

REGIONE  
TOSCANA

REGIONE TOSCANA

Progettazione e realizzazione Viabilità Regionale Arezzo, Siena e Grosseto

**Regione Toscana - Giunta Regionale**

Direzione Politiche mobilità, infrastrutture e trasporto pubblico locale  
Settore Progettazione e realizzazione Viabilità Regionale  
Arezzo, Siena e Grosseto

Direttore: Ing. Enrico Becattini

**Provincia di Arezzo**

Realizzazione della Variante Stradale alla S.R.T. 71 da Fontechiara  
a variante di Bibbiena in loc. Corsalone nei Comuni di Chiusi della  
Verna e Bibbiena (AR)

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Ing. Sandra Grani

**PROGETTAZIONE STRADALE**

Ing. Laura Cenni  
Geom. Raffaella Landi  
Ing. Renato Bacci

**PROGETTAZIONE STRUTTURALE**

Ing. Laura Cenni  
Ing. Barbara Manganaro

**PROGETTAZIONE IDRAULICA**

Ing. Michela di Matteo

**ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI**

Geol. Mariangela Bisti

**PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO**

Geom. Leonardo Bindi  
Geom. Daniele Del Santo

**STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO**

Ing. Michela Di Matteo

**RILIEVI TOPOGRAFICI**

Geom. Alessio Mazzetti

**ASPETTI AMBIENTALI**

Nemo s.r.l. - Dott. Alberto Chiti Batelli

**PROGETTO ILLUMINOTECNICO**

Tetra Engineering s.r.l.

**COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE**

Geom. Enrico Pasquini  
Geom. Daniele Paganucci  
Geom. Daniele Del Santo  
Arch. Letizia Betori

**PROGETTO DEFINITIVO**

CODICE:

OA

TAVOLA N°

03.04.01

SCALA :

.....

FORMATO:

.....

**PARATIA TP01****Relazione di calcolo****DATA: DICEMBRE 2018****REV: 00**[www.rete.toscana.it](http://www.rete.toscana.it), [www.regione.toscana.it](http://www.regione.toscana.it)

via A. Testa n. 2 52100 Arezzo, Tel. 055/4382625 (segreteria), Fax 0575/316241



## Indice generale

1	GENERALITÀ.....	2
1.1	Unità di misura.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	RICHIAMI TEORICI.....	4
3.1	Metodo di analisi.....	4
3.1.1	Calcolo della profondità di infissione.....	4
4	STRATIGRAFIA.....	12
5	MATERIALI UTILIZZATI.....	14
6	IMPOSTAZIONI ANALISI SISMICA.....	16
7	GEOMETRIA DELLA PARATIA TP01-PALO TIPO 1.....	18
.7.1	CONDIZIONI DI CARICO.....	20
7.2	RISULTATI DELL'ANALISI.....	23
.7.2.1	Forze agenti sulla paratia.....	23
.7.2.2	Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia.....	26
.7.2.3	Spostamenti massimi e minimi della paratia.....	27
.7.2.4	Stabilità globale.....	29
.7.2.5	Risultati tiranti.....	30
.7.2.6	Verifica a flessione.....	31
.7.2.7	Verifica a taglio.....	31
8	GEOMETRIA DELLA PARATIA TP01-PALO TIPO 2.....	33
.8.1	Condizioni di carico.....	36
.8.2	RISULTATI.....	39
9	GEOMETRIA DELLA PARATIA TP01-PALO TIPO 3.....	49
.9.1	Combinazioni di carico.....	53
.9.2	RISULTATI.....	56
10	GEOMETRIA DELLA PARATIA TP01-PALO TIPO 4.....	63
.10.1	Condizioni di carico.....	66
.10.2	RISULTATI.....	69

## 1 GENERALITÀ

Argomento del presente elaborato sono i calcoli statici di dimensionamento della paratia di sostegno del terrapieno a valle della futura strada regionale, tra la progr. km 0+075 e la progr. Km 0+360 del Progetto Definitivo della variante stradale di categoria C2 alla SRT 71 nei Comuni di Chiusi della Verna e Bibbiena, Provincia di Arezzo.

L'opera è denominata TP01 e ha uno sviluppo complessivo di 285 ml.

L'opera ha lo scopo principale di consentire l'allargamento della viabilità esistente, preservando la ciclopista dell'Arno, che corre al piede. Per la sua realizzazione sarà necessario costruire un riporto di terra sopra la sede della ciclopista, riporto che sarà successivamente rimosso, procedendo alla collocazione della ciclopista come da quote di progetto.

Data l'attività del pendio naturale, la paratia presenta vari profili di progetto, in funzione dello sbalzo massimo e della posizione del carico mobile e del versante. Sono, quindi, stati definiti, quattro tipologie di profili:

- Palo1 – corrispondente al profilo 1 che descrive il tratto compreso tra la sez. 6 e la sez. 12\_B; il profilo ha uno sbalzo massimo di 8,00 ml.
- Palo2 – corrispondente al profilo 2 che descrive il tratto compreso tra la sez. 12\_B e la sez. 16; il profilo ha uno sbalzo massimo di 7,50 ml.
- Palo3 – corrispondente al profilo 3 che descrive il tratto compreso tra la sez. 16 e la sez. 21; il profilo ha uno sbalzo massimo di 5,00 ml.
- Palo1 – corrispondente al profilo 4 che descrive il tratto compreso tra la sez. 21 e la sez. 24; il profilo ha uno sbalzo massimo di 5,80 ml.

Il dimensionamento è eseguito con l'ausilio del software PAC 14.00 distribuito dall'azienda Aztec Informatica.

### 1.1 Unità di misura

Nel progetto sono state adottate le seguenti unità di misura:

- per i carichi **kN, kN/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>**
- per le azioni di calcolo **kN, kNm**
- per le tensioni **kN/cm<sup>2</sup>, daN/cm<sup>2</sup>, N/cm<sup>2</sup>**

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971 - "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge nr. 64 del 02/02/1974 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche."
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- D.M. 9 Gennaio 1996: "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- D.M. 16 Gennaio 1996: "Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'."
- D.M. 16 Gennaio 1996: "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche."
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996."
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996."
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

## 3 RICHIAMI TEORICI

### 3.1 Metodo di analisi

#### 3.1.1 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 controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

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

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

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

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

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

<b>Kam</b>	diagramma della spinta attiva agente da monte
<b>Kav</b>	diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
<b>Kpm</b>	diagramma della spinta passiva agente da monte
<b>Kpv</b>	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  $\tan(f)$  e sulla coesione

### 3.1.2 Calcolo della spinte

#### Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

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

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

#### Spinta in presenza di sisma

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

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

$$F_i = W \cdot C$$

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

$$\Delta S = S_s - S$$

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

### 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,  $\alpha$  l'angolo d'attrito tirante-terreno,  $c$  l'adesione tirante-terreno,  $\gamma$  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



$$N = p D L_f g H K_s \tan \alpha + p D L_f c_a$$

da cui si ricava la lunghezza di ancoraggio  $L_f$

$$L_f = \frac{N}{p D g H K_s \tan \alpha + p D c_a}$$

**$K_s$**  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

$$L_f = \frac{N}{p d t_{c0} w}$$

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

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  **$f_{1bd}$** .

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 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,  **$b$** , che rappresenta il rapporto fra lo sforzo  **$N_0$**  al momento del tiro e lo sforzo  **$N$**  in esercizio

$$b = N_0 / N$$

### Analisi ad elementi finiti

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



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

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

### Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidezza della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo,  $k$ , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo  $[F/L^3]$ . È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se ( $m$  è l'interasse fra le molle (in cm) e  $b$  è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ( $b=100$  cm) occorre ricavare l'area equivalente,  $A_m$ , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con  $E_m$  il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm<sup>2</sup>), l'equivalenza, in termini di rigidezza, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \cdot D_m}{E_m}$$

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, rigidezza flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidezza di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidezza degli elementi della paratia (elementi a rigidezza flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidezza dei tiranti (solo rigidezza assiale) e delle molle (rigidezza assiale).

### Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo

cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore  $X_{max}$ ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione  $p_{max}$ . Tale pressione  $p_{max}$  può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale ( $K$  matrice di rigidezza,  $u$  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 rigidezza è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassemblaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

### Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con  $u$  ed  $u_0$  gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con  $s$  ed  $s_0$  gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con  $K$  la matrice di rigidezza della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

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

Le modalità di analisi sono più complicate nel caso di tiranti attivi in quanto è importante conoscere la modalità di tiro: infatti il tirante può essere tesato prima dello scavo, oppure tesato alla fine della corrispondente fase di scavo, oppure al termine di tutto lo scavo. Nella fase in cui il tirante è tesato verrà inserita una molla con uno



stato di pretensione pari allo sforzo di tesatura. Nelle fasi successive il tirante verrà considerato come una semplice molla che 'ricorda', naturalmente, lo sforzo della fase precedente.

Ovviamente si otterranno soluzioni differenti in funzione della modalità di tiro selezionata.

Nel caso di tiranti attivi, inoltre, è analizzata una fase ulteriore (a lungo termine) nella quale il tiro iniziale è depurato delle cadute di tensione.

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

### Verifica alla stabilità globale

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

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

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

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$h = \frac{\sum (c_i + (W_i - u_i b_i) \tan \alpha_i)}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \alpha_i \tan \beta_i}{h} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $a_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $f_i$  sono le caratteristiche



del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $h$ . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $h$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## 4 STRATIGRAFIA

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

n° numero d'ordine

Descrizione Descrizione del terreno

g peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

g<sub>sat</sub> peso di volume saturo del terreno espresso [kN/mc]

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

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

c coesione del terreno espressa in [kPa]

N°	Descrizione	g	g <sub>sat</sub>	f	d	c
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]
1	1-RILEVATO	20,000	20,000	32.00	21.33	0,0
2	2-DEPOSITI_SUP	19,000	19,000	20.00	13.33	5,0
3	3-ALTERNANZA ARGILLO-LIMOSI COMPETENTI FRATTURATI	17,652	19,614	26.00	17.33	10,0
4	4-calclutiti	22,000	22,000	17.00	11.33	20,0

### Parametri per il calcolo dei tiranti

#### Simbologia adottata

f<sub>min</sub> angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]

d<sub>min</sub> angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]

c<sub>min</sub> coesione minima del terreno espressa in [kPa]

f<sub>med</sub> angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]

d<sub>med</sub> angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]

c<sub>med</sub> coesione media del terreno espressa in [kPa]

N°	Descrizione	f <sub>min</sub>	f <sub>med</sub>	d <sub>min</sub>	d <sub>med</sub>	c <sub>min</sub>	c <sub>med</sub>
		[°]	[°]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]
1	1-RILEVATO	32.00	32.00	21.33	21.33	0,0	0,0
2	2-DEPOSITI_SUP	20.00	20.00	13.33	13.33	5,0	5,0
3	3-ALTERNANZA ARGILLO-LIMOSI COMPETENTI FRATTURATI	26.00	26.00	17.33	17.33	10,0	10,0
4	4-calclutiti	17.00	17.00	11.33	11.33	20,0	20,0

## 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 <sup>2</sup> /cm
a	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	a M	a V	KwM	KwV	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cm <sup>2</sup> /cm]	[kg/cm <sup>2</sup> /cm]		
1	8,50	30.00	0.00	1.70	1.00	1-RILEVATO	2-DEPOSITI_SUP
2	3,50	29.00	29.00	2.29	2.20	2-DEPOSITI_SUP	2-DEPOSITI_SUP
3	5,00	28.00	28.00	4.44	4.32	3-ALTERNANZA ARGILLO-LIMOSI COMPETENTI FRATTURATI	3-ALTERNANZA ARGILLO-LIMOSI COMPETENTI FRATTURATI
4	20,00	0.00	0.00	5.30	5.23	4-calcolutiti	4-calcolutiti

## 5 MATERIALI UTILIZZATI

### Simbologia adottata

g <sub>cls</sub>	Peso specifico cls, espresso in [kN/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R <sub>ck</sub>	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	g <sub>cls</sub> [kN/mc]	Classe cls	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	Acciaio	n
Paratia	24,52	C28/35	35000	32587986	B450C	15.00
Cordolo/Muro	24,52	C28/35	35000	32587986	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

Descrizione	g <sub>acciaio</sub> [kN/mc]	E [kPa]
Paratia	76,98	205942924

### Caratteristiche tiranti di ancoraggio

#### Tipologia tiranti n° 1 - Tirante attivo (trefoli)

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	14,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.80	

#### Malta utilizzata per i tiranti

Classe di Resistenza	C25/30	
Resistenza caratteristica a compressione R <sub>ck</sub>	30000	[kPa]

#### Acciaio utilizzato per i tiranti

Tipo	Precomp	
Tensione di snervamento f <sub>yk</sub>	1569089	[kPa]

#### Tiranti attivi armati con trefoli

Area del singolo trefolo:	0,93	[cmq]
Numero di trefoli del tirante:	4	



Coefficiente cadute di tensione: 1.30  
Coeff. correttivo w: SI

**Tipologia tiranti n° 2 - Tirante attivo (trefoli)-6**

Calcolo tiranti: VERIFICA  
Diametro della perforazione 14,00 [cm]  
Coeff. di espansione laterale 1.80

**Malta utilizzata per i tiranti**

Classe di Resistenza C25/30  
Resistenza caratteristica a compressione Rck 30000 [kPa]

**Acciaio utilizzato per i tiranti**

Tipo Precomp  
Tensione di snervamento fyk 1569089 [kPa]

**Tiranti attivi armati con trefoli**

Area del singolo trefolo: 0,93 [cmq]  
Numero di trefoli del tirante: 6  
Coefficiente cadute di tensione: 1.30  
Coeff. correttivo w: SI

**I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti come percentuale di angolo di attrito e coesione dello strato:**

- Aliquota angolo di attrito 100.00 [%]  
- Aliquota coesione 70.00 [%]  
Coefficiente di spinta Spinta a riposo  
Tensione limite resistenza malta Tensione tangenziale aderenza acciaio-cls fbd





## 6 IMPOSTAZIONI ANALISI SISMICA

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [ $m/s^2$ ]	2.019	0.870
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.383	2.443
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.299	0.279
Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ )	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	E	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo ( $S_s$ )	1.461	1.600
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo ( $a$ )	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza $U_s$ [m]	0.039	0.039
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo ( $b$ )	0.645	0.645
Prodotto a b	0.645 > 0.2	
Coefficiente di intensità sismica (per cento)	19.391	9.154
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.		

### Identificazione del sito

Latitudine	43.678721
Longitudine	11.827568
Comune	Chiusi Della Verna
Provincia	Arezzo
Regione	Toscana

Punti di interpolazione del reticolo 20511 - 20289 - 20288 - 20510

### Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	75 anni



Direzione Politiche Mobilità Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale  
SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITÀ AREZZO, SIENA E GROSSETO

SRT71-VARIANTE DEL CORSALONE

PROGETTO DEFINITIVO

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	2.031	0.873
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0	2.382	2.438
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.300	0.278
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Tipo di sottosuolo	E	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.458	1.600
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (a)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza Us [m]	0.070	0.070
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (b)	0.567	0.567
Prodotto a b	0.567 > 0.2	
Coefficiente di intensità sismica (percento)	20.546	9.695
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 GEOMETRIA DELLA PARATIA TP01-PALO TIPO 1

### Geometria paratia

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

Altezza fuori terra	8,00	[m]
Profondità di infissione	12,50	[m]
Altezza totale della paratia	20,50	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,00	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Ordinata testa pali	1,20	[m]
Numero totale di pali	59	
Numero di pali per metro lineare	0,98	

### Geometria muro

Altezza paramento	1,20	[m]
Spessore testa paramento	0,30	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	6,000	[°]
Spessore base paramento	0,43	[m]
Larghezza fondazione	1,20	[m]
Altezza fondazione	0,65	[m]
Altezza totale muro	1,85	[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 <sup>3</sup> ]



N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm^3]
1	0,00	Calcestruzzo	120,00	65,00	--	--
2	1,50	Calcestruzzo	120,00	65,00	--	--
3	4,00	Acciaio	--	--	65,25	425,70
4	7,00	Acciaio	--	--	65,25	425,70

### Geometria profilo terreno

#### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

#### **Profilo di monte**

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	15,00	1,00	3.81
3	16,50	1,10	3.81
4	30,00	1,10	0.00
5	40,00	1,10	0.00

#### **Profilo di valle - Fase n° 1**

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-4,05	--
2	-5,00	-2,50	3.81
3	0,00	-2,50	3.81

#### **Profilo di valle - Fase n° 5**

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-6,05	--
2	-5,00	-4,50	3.81
3	0,00	-4,50	3.81

#### **Profilo di valle - Fase n° 8**

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-9,05	--
2	-5,00	-7,50	3.81
3	0,00	-7,50	3.81

#### Profilo di valle - Fase n° 11

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-9,55	--
2	-5,00	-8,00	3.81
3	0,00	-8,00	3.81

#### 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 [kN]

n°	Tipo	Y	I	f	Alfa	ALL	nr	Lt	Lf	T
		[m]	[m]	[m]	[°]			[m]	[m]	[kN]
1	Tirante attivo (trefoli)-6	1,50	2,00	0,20	30,00	Centrati	29	35,00	15,00	300,0000
2	Tirante attivo (trefoli)	4,00	2,00	0,20	30,00	Sfalsati	30	33,00	13,00	250,0000
3	Tirante attivo (trefoli)	7,00	2,00	0,20	30,00	Centrati	29	30,00	11,00	200,0000

#### .7.1 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



Direzione Politiche Mobilità Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale  
SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITÀ AREZZO, SIENA E GROSSETO

SRT71-VARIANTE DEL CORSALONE

PROGETTO DEFINITIVO

F <sub>x</sub>	Forza orizzontale espressa in [kN], positiva da monte verso valle
F <sub>y</sub>	Forza verticale espressa in [kN], positiva verso il basso
M	Momento espresso in [kNm], positivo ribaltante
Q <sub>i</sub> , Q <sub>f</sub>	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kN/mq]
V <sub>i</sub> , V <sub>s</sub>	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kN/mq], positivi da monte verso valle
R	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kN]

**Condizione n° 1 - Variabile da traffico - MOBILE (I<sub>g</sub>=0) [Y<sub>0</sub>=0.40 - Y<sub>1</sub>=0.40 - Y<sub>2</sub>=0.00]**

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 3,50	X <sub>f</sub> = 13,00	Q <sub>i</sub> = 20,00	Q <sub>f</sub> = 20,00	
--------------------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	--

**Condizione n° 2 - Permanente - TERRENO\_VERSANTE**

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 16,50	X <sub>f</sub> = 40,00	Q <sub>i</sub> = 1,00	Q <sub>f</sub> = 150,00	
--------------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--

**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	Scavo fino alla profondità di 2.50 metri	0
2	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=2.50]	1
3	Inserimento tirante 1 (X=1.50) [Hscavo=2.50]	2
4	Tesatura tirante 1 N=30591 [Hscavo=2.50]	3
5	Scavo fino alla profondità di 4.50 metri	4
6	Inserimento tirante 2 (X=4.00) [Hscavo=4.50]	5
7	Tesatura tirante 2 N=25492 [Hscavo=4.50]	6
8	Scavo fino alla profondità di 7.50 metri	7
9	Inserimento tirante 3 (X=7.00) [Hscavo=7.50]	8
10	Tesatura tirante 3 N=20394 [Hscavo=7.50]	9
11	Scavo fino alla profondità di 8.00 metri	10
12	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=8.00]	11
13	Inserimento sisma	12

**Impostazioni di progetto**

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	g <sub>Gfav</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Sfavorevole	$g_{sfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	$g_{fav}$	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	$g_{sfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$q_{fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$q_{sfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$q_{fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$q_{sfav}$	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	$\tan \phi'$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$c'$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$c_{u0}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\sigma_{cu}$	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

### TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei tiranti

#### **Resistenza**

#### **R3**

Laterale  $\gamma_{Rt}$  1,20

Coefficienti di riduzione  $\chi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate 1  $\chi_3=1,80$   $\chi_4=1,80$

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.

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

$$V_{Rcd}=0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta(q) + \cot \theta(a)) / (1.0 + \cot^2 \theta)$$



con:

d altezza utile sezione [mm]  
bw larghezza minima sezione [mm]  
Asw area armatura trasversale [mmq]  
s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]  
ac coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e scp  
s cp tensione media di compressione [N/mm<sup>2</sup>]  
fcd'=0.5\*fcd

### 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 coefficienti tipo A1-M1

Analisi per coefficienti tipo A2-M2

Influenza d (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta Ka e Kp che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Bishop

## **7.2 RISULTATI DELL'ANALISI**

### **.7.2.1 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 [kN]  
Is Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]  
Pw Spinta della falda, espressa in [kN]  
Pp Resistenza passiva, espressa in [kN]  
Pc Controspinta, espressa in [kN]

n°	Tipo	Pa	YPa	Is	YIs	Pw	YPw	Pp	YPp	Pc	YPc
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
1	ESE	16,74	1,67	--	--	--	--	-23,07	4,61	6,33	12,40
2	ESE	16,74	1,67	--	--	--	--	-23,07	4,61	6,33	12,40





Direzione Politiche Mobilità Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale  
SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITÀ AREZZO, SIENA E GROSSETO

SRT71-VARIANTE DEL CORSALONE

PROGETTO DEFINITIVO

n°	Tipo	Pa	YPa	Is	YIs	Pw	YPw	Pp	YPp	Pc	YPc
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
3	ESE	16,74	1,67	--	--	--	--	-23,07	4,61	6,33	12,40
4	ESE	99,72	1,37	--	--	--	--	-7,77	10,63	33,63	4,00
5	ESE	133,07	2,03	--	--	--	--	-12,63	9,74	5,44	7,63
6	ESE	133,07	2,03	--	--	--	--	-12,63	9,74	5,44	7,63
7	ESE	195,46	2,27	--	--	--	--	-6,78	13,74	43,63	6,16
8	ESE	268,77	3,70	--	--	--	--	-42,53	11,68	8,14	15,90
9	ESE	268,76	3,70	--	--	--	--	-42,57	11,68	8,14	15,90
10	ESE	315,96	3,99	--	--	--	--	-26,07	12,21	27,07	9,87
11	ESE	361,79	4,75	--	--	--	--	-52,64	12,35	9,14	16,51
12	ESE	385,33	5,13	--	--	--	--	-77,75	12,59	12,96	18,01
13	ESE	329,28	7,29	197,44	5,33	--	--	-221,06	12,86	40,47	18,52
1	SLU - STR	21,88	1,67	--	--	--	--	-30,23	4,64	8,36	12,41
2	SLU - STR	21,88	1,67	--	--	--	--	-30,27	4,64	8,37	12,41
3	SLU - STR	21,88	1,67	--	--	--	--	-30,26	4,64	8,37	12,41
4	SLU - STR	106,87	1,38	--	--	--	--	-5,45	9,81	24,15	3,91
5	SLU - STR	143,36	2,20	--	--	--	--	-20,88	8,38	3,90	12,49
6	SLU - STR	143,35	2,20	--	--	--	--	-20,89	8,38	3,90	12,49
7	SLU - STR	206,07	2,37	--	--	--	--	-4,04	13,45	30,97	6,04
8	SLU - STR	293,00	4,12	--	--	--	--	-70,58	11,82	15,40	17,16
9	SLU - STR	292,97	4,12	--	--	--	--	-70,64	11,82	15,40	17,16
10	SLU - STR	340,42	4,33	--	--	--	--	-55,49	12,03	35,47	11,65
11	SLU - STR	407,57	5,34	--	--	--	--	-103,82	12,42	19,40	18,03
12	SLU - STR	456,70	5,90	--	--	--	--	-157,17	12,75	32,01	18,41
13	SLV - STR	304,27	10,27	513,81	5,33	--	--	-471,34	13,42	122,83	18,86
1	SLU - GEO	22,10	1,70	--	--	--	--	-31,21	4,86	9,11	12,52
2	SLU - GEO	22,10	1,70	--	--	--	--	-31,24	4,86	9,12	12,52
3	SLU - GEO	22,11	1,70	--	--	--	--	-31,24	4,86	9,12	12,52
4	SLU - GEO	107,83	1,51	--	--	--	--	-7,72	9,29	25,46	3,82
5	SLU - GEO	147,27	2,34	--	--	--	--	-25,18	8,44	4,22	13,56
6	SLU - GEO	147,26	2,34	--	--	--	--	-25,19	8,44	4,22	13,56
7	SLU - GEO	212,98	2,53	--	--	--	--	-7,28	11,52	27,10	6,07
8	SLU - GEO	365,09	5,54	--	--	--	--	-161,16	12,88	38,85	18,23
9	SLU - GEO	365,03	5,54	--	--	--	--	-161,34	12,88	38,88	18,23
10	SLU - GEO	423,32	5,68	--	--	--	--	-157,54	12,94	59,61	14,64
11	SLU - GEO	454,23	5,99	--	--	--	--	-169,17	13,09	41,03	17,94
12	SLU - GEO	519,15	6,60	--	--	--	--	-239,20	13,39	57,96	18,70
13	SLV - GEO	480,58	11,21	676,29	5,33	--	--	-777,56	15,18	278,22	19,72

Simbologia adottata

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



Direzione Politiche Mobilità Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale  
SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITÀ AREZZO, SIENA E GROSSETO

SRT71-VARIANTE DEL CORSALONE

PROGETTO DEFINITIVO

n°	Tipo	Rc	YRc	Rt	YRt	Rv	YRv	Rp	YRp
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
1	ESE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	ESE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	ESE	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
4	ESE	0,00	0,00	125,57	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	ESE	0,00	0,00	125,88	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
6	ESE	0,00	0,00	125,88	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7	ESE	0,00	0,00	232,31	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00
8	ESE	0,00	0,00	234,32	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
9	ESE	0,00	0,00	234,32	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00
10	ESE	0,00	0,00	316,96	3,81	0,00	0,00	0,00	0,00
11	ESE	0,00	0,00	318,25	3,82	0,00	0,00	0,00	0,00
12	ESE	0,00	0,00	320,49	3,84	0,00	0,00	0,00	0,00
13	ESE	0,00	0,00	346,09	3,93	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLU - STR	0,00	0,00	125,57	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLU - STR	0,00	0,00	126,37	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLU - STR	0,00	0,00	126,37	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLU - STR	0,00	0,00	233,00	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00
8	SLU - STR	0,00	0,00	237,76	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00
9	SLU - STR	0,00	0,00	237,77	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00
10	SLU - STR	0,00	0,00	320,39	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00
11	SLU - STR	0,00	0,00	323,20	3,83	0,00	0,00	0,00	0,00
12	SLU - STR	0,00	0,00	331,64	3,87	0,00	0,00	0,00	0,00
13	SLV - STR	0,00	0,00	469,86	3,96	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLU - GEO	0,00	0,00	125,57	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLU - GEO	0,00	0,00	126,30	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLU - GEO	0,00	0,00	126,30	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLU - GEO	0,00	0,00	232,80	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00
8	SLU - GEO	0,00	0,00	242,71	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00
9	SLU - GEO	0,00	0,00	242,74	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00
10	SLU - GEO	0,00	0,00	325,40	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00
11	SLU - GEO	0,00	0,00	326,18	3,81	0,00	0,00	0,00	0,00
12	SLU - GEO	0,00	0,00	337,64	3,87	0,00	0,00	0,00	0,00
13	SLV - GEO	0,00	0,00	657,53	4,07	0,00	0,00	0,00	0,00

### .7.2.2 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 [kNm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kNm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	
1	ESE	34,68	5,10	16,74	2,50	255,02	20,50	MAX
		-1,41	15,20	-5,96	8,70	0,00	0,00	MIN
2	ESE	34,68	5,10	16,74	2,50	255,02	20,50	MAX
		-1,41	15,20	-5,96	8,70	0,00	0,00	MIN
3	ESE	34,68	5,10	16,74	2,50	255,02	20,50	MAX
		-1,42	15,20	-5,96	8,70	0,00	0,00	MIN
4	ESE	33,96	1,50	56,22	1,50	327,52	20,50	MAX
		-33,90	4,50	-69,36	1,50	0,00	0,00	MIN
5	ESE	31,98	1,50	53,30	1,50	327,69	20,50	MAX
		-49,70	4,25	-72,58	1,50	0,00	0,00	MIN
6	ESE	31,98	1,50	53,30	1,50	327,69	20,50	MAX
		-49,71	4,25	-72,58	1,50	0,00	0,00	MIN
7	ESE	37,10	1,50	64,65	1,50	389,14	20,50	MAX
		-31,92	7,35	-61,78	4,00	0,00	0,00	MIN
8	ESE	37,07	1,50	64,19	1,50	390,30	20,50	MAX
		-114,46	6,85	-84,10	4,00	0,00	0,00	MIN
9	ESE	37,06	1,50	64,19	1,50	390,31	20,50	MAX
		-114,51	6,85	-84,11	4,00	0,00	0,00	MIN
10	ESE	35,71	1,50	63,17	1,50	438,01	20,50	MAX
		-60,37	6,05	-74,47	4,00	0,00	0,00	MIN
11	ESE	37,37	1,50	65,17	1,50	438,76	20,50	MAX
		-99,28	8,60	-75,08	4,00	0,00	0,00	MIN
12	ESE	53,18	13,75	65,82	1,50	440,05	20,50	MAX
		-140,13	8,65	-82,14	4,00	0,00	0,00	MIN
13	ESE	200,53	13,60	170,13	10,75	454,83	20,50	MAX
		-339,64	8,10	-135,57	4,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - STR	45,83	5,10	21,87	2,55	255,02	20,50	MAX
		-1,85	15,20	-7,88	8,75	0,00	0,00	MIN
2	SLU - STR	45,88	5,10	21,89	2,70	255,02	20,50	MAX
		-1,85	15,20	-7,89	8,75	0,00	0,00	MIN
3	SLU - STR	45,88	5,10	21,89	2,70	255,02	20,50	MAX
		-1,85	15,20	-7,89	8,75	0,00	0,00	MIN
4	SLU - STR	37,64	1,50	59,22	1,50	327,52	20,50	MAX
		-18,64	4,35	-66,36	1,50	0,00	0,00	MIN
5	SLU - STR	32,12	1,50	51,25	1,50	327,98	20,50	MAX
		-52,65	4,05	-75,12	1,50	0,00	0,00	MIN
6	SLU - STR	32,11	1,50	51,25	1,50	327,98	20,50	MAX
		-52,66	4,05	-75,12	1,50	0,00	0,00	MIN
7	SLU - STR	40,19	1,50	64,64	1,50	389,54	20,50	MAX
		-16,96	7,20	-60,11	1,50	0,00	0,00	MIN
8	SLU - STR	64,52	12,80	61,32	1,50	392,29	20,50	MAX

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kNm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	
		-165,93	6,70	-101,55	4,00	0,00	0,00	MIN
9	SLU - STR	64,58	12,80	61,31	1,50	392,29	20,50	MAX
		-166,02	6,70	-101,57	4,00	0,00	0,00	MIN
10	SLU - STR	46,82	13,00	60,25	1,50	440,00	20,50	MAX
		-113,25	6,10	-91,87	4,00	0,00	0,00	MIN
11	SLU - STR	82,98	13,45	85,43	10,40	441,62	20,50	MAX
		-166,92	8,35	-94,04	4,00	0,00	0,00	MIN
12	SLU - STR	140,86	13,55	126,16	10,75	446,49	20,50	MAX
		-251,72	8,35	-115,11	4,00	0,00	0,00	MIN
13	SLV - STR	562,02	14,00	325,21	10,75	526,29	20,50	MAX
		-610,31	7,95	-213,03	4,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - GEO	49,72	5,25	22,09	2,70	255,02	20,50	MAX
		-1,98	15,30	-8,58	8,85	0,00	0,00	MIN
2	SLU - GEO	49,78	5,25	22,12	2,70	255,02	20,50	MAX
		-1,98	15,30	-8,59	8,85	0,00	0,00	MIN
3	SLU - GEO	49,78	5,25	22,11	2,70	255,02	20,50	MAX
		-1,98	15,30	-8,59	8,85	0,00	0,00	MIN
4	SLU - GEO	30,15	1,50	53,45	1,50	327,52	20,50	MAX
		-26,37	3,65	-72,13	1,50	0,00	0,00	MIN
5	SLU - GEO	25,51	1,50	46,54	1,50	327,94	20,50	MAX
		-62,34	4,05	-79,75	1,50	0,00	0,00	MIN
6	SLU - GEO	25,51	1,50	46,54	1,50	327,94	20,50	MAX
		-62,35	4,05	-79,76	1,50	0,00	0,00	MIN
7	SLU - GEO	31,34	1,50	57,70	1,50	389,43	20,50	MAX
		-23,02	6,35	-66,85	1,50	0,00	0,00	MIN
8	SLU - GEO	162,25	13,50	123,06	10,70	395,15	20,50	MAX
		-297,81	7,30	-126,69	4,00	0,00	0,00	MIN
9	SLU - GEO	162,42	13,50	123,18	10,70	395,16	20,50	MAX
		-298,04	7,30	-126,74	4,00	0,00	0,00	MIN
10	SLU - GEO	150,29	13,60	121,95	10,80	442,89	20,50	MAX
		-257,42	8,20	-117,02	4,00	0,00	0,00	MIN
11	SLU - GEO	160,91	13,75	130,77	11,25	443,34	20,50	MAX
		-277,75	8,40	-116,63	4,00	0,00	0,00	MIN
12	SLU - GEO	237,51	14,05	182,11	11,75	449,96	20,50	MAX
		-410,49	8,50	-139,20	4,00	0,00	0,00	MIN
13	SLV - GEO	824,18	15,95	479,13	11,95	634,64	20,50	MAX
		-1146,91	8,55	-316,50	4,00	0,00	0,00	MIN

### .7.2.3 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 <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	ESE	0,1964	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0044	11,05	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,1964	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0044	11,05	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,1965	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0044	11,05	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,0081	8,65	0,0250	0,00	MAX
		-0,1151	0,00	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,0190	7,10	0,0250	0,00	MAX
		-0,1062	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	0,0190	7,10	0,0250	0,00	MAX
		-0,1062	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	0,0041	12,35	0,0313	0,00	MAX
		-0,1758	0,00	0,0000	0,00	MIN
8	ESE	0,0955	7,90	0,0314	0,00	MAX
		-0,2038	0,00	0,0000	0,00	MIN
9	ESE	0,0956	7,90	0,0314	0,00	MAX
		-0,2039	0,00	0,0000	0,00	MIN
10	ESE	0,0401	9,05	0,0354	0,00	MAX
		-0,1896	0,00	0,0000	0,00	MIN
11	ESE	0,0964	8,90	0,0355	0,00	MAX
		-0,2062	0,00	0,0000	0,00	MIN
12	ESE	0,1689	8,70	0,0356	0,00	MAX
		-0,2293	0,00	0,0000	0,00	MIN
13	ESE	0,7115	7,60	0,0370	0,00	MAX
		-0,2024	0,00	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,2604	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0057	11,05	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,2607	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0058	11,05	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,2606	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0058	11,05	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,0098	6,75	0,0250	0,00	MAX
		-0,0312	0,00	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,0531	4,80	0,0251	0,00	MAX
		-0,0049	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	0,0531	4,80	0,0251	0,00	MAX
		-0,0049	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - STR	0,0028	11,40	0,0313	0,00	MAX
		-0,0595	0,57	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - STR	0,2357	7,00	0,0316	0,00	MAX
		-0,0937	0,00	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - STR	0,2360	7,00	0,0316	0,00	MAX
		-0,0937	0,00	0,0000	0,00	MIN
10	SLU - STR	0,1692	7,10	0,0356	0,00	MAX
		-0,0791	0,00	0,0000	0,00	MIN
11	SLU - STR	0,2795	7,85	0,0358	0,00	MAX
		-0,1162	0,00	0,0000	0,00	MIN
12	SLU - STR	0,4871	7,75	0,0362	0,00	MAX
		-0,1349	0,00	0,0000	0,00	MIN
13	SLV - STR	2,6174	5,65	0,0443	0,00	MAX

n°	Tipo	U	Y <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
		-0,0776	19,05	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,2884	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0062	11,15	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,2888	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0062	11,15	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,2888	0,00	0,0165	0,00	MAX
		-0,0062	11,15	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	0,0168	5,90	0,0250	0,00	MAX
		-0,0317	0,00	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	0,0645	4,80	0,0251	0,00	MAX
		-0,0105	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	0,0645	4,80	0,0251	0,00	MAX
		-0,0105	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - GEO	0,0077	9,25	0,0313	0,00	MAX
		-0,0772	0,00	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - GEO	0,5838	7,45	0,0319	0,00	MAX
		-0,1672	0,00	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - GEO	0,5844	7,45	0,0319	0,00	MAX
		-0,1672	0,00	0,0000	0,00	MIN
10	SLU - GEO	0,5291	7,65	0,0359	0,00	MAX
		-0,1553	0,00	0,0000	0,00	MIN
11	SLU - GEO	0,5639	7,80	0,0360	0,00	MAX
		-0,1661	0,00	0,0000	0,00	MIN
12	SLU - GEO	0,8683	7,85	0,0366	0,00	MAX
		-0,2022	0,00	0,0000	0,00	MIN
13	SLV - GEO	5,9679	6,50	0,0551	0,00	MAX
		-0,4690	20,50	0,0000	0,00	MIN

### .7.2.4 Stabilità globale

*Simbologia adottata*

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

(XC; YC) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]

R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]

(XV; YV) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]

(XM; YM) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]

FS Coefficiente di sicurezza

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X <sub>C</sub> , Y <sub>C</sub>	R	X <sub>V</sub> , Y <sub>V</sub>	X <sub>M</sub> , Y <sub>M</sub>	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
1	SLU - GEO	-18,45; 18,45	43,10	-51,14; -9,64	21,01; 1,10	2.557
2	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-30,02; -6,37	34,88; 1,10	2.056
3	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-30,02; -6,37	34,88; 1,10	2.056
4	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-30,02; -6,37	34,88; 1,10	2.088
5	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-28,47; -8,13	34,88; 1,10	1.694
6	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-28,47; -8,13	34,88; 1,10	1.694
7	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-28,47; -8,13	34,88; 1,10	1.722
8	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-25,81; -10,72	34,88; 1,10	1.332
9	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-25,81; -10,72	34,88; 1,10	1.332
10	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-25,81; -10,72	34,88; 1,10	1.352
11	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-25,33; -11,14	34,88; 1,10	1.301
12	SLU - GEO	0,00; 18,45	38,95	-25,33; -11,14	34,88; 1,10	1.301
13	SLV - GEO	0,00; 18,45	38,95	-25,33; -11,14	34,88; 1,10	1.177

### .7.2.5 Risultati tiranti

#### Simbologia adottata

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

Af area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]

L lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]

Lf lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]

sf tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kPa]

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 [kN]

FS Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N	Af	Lf	L	sf	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kN]	[cmq]	[m]	[m]	[kPa]	[cm]	[kN]	[kN]	[kN]		
1	0,00	5,58	15,00	35,00	-1	0,19448	482,00	3665,64	21466,33	1,060	16
2	529,49	5,58	13,00	33,00	948899	5,60003	554,36	3176,89	18604,15	1,047	39
3	483,80	5,58	11,00	30,00	867024	5,94850	512,70	2688,14	15741,97	1,060	39

### .7.2.6 Verifica a flessione

#### Simbologia adottata

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

n° - Tipo	Y	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
13 - SLV - GEO	1,20	42,61	15,71	15,71	23,91	10,94	234,57	107,29	9.975

n° - Tipo	Y	Af	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
13 - SLV - GEO	8,55	108,57	-1166,35	498,13	-1222,46	522,09	1.048

### .7.2.7 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]
Asw	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
VEd	taglio agente sul palo, espresso in [kN]
VRd	taglio resistente, espresso in [kN]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra VRd/ VEd)

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 68,28 cm 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	H	Asw	VEd	VRd	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[kN]	[kN]	
13 - SLV - GEO	1,20	42,61	0,00	49,36	182,06	3.688





Direzione Politiche Mobilità Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale  
SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITÀ AREZZO, SIENA E GROSSETO

SRT71-VARIANTE DEL CORSALONE

PROGETTO DEFINITIVO

n° - Tipo	Y	A <sub>SW</sub>	s	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
13 - SLV - GEO	11,95	2,26	22,00	487,26	572,86	1.176



## 8 GEOMETRIA DELLA PARATIA TP01-PALO TIPO 2

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

Altezza fuori terra	7,50	[m]
Profondità di infissione	11,00	[m]
Altezza totale della paratia	18,50	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,00	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Ordinata testa pali	1,50	[m]
Numero totale di pali	59	
Numero di pali per metro lineare	0.98	

### *Geometria muro*

Altezza paramento	1,50	[m]
Spessore testa paramento	0,30	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	6,000	[°]
Spessore base paramento	0,46	[m]
Larghezza fondazione	1,20	[m]
Altezza fondazione	0,65	[m]
Altezza totale muro	2,15	[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	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm^3]
1	0,00	Calcestruzzo	120,00	65,00	--	--
2	2,00	Calcestruzzo	120,00	65,00	--	--
3	4,00	Acciaio	--	--	65,25	425,70
4	6,00	Acciaio	--	--	65,25	425,70

## Geometria profilo terreno

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

### Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	12,90	0,00	0.00
3	13,00	0,10	45.00
4	16,50	0,10	0.00
5	30,00	0,10	0.00

### Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-4,05	--
2	-5,00	-2,50	0.00
3	0,00	-2,50	45.00

### Profilo di valle - Fase n° 5

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-6,05	--
2	-5,00	-4,50	0.00
3	0,00	-4,50	45.00

### Profilo di valle - Fase n° 8

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-8,05	--
2	-5,00	-6,50	0.00
3	0,00	-6,50	45.00

### Profilo di valle - Fase n° 11

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-9,05	--
2	-5,00	-7,50	0.00
3	0,00	-7,50	45.00

### 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 [kN]

n°	Tipo	Y	I	f	Alfa	ALL	nr	Lt	Lf	T
		[m]	[m]	[m]	[°]			[m]	[m]	[kN]
1	Tirante attivo (trefoli)-6	2,00	2,00	0,20	25.00	Centrati	29	35,00	14,00	220,0000
2	Tirante attivo (trefoli)	4,00	2,00	0,20	25.00	Sfalsati	30	30,00	10,00	150,0000
3	Tirante attivo (trefoli)	6,00	2,00	0,20	25.00	Centrati	29	28,00	10,00	150,0000

## Caratteristiche materiali utilizzati

### Simbologia adottata

g <sub>cls</sub>	Peso specifico cls, espresso in [kN/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
R <sub>ck</sub>	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	g <sub>cls</sub> [kN/mc]	Classe cls	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	Acciaio	n
Paratia	24,52	C28/35	35000	32587986	B450C	15.00
Cordolo/Muro	24,52	C28/35	35000	32587986	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

Descrizione	g <sub>acciaio</sub> [kN/mc]	E [kPa]
Paratia	76,98	205942924

## .8.1 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 <sub>g</sub>	Indice di gruppo
F <sub>x</sub>	Forza orizzontale espressa in [kN], positiva da monte verso valle
F <sub>y</sub>	Forza verticale espressa in [kN], positiva verso il basso
M	Momento espresso in [kNm], positivo ribaltante
Q <sub>i</sub> , Q <sub>f</sub>	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kN/mq]
V <sub>i</sub> , V <sub>s</sub>	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kN/mq], positivi da monte verso valle
R	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kN]

**Condizione n° 1 - Variabile da traffico - MOBILE (I<sub>g</sub>=0) [Y<sub>0</sub>=0.40 - Y<sub>1</sub>=0.40 - Y<sub>2</sub>=0.00]**

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 1,40	X <sub>f</sub> = 10,90	Q <sub>i</sub> = 20,00	Q <sub>f</sub> = 20,00	
--------------------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	--

**Condizione n° 2 - Permanente - TERRENO\_VERSANTE**

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 16,50	X <sub>f</sub> = 30,00	Q <sub>i</sub> = 1,00	Q <sub>f</sub> = 120,00	
--------------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--

## 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	Scavo fino alla profondità di 2.50 metri	0
2	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=2.50]	1
3	Inserimento tirante 1 (X=2.00) [Hscavo=2.50]	2
4	Tesatura tirante 1 N=20394 [Hscavo=2.50]	3
5	Scavo fino alla profondità di 4.50 metri	4
6	Inserimento tirante 2 (X=4.00) [Hscavo=4.50]	5
7	Tesatura tirante 2 N=15296 [Hscavo=4.50]	6
8	Scavo fino alla profondità di 6.50 metri	7
9	Inserimento tirante 3 (X=6.00) [Hscavo=6.50]	8
10	Tesatura tirante 3 N=15296 [Hscavo=6.50]	9
11	Scavo fino alla profondità di 7.50 metri	10
12	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=7.50]	11
13	Inserimento sisma	12

## Impostazioni di progetto

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$g_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$g_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	$g_{Gfav}$	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	$g_{Gsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$g_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$g_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$g_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$g_{Qsfav}$	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	$g_{anf'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$g_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$g_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$g_{qu}$	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$g_{\gamma}$	1.00	1.00	1.00	1.00



## **TIRANTI DI ANCORAGGIO**

Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei tiranti

### **Resistenza**

### **R3**

Laterale  $\gamma_{st}$  1,20

Coefficienti di riduzione  $\chi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate 1  $\chi_3=1,80$   $\chi_4=1,80$

Verifica materiali : Stato Limite

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.

$$VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \beta) \cdot \sin \alpha$$

$$VR_{cd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f_{cd} \cdot (\cot(\alpha) + \cot(\beta)) / (1.0 + \cot^2 \alpha)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b <sub>w</sub>	larghezza minima sezione [mm]
A <sub>sw</sub>	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
a <sub>c</sub>	coefficiente maggiorativo, funzione di f <sub>cd</sub> e s <sub>cp</sub>
s <sub>cp</sub>	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
f <sub>cd</sub> '	= 0.5 · f <sub>cd</sub>

## ***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  $s_c < 0.60 f_{ck} - s_f < 0.80 f_{yk}$   
Quasi permanente  $s_c < 0.45 f_{ck}$

## Impostazioni di analisi

### Analisi per fasi di scavo.

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

Influenza d (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

## .8.2 RISULTATI

### 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
$P_a$	Spinta attiva, espressa in [kN]
$I_s$	Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]
$P_w$	Spinta della falda, espressa in [kN]
$P_p$	Resistenza passiva, espressa in [kN]
$P_c$	Controspinta, espressa in [kN]

n°	Tipo	$P_a$	$Y_{P_a}$	$I_s$	$Y_{I_s}$	$P_w$	$Y_{P_w}$	$P_p$	$Y_{P_p}$	$P_c$	$Y_{P_c}$
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
1	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-22,10	4,61	6,08	12,35
2	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-22,10	4,61	6,08	12,35
3	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-22,10	4,61	6,08	12,35
4	ESE	66,87	1,37	--	--	--	--	-0,32	12,99	21,06	4,18
5	ESE	92,71	2,27	--	--	--	--	-7,08	8,79	2,65	10,60
6	ESE	92,71	2,27	--	--	--	--	-7,08	8,79	2,65	10,60





Direzione Politiche Mobilità Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale  
SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITÀ AREZZO, SIENA E GROSSETO

SRT71-VARIANTE DEL CORSALONE

PROGETTO DEFINITIVO

n°	Tipo	Pa	Y <sub>Pa</sub>	Is	Y <sub>Is</sub>	Pw	Y <sub>Pw</sub>	Pp	Y <sub>Pp</sub>	Pc	Y <sub>Pc</sub>
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
7	ESE	131,49	2,39	--	--	--	--	-1,64	14,47	25,30	6,16
8	ESE	171,53	3,45	--	--	--	--	-19,00	10,09	3,80	13,27
9	ESE	171,53	3,45	--	--	--	--	-19,01	10,09	3,80	13,27
10	ESE	209,15	3,67	--	--	--	--	-2,53	14,00	14,31	7,63
11	ESE	232,61	4,15	--	--	--	--	-15,14	11,50	4,28	12,51
12	ESE	240,05	4,30	--	--	--	--	-21,82	11,75	4,87	15,55
13	ESE	228,88	6,93	135,31	5,00	--	--	-153,60	12,23	31,79	17,22
1	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,89	4,63	8,01	12,36
2	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,92	4,63	8,02	12,36
3	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,92	4,63	8,02	12,36
4	SLU - STR	72,79	1,40	--	--	--	--	-0,18	17,40	14,99	5,11
5	SLU - STR	101,93	2,49	--	--	--	--	-17,28	7,64	4,12	13,49
6	SLU - STR	101,92	2,49	--	--	--	--	-17,28	7,64	4,12	13,49
7	SLU - STR	141,07	2,54	--	--	--	--	-1,03	11,84	15,64	6,43
8	SLU - STR	189,17	3,80	--	--	--	--	-38,22	9,71	6,87	15,41
9	SLU - STR	189,15	3,80	--	--	--	--	-38,24	9,71	6,87	15,41
10	SLU - STR	227,12	3,95	--	--	--	--	-15,79	10,50	11,10	10,13
11	SLU - STR	250,92	4,47	--	--	--	--	-34,36	11,48	7,35	17,02
12	SLU - STR	314,13	5,56	--	--	--	--	-104,89	12,09	23,82	17,36
13	SLV - STR	241,05	8,86	367,32	5,00	--	--	-362,03	12,70	112,96	17,52
1	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,37	4,81	8,51	12,45
2	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,41	4,81	8,52	12,45
3	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,41	4,81	8,52	12,45
4	SLU - GEO	73,77	1,49	--	--	--	--	-0,28	13,14	14,12	4,90
5	SLU - GEO	104,13	2,59	--	--	--	--	-19,77	7,82	4,38	14,17
6	SLU - GEO	104,13	2,59	--	--	--	--	-19,77	7,82	4,38	14,17
7	SLU - GEO	144,73	2,66	--	--	--	--	-2,67	9,98	13,61	6,57
8	SLU - GEO	191,95	3,98	--	--	--	--	-43,29	10,81	9,78	16,44
9	SLU - GEO	191,94	3,98	--	--	--	--	-43,33	10,81	9,79	16,45
10	SLU - GEO	232,02	4,14	--	--	--	--	-31,69	11,25	22,76	10,67
11	SLU - GEO	305,92	5,65	--	--	--	--	-102,24	12,59	25,26	17,14
12	SLU - GEO	364,92	6,35	--	--	--	--	-169,70	12,94	46,31	17,43
13	SLV - GEO	375,76	9,56	444,83	5,00	--	--	-560,81	14,10	218,15	17,89

*Simbologia adottata*

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

n°	Tipo	Rc	Y <sub>Rc</sub>	Rt	Y <sub>Rt</sub>	Rv	Y <sub>Rv</sub>	Rp	Y <sub>Rp</sub>
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
1	ESE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	ESE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	ESE	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00

n°	Tipo	Rc	Y <sub>Rc</sub>	Rt	Y <sub>Rt</sub>	Rv	Y <sub>Rv</sub>	Rp	Y <sub>Rp</sub>
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
4	ESE	0,00	0,00	87,61	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	ESE	0,00	0,00	88,28	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	ESE	0,00	0,00	88,28	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	ESE	0,00	0,00	155,15	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00
8	ESE	0,00	0,00	156,32	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00
9	ESE	0,00	0,00	156,32	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00
10	ESE	0,00	0,00	220,93	3,81	0,00	0,00	0,00	0,00
11	ESE	0,00	0,00	221,74	3,81	0,00	0,00	0,00	0,00
12	ESE	0,00	0,00	223,07	3,81	0,00	0,00	0,00	0,00
13	ESE	0,00	0,00	242,31	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLU - STR	0,00	0,00	87,61	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLU - STR	0,00	0,00	88,77	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLU - STR	0,00	0,00	88,77	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLU - STR	0,00	0,00	155,68	2,87	0,00	0,00	0,00	0,00
8	SLU - STR	0,00	0,00	157,80	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00
9	SLU - STR	0,00	0,00	157,81	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00
10	SLU - STR	0,00	0,00	222,43	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00
11	SLU - STR	0,00	0,00	223,90	3,81	0,00	0,00	0,00	0,00
12	SLU - STR	0,00	0,00	233,04	3,83	0,00	0,00	0,00	0,00
13	SLV - STR	0,00	0,00	359,08	3,76	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLU - GEO	0,00	0,00	87,61	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLU - GEO	0,00	0,00	88,75	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLU - GEO	0,00	0,00	88,75	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLU - GEO	0,00	0,00	155,68	2,87	0,00	0,00	0,00	0,00
8	SLU - GEO	0,00	0,00	158,43	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00
9	SLU - GEO	0,00	0,00	158,44	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00
10	SLU - GEO	0,00	0,00	223,09	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00
11	SLU - GEO	0,00	0,00	228,99	3,82	0,00	0,00	0,00	0,00
12	SLU - GEO	0,00	0,00	241,69	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00
13	SLV - GEO	0,00	0,00	477,99	3,79	0,00	0,00	0,00	0,00

#### 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 [kNm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kNm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	
1	ESE	33,07	5,10	16,01	2,50	231,28	18,50	MAX
		-0,99	14,95	-5,68	8,70	0,00	0,00	MIN
2	ESE	33,08	5,10	16,01	2,50	231,28	18,50	MAX
		-0,99	14,95	-5,68	8,70	0,00	0,00	MIN
3	ESE	33,08	5,10	16,01	2,50	231,28	18,50	MAX
		-0,99	14,95	-5,68	8,70	0,00	0,00	MIN
4	ESE	45,89	2,00	52,01	2,00	272,13	18,50	MAX
		-1,36	7,80	-35,60	2,00	0,00	0,00	MIN
5	ESE	37,93	2,00	43,37	2,00	272,45	18,50	MAX
		-14,34	4,35	-44,91	2,00	0,00	0,00	MIN
6	ESE	37,93	2,00	43,37	2,00	272,45	18,50	MAX
		-14,35	4,35	-44,91	2,00	0,00	0,00	MIN
7	ESE	48,93	2,00	56,16	2,00	303,63	18,50	MAX
		-7,45	8,60	-43,10	4,00	0,00	0,00	MIN
8	ESE	47,15	2,00	53,06	2,00	304,17	18,50	MAX
		-42,92	6,20	-58,58	4,00	0,00	0,00	MIN
9	ESE	47,15	2,00	53,06	2,00	304,17	18,50	MAX
		-42,93	6,20	-58,58	4,00	0,00	0,00	MIN
10	ESE	48,20	2,00	55,40	2,00	334,30	18,50	MAX
		-10,01	8,00	-45,06	4,00	0,00	0,00	MIN
11	ESE	49,09	2,00	55,92	2,00	334,68	18,50	MAX
		-37,13	7,45	-53,32	6,00	0,00	0,00	MIN
12	ESE	45,87	2,00	52,99	2,00	335,30	18,50	MAX
		-50,10	7,40	-55,17	6,00	0,00	0,00	MIN
13	ESE	131,81	13,00	112,81	10,05	344,27	18,50	MAX
		-225,87	7,30	-89,82	4,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - STR	43,54	5,10	20,88	2,55	231,28	18,50	MAX
		-1,30	15,00	-7,48	8,70	0,00	0,00	MIN
2	SLU - STR	43,59	5,10	20,90	2,70	231,28	18,50	MAX
		-1,30	15,00	-7,49	8,70	0,00	0,00	MIN
3	SLU - STR	43,59	5,10	20,90	2,70	231,28	18,50	MAX
		-1,30	15,00	-7,49	8,70	0,00	0,00	MIN
4	SLU - STR	48,77	2,00	54,76	2,00	272,13	18,50	MAX
		-0,39	14,55	-32,85	2,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - STR	35,06	2,00	39,84	2,00	272,68	18,50	MAX
		-18,66	4,15	-48,93	2,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - STR	35,06	2,00	39,84	2,00	272,68	18,50	MAX
		-18,67	4,15	-48,93	2,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - STR	46,77	2,00	52,75	2,00	303,87	18,50	MAX
		0,00	18,50	-39,73	4,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - STR	43,05	2,00	46,62	2,00	304,87	18,50	MAX
		-64,99	6,00	-65,70	4,00	0,00	0,00	MIN
9	SLU - STR	43,04	2,00	46,62	2,00	304,87	18,50	MAX
		-65,02	6,00	-65,71	4,00	0,00	0,00	MIN
10	SLU - STR	44,12	2,00	48,97	2,00	335,00	18,50	MAX
		-20,10	6,75	-52,27	4,00	0,00	0,00	MIN
11	SLU - STR	46,54	2,00	50,47	2,00	335,69	18,50	MAX
		-64,38	7,25	-57,18	4,00	0,00	0,00	MIN
12	SLU - STR	91,29	12,90	81,21	10,05	339,95	18,50	MAX
		-161,15	7,35	-77,42	4,00	0,00	0,00	MIN
13	SLV - STR	455,82	13,05	228,22	10,05	398,72	18,50	MAX

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kNm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	
		-350,21	7,25	-137,85	4,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - GEO	46,19	5,20	20,86	2,70	231,28	18,50	MAX
		-1,33	15,05	-7,96	8,80	0,00	0,00	MIN
2	SLU - GEO	46,25	5,20	20,88	2,70	231,28	18,50	MAX
		-1,33	15,05	-7,96	8,80	0,00	0,00	MIN
3	SLU - GEO	46,25	5,20	20,88	2,70	231,28	18,50	MAX
		-1,33	15,05	-7,96	8,80	0,00	0,00	MIN
4	SLU - GEO	44,66	2,00	52,68	2,00	272,13	18,50	MAX
		-0,28	15,25	-34,93	2,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - GEO	32,01	2,00	38,60	2,00	272,67	18,50	MAX
		-23,30	4,20	-50,15	2,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - GEO	32,01	2,00	38,60	2,00	272,67	18,50	MAX
		-23,30	4,20	-50,15	2,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - GEO	43,43	2,00	51,25	2,00	303,87	18,50	MAX
		0,00	18,50	-41,41	4,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - GEO	39,78	2,00	44,43	2,00	305,16	18,50	MAX
		-85,24	6,15	-69,94	4,00	0,00	0,00	MIN
9	SLU - GEO	39,77	2,00	44,42	2,00	305,16	18,50	MAX
		-85,30	6,15	-69,95	4,00	0,00	0,00	MIN
10	SLU - GEO	40,95	2,00	46,82	2,00	335,31	18,50	MAX
		-47,10	6,90	-56,77	4,00	0,00	0,00	MIN
11	SLU - GEO	87,26	13,30	77,97	10,50	338,06	18,50	MAX
		-159,20	7,80	-76,86	6,00	0,00	0,00	MIN
12	SLU - GEO	161,04	13,45	124,38	10,90	343,98	18,50	MAX
		-260,83	7,75	-92,60	4,00	0,00	0,00	MIN
13	SLV - GEO	586,28	14,55	325,20	11,05	454,17	18,50	MAX
		-661,28	8,00	-221,74	16,65	0,00	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 <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	ESE	0,1870	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0042	11,05	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,1870	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0042	11,05	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,1870	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0042	11,05	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,0241	0,00	0,0177	0,00	MAX

n°	Tipo	U	Y <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
		-0,0034	4,30	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,0451	0,00	0,0177	0,00	MAX
		-0,0009	15,35	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	0,0451	0,00	0,0177	0,00	MAX
		-0,0009	15,35	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	0,0125	0,00	0,0205	0,00	MAX
		-0,0263	4,00	0,0000	0,00	MIN
8	ESE	0,0382	6,70	0,0206	0,00	MAX
		-0,0021	18,50	0,0000	0,00	MIN
9	ESE	0,0382	6,70	0,0206	0,00	MAX
		-0,0021	18,50	0,0000	0,00	MIN
10	ESE	0,0138	0,00	0,0229	0,00	MAX
		-0,0226	3,95	0,0000	0,00	MIN
11	ESE	0,0260	8,30	0,0229	0,00	MAX
		-0,0105	2,70	0,0000	0,00	MIN
12	ESE	0,0537	7,70	0,0230	0,00	MAX
		-0,0050	18,50	0,0000	0,00	MIN
13	ESE	0,5130	6,75	0,0238	0,00	MAX
		-0,0411	18,50	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,2468	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0056	11,05	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,2471	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0056	11,05	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,2471	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0056	11,05	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,0919	0,00	0,0177	0,00	MAX
		-0,0014	10,65	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,1284	0,00	0,0178	0,00	MAX
		-0,0021	14,45	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	0,1284	0,00	0,0178	0,00	MAX
		-0,0021	14,45	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - STR	0,0986	0,00	0,0206	0,00	MAX
		-0,0005	14,90	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - STR	0,1102	5,35	0,0206	0,00	MAX
		-0,0043	16,65	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - STR	0,1102	5,35	0,0206	0,00	MAX
		-0,0043	16,70	0,0000	0,00	MIN
10	SLU - STR	0,0996	0,00	0,0230	0,00	MAX
		-0,0026	17,25	0,0000	0,00	MIN
11	SLU - STR	0,1107	6,65	0,0230	0,00	MAX
		-0,0079	18,50	0,0000	0,00	MIN
12	SLU - STR	0,3501	6,75	0,0234	0,00	MAX
		-0,0300	18,50	0,0000	0,00	MIN
13	SLV - STR	2,9358	0,00	0,0288	0,00	MAX
		-0,1543	18,50	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,2664	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0058	11,15	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,2667	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0059	11,15	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,2668	0,00	0,0135	0,00	MAX
		-0,0059	11,15	0,0000	0,00	MIN

n°	Tipo	U	Y <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
4	SLU - GEO	0,1038	0,00	0,0177	0,00	MAX
		-0,0013	11,55	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	0,1370	0,00	0,0178	0,00	MAX
		-0,0023	14,45	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	0,1370	0,00	0,0178	0,00	MAX
		-0,0023	14,45	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - GEO	0,1070	0,00	0,0206	0,00	MAX
		-0,0007	14,85	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - GEO	0,1592	5,75	0,0207	0,00	MAX
		-0,0075	18,50	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - GEO	0,1593	5,75	0,0207	0,00	MAX
		-0,0075	18,50	0,0000	0,00	MIN
10	SLU - GEO	0,1101	5,65	0,0230	0,00	MAX
		-0,0063	18,50	0,0000	0,00	MIN
11	SLU - GEO	0,3255	7,40	0,0232	0,00	MAX
		-0,0328	18,50	0,0000	0,00	MIN
12	SLU - GEO	0,6368	7,20	0,0238	0,00	MAX
		-0,0679	18,50	0,0000	0,00	MIN
13	SLV - GEO	4,9767	0,00	0,0338	0,00	MAX
		-0,4649	18,50	0,0000	0,00	MIN

### Stabilità globale

#### Simbologia adottata

- n°           Indice della combinazione/fase
- Tipo        Tipo della combinazione/fase
- (XC; YC)   Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
- R           Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
- (XV; YV)   Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
- (XM; YM)   Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
- FS          Coefficiente di sicurezza

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X <sub>C</sub> , Y <sub>C</sub>	R	X <sub>V</sub> , Y <sub>V</sub>	X <sub>M</sub> , Y <sub>M</sub>	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
1	SLU - GEO	-16,65; 16,65	38,89	-46,02; -8,85	18,55; 0,10	2.859
2	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-26,19; -5,77	29,89; 0,10	2.363
3	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-26,19; -5,77	29,89; 0,10	2.363
4	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-26,19; -5,77	29,89; 0,10	2.412
5	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-24,70; -7,54	29,89; 0,10	1.858
6	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-24,70; -7,54	29,89; 0,10	1.858
7	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-24,70; -7,54	29,89; 0,10	1.888
8	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-23,00; -9,28	29,89; 0,10	1.527
9	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-23,00; -9,28	29,89; 0,10	1.527
10	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-23,00; -9,28	29,89; 0,10	1.550

n°	Tipo	X <sub>C</sub> , Y <sub>C</sub>	R	X <sub>V</sub> , Y <sub>V</sub>	X <sub>M</sub> , Y <sub>M</sub>	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
11	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-22,07; -10,14	29,89; 0,10	1.414
12	SLU - GEO	0,00; 14,80	33,30	-22,07; -10,14	29,89; 0,10	1.416
13	SLV - GEO	-1,85; 16,65	35,20	-24,28; -10,48	29,22; 0,10	1.265

## Verifica a flessione

### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
Af	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kNm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kN] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]
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	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
13 - SLV - GEO	1,50	45,77	15,71	15,71	25,84	14,26	261,74	144,49	10.303

n° - Tipo	Y	Af	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
13 - SLV - GEO	7,95	54,29	-672,46	331,85	-695,57	343,26	1.034

## 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]
Asw	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
VEd	taglio agente sul palo, espresso in [kN]
VRd	taglio resistente, espresso in [kN]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra VRd/ VEd)

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	H	A <sub>sw</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[kN]	[kN]	
13 - SLV - GEO	1,50	45,77	0,00	38,80	189,30	4.878

n° - Tipo	Y	A <sub>sw</sub>	s	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
13 - SLV - GEO	11,05	2,26	22,00	330,71	572,86	1.732

## Verifica tensioni

### Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della sezione  
Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]  
A<sub>f</sub> area di armatura espressa in [cmq]  
s<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]  
s<sub>f</sub> tensione nell'acciaio espressa in [kPa]  
Larghezza sezione muro:  $B = 100,00$  cm

A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	s <sub>c</sub>	cmb	s <sub>fi</sub>	cmb	s <sub>fs</sub>	cmb
[cmq]	[cmq]	[kPa]		[kPa]		[kPa]	
15,71	15,71	1049	11	-9009	11	39135	11

A <sub>f</sub>	s <sub>c</sub>	cmb	s <sub>f</sub>	cmb
[cmq]	[kPa]		[kPa]	
54,29	6776	13	160481	13

## Verifica fessurazione

### Simbologia adottata

- Tipo Tipo della Combinazione/Fase  
Oggetto Muro/Paratia  
Y Ordinata sezione, espresso in [m]  
M Momento agente, espresso in [kNm]  
M<sub>f</sub> Momento prima fessurazione, espresso in [kNm]  
s Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]  
esm Deformazione nelle fessure, espressa in [%]  
wlim Apertura limite fessure, espressa in [mm]





Direzione Politiche Mobilità Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale  
SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITÀ AREZZO, SIENA E GROSSETO

SRT71-VARIANTE DEL CORSALONE

PROGETTO DEFINITIVO

wk Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M <sub>f</sub>	s	e <sub>sm</sub>	w <sub>lim</sub>	w <sub>k</sub>
		[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Muro	11 - ESE	1,50	25,60	-89,87	0,000	0.0000	0,300	0,000
Paratia	13 - ESE	7,30	-229,70	-144,14	247,146	0.0529	0,300	0,222



## 9 GEOMETRIA DELLA PARATIA TP01-PALO TIPO 3

<b>Altezza fuori terra</b>	<b>5,00</b>	<b>[m]</b>
Profondità di infissione	10,80	[m]
Altezza totale della paratia	15,80	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,20	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Ordinata testa pali	1,50	[m]
Numero totale di pali	49	
Numero di pali per metro lineare	0.82	

### Geometria muro

Altezza paramento	1,50	[m]
Spessore testa paramento	0,30	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	6,000	[°]
Spessore base paramento	0,46	[m]
Larghezza fondazione	1,20	[m]
Altezza fondazione	0,65	[m]
Altezza totale muro	2,15	[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 <sup>3</sup> ]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm^3]
1	0,00	Calcestruzzo	120,00	65,00	--	--
2	2,50	Acciaio	--	--	65,25	425,70

## Geometria profilo terreno

*Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

### Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	12,90	0,00	0.00
3	13,00	0,10	45.00
4	16,50	0,10	0.00
5	30,00	0,10	0.00

### Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-4,05	--
2	-5,00	-2,50	0.00
3	0,00	-2,50	45.00

### Profilo di valle - Fase n° 5

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-6,55	--
2	-5,00	-5,00	0.00
3	0,00	-5,00	45.00

## 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 [kN]

n°	Tipo	Y	I	f	Alfa	ALL	nr	Lt	Lf	T
		[m]	[m]	[m]	[°]			[m]	[m]	[kN]
1	Tirante attivo (trefoli)-6	2,50	2,40	0,20	25,00	Centrati	25	30,00	14,00	250,0000

## Caratteristiche materiali utilizzati

### Simbologia adottata

gcls	Peso specifico cls, espresso in [kN/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	gcls	Classe cls	Rck	E	Acciaio	n
	[kN/mc]		[kPa]	[kPa]		
Paratia	24,52	C28/35	35000	32587986	B450C	15.00
Cordolo/Muro	24,52	C28/35	35000	32587986	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

Descrizione	gacciaio	E
	[kN/mc]	[kPa]
Paratia	76,98	205942924



## 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 [kN], positiva da monte verso valle

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

$M$  Momento espresso in [kNm], positivo ribaltante

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

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

$R$  Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kN]

### Condizione n° 1 - Variabile da traffico - MOBILE ( $I_g=0$ ) [ $Y_0=0.40 - Y_1=0.40 - Y_2=0.00$ ]

Carico distribuito sul profilo	$X_i = 0,50$	$X_f = 12,20$	$Q_i = 20,00$	$Q_f = 20,00$	
--------------------------------	--------------	---------------	---------------	---------------	--

### Condizione n° 2 - Permanente - TERRENO\_VERSANTE

Carico distribuito sul profilo	$X_i = 16,50$	$X_f = 30,00$	$Q_i = 1,00$	$Q_f = 120,00$	
--------------------------------	---------------	---------------	--------------	----------------	--

## Fasi di scavo

### Simbologia adottata

$n^\circ$  identificativo della fase nell'elenco definito

Fase Descrizione dell'i-esima fase

Tempo Tempo in cui avviene la fase di scavo

$n^\circ$	Fase	Tempo
1	Scavo fino alla profondità di 2.50 metri	0
2	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=2.50]	1
3	Inserimento tirante 1 ( $X=2.50$ ) [Hscavo=2.50]	2
4	Tesatura tirante 1 $N=15296$ [Hscavo=2.50]	3
5	Scavo fino alla profondità di 5.00 metri	4
6	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=5.00]	5
7	Inserimento sisma	6

## .9.1 Combinazioni di carico

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

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

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.30	

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

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

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

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

### Combinazione n° 4 - SLE - Rara

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

### Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

### Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

### Combinazione n° 7 - SLD

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

## Impostazioni di progetto

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$g_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$g_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	$g_{Gfav}$	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	$g_{Gsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$g_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$g_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$g_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$g_{Qsfav}$	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	$g_{anf'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$g_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$g_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$g_{qu}$	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$g_{\gamma}$	1.00	1.00	1.00	1.00

## TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali  $g_R$  per le verifiche dei tiranti

### Resistenza

### R3

Laterale  $g_{st}$  1,20

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

Numero di verticali indagate 1  $x_3=1,80$   $x_4=1,80$

Verifica materiali : Stato Limite

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.

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

$$VR_{cd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f_{cd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) / (1.0 + \cot^2 \theta)$$

con:

d altezza utile sezione [mm]

b<sub>w</sub> larghezza minima sezione [mm]

A<sub>sw</sub> area armatura trasversale [mm<sup>2</sup>]

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]

a<sub>c</sub> coefficiente maggiorativo, funzione di f<sub>cd</sub> e s<sub>cp</sub>

s<sub>cp</sub> tensione media di compressione [N/mm<sup>2</sup>]

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

#### ***Impostazioni verifiche SLE***

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Sensibilità delle armature Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure w<sub>1</sub> = 0.20

w<sub>2</sub> = 0.30

w<sub>3</sub> = 0.40

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2008-2018 - I° Formulazione

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara s<sub>c</sub> < 0.60 f<sub>ck</sub> - s<sub>f</sub> < 0.80 f<sub>yk</sub>

Quasi permanente s<sub>c</sub> < 0.45 f<sub>ck</sub>

#### **Impostazioni di analisi**

#### **Analisi per fasi di scavo.**

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

Influenza d (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta K<sub>a</sub> e K<sub>p</sub> che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva



Stabilità globale: Metodo di Bishop

## .9.2 RISULTATI

### 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 [kN]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kN]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kN]
Pc	Controspinta, espressa in [kN]

n°	Tipo	Pa	Y <sub>Pa</sub>	Is	Y <sub>Is</sub>	Pw	Y <sub>Pw</sub>	Pp	Y <sub>Pp</sub>	Pc	Y <sub>Pc</sub>
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
1	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
2	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
3	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
4	ESE	44,16	1,41	--	--	--	--	-0,39	15,29	12,88	6,64
5	ESE	72,47	3,16	--	--	--	--	-18,80	7,76	4,67	13,47
6	ESE	89,76	3,30	--	--	--	--	-37,73	7,66	11,07	13,64
7	ESE	104,35	4,05	25,79	3,33	--	--	-76,69	7,79	19,80	13,75
1	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,63	4,38	7,75	11,67
2	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,64	4,38	7,75	11,67
3	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,64	4,38	7,75	11,67
4	SLU - STR	49,58	1,45	--	--	--	--	-3,38	4,85	10,44	8,24
5	SLU - STR	87,39	3,42	--	--	--	--	-35,62	7,66	8,98	14,03
6	SLU - STR	120,23	3,33	--	--	--	--	-72,28	7,70	24,45	13,79
7	SLV - STR	120,79	4,72	64,30	3,33	--	--	-132,18	7,99	35,34	13,95
1	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,10	4,54	8,24	11,76
2	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,11	4,54	8,24	11,76
3	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,11	4,54	8,24	11,76
4	SLU - GEO	50,32	1,51	--	--	--	--	-4,81	4,72	11,13	7,92
5	SLU - GEO	89,88	3,52	--	--	--	--	-39,01	8,04	10,66	14,16
6	SLU - GEO	129,12	3,45	--	--	--	--	-81,92	8,37	30,77	14,15
7	SLV - GEO	154,03	4,85	98,66	3,33	--	--	-203,86	9,43	78,86	14,79

### 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 [kNm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kNm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	
1	ESE	32,23	4,95	16,01	2,50	170,53	15,80	MAX
		-0,15	14,35	-5,74	8,45	0,00	0,00	MIN
2	ESE	32,24	4,95	16,01	2,70	170,53	15,80	MAX
		-0,15	14,35	-5,74	8,45	0,00	0,00	MIN
3	ESE	32,24	4,95	16,01	2,70	170,53	15,80	MAX
		-0,15	14,35	-5,74	8,45	0,00	0,00	MIN
4	ESE	48,29	2,50	44,16	2,50	196,94	15,80	MAX
		-0,77	12,85	-12,22	2,50	0,00	0,00	MIN
5	ESE	24,07	2,50	22,54	2,50	197,73	15,80	MAX
		-15,10	4,50	-35,81	2,50	0,00	0,00	MIN
6	ESE	48,07	8,65	27,04	5,45	199,96	15,80	MAX
		-12,90	4,20	-38,07	2,50	0,00	0,00	MIN
7	ESE	109,07	8,45	47,33	5,60	204,69	15,80	MAX
		-1,17	3,95	-39,87	2,50	0,00	0,00	MIN
1	SLU - STR	42,45	4,95	20,88	2,55	170,53	15,80	MAX
		-0,19	14,35	-7,55	8,50	0,00	0,00	MIN
2	SLU - STR	42,45	4,95	20,89	2,70	170,53	15,80	MAX
		-0,19	14,35	-7,56	8,50	0,00	0,00	MIN
3	SLU - STR	42,45	4,95	20,89	2,70	170,53	15,80	MAX
		-0,19	14,35	-7,56	8,50	0,00	0,00	MIN
4	SLU - STR	52,00	2,50	48,73	2,50	196,94	15,80	MAX
		-0,64	13,40	-7,65	2,50	0,00	0,00	MIN
5	SLU - STR	39,74	8,80	26,68	5,40	198,85	15,80	MAX
		-21,07	4,25	-39,93	2,50	0,00	0,00	MIN
6	SLU - STR	111,77	8,35	47,87	5,55	204,29	15,80	MAX
		-0,30	3,90	-39,38	2,50	0,00	0,00	MIN
7	SLV - STR	203,79	8,50	75,89	5,65	211,68	15,80	MAX
		0,00	0,00	-44,57	11,15	0,00	0,00	MIN
1	SLU - GEO	45,23	5,05	20,87	2,70	170,53	15,80	MAX
		-0,16	14,45	-8,06	8,45	0,00	0,00	MIN
2	SLU - GEO	45,24	5,05	20,87	2,70	170,53	15,80	MAX
		-0,16	14,45	-8,06	8,45	0,00	0,00	MIN
3	SLU - GEO	45,24	5,05	20,87	2,70	170,53	15,80	MAX
		-0,16	14,45	-8,06	8,45	0,00	0,00	MIN
4	SLU - GEO	49,99	2,50	47,45	2,50	196,94	15,80	MAX
		-0,47	13,70	-8,93	2,50	0,00	0,00	MIN

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kNm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	
5	SLU - GEO	46,77	8,95	28,36	5,80	199,21	15,80	MAX
		-24,75	4,35	-41,23	2,50	0,00	0,00	MIN
6	SLU - GEO	135,65	8,75	51,15	6,05	206,89	15,80	MAX
		-5,17	4,05	-43,88	2,50	0,00	0,00	MIN
7	SLV - GEO	315,76	9,90	105,24	6,25	230,08	15,80	MAX
		-10,27	4,05	-84,88	12,85	0,00	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 <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	ESE	0,2038	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0049	10,65	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,2038	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0049	10,65	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,2038	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0049	10,65	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,1274	0,00	0,0131	0,00	MAX
		-0,0049	8,70	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,1639	0,00	0,0132	0,00	MAX
		-0,0035	15,80	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	0,4363	0,00	0,0134	0,00	MAX
		-0,0069	14,10	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	1,0292	0,00	0,0139	0,00	MAX
		-0,0128	13,85	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,2690	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0065	10,65	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,2690	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0065	10,65	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,2690	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0065	10,65	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,1953	0,00	0,0131	0,00	MAX
		-0,0059	9,55	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,3449	0,00	0,0133	0,00	MAX
		-0,0061	14,95	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	1,0395	0,00	0,0139	0,00	MAX
		-0,0155	13,55	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - STR	1,9498	0,00	0,0146	0,00	MAX
		-0,0235	13,95	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,2923	0,00	0,0105	0,00	MAX

n°	Tipo	U	Y <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
		-0,0068	10,75	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,2923	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0068	10,75	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,2923	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0068	10,75	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	0,2179	0,00	0,0131	0,00	MAX
		-0,0057	9,95	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	0,4033	0,00	0,0134	0,00	MAX
		-0,0080	15,80	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	1,3502	0,00	0,0141	0,00	MAX
		-0,0230	15,80	0,0000	0,00	MIN
7	SLV - GEO	4,0088	0,00	0,0164	0,00	MAX
		-0,1146	15,80	0,0000	0,00	MIN

## Stabilità globale

### Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

(XC; YC) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]

R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]

(XV; YV) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]

(XM; YM) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]

FS Coefficiente di sicurezza

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X <sub>C</sub> , Y <sub>C</sub>	R	X <sub>V</sub> , Y <sub>V</sub>	X <sub>M</sub> , Y <sub>M</sub>	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
1	SLU - GEO	-14,22; 14,22	33,22	-39,11; -7,77	15,86; 0,10	2.995
2	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-22,85; -5,26	26,50; 0,10	2.734
3	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-22,85; -5,26	26,50; 0,10	2.734
4	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-22,85; -5,26	26,50; 0,10	2.787
5	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,79; -7,44	26,50; 0,10	1.906
6	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,79; -7,44	26,50; 0,10	1.890
7	SLV - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,79; -7,44	26,50; 0,10	1.516

## Risultati tiranti

*Simbologia adottata*

N	sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kN]
A <sub>f</sub>	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L <sub>f</sub>	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
s <sub>f</sub>	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kPa]
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 [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N	A <sub>f</sub>	L <sub>f</sub>	L	s <sub>f</sub>	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kN]	[cmq]	[m]	[m]	[kPa]	[cm]	[kN]	[kN]	[kN]		
1	0,00	5,58	14,00	30,00	0	0,15261	348,54	3421,27	20035,24	1,19	10

**Verifica a flessione**

*Simbologia adottata*

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A <sub>f</sub>	area di armatura del palo espressa in [cmq]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kNm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kN] (positivo di compressione)
M <sub>u</sub>	momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]
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 <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
7 - SLV - GEO	1,50	45,77	15,71	15,71	19,47	17,17	279,97	246,93	17.607

n° - Tipo	Y	A <sub>f</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	FS
	[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
7 - SLV - GEO	9,85	36,19	386,56	208,41	493,54	266,09	1.277

**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]
Asw	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
VEd	taglio agente sul palo, espresso in [kN]
VRd	taglio resistente, espresso in [kN]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra VRd/ VEd)

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	H	Asw	VEd	VRd	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[kN]	[kN]	
7 - SLV - GEO	1,50	45,77	0,00	24,42	189,30	7.751

n° - Tipo	Y	Asw	s	VEd	VRd	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
7 - SLV - GEO	6,25	2,26	22,00	128,87	572,86	4.445

**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]
s <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
s <sub>f</sub>	tensione nell'acciaio espressa in [kPa]

Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	s <sub>c</sub>	cmb	s <sub>fi</sub>	cmb	s <sub>fs</sub>	cmb
[cmq]	[cmq]	[kPa]		[kPa]		[kPa]	
15,71	15,71	630	4	-5639	4	21579	4

A <sub>f</sub>	s <sub>c</sub>	cmb	s <sub>f</sub>	cmb
[cmq]	[kPa]		[kPa]	
36,19	4708	7	121564	7

**Verifica fessurazione**



*Simbologia adottata*

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kNm]
M <sub>f</sub>	Momento prima fessurazione, espresso in [kNm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
ε <sub>sm</sub>	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
w <sub>lim</sub>	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
w <sub>k</sub>	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M <sub>f</sub>	s	ε <sub>sm</sub>	w <sub>lim</sub>	w <sub>k</sub>
		[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Muro	4 - ESE	1,50	18,33	-89,87	0,000	0.0000	0,300	0,000
Paratia	7 - ESE	8,45	133,55	135,55	0,000	0.0000	0,300	0,000



## 10 GEOMETRIA DELLA PARATIA TP01-PALO TIPO 4

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

Altezza fuori terra	5,80	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	15,80	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,20	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Ordinata testa pali	1,50	[m]
Numero totale di pali	49	
Numero di pali per metro lineare	0.82	

### Geometria muro

Altezza paramento	1,50	[m]
Spessore testa paramento	0,30	[m]
Inclinazione esterna	0,000	[°]
Inclinazione interna	6,000	[°]
Spessore base paramento	0,46	[m]
Larghezza fondazione	1,20	[m]
Altezza fondazione	0,65	[m]
Altezza totale muro	2,15	[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<sup>3</sup>]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm <sup>3</sup> ]
1	0,00	Calcestruzzo	120,00	65,00	--	--
2	2,50	Acciaio	--	--	65,25	425,70
3	4,50	Acciaio	--	--	65,25	425,70

### Geometria profilo terreno

#### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

#### **Profilo di monte**

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	12,90	0,00	0.00
3	13,00	0,10	45.00
4	16,50	0,10	0.00
5	30,00	0,10	0.00

#### **Profilo di valle - Fase n° 1**

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-4,05	--
2	-5,00	-2,50	0.00
3	0,00	-2,50	45.00

#### **Profilo di valle - Fase n° 5**

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-6,55	--
2	-5,00	-5,00	0.00
3	0,00	-5,00	45.00

### Profilo di valle - Fase n° 8

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-15,00	-7,35	--
2	-5,00	-5,80	0.00
3	0,00	-5,80	45.00

### 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 [kN]

n°	Tipo	Y	I	f	Alfa	ALL	nr	Lt	Lf	T
		[m]	[m]	[m]	[°]			[m]	[m]	[kN]
1	Tirante attivo (trefoli)-6	2,50	2,40	0,20	25.00	Centrati	25	30,00	14,00	250,0000
2	Tirante attivo (trefoli)	4,50	2,40	0,20	25.00	Sfalsati	24	25,00	10,00	200,0000

### Caratteristiche materiali utilizzati

#### Simbologia adottata

gcls	Peso specifico cls, espresso in [kN/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	g <sub>cls</sub> [kN/mc]	Classe cls	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	Acciaio	n
Paratia	24,52	C28/35	35000	32587986	B450C	15.00
Cordolo/Muro	24,52	C28/35	35000	32587986	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls teso/compresso 1.00

Descrizione	g <sub>acciaio</sub> [kN/mc]	E [kPa]
Paratia	76,98	205942924

## .10.1 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<sub>g</sub> Indice di gruppo

F<sub>x</sub> Forza orizzontale espressa in [kN], positiva da monte verso valle

F<sub>y</sub> Forza verticale espressa in [kN], positiva verso il basso

M Momento espresso in [kNm], positivo ribaltante

Q<sub>i</sub>, Q<sub>f</sub> Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kN/mq]

V<sub>i</sub>, V<sub>s</sub> Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kN/mq], positivi da monte verso valle

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kN]

### Condizione n° 1 - Variabile da traffico - MOBILE (I<sub>g</sub>=0) [Y<sub>0</sub>=0.40 - Y<sub>1</sub>=0.40 - Y<sub>2</sub>=0.00]

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 0,50	X <sub>f</sub> = 12,90	Q <sub>i</sub> = 20,00	Q <sub>f</sub> = 20,00	
--------------------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	--

### Condizione n° 2 - Permanente - TERRENO\_VERSANTE

Carico distribuito sul profilo	X <sub>i</sub> = 16,50	X <sub>f</sub> = 30,00	Q <sub>i</sub> = 1,00	Q <sub>f</sub> = 120,00	
--------------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--

## 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	Scavo fino alla profondità di 2.50 metri	0
2	Inserimento condizione di carico nr 2 [Hscavo=2.50]	1
3	Inserimento tirante 1 (X=2.50) [Hscavo=2.50]	2
4	Tesatura tirante 1 N=15296 [Hscavo=2.50]	3
5	Scavo fino alla profondità di 5.00 metri	4
6	Inserimento tirante 2 (X=4.50) [Hscavo=5.00]	5
7	Tesatura tirante 2 N=10197 [Hscavo=5.00]	6
8	Scavo fino alla profondità di 5.80 metri	7
9	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=5.80]	8
10	Inserimento sisma	9

### Impostazioni di progetto

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$g_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$g_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	$g_{Gfav}$	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	$g_{Gsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$g_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$g_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$g_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$g_{Qsfav}$	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	$g_{anf'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$g_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$g_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$g_{qu}$	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$g_{\gamma}$	1.00	1.00	1.00	1.00

### TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali  $g_R$  per le verifiche dei tiranti

#### **Resistenza**

**R3**

Laterale  $g_{st}$  1,20

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

Numero di verticali indagate 1  $x_3=1,80$   $x_4=1,80$

Verifica materiali : Stato Limite

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.

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

$$VR_{cd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f_{cd} \cdot (ctg(\theta) + ctg(\alpha)) / (1.0 + ctg^2\theta)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b <sub>w</sub>	larghezza minima sezione [mm]
A <sub>sw</sub>	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
a <sub>c</sub>	coefficiente maggiorativo, funzione di f <sub>cd</sub> e s <sub>cp</sub>
s <sub>cp</sub>	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
f <sub>cd</sub> '	= 0.5 · f <sub>cd</sub>

### **Impostazioni verifiche SLE**

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

Valori limite delle aperture delle fessure	w <sub>1</sub> = 0.20
	w <sub>2</sub> = 0.30
	w <sub>3</sub> = 0.40

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2008-2018 - I° Formulazione

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara s <sub>c</sub> < 0.60 f <sub>ck</sub> - s <sub>f</sub> < 0.80 f <sub>yk</sub>
	Quasi permanente s <sub>c</sub> < 0.45 f <sub>ck</sub>



## Impostazioni di analisi

### Analisi per fasi di scavo.

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

Influenza d (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

## .10.2 RISULTATI

### 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

$n^\circ$	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
$P_a$	Spinta attiva, espressa in [kN]
$I_s$	Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]
$P_w$	Spinta della falda, espressa in [kN]
$P_p$	Resistenza passiva, espressa in [kN]
$P_c$	Controspinta, espressa in [kN]

$n^\circ$	Tipo	$P_a$	$Y_{P_a}$	$I_s$	$Y_{I_s}$	$P_w$	$Y_{P_w}$	$P_p$	$Y_{P_p}$	$P_c$	$Y_{P_c}$
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
1	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
2	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
3	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
4	ESE	44,16	1,41	--	--	--	--	-0,39	15,29	12,88	6,64
5	ESE	72,47	3,16	--	--	--	--	-18,80	7,76	4,67	13,47
6	ESE	72,47	3,16	--	--	--	--	-18,80	7,76	4,67	13,47
7	ESE	93,04	3,16	--	--	--	--	-4,21	8,76	5,16	9,81
8	ESE	105,46	3,63	--	--	--	--	-14,60	8,84	3,81	14,59
9	ESE	118,26	3,85	--	--	--	--	-27,31	8,71	7,18	14,51
10	ESE	132,53	4,41	33,70	3,87	--	--	-68,95	8,64	17,77	14,35
1	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,63	4,38	7,75	11,67
2	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,64	4,38	7,75	11,67
3	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,64	4,38	7,75	11,67
4	SLU - STR	49,58	1,45	--	--	--	--	-3,38	4,85	10,44	8,24
5	SLU - STR	87,39	3,42	--	--	--	--	-35,62	7,66	8,98	14,03
6	SLU - STR	87,39	3,42	--	--	--	--	-35,62	7,66	8,98	14,03
7	SLU - STR	108,23	3,38	--	--	--	--	-21,72	7,76	9,88	11,78



Direzione Politiche Mobilità Infrastrutture e Trasporto Pubblico Locale  
SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITÀ AREZZO, SIENA E GROSSETO

SRT71-VARIANTE DEL CORSALONE

PROGETTO DEFINITIVO

n°	Tipo	Pa	Y <sub>Pa</sub>	Is	Y <sub>Is</sub>	Pw	Y <sub>Pw</sub>	Pp	Y <sub>Pp</sub>	Pc	Y <sub>Pc</sub>
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
8	SLU - STR	122,27	3,91	--	--	--	--	-33,71	8,60	8,96	14,45
9	SLU - STR	158,04	3,88	--	--	--	--	-67,49	8,57	23,55	14,19
10	SLV - STR	148,14	4,97	83,75	3,87	--	--	-128,41	8,84	36,58	14,42
1	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,10	4,54	8,24	11,76
2	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,11	4,54	8,24	11,76
3	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,11	4,54	8,24	11,76
4	SLU - GEO	50,32	1,51	--	--	--	--	-4,81	4,72	11,13	7,92
5	SLU - GEO	89,88	3,52	--	--	--	--	-39,01	8,04	10,66	14,16
6	SLU - GEO	89,88	3,52	--	--	--	--	-39,01	8,04	10,66	14,16
7	SLU - GEO	111,64	3,49	--	--	--	--	-27,63	8,14	13,17	11,44
8	SLU - GEO	125,66	4,03	--	--	--	--	-38,55	9,06	11,39	14,29
9	SLU - GEO	169,20	4,02	--	--	--	--	-76,02	9,97	32,90	14,76
10	SLV - GEO	191,07	5,23	125,84	3,87	--	--	-205,54	11,29	100,89	15,06

**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 [kNm]

N sforzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)

T taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	Pa	Y <sub>Pa</sub>	Is	Y <sub>Is</sub>	Pw	Y <sub>Pw</sub>	Pp	Y <sub>Pp</sub>	Pc	Y <sub>Pc</sub>
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
1	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
2	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
3	ESE	16,01	1,67	--	--	--	--	-21,90	4,35	5,89	11,66
4	ESE	44,16	1,41	--	--	--	--	-0,39	15,29	12,88	6,64
5	ESE	72,47	3,16	--	--	--	--	-18,80	7,76	4,67	13,47
6	ESE	72,47	3,16	--	--	--	--	-18,80	7,76	4,67	13,47
7	ESE	93,04	3,16	--	--	--	--	-4,21	8,76	5,16	9,81
8	ESE	105,46	3,63	--	--	--	--	-14,60	8,84	3,81	14,59
9	ESE	118,26	3,85	--	--	--	--	-27,31	8,71	7,18	14,51
10	ESE	132,53	4,41	33,70	3,87	--	--	-68,95	8,64	17,77	14,35
1	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,63	4,38	7,75	11,67
2	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,64	4,38	7,75	11,67
3	SLU - STR	20,89	1,67	--	--	--	--	-28,64	4,38	7,75	11,67
4	SLU - STR	49,58	1,45	--	--	--	--	-3,38	4,85	10,44	8,24
5	SLU - STR	87,39	3,42	--	--	--	--	-35,62	7,66	8,98	14,03
6	SLU - STR	87,39	3,42	--	--	--	--	-35,62	7,66	8,98	14,03
7	SLU - STR	108,23	3,38	--	--	--	--	-21,72	7,76	9,88	11,78
8	SLU - STR	122,27	3,91	--	--	--	--	-33,71	8,60	8,96	14,45
9	SLU - STR	158,04	3,88	--	--	--	--	-67,49	8,57	23,55	14,19
10	SLV - STR	148,14	4,97	83,75	3,87	--	--	-128,41	8,84	36,58	14,42

n°	Tipo	Pa	Y <sub>Pa</sub>	Is	Y <sub>Is</sub>	Pw	Y <sub>Pw</sub>	Pp	Y <sub>Pp</sub>	Pc	Y <sub>Pc</sub>
		[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]
1	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,10	4,54	8,24	11,76
2	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,11	4,54	8,24	11,76
3	SLU - GEO	20,87	1,69	--	--	--	--	-29,11	4,54	8,24	11,76
4	SLU - GEO	50,32	1,51	--	--	--	--	-4,81	4,72	11,13	7,92
5	SLU - GEO	89,88	3,52	--	--	--	--	-39,01	8,04	10,66	14,16
6	SLU - GEO	89,88	3,52	--	--	--	--	-39,01	8,04	10,66	14,16
7	SLU - GEO	111,64	3,49	--	--	--	--	-27,63	8,14	13,17	11,44
8	SLU - GEO	125,66	4,03	--	--	--	--	-38,55	9,06	11,39	14,29
9	SLU - GEO	169,20	4,02	--	--	--	--	-76,02	9,97	32,90	14,76
10	SLV - GEO	191,07	5,23	125,84	3,87	--	--	-205,54	11,29	100,89	15,06

### 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 <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	ESE	0,2038	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0049	10,65	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,2038	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0049	10,65	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,2038	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0049	10,65	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,1274	0,00	0,0131	0,00	MAX
		-0,0049	8,70	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,1639	0,00	0,0132	0,00	MAX
		-0,0035	15,80	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	0,1639	0,00	0,0132	0,00	MAX
		-0,0035	15,80	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	0,1565	0,00	0,0146	0,00	MAX
		-0,0017	14,35	0,0000	0,00	MIN
8	ESE	0,1541	0,00	0,0146	0,00	MAX
		-0,0044	15,80	0,0000	0,00	MIN
9	ESE	0,2614	0,00	0,0148	0,00	MAX
		-0,0076	15,80	0,0000	0,00	MIN
10	ESE	0,9159	0,00	0,0155	0,00	MAX
		-0,0160	15,80	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,2690	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0065	10,65	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,2690	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0065	10,65	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,2690	0,00	0,0105	0,00	MAX



n°	Tipo	U	Y <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
		-0,0065	10,65	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,1953	0,00	0,0131	0,00	MAX
		-0,0059	9,55	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,3449	0,00	0,0133	0,00	MAX
		-0,0061	14,95	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	0,3449	0,00	0,0133	0,00	MAX
		-0,0061	14,95	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - STR	0,3375	0,00	0,0147	0,00	MAX
		-0,0047	14,00	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - STR	0,3332	0,00	0,0148	0,00	MAX
		-0,0090	15,80	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - STR	0,9833	0,00	0,0155	0,00	MAX
		-0,0184	15,80	0,0000	0,00	MIN
10	SLV - STR	1,9529	0,00	0,0166	0,00	MAX
		-0,0354	15,80	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,2923	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0068	10,75	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,2923	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0068	10,75	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,2923	0,00	0,0105	0,00	MAX
		-0,0068	10,75	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	0,2179	0,00	0,0131	0,00	MAX
		-0,0057	9,95	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	0,4033	0,00	0,0134	0,00	MAX
		-0,0080	15,80	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	0,4034	0,00	0,0134	0,00	MAX
		-0,0080	15,80	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - GEO	0,3958	0,00	0,0148	0,00	MAX
		-0,0063	15,80	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - GEO	0,3889	0,00	0,0148	0,00	MAX
		-0,0133	15,80	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - GEO	1,3615	0,00	0,0160	0,00	MAX
		-0,0522	15,80	0,0000	0,00	MIN
10	SLV - GEO	4,1683	0,00	0,0198	0,00	MAX
		-0,2160	15,80	0,0000	0,00	MIN

## Stabilità globale

### Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

(XC; YC) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]

R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]

(XV; YV) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]

(XM; YM) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]

FS Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	$X_C, Y_C$	R	$X_V, Y_V$	$X_M, Y_M$	FS
		[m]	[m]	[m]	[m]	
1	SLU - GEO	-14,22; 14,22	33,22	-39,11; -7,77	15,86; 0,10	2.995
2	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-22,85; -5,26	26,50; 0,10	2.734
3	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-22,85; -5,26	26,50; 0,10	2.734
4	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-22,85; -5,26	26,50; 0,10	2.787
5	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,79; -7,44	26,50; 0,10	1.906
6	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,79; -7,44	26,50; 0,10	1.906
7	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,79; -7,44	26,50; 0,10	1.926
8	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,05; -8,12	26,50; 0,10	1.747
9	SLU - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,05; -8,12	26,50; 0,10	1.737
10	SLV - GEO	0,00; 14,22	30,02	-20,05; -8,12	26,50; 0,10	1.448

## Risultati tiranti

### Simbologia adottata

- N sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kN]  
 $A_f$  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]  
 $s_f$  tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kPa]  
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 [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto  $\min(R1, R2, R3)/N$ )

n°	N	$A_f$	$L_f$	L	$s_f$	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kN]	[cmq]	[m]	[m]	[kPa]	[cm]	[kN]	[kN]	[kN]		
1	0,00	5,58	14,00	30,00	0	0,15261	348,54	3421,27	20035,24	1.13	13
2	212,50	3,72	10,00	25,00	571237	2,62859	310,23	1966,25	14310,88	1.460	30

## 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 [kNm]  
N sforzo normale agente sul palo espresso in [kN] (positivo di compressione)  
 $M_u$  momento ultimo di riferimento espresso in [kNm]

Nu sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kN]

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	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
10 - SLV - GEO	1,50	45,77	15,71	15,71	19,47	17,17	279,97	246,93	17.607

n° - Tipo	Y	Af	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
10 - SLV - GEO	11,60	36,19	343,87	278,26	532,95	431,26	1.550

## 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]
Asw	area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
VEd	taglio agente sul palo, espresso in [kN]
VRd	taglio resistente, espresso in [kN]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto tra VRd/ VEd)

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	H	A <sub>sw</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	FS
	[m]	[cm]	[cmq]	[kN]	[kN]	
10 - SLV - GEO	1,50	45,77	0,00	24,42	189,30	7.751

n° - Tipo	Y	A <sub>sw</sub>	s	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	FS
	[m]	[cmq]	[cm]	[kN]	[kN]	
10 - SLV - GEO	13,65	2,26	22,00	-128,37	572,86	4.463

## Verifica tensioni

### Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della sezione  
Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]  
A<sub>f</sub> area di armatura espressa in [cmq]  
s<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]  
s<sub>f</sub> tensione nell'acciaio espressa in [kPa]  
Larghezza sezione muro: B = 100,00 cm

A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	s <sub>c</sub>	cmb	s <sub>fi</sub>	cmb	s <sub>fs</sub>	cmb
[cmq]	[cmq]	[kPa]		[kPa]		[kPa]	
15,71	15,71	630	4	-5639	4	21579	4

A <sub>f</sub>	s <sub>c</sub>	cmb	s <sub>f</sub>	cmb
[cmq]	[kPa]		[kPa]	
36,19	3977	10	89509	10

## Verifica fessurazione

### Simbologia adottata

- Tipo Tipo della Combinazione/Fase  
Oggetto Muro/Paratia  
Y Ordinata sezione, espresso in [m]  
M Momento agente, espresso in [kNm]  
M<sub>f</sub> Momento prima fessurazione, espresso in [kNm]  
s Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]  
e<sub>sm</sub> Deformazione nelle fessure, espressa in [%]  
w<sub>lim</sub> Apertura limite fessure, espressa in [mm]  
w<sub>k</sub> Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M <sub>f</sub>	s	e <sub>sm</sub>	w <sub>lim</sub>	w <sub>k</sub>
		[m]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Muro	4 - ESE	1,50	18,33	-89,87	0,000	0,0000	0,300	0,000
Paratia	10 - ESE	9,10	115,54	135,55	0,000	0,0000	0,300	0,000