834	5,21	--	--	0	0,00	-9659	9,16	3579	10,57
5	SLU - STR	21834	5,21	--	--	0	0,00	-9659	9,16	3579	10,57
6	SLU - STR	24230	5,52	--	--	0	0,00	-7235	9,86	3064	11,22
7	SLU - STR	24229	5,52	--	--	0	0,00	-7235	9,86	3064	11,22
8	SLU - STR	23635	5,45	--	--	16900	9,21	-10720	10,32	2	11,00
9	SLU - STR	27421	5,66	--	--	0	0,00	-7359	9,86	2974	11,24
10	SLV - STR	22365	5,57	5316	6,33	0	0,00	-7337	9,86	2987	11,24
1	SLU - GEO	4465	2,12	--	--	0	0,00	-1250	4,37	1946	5,90
2	SLU - GEO	11539	3,60	--	--	0	0,00	-3275	6,93	1071	8,55
3	SLU - GEO	11538	3,60	--	--	0	0,00	-3275	6,93	1071	8,55
4	SLU - GEO	22491	5,27	--	--	0	0,00	-10419	9,21	3816	10,62
5	SLU - GEO	22491	5,27	--	--	0	0,00	-10418	9,21	3816	10,62
6	SLU - GEO	24263	5,49	--	--	0	0,00	-7637	9,85	3232	11,22
7	SLU - GEO	24263	5,50	--	--	0	0,00	-7637	9,85	3232	11,22
8	SLU - GEO	23071	5,37	--	--	16900	9,21	-10966	10,29	45	11,00
9	SLU - GEO	27265	5,62	--	--	0	0,00	-7752	9,86	3148	11,23
10	SLV - GEO	24351	5,61	5352	6,33	0	0,00	-7783	9,86	3126	11,23

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	3619	3,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	6830	3,00	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	6830	3,00	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	12089	4,01	0	0,00	0	0,00
5	ESE	0	0,00	12089	4,01	0	0,00	0	0,00
6	ESE	0	0,00	15403	4,84	0	0,00	0	0,00
7	ESE	0	0,00	15403	4,84	1	8,94	0	0,00
8	ESE	0	0,00	19068	5,13	-5872	8,83	0	0,00
9	ESE	0	0,00	17598	4,99	-779	7,29	0	0,00
10	ESE	0	0,00	18109	4,99	-1391	7,91	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	4773	3,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	8933	3,00	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	8933	3,00	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	15754	4,00	0	0,00	0	0,00
5	SLU - STR	0	0,00	15754	4,00	0	0,00	0	0,00
6	SLU - STR	0	0,00	20057	4,83	0	0,00	0	0,00
7	SLU - STR	0	0,00	20057	4,83	0	7,50	0	0,00
8	SLU - STR	0	0,00	23870	5,08	-5945	8,82	0	0,00
9	SLU - STR	0	0,00	22238	4,96	-797	7,30	0	0,00
10	SLV - STR	0	0,00	22077	4,95	-1255	8,12	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	5161	3,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	9335	3,00	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	9335	3,00	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	15890	3,97	0	0,00	0	0,00
5	SLU - GEO	0	0,00	15890	3,97	0	0,00	0	0,00
6	SLU - GEO	0	0,00	19860	4,75	0	0,00	0	0,00
7	SLU - GEO	0	0,00	19860	4,75	1	8,97	0	0,00
8	SLU - GEO	0	0,00	23342	4,99	-5707	8,85	0	0,00
9	SLU - GEO	0	0,00	21919	4,88	-741	7,29	0	0,00
10	SLV - GEO	0	0,00	23039	4,88	-2006	8,20	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	3,47	3,65	4,43	2,19	0,14	---
2	ESE	5,97	6,15	6,11	0,75	0,21	---
3	ESE	5,97	6,15	6,11	0,75	0,21	---
4	ESE	8,53	8,95	8,60	2,38	0,74	---
5	ESE	8,53	8,95	8,60	0,00	0,74	---
6	ESE	9,50	9,65	10,44	0,00	0,72	---
7	ESE	9,50	9,65	10,44	0,00	0,72	---
8	ESE	9,50	9,65	6,50	0,00	1,36	---
9	ESE	9,50	9,65	10,46	0,00	0,74	---
10	ESE	9,50	9,65	10,46	0,00	0,74	---
1	SLU - STR	3,47	3,65	4,42	2,19	0,15	25386
2	SLU - STR	5,97	6,15	6,11	0,75	0,24	22802
3	SLU - STR	5,97	6,15	6,11	0,75	0,24	22802
4	SLU - STR	8,53	8,95	8,60	2,38	0,86	20166
5	SLU - STR	8,53	8,95	8,60	0,00	0,86	20166
6	SLU - STR	9,50	9,65	10,44	0,00	0,83	18953
7	SLU - STR	9,50	9,65	10,44	0,00	0,83	18953
8	SLU - STR	9,50	9,65	10,94	0,00	1,36	18004
9	SLU - STR	9,50	9,65	10,45	0,00	0,86	18004
10	SLV - STR	9,50	9,65	10,45	0,00	0,96	18004
1	SLU - GEO	3,57	3,85	4,50	4,37	0,30	---
2	SLU - GEO	6,15	6,55	8,27	5,97	0,53	---
3	SLU - GEO	6,15	6,55	6,15	0,00	0,53	---
4	SLU - GEO	8,79	8,95	9,79	5,95	1,96	---
5	SLU - GEO	8,79	8,95	9,79	0,00	1,92	---
6	SLU - GEO	9,50	9,65	10,43	0,00	1,87	---
7	SLU - GEO	9,50	9,65	10,43	0,00	1,87	---
8	SLU - GEO	9,50	9,65	10,81	0,00	2,78	---
9	SLU - GEO	9,50	9,65	10,44	0,00	1,93	---
10	SLV - GEO	9,50	9,65	10,45	0,00	1,99	---

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	ESE	2986	3,00	2751	3,00	7080	12,50	MAX
		-121	7,30	-1438	4,40	0	0,00	MIN
2	ESE	3807	3,00	3043	3,00	8933	12,50	MAX
		-682	5,20	-3786	3,00	0	0,00	MIN
3	ESE	3807	3,00	3043	3,00	8933	12,50	MAX
		-682	5,20	-3786	3,00	0	0,00	MIN
4	ESE	4842	3,00	4716	8,60	11969	12,50	MAX
		-2713	7,00	-4101	5,50	0	0,00	MIN
5	ESE	4842	3,00	4716	8,60	11970	12,50	MAX
		-2713	7,00	-4101	5,50	0	0,00	MIN
6	ESE	4851	3,00	3494	3,00	13883	12,50	MAX
		-2621	7,05	-4256	5,50	0	0,00	MIN
7	ESE	4851	3,00	3494	3,00	13883	12,50	MAX
		-2621	7,05	-4256	5,50	0	0,00	MIN
8	ESE	5329	3,00	6054	8,90	12541	7,50	MAX
		-3816	7,00	-5984	5,50	0	0,00	MIN
9	ESE	5165	3,00	4373	8,00	15150	12,50	MAX
		-3288	6,95	-5361	5,50	0	0,00	MIN
10	ESE	5104	3,00	4517	8,00	15445	12,50	MAX
		-3332	6,95	-5451	5,50	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	3936	3,00	3618	3,00	7746	12,50	MAX
		-159	7,30	-1892	4,40	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	4997	3,00	3996	3,00	10148	12,50	MAX
		-871	5,20	-4937	3,00	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	4997	3,00	3996	3,00	10148	12,50	MAX
		-871	5,20	-4937	3,00	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	6340	3,00	6126	8,60	14086	12,50	MAX
		-3526	7,00	-5335	5,50	0	0,00	MIN
5	SLU - STR	6340	3,00	6126	8,60	14086	12,50	MAX
		-3526	7,00	-5335	5,50	0	0,00	MIN
6	SLU - STR	6351	3,00	4581	3,00	16570	12,50	MAX
		-3406	7,10	-5535	5,50	0	0,00	MIN
7	SLU - STR	6352	3,00	4581	3,00	16570	12,50	MAX
		-3406	7,10	-5535	5,50	0	0,00	MIN
8	SLU - STR	6859	3,00	7092	8,90	14731	7,50	MAX
		-4633	7,00	-7317	5,50	0	0,00	MIN
9	SLU - STR	6673	3,00	5294	8,00	17829	12,50	MAX
		-4084	7,00	-6656	5,50	0	0,00	MIN
10	SLV - STR	6669	3,00	5225	8,00	17736	12,50	MAX
		-4052	7,00	-6608	5,50	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	4146	3,00	3627	3,00	7970	12,50	MAX
		-155	7,35	-1850	4,50	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	5506	3,00	4123	3,00	10380	12,50	MAX
		-1061	5,30	-5212	3,00	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	5506	3,00	4123	3,00	10380	12,50	MAX
		-1061	5,30	-5212	3,00	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	6782	3,00	6627	8,75	14164	12,50	MAX
		-3712	7,05	-5400	5,50	0	0,00	MIN
5	SLU - GEO	6782	3,00	6627	8,75	14164	12,50	MAX
		-3712	7,05	-5400	5,50	0	0,00	MIN
6	SLU - GEO	6785	3,00	4697	3,00	16456	12,50	MAX
		-3552	7,10	-5551	5,50	0	0,00	MIN
7	SLU - GEO	6785	3,00	4697	3,00	16456	12,50	MAX
		-3552	7,10	-5551	5,50	0	0,00	MIN
8	SLU - GEO	7243	3,00	7069	8,90	14679	7,50	MAX
		-4687	7,00	-7199	5,50	0	0,00	MIN
9	SLU - GEO	7085	3,00	5260	8,90	17645	12,50	MAX
		-4180	7,00	-6600	5,50	0	0,00	MIN
10	SLV - GEO	6995	3,00	5956	8,90	18292	12,50	MAX
		-4245	7,00	-6705	5,50	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	ESE	1,3558	0,00	0,0274	0,00	MAX
		-0,0358	5,40	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	1,2979	0,00	0,0353	0,00	MAX
		-0,0061	8,65	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	1,2979	0,00	0,0353	0,00	MAX
		-0,0061	8,65	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	1,2683	0,00	0,0453	0,00	MAX
		-0,0155	10,35	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	1,2683	0,00	0,0453	0,00	MAX
		-0,0155	10,35	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	1,2691	0,00	0,0494	0,00	MAX
		-0,0144	11,05	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	1,2691	0,00	0,0494	0,00	MAX
		-0,0144	11,05	0,0000	0,00	MIN

n°	Tipo	U [cm]	Yu [m]	V [cm]	Yv [m]	
8	ESE	1,2554	0,00	0,0324	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
9	ESE	1,2566	0,00	0,0531	0,00	MAX
		-0,0139	11,05	0,0000	0,00	MIN
10	ESE	1,2577	0,00	0,0542	0,00	MAX
		-0,0138	11,05	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	1,7775	0,00	0,0302	0,00	MAX
		-0,0472	5,40	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	1,7026	0,00	0,0405	0,00	MAX
		-0,0078	8,65	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	1,7026	0,00	0,0405	0,00	MAX
		-0,0078	8,65	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	1,6642	0,00	0,0535	0,00	MAX
		-0,0201	10,35	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	1,6642	0,00	0,0535	0,00	MAX
		-0,0201	10,35	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	1,6653	0,00	0,0588	0,00	MAX
		-0,0187	11,05	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - STR	1,6653	0,00	0,0588	0,00	MAX
		-0,0187	11,05	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - STR	1,6521	0,00	0,0351	0,00	MAX
		-0,0001	11,00	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - STR	1,6530	0,00	0,0625	0,00	MAX
		-0,0182	11,05	0,0000	0,00	MIN
10	SLV - STR	1,6468	0,00	0,0622	0,00	MAX
		-0,0183	11,05	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	1,8680	0,00	0,0312	0,00	MAX
		-0,0461	5,45	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	1,7737	0,00	0,0415	0,00	MAX
		-0,0067	8,90	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	1,7737	0,00	0,0415	0,00	MAX
		-0,0067	8,90	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	1,7360	0,00	0,0539	0,00	MAX
		-0,0216	10,40	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	1,7360	0,00	0,0539	0,00	MAX
		-0,0216	10,40	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	1,7372	0,00	0,0588	0,00	MAX
		-0,0197	11,05	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - GEO	1,7372	0,00	0,0588	0,00	MAX
		-0,0197	11,05	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - GEO	1,7235	0,00	0,0414	0,00	MAX
		-0,0012	11,00	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - GEO	1,7244	0,00	0,0623	0,00	MAX
		-0,0192	11,05	0,0000	0,00	MIN
10	SLV - GEO	1,7232	0,00	0,0645	0,00	MAX
		-0,0191	11,05	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	5,2500	1,3558
2	ESE	5,2500	1,2979
3	ESE	5,2500	1,2979
4	ESE	5,2500	1,2683
5	ESE	5,2500	1,2683
6	ESE	5,2500	1,2691
7	ESE	5,2500	1,2691
8	ESE	5,2500	1,2554
9	ESE	5,2500	1,2566
10	ESE	5,2500	1,2577
1	SLU - STR	5,2500	1,7775
2	SLU - STR	5,2500	1,7026
3	SLU - STR	5,2500	1,7026
4	SLU - STR	5,2500	1,6642
5	SLU - STR	5,2500	1,6642
6	SLU - STR	5,2500	1,6653
7	SLU - STR	5,2500	1,6653
8	SLU - STR	5,2500	1,6521
9	SLU - STR	5,2500	1,6530
10	SLV - STR	5,2500	1,6468
1	SLU - GEO	5,2500	1,8680
2	SLU - GEO	5,2500	1,7737
3	SLU - GEO	5,2500	1,7737
4	SLU - GEO	5,2500	1,7360
5	SLU - GEO	5,2500	1,7360
6	SLU - GEO	5,2500	1,7372
7	SLU - GEO	5,2500	1,7372
8	SLU - GEO	5,2500	1,7235
9	SLU - GEO	5,2500	1,7244

n°	Tipo	Ulim [cm]	U [cm]
10	SLV - GEO	5,2500	1,7232

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]		
28	SLU - GEO	22968 5,61	400945 11,10	16900 9,21	23342 4,99	0 0,00	5707 8,85	0 0,00	204795	723992	3.535	10.556

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	0,00; 2,50	15,00	-13,80; -3,38	14,80; 0,00	15.332	1.100
2	ESE	-1,25; 1,25	13,81	-13,10; -5,83	12,51; 0,00	9.000	1.100
3	ESE	-1,25; 1,25	13,81	-13,10; -5,83	12,51; 0,00	9.000	1.100
4	ESE	-1,25; 0,00	12,56	-10,65; -8,34	11,31; 0,00	6.575	1.100
5	ESE	-1,25; 0,00	12,56	-10,65; -8,34	11,31; 0,00	6.575	1.100
6	ESE	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	5.823	1.100
7	ESE	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	5.823	1.100
8	ESE	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	5.269	1.100
9	ESE	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	5.679	1.100
10	ESE	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	4.999	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 2,50	15,00	-13,80; -3,38	14,80; 0,00	12.297	1.100
2	SLU - GEO	-1,25; 1,25	13,81	-13,10; -5,83	12,51; 0,00	7.229	1.100
3	SLU - GEO	-1,25; 1,25	13,81	-13,10; -5,83	12,51; 0,00	7.229	1.100
4	SLU - GEO	-1,25; 0,00	12,56	-10,65; -8,34	11,31; 0,00	5.298	1.100
5	SLU - GEO	-1,25; 0,00	12,56	-10,65; -8,34	11,31; 0,00	5.298	1.100
6	SLU - GEO	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	4.701	1.100
7	SLU - GEO	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	4.701	1.100
8	SLU - GEO	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	4.251	1.100
9	SLU - GEO	-1,25; 1,25	13,81	-9,93; -9,49	12,51; 0,00	4.583	1.100
10	SLV - GEO	0,00; 7,50	20,00	-10,55; -9,49	18,55; 0,00	4.309	1.200

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 striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

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

Fase n° 8 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	Wi [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	1112,18	-37.80	0,55	30.08	1,600	0,236	(0; 0)
2	1445,41	-35.57	0,53	30.08	1,600	0,268	(0; 0)
3	1752,61	-33.39	0,52	30.08	1,600	0,298	(0; 0)
4	2035,73	-31.27	0,50	30.08	1,600	0,325	(0; 0)
5	2296,42	-29.20	0,49	30.08	1,600	0,350	(0; 0)
6	2536,06	-27.17	0,49	30.08	1,600	0,373	(0; 0)
7	2755,82	-25.17	0,48	30.08	1,600	0,394	(0; 0)
8	2956,70	-23.21	0,47	30.08	1,600	0,414	(0; 0)
9	3139,55	-21.27	0,46	30.08	1,600	0,431	(0; 0)
10	3305,12	-19.36	0,46	30.08	1,600	0,447	(0; 0)
11	3454,03	-17.47	0,45	30.08	1,600	0,462	(0; 0)
12	3586,82	-15.60	0,45	30.08	1,600	0,475	(0; 0)
13	3703,95	-13.75	0,44	30.08	1,600	0,486	(0; 0)
14	3805,83	-11.91	0,44	30.08	1,600	0,496	(0; 0)
15	3892,77	-10.09	0,44	30.08	1,600	0,504	(0; 0)
16	3965,06	-8.28	0,44	30.08	1,600	0,511	(0; 0)
17	4022,91	-6.47	0,43	30.08	1,600	0,517	(0; 0)
18	4066,52	-4.67	0,43	30.08	1,600	0,521	(0; 0)
19	4096,00	-2.87	0,43	30.08	1,600	0,524	(0; 0)
20	4111,44	-1.08	0,43	30.08	1,600	0,525	(0; 0)
21	4112,89	0.71	0,43	30.08	1,600	0,525	(0; 0)
22	4100,35	2.50	0,43	30.08	1,600	0,524	(0; 0)
23	4073,79	4.30	0,43	30.08	1,600	0,522	(0; 0)
24	12534,60	6.13	0,45	30.08	1,600	0,778	(0; 0)
25	13379,95	7.99	0,45	30.08	1,600	0,772	(0; 0)
26	13427,33	9.87	0,45	30.08	1,600	0,765	(0; 0)
27	12676,49	11.76	0,46	30.08	1,600	0,757	(0; 0)
28	12200,47	13.66	0,46	30.08	1,600	0,746	(0; 0)
29	12075,56	15.58	0,46	30.08	1,600	0,735	(0; 0)
30	11933,29	17.51	0,47	30.08	1,600	0,722	(0; 0)
31	11773,14	19.46	0,47	30.08	1,600	0,707	(0; 0)
32	11594,50	21.44	0,48	30.08	1,600	0,690	(0; 0)
33	11396,61	23.45	0,49	30.08	1,600	0,671	(0; 0)
34	11178,64	25.49	0,49	30.08	1,600	0,651	(0; 0)
35	10939,57	27.56	0,50	30.08	1,600	0,629	(2068; 1315)
36	10678,23	29.67	0,51	30.08	1,600	0,604	(0; 0)
37	10393,23	31.83	0,53	30.08	1,600	0,578	(0; 0)
38	10082,90	34.04	0,54	30.08	1,600	0,549	(0; 0)
39	9745,28	36.31	0,55	30.08	1,600	0,517	(0; 0)
40	9377,95	38.64	0,57	30.08	1,600	0,483	(4061; 1588)
41	8977,98	41.06	0,59	30.08	1,600	0,446	(0; 0)
42	8541,69	43.57	0,62	30.08	0,000	0,405	(0; 0)
43	8064,42	46.19	0,65	30.08	0,000	0,361	(3823; 940)
44	7540,09	48.94	0,68	30.08	0,000	0,312	(0; 0)
45	6960,55	51.85	0,72	30.08	0,000	0,258	(0; 0)
46	6314,36	54.96	0,78	30.08	0,000	0,197	(0; 0)
47	5584,63	58.34	0,85	30.08	0,000	0,129	(0; 0)
48	4744,38	62.09	0,95	30.08	0,000	0,051	(0; 0)
49	3821,15	66.38	1,11	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
50	2762,97	71.64	1,42	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
51	1080,88	79.54	2,46	30.08	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 334108,76$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 102620,85$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 168109,29$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 313146,58$ [kg]

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
 A_r area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
 L lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
 L_f lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
 σ_r tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
 u spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
 R1, R2, R3 resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _r [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ_r [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	24131	8,04	8,00	13,00	3000,50	0,84499	28274	179585	673445	1.172	18

n°	N	Af	Lf	L	σ_f	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]		
2	21371	8,04	8,00	12,00	2657,25	0,92331	28274	179585	673445	1.323	18
3	14032	8,04	5,00	8,00	1744,73	0,81242	17802	112241	420903	1.269	18

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min}	R _{x,max}	R _{0,min}	R _{0,max}	U _{min}	U _{max}
	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]	[cm]	[cm]
1	-6699	1	--	--	0,40842	0,42817
2	0	2340	--	--	0,14188	0,19220

Verifica armatura paratia (Inviluppo 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]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo 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 36,76 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 137,22 [cm³]

n° - Tipo	Y	H	A _{fi}	A _{fs}	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
8 - SLU - GEO	2,70	40,00	10,05	10,05	3517	1620	14634	6741	2.497

n° - Tipo	Y	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
8 - SLU - GEO	3,00	4346	1890	4731	0	1.089

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
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 muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 36,76 cmq

n° - Tipo	Y	H	A _{sw}	V _{Ed}	V _{Rd}	FS	cotgθ
	[m]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]		
10 - SLV - GEO	2,70	40,00	0,00	4367	17949	4.110	1,00

n° - Tipo	Y	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[kg]	[kg]	
8 - SLU - STR	5,50	-4390	46576	10.610

Verifica tensioni

Simbologia adottata

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

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

A_{ri}	A_{rs}	σ_c	cmb	σ_{ri}	cmb	σ_{rs}	cmb
[cmq]	[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]		[kg/cmq]	
10,05	10,05	28,29	8	-191,52	8	1205,09	8

σ	τ_f	σ_d	cmb
[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	
3326,25	124,22	3333,21	8

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M_f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
S	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W_{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W_k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M_f [kgm]	S [mm]	ϵ_{sm} [%]	W_{lim} [mm]	W_k [mm]
Muro	8 - ESE	2,70	2575	-7457	0,000	0.0000	0,200	0,000

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° 2 (X=3,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A_{rv} =12,57 [cmq]	A_{rh} =6,28 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M_h =7437 [kgm]	M_{uh} =27358 [kgm]	FS=3.68	
T_h =12394 [kg]	T_{Rh} =145348 [kg]	FS _T =11.73	cotg θ h=1.00
M_v =4294 [kgm]	M_{uv} =27358 [kgm]	FS=6.37	
T_v =7156 [kg]	T_R =145348 [kg]	FS _{Tv} =20.31	cotg θ v=1.00

Cordolo N° 3 (X=5,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A_{rv} =9,42 [cmq]	A_{rh} =3,14 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M_h =6169 [kgm]	M_{uh} =15028 [kgm]	FS=2.44	
T_h =10282 [kg]	T_{Rh} =105708 [kg]	FS _T =10.28	cotg θ h=1.00
M_v =3562 [kgm]	M_{uv} =20519 [kgm]	FS=5.76	
T_v =5936 [kg]	T_R =109011 [kg]	FS _{Tv} =18.36	cotg θ v=1.00

Cordolo N° 4 (X=8,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A_{rv} =12,57 [cmq]	A_{rh} =3,14 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M_h =4051 [kgm]	M_{uh} =19921 [kgm]	FS=4.92	
T_h =6751 [kg]	T_{Rh} =105708 [kg]	FS _T =15.66	cotg θ h=1.00
M_v =2339 [kgm]	M_{uv} =20519 [kgm]	FS=8.77	
T_v =3898 [kg]	T_R =109011 [kg]	FS _{Tv} =27.97	cotg θ v=1.00

8 CANALI FUGATORI – PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI

8.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali con muro in testa**

Altezza fuori terra	7,00	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	10,00	[m]
Lunghezza paratia	10,80	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,60	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Ordinata testa micropali	0,20	[m]
Numero totale di micropali	18	
Numero di micropali per metro lineare	1.67	
Diametro esterno del tubolare	127,00	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria muro

Altezza paramento	0,20	[m]
Spessore testa paramento	0,60	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,60	[m]
Larghezza fondazione	0,60	[m]
Altezza fondazione	0,60	[m]
Altezza totale muro	0,80	[m]

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
2	0,50	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
3	3,00	Calcestruzzo	45,00	60,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	1,50	0,00	0.00
3	9,50	6,15	37.55

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
4	17,50	12,30	37,55
5	18,50	12,30	0,00

Profilo di valle - Fase n° 1

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

Profilo di valle - Fase n° 3

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-3,50	--
2	0,00	-3,50	0,00

Profilo di valle - Fase n° 5

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-7,00	--
2	0,00	-7,00	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/cm ^q]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	2000,0	2400,0	35.90	23.93	0,000

Parametri per il calcolo dei tiranti

Simbologia adottata

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
c _{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ^q]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
c _{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ^q]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	c _{min} [kg/cm ^q]	c _{med} [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	35.90	35.90	23.93	23.93	0,000	0,000

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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ^q /cm]	K _{wV} [kg/cm ^q /cm]	Terreno M	Terreno V
1	0,50	0.00	0.00	6.70	6.70	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA
2	6,10	0.00	0.00	1.69	1.69	Fondazione roccia alterata_no coesione	Fondazione roccia alterata_no coesione
3	15,00	0.00	0.00	13.30	13.30	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	5,00	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	7,00	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	408	[kg/cm ²]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f_{yk}	9500	[kg/cm ²]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]
I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti		
Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/m ²]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/m ²]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cla f_{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	0,50	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	10,00	--	--
2	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	3,00	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	11,00	--	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ_{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidità cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{cls} [kg/mc]	Classe cls	Rck [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	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

Ig	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 _i , Q _r	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	Resultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Variabile da traffico - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,50	X _r = 1,50	Q _i = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.00 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.50) [Hscavo=1.00]	1
4	Scavo fino alla profondità di 3.50 metri	2
5	Inserimento tirante 2 (X=3.00) [Hscavo=3.50]	3
6	Scavo fino alla profondità di 7.00 metri	4
7	Quota falda valle 7.00 metri - Quota falda monte 5.00 metri [Hscavo=7.00]	5
8	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=7.00]	5
9	Inserimento sisma	6
10	Quota falda valle 7.00 metri - Quota falda monte 7.00 metri [Hscavo=7.00]	6

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

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}	0.80	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	γ _{'tanφ'}	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 uniassiale	γ _{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ _γ	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		R3
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

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in acciaio

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

con:

A_v Area lorda sezione profilo

Sezione in c.a.

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$	

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni di analisi

Analisi per Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

- Analisi per condizioni di esercizio
- Analisi per coefficienti tipo A1-M1
- Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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

Identificazione del sito

Latitudine	43.490559
Longitudine	11.191562
Comune	Poggibonsi
Provincia	Siena
Regione	Toscana

Punti di interpolazione del reticolo 21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.000	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U _s [m]	0.050	0.050
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto $\alpha \beta$	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	16,342	8,449
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

8.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 140 elementi fuori terra e 60 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	7,00	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	10,00	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	125	0,78	--	--	0	0,00	-167	1,69	42	4,40
2	ESE	125	0,78	--	--	0	0,00	-167	1,69	42	4,40
3	ESE	3267	2,43	--	--	0	0,00	-2420	4,42	485	7,05
4	ESE	3267	2,43	--	--	0	0,00	-2420	4,42	485	7,05
5	ESE	7943	3,67	--	--	0	0,00	-4335	7,62	1999	8,86
6	ESE	7967	3,58	--	--	8000	7,96	-9953	7,84	210	7,68
7	ESE	9241	4,03	787	4,67	0	0,00	-7079	7,64	3455	8,53
1	SLU - STR	164	0,78	--	--	0	0,00	-219	1,69	55	4,40
2	SLU - STR	164	0,78	--	--	0	0,00	-219	1,69	55	4,40
3	SLU - STR	4343	2,41	--	--	0	0,00	-3191	4,42	645	7,05
4	SLU - STR	4343	2,41	--	--	0	0,00	-3191	4,42	645	7,05
5	SLU - STR	10394	3,65	--	--	0	0,00	-5640	7,62	2605	8,86
6	SLU - STR	10442	3,59	--	--	8000	7,96	-11026	7,79	568	8,32
7	SLV - STR	10600	3,95	1522	4,67	0	0,00	-8442	7,64	4067	8,57
1	SLU - GEO	195	0,80	--	--	0	0,00	-259	1,69	64	4,41
2	SLU - GEO	195	0,80	--	--	0	0,00	-259	1,69	64	4,41
3	SLU - GEO	4498	2,33	--	--	0	0,00	-3199	4,48	682	7,06
4	SLU - GEO	4498	2,33	--	--	0	0,00	-3199	4,48	682	7,06
5	SLU - GEO	9886	3,54	--	--	0	0,00	-5250	7,62	2464	8,84
6	SLU - GEO	9883	3,46	--	--	8000	7,96	-10648	7,80	474	8,15
7	SLV - GEO	10369	3,75	1816	4,67	0	0,00	-7969	7,63	3868	8,59

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	0	0,50	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	1332	0,50	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	1332	0,50	0	0,00	0	0,00
5	ESE	0	0,00	5607	2,47	0	0,00	0	0,00
6	ESE	0	0,00	6225	2,54	0	0,00	0	0,00
7	ESE	0	0,00	6404	2,54	0	0,00	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	0,50	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	1796	0,50	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	1797	0,50	0	0,00	0	0,00
5	SLU - STR	0	0,00	7359	2,45	0	0,00	0	0,00
6	SLU - STR	0	0,00	7985	2,51	0	0,00	0	0,00
7	SLV - STR	0	0,00	7748	2,50	0	0,00	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	0,50	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	1981	0,50	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	1981	0,50	0	0,00	0	0,00
5	SLU - GEO	0	0,00	7101	2,36	0	0,00	0	0,00
6	SLU - GEO	0	0,00	7710	2,43	0	0,00	0	0,00
7	SLV - GEO	0	0,00	8086	2,45	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 [%]
 Pd Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	1,02	1,10	2,86	0,55	0,01	---
2	ESE	1,02	1,10	2,86	0,00	0,01	---
3	ESE	3,58	3,80	3,75	0,00	0,15	---
4	ESE	3,58	3,80	3,75	0,00	0,15	---
5	ESE	7,00	7,40	7,35	0,00	0,40	---
6	ESE	7,00	7,40	7,35	0,00	0,98	---
7	ESE	7,00	7,40	7,36	0,00	0,69	---
1	SLU - STR	1,02	1,10	2,86	0,55	0,01	25281
2	SLU - STR	1,02	1,10	2,86	0,00	0,01	25281
3	SLU - STR	3,58	3,80	3,75	0,00	0,16	22644
4	SLU - STR	3,58	3,80	3,75	0,00	0,16	22644
5	SLU - STR	7,00	7,40	7,35	0,00	0,45	18953
6	SLU - STR	7,00	7,40	7,35	0,00	0,86	18004
7	SLV - STR	7,00	7,40	7,36	0,00	0,82	18004
1	SLU - GEO	1,06	1,15	2,87	1,10	0,02	---
2	SLU - GEO	1,06	1,15	2,87	1,10	0,02	---
3	SLU - GEO	3,65	4,00	3,75	3,05	0,36	---

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
4	SLU - GEO	3,65	4,00	3,75	0,00	0,36	---
5	SLU - GEO	7,00	7,40	7,35	0,00	0,92	---
6	SLU - GEO	7,00	7,40	7,35	0,00	1,87	---
7	SLV - GEO	7,00	7,40	7,36	0,00	1,51	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	78	1,85	125	1,00	2590	10,00	MAX
		-4	5,95	-39	2,85	0	0,00	MIN
2	ESE	78	1,85	125	1,00	2590	10,00	MAX
		-4	5,95	-39	2,85	0	0,00	MIN
3	ESE	830	4,80	1941	3,75	3359	10,00	MAX
		-1592	2,30	-1332	0,50	0	0,00	MIN
4	ESE	830	4,80	1941	3,75	3359	10,00	MAX
		-1592	2,30	-1332	0,50	0	0,00	MIN
5	ESE	2223	7,60	2484	7,35	5827	10,00	MAX
		-1988	4,80	-2757	3,00	0	0,00	MIN
6	ESE	2997	7,70	4591	7,35	6184	10,00	MAX
		-2515	5,15	-3241	3,00	0	0,00	MIN
7	ESE	2972	7,70	4605	7,35	6287	10,00	MAX
		-2512	5,05	-3344	3,00	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	102	1,85	164	1,00	2590	10,00	MAX
		-5	5,95	-51	2,85	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	102	1,85	164	1,00	2590	10,00	MAX
		-5	5,95	-51	2,85	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	1103	4,80	2554	3,75	3627	10,00	MAX
		-2121	2,30	-1796	0,50	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	1103	4,80	2554	3,75	3627	10,00	MAX
		-2121	2,30	-1796	0,50	0	0,00	MIN
5	SLU - STR	2893	7,60	3232	7,35	6839	10,00	MAX
		-2568	4,85	-3525	3,00	0	0,00	MIN
6	SLU - STR	3670	7,70	5354	7,35	7200	10,00	MAX
		-3087	5,10	-4014	3,00	0	0,00	MIN
7	SLV - STR	3610	7,70	5434	7,35	7063	10,00	MAX
		-3058	5,00	-3987	3,00	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	120	1,85	195	1,05	2590	10,00	MAX
		-5	5,95	-60	2,85	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	120	1,85	195	1,05	2590	10,00	MAX
		-5	5,95	-60	2,85	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	1162	4,80	2526	3,75	3734	10,00	MAX
		-2213	2,25	-1980	0,50	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	1162	4,80	2526	3,75	3734	10,00	MAX
		-2213	2,25	-1981	0,50	0	0,00	MIN
5	SLU - GEO	2709	7,60	2994	7,35	6690	10,00	MAX
		-2316	4,80	-3057	3,00	0	0,00	MIN
6	SLU - GEO	3466	7,70	5083	7,35	7041	10,00	MAX
		-2818	5,10	-3534	3,00	0	0,00	MIN
7	SLV - GEO	3485	7,65	5065	7,35	7258	10,00	MAX
		-2888	5,00	-3773	3,00	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 [cm]	Y _U [m]	V [cm]	Y _V [m]	
1	ESE	0,0286	0,00	0,0079	0,00	MAX
		-0,0012	3,85	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,0286	0,00	0,0079	0,00	MAX
		-0,0012	3,85	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,3071	2,25	0,0112	0,00	MAX
		-0,0040	6,65	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,3071	2,25	0,0112	0,00	MAX
		-0,0040	6,65	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,6273	4,45	0,0191	0,00	MAX
		-0,0123	8,85	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	0,7556	4,75	0,0202	0,00	MAX
		-0,0015	8,90	0,0000	0,00	MIN

n°	Tipo	U [cm]	Yu [m]	V [cm]	Yv [m]	
7	ESE	0,7531	4,70	0,0205	0,00	MAX
		-0,0164	8,90	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,0375	0,00	0,0079	0,00	MAX
		-0,0015	3,85	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,0375	0,00	0,0079	0,00	MAX
		-0,0015	3,85	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,4088	2,25	0,0124	0,00	MAX
		-0,0053	6,65	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,4088	2,25	0,0124	0,00	MAX
		-0,0053	6,65	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,8183	4,45	0,0226	0,00	MAX
		-0,0160	8,85	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	0,9459	4,70	0,0237	0,00	MAX
		-0,0052	8,90	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - STR	0,9277	4,65	0,0233	0,00	MAX
		-0,0199	8,90	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,0443	0,00	0,0079	0,00	MAX
		-0,0018	3,90	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,0443	0,00	0,0079	0,00	MAX
		-0,0018	3,90	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,4376	2,25	0,0128	0,00	MAX
		-0,0055	6,65	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	0,4376	2,25	0,0128	0,00	MAX
		-0,0055	6,65	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	0,7838	4,35	0,0222	0,00	MAX
		-0,0149	8,85	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	0,9045	4,60	0,0233	0,00	MAX
		-0,0041	8,90	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - GEO	0,9184	4,55	0,0240	0,00	MAX
		-0,0192	8,90	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	5,0000	0,0286
2	ESE	5,0000	0,0286
3	ESE	5,0000	0,3071
4	ESE	5,0000	0,3071
5	ESE	5,0000	0,6273
6	ESE	5,0000	0,7556
7	ESE	5,0000	0,7531
1	SLU - STR	5,0000	0,0375
2	SLU - STR	5,0000	0,0375
3	SLU - STR	5,0000	0,4088
4	SLU - STR	5,0000	0,4088
5	SLU - STR	5,0000	0,8183
6	SLU - STR	5,0000	0,9459
7	SLV - STR	5,0000	0,9277
1	SLU - GEO	5,0000	0,0443
2	SLU - GEO	5,0000	0,0443
3	SLU - GEO	5,0000	0,4376
4	SLU - GEO	5,0000	0,4376
5	SLU - GEO	5,0000	0,7838
6	SLU - GEO	5,0000	0,9045
7	SLV - GEO	5,0000	0,9184

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{R1B}	FS _{SCO}
20	SLU - GEO	9728 3,71	400945 8,60	8000 7,96	7710 2,43	0 0,00	0 0,00	0 0,00	73969	586297	7.926	22.458

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	0,00; 9,00	19,00	-16,17; -0,98	18,72; 5,75	6.246	1.100
2	ESE	0,00; 9,00	19,00	-16,17; -0,98	18,72; 5,75	6.246	1.100
3	ESE	0,00; 9,00	19,00	-14,32; -3,49	18,72; 5,75	4.972	1.100
4	ESE	0,00; 9,00	19,00	-14,32; -3,49	18,72; 5,75	4.972	1.100
5	ESE	0,00; 9,00	19,00	-10,26; -6,99	18,72; 5,75	3.990	1.100
6	ESE	0,00; 9,00	19,00	-10,26; -6,99	18,72; 5,75	3.799	1.100
7	ESE	0,00; 9,00	19,00	-10,26; -6,99	18,72; 5,75	3.537	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 9,00	19,00	-16,17; -0,98	18,72; 5,75	4.997	1.100
2	SLU - GEO	0,00; 9,00	19,00	-16,17; -0,98	18,72; 5,75	4.997	1.100
3	SLU - GEO	0,00; 9,00	19,00	-14,32; -3,49	18,72; 5,75	3.978	1.100
4	SLU - GEO	0,00; 9,00	19,00	-14,32; -3,49	18,72; 5,75	3.978	1.100
5	SLU - GEO	0,00; 9,00	19,00	-10,26; -6,99	18,72; 5,75	3.194	1.100
6	SLU - GEO	0,00; 9,00	19,00	-10,26; -6,99	18,72; 5,75	3.041	1.100
7	SLV - GEO	0,00; 9,00	19,00	-10,26; -6,99	18,72; 5,75	3.254	1.200

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 striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b larghezza della striscia espressa in [m]
L sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Fase n° 6 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	225,15	-31.69	0,67	30.08	1,600	0,016	(0; 0)
2	688,56	-29.69	0,66	30.08	1,600	0,050	(0; 0)
3	1116,22	-27.73	0,64	30.08	1,600	0,082	(0; 0)
4	1510,05	-25.80	0,63	30.08	1,600	0,110	(0; 0)
5	1871,73	-23.91	0,62	30.08	1,600	0,137	(0; 0)
6	2202,70	-22.04	0,62	30.08	1,600	0,161	(0; 0)
7	2504,23	-20.19	0,61	30.08	1,600	0,183	(0; 0)
8	2777,39	-18.37	0,60	30.08	1,600	0,203	(0; 0)
9	3023,12	-16.57	0,59	30.08	1,600	0,221	(0; 0)
10	3242,22	-14.78	0,59	30.08	1,600	0,237	(0; 0)
11	3435,38	-13.01	0,59	30.08	1,600	0,251	(0; 0)
12	3603,20	-11.25	0,58	30.08	1,600	0,263	(0; 0)
13	3746,17	-9.50	0,58	30.08	1,600	0,274	(0; 0)
14	3864,70	-7.76	0,58	30.08	1,600	0,282	(0; 0)
15	3959,13	-6.03	0,57	30.08	1,600	0,289	(0; 0)
16	4029,73	-4.30	0,57	30.08	1,600	0,294	(0; 0)
17	4076,69	-2.58	0,57	30.08	1,600	0,298	(0; 0)
18	4100,14	-0.86	0,57	30.08	1,600	0,300	(0; 0)
19	12628,96	0.86	0,57	30.08	1,600	0,500	(0; 0)
20	13755,88	2.57	0,57	30.08	1,600	0,498	(0; 0)
21	13276,79	4.28	0,57	30.08	1,600	0,494	(0; 0)

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
22	12758,85	6.00	0,57	30.08	1,600	0,489	(0; 0)
23	13160,68	7.72	0,57	30.08	1,600	0,483	(0; 0)
24	13538,79	9.45	0,58	30.08	1,600	0,474	(0; 0)
25	13892,86	11.19	0,58	30.08	1,600	0,464	(0; 0)
26	14222,49	12.94	0,58	30.08	1,600	0,452	(0; 0)
27	14527,19	14.70	0,59	30.08	1,600	0,438	(0; 0)
28	14806,39	16.48	0,59	30.08	1,600	0,422	(0; 0)
29	15059,42	18.27	0,60	30.08	1,600	0,404	(0; 0)
30	15285,49	20.08	0,60	30.08	1,600	0,384	(0; 0)
31	15483,71	21.92	0,61	30.08	1,600	0,362	(0; 0)
32	15653,01	23.77	0,62	30.08	1,600	0,339	(0; 0)
33	15792,19	25.66	0,63	30.08	1,600	0,312	(0; 0)
34	15899,84	27.57	0,64	30.08	1,600	0,284	(793; 504)
35	15974,34	29.52	0,65	30.08	1,600	0,253	(0; 0)
36	16013,78	31.50	0,67	30.08	1,600	0,220	(0; 0)
37	16015,94	33.53	0,68	30.08	1,600	0,184	(0; 0)
38	15978,19	35.61	0,70	30.08	0,000	0,144	(0; 0)
39	15897,41	37.75	0,72	30.08	0,000	0,102	(0; 0)
40	15769,84	39.94	0,74	30.08	0,000	0,056	(0; 0)
41	15598,70	42.21	0,77	30.08	0,000	0,007	(0; 0)
42	15461,02	44.57	0,80	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
43	15293,39	47.03	0,83	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
44	15064,64	49.60	0,88	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
45	14764,64	52.32	0,93	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
46	14379,42	55.22	0,99	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
47	13888,84	58.35	1,08	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
48	13261,73	61.79	1,20	30.08	1,600	0,000	(0; 0)
49	12439,17	65.67	1,38	30.08	1,600	0,000	(0; 0)
50	11007,61	70.29	1,68	30.08	1,600	0,000	(0; 0)
51	8770,28	76.49	2,43	30.08	1,600	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 525298,03$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 222385,84$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 249902,30$ [kg] $\Sigma c b_i / \cos \alpha_i = 463853,04$ [kg]

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _t	area di armatura in ogni tirante espressa in [cm ²]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _t	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _t [cm ²]	L _f [m]	L [m]	σ _t [kg/cm ²]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	4481	8,04	5,00	10,00	557,17	0,18433	17802	112241	420903	3.973	11
2	15987	8,04	8,00	11,00	1987,80	0,69564	28274	179585	673445	1.769	13

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]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cm ²]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo 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 36,76 [cm²]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 137,22 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cm ²]	A _{fs} [cm ²]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
1 - SLU - STR	0,10	60,00	10,05	10,05	0	90	0	-80226	534.842

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
6 - SLU - STR	7,70	2202	4102	4731	0	2.149

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
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 muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 36,76 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
6 - SLU - STR	0,20	60,00	0,00	323	23843	73.914	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
7 - SLV - STR	7,35	3260	46576	14.285

Verifica tensioni

Simbologia adottata

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

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

A _n [cmq]	A _{rs} [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _f [kg/cm ²]	cmb	σ _{rs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	0,08	7	-1,16	7	-0,71	1

σ _f [kg/cm ²]	τ _f [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
1897,09	13,23	1897,23	6

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	S [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	7 - ESE	0,20	14	-16631	0,000	0.0000	0,200	0,000

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° 2 (X=0,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cmq]	A _{fh} =6,28 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =1426 [kgm]	M _{vh} =27358 [kgm]	FS=19.18	

$T_h=2377$ [kg]	$T_{Rh}=145348$ [kg]	$FS_T=61.15$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=823$ [kgm]	$M_{uv}=27358$ [kgm]	$FS=33.23$	
$T_v=1372$ [kg]	$T_R=145348$ [kg]	$FS_{Tv}=105.91$	$\cotg\theta_v=1.00$

Cordolo N° 3 (X=3,00 m) (Cordolo in c.a.)

$B=45,00$ [cm]	$H=60,00$ [cm]		
$A_{fv}=12,57$ [cmq]	$A_{fh}=3,14$ [cmq]	Staffe $\phi 16/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=4615$ [kgm]	$M_{uh}=19921$ [kgm]	$FS=4.32$	
$T_h=7692$ [kg]	$T_{Rh}=105708$ [kg]	$FS_T=13.74$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=2664$ [kgm]	$M_{uv}=20519$ [kgm]	$FS=7.70$	
$T_v=4441$ [kg]	$T_R=109011$ [kg]	$FS_{Tv}=24.55$	$\cotg\theta_v=1.00$

9 CANALI FUGATORI – PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI CON MURO DI SOSTEGNO

9.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali con muro in testa**

Altezza fuori terra	9,00	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	12,00	[m]
Lunghezza paratia	10,80	[m]
Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,60	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Ordinata testa micropali	2,70	[m]
Numero totale di micropali	18	
Numero di micropali per metro lineare	1.67	
Diametro esterno del tubolare	127,00	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria muro

Altezza paramento	2,70	[m]
Spessore testa paramento	0,40	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,40	[m]
Larghezza fondazione	0,60	[m]
Altezza fondazione	0,60	[m]
Altezza totale muro	3,30	[m]

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
2	3,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
3	5,50	Calcestruzzo	45,00	60,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
----	----------	----------	----------

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	7,20	0,00	0.00
3	18,00	0,00	0.00
4	19,00	0,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-3,40	--
2	0,00	-3,40	0.00

Profilo di valle - Fase n° 2

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-5,85	--
2	0,00	-5,85	0.00

Profilo di valle - Fase n° 4

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-9,00	--
2	0,00	-9,00	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/cm ^q]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	2000,0	2400,0	35.90	23.93	0,000

Parametri per il calcolo dei tiranti**Simbologia adottata**

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
C _{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ^q]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
C _{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ^q]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	C _{min} [kg/cm ^q]	C _{med} [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	35.90	35.90	23.93	23.93	0,000	0,000

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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ² /cm]	K _{wV} [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	8,40	0.00	0.00	2.00	2.00	Fondazione roccia alterata_no coesione	Fondazione roccia alterata_no coesione
2	15,00	0.00	0.00	14.16	14.16	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	7,00	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	9,00	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	408	[kg/cm ²]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f_{yk}	9500	[kg/cm ²]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]
I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti		
Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cla f_{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	3,00	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	12,00	--	--
2	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	5,50	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	11,00	--	--

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/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{cls} [kg/mc]	Classe cls	Rck [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	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

Ig	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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V ₁ , 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 - Condizione 1 (Ig=0) [$\Psi_0=0.40 - \Psi_1=0.40 - \Psi_2=0.00$]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,50	X _r = 1,50	Q _i = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n° identificativo della fase nell'elenco definito

Fase Descrizione dell'i-esima fase

Tempo Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=3.40]	0
2	Scavo fino alla profondità di 3.40 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=3.00) [Hscavo=3.40]	0
4	Scavo fino alla profondità di 5.85 metri	1
5	Inserimento tirante 2 (X=5.50) [Hscavo=5.85]	2
6	Scavo fino alla profondità di 9.00 metri	3
7	Quota falda valle 9.00 metri - Quota falda monte 7.00 metri [Hscavo=9.00]	4
8	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=9.00]	4
9	Quota falda valle 9.00 metri - Quota falda monte 9.00 metri [Hscavo=9.00]	5
10	Inserimento sisma	6

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

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}	0.80	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 uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		R3
Laterale	γ_{st}	1,20

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

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

Impostazioni analisi sismica

Identificazione del sito

Latitudine	43.490559
Longitudine	11.191562
Comune	Poggibonsi
Provincia	Siena
Regione	Toscana

Punti di interpolazione del reticolo 21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T _c *	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S _s)	1.000	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U _s [m]	0.060	0.060
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto α β	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	16.342	8.449
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

9.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 180 elementi fuori terra e 60 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	9,00	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	12,00	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	3345	2,15	--	--	0	0,00	-921	4,22	1445	5,76
2	ESE	8652	3,56	--	--	0	0,00	-2275	6,73	685	8,35
3	ESE	8652	3,56	--	--	0	0,00	-2275	6,73	685	8,35
4	ESE	16741	5,18	--	--	0	0,00	-6618	9,57	2743	10,86
5	ESE	16709	5,14	--	--	8000	9,96	-11824	9,75	597	10,49
6	ESE	18661	5,47	--	--	0	0,00	-9143	9,59	3961	10,62
7	ESE	16562	5,25	3572	6,00	0	0,00	-9172	9,58	4081	10,62
1	SLU - STR	4393	2,14	--	--	0	0,00	-1195	4,22	1902	5,75
2	SLU - STR	11284	3,55	--	--	0	0,00	-2936	6,73	888	8,34
3	SLU - STR	11284	3,55	--	--	0	0,00	-2936	6,73	888	8,34
4	SLU - STR	21797	5,17	--	--	0	0,00	-8594	9,57	3560	10,86
5	SLU - STR	21792	5,15	--	--	8000	9,96	-13631	9,70	1229	10,64
6	SLU - STR	23743	5,41	--	--	0	0,00	-11141	9,58	4784	10,66
7	SLV - STR	16927	5,15	7593	6,00	0	0,00	-11356	9,58	4860	10,66
1	SLU - GEO	4465	2,12	--	--	0	0,00	-903	4,48	1878	5,81
2	SLU - GEO	11650	3,57	--	--	0	0,00	-3003	6,92	936	8,49
3	SLU - GEO	11650	3,57	--	--	0	0,00	-3003	6,92	936	8,49
4	SLU - GEO	21834	5,14	--	--	0	0,00	-8731	9,57	3649	10,85
5	SLU - GEO	21764	5,11	--	--	8000	9,96	-13699	9,70	1290	10,62
6	SLU - GEO	23718	5,38	--	--	0	0,00	-11216	9,58	4850	10,66
7	SLV - GEO	20291	5,15	7642	6,00	0	0,00	-12536	9,58	5437	10,68

Simbologia adottata

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

n°	Tipo	Rc [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	3868	3,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	7063	3,00	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	7063	3,00	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	12867	4,13	0	0,00	0	0,00
5	ESE	0	0,00	13484	4,20	0	0,00	0	0,00
6	ESE	0	0,00	13480	4,20	0	0,00	0	0,00
7	ESE	0	0,00	15045	4,25	0	0,00	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	5100	3,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	9236	3,00	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	9236	3,00	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	16763	4,12	0	0,00	0	0,00
5	SLU - STR	0	0,00	17391	4,18	0	0,00	0	0,00
6	SLU - STR	0	0,00	17386	4,18	0	0,00	0	0,00
7	SLV - STR	0	0,00	18025	4,20	0	0,00	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	5440	3,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	9584	3,00	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	9584	3,00	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	16753	4,08	0	0,00	0	0,00
5	SLU - GEO	0	0,00	17356	4,13	0	0,00	0	0,00
6	SLU - GEO	0	0,00	17353	4,13	0	0,00	0	0,00
7	SLV - GEO	0	0,00	20836	4,24	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	3,47	3,60	4,33	1,73	0,13	---
2	ESE	5,97	6,15	6,11	0,00	0,20	---
3	ESE	5,97	6,15	6,11	0,00	0,20	---
4	ESE	9,00	9,35	9,30	0,00	0,83	---
5	ESE	9,00	9,35	9,30	0,00	1,35	---
6	ESE	9,00	9,35	9,30	0,00	1,19	---
7	ESE	9,00	9,35	9,30	0,00	1,20	---
1	SLU - STR	3,47	3,60	4,32	1,73	0,14	24859
2	SLU - STR	5,97	6,15	6,11	0,00	0,23	22275
3	SLU - STR	5,97	6,15	6,11	0,00	0,23	22275
4	SLU - STR	9,00	9,35	9,30	0,00	0,95	18953
5	SLU - STR	9,00	9,35	9,30	0,00	1,38	18004
6	SLU - STR	9,00	9,35	9,30	0,00	1,28	18004
7	SLV - STR	9,00	9,35	9,30	0,00	1,47	18004
1	SLU - GEO	3,57	3,80	4,38	4,05	0,28	---
2	SLU - GEO	6,15	6,50	8,44	5,65	0,51	---
3	SLU - GEO	6,15	6,50	6,15	0,00	0,50	---
4	SLU - GEO	9,00	9,35	9,30	0,00	2,07	---
5	SLU - GEO	9,00	9,35	9,30	0,00	2,99	---
6	SLU - GEO	9,00	9,35	9,30	0,00	2,77	---
7	SLV - GEO	9,00	9,35	9,30	0,00	3,21	---

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	ESE	2986	3,00	2751	3,00	7144	12,00	MAX
		-117	7,25	-1371	4,30	0	0,00	MIN
2	ESE	4067	3,00	3143	3,00	8989	12,00	MAX
		-719	5,25	-3920	3,00	0	0,00	MIN
3	ESE	4067	3,00	3143	3,00	8989	12,00	MAX
		-719	5,25	-3920	3,00	0	0,00	MIN
4	ESE	4914	3,00	4008	9,30	12339	12,00	MAX
		-3182	7,25	-4798	5,50	0	0,00	MIN
5	ESE	4968	3,00	5959	9,30	12696	12,00	MAX
		-3754	7,40	-5321	5,50	0	0,00	MIN
6	ESE	4977	3,00	6002	9,30	12694	12,00	MAX
		-3692	7,35	-5332	5,50	0	0,00	MIN
7	ESE	5076	3,00	5912	9,30	13597	12,00	MAX
		-3898	7,30	-5903	5,50	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	3936	3,00	3618	3,00	7856	12,00	MAX
		-154	7,25	-1805	4,30	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	5333	3,00	4125	3,00	10243	12,00	MAX
		-922	5,25	-5111	3,00	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	5333	3,00	4125	3,00	10243	12,00	MAX
		-922	5,25	-5111	3,00	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	6432	3,00	5206	9,30	14589	12,00	MAX
		-4136	7,25	-6239	5,50	0	0,00	MIN
5	SLU - STR	6487	3,00	7174	9,30	14952	12,00	MAX
		-4710	7,35	-6770	5,50	0	0,00	MIN
6	SLU - STR	6496	3,00	7218	9,30	14949	12,00	MAX
		-4649	7,35	-6782	5,50	0	0,00	MIN
7	SLV - STR	6574	3,00	7358	9,30	15318	12,00	MAX
		-4713	7,30	-7010	5,50	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	4146	3,00	3627	3,00	8052	12,00	MAX
		-152	7,30	-1813	3,00	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	5784	3,00	4235	3,00	10444	12,00	MAX
		-1099	5,35	-5349	3,00	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	5784	3,00	4235	3,00	10444	12,00	MAX
		-1099	5,35	-5349	3,00	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	6796	3,00	5278	9,30	14584	12,00	MAX
		-4176	7,25	-6165	5,50	0	0,00	MIN
5	SLU - GEO	6848	3,00	7205	9,30	14932	12,00	MAX
		-4718	7,35	-6674	5,50	0	0,00	MIN
6	SLU - GEO	6857	3,00	7246	9,30	14929	12,00	MAX
		-4666	7,30	-6686	5,50	0	0,00	MIN
7	SLV - GEO	7098	3,00	7980	9,30	16940	12,00	MAX
		-5451	7,30	-8187	5,50	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	ESE	1,2139	0,00	0,0263	0,00	MAX
		-0,0357	5,30	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	1,1514	0,00	0,0338	0,00	MAX
		-0,0030	8,85	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	1,1514	0,00	0,0338	0,00	MAX
		-0,0030	8,85	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	1,1358	0,00	0,0438	0,00	MAX
		-0,0165	10,80	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	1,1360	0,00	0,0449	0,00	MAX
		-0,0058	10,85	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	1,1356	0,00	0,0449	0,00	MAX
		-0,0199	10,85	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	1,1284	0,00	0,0479	0,00	MAX
		-0,0206	10,80	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	1,5909	0,00	0,0292	0,00	MAX
		-0,0470	5,30	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	1,5101	0,00	0,0389	0,00	MAX
		-0,0039	8,85	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	1,5101	0,00	0,0389	0,00	MAX

n°	Tipo	U	Yu	V	Yv	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
		-0,0039	8,85	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	1,4898	0,00	0,0519	0,00	MAX
		-0,0214	10,80	0,0000	0,00	MIN
		1,4901	0,00	0,0529	0,00	MAX
5	SLU - STR	-0,0108	10,80	0,0000	0,00	MIN
		1,4896	0,00	0,0529	0,00	MAX
		-0,0248	10,80	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	1,4783	0,00	0,0541	0,00	MAX
		-0,0253	10,80	0,0000	0,00	MIN
		1,6610	0,00	0,0300	0,00	MAX
1	SLU - GEO	-0,0464	5,35	0,0000	0,00	MIN
		1,5650	0,00	0,0397	0,00	MAX
		-0,0041	9,05	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	1,5650	0,00	0,0397	0,00	MAX
		-0,0041	9,05	0,0000	0,00	MIN
		1,5464	0,00	0,0520	0,00	MAX
3	SLU - GEO	-0,0218	10,80	0,0000	0,00	MIN
		1,5467	0,00	0,0530	0,00	MAX
		-0,0111	10,80	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	1,5462	0,00	0,0530	0,00	MAX
		-0,0251	10,80	0,0000	0,00	MIN
		1,5317	0,00	0,0596	0,00	MAX
7	SLV - GEO	-0,0288	10,80	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	6,0000	1,2139
2	ESE	6,0000	1,1514
3	ESE	6,0000	1,1514
4	ESE	6,0000	1,1358
5	ESE	6,0000	1,1360
6	ESE	6,0000	1,1356
7	ESE	6,0000	1,1284
1	SLU - STR	6,0000	1,5909
2	SLU - STR	6,0000	1,5101
3	SLU - STR	6,0000	1,5101
4	SLU - STR	6,0000	1,4898
5	SLU - STR	6,0000	1,4901
6	SLU - STR	6,0000	1,4896
7	SLV - STR	6,0000	1,4783
1	SLU - GEO	6,0000	1,6610
2	SLU - GEO	6,0000	1,5650
3	SLU - GEO	6,0000	1,5650
4	SLU - GEO	6,0000	1,5464
5	SLU - GEO	6,0000	1,5467
6	SLU - GEO	6,0000	1,5462
7	SLV - GEO	6,0000	1,5317

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	R	W	T	P	V	C	Mr	Ms	FS _{RIB}	FS _{SCO}
		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]		
21	SLV - GEO	29699	400945	0	20836	0	0	0	174905	689494	3.942	
		5,56	10,60	0,00	4,24	0,00	0,00	0,00				14.686
		21798	400945	8000	17356	0	0	0	152544	664420	4.356	
19	SLU - GEO	5,37	10,60	9,96	4,13	0,00	0,00	0,00				13.846

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	-1,20; 3,60	15,65	-15,20; -3,38	14,04; 0,00	15,266	1.100
2	ESE	-1,20; 1,20	13,25	-12,43; -5,83	12,01; 0,00	9,018	1.100
3	ESE	-1,20; 1,20	13,25	-12,43; -5,83	12,01; 0,00	9,018	1.100
4	ESE	-1,20; 0,00	12,06	-9,24; -8,99	10,86; 0,00	6,061	1.100
5	ESE	-1,20; 0,00	12,06	-9,24; -8,99	10,86; 0,00	5,602	1.100
6	ESE	-1,20; 0,00	12,06	-9,24; -8,99	10,86; 0,00	5,880	1.100
7	ESE	-1,20; 2,40	14,45	-10,09; -8,99	13,05; 0,00	5,191	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 3,60	15,60	-13,95; -3,38	15,18; 0,00	12,230	1.100
2	SLU - GEO	-1,20; 1,20	13,25	-12,43; -5,83	12,01; 0,00	7,239	1.100
3	SLU - GEO	-1,20; 1,20	13,25	-12,43; -5,83	12,01; 0,00	7,239	1.100
4	SLU - GEO	-1,20; 0,00	12,06	-9,24; -8,99	10,86; 0,00	4,883	1.100
5	SLU - GEO	-1,20; 0,00	12,06	-9,24; -8,99	10,86; 0,00	4,513	1.100
6	SLU - GEO	-1,20; 0,00	12,06	-9,24; -8,99	10,86; 0,00	4,737	1.100
7	SLV - GEO	0,00; 7,20	19,20	-10,32; -8,99	17,81; 0,00	4,613	1.200

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 striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Fase n° 5 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	155,07	-40.55	0,53	30.08	1,600	0,016	(0; 0)
2	472,54	-38.09	0,51	30.08	1,600	0,049	(0; 0)
3	763,47	-35.70	0,49	30.08	1,600	0,079	(0; 0)
4	1030,22	-33.38	0,48	30.08	1,600	0,107	(0; 0)
5	1274,75	-31.12	0,47	30.08	1,600	0,132	(0; 0)
6	1498,66	-28.92	0,46	30.08	1,600	0,155	(0; 0)
7	1703,29	-26.76	0,45	30.08	1,600	0,177	(0; 0)
8	1889,76	-24.64	0,44	30.08	1,600	0,196	(0; 0)
9	2059,03	-22.56	0,44	30.08	1,600	0,214	(0; 0)
10	2211,89	-20.50	0,43	30.08	1,600	0,229	(0; 0)
11	2349,03	-18.48	0,42	30.08	1,600	0,244	(0; 0)
12	2471,02	-16.48	0,42	30.08	1,600	0,256	(0; 0)
13	2578,37	-14.50	0,41	30.08	1,600	0,267	(0; 0)
14	2671,49	-12.53	0,41	30.08	1,600	0,277	(0; 0)
15	2750,73	-10.58	0,41	30.08	1,600	0,285	(0; 0)
16	2816,37	-8.65	0,41	30.08	1,600	0,292	(0; 0)
17	2868,65	-6.72	0,40	30.08	1,600	0,298	(0; 0)
18	2907,74	-4.80	0,40	30.08	1,600	0,302	(0; 0)
19	2933,79	-2.89	0,40	30.08	1,600	0,304	(0; 0)
20	2946,87	-0.98	0,40	30.08	1,600	0,306	(0; 0)
21	2947,04	0.93	0,40	30.08	1,600	0,306	(0; 0)
22	2934,29	2.84	0,40	30.08	1,600	0,304	(0; 0)
23	2908,58	4.75	0,40	30.08	1,600	0,302	(0; 0)
24	10063,14	6.64	0,39	30.08	1,600	0,498	(0; 0)
25	10649,28	8.50	0,39	30.08	1,600	0,493	(0; 0)
26	10847,23	10.37	0,39	30.08	1,600	0,486	(0; 0)

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
27	10656,80	12.25	0,40	30.08	1,600	0,478	(0; 0)
28	9798,33	14.14	0,40	30.08	1,600	0,469	(0; 0)
29	9700,94	16.05	0,40	30.08	1,600	0,459	(0; 0)
30	9590,45	17.97	0,41	30.08	1,600	0,447	(0; 0)
31	9466,46	19.92	0,41	30.08	1,600	0,434	(0; 0)
32	9328,48	21.90	0,42	30.08	1,600	0,419	(0; 0)
33	9175,95	23.90	0,42	30.08	1,600	0,402	(0; 0)
34	9008,20	25.93	0,43	30.08	1,600	0,384	(0; 0)
35	8824,46	28.00	0,44	30.08	1,600	0,365	(0; 0)
36	8623,83	30.11	0,45	30.08	1,600	0,343	(0; 0)
37	8405,22	32.26	0,46	30.08	1,600	0,320	(0; 0)
38	8167,36	34.47	0,47	30.08	1,600	0,294	(0; 0)
39	7908,73	36.73	0,48	30.08	1,600	0,266	(0; 0)
40	7627,45	39.07	0,50	30.08	1,600	0,236	(3689; 1411)
41	7321,26	41.49	0,52	30.08	1,600	0,203	(0; 0)
42	6987,31	44.00	0,54	30.08	1,600	0,167	(0; 0)
43	6621,96	46.62	0,56	30.08	0,000	0,128	(0; 0)
44	6220,47	49.38	0,60	30.08	0,000	0,085	(3560; 668)
45	5776,46	52.30	0,63	30.08	0,000	0,037	(0; 0)
46	5307,78	55.43	0,68	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
47	4838,69	58.84	0,75	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
48	4299,49	62.62	0,84	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
49	3654,96	66.98	0,99	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
50	2827,14	72.38	1,28	30.08	0,000	0,000	(0; 0)
51	1176,70	82.71	3,06	30.08	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 262017,14$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 89972,48$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 130124,85$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 293280,76$ [kg]

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cm ²]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfiliamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cm ²]	L _f [m]	L [m]	σ _f [kg/cm ²]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	23366	8,04	8,00	12,00	2905,31	0,67007	28274	179585	673445	1.210	14
2	21591	8,04	8,00	11,00	2684,67	0,74995	28274	179585	673445	1.310	14

Verifica armatura paratia (Inviluppo 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]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cm ²]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo 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 36,76 [cm²]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 137,22 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cm ²]	A _{fs} [cm ²]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLV - GEO	2,70	40,00	10,05	10,05	3387	1620	14678	7020	2.600

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLV - GEO	3,00	4259	5514	4731	0	1.111

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
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 muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 36,76 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
7 - SLV - GEO	2,70	40,00	0,00	4528	17949	3.964	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
7 - SLV - GEO	5,50	-4912	46576	9.482

Verifica tensioni

Simbologia adottata

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

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

A _n [cmq]	A _{fs} [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{fi} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	26,51	7	-180,75	7	1120,79	7

σ _f [kg/cm ²]	τ _f [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
3175,28	123,48	3182,47	7

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	7 - ESE	2,70	2413	-7457	0,000	0,0000	0,200	0,000

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° 2 (X=3,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cmq]	A _{fh} =6,28 [cmq]	Staffe φ12/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =7532 [kgm]	M _{uh} =27358 [kgm]	FS=3.63	
T _h =12553 [kg]	T _{Rh} =145348 [kg]	FS _T =11.58	cotgθh=1.00
M _v =4348 [kgm]	M _{uv} =27358 [kgm]	FS=6.29	
T _v =7247 [kg]	T _{Rv} =145348 [kg]	FS _{Tv} =20.06	cotgθv=1.00

Cordolo N° 3 (X=5,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
A _{fv} =12,57 [cmq]	A _{fh} =3,14 [cmq]	FS=2.67	
M _h =7470 [kgm]	M _{uh} =19921 [kgm]	FS _r =8.49	cotg θ _h =1.00
T _h =12450 [kg]	T _{Rh} =105708 [kg]	FS=4.76	
M _v =4313 [kgm]	M _{uv} =20519 [kgm]	FS _{rV} =15.17	cotg θ _v =1.00
T _v =7188 [kg]	T _R =109011 [kg]		

10 CANALI FUGATORI – PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI

10.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali con muro in testa**

Altezza fuori terra	4,50	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	7,50	[m]
Lunghezza paratia	10,80	[m]
Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,60	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Ordinata testa micropali	0,60	[m]
Numero totale di micropali	18	
Numero di micropali per metro lineare	1.67	
Diametro esterno del tubolare	127,00	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria muro

Altezza paramento	0,60	[m]
Spessore testa paramento	0,60	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,60	[m]
Larghezza fondazione	0,60	[m]
Altezza fondazione	0,60	[m]
Altezza totale muro	1,20	[m]

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
2	0,90	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	6,60	3,30	26.57
3	10,60	3,30	0.00
4	19,60	7,80	26.57

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
5	20,60	7,80	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-1,70	--
2	0,00	-1,70	26.57

Profilo di valle - Fase n° 3

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-4,50	--
2	0,00	-4,50	26.57

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/cm ²]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	2000,0	2400,0	35.90	23.93	0,000

Parametri per il calcolo dei tiranti**Simbologia adottata**

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
c_{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
c_{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ²]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	c_{min} [kg/cm ²]	c_{med} [kg/cm ²]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
12	Fondazione roccia alterata_no coesione	35.90	35.90	23.93	23.93	0,000	0,000

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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ² /cm]	K _{wV} [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	3,90	0.00	0.00	0.93	0.93	Fondazione roccia alterata_no coesione	Fondazione roccia alterata_no coesione
2	15,00	0.00	0.00	12.02	12.02	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	2,90	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	4,50	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	408	[kg/cm ²]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f_{yk}	9500	[kg/cm ²]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]
I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti		
Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cls f_{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipologia	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	0,90	2,40	0,20	30,00	Centrati	5	8,00	--	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ_{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidità cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{cls} [kg/mc]	Classe cls	Rck [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	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	
Ig	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_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 - Variabile da traffico - Condizione 1 (lg=0) [$\Psi_0=0.40 - \Psi_1=0.40 - \Psi_2=0.00$]

Carico distribuito sul profilo	$X_i = 6,60$	$X_r = 10,60$	$Q_i = 2000$	$Q_f = 2000$
--------------------------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Fasi di scavo**Simbologia adottata**

n° identificativo della fase nell'elenco definito
 Fase Descrizione dell'i-esima fase
 Tempo Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.70]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.70 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.90) [Hscavo=1.70]	1
4	Scavo fino alla profondità di 4.50 metri	2
5	Quota falda valle 4.50 metri - Quota falda monte 2.90 metri [Hscavo=4.50]	3
6	Quota falda valle 4.50 metri - Quota falda monte 4.50 metri [Hscavo=4.50]	4
7	Inserimento sisma	4

Impostazioni di progettoSpinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

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}	0.80	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_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIOCoefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti**Resistenza**Laterale γ_{st} **R3** 1,20Coefficienti 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**Impostazioni verifiche SLU**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

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.100	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza Us [m]	0.037	0.037
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto α β	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	17.977	8.449
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

10.2 RISULTATI**Analisi della paratia****L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo**

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 90 elementi fuori terra e 60 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	4,50	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	7,50	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is	Y _{Is} [m]	Pw	Y _{Pw} [m]	Pp	Y _{Pp} [m]	Pc	Y _{Pc} [m]
1	ESE	980	1,15	--	--	0	0,00	-1537	2,56	557	5,03
2	ESE	980	1,15	--	--	0	0,00	-1537	2,56	557	5,03
3	ESE	5194	2,50	--	--	0	0,00	-4546	5,08	1951	6,38
4	ESE	5206	2,46	--	--	6080	5,57	-8627	5,27	260	5,43
5	ESE	5026	2,47	2385	3,00	0	0,00	-6540	5,09	2653	6,37
1	SLU - STR	1274	1,15	--	--	0	0,00	-1998	2,56	724	5,03
2	SLU - STR	1274	1,15	--	--	0	0,00	-1998	2,56	724	5,03
3	SLU - STR	6753	2,50	--	--	0	0,00	-5910	5,08	2536	6,38
4	SLU - STR	6776	2,47	--	--	6080	5,57	-9801	5,22	646	5,91

n°	Tipo	Pa [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
5	SLV - STR	4795	2,38	6260	3,00	0	0,00	-9708	5,09	3683	6,45
1	SLU - GEO	1552	1,19	--	--	0	0,00	-2604	2,77	1052	5,11
2	SLU - GEO	1552	1,19	--	--	0	0,00	-2604	2,77	1052	5,11
3	SLU - GEO	8076	2,50	--	--	0	0,00	-7269	5,08	3197	6,36
4	SLU - GEO	8076	2,47	--	--	6080	5,57	-11004	5,18	1167	6,04
5	SLV - GEO	7302	2,42	7563	3,00	0	0,00	-13104	5,09	5035	6,45

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	0	0,90	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	2600	0,90	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	2919	0,90	0	0,00	0	0,00
5	ESE	0	0,00	3524	0,90	0	0,00	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	0,90	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	3379	0,90	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	3703	0,90	0	0,00	0	0,00
5	SLV - STR	0	0,00	5031	0,90	0	0,00	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	0,90	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	4004	0,90	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	4321	0,90	0	0,00	0	0,00
5	SLV - GEO	0	0,00	6797	0,90	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	1,76	1,85	4,14	1,71	0,13	---
2	ESE	1,76	1,85	4,14	1,71	0,13	---
3	ESE	4,50	4,85	4,80	0,00	0,51	---
4	ESE	4,50	4,85	4,80	0,00	0,94	---
5	ESE	4,50	4,85	4,80	0,00	0,74	---
1	SLU - STR	1,76	1,85	4,14	1,71	0,15	21906
2	SLU - STR	1,76	1,85	4,14	1,71	0,15	21906
3	SLU - STR	4,50	4,85	4,80	0,00	0,58	18953
4	SLU - STR	4,50	4,85	4,80	0,00	0,91	18004
5	SLV - STR	4,50	4,85	4,80	0,00	1,08	18004
1	SLU - GEO	1,86	2,15	4,21	5,98	0,42	---
2	SLU - GEO	1,86	2,15	4,21	6,84	0,42	---
3	SLU - GEO	4,50	4,85	4,80	0,00	1,52	---
4	SLU - GEO	4,50	4,85	4,80	0,00	2,12	---
5	SLV - GEO	4,50	4,85	4,80	0,00	2,78	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	976	2,55	980	1,75	2798	7,50	MAX
		-27	5,95	-531	4,10	0	0,00	MIN
2	ESE	976	2,55	980	1,75	2798	7,50	MAX
		-27	5,95	-531	4,10	0	0,00	MIN
3	ESE	2225	5,10	2741	4,80	4299	7,50	MAX
		-2006	2,70	-2129	0,90	0	0,00	MIN
4	ESE	2689	5,15	4193	4,80	4483	7,50	MAX
		-2421	2,85	-2378	0,90	0	0,00	MIN
5	ESE	2971	5,15	4128	4,80	4833	7,50	MAX
		-2871	2,75	-2930	0,90	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	1269	2,55	1274	1,75	2798	7,50	MAX
		-35	5,95	-690	4,10	0	0,00	MIN

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
2	SLU - STR	1269	2,55	1274	1,75	2798	7,50	MAX
		-35	5,95	-690	4,10	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	2892	5,10	3563	4,80	4749	7,50	MAX
		-2608	2,70	-2768	0,90	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	3359	5,15	5024	4,80	4936	7,50	MAX
		-3025	2,80	-3019	0,90	0	0,00	MIN
5	SLV - STR	4305	5,15	6215	4,80	5703	7,50	MAX
		-4180	2,75	-4193	0,90	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	1730	2,70	1552	1,85	2798	7,50	MAX
		-50	6,05	-1001	4,20	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	1730	2,70	1552	1,85	2798	7,50	MAX
		-50	6,05	-1001	4,20	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	3618	5,10	4334	4,80	5110	7,50	MAX
		-3068	2,70	-3257	0,90	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	4070	5,15	5779	4,80	5292	7,50	MAX
		-3469	2,75	-3503	0,90	0	0,00	MIN
5	SLV - GEO	5880	5,15	8330	4,80	6722	7,50	MAX
		-5680	2,75	-5677	0,90	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	ESE	0,5480	0,00	0,0067	0,00	MAX
		-0,0036	4,75	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,5480	0,00	0,0067	0,00	MAX
		-0,0036	4,75	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,5850	2,10	0,0111	0,00	MAX
		-0,0129	6,35	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,6645	2,35	0,0116	0,00	MAX
		-0,0023	6,40	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,7299	2,35	0,0126	0,00	MAX
		-0,0173	6,35	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,7125	0,00	0,0067	0,00	MAX
		-0,0047	4,75	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,7125	0,00	0,0067	0,00	MAX
		-0,0047	4,75	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,7605	2,10	0,0124	0,00	MAX
		-0,0168	6,35	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,8400	2,30	0,0129	0,00	MAX
		-0,0062	6,40	0,0000	0,00	MIN
5	SLV - STR	1,0288	2,40	0,0152	0,00	MAX
		-0,0250	6,40	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	1,0199	0,00	0,0067	0,00	MAX
		-0,0068	4,85	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	1,0199	0,00	0,0067	0,00	MAX
		-0,0068	4,85	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,9900	1,95	0,0135	0,00	MAX
		-0,0210	6,35	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	1,0616	2,15	0,0140	0,00	MAX
		-0,0103	6,40	0,0000	0,00	MIN
5	SLV - GEO	1,4212	2,35	0,0181	0,00	MAX
		-0,0341	6,35	0,0000	0,00	MIN

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]
1	ESE	3,7000	0,5480
2	ESE	3,7000	0,5480
3	ESE	3,7000	0,5850
4	ESE	3,7000	0,6645
5	ESE	3,7000	0,7299
1	SLU - STR	3,7000	0,7125
2	SLU - STR	3,7000	0,7125
3	SLU - STR	3,7000	0,7605
4	SLU - STR	3,7000	0,8400
5	SLV - STR	3,7000	1,0288
1	SLU - GEO	3,7000	1,0199
2	SLU - GEO	3,7000	1,0199

n°	Tipo	U _{lim} [cm]	U [cm]
3	SLU - GEO	3,7000	0,9900
4	SLU - GEO	3,7000	1,0616
5	SLV - GEO	3,7000	1,4212

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
15	SLV - GEO	15930 2,81	400945 6,10	0 0,00	6797 0,90	0 0,00	0 0,00	0 0,00	68220	572773	8.396	26.417

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	0,00; 6,75	14,25	-11,48; -1,69	14,16; 5,08	9.364	1.100
2	ESE	0,00; 6,75	14,25	-11,48; -1,69	14,16; 5,08	9.364	1.100
3	ESE	0,00; 6,75	14,25	-8,76; -4,49	14,16; 5,08	6.430	1.100
4	ESE	0,00; 6,75	14,25	-8,76; -4,49	14,16; 5,08	5.986	1.100
5	ESE	0,00; 6,75	14,25	-8,76; -4,49	14,16; 5,08	5.359	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 6,75	14,25	-11,48; -1,69	14,16; 5,08	7.417	1.100
2	SLU - GEO	0,00; 6,75	14,25	-11,48; -1,69	14,16; 5,08	7.417	1.100
3	SLU - GEO	0,00; 6,75	14,25	-8,76; -4,49	14,16; 5,08	5.107	1.100
4	SLU - GEO	0,00; 6,75	14,25	-8,76; -4,49	14,16; 5,08	4.756	1.100
5	SLV - GEO	0,00; 6,75	14,25	-8,76; -4,49	14,16; 5,08	4.629	1.200

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 striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
C _{tn} , C _{tt}	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Fase n° 5 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(C _{tn} ; C _{tt}) [kg]
1	161,35	-36.83	0,55	35.90	2,000	0,015	(0; 0)
2	492,92	-34.66	0,53	35.90	2,000	0,047	(0; 0)
3	799,03	-32.55	0,52	35.90	2,000	0,076	(0; 0)
4	1081,45	-30.48	0,51	35.90	2,000	0,103	(0; 0)
5	1341,72	-28.46	0,50	35.90	2,000	0,128	(0; 0)
6	1581,13	-26.47	0,49	35.90	2,000	0,150	(0; 0)
7	1800,77	-24.52	0,48	35.90	2,000	0,171	(0; 0)
8	2001,60	-22.60	0,47	35.90	2,000	0,190	(0; 0)
9	2184,42	-20.70	0,47	35.90	2,000	0,208	(0; 0)
10	2349,94	-18.83	0,46	35.90	2,000	0,224	(0; 0)
11	2498,74	-16.98	0,46	35.90	2,000	0,238	(0; 0)
12	2631,36	-15.15	0,45	35.90	2,000	0,250	(0; 0)
13	2748,22	-13.33	0,45	35.90	2,000	0,261	(0; 0)
14	2849,71	-11.53	0,45	35.90	2,000	0,271	(0; 0)
15	2936,15	-9.73	0,44	35.90	2,000	0,279	(0; 0)
16	3007,80	-7.95	0,44	35.90	2,000	0,286	(0; 0)
17	3064,87	-6.18	0,44	35.90	2,000	0,292	(0; 0)
18	3107,52	-4.41	0,44	35.90	2,000	0,296	(0; 0)
19	3135,90	-2.64	0,44	35.90	2,000	0,298	(0; 0)
20	3150,06	-0.88	0,44	35.90	2,000	0,300	(0; 0)
21	7500,05	0.92	0,46	35.90	2,000	0,300	(0; 0)
22	7692,62	2.76	0,46	35.90	2,000	0,298	(0; 0)
23	7869,08	4.60	0,46	35.90	2,000	0,295	(0; 0)
24	8029,32	6.44	0,46	35.90	2,000	0,291	(0; 0)
25	8173,19	8.29	0,46	35.90	2,000	0,285	(0; 0)
26	8300,49	10.16	0,46	35.90	2,000	0,277	(0; 0)
27	8410,94	12.03	0,47	35.90	2,000	0,269	(0; 0)
28	8504,22	13.91	0,47	35.90	2,000	0,258	(0; 0)
29	8579,93	15.81	0,47	35.90	2,000	0,246	(0; 0)
30	8637,61	17.73	0,48	35.90	2,000	0,232	(0; 0)
31	8676,69	19.67	0,49	35.90	2,000	0,217	(0; 0)
32	8696,53	21.63	0,49	35.90	2,000	0,199	(0; 0)
33	8696,36	23.62	0,50	35.90	2,000	0,180	(0; 0)
34	8675,29	25.65	0,51	35.90	2,000	0,159	(0; 0)
35	9103,84	27.70	0,52	35.90	2,000	0,136	(0; 0)
36	9260,38	29.80	0,53	35.90	2,000	0,111	(0; 0)
37	8960,94	31.94	0,54	35.90	2,000	0,084	(0; 0)
38	8635,18	34.13	0,55	35.90	2,000	0,054	(0; 0)
39	8281,03	36.38	0,57	35.90	2,000	0,022	(0; 0)
40	7920,58	38.70	0,59	35.90	2,000	0,000	(0; 0)
41	7570,81	41.09	0,61	35.90	1,000	0,000	(0; 0)
42	7190,32	43.58	0,63	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
43	6774,43	46.17	0,66	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
44	5658,52	48.89	0,69	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
45	5170,31	51.78	0,74	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
46	4817,67	54.86	0,79	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
47	4393,51	58.19	0,87	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
48	3875,23	61.89	0,97	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
49	3222,50	66.10	1,13	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
50	2346,60	71.22	1,42	35.90	0,000	0,000	(0; 0)
51	918,62	78.47	2,29	35.90	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 263467,44$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 85342,69$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 165650,78$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 393061,97$ [kg]

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cm ²]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _t	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cm ²]	L _f [m]	L [m]	σ _t [kg/cm ²]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	16954	8,04	5,00	8,00	2108,02	1,06046	21363	112241	420903	1.260	15

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]
Afi, Afs	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
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 36,76 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 137,22 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
5 - SLV - GEO	0,60	60,00	10,05	10,05	159	540	83172	282172	313.524

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
5 - SLV - GEO	5,15	3528	3810	4731	0	1.341

Verifica a taglio**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
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 muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 36,76 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
5 - SLV - GEO	0,60	60,00	0,00	752	23928	31.807	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
5 - SLV - GEO	4,80	4998	46576	9.319

Verifica tensioni**Simbologia adottata**

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

Area della sezione del tubolare 36,76 [cmq]

A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{fi} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	0,38	4	-5,02	4	-1,70	1

σ _f [kg/cm ²]	τ _f [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
1859,20	14,11	1859,37	5

Verifica fessurazione**Simbologia adottata**

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M _f	s	ε _{sm}	W _{lim}	W _k
---------	-----------	---	---	----------------	---	-----------------	------------------	----------------

		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Muro	4 - ESE	0,60	85	-16631	0,000	0.0000	0,200	0,000

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° 2 (X=0,90 m) (Cordolo in c.a.)

$B=60,00$ [cm]	$H=60,00$ [cm]		
$A_{fv}=12,57$ [cmq]	$A_{fh}=6,28$ [cmq]	Staffe $\phi 16/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=4894$ [kgm]	$M_{uh}=27358$ [kgm]	$FS=5.59$	
$T_h=8157$ [kg]	$T_{Rh}=145348$ [kg]	$FS_T=17.82$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=2826$ [kgm]	$M_{uv}=27358$ [kgm]	$FS=9.68$	
$T_v=4709$ [kg]	$T_R=145348$ [kg]	$FS_{TV}=30.86$	$\cotg\theta_v=1.00$

11 VASCA DI DISSIPAZIONE – PARATIA DI MICROPALI CON 3 ORDINI DI TIRANTI

11.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali con muro in testa**

Altezza fuori terra	13,00	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	16,00	[m]
Lunghezza paratia	10,80	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,60	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Ordinata testa micropali	1,70	[m]
Numero totale di micropali	18	
Numero di micropali per metro lineare	1.67	
Diametro esterno del tubolare	139,70	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria muro

Altezza paramento	1,70	[m]
Spessore testa paramento	0,60	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,60	[m]
Larghezza fondazione	0,60	[m]
Altezza fondazione	0,60	[m]
Altezza totale muro	2,30	[m]

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
2	2,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
3	5,50	Calcestruzzo	45,00	60,00	--	--
4	9,00	Calcestruzzo	45,00	60,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	0,00	-1,10	270.00

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
3	7,20	-1,10	0.00
4	18,00	-1,10	0.00
5	19,00	-1,10	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-2,40	--
2	0,00	-2,40	270.00

Profilo di valle - Fase n° 2

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-5,85	--
2	0,00	-5,85	270.00

Profilo di valle - Fase n° 4

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-9,35	--
2	0,00	-9,35	270.00

Profilo di valle - Fase n° 6

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-13,00	--
2	0,00	-13,00	270.00

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/cm ²]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
9	3-LT RINFIANCO	2000,0	2100,0	28.00	18.67	0,100

Parametri per il calcolo dei tiranti

Simbologia adottata

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
c_{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
c_{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ²]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	c_{min} [kg/cm ²]	c_{med} [kg/cm ²]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
9	3-LT RINFIANCO	28.00	28.00	18.67	18.67	0,100	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/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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K_{wM} [kg/cm ² /cm]	K_{wV} [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	8,50	0.00	0.00	1.67	1.67	3-LT RINFIANCO	3-LT RINFIANCO
2	15,00	0.00	0.00	14.21	14.21	2-LT FONDAZIONE	2-LT FONDAZIONE

N°	sp [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{WM} [kg/cmq/cm]	K _{WV} [kg/cmq/cm]	Terreno M	Terreno V
						ROCCIOSA ALTERATA	ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	7,60	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	13,00	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R _{ck}	408	[kg/cmq]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f _{yk}	9500	[kg/cmq]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]
I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti		
Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-clt f _{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	2,00	2,40	0,50	30.00	Centrati	5	12,00	--	--
2	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	5,50	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	15,00	--	--
3	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	9,00	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	12,00	--	--

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	11,90	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	12,90	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ _{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R _{ck}	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	S 355	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _v , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,00	X _r = 5,00	Q _d = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Condizione n° 2 - Permanente - Condizione 2

Carico concentrato sulla paratia	Y=13,00	F _x =0	F _y =-20000	M=0
----------------------------------	---------	-------------------	------------------------	-----

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=2.40]	0
2	Scavo fino alla profondità di 2.40 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=2.00) [Hscavo=2.40]	0
4	Scavo fino alla profondità di 5.85 metri	1
5	Inserimento tirante 2 (X=5.50) [Hscavo=5.85]	2
6	Scavo fino alla profondità di 9.35 metri	3
7	Inserimento tirante 3 (X=9.00) [Hscavo=9.35]	4
8	Scavo fino alla profondità di 13.00 metri	5
9	Inserimento vincolo 1 (X=-11.90) [Hscavo=13.00]	6
10	Inserimento vincolo 2 (X=-12.90) [Hscavo=13.00]	6
11	Quota falda valle 13.00 metri - Quota falda monte 7.60 metri [Hscavo=13.00]	7
12	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=13.00]	7
13	Quota falda valle 13.00 metri - Quota falda monte 13.00 metri [Hscavo=13.00]	8
14	Inserimento sisma	8

n°	Fase	Tempo
15	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=13.00]	8

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)

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}	0.80	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 uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		R3
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

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in acciaio

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / 3 \cdot 0.5$$

con:

A_v Area lorda sezione profilo

Sezione in c.a.

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

σ_{cp} tensione media di compressione [N/mmq]
 $f_{cd}'=0.5 \cdot f_{cd}$

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni di analisi

Analisi per Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

- Analisi per condizioni di esercizio
- Analisi per coefficienti tipo A1-M1
- Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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

Identificazione del sito

Latitudine 43.490559
 Longitudine 11.191562
 Comune Poggibonsi
 Provincia Siena
 Regione Toscana

Punti di interpolazione del reticolo 21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
 Vita di riferimento 100 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.100	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.080	0.080
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto $\alpha \beta$	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2

Coefficiente di intensità sismica (percento)	17.977	8.449
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

11.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 260 elementi fuori terra e 60 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 incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	13,00	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	16,00	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	119	2,19	--	--	0	0,00	-153	3,03	35	5,90
2	ESE	5045	4,48	--	--	0	0,00	-4132	6,87	1028	9,40
3	ESE	5045	4,48	--	--	0	0,00	-4132	6,87	1028	9,40
4	ESE	14206	6,09	--	--	0	0,00	-9329	10,05	4603	11,36
5	ESE	14206	6,09	--	--	0	0,00	-9329	10,05	4603	11,36
6	ESE	14353	6,06	--	--	0	0,00	-668	13,56	734	14,76
7	ESE	14353	6,06	--	--	0	0,00	-668	13,56	734	14,76
8	ESE	15619	6,46	--	--	30780	12,94	-13465	14,72	1	13,00
9	ESE	19636	7,43	3481	8,67	0	0,00	-1082	13,61	896	14,25
1	SLU - STR	439	2,05	--	--	0	0,00	-341	3,02	86	5,82
2	SLU - STR	7989	4,35	--	--	0	0,00	-6248	6,87	1583	9,38
3	SLU - STR	7989	4,35	--	--	0	0,00	-6248	6,87	1583	9,38
4	SLU - STR	20862	5,96	--	--	0	0,00	-13256	10,05	6603	11,35
5	SLU - STR	20862	5,96	--	--	0	0,00	-13256	10,05	6603	11,35
6	SLU - STR	21069	5,93	--	--	0	0,00	-909	13,56	1026	14,75
7	SLU - STR	21069	5,93	--	--	0	0,00	-909	13,56	1026	14,75
8	SLU - STR	22379	6,21	--	--	30780	12,94	-13410	14,70	2	13,00
9	SLV - STR	22215	6,98	7521	8,67	0	0,00	-1285	13,60	1155	14,38
1	SLU - GEO	573	1,99	--	--	0	0,00	-416	3,01	114	5,75
2	SLU - GEO	8233	4,28	--	--	0	0,00	-6310	7,08	1758	9,52
3	SLU - GEO	8233	4,28	--	--	0	0,00	-6310	7,08	1758	9,52
4	SLU - GEO	20739	5,89	--	--	0	0,00	-13326	10,05	6767	11,32
5	SLU - GEO	20739	5,89	--	--	0	0,00	-13326	10,05	6767	11,32
6	SLU - GEO	20945	5,86	--	--	0	0,00	-851	13,57	1004	14,74
7	SLU - GEO	20945	5,86	--	--	0	0,00	-851	13,57	1004	14,74
8	SLU - GEO	22183	6,15	--	--	30780	12,94	-13377	14,70	1	13,00
9	SLV - GEO	23270	6,73	9382	8,67	0	0,00	-1209	13,59	1137	14,36

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	1	2,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	1941	2,00	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	1941	2,00	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	9482	4,75	0	0,00	0	0,00
5	ESE	0	0,00	9482	4,75	0	0,00	0	0,00
6	ESE	0	0,00	14423	6,16	0	0,00	0	0,00
7	ESE	0	0,00	14424	6,16	2	12,18	0	0,00
8	ESE	0	0,00	17713	6,57	-15218	12,13	0	0,00
9	ESE	0	0,00	17870	6,53	-5060	11,35	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	184	2,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	3325	2,00	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	3325	2,00	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	14211	4,65	0	0,00	0	0,00
5	SLU - STR	0	0,00	14212	4,65	0	0,00	0	0,00
6	SLU - STR	0	0,00	21192	6,03	0	0,00	0	0,00
7	SLU - STR	0	0,00	21193	6,03	2	12,14	0	0,00
8	SLU - STR	0	0,00	24540	6,34	-15204	12,13	0	0,00
9	SLV - STR	0	0,00	23534	6,36	-6073	11,48	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	271	2,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	3681	2,00	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	3682	2,00	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	14182	4,57	0	0,00	0	0,00
5	SLU - GEO	0	0,00	14183	4,57	0	0,00	0	0,00
6	SLU - GEO	0	0,00	21104	5,97	0	0,00	0	0,00
7	SLU - GEO	0	0,00	21105	5,97	2	12,17	0	0,00
8	SLU - GEO	0	0,00	24368	6,30	-15214	12,13	0	0,00
9	SLV - GEO	0	0,00	26137	6,26	-6439	11,54	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	2,40	2,40	4,33	0,00	0,01	---
2	ESE	5,85	6,25	6,20	0,00	0,17	---
3	ESE	5,85	6,25	6,20	0,00	0,17	---
4	ESE	9,35	9,75	9,70	0,00	0,56	---
5	ESE	9,35	9,75	9,70	0,00	0,56	---
6	ESE	13,00	13,40	13,04	0,00	0,12	---
7	ESE	13,00	13,40	13,04	0,00	0,12	---
8	ESE	13,00	13,00	13,04	0,00	1,86	---
9	ESE	13,00	13,40	13,37	0,00	0,16	---
1	SLU - STR	2,40	2,40	4,25	0,00	0,01	30132
2	SLU - STR	5,85	6,30	6,20	0,49	0,22	26494
3	SLU - STR	5,85	6,30	6,20	0,49	0,22	26494
4	SLU - STR	9,35	9,75	9,70	0,00	0,71	22802
5	SLU - STR	9,35	9,75	9,70	0,00	0,71	22802
6	SLU - STR	13,00	13,40	13,04	0,00	0,14	18953
7	SLU - STR	13,00	13,40	13,04	0,00	0,14	18953
8	SLU - STR	13,00	13,40	13,04	0,00	1,77	18004
9	SLV - STR	13,00	13,40	13,36	0,00	0,19	18004
1	SLU - GEO	2,40	2,40	4,19	0,00	0,03	---
2	SLU - GEO	5,85	6,80	6,20	5,39	0,49	---
3	SLU - GEO	5,85	6,80	6,20	5,39	0,49	---
4	SLU - GEO	9,35	9,75	9,70	0,00	1,54	---
5	SLU - GEO	9,35	9,75	9,70	0,00	1,54	---
6	SLU - GEO	13,00	13,40	13,04	0,00	0,29	---
7	SLU - GEO	13,00	13,40	13,04	0,00	0,29	---
8	SLU - GEO	13,00	13,40	13,04	0,00	3,64	---
9	SLV - GEO	13,00	13,40	13,36	0,00	0,36	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	68	3,30	113	2,40	5553	16,00	MAX
		-3	7,50	-33	4,30	0	0,00	MIN
2	ESE	1760	7,10	3110	6,20	6673	16,00	MAX
		-2803	4,30	-1916	2,00	0	0,00	MIN

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
3	ESE	1760	7,10	3110	6,20	6674	16,00	MAX
		-2803	4,30	-1916	2,00	0	0,00	MIN
4	ESE	5053	9,95	4989	9,70	11027	16,00	MAX
		-4241	7,20	-4786	5,50	0	0,00	MIN
5	ESE	5053	9,95	4989	9,70	11027	16,00	MAX
		-4241	7,20	-4786	5,50	0	0,00	MIN
6	ESE	1182	9,00	4612	8,95	13880	16,00	MAX
		-3898	7,25	-4899	5,50	0	0,00	MIN
7	ESE	1182	9,00	4613	8,95	13880	16,00	MAX
		-3898	7,25	-4899	5,50	0	0,00	MIN
8	ESE	4304	11,90	5991	11,90	15304	13,00	MAX
		-4004	7,35	-5761	11,90	-4696	13,00	MIN
9	ESE	3759	11,90	5063	9,00	15870	16,00	MAX
		-4192	7,30	-5468	5,50	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	169	3,20	243	2,40	5659	16,00	MAX
		-8	7,40	-81	4,25	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	2706	7,10	4677	6,20	7472	16,00	MAX
		-4264	4,25	-3155	2,00	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	2707	7,10	4677	6,20	7473	16,00	MAX
		-4264	4,25	-3155	2,00	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	7222	9,95	7054	9,70	13758	16,00	MAX
		-5925	7,20	-6729	5,50	0	0,00	MIN
5	SLU - STR	7222	9,95	7053	9,70	13758	16,00	MAX
		-5925	7,20	-6729	5,50	0	0,00	MIN
6	SLU - STR	1763	9,00	6489	8,95	17788	16,00	MAX
		-5440	7,25	-6891	5,50	0	0,00	MIN
7	SLU - STR	1762	9,00	6490	8,95	17789	16,00	MAX
		-5441	7,25	-6891	5,50	0	0,00	MIN
8	SLU - STR	4713	11,90	7065	9,00	19246	13,00	MAX
		-5530	7,30	-7185	5,50	-6754	13,00	MIN
9	SLV - STR	4308	11,90	6935	9,00	19140	16,00	MAX
		-5351	7,30	-6915	5,50	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	225	3,15	287	2,40	5709	16,00	MAX
		-10	7,35	-108	4,15	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	2917	7,30	4568	6,20	7678	16,00	MAX
		-4581	4,30	-3407	2,00	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	2917	7,30	4568	6,20	7679	16,00	MAX
		-4581	4,30	-3407	2,00	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	7301	9,95	7057	9,70	13741	16,00	MAX
		-5858	7,15	-6454	5,50	0	0,00	MIN
5	SLU - GEO	7301	9,95	7056	9,70	13741	16,00	MAX
		-5858	7,15	-6454	5,50	0	0,00	MIN
6	SLU - GEO	1888	9,00	6395	8,95	17737	16,00	MAX
		-5375	7,20	-6616	5,50	0	0,00	MIN
7	SLU - GEO	1888	9,00	6396	8,95	17738	16,00	MAX
		-5375	7,20	-6616	5,50	0	0,00	MIN
8	SLU - GEO	4748	11,90	6949	9,00	19147	13,00	MAX
		-5453	7,25	-6904	5,50	-853	13,00	MIN
9	SLV - GEO	4316	11,90	7668	9,00	20643	16,00	MAX
		-6086	7,25	-7783	5,50	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	ESE	0,0375	0,00	0,0284	0,00	MAX
		-0,0009	5,40	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,6559	4,20	0,0355	0,00	MAX
		-0,3085	0,00	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,6559	4,20	0,0355	0,00	MAX
		-0,3085	0,00	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	1,3646	6,50	0,0566	0,00	MAX
		-0,5297	0,00	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	1,3647	6,50	0,0566	0,00	MAX
		-0,5298	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	1,4901	6,85	0,0660	0,00	MAX
		-0,5228	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	1,4901	6,85	0,0660	0,00	MAX
		-0,5228	0,00	0,0000	0,00	MIN
8	ESE	1,6110	7,10	0,0451	0,00	MAX
		-0,5240	0,00	-0,0062	13,00	MIN
9	ESE	1,6589	7,05	0,0733	0,00	MAX
		-0,5490	0,00	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,0906	0,00	0,0291	0,00	MAX
		-0,0023	5,30	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	1,0168	4,20	0,0406	0,00	MAX
		-0,4252	0,00	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	1,0168	4,20	0,0406	0,00	MAX
		-0,4252	0,00	0,0000	0,00	MIN

n°	Tipo	U [cm]	Yu [m]	V [cm]	Yv [m]	
4	SLU - STR	1,9852	6,45	0,0711	0,00	MAX
		-0,7457	0,00	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	1,9852	6,45	0,0711	0,00	MAX
		-0,7458	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	2,1537	6,80	0,0843	0,00	MAX
		-0,7360	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - STR	2,1538	6,80	0,0843	0,00	MAX
		-0,7360	0,00	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - STR	2,2637	6,95	0,0553	0,00	MAX
		-0,7381	0,00	-0,0090	13,00	MIN
9	SLV - STR	2,2320	7,00	0,0885	0,00	MAX
		-0,7240	0,00	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,1178	0,00	0,0294	0,00	MAX
		-0,0031	5,25	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	1,1426	4,25	0,0419	0,00	MAX
		-0,4738	0,00	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	1,1427	4,25	0,0419	0,00	MAX
		-0,4738	0,00	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	2,0566	6,35	0,0713	0,00	MAX
		-0,7753	0,00	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	2,0566	6,35	0,0713	0,00	MAX
		-0,7754	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	2,2127	6,70	0,0844	0,00	MAX
		-0,7657	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - GEO	2,2127	6,70	0,0844	0,00	MAX
		-0,7657	0,00	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - GEO	2,3195	6,90	0,0634	0,00	MAX
		-0,7669	0,00	-0,0008	13,00	MIN
9	SLV - GEO	2,4859	6,85	0,0958	0,00	MAX
		-0,8417	0,00	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	8,0000	0,0375
2	ESE	8,0000	0,6559
3	ESE	8,0000	0,6559
4	ESE	8,0000	1,3646
5	ESE	8,0000	1,3647
6	ESE	8,0000	1,4901
7	ESE	8,0000	1,4901
8	ESE	8,0000	1,6110
9	ESE	8,0000	1,6589
1	SLU - STR	8,0000	0,0906
2	SLU - STR	8,0000	1,0168
3	SLU - STR	8,0000	1,0168
4	SLU - STR	8,0000	1,9852
5	SLU - STR	8,0000	1,9852
6	SLU - STR	8,0000	2,1537
7	SLU - STR	8,0000	2,1538
8	SLU - STR	8,0000	2,2637
9	SLV - STR	8,0000	2,2320
1	SLU - GEO	8,0000	0,1178
2	SLU - GEO	8,0000	1,1426
3	SLU - GEO	8,0000	1,1427
4	SLU - GEO	8,0000	2,0566
5	SLU - GEO	8,0000	2,0566
6	SLU - GEO	8,0000	2,2127
7	SLU - GEO	8,0000	2,2127
8	SLU - GEO	8,0000	2,3195
9	SLV - GEO	8,0000	2,4859

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]		
26	SLU - GEO	20629 6,03	400945 14,60	30780 12,94	24368 6,30	0 0,00	15214 12,13	0 0,00	292868	823256	2.811	8.234

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
 R Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	-3,20; 1,60	17,89	-20,64; -2,37	14,49; -1,10	47.556	1.100
2	ESE	-1,60; 1,60	17,67	-17,63; -5,83	15,87; -1,10	13.870	1.100
3	ESE	-1,60; 1,60	17,67	-17,63; -5,83	15,87; -1,10	13.870	1.100
4	ESE	-1,60; 1,60	17,67	-15,48; -9,34	15,87; -1,10	8.128	1.100
5	ESE	-1,60; 1,60	17,67	-15,48; -9,34	15,87; -1,10	8.128	1.100
6	ESE	-1,60; 0,00	16,08	-11,08; -12,99	14,45; -1,10	5.358	1.100
7	ESE	-1,60; 0,00	16,08	-11,08; -12,99	14,45; -1,10	5.358	1.100
8	ESE	-1,60; 0,00	16,08	-11,08; -12,99	14,45; -1,10	4.739	1.100
9	ESE	-1,60; 0,00	16,08	-11,08; -12,99	14,45; -1,10	4.692	1.200
1	SLU - GEO	-3,20; 1,60	17,89	-20,64; -2,37	14,49; -1,10	37.356	1.100
2	SLU - GEO	-1,60; 1,60	17,67	-17,63; -5,83	15,87; -1,10	11.057	1.100
3	SLU - GEO	-1,60; 1,60	17,67	-17,63; -5,83	15,87; -1,10	11.057	1.100
4	SLU - GEO	-1,60; 1,60	17,67	-15,48; -9,34	15,87; -1,10	6.516	1.100
5	SLU - GEO	-1,60; 1,60	17,67	-15,48; -9,34	15,87; -1,10	6.516	1.100
6	SLU - GEO	-1,60; 0,00	16,08	-11,08; -12,99	14,45; -1,10	4.315	1.100
7	SLU - GEO	-1,60; 0,00	16,08	-11,08; -12,99	14,45; -1,10	4.315	1.100
8	SLU - GEO	-1,60; 0,00	16,08	-11,08; -12,99	14,45; -1,10	3.817	1.100
9	SLV - GEO	-1,60; 6,40	22,46	-12,93; -12,99	19,58; -1,10	4.141	1.200

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 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/cosα)
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm²]
 Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Fase n° 8 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	199,13	-35.03	0,62	30.08	1,600	0,016	(0; 0)
2	609,08	-32.86	0,60	30.08	1,600	0,050	(0; 0)
3	986,82	-30.75	0,59	30.08	1,600	0,082	(0; 0)
4	1334,46	-28.69	0,57	30.08	1,600	0,110	(0; 0)
5	1653,80	-26.66	0,56	30.08	1,600	0,137	(0; 0)
6	1946,39	-24.67	0,55	30.08	1,600	0,161	(0; 0)
7	2213,54	-22.71	0,55	30.08	1,600	0,183	(0; 0)
8	2456,36	-20.77	0,54	30.08	1,600	0,203	(0; 0)
9	2675,84	-18.87	0,53	30.08	1,600	0,221	(0; 0)
10	2872,79	-16.98	0,53	30.08	1,600	0,238	(0; 0)

N°	Wi [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	(Ctn; Ctt) [kg]
11	3047,93	-15.11	0,52	30.08	1,600	0,252	(0; 0)
12	3201,86	-13.26	0,52	30.08	1,600	0,265	(0; 0)
13	3335,09	-11.42	0,51	30.08	1,600	0,276	(0; 0)
14	3448,07	-9.60	0,51	30.08	1,600	0,285	(0; 0)
15	3541,14	-7.78	0,51	30.08	1,600	0,293	(0; 0)
16	3614,59	-5.97	0,51	30.08	1,600	0,299	(0; 0)
17	3668,66	-4.17	0,50	30.08	1,600	0,304	(0; 0)
18	3703,49	-2.38	0,50	30.08	1,600	0,306	(0; 0)
19	3719,19	-0.58	0,50	30.08	1,600	0,308	(0; 0)
20	3715,82	1.22	0,50	30.08	1,600	0,307	(0; 0)
21	3693,35	3.01	0,50	30.08	1,600	0,306	(0; 0)
22	3651,73	4.81	0,51	30.08	1,600	0,302	(0; 0)
23	17499,59	6.60	0,50	30.08	1,600	0,837	(0; 0)
24	17421,13	8.40	0,50	30.08	1,600	0,831	(0; 0)
25	17323,58	10.19	0,51	30.08	1,600	0,822	(0; 0)
26	17206,66	12.00	0,51	30.08	1,600	0,813	(0; 0)
27	17069,98	13.83	0,51	30.08	1,600	0,801	(0; 0)
28	16913,13	15.66	0,52	30.08	1,600	0,788	(0; 0)
29	16735,57	17.52	0,52	30.08	1,600	0,773	(0; 0)
30	16536,71	19.39	0,53	30.08	1,600	0,757	(0; 0)
31	16315,82	21.28	0,53	30.08	1,600	0,738	(0; 0)
32	16072,09	23.20	0,54	30.08	1,600	0,718	(0; 0)
33	14698,34	25.15	0,55	30.08	1,600	0,695	(0; 0)
34	14366,06	27.12	0,56	30.08	1,600	0,671	(0; 0)
35	14047,35	29.14	0,57	30.08	1,600	0,644	(0; 0)
36	13700,89	31.19	0,58	30.08	1,600	0,615	(0; 0)
37	13324,87	33.29	0,60	30.08	1,600	0,584	(4675; 2352)
38	12917,15	35.44	0,61	30.08	1,600	0,550	(0; 0)
39	12475,18	37.66	0,63	30.08	1,600	0,513	(0; 0)
40	11995,88	39.93	0,65	30.08	1,600	0,473	(0; 0)
41	11475,45	42.29	0,67	30.08	1,600	0,429	(0; 0)
42	10909,17	44.74	0,70	30.08	1,600	0,382	(4970; 1356)
43	10291,03	47.30	0,73	30.08	1,600	0,330	(0; 0)
44	9613,20	49.99	0,78	30.08	1,600	0,273	(0; 0)
45	8865,13	52.84	0,82	30.08	1,600	0,211	(0; 0)
46	8032,05	55.90	0,89	30.08	1,600	0,141	(0; 0)
47	7134,80	59.21	0,97	23.04	0,080	0,063	(0; 0)
48	6201,00	62.90	1,09	23.04	0,080	0,000	(0; 0)
49	5126,13	67.13	1,28	23.04	0,080	0,000	(0; 0)
50	3757,46	72.34	1,64	23.04	0,080	0,000	(0; 0)
51	1488,71	80.53	3,03	23.04	0,080	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 418803,23$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 154875,39$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 207152,54$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 426706,94$ [kg]

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ_f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R ₁ , R ₂ , R ₃	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfiliamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R ₁ , R ₂ , R ₃)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ_f [kg/cm ²]	u [cm]	R ₁ [kg]	R ₂ [kg]	R ₃ [kg]	FS	cmb
1	8672	8,04	5,00	12,00	1078,30	0,44687	17802	112241	420903	2.053	17
2	29095	8,04	9,00	15,00	3617,67	1,96137	31765	202033	757626	1.092	17
3	23440	8,04	7,00	12,00	2914,52	1,55074	24784	157137	589264	1.057	17

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-11752	2	--	--	0,16648	0,23202
2	-3489	2802	--	--	0,06886	0,04986

Verifica armatura paratia (Inviluppo 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]
Afi, Afs	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzio normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzio 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 40,75 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 168,55 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
2 - SLU - STR	1,35	60,00	10,05	10,05	0	1215	0	-80226	39,618

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
5 - SLU - GEO	9,95	4381	7670	5811	0	1,326

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
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 muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 40,75 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
9 - SLV - GEO	1,70	60,00	0,00	807	24164	29,938	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
9 - SLV - GEO	5,50	-4670	51632	11,056

Verifica tensioni

Simbologia adottata

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

Area della sezione del tubolare 40,75 [cmq]

A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{fi} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	0,68	9	-9,52	9	-6,07	1

σ _f [kg/cm ²]	τ _f [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
2605,16	9,36	2605,21	5

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]

s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W_{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W_k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _r [kgm]	s [mm]	ϵ_{sm} [%]	W_{lim} [mm]	W_k [mm]
Muro	9 - ESE	1,70	110	-16631	0,000	0.0000	0,200	0,000

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° 2 (X=2,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A_{fv} =12,57 [cmq]	A_{fh} =6,28 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M_h =2792 [kgm]	M_{uh} =27358 [kgm]	FS=9.80	
T_h =4653 [kg]	T_{Rh} =145348 [kg]	FS _r =31.24	cotg θ h=1.00
M_v =1612 [kgm]	M_{uv} =27358 [kgm]	FS=16.97	
T_v =2687 [kg]	T_R =145348 [kg]	FS _r v=54.10	cotg θ v=1.00

Cordolo N° 3 (X=5,50 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A_{fv} =12,57 [cmq]	A_{fh} =3,14 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M_h =9151 [kgm]	M_{uh} =19921 [kgm]	FS=2.18	
T_h =15251 [kg]	T_{Rh} =105708 [kg]	FS _r =6.93	cotg θ h=1.00
M_v =5283 [kgm]	M_{uv} =20519 [kgm]	FS=3.88	
T_v =8805 [kg]	T_R =109011 [kg]	FS _r v=12.38	cotg θ v=1.00

Cordolo N° 4 (X=9,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A_{fv} =12,57 [cmq]	A_{fh} =3,14 [cmq]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M_h =6876 [kgm]	M_{uh} =19921 [kgm]	FS=2.90	
T_h =11461 [kg]	T_{Rh} =105708 [kg]	FS _r =9.22	cotg θ h=1.00
M_v =3970 [kgm]	M_{uv} =20519 [kgm]	FS=5.17	
T_v =6617 [kg]	T_R =109011 [kg]	FS _r v=16.48	cotg θ v=1.00

12 VASCA DI DISSIPAZIONE – PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI

12.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali con muro in testa**

Altezza fuori terra	12,00	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	15,00	[m]
Lunghezza paratia	12,00	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,60	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Ordinata testa micropali	4,20	[m]
Numero totale di micropali	20	
Numero di micropali per metro lineare	1.67	
Diametro esterno del tubolare	139,70	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria muro

Altezza paramento	4,20	[m]
Spessore testa paramento	0,60	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,60	[m]
Larghezza fondazione	0,60	[m]
Altezza fondazione	0,60	[m]
Altezza totale muro	4,80	[m]

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
2	4,50	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
3	8,00	Calcestruzzo	45,00	60,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	0,00	-1,10	270.00
3	7,20	-1,10	0.00

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
4	18,00	-1,10	0.00
5	19,00	-1,10	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-4,90	--
2	0,00	-4,90	270.00

Profilo di valle - Fase n° 2

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-8,35	--
2	0,00	-8,35	270.00

Profilo di valle - Fase n° 4

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-12,00	--
2	0,00	-12,00	270.00

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/cm ²]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
9	3-LT RINFIANCO	2000,0	2100,0	28.00	18.67	0,100

Parametri per il calcolo dei tiranti

Simbologia adottata

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
c_{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
c_{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ²]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	c_{min} [kg/cm ²]	c_{med} [kg/cm ²]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
9	3-LT RINFIANCO	28.00	28.00	18.67	18.67	0,100	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/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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K_{wM} [kg/cm ² /cm]	K_{wV} [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	8,00	0.00	0.00	1.59	1.59	3-LT RINFIANCO	3-LT RINFIANCO
2	15,00	0.00	0.00	13.97	13.97	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia

6,60

[m]

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 12,00 [m]
 Regime delle pressioni neutre: Idrostatico

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	408	[kg/cm ²]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f_{yk}	9500	[kg/cm ²]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]
I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti		
Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/m ²]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/m ²]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cls f_{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	4,50	1,80	0,50	30.00	Centrati	7	15,00	--	--
2	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	8,00	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	12,00	--	--

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	10,90	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	11,90	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ _{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R _{ck}	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	S 355	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _v , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,00	X _r = 5,00	Q _d = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Condizione n° 2 - Variabile - Condizione 2 (I_g=0) [Ψ₀=1.00 - Ψ₁=1.00 - Ψ₂=1.00]

Carico concentrato sulla paratia	Y=12,00	F _x =0	F _y =-10000	M=0
----------------------------------	---------	-------------------	------------------------	-----

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=4.90]	0
2	Scavo fino alla profondità di 4.90 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=4.50) [Hscavo=4.90]	0
4	Scavo fino alla profondità di 8.35 metri	1
5	Inserimento tirante 2 (X=8.00) [Hscavo=8.35]	2
6	Scavo fino alla profondità di 12.00 metri	3
7	Inserimento vincolo 1 (X=-10.90) [Hscavo=12.00]	4
8	Inserimento vincolo 2 (X=-11.90) [Hscavo=12.00]	4
9	Quota falda valle 12.00 metri - Quota falda monte 6.60 metri [Hscavo=12.00]	5
10	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=12.00]	5
11	Quota falda valle 12.00 metri - Quota falda monte 12.00 metri [Hscavo=12.00]	6
12	Inserimento sisma	6
13	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=12.00]	6

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)

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}	0.80	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_r	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		R3
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

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in acciaio

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

con:

A_v Area lorda sezione profilo

Sezione in c.a.

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

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

con:

d altezza utile sezione [mm]

b_w larghezza minima sezione [mm]

A_{sw} area armatura trasversale [mmq]

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]

α_c coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

σ_{cp} tensione media di compressione [N/mmq]

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

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

12.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 240 elementi fuori terra e 60 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	12,00	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	15,00	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is	Y _{Is} [m]	Pw	Y _{Pw} [m]	Pp	Y _{Pp} [m]	Pc	Y _{Pc} [m]
1	ESE	2962	3,86	--	--	0	0,00	-1332	5,77	1092	7,79
2	ESE	12500	5,65	--	--	0	0,00	-6974	9,06	2946	10,39
3	ESE	12500	5,65	--	--	0	0,00	-6974	9,06	2946	10,39
4	ESE	12790	5,56	--	--	0	0,00	-1039	12,58	780	13,86
5	ESE	12790	5,56	--	--	0	0,00	-1039	12,58	780	13,86
6	ESE	13946	5,93	--	--	30780	11,94	-13788	13,68	4	12,02
7	ESE	18308	6,83	3207	8,00	0	0,00	-1519	12,63	1000	13,34
1	SLU - STR	4973	3,71	--	--	0	0,00	-2138	5,86	2122	7,71
2	SLU - STR	18455	5,54	--	--	0	0,00	-9466	9,06	4082	10,35
3	SLU - STR	18455	5,54	--	--	0	0,00	-9466	9,06	4082	10,35
4	SLU - STR	18842	5,46	--	--	0	0,00	-1383	12,58	1043	13,86
5	SLU - STR	18842	5,46	--	--	0	0,00	-1383	12,58	1043	13,86
6	SLU - STR	20009	5,72	--	--	30780	11,94	-13866	13,65	5	12,02
7	SLV - STR	20689	6,45	7001	8,00	0	0,00	-1846	12,62	1246	13,45
1	SLU - GEO	5225	3,65	--	--	0	0,00	-1897	6,08	2283	7,75
2	SLU - GEO	18502	5,49	--	--	0	0,00	-9075	9,06	3963	10,33
3	SLU - GEO	18502	5,49	--	--	0	0,00	-9075	9,06	3963	10,33
4	SLU - GEO	18870	5,41	--	--	0	0,00	-1311	12,58	991	13,86
5	SLU - GEO	18870	5,41	--	--	0	0,00	-1311	12,58	991	13,86
6	SLU - GEO	19952	5,67	--	--	30780	11,94	-13843	13,66	5	12,02
7	SLV - GEO	21318	6,23	8968	8,00	0	0,00	-1756	12,62	1209	13,42

Simbologia adottata

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

n°	Tipo	Rc [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt	Y _{Rt} [m]	Rv	Y _{Rv} [m]	Rp	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	2721	4,50	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	8473	4,50	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	8473	4,50	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	12533	5,50	0	0,00	0	0,00
5	ESE	0	0,00	12533	5,50	1	11,25	0	0,00

n°	Tipo	Rc [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
6	ESE	0	0,00	15662	5,84	-15277	11,12	0	0,00
7	ESE	0	0,00	15899	5,79	-5097	10,34	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	4957	4,50	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	13072	4,50	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	13072	4,50	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	18506	5,40	0	0,00	0	0,00
5	SLU - STR	0	0,00	18507	5,40	1	11,31	0	0,00
6	SLU - STR	0	0,00	21656	5,67	-15268	11,13	0	0,00
7	SLV - STR	0	0,00	20910	5,66	-6181	10,47	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	5611	4,50	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	13391	4,50	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	13392	4,50	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	18555	5,36	0	0,00	0	0,00
5	SLU - GEO	0	0,00	18555	5,36	1	11,29	0	0,00
6	SLU - GEO	0	0,00	21631	5,62	-15260	11,13	0	0,00
7	SLV - GEO	0	0,00	23193	5,59	-6543	10,54	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	4,90	4,90	6,10	0,00	0,08	---
2	ESE	8,35	8,75	8,70	0,00	0,41	---
3	ESE	8,35	8,75	8,70	0,00	0,41	---
4	ESE	12,00	12,40	12,11	0,00	0,15	---
5	ESE	12,00	12,40	12,11	0,00	0,15	---
6	ESE	12,00	12,40	12,11	0,00	1,86	---
7	ESE	12,00	12,40	12,36	0,00	0,21	---
1	SLU - STR	4,90	4,95	6,00	0,99	0,13	26441
2	SLU - STR	8,35	8,75	8,70	0,00	0,50	22802
3	SLU - STR	8,35	8,75	8,70	0,00	0,50	22802
4	SLU - STR	12,00	12,40	12,11	0,00	0,18	18953
5	SLU - STR	12,00	12,40	12,11	0,00	0,18	18953
6	SLU - STR	12,00	12,40	12,11	0,00	1,77	18004
7	SLV - STR	12,00	12,40	12,36	0,00	0,26	18004
1	SLU - GEO	4,90	5,20	6,04	3,45	0,27	---
2	SLU - GEO	8,35	8,75	8,70	0,00	1,03	---
3	SLU - GEO	8,35	8,75	8,70	0,00	1,03	---
4	SLU - GEO	12,00	12,40	12,11	0,00	0,37	---
5	SLU - GEO	12,00	12,40	12,11	0,00	0,37	---
6	SLU - GEO	12,00	12,40	12,11	0,00	3,67	---
7	SLV - GEO	12,00	12,40	12,36	0,00	0,48	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	2049	4,50	2253	4,50	10387	15,00	MAX
		-170	8,50	-946	6,10	0	0,00	MIN
2	ESE	4387	4,50	4230	8,70	13707	15,00	MAX
		-2602	6,80	-5474	4,50	0	0,00	MIN
3	ESE	4387	4,50	4230	8,70	13708	15,00	MAX
		-2602	6,80	-5474	4,50	0	0,00	MIN
4	ESE	5236	4,50	3820	8,00	16051	15,00	MAX
		-2240	6,90	-5681	4,50	0	0,00	MIN
5	ESE	5237	4,50	3820	8,00	16052	15,00	MAX
		-2240	6,90	-5681	4,50	0	0,00	MIN
6	ESE	6033	4,50	6370	10,90	17383	12,00	MAX
		-2469	7,00	-6101	4,50	0	0,00	MIN
7	ESE	5908	4,50	4179	10,90	17995	15,00	MAX
		-2522	6,90	-6335	4,50	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	4120	4,50	3916	4,50	11677	15,00	MAX
		-335	8,45	-1836	6,00	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	7272	4,50	5745	8,70	16362	15,00	MAX
		-3315	6,90	-8151	4,50	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	7272	4,50	5745	8,70	16363	15,00	MAX
		-3315	6,90	-8151	4,50	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	8408	4,50	5308	4,50	19500	15,00	MAX
		-2842	6,95	-8425	4,50	0	0,00	MIN

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
5	SLU - STR	8408	4,50	5308	4,50	19500	15,00	MAX
		-2842	6,95	-8426	4,50	0	0,00	MIN
6	SLU - STR	9219	4,50	6442	10,90	20844	12,00	MAX
		-3076	7,00	-8849	4,50	0	0,00	MIN
7	SLV - STR	9042	4,50	5395	4,50	20888	15,00	MAX
		-2871	7,00	-8613	4,50	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	4635	4,50	4166	4,50	12055	15,00	MAX
		-358	8,45	-1977	6,00	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	7764	4,50	5514	8,70	16547	15,00	MAX
		-3055	6,90	-8227	4,50	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	7764	4,50	5514	8,70	16547	15,00	MAX
		-3055	6,90	-8227	4,50	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	8843	4,50	5532	4,50	19528	15,00	MAX
		-2610	7,00	-8486	4,50	0	0,00	MIN
5	SLU - GEO	8843	4,50	5532	4,50	19529	15,00	MAX
		-2610	7,00	-8486	4,50	0	0,00	MIN
6	SLU - GEO	9628	4,50	6415	10,90	20829	12,00	MAX
		-2837	7,05	-8891	4,50	0	0,00	MIN
7	SLV - GEO	9632	4,50	6237	4,50	22206	15,00	MAX
		-3249	6,95	-9737	4,50	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	ESE	1,2893	0,00	0,0458	0,00	MAX
		-0,0216	7,00	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,9603	0,00	0,0614	0,00	MAX
		-0,0154	10,25	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,9603	0,00	0,0614	0,00	MAX
		-0,0154	10,25	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,9092	0,00	0,0694	0,00	MAX
		-0,0048	13,70	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,9091	0,00	0,0694	0,00	MAX
		-0,0048	13,70	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	1,0163	6,95	0,0620	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	1,0392	6,80	0,0766	0,00	MAX
		-0,0037	13,90	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	2,3438	0,00	0,0519	0,00	MAX
		-0,0437	6,90	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	1,8858	0,00	0,0739	0,00	MAX
		-0,0208	10,25	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	1,8858	0,00	0,0739	0,00	MAX
		-0,0208	10,25	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	1,8176	0,00	0,0846	0,00	MAX
		-0,0064	13,70	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	1,8175	0,00	0,0846	0,00	MAX
		-0,0064	13,70	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	1,7653	0,00	0,0704	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - STR	1,7632	0,00	0,0893	0,00	MAX
		-0,0053	13,85	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	2,6021	0,00	0,0537	0,00	MAX
		-0,0462	6,95	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	2,1585	0,00	0,0748	0,00	MAX
		-0,0199	10,25	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	2,1585	0,00	0,0748	0,00	MAX
		-0,0199	10,25	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	2,0937	0,00	0,0850	0,00	MAX
		-0,0061	13,70	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	2,0937	0,00	0,0850	0,00	MAX
		-0,0061	13,70	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	2,0427	0,00	0,0733	0,00	MAX
		0,0000	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - GEO	2,0088	0,00	0,0953	0,00	MAX
		-0,0050	13,85	0,0000	0,00	MIN

Verifica a spostamento

Simbologia adottata

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

n°	Tipo	Ulim [cm]	U [cm]
1	ESE	7,0000	1,2893
2	ESE	7,0000	0,9603
3	ESE	7,0000	0,9603
4	ESE	7,0000	0,9092
5	ESE	7,0000	0,9091
6	ESE	7,0000	1,0163
7	ESE	7,0000	1,0392
1	SLU - STR	7,0000	2,3438
2	SLU - STR	7,0000	1,8858
3	SLU - STR	7,0000	1,8858
4	SLU - STR	7,0000	1,8176
5	SLU - STR	7,0000	1,8175
6	SLU - STR	7,0000	1,7653
7	SLV - STR	7,0000	1,7632
1	SLU - GEO	7,0000	2,6021
2	SLU - GEO	7,0000	2,1585
3	SLU - GEO	7,0000	2,1585
4	SLU - GEO	7,0000	2,0937
5	SLU - GEO	7,0000	2,0937
6	SLU - GEO	7,0000	2,0427
7	SLV - GEO	7,0000	2,0088

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
20	SLU - GEO	17789 5,69	400945 13,60	30780 11,94	21631 5,62	0 0,00	15260 11,13	0 0,00	254220	789839	3.107	8.649

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	-1,50; 1,50	16,57	-16,79; -4,89	14,87; -1,10	16.820	1.100
2	ESE	-1,50; 1,50	16,57	-14,83; -8,34	14,87; -1,10	9.108	1.100
3	ESE	-1,50; 1,50	16,57	-14,83; -8,34	14,87; -1,10	9.108	1.100
4	ESE	-1,50; 0,00	15,07	-10,64; -11,99	13,54; -1,10	5.790	1.100
5	ESE	-1,50; 0,00	15,07	-10,64; -11,99	13,54; -1,10	5.790	1.100
6	ESE	-1,50; 0,00	15,07	-10,64; -11,99	13,54; -1,10	5.093	1.100
7	ESE	-1,50; 1,50	16,57	-11,12; -11,99	14,87; -1,10	5.020	1.200
1	SLU - GEO	-1,50; 1,50	16,57	-16,79; -4,89	14,87; -1,10	13.472	1.100
2	SLU - GEO	-1,50; 1,50	16,57	-14,83; -8,34	14,87; -1,10	7.322	1.100
3	SLU - GEO	-1,50; 1,50	16,57	-14,83; -8,34	14,87; -1,10	7.322	1.100
4	SLU - GEO	-1,50; 0,00	15,07	-10,64; -11,99	13,54; -1,10	4.663	1.100
5	SLU - GEO	-1,50; 0,00	15,07	-10,64; -11,99	13,54; -1,10	4.663	1.100
6	SLU - GEO	-1,50; 0,00	15,07	-10,64; -11,99	13,54; -1,10	4.102	1.100
7	SLV - GEO	0,00; 6,00	21,00	-10,84; -11,99	19,77; -1,10	4.400	1.200

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 striscia

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

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/cmq]

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

Fase n° 6 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	Wi [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	174,96	-36.23	0,57	30.08	1,600	0,016	(0; 0)
2	536,84	-34.08	0,56	30.08	1,600	0,048	(0; 0)
3	870,94	-31.98	0,55	30.08	1,600	0,078	(0; 0)
4	1179,15	-29.93	0,53	30.08	1,600	0,106	(0; 0)
5	1463,11	-27.92	0,52	30.08	1,600	0,132	(0; 0)
6	1724,17	-25.95	0,51	30.08	1,600	0,155	(0; 0)
7	1963,53	-24.01	0,51	30.08	1,600	0,177	(0; 0)
8	2182,18	-22.10	0,50	30.08	1,600	0,197	(0; 0)
9	2381,00	-20.21	0,49	30.08	1,600	0,214	(0; 0)
10	2560,72	-18.35	0,49	30.08	1,600	0,231	(0; 0)
11	2721,99	-16.51	0,48	30.08	1,600	0,245	(0; 0)
12	2865,36	-14.68	0,48	30.08	1,600	0,258	(0; 0)
13	2991,31	-12.87	0,47	30.08	1,600	0,269	(0; 0)
14	3100,24	-11.07	0,47	30.08	1,600	0,279	(0; 0)
15	3192,48	-9.29	0,47	30.08	1,600	0,288	(0; 0)
16	3268,31	-7.51	0,47	30.08	1,600	0,294	(0; 0)
17	3327,96	-5.74	0,46	30.08	1,600	0,300	(0; 0)
18	3371,59	-3.97	0,46	30.08	1,600	0,304	(0; 0)
19	3399,35	-2.21	0,46	30.08	1,600	0,306	(0; 0)
20	3411,29	-0.45	0,46	30.08	1,600	0,307	(0; 0)
21	3407,47	1.31	0,46	30.08	1,600	0,307	(0; 0)
22	3387,86	3.07	0,46	30.08	1,600	0,305	(0; 0)
23	3352,42	4.83	0,46	30.08	1,600	0,302	(0; 0)
24	15944,34	6.64	0,49	30.08	1,600	0,837	(0; 0)
25	15869,80	8.49	0,49	30.08	1,600	0,831	(0; 0)
26	15776,65	10.35	0,49	30.08	1,600	0,823	(0; 0)
27	15664,57	12.23	0,49	30.08	1,600	0,813	(0; 0)
28	15533,20	14.12	0,50	30.08	1,600	0,802	(0; 0)
29	15382,06	16.02	0,50	30.08	1,600	0,789	(0; 0)
30	15210,64	17.94	0,51	30.08	1,600	0,774	(0; 0)
31	15018,29	19.89	0,51	30.08	1,600	0,757	(0; 0)
32	14804,26	21.85	0,52	30.08	1,600	0,739	(0; 0)
33	14567,69	23.85	0,53	30.08	1,600	0,719	(0; 0)
34	13573,37	25.87	0,54	30.08	1,600	0,696	(0; 0)
35	12910,48	27.94	0,55	30.08	1,600	0,672	(0; 0)
36	12599,44	30.04	0,56	30.08	1,600	0,645	(0; 0)
37	12260,59	32.18	0,57	30.08	1,600	0,616	(0; 0)
38	11891,97	34.38	0,59	30.08	1,600	0,584	(0; 0)
39	11491,24	36.64	0,60	30.08	1,600	0,549	(3733; 1612)
40	11055,53	38.97	0,62	30.08	1,600	0,512	(0; 0)
41	10581,36	41.38	0,64	30.08	1,600	0,471	(0; 0)
42	10064,36	43.88	0,67	30.08	1,600	0,426	(0; 0)
43	9498,99	46.49	0,70	30.08	1,600	0,378	(0; 0)
44	8878,02	49.23	0,74	30.08	1,600	0,324	(7048; 1341)
45	8191,73	52.13	0,79	30.08	1,600	0,265	(0; 0)
46	7426,47	55.24	0,85	30.08	1,600	0,199	(0; 0)
47	6589,75	58.62	0,93	26.56	0,840	0,125	(0; 0)
48	5712,98	62.37	1,04	23.04	0,080	0,039	(0; 0)
49	4705,26	66.67	1,22	23.04	0,080	0,000	(0; 0)
50	3445,15	71.96	1,56	23.04	0,080	0,000	(0; 0)
51	1363,60	80.27	2,86	23.04	0,080	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 372846,02$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 134651,54$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 184989,18$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 409583,10$ [kg]**Risultati tiranti**

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfaldamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ _f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	28566	8,04	9,00	15,00	3551,92	1,21203	31765	202033	757626	1.112	13
2	20022	8,04	7,00	12,00	2489,58	1,16144	24784	157137	589264	1.238	13

Risultati vincoli**Simbologia adottata**

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-11854	1	--	--	0,18256	0,23205
2	-3457	2863	--	--	0,07986	0,06303

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]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
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 40,75 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 168,55 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
6 - SLU - GEO	4,20	60,00	10,05	10,05	4798	3780	26596	20951	3.326

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLV - GEO	4,50	5779	4050	5811	0	1.006

Verifica a taglio**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
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 muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 40,75 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
7 - SLV - GEO	4,20	60,00	0,00	5395	24698	4.578	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
7 - SLV - GEO	4,50	-5842	51632	8.838

Verifica tensioni

Simbologia adottata

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

Area della sezione del tubolare 40,75 [cm²]

A_{fi}	A_{fs}	σ_c	cmb	σ_{fi}	cmb	σ_{fs}	cmb
[cm ²]	[cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]		[kg/cm ²]	
10,05	10,05	16,13	6	-157,77	6	683,98	6

σ	τ_f	σ_{id}	cmb
[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	
3114,95	179,67	3130,46	6

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M_f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W_{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W_k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M_f	s	ϵ_{sm}	W_{lim}	W_k
		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Muro	6 - ESE	4,20	3022	-16631	0,000	0,0000	0,200	0,000

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° 2 (X=4,50 m) (Cordolo in c.a.)

$B=60,00$ [cm]	$H=60,00$ [cm]		
$A_{fv}=12,57$ [cm ²]	$A_{fh}=6,28$ [cm ²]	Staffe $\phi 16/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=6469$ [kgm]	$M_{uh}=27358$ [kgm]	$FS=4.23$	
$T_h=14376$ [kg]	$T_{Rh}=145348$ [kg]	$FS_T=10.11$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=3735$ [kgm]	$M_{uv}=27358$ [kgm]	$FS=7.32$	
$T_v=8300$ [kg]	$T_R=145348$ [kg]	$FS_{Tv}=17.51$	$\cotg\theta_v=1.00$

Cordolo N° 3 (X=8,00 m) (Cordolo in c.a.)

$B=45,00$ [cm]	$H=60,00$ [cm]		
$A_{fv}=12,57$ [cm ²]	$A_{fh}=3,14$ [cm ²]	Staffe $\phi 16/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=5202$ [kgm]	$M_{uh}=19921$ [kgm]	$FS=3.83$	
$T_h=8670$ [kg]	$T_{Rh}=105708$ [kg]	$FS_T=12.19$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=3003$ [kgm]	$M_{uv}=20519$ [kgm]	$FS=6.83$	
$T_v=5006$ [kg]	$T_R=109011$ [kg]	$FS_{Tv}=21.78$	$\cotg\theta_v=1.00$

13 VASCA DI DISSIPAZIONE – PARATIA DI MICROPALI CON 1 ORDINE DI TIRANTI

13.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	4,50	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	7,50	[m]
Lunghezza paratia	10,80	[m]
Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,60	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Numero totale di micropali	18	
Numero di micropali per metro lineare	1.67	
Diametro esterno del tubolare	139,70	[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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
2	5,40	3,60	33.69
3	18,00	3,60	0.00
4	19,00	3,60	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-1,00	--
2	0,00	-1,00	33.69

Profilo di valle - Fase n° 2

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-4,50	--
2	0,00	-4,50	33.69

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/cm ^q]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
9	3-LT RINFIANCO	2000,0	2100,0	28.00	18.67	0,100

Parametri per il calcolo dei tiranti

Simbologia adottata

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
C _{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ^q]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
C _{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ^q]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	C _{min} [kg/cm ^q]	C _{med} [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
9	3-LT RINFIANCO	28.00	28.00	18.67	18.67	0,100	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/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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ^q /cm]	K _{wV} [kg/cm ^q /cm]	Terreno M	Terreno V
1	4,00	0.00	0.00	0.94	0.94	3-LT RINFIANCO	3-LT RINFIANCO
2	15,00	0.00	0.00	12.06	12.06	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	0,00	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	4,50	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R _{ck}	408	[kg/cm ^q]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f _{yk}	9500	[kg/cm ^q]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]

I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti

Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cl s f _{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipologia	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	0,30	2,40	0,50	30.00	Centrati	5	8,00	--	--

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	4,50	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	4,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ _{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R _{ck}	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	S 355	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _v , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 5,40	X _r = 10,40	Q _i = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------

Condizione n° 2 - Permanente - Condizione 2

Carico concentrato sulla paratia	Y=4,50	F _x =0	F _y =-20000	M=0
----------------------------------	--------	-------------------	------------------------	-----

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.00]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.00 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.30) [Hscavo=1.00]	0
4	Scavo fino alla profondità di 4.50 metri	1
5	Inserimento vincolo 1 (X=-4.50) [Hscavo=4.50]	2
6	Inserimento vincolo 2 (X=-4.00) [Hscavo=4.50]	2
7	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=4.50]	3
8	Quota falda valle 4.50 metri - Quota falda monte 0.00 metri [Hscavo=4.50]	3
9	Inserimento sisma	4
10	Quota falda valle 4.50 metri - Quota falda monte 4.50 metri [Hscavo=4.50]	4
11	Rimozione condizione di carico nr 2 [Hscavo=4.50]	4

Analisi per Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

- Analisi per condizioni di esercizio
- Analisi per coefficienti tipo A1-M1
- Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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

Identificazione del sito

Latitudine	43.490559
Longitudine	11.191562
Comune	Poggibonsi
Provincia	Siena
Regione	Toscana
Punti di interpolazione del reticolo	21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.603	0.722
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.100	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.037	0.037
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto $\alpha \beta$	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	17.977	8.449
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

13.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 90 elementi fuori terra e 60 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	4,50	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	7,50	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	0	0,00	--	--	0	0,00	-5	1,71	2	4,50
2	ESE	4178	3,35	--	--	0	0,00	-4841	5,16	1687	6,67
3	ESE	4178	3,35	--	--	0	0,00	-4841	5,16	1687	6,67
4	ESE	2837	3,51	--	--	23625	4,71	-13776	5,88	0	4,68
5	ESE	5451	3,01	3271	3,00	0	0,00	-5087	5,16	1824	6,49
1	SLU - STR	0	0,00	--	--	0	0,00	-5	1,71	2	4,50
2	SLU - STR	7460	3,17	--	--	0	0,00	-8384	5,15	3028	6,66
3	SLU - STR	7460	3,17	--	--	0	0,00	-8384	5,15	3028	6,66
4	SLU - STR	5929	3,26	--	--	23625	4,71	-15958	5,66	0	4,68
5	SLV - STR	4832	3,12	8045	3,00	0	0,00	-8590	5,16	3169	6,55
1	SLU - GEO	0	0,00	--	--	0	0,00	-5	1,71	2	4,50
2	SLU - GEO	9025	3,00	--	--	0	0,00	-9786	5,15	3638	6,65
3	SLU - GEO	9025	3,00	--	--	0	0,00	-9786	5,15	3638	6,65
4	SLU - GEO	7050	3,02	--	--	23625	4,71	-16721	5,58	0	4,68
5	SLV - GEO	8386	3,01	10067	3,00	0	0,00	-10187	5,16	3681	6,59

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	-3	0,30	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	1024	0,30	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	1024	0,30	0	4,22	0	0,00
4	ESE	0	0,00	2763	0,30	-9923	3,98	0	0,00
5	ESE	0	0,00	2182	0,30	-3278	3,40	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	-3	0,30	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	2104	0,30	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	2104	0,30	0	4,65	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	3753	0,30	-9843	3,99	0	0,00
5	SLV - STR	0	0,00	3405	0,30	-4050	3,62	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	-3	0,30	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	2878	0,30	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	2878	0,30	0	4,41	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	4480	0,30	-9474	4,02	0	0,00
5	SLV - GEO	0	0,00	4622	0,30	-7324	3,52	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	1,00	1,00	3,29	0,00	0,00	---
2	ESE	4,50	4,90	4,85	0,00	0,60	---

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	P _d [m]
3	ESE	4,50	4,90	4,85	0,00	0,60	---
4	ESE	4,50	4,90	4,50	0,00	1,82	---
5	ESE	4,50	4,90	4,50	0,00	0,67	---
1	SLU - STR	1,00	1,00	3,29	0,00	0,00	22644
2	SLU - STR	4,50	4,90	4,85	0,00	0,94	18953
3	SLU - STR	4,50	4,90	4,85	0,00	0,94	18953
4	SLU - STR	4,50	4,90	4,50	0,00	1,98	18004
5	SLV - STR	4,50	4,90	4,50	0,00	1,13	18004
1	SLU - GEO	1,00	1,00	3,29	0,00	0,00	---
2	SLU - GEO	4,50	4,90	4,85	0,00	2,36	---
3	SLU - GEO	4,50	4,90	4,85	0,00	2,36	---
4	SLU - GEO	4,50	4,90	4,50	0,00	4,33	---
5	SLV - GEO	4,50	4,90	4,50	0,00	2,60	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	3	1,75	3	0,30	1186	7,50	MAX
		0	5,25	-2	3,25	0	0,00	MIN
2	ESE	2141	5,20	3154	4,85	1779	7,50	MAX
		-2482	3,10	-1686	5,80	0	0,00	MIN
3	ESE	2141	5,20	3154	4,85	1779	7,50	MAX
		-2482	3,10	-1686	5,80	0	0,00	MIN
4	ESE	1865	4,00	7915	4,00	2308	4,50	MAX
		-3501	2,35	-2718	0,30	-17692	4,50	MIN
5	ESE	2064	5,25	5841	4,00	2447	7,50	MAX
		-2963	2,50	-2146	0,30	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	3	1,75	3	0,30	1186	7,50	MAX
		0	5,25	-2	3,25	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	3844	5,20	5357	4,85	2403	7,50	MAX
		-4564	2,85	-3028	5,80	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	3844	5,20	5357	4,85	2403	7,50	MAX
		-4564	2,85	-3028	5,80	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	3559	5,15	10022	4,00	2880	4,50	MAX
		-5584	2,55	-3708	0,30	-23120	4,50	MIN
5	SLV - STR	3774	5,20	7865	4,00	3154	7,50	MAX
		-4918	2,55	-3371	0,30	0	0,00	MIN
1	SLU - GEO	3	1,75	3	0,30	1186	7,50	MAX
		0	5,25	-2	3,25	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	4620	5,20	6148	4,85	2850	7,50	MAX
		-5583	2,65	-3638	5,80	0	0,00	MIN
3	SLU - GEO	4620	5,20	6148	4,85	2850	7,50	MAX
		-5583	2,65	-3638	5,80	0	0,00	MIN
4	SLU - GEO	4349	5,15	10424	4,00	3299	4,50	MAX
		-6699	2,40	-4435	0,30	-16701	4,50	MIN
5	SLV - GEO	4484	5,20	11771	4,00	3856	7,50	MAX
		-6968	2,40	-4580	0,30	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 [cm]	Y _U [m]	V [cm]	Y _V [m]	
1	ESE	0,0012	0,00	0,0020	0,00	MAX
		0,0000	3,95	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,4205	2,75	0,0040	0,00	MAX
		-0,0128	0,00	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,4205	2,75	0,0040	0,00	MAX
		-0,0128	0,00	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,5675	2,35	0,0000	0,00	MAX
		0,0000	0,00	-0,0241	4,50	MIN
5	ESE	0,5112	2,45	0,0062	0,00	MAX
		-0,0113	6,55	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,0012	0,00	0,0020	0,00	MAX
		0,0000	3,95	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,7829	2,65	0,0061	0,00	MAX
		-0,0208	6,50	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,7829	2,65	0,0061	0,00	MAX

n°	Tipo	U	Yu	V	Yv	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
4	SLU - STR	-0,0208	6,50	0,0000	0,00	MIN
		0,9188	2,45	0,0000	0,00	MAX
		0,0000	0,00	-0,0316	4,50	MIN
5	SLV - STR	0,8689	2,50	0,0086	0,00	MAX
		-0,0205	6,50	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,0012	0,00	0,0020	0,00	MAX
		0,0000	3,95	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,9723	2,60	0,0076	0,00	MAX
		-0,0250	6,50	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,9723	2,60	0,0076	0,00	MAX
		-0,0250	6,50	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	1,1049	2,45	0,0000	0,00	MAX
		0,0000	0,00	-0,0227	4,50	MIN
5	SLV - GEO	1,1343	2,40	0,0109	0,00	MAX
		-0,0243	6,50	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	3,7500	0,0012
2	ESE	3,7500	0,4205
3	ESE	3,7500	0,4205
4	ESE	3,7500	0,5675
5	ESE	3,7500	0,5112
1	SLU - STR	3,7500	0,0012
2	SLU - STR	3,7500	0,7829
3	SLU - STR	3,7500	0,7829
4	SLU - STR	3,7500	0,9188
5	SLV - STR	3,7500	0,8689
1	SLU - GEO	3,7500	0,0012
2	SLU - GEO	3,7500	0,9723
3	SLU - GEO	3,7500	0,9723
4	SLU - GEO	3,7500	1,1049
5	SLV - GEO	3,7500	1,1343

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
14	SLU - GEO	7151 3,00	400945 6,10	23625 4,71	4480 0,30	0 0,00	9474 4,02	0 0,00	96901	593164	6.121	12.834

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	Xc, Yc [m]	R [m]	Xv, Yv [m]	Xm, Ym [m]	FS	R
1	ESE	0,00; 3,75	11,25	-10,20; -0,99	11,25; 3,60	10,408	1.100
2	ESE	0,00; 3,00	10,50	-7,36; -4,49	10,49; 2,54	6.213	1.100
3	ESE	0,00; 3,00	10,50	-7,36; -4,49	10,49; 2,54	6.213	1.100
4	ESE	0,00; 3,00	10,50	-7,36; -4,49	10,49; 2,54	5.455	1.100
5	ESE	0,00; 3,75	11,25	-7,66; -4,49	11,25; 3,60	5.328	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 3,00	10,50	-9,71; -0,98	10,49; 2,54	8.156	1.100
2	SLU - GEO	0,00; 3,00	10,50	-7,36; -4,49	10,49; 2,54	4.903	1.100
3	SLU - GEO	0,00; 3,00	10,50	-7,36; -4,49	10,49; 2,54	4.903	1.100
4	SLU - GEO	0,00; 3,00	10,50	-7,36; -4,49	10,49; 2,54	4.308	1.100
5	SLV - GEO	0,00; 6,00	13,50	-8,50; -4,49	13,29; 3,60	4.658	1.200

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 α)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]

Fase n° 4 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	Wi [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	128,89	-43.19	0,48	30.08	1,600	0,015	(0; 0)
2	393,67	-40.62	0,46	30.08	1,600	0,047	(0; 0)
3	635,85	-38.14	0,45	30.08	1,600	0,076	(0; 0)
4	857,73	-35.75	0,43	30.08	1,600	0,102	(0; 0)
5	1061,13	-33.43	0,42	30.08	1,600	0,126	(0; 0)
6	1247,56	-31.16	0,41	30.08	1,600	0,148	(0; 0)
7	1418,24	-28.95	0,40	30.08	1,600	0,169	(0; 0)
8	1574,20	-26.79	0,39	30.08	1,600	0,187	(0; 0)
9	1716,30	-24.66	0,39	30.08	1,600	0,204	(0; 0)
10	1845,28	-22.58	0,38	30.08	1,600	0,219	(0; 0)
11	1961,73	-20.52	0,37	30.08	1,600	0,233	(0; 0)
12	2066,19	-18.49	0,37	30.08	1,600	0,246	(0; 0)
13	2159,10	-16.48	0,37	30.08	1,600	0,257	(0; 0)
14	2240,84	-14.50	0,36	30.08	1,600	0,266	(0; 0)
15	2311,73	-12.53	0,36	30.08	1,600	0,275	(0; 0)
16	2372,03	-10.58	0,36	30.08	1,600	0,282	(0; 0)
17	2421,96	-8.64	0,35	30.08	1,600	0,288	(0; 0)
18	2461,70	-6.71	0,35	30.08	1,600	0,293	(0; 0)
19	2491,38	-4.79	0,35	30.08	1,600	0,296	(0; 0)
20	2511,12	-2.87	0,35	30.08	1,600	0,299	(0; 0)
21	2520,97	-0.96	0,35	30.08	1,600	0,300	(0; 0)
22	5953,47	0.95	0,35	30.08	1,600	0,750	(0; 0)
23	6106,71	2.86	0,35	30.08	1,600	0,749	(0; 0)
24	6250,13	4.78	0,35	30.08	1,600	0,746	(0; 0)
25	6383,67	6.69	0,35	30.08	1,600	0,743	(0; 0)
26	6507,23	8.62	0,35	30.08	1,600	0,738	(0; 0)
27	6620,67	10.56	0,36	30.08	1,600	0,732	(0; 0)
28	6723,82	12.50	0,36	30.08	1,600	0,725	(0; 0)
29	6816,46	14.47	0,36	30.08	1,600	0,717	(0; 0)
30	6898,32	16.45	0,36	30.08	1,600	0,707	(0; 0)
31	6969,10	18.45	0,37	30.08	1,600	0,696	(0; 0)
32	7028,41	20.47	0,37	30.08	1,600	0,684	(0; 0)
33	7075,82	22.52	0,38	30.08	1,600	0,670	(0; 0)
34	7110,82	24.60	0,38	30.08	1,600	0,655	(0; 0)
35	7132,80	26.72	0,39	30.08	1,600	0,638	(0; 0)
36	7141,04	28.88	0,40	30.08	1,600	0,619	(0; 0)
37	7557,16	31.08	0,41	30.08	1,600	0,599	(0; 0)
38	7744,71	33.34	0,42	30.08	1,600	0,577	(0; 0)
39	7542,94	35.65	0,43	30.08	1,600	0,553	(0; 0)
40	7322,89	38.04	0,44	30.08	1,600	0,527	(0; 0)
41	7082,75	40.51	0,46	30.08	1,600	0,498	(0; 0)
42	6820,27	43.07	0,48	30.08	1,600	0,467	(0; 0)
43	6532,56	45.74	0,50	30.08	1,600	0,433	(0; 0)
44	6224,12	48.55	0,53	26.56	0,840	0,395	(0; 0)
45	5914,38	51.52	0,56	23.04	0,080	0,353	(0; 0)
46	5571,47	54.71	0,61	23.04	0,080	0,306	(0; 0)

N°	Wi [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
47	5183,28	58.17	0,66	23.04	0,080	0,253	(0; 0)
48	4734,89	62.01	0,75	23.04	0,080	0,192	(0; 0)
49	4199,02	66.43	0,87	23.04	0,080	0,119	(0; 0)
50	3513,41	71.89	1,12	23.04	0,080	0,026	(0; 0)
51	2129,75	81.23	2,29	23.04	0,080	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 225189,67$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 78912,39$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 107073,59$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 278533,53$ [kg]

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _r	area di armatura in ogni tirante espressa in [cm ²]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ_r	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cm ²]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _r [cm ²]	L _f [m]	L [m]	σ_r [kg/cm ²]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	11528	8,04	5,00	8,00	1433,39	0,24273	21363	112241	420903	1.853	15

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-320	7026	--	--	0,37724	0,37724
2	-14350	0	--	--	0,60843	0,28434

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 40,75 [cm²]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 168,55 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
5 - SLV - GEO	2,40	-4181	1829	5811	0	1.390

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 $A = 40,75 \text{ cm}^2$

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
5 - SLV - GEO	4,00	7062	51632	7.311

Verifica tensioni

Simbologia adottata

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

Area della sezione del tubolare 40,75 [cm²]

σ_f [kg/cm ²]	τ_f [kg/cm ²]	σ_{id} [kg/cm ²]	cmb
1731,24	0,06	1731,24	4

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=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cm ²]	A _{fh} =6,28 [cm ²]	Staffe ϕ 16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =3328 [kgm]	M _{vh} =27358 [kgm]	FS=8.22	
T _h =5546 [kg]	T _{vh} =145348 [kg]	FS _r =26.21	cotg θ h=1.00
M _v =1921 [kgm]	M _{vh} =27358 [kgm]	FS=14.24	
T _v =3202 [kg]	T _v =145348 [kg]	FS _r v=45.39	cotg θ v=1.00

14 POZZETTO SCARICO DI FONDO – PARATIA DI MICROPALI CON 2 ORDINI DI TIRANTI

14.1 DATI

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali con muro in testa**

Altezza fuori terra	7,70	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	10,70	[m]
Lunghezza paratia	10,80	[m]
Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,60	[m]
Diametro dei micropali	22,00	[cm]
Ordinata testa micropali	0,40	[m]
Numero totale di micropali	18	
Numero di micropali per metro lineare	1.67	
Diametro esterno del tubolare	139,70	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria muro

Altezza paramento	0,40	[m]
Spessore testa paramento	0,60	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	0,000	[°]
Spessore base paramento	0,60	[m]
Larghezza fondazione	0,60	[m]
Altezza fondazione	0,60	[m]
Altezza totale muro	1,00	[m]

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 [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
2	0,70	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
3	4,20	Calcestruzzo	45,00	60,00	--	--

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 [m]	Y [m]	A [°]
----	----------	----------	----------

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	7,20	0,00	0.00
3	18,00	0,00	0.00
4	19,00	0,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-1,10	--
2	0,00	-1,10	0.00

Profilo di valle - Fase n° 3

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-4,55	--
2	0,00	-4,55	0.00

Profilo di valle - Fase n° 5

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-7,70	--
2	0,00	-7,70	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/cm ^q]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2000,0	2400,0	35.90	23.93	2,000
9	3-LT RINFIANCO	2000,0	2100,0	28.00	18.67	0,100

Parametri per il calcolo dei tiranti*Simbologia adottata*

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
C _{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ^q]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
C _{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ^q]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	C _{min} [kg/cm ^q]	C _{med} [kg/cm ^q]
8	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	35.90	35.90	23.93	23.93	2,000	2,000
9	3-LT RINFIANCO	28.00	28.00	18.67	18.67	0,100	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/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 [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ² /cm]	K _{wV} [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	9,40	0.00	0.00	1.81	1.81	3-LT RINFIANCO	3-LT RINFIANCO
2	15,00	0.00	0.00	14.64	14.64	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA	2-LT FONDAZIONE ROCCIOSA ALTERATA

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	4,30	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	7,70	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 3 - Tirante passivo DYWIDAG 32mm

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	12,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C32/40	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	408	[kg/cmq]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	DYWIDAG	
Tensione di snervamento f_{yk}	9500	[kg/cmq]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]

I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti per ogni fila di tiranti

Angolo di attrito medio tirante-terreno	0.00	[°]
Angolo di attrito minimo tirante-terreno	0.00	[°]
Adesione media tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Adesione minima tirante-terreno espresso	2,00	[kg/mq]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cls f_{bd}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kg]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	0,70	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	9,00	--	--
2	Tirante passivo DYWIDAG 32mm	4,20	2,40	0,20	30.00	Centrati	5	13,00	--	--

Vincoli lungo l'altezza della paratia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del vincolo
Y	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
V _x	Vincolo in direzione orizzontale
K _x	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
V _r	Vincolo alla rotazione
K _r	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

N°	Y [m]	V _x	K _x [Kg/cm]	V _r	K _r [Kgm/°]
1	7,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	7,60	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ _{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R _{ck}	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ _{cls} [kg/mc]	Classe cls	R _{ck} [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C32/40	408	343054	S 355	15.00
Cordolo/Muro	2500	C32/40	408	343054	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/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 _d , Q _r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V _d , 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 - Condizione 1 (I_g=0) [Ψ₀=0.40 - Ψ₁=0.40 - Ψ₂=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X _i = 0,00	X _r = 5,00	Q _i = 2000	Q _r = 2000
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=1.10]	0
2	Scavo fino alla profondità di 1.10 metri	0
3	Inserimento tirante 1 (X=0.70) [Hscavo=1.10]	1
4	Scavo fino alla profondità di 4.55 metri	2
5	Inserimento tirante 2 (X=4.20) [Hscavo=4.55]	3
6	Scavo fino alla profondità di 7.70 metri	4
7	Inserimento vincolo 1 (X=-7.00) [Hscavo=7.70]	5
8	Inserimento vincolo 2 (X=-7.60) [Hscavo=7.70]	5
9	Quota falda valle 7.70 metri - Quota falda monte 4.30 metri [Hscavo=7.70]	6
10	Inserimento sisma	7
11	Quota falda valle 7.70 metri - Quota falda monte 7.70 metri [Hscavo=7.70]	7

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)

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}	0.80	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 uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza		R3
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

Impostazioni verifiche SLU

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

Sezione in acciaio

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / 3 \cdot 0.5$$

con:

A_v Area lorda sezione profilo

Sezione in c.a.

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mmq]
$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$	

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Impostazioni di analisi

Analisi per Fasi di Scavo.

Rottura del terreno: Pressione passiva

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

- Analisi per condizioni di esercizio
- Analisi per coefficienti tipo A1-M1
- Analisi per coefficienti tipo A2-M2

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

Identificazione del sito

Latitudine	43.490559
Longitudine	11.191562
Comune	Poggibonsi
Provincia	Siena
Regione	Toscana
Punti di interpolazione del reticolo	21168 - 21167 - 21389 - 21390

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera provvisoria
Vita nominale	10 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	20 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo $[m/s^2]$	0.924	0.438
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.519	2.536
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.286	0.266
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	A	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.100	1.148
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.053	0.053
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	1.000	1.000
Prodotto $\alpha \beta$	1.000 > 0.2	1.000 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica (percento)	10.366	5.123
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nella spinta attiva da monte
 Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

14.2 RISULTATI

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 154 elementi fuori terra e 60 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 incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	7,70	[m]
Profondità di infissione	3,00	[m]
Altezza totale della paratia	10,70	[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 [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	55	0,96	--	--	0	0,00	-70	1,72	15	4,57
2	ESE	55	0,96	--	--	0	0,00	-70	1,72	15	4,57
3	ESE	4565	3,25	--	--	0	0,00	-3742	5,27	722	8,29
4	ESE	4565	3,25	--	--	0	0,00	-3742	5,27	722	8,29
5	ESE	15489	5,20	--	--	0	0,00	-8376	8,67	2842	10,42
6	ESE	15489	5,20	--	--	0	0,00	-8376	8,67	2842	10,42
7	ESE	13933	5,05	--	--	15980	8,25	-12824	9,01	772	10,57
8	ESE	15536	5,26	2053	5,13	0	0,00	-7786	8,74	2852	10,42
1	SLU - STR	289	0,81	--	--	0	0,00	-382	1,70	93	4,46
2	SLU - STR	289	0,81	--	--	0	0,00	-382	1,70	93	4,46
3	SLU - STR	7299	3,11	--	--	0	0,00	-5738	5,35	1192	8,32
4	SLU - STR	7299	3,11	--	--	0	0,00	-5738	5,35	1192	8,32
5	SLU - STR	22709	5,05	--	--	0	0,00	-12075	8,83	4597	10,43
6	SLU - STR	22709	5,05	--	--	0	0,00	-12075	8,83	4597	10,43
7	SLU - STR	21203	4,95	--	--	15980	8,25	-15968	9,06	2305	10,52
8	SLV - STR	17948	4,99	4275	5,13	0	0,00	-11151	8,91	4610	10,44
1	SLU - GEO	401	0,76	--	--	0	0,00	-539	1,70	138	4,42
2	SLU - GEO	401	0,76	--	--	0	0,00	-539	1,70	138	4,42
3	SLU - GEO	7553	3,05	--	--	0	0,00	-5780	5,68	1406	8,57
4	SLU - GEO	7553	3,05	--	--	0	0,00	-5780	5,68	1407	8,57
5	SLU - GEO	22914	4,94	--	--	0	0,00	-13094	9,24	6381	10,46
6	SLU - GEO	22914	4,94	--	--	0	0,00	-13094	9,24	6381	10,46
7	SLU - GEO	20859	4,77	--	--	15980	8,25	-16611	9,41	4262	10,52
8	SLV - GEO	21919	5,11	5527	5,13	0	0,00	-11568	9,42	6416	10,47

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 [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	ESE	0	0,00	0	0,70	0	0,00	0	0,00
3	ESE	0	0,00	1545	0,70	0	0,00	0	0,00
4	ESE	0	0,00	1546	0,70	0	0,00	0	0,00
5	ESE	0	0,00	9955	3,77	0	0,00	0	0,00
6	ESE	0	0,00	9955	3,77	0	6,88	0	0,00
7	ESE	0	0,00	10535	3,80	-7325	7,47	0	0,00
8	ESE	0	0,00	10786	3,78	-1869	7,02	0	0,00
1	SLU - STR	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - STR	0	0,00	0	0,70	0	0,00	0	0,00
3	SLU - STR	0	0,00	2754	0,70	0	0,00	0	0,00
4	SLU - STR	0	0,00	2754	0,70	0	0,00	0	0,00
5	SLU - STR	0	0,00	15231	3,68	0	0,00	0	0,00
6	SLU - STR	0	0,00	15231	3,68	1	6,93	0	0,00

n°	Tipo	Rc [kg]	Y _{Rc} [m]	Rt [kg]	Y _{Rt} [m]	Rv [kg]	Y _{Rv} [m]	Rp [kg]	Y _{Rp} [m]
7	SLU - STR	0	0,00	15818	3,70	-7701	7,49	0	0,00
8	SLV - STR	0	0,00	15236	3,70	-446	8,69	0	0,00
1	SLU - GEO	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	0	0,70	0	0,00	0	0,00
3	SLU - GEO	0	0,00	3179	0,70	0	0,00	0	0,00
4	SLU - GEO	0	0,00	3180	0,70	0	0,00	0	0,00
5	SLU - GEO	0	0,00	16202	3,63	0	0,00	0	0,00
6	SLU - GEO	0	0,00	16202	3,63	1	7,08	0	0,00
7	SLU - GEO	0	0,00	16737	3,65	-7753	7,57	0	0,00
8	SLV - GEO	0	0,00	17704	3,66	-4589	7,35	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 [%]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pd [m]
1	ESE	1,10	1,10	3,04	0,00	0,01	---
2	ESE	1,10	1,10	3,04	0,00	0,01	---
3	ESE	4,55	4,60	6,62	1,61	0,59	---
4	ESE	4,55	4,60	6,62	1,61	0,59	---
5	ESE	7,70	9,45	9,90	18,03	2,27	---
6	ESE	7,70	9,45	9,90	0,00	2,27	---
7	ESE	7,70	9,45	10,31	16,39	3,57	---
8	ESE	7,70	9,45	9,91	22,95	2,34	---
1	SLU - STR	1,10	1,10	2,93	0,00	0,04	25914
2	SLU - STR	1,10	1,10	2,93	0,00	0,04	25914
3	SLU - STR	4,55	4,85	6,65	4,84	0,79	22275
4	SLU - STR	4,55	4,85	6,65	4,84	0,79	22275
5	SLU - STR	7,70	9,45	9,93	24,59	3,07	18953
6	SLU - STR	7,70	9,45	9,93	0,00	3,07	18953
7	SLU - STR	7,70	9,45	10,17	22,95	4,08	17735
8	SLV - STR	7,70	9,45	9,94	21,31	3,47	17735
1	SLU - GEO	1,10	1,10	2,89	0,00	0,12	---
2	SLU - GEO	1,10	1,10	2,89	0,00	0,12	---
3	SLU - GEO	4,55	5,40	6,90	13,71	1,70	---
4	SLU - GEO	4,55	5,40	6,90	13,71	1,70	---
5	SLU - GEO	7,91	9,45	10,01	44,26	7,96	---
6	SLU - GEO	7,91	9,45	10,01	0,00	7,57	---
7	SLU - GEO	7,79	9,45	10,16	47,54	10,15	---
8	SLV - GEO	8,17	9,45	10,03	49,18	7,93	---

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 [kgm]	Y _M [m]	T [kg]	Y _T [m]	N [kg]	Y _N [m]	
1	ESE	29	2,00	55	1,10	3036	10,70	MAX
		-1	6,15	-14	3,00	0	0,00	MIN
2	ESE	29	2,00	55	1,10	3036	10,70	MAX
		-1	6,15	-14	3,00	0	0,00	MIN
3	ESE	1281	5,60	2923	4,55	3929	10,70	MAX
		-2252	2,90	-1534	0,70	0	0,00	MIN
4	ESE	1281	5,60	2923	4,55	3929	10,70	MAX
		-2252	2,90	-1534	0,70	0	0,00	MIN
5	ESE	2918	8,90	5534	7,70	8784	10,70	MAX
		-4246	6,25	-5665	4,20	0	0,00	MIN
6	ESE	2918	8,90	5534	7,70	8784	10,70	MAX
		-4246	6,25	-5665	4,20	0	0,00	MIN
7	ESE	2208	9,45	6866	7,60	9119	10,70	MAX
		-4547	6,10	-6249	4,20	0	0,00	MIN
8	ESE	2860	8,90	4933	7,70	9264	10,70	MAX
		-4266	6,10	-6093	4,20	0	0,00	MIN
1	SLU - STR	181	1,90	289	1,10	3036	10,70	MAX
		-8	6,05	-89	2,90	0	0,00	MIN
2	SLU - STR	181	1,90	289	1,10	3036	10,70	MAX
		-8	6,05	-89	2,90	0	0,00	MIN
3	SLU - STR	2111	5,60	4473	4,55	4626	10,70	MAX
		-3589	2,90	-2666	0,70	0	0,00	MIN
4	SLU - STR	2111	5,60	4473	4,55	4626	10,70	MAX
		-3589	2,90	-2667	0,70	0	0,00	MIN
5	SLU - STR	4408	9,00	7478	7,70	11830	10,70	MAX

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
6	SLU - STR	-6190	6,30	-8253	4,20	0	0,00	MIN
		4408	9,00	7478	7,70	11830	10,70	MAX
7	SLU - STR	-6190	6,30	-8253	4,20	0	0,00	MIN
		3746	9,45	8898	7,60	12169	10,70	MAX
8	SLV - STR	-6462	6,15	-8847	4,20	0	0,00	MIN
		4304	9,10	7271	7,60	11833	10,70	MAX
1	SLU - GEO	-6178	6,25	-8378	4,20	0	0,00	MIN
		268	1,85	401	1,10	3036	10,70	MAX
2	SLU - GEO	-12	6,00	-132	2,85	0	0,00	MIN
		268	1,85	401	1,10	3036	10,70	MAX
3	SLU - GEO	-12	6,00	-132	2,85	0	0,00	MIN
		2467	5,85	4362	4,55	4872	10,70	MAX
4	SLU - GEO	-4099	2,95	-3008	0,70	0	0,00	MIN
		2467	5,85	4362	4,55	4872	10,70	MAX
5	SLU - GEO	-4099	2,95	-3009	0,70	0	0,00	MIN
		5422	9,45	6713	7,90	12391	10,70	MAX
6	SLU - GEO	-6805	6,40	-8634	4,20	0	0,00	MIN
		5422	9,45	6713	7,90	12391	10,70	MAX
7	SLU - GEO	-6805	6,40	-8634	4,20	0	0,00	MIN
		4998	9,50	8788	7,60	12699	10,70	MAX
8	SLV - GEO	-7006	6,25	-9186	4,20	0	0,00	MIN
		5266	9,45	6305	7,60	13258	10,70	MAX
		-6734	6,25	-9387	4,20	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	ESE	0,0099	0,00	0,0102	0,00	MAX
		-0,0004	4,05	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,0099	0,00	0,0102	0,00	MAX
		-0,0004	4,05	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,4543	2,90	0,0142	0,00	MAX
		-0,0166	7,60	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,4543	2,90	0,0142	0,00	MAX
		-0,0166	7,60	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	1,0635	5,90	0,0284	0,00	MAX
		-0,0442	10,70	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	1,0635	5,90	0,0284	0,00	MAX
		-0,0442	10,70	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	1,0983	5,85	0,0294	0,00	MAX
		-0,0432	0,00	0,0000	0,00	MIN
8	ESE	1,0863	5,85	0,0299	0,00	MAX
		-0,0475	0,00	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,0594	0,00	0,0102	0,00	MAX
		-0,0024	3,95	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,0594	0,00	0,0102	0,00	MAX
		-0,0024	3,95	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,7644	2,85	0,0173	0,00	MAX
		-0,0273	7,65	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,7644	2,85	0,0173	0,00	MAX
		-0,0273	7,65	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	1,6328	5,90	0,0384	0,00	MAX
		-0,0752	10,70	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	1,6328	5,90	0,0384	0,00	MAX
		-0,0752	10,70	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - STR	1,6680	5,85	0,0394	0,00	MAX
		-0,0583	10,70	0,0000	0,00	MIN
8	SLV - STR	1,6379	5,90	0,0383	0,00	MAX
		-0,0771	10,70	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,0864	0,00	0,0102	0,00	MAX
		-0,0036	3,95	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,0864	0,00	0,0102	0,00	MAX
		-0,0036	3,95	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,9444	2,95	0,0184	0,00	MAX
		-0,0310	7,90	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	0,9444	2,95	0,0184	0,00	MAX
		-0,0310	7,90	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	1,9517	6,00	0,0404	0,00	MAX
		-0,1193	10,70	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	1,9517	6,00	0,0404	0,00	MAX
		-0,1193	10,70	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - GEO	1,9826	5,95	0,0413	0,00	MAX
		-0,1058	10,70	0,0000	0,00	MIN
8	SLV - GEO	1,9885	5,95	0,0431	0,00	MAX
		-0,1261	10,70	0,0000	0,00	MIN

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 [cm]	U [cm]
1	ESE	5,3500	0,0099
2	ESE	5,3500	0,0099
3	ESE	5,3500	0,4543
4	ESE	5,3500	0,4543
5	ESE	5,3500	1,0635
6	ESE	5,3500	1,0635
7	ESE	5,3500	1,0983
8	ESE	5,3500	1,0863
1	SLU - STR	5,3500	0,0594
2	SLU - STR	5,3500	0,0594
3	SLU - STR	5,3500	0,7644
4	SLU - STR	5,3500	0,7644
5	SLU - STR	5,3500	1,6328
6	SLU - STR	5,3500	1,6328
7	SLU - STR	5,3500	1,6680
8	SLU - STR	5,3500	1,6379
1	SLU - GEO	5,3500	0,0864
2	SLU - GEO	5,3500	0,0864
3	SLU - GEO	5,3500	0,9444
4	SLU - GEO	5,3500	0,9444
5	SLU - GEO	5,3500	1,9517
6	SLU - GEO	5,3500	1,9517
7	SLU - GEO	5,3500	1,9826
8	SLU - GEO	5,3500	1,9885

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 [kg]	R Y [kg]	W Y [kg]	T Y [kg]	P Y [kg]	V Y [kg]	C Y [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
23	SLU - GEO	27521 5,92	199016 10,02	15980 8,25	16737 3,65	0 0,00	7753 7,57	0 0,00	166270	269820	1.623	4.992

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
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
1	ESE	-3,21; 1,07	10,28	-13,27; -1,07	7,02; 0,00	19.836	1.100
2	ESE	-3,21; 1,07	10,28	-13,27; -1,07	7,02; 0,00	19.836	1.100
3	ESE	-2,14; 4,28	13,16	-11,90; -4,54	10,31; 0,00	6.075	1.100
4	ESE	-2,14; 4,28	13,16	-11,90; -4,54	10,31; 0,00	6.075	1.100
5	ESE	-3,21; 4,28	13,37	-9,17; -7,69	9,47; 0,00	4.293	1.100
6	ESE	-3,21; 4,28	13,37	-9,17; -7,69	9,47; 0,00	4.293	1.100

n°	Tipo	X _c , Y _c [m]	R [m]	X _v , Y _v [m]	X _M , Y _M [m]	FS	R
7	ESE	-4,28; 6,42	15,71	-11,19; -7,69	10,07; 0,00	3.988	1.100
8	ESE	-4,28; 8,56	17,78	-11,50; -7,69	11,32; 0,00	3.856	1.200
1	SLU - GEO	-3,21; 0,00	9,27	-12,42; -1,05	6,06; 0,00	16.935	1.100
2	SLU - GEO	-3,21; 0,00	9,27	-12,42; -1,05	6,06; 0,00	16.935	1.100
3	SLU - GEO	-2,14; 5,35	14,21	-12,35; -4,54	11,04; 0,00	5.480	1.100
4	SLU - GEO	-2,14; 5,35	14,21	-12,35; -4,54	11,04; 0,00	5.480	1.100
5	SLU - GEO	-3,21; 4,28	13,37	-9,17; -7,69	9,47; 0,00	4.113	1.100
6	SLU - GEO	-3,21; 4,28	13,37	-9,17; -7,69	9,47; 0,00	4.113	1.100
7	SLU - GEO	-1,07; 0,00	10,75	-8,59; -7,69	9,68; 0,00	3.627	1.100
8	SLV - GEO	-4,28; 9,63	18,82	-11,65; -7,69	11,90; 0,00	3.671	1.200

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 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 α)

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]

Fase n° 7 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	W _i [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	116,80	-43.06	0,49	23.04	0,080	0,016	(0; 0)
2	357,24	-40.50	0,47	23.04	0,080	0,048	(0; 0)
3	577,24	-38.03	0,45	23.04	0,080	0,077	(0; 0)
4	778,85	-35.65	0,44	23.04	0,080	0,104	(0; 0)
5	963,72	-33.33	0,43	23.04	0,080	0,128	(0; 0)
6	1133,21	-31.08	0,42	23.04	0,080	0,151	(0; 0)
7	1291,89	-28.88	0,41	26.56	0,840	0,171	(0; 0)
8	1452,08	-26.72	0,40	30.08	1,600	0,190	(0; 0)
9	1599,81	-24.61	0,39	30.08	1,600	0,208	(0; 0)
10	1733,91	-22.53	0,39	30.08	1,600	0,223	(0; 0)
11	1855,02	-20.48	0,38	30.08	1,600	0,237	(0; 0)
12	1963,67	-18.45	0,38	30.08	1,600	0,250	(0; 0)
13	2060,33	-16.45	0,37	30.08	1,600	0,261	(0; 0)
14	2145,38	-14.47	0,37	30.08	1,600	0,271	(0; 0)
15	2219,15	-12.51	0,37	30.08	1,600	0,280	(0; 0)
16	2281,92	-10.57	0,36	30.08	1,600	0,287	(0; 0)
17	2333,92	-8.63	0,36	30.08	1,600	0,293	(0; 0)
18	2375,32	-6.71	0,36	30.08	1,600	0,298	(0; 0)
19	2406,28	-4.79	0,36	30.08	1,600	0,301	(0; 0)
20	2426,89	-2.88	0,36	30.08	1,600	0,304	(0; 0)
21	2437,23	-0.97	0,36	30.08	1,600	0,305	(0; 0)
22	2437,33	0.93	0,36	30.08	1,600	0,305	(0; 0)
23	2427,20	2.84	0,36	30.08	1,600	0,304	(0; 0)
24	2406,79	4.75	0,36	30.08	1,600	0,301	(0; 0)
25	8851,19	6.67	0,36	30.08	1,600	0,638	(0; 0)
26	8809,79	8.60	0,36	30.08	1,600	0,633	(0; 0)
27	8757,72	10.54	0,36	30.08	1,600	0,627	(0; 0)
28	8694,82	12.49	0,37	30.08	1,600	0,620	(0; 0)
29	8620,84	14.46	0,37	30.08	1,600	0,611	(0; 0)
30	8535,51	16.44	0,37	30.08	1,600	0,601	(0; 0)
31	8438,50	18.44	0,38	30.08	1,600	0,590	(0; 0)
32	8329,42	20.47	0,38	30.08	1,600	0,577	(0; 0)
33	8207,80	22.52	0,39	30.08	1,600	0,563	(0; 0)
34	8073,10	24.61	0,39	30.08	1,600	0,548	(0; 0)
35	7924,67	26.73	0,40	30.08	1,600	0,530	(0; 0)
36	7763,76	28.89	0,41	26.56	0,840	0,511	(0; 0)
37	7604,35	31.10	0,42	23.04	0,080	0,491	(0; 0)
38	7385,66	33.36	0,43	23.04	0,080	0,468	(0; 0)
39	6423,22	35.68	0,44	23.04	0,080	0,443	(0; 0)
40	6220,47	38.07	0,46	23.04	0,080	0,416	(0; 0)
41	5999,19	40.54	0,47	23.04	0,080	0,387	(0; 0)
42	5757,28	43.10	0,49	23.04	0,080	0,355	(8945; 2717)
43	5492,07	45.78	0,51	23.04	0,080	0,320	(0; 0)
44	5200,08	48.60	0,54	23.04	0,080	0,281	(0; 0)
45	4876,61	51.58	0,58	23.04	0,080	0,238	(0; 0)
46	4515,03	54.78	0,62	23.04	0,080	0,190	(0; 0)
47	4105,50	58.25	0,68	23.04	0,080	0,136	(0; 0)
48	3632,10	62.11	0,77	23.04	0,080	0,073	(0; 0)

N°	Wi [kg]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	(Ctn; Ctt) [kg]
49	3069,71	66.55	0,90	23.04	0,080	0,000	(0; 0)
50	2372,65	72.06	1,16	23.04	0,080	0,000	(0; 0)
51	987,71	82.58	2,78	23.04	0,080	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia = 0,00 [kg]

 $\Sigma W_i = 216429,90$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 72537,77$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 98896,52$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 184956,45$ [kg]

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ_f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N [kg]	A _f [cmq]	L _f [m]	L [m]	σ_f [kg/cmq]	u [cm]	R1 [kg]	R2 [kg]	R3 [kg]	FS	cmb
1	6869	8,04	4,00	9,00	854,07	0,27933	13963	89793	336722	2.033	12
2	33853	8,04	10,00	13,00	4209,28	1,24620	35256	224482	841806	1.041	15

Risultati vincoli

Simbologia adottata

n°	Indice del vincolo
R _x	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
R ₀	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

n°	R _{x,min} [kg]	R _{x,max} [kg]	R _{0,min} [kgm]	R _{0,max} [kgm]	U _{min} [cm]	U _{max} [cm]
1	-1933	808	--	--	1,71570	1,36924
2	-7397	0	--	--	1,36029	1,36029

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]
A _{fi} , A _{fs}	Area ferri lato valle e monte, espresse in [cmq]
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 40,75 [cmq]

Sezione resistente:: SOLO TUBOLARE

Sezione in classe di resistenza 1

Modulo di resistenza PLASTICO 168,55 [cm³]

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{fi} [cmq]	A _{fs} [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
1 - SLU - STR	0,20	60,00	10,05	10,05	0	180	0	-80226	267.421

n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
7 - SLU - GEO	6,25	-4203	7197	5811	0	1.382

Verifica a taglio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
A _{sag}	area armatura sagomati, in [cmq]
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 muro è stata eseguita considerando una sezione rettangolare di larghezza B = 100,00 cm

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 40,75 cmq

n° - Tipo	Y [m]	H [cm]	A _{sw} [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS	cotgθ
8 - SLV - GEO	0,40	60,00	0,00	333	23886	71.752	1,00

n° - Tipo	Y [m]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
8 - SLV - GEO	4,20	-5632	51632	9.167

Verifica tensioni

Simbologia adottata

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

Area della sezione del tubolare 40,75 [cmq]

A _n [cmq]	A _s [cmq]	σ _c [kg/cm ²]	cmb	σ _{fi} [kg/cm ²]	cmb	σ _{fs} [kg/cm ²]	cmb
10,05	10,05	0,16	8	-2,23	8	-1,43	1

σ _f [kg/cm ²]	τ _f [kg/cm ²]	σ _{id} [kg/cm ²]	cmb
2334,47	2,52	2334,47	7

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
W _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
W _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y [m]	M [kgm]	M _f [kgm]	s [mm]	ε _{sm} [%]	W _{lim} [mm]	W _k [mm]
Muro	8 - ESE	0,40	25	-16631	0,000	0.0000	0,200	0,000

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° 2 (X=0,70 m) (Cordolo in c.a.)

B=60,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cmq]	A _{fh} =6,28 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =2289 [kgm]	M _{uh} =27358 [kgm]	FS=11.95	
T _h =3816 [kg]	T _{Rh} =145348 [kg]	FS _r =38.09	cotgθ _h =1.00
M _v =1322 [kgm]	M _{uv} =27358 [kgm]	FS=20.70	
T _v =2203 [kg]	T _{Rv} =145348 [kg]	FS _r v=65.98	cotgθ _v =1.00

Cordolo N° 3 (X=4,20 m) (Cordolo in c.a.)

B=45,00 [cm]	H=60,00 [cm]		
A _{fv} =12,57 [cmq]	A _{fh} =3,14 [cmq]	Staffe φ16/20	Nbh=2 - Nbv=2
M _h =10789 [kgm]	M _{uh} =19921 [kgm]	FS=1.85	

$T_h=17982$ [kg]	$T_{RH}=105708$ [kg]	$FS_T=5.88$	$\cotg\theta_h=1.00$
$M_v=6229$ [kgm]	$M_{uv}=20519$ [kgm]	$FS=3.29$	
$T_v=10382$ [kg]	$T_R=109011$ [kg]	$FS_{rv}=10.50$	$\cotg\theta_v=1.00$