



**COMUNE DI PELLEZZANO**  
**Provincia di Salerno**

**MESSA IN SICUREZZA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE IN  
FRAZIONE CAPEZZANO.**

Progettazione Esecutiva:  Tav: RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO	Sigla	numero
	REL	4

**Committente: Comune di Pellezzano**

**Progettista:**  
**arch. Gianfranco GUARINO**



**Il R.U.P.**  
**arch. Giuseppe BRAIONE**

**collaboratori:**  
**ing. Domenico De santo**  
**ing. Luca Passio**  
**arch. Valentina Gagliardo**  
**geol. Luca Guarino**

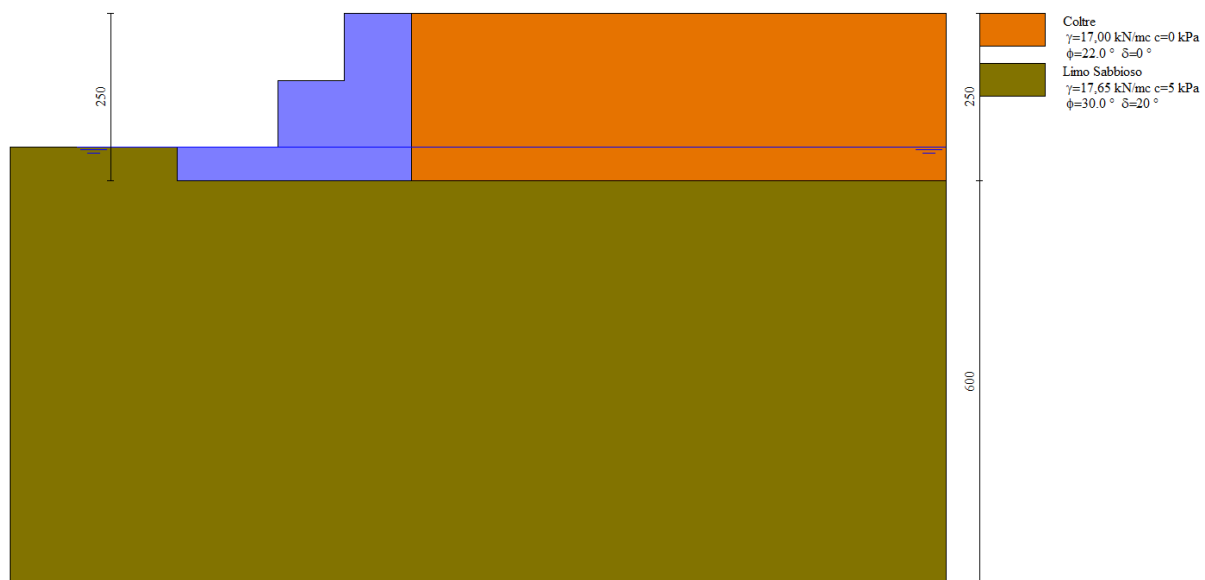
**l'Impresa:**

**data: Settembre 2020**

## Premessa

La presente relazione riporta la verifica dei gabbioni di progetto nell’ambito della “Messa in sicurezza dal rischio idrogeologico del vallone in frazione Capezzano” per una spesa complessiva di € 800.000,00, oggetto di finanziamento giusto Decreto del Capo Dipartimento per gli Affari interni e territoriali del Ministero dell’Interno in data 30/12/2019. Il presente progetto ha la finalità di prevedere la realizzazione di una serie d’interventi volti a mitigare il rischio idrogeologico del Vallone in frazione Capezzano.

In particolare sono riportate le ipotesi progettuali e le verifiche geotecniche richieste dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018:



## Normative di riferimento

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

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

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

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

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

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

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

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

- D.M. 9 Gennaio 1996

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

- D.M. 16 Gennaio 1996

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

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

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

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

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

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

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

- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

## **Richiami teorici**

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

## Calcolo della spinta sul muro

### *Valori caratteristici e valori di calcolo*

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

### *Metodo di Culmann*

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. 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 coefficiente di 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). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\alpha$  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.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

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

#### *Spinta in presenza di falda*

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

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

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

#### *Spinta in presenza di sisma*

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

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\alpha$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\alpha' = \alpha + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\square S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cos \theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\square$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

### Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\square_r$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disuguaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito

terra-muro  $\square$  è positivo, ribaltante se  $\square$  è negativo.  $\square$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante. Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

#### Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\square_s$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\square_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\square_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\square_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

#### Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\square_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

- c coesione del terreno in fondazione  
 $\square$  angolo di attrito del terreno in fondazione  
 $\square$  peso di volume del terreno in fondazione  
 B larghezza della fondazione  
 D profondità del piano di posa  
 q pressione geostatica alla quota del piano di posa  
 N fattori di capacità portante  
 d fattori di profondità del piano di posa  
 i fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$	$N_q = e^{\pi \tan \varphi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$
Fattori di forma	$\varphi = 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_q = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{L'}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\varphi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	$i_g = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\varphi^\circ}\right)^2$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

#### Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo  $R_e$

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	per terreni coesivi
-------------------------------	---------------------

$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti
----------------------------------	------------------------

con  $e$  eccentricità del carico e  $B$  la dimensione minore della fondazione.

#### *Riduzione per effetto piastra*

Per valori elevati di  $B$  (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo  $r_\gamma$  del solo termine sul peso di volume ( $0.5 B \gamma N_\gamma$ ) quando  $B$  supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

#### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\gamma_g$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

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:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

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

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  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  $\varphi_i$  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  $\alpha$ .  
 Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\alpha$  da inserire  
 nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## Dati

### Materiali

Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

#### Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

$\gamma$  Peso specifico, espresso in [kN/mc]

$R_{ck}$  Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

$\nu$  Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Pietrame

$\gamma$  Peso di volume, espresso in [kN/mc]

$\sigma_{cp}$  Tensione di compressione, espresso in [kPa]

$\alpha$  Angolo di attrito interno, espresso in [°]

$\sigma_p$  Resistenza a taglio, espressa in [kPa]

#### Calcestruzzo armato

$n^\circ$	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	Cls Armato	Rck 250	B450C	24,5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50
2	Materiale tiranti	Rck 250	Precom p	24,5170	24517	30073438	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
	0	0
B450C	450000	540000

#### Pietrame

$n^\circ$	Descr	$\gamma$	$\sigma_{cp}$	$\alpha$	$\sigma_p$
-----------	-------	----------	---------------	----------	------------

		[kN/mc]	[kPa]	[°]	[kPa]
4	Pietrame	19,6136	2942	45.00	0

### Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, 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 [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale      0.000    [°]

### Falda

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, 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 [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-5,00	-2,00	0.000
2	-1,00	-2,00	0.000
3	0,00	-2,00	0.000
4	5,00	-2,00	0.000
5	8,00	-2,00	0.000

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro      10,00      [m]

### Paramento

Materiale	Pietrame	
Altezza paramento	2,00	[m]
Altezza paramento libero	2,00	[m]

### **Geometria gradoni**

Simbologia adottata

n°	indice gradone (a partire dall'alto)
Bs, Bi	Base superiore ed inferiore del gradone, espressa in [m]
H	altezza del gradone, espressa in [m]
Ae, Ai	inclinazione esterna ed interna del gradone espressa in [°]

n°	X	Bs	Bi	H	Ae	Ai
	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]
1	0,00	1,00	1,00	1,00	0.00	0.00
2	0,00	2,00	2,00	1,00	0.00	0.00

### Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	1,50	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,00	[m]
Lunghezza totale	3,50	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

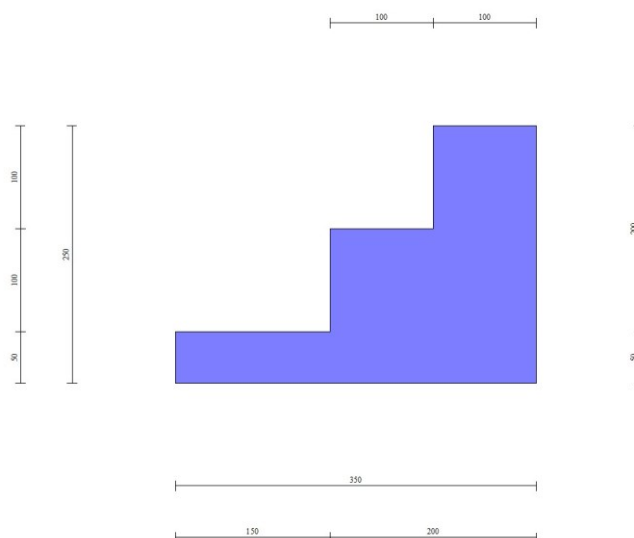


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## Descrizione terreni

## Parametri di resistenza

Simbologia adottata

- n° Indice del terreno  
 Descr Descrizione terreno  
☐ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
☐<sub>s</sub> Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
☐ Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
☐ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
 c Coesione espressa in [kPa]  
 c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [kPa]

## Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

- Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)  
☐ l Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c	ca	Cesp	<input type="checkbox"/> l
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]		[kPa]
1	Coltre	17,0000	18,0000	22.000	0.000	0	0	---	---
2	Limo Sabbioso	17,6523	19,6136	30.000	20.000	5	2	---	---

## Stratigrafia

Simbologia adottata

- n° Indice dello strato  
 H Spessore dello strato espresso in [m]  
☐ Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

## Per calcolo pali (solo se presenti)

- Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Ks Coefficiente di spinta  
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

## Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	<input type="checkbox"/>	Terreno	Kw	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>3</sup> ]				
1	2,50	0.000	Coltre	---	---	---	---	---
2	6,00	0.000	Limo Sabbioso	---	---	---	---	---

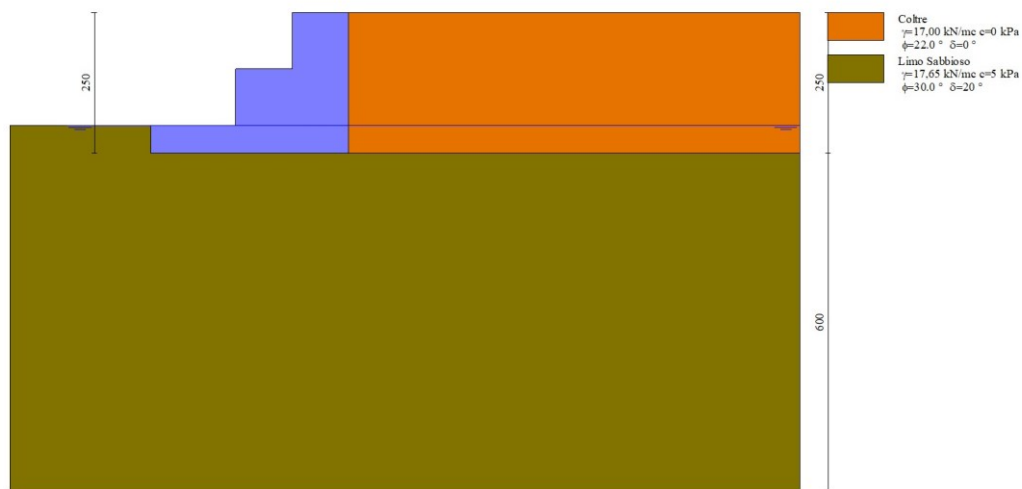


Fig. 2 - Stratigrafia

#### Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

#### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	<input type="checkbox"/> G <sub>1,fav</sub>	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	<input type="checkbox"/> G <sub>1,sfa</sub>	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
		v								
Permanenti non strutturali	Favorevoli	<input type="checkbox"/> G <sub>2,fav</sub>	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	<input type="checkbox"/> G <sub>2,sfa</sub>	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
		v								
Variabili	Favorevoli	<input type="checkbox"/> Q <sub>s,fav</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	<input type="checkbox"/> Q <sub>s,sfa</sub>	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	<input type="checkbox"/> Q <sub>T,fav</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	<input type="checkbox"/> Q <sub>T,sfa</sub>	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00
		v								

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di	<input type="checkbox"/> tan(φ')	1.00	1.25	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
attrito					
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_{\square}$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

#### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \gamma_{2,1} Q_{k1} + \gamma_{2,2} Q_{k2} + \gamma_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\gamma_{0,j}$ ,  $\gamma_{1,j}$ ,  $\gamma_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

- $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione
- $\gamma$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\gamma$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - HYD

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - UPL

Condizione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Pellezzano
Provincia	Salerno
Regione	Campania
Latitudine	40.726218
Longitudine	14.758409
Indice punti di interpolazione	33652 - 33874 - 33875 - 33653
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbol o	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		1.104	0.495
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.113	0.050
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.557	2.361
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.431	0.325
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione <input type="checkbox"/> <sub>m</sub>	kh	kv
Ultimo	0.380	6.417	3.208
Ultimo - Ribaltamento	0.570	9.625	4.813



Stato limite ...	Coeff. di riduzione <input type="text"/> m	kh	kv
Esercizio	0.470	3.556	1.778

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta Culmann  
 Tipo di spinta Spinta attiva  
 Terreno a bassa permeabilità NO  
 Superficie di spinta limitata NO

#### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza Meyerhof  
 Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati) Ponderata  
 Criterio di riduzione per eccentricità della portanza Meyerhof  
 Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento) Nessuna  
 Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B \sqrt{N_q}$ ) Larghezza ridotta (B')  
 Fattori di forma e inclinazione del carico Solo i fattori di inclinazione  
 Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

#### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

#### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 0.00  
 Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00  
 Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni NO  
 Considera terreno sulla fondazione di valle NO  
 Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO  
 Sezioni verifica muri a gravità Tutte  
 Richiesto controllo eccentricità verifiche muro a gravità in clsCalcolo percorso filtrazione nella verifica a sifonamento Bligh

#### Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

#### Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>x</sub>, P<sub>y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	30,73	0,00	30,73	0,00	0,00	-1,65
	Peso/Inerzia muro			0,00	101,75/0,00	-1,22	-1,62
	Spinta falda da monte			1,59		0,00	-2,33
	Sottostinta della falda				22,31	-1,75	-2,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
2	Spinta statica	23,64	0,00	23,64	0,00	0,00	-1,65
	Incremento di spinta sismica		3,16	3,16	0,00	0,00	-1,67
	Peso/Inerzia muro			6,53	101,75/3,26	-1,22	-1,62
	Spinta falda da monte			1,23		0,00	-2,33
	Sottostinta della falda				17,16	-1,75	-2,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00
3	Spinta statica	23,64	0,00	23,64	0,00	0,00	-1,65
	Incremento di spinta sismica		1,65	1,65	0,00	0,00	-1,67
	Peso/Inerzia muro			6,53	101,75/-3,26	-1,22	-1,62
	Spinta falda da monte			1,23		0,00	-2,33
	Sottostinta della falda				17,16	-1,75	-2,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00

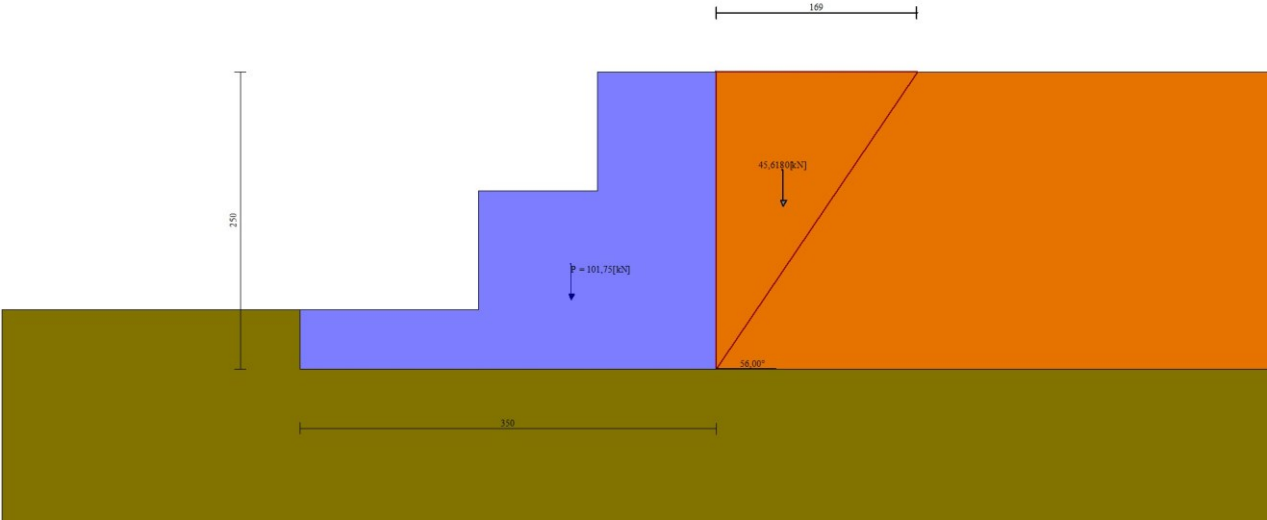


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

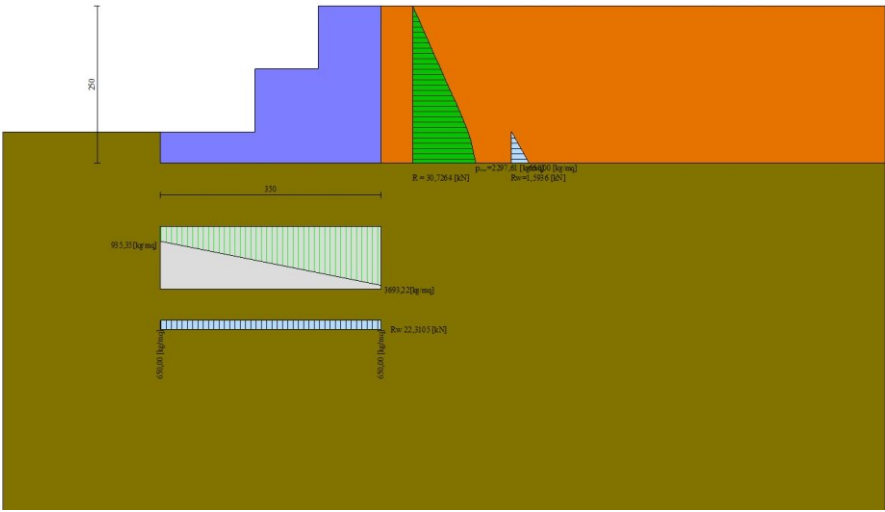


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

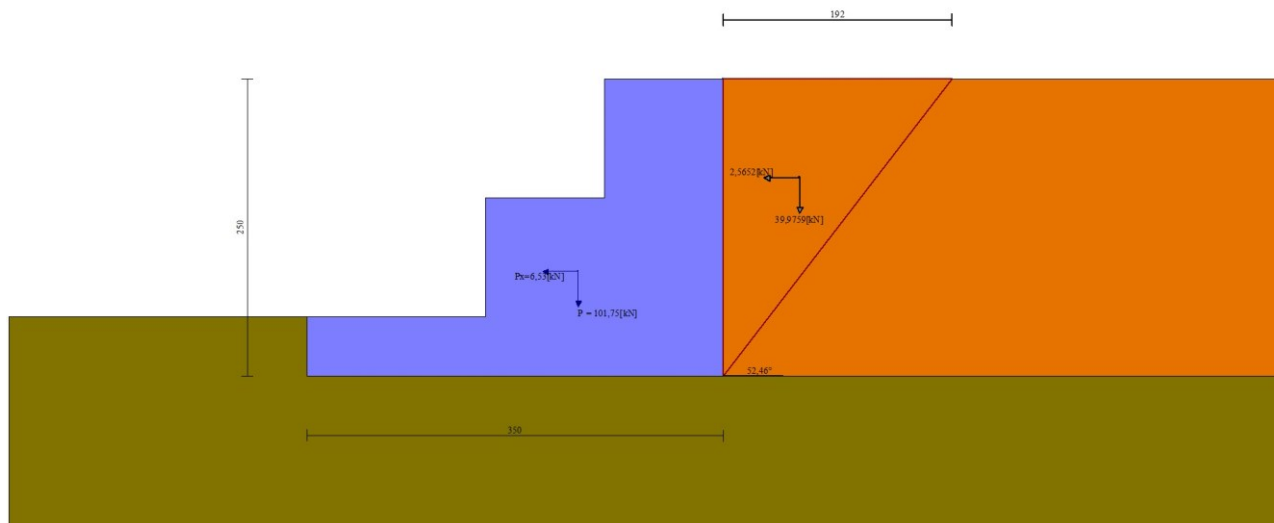


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

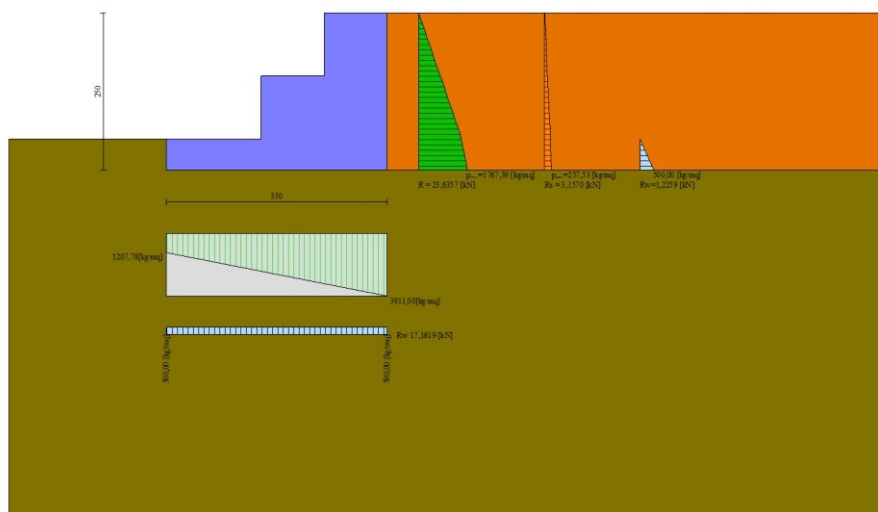


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite

FS<sub>STAB</sub> Coeff. di sicurezza a stabilità globale  
 FS<sub>HYD</sub> Coeff. di sicurezza a sifonamento  
 FS<sub>UPL</sub> Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.165		4.836			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.179		4.659			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.161		4.866			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.717		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.830		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.818		
7 - EQU (A1-M1-R3)			3.549				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.865				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.212				
10 - HYD						999.900	
11 - UPL							4.851

#### Verifica a scorrimento fondazione

##### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 R<sub>sa</sub> Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]  
 R<sub>pt</sub> Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]  
 R<sub>ps</sub> Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]  
 R<sub>p</sub> Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]  
 R<sub>t</sub> Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]  
 R Resistenza allo scorrimento (somma di R<sub>sa</sub>+R<sub>pt</sub>+R<sub>ps</sub>+R<sub>p</sub>), espresso in [kN]  
 T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R <sub>sa</sub>	R <sub>pt</sub>	R <sub>ps</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>t</sub>	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	37,66	0,00	0,00	--	--	37,66	32,32	1.165
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	40,72	0,00	0,00	--	--	40,72	34,55	1.179
3 - STR	38,35	0,00	0,00	--	--	38,35	33,04	1.161

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
(A1-M1-R3) H - V								

#### Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	79,44	384,11	274,37	4.836
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	87,85	409,25	341,04	4.659
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	81,32	395,70	329,75	4.866

#### Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B \gamma N_{\gamma}$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).	

n°	Nc Nq N	ic iq i	dc dq d	gc gq g	bc bq b	sc sq s	pc pq p	Ir	Irc	Re	r
1	30.14 0 18.40 1 15.66 8	0.569 0.569 0.069	1.049 1.025 1.025	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.685	0.939
2	30.14 0 18.40 1 15.66 8	0.580 0.580 0.081	1.049 1.025 1.025	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.703	0.939
3	30.14 0 18.40 1 15.66 8	0.569 0.569 0.069	1.049 1.025 1.025	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.704	0.939

n°	D	B'	H			c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/ mc]	[kPa]
1	0,50	3,50	3,03	9,81	30.00	5
2	0,50	3,50	3,03	9,81	30.00	5
3	0,50	3,50	3,03	9,81	30.00	5

#### Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU (A1-M1-R3)	231,99	65,37	3.549
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	243,16	62,92	3.865
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	231,99	72,22	3.212

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R Raggio, espresso in [m]  
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2,00; 1,50	4,48	1.717
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2,00; 2,50	5,40	1.830
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2,00; 2,50	5,40	1.818

### Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]  
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]  
☐ angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
☐ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

### Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W	Qy	Qf	b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1,47	0,00	0,00	2,23 - 0,28	65.332	17.912	0	0,0	
2	4,04	0,00	0,00	0,28	58.421	17.912	0	0,0	
3	6,00	0,00	0,00	0,28	52.048	17.912	0	0,0	
4	7,58	0,00	0,00	0,28	46.499	17.912	0	0,0	
5	8,89	0,00	0,00	0,28	41.476	17.912	0	0,0	
6	10,02	0,00	0,00	0,28	36.820	17.912	0	0,8	
7	11,01	0,00	0,00	0,28	32.434	17.912	0	2,7	
8	12,50	0,00	0,00	0,28	28.253	17.912	0	4,4	
9	14,29	0,00	0,00	0,28	24.232	24.791	4	5,7	
10	14,93	0,00	0,00	0,28	20.334	24.791	4	6,9	
11	15,45	0,00	0,00	0,28	16.533	24.791	4	7,8	
12	12,95	0,00	0,00	0,28	12.806	24.791	4	8,5	



n°	W	Qy	Qf	b			c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
13	10,63	0,00	0,00	0,28	9.133	24.791	4	9,1	
14	10,83	0,00	0,00	0,28	5.498	24.791	4	9,4	
15	10,93	0,00	0,00	0,28	1.885	24.791	4	9,6	
16	6,25	0,00	0,00	0,28	-1.720	24.791	4	9,6	
17	6,00	0,00	0,00	0,28	-5.333	24.791	4	9,4	
18	5,81	0,00	0,00	0,28	-8.966	24.791	4	9,1	
19	5,51	0,00	0,00	0,28	-12.637	24.791	4	8,5	
20	5,10	0,00	0,00	0,28	-16.361	24.791	4	7,8	
21	3,99	0,00	0,00	0,28	-20.159	24.791	4	6,9	
22	3,04	0,00	0,00	0,28	-24.051	24.791	4	5,8	
23	2,30	0,00	0,00	0,28	-28.067	24.791	4	4,4	
24	1,46	0,00	0,00	0,28	-32.239	24.791	4	2,8	
25	0,45	0,00	0,00	-4,81 - 0,28	-35.308	24.791	4	1,0	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W	Qy	Qf	b			c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1,34	0,00	0,00	2,79 - 0,31	58.338	22.000	0	0,0	
2	3,78	0,00	0,00	0,31	53.383	22.000	0	0,0	
3	5,81	0,00	0,00	0,31	48.133	22.000	0	0,0	
4	7,50	0,00	0,00	0,31	43.381	22.000	0	0,0	
5	8,95	0,00	0,00	0,31	38.979	22.000	0	0,0	
6	10,19	0,00	0,00	0,31	34.838	22.000	0	0,0	
7	11,30	0,00	0,00	0,31	30.897	22.000	0	1,2	
8	12,26	0,00	0,00	0,31	27.113	22.000	0	2,9	
9	13,76	0,00	0,00	0,31	23.453	22.000	0	4,4	
10	15,70	0,00	0,00	0,31	19.893	30.000	5	5,6	
11	16,32	0,00	0,00	0,31	16.412	30.000	5	6,6	
12	16,82	0,00	0,00	0,31	12.992	30.000	5	7,4	
13	12,21	0,00	0,00	0,31	9.618	30.000	5	8,0	
14	11,36	0,00	0,00	0,31	6.278	30.000	5	8,4	
15	11,51	0,00	0,00	0,31	2.960	30.000	5	8,7	
16	7,86	0,00	0,00	0,31	-0.349	30.000	5	8,8	
17	6,15	0,00	0,00	0,31	-3.659	30.000	5	8,6	
18	5,97	0,00	0,00	0,31	-6.981	30.000	5	8,4	
19	5,68	0,00	0,00	0,31	-10.327	30.000	5	7,9	
20	5,28	0,00	0,00	0,31	-13.709	30.000	5	7,2	
21	3,95	0,00	0,00	0,31	-17.141	30.000	5	6,4	
22	3,09	0,00	0,00	0,31	-20.637	30.000	5	5,4	
23	2,34	0,00	0,00	0,31	-24.217	30.000	5	4,1	
24	1,49	0,00	0,00	0,31	-27.900	30.000	5	2,6	
25	0,46	0,00	0,00	-4,99 - 0,31	-30.464	30.000	5	0,9	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W	Qy	Qf	b			c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1,34	0,00	0,00	2,79 - 0,31	58.338	22.000	0	0,0	
2	3,78	0,00	0,00	0,31	53.383	22.000	0	0,0	
3	5,81	0,00	0,00	0,31	48.133	22.000	0	0,0	
4	7,50	0,00	0,00	0,31	43.381	22.000	0	0,0	
5	8,95	0,00	0,00	0,31	38.979	22.000	0	0,0	
6	10,19	0,00	0,00	0,31	34.838	22.000	0	0,0	
7	11,30	0,00	0,00	0,31	30.897	22.000	0	1,2	
8	12,26	0,00	0,00	0,31	27.113	22.000	0	2,9	
9	13,76	0,00	0,00	0,31	23.453	22.000	0	4,4	
10	15,70	0,00	0,00	0,31	19.893	30.000	5	5,6	
11	16,32	0,00	0,00	0,31	16.412	30.000	5	6,6	
12	16,82	0,00	0,00	0,31	12.992	30.000	5	7,4	
13	12,21	0,00	0,00	0,31	9.618	30.000	5	8,0	
14	11,36	0,00	0,00	0,31	6.278	30.000	5	8,4	
15	11,51	0,00	0,00	0,31	2.960	30.000	5	8,7	
16	7,86	0,00	0,00	0,31	-0.349	30.000	5	8,8	
17	6,15	0,00	0,00	0,31	-3.659	30.000	5	8,6	
18	5,97	0,00	0,00	0,31	-6.981	30.000	5	8,4	
19	5,68	0,00	0,00	0,31	-10.327	30.000	5	7,9	
20	5,28	0,00	0,00	0,31	-13.709	30.000	5	7,2	
21	3,95	0,00	0,00	0,31	-17.141	30.000	5	6,4	
22	3,09	0,00	0,00	0,31	-20.637	30.000	5	5,4	
23	2,34	0,00	0,00	0,31	-24.217	30.000	5	4,1	
24	1,49	0,00	0,00	0,31	-27.900	30.000	5	2,6	
25	0,46	0,00	0,00	-4,99 - 0,31	-30.464	30.000	5	0,9	

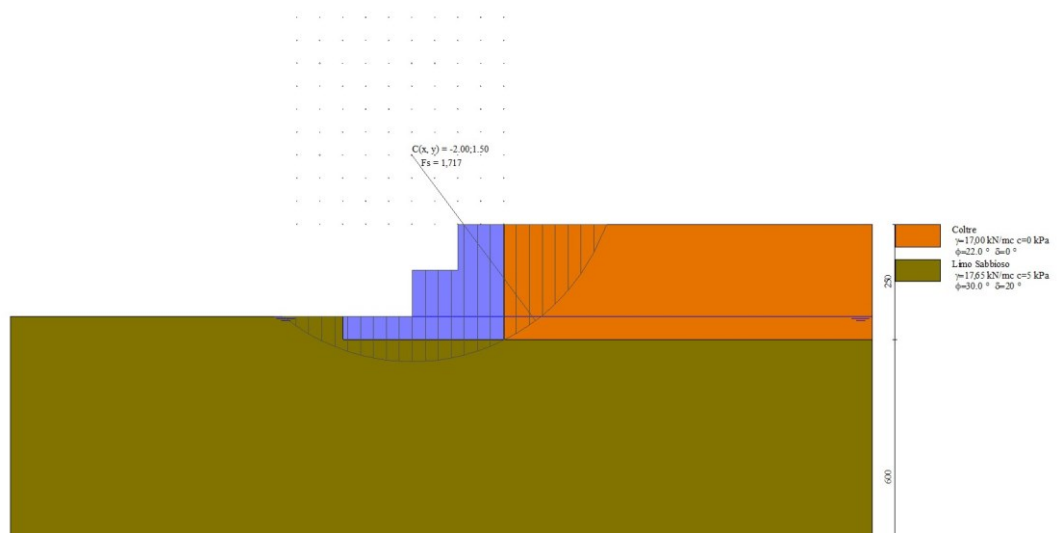


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

### Verifica a sifonamento

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
$\square H$	perdita di carico, espressa in [m]
L	Lunghezza di filtrazione, espressa in [m]
$\square m$	Peso galleggiamento medio, espressa in [kN/mc]
i <sub>c</sub>	gradiente idraulico critico
i <sub>E</sub>	gradiente idraulico di efflusso
FS	Fattore di sicurezza a sifonamento (rapporto tra i <sub>c</sub> /i <sub>E</sub> )

Ic	$\square H$	L	$\square m$	i <sub>c</sub>	i <sub>E</sub>	FS
	[m]	[m]	[kN/mc]			
10	0,00	4,50	43,0000	0.000	0.000	999.900

### Verifica a sollevamento

Simbologia adottata

As	Azione stabilizzante, espressa in [kN]
Ai	Azione instabilizzante, espressa in [kN]
R <sub>p</sub>	Resistenza di progetto, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza a sollevamento (rapporto tra As/Ai)

Ic	As	Ai	FS
	[kN]	[kN]	
11	91,57	18,88	4.851

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	1,96	0,05	0,00
3	-0,20	3,92	0,20	0,01
4	-0,30	5,88	0,46	0,05

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
5	-0,40	7,84	0,81	0,11
6	-0,50	9,80	1,26	0,21
7	-0,60	11,76	1,81	0,36
8	-0,70	13,72	2,46	0,58
9	-0,80	15,68	3,22	0,86
10	-0,90	17,63	4,07	1,22
11	-1,00	19,59	5,02	1,67
12	-1,00	19,65	5,04	-8,12
13	-1,10	23,57	6,10	-7,57
14	-1,20	27,49	7,25	-6,90
15	-1,30	31,41	8,51	-6,11
16	-1,40	35,33	9,87	-5,20
17	-1,50	39,25	11,32	-4,14
18	-1,60	43,17	12,88	-2,93
19	-1,70	47,08	14,54	-1,56
20	-1,80	51,00	16,30	-0,02
21	-1,90	54,92	18,16	1,70
22	-2,00	58,84	20,11	3,61

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	1,96	0,17	0,01
3	-0,20	3,92	0,43	0,04
4	-0,30	5,88	0,77	0,10
5	-0,40	7,84	1,21	0,19
6	-0,50	9,80	1,73	0,34
7	-0,60	11,76	2,33	0,54
8	-0,70	13,72	3,03	0,81
9	-0,80	15,68	3,81	1,15
10	-0,90	17,63	4,68	1,57
11	-1,00	19,59	5,64	2,09
12	-1,00	19,65	5,66	-7,71
13	-1,10	23,57	6,83	-7,08
14	-1,20	27,49	8,09	-6,34
15	-1,30	31,41	9,44	-5,47
16	-1,40	35,33	10,87	-4,45
17	-1,50	39,25	12,39	-3,29
18	-1,60	43,17	14,00	-1,97
19	-1,70	47,08	15,70	-0,49
20	-1,80	51,00	17,48	1,17
21	-1,90	54,92	19,36	3,01
22	-2,00	58,84	21,31	5,04

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	1,96	0,17	0,01
3	-0,20	3,92	0,42	0,04
4	-0,30	5,88	0,75	0,09
5	-0,40	7,84	1,17	0,19
6	-0,50	9,80	1,66	0,33
7	-0,60	11,76	2,24	0,52
8	-0,70	13,72	2,91	0,78
9	-0,80	15,68	3,65	1,11
10	-0,90	17,63	4,48	1,51
11	-1,00	19,59	5,39	2,01
12	-1,00	19,65	5,41	-7,79
13	-1,10	23,57	6,53	-7,19
14	-1,20	27,49	7,73	-6,48
15	-1,30	31,41	9,02	-5,65
16	-1,40	35,33	10,39	-4,68
17	-1,50	39,25	11,84	-3,57
18	-1,60	43,17	13,37	-2,31
19	-1,70	47,08	14,99	-0,89
20	-1,80	51,00	16,68	0,69
21	-1,90	54,92	18,47	2,44
22	-2,00	58,84	20,33	4,38

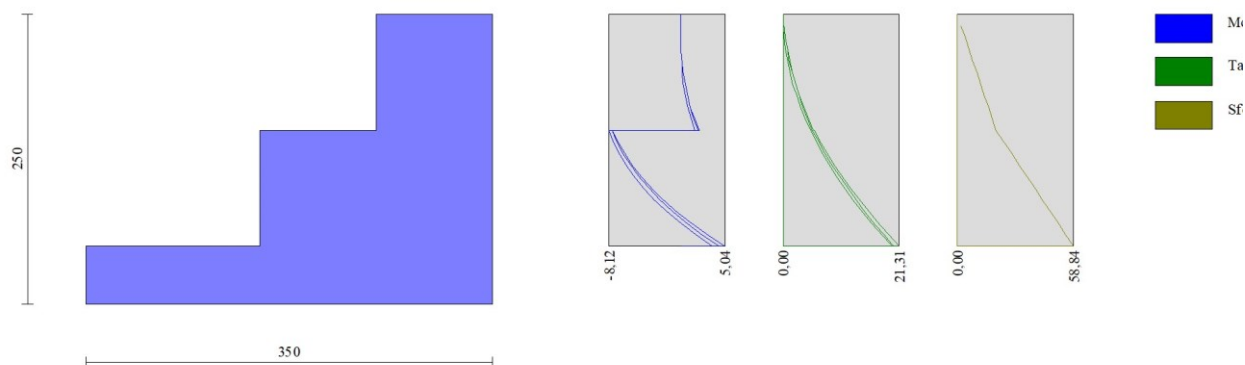


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3,50	0,00	0,00	0,00
2	-3,40	0,00	0,37	0,02
3	-3,30	0,00	0,81	0,08
4	-3,20	0,00	1,33	0,18
5	-3,10	0,00	1,93	0,35
6	-3,00	0,00	2,61	0,57
7	-2,90	0,00	3,36	0,87
8	-2,80	0,00	4,20	1,25
9	-2,70	0,00	5,10	1,71
10	-2,60	0,00	6,09	2,27
11	-2,50	0,00	7,15	2,93
12	-2,40	0,00	8,29	3,70
13	-2,30	0,00	9,51	4,59
14	-2,20	0,00	10,80	5,61
15	-2,10	0,00	12,18	6,76
16	-2,00	0,00	13,63	8,05

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3,50	0,00	0,00	0,00
2	-3,40	0,00	0,49	0,02
3	-3,30	0,00	1,05	0,10
4	-3,20	0,00	1,69	0,24
5	-3,10	0,00	2,40	0,44
6	-3,00	0,00	3,19	0,72
7	-2,90	0,00	4,06	1,08
8	-2,80	0,00	5,00	1,53
9	-2,70	0,00	6,02	2,08
10	-2,60	0,00	7,11	2,74
11	-2,50	0,00	8,28	3,51
12	-2,40	0,00	9,52	4,40
13	-2,30	0,00	10,84	5,41
14	-2,20	0,00	12,24	6,57
15	-2,10	0,00	13,71	7,86
16	-2,00	0,00	15,26	9,31

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-3,50	0,00	0,00	0,00

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
2	-3,40	0,00	0,41	0,02
3	-3,30	0,00	0,88	0,08
4	-3,20	0,00	1,42	0,20
5	-3,10	0,00	2,04	0,37
6	-3,00	0,00	2,72	0,61
7	-2,90	0,00	3,47	0,92
8	-2,80	0,00	4,30	1,31
9	-2,70	0,00	5,19	1,78
10	-2,60	0,00	6,15	2,35
11	-2,50	0,00	7,18	3,01
12	-2,40	0,00	8,28	3,78
13	-2,30	0,00	9,45	4,67
14	-2,20	0,00	10,69	5,68
15	-2,10	0,00	12,00	6,81
16	-2,00	0,00	13,38	8,08

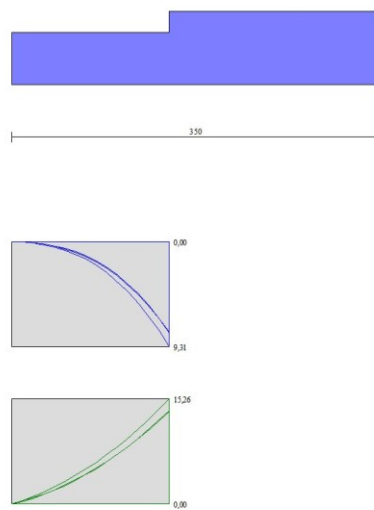


Fig. 9 - Fondazione (Involuppo)

### Verifiche strutturali

#### *Paramento in pietrame*

Simbologia adottata

- n°      indice sezione
- Y      ordinata sezione espressa in [m]
- As      area sezione reagente espresso in [cmq]
- e      eccentricità espresso in [cm]
- tensione espresso in [kPa]

Rt resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kN]  
 Et Azione orizzontale espressa in [kN]  
 FSsco fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)  
 Ms momento stabilizzante espresso in [kNm]  
 Mr momento ribaltante espresso in [kNm]  
 FSrib fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0,00	10000	0,00	0	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	0,0000	100.000
2	-0,10	10000	0,09	2	1,9594	0,0508	38.571	0,9797	0,0017	579.143
3	-0,20	10000	0,35	4	3,9188	0,2032	19.285	1,9594	0,0135	144.786
4	-0,30	10000	0,78	6	5,8782	0,4560	12.892	2,9391	0,0456	64.408
5	-0,40	10000	1,38	8	7,8376	0,8078	9.703	3,9188	0,1079	36.308
6	-0,50	10000	2,15	11	9,7970	1,2593	7.779	4,8985	0,2103	23.287
7	-0,60	10000	3,09	14	11,7564	1,8112	6.491	5,8782	0,3629	16.198
8	-0,70	10000	4,20	17	13,7158	2,4635	5.568	6,8579	0,5756	11.915
9	-0,80	10000	5,48	21	15,6752	3,2161	4.874	7,8376	0,8584	9.130
10	-0,90	10000	6,93	25	17,6346	4,0690	4.334	8,8173	1,2215	7.218
11	-1,00	10000	8,55	30	19,5940	5,0223	3.901	9,7970	1,6748	5.850
12	-1,00	17602	-41,33	22	19,6528	5,0424	3.898	29,4596	1,6848	17.485
13	-1,10	20000	-32,10	23	23,5716	6,0981	3.865	33,3784	2,2405	14.898
14	-1,20	20000	-25,10	24	27,4904	7,2540	3.790	37,2972	2,9066	12.832
15	-1,30	20000	-19,46	25	31,4092	8,5104	3.691	41,2160	3,6932	11.160
16	-1,40	20000	-14,71	25	35,3280	9,8670	3.580	45,1348	4,6103	9.790
17	-1,50	20000	-10,55	26	39,2468	11,3241	3.466	49,0536	5,6679	8.655
18	-1,60	20000	-6,79	26	43,1656	12,8814	3.351	52,9724	6,8762	7.704
19	-1,70	20000	-3,32	26	47,0844	14,5391	3.238	56,8912	8,2450	6.900
20	-1,80	20000	-0,04	26	51,0032	16,2972	3.130	60,8100	9,7844	6.215
21	-1,90	20000	3,09	30	54,9220	18,1556	3.025	64,7288	11,5045	5.626
22	-2,00	20000	6,13	35	58,8408	20,1143	2.925	68,6476	13,4153	5.117



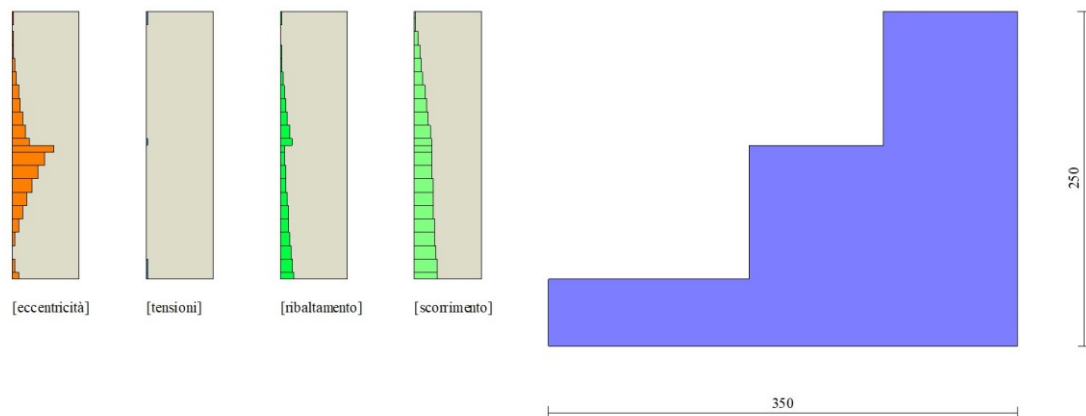




Fig. 10 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 1)

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0,00	10000	0,00	0	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	0,0000	100.000
2	-0,10	10000	0,40	2	1,9594	0,1700	11.528	0,9797	0,0078	126.360
3	-0,20	10000	0,94	4	3,9188	0,4284	9.148	1,9594	0,0369	53.093
4	-0,30	10000	1,64	6	5,8782	0,7743	7.591	2,9391	0,0963	30.533
5	-0,40	10000	2,48	9	7,8376	1,2068	6.495	3,9188	0,1945	20.148
6	-0,50	10000	3,47	12	9,7970	1,7263	5.675	4,8985	0,3403	14.396
7	-0,60	10000	4,61	15	11,7564	2,3333	5.039	5,8782	0,5423	10.839
8	-0,70	10000	5,90	19	13,7158	3,0278	4.530	6,8579	0,8094	8.473
9	-0,80	10000	7,34	23	15,6752	3,8098	4.114	7,8376	1,1502	6.814
10	-0,90	10000	8,92	27	17,6346	4,6793	3.769	8,8173	1,5735	5.604
11	-1,00	10000	10,66	32	19,5940	5,6363	3.476	9,7970	2,0880	4.692
12	-1,00	18235	-39,22	22	19,6528	5,6576	3.474	29,4596	2,0993	14.033
13	-1,10	20000	-30,06	22	23,5716	6,8295	3.451	33,3784	2,7223	12.261
14	-1,20	20000	-23,06	23	27,4904	8,0890	3.398	37,2972	3,4668	10.759
15	-1,30	20000	-17,40	24	31,4092	9,4360	3.329	41,2160	4,3414	9.494
16	-1,40	20000	-12,60	24	35,3280	10,8705	3.250	45,1348	5,3550	8.429

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
17	-1,50	20000	-8,38	25	39,2468	12,3925	3.167	49,0536	6,5163	7.528
18	-1,60	20000	-4,57	25	43,1656	14,0020	3.083	52,9724	7,8339	6.762
19	-1,70	20000	-1,04	24	47,0844	15,6989	2.999	56,8912	9,3168	6.106
20	-1,80	20000	2,29	27	51,0032	17,4834	2.917	60,8100	10,9735	5.542
21	-1,90	20000	5,47	32	54,9220	19,3554	2.838	64,7288	12,8129	5.052
22	-2,00	20000	8,56	37	58,8408	21,3149	2.761	68,6476	14,8436	4.625

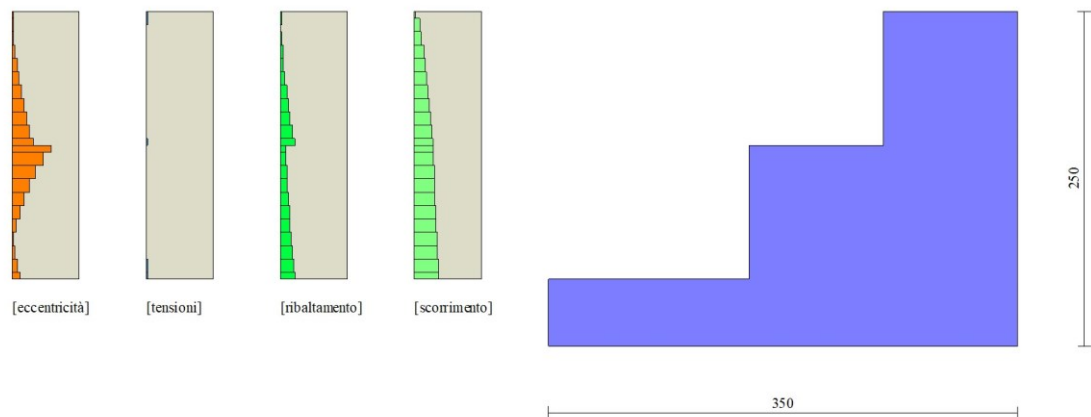




Fig. 11 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 2)

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0,00	10000	0,00	0	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	0,0000	100.000
2	-0,10	10000	0,39	2	1,9594	0,1675	11.698	0,9797	0,0077	127.709
3	-0,20	10000	0,93	4	3,9188	0,4186	9.363	1,9594	0,0362	54.053
4	-0,30	10000	1,60	6	5,8782	0,7522	7.815	2,9391	0,0940	31.251
5	-0,40	10000	2,41	9	7,8376	1,1675	6.713	3,9188	0,1893	20.706
6	-0,50	10000	3,37	12	9,7970	1,6648	5.885	4,8985	0,3300	14.842
7	-0,60	10000	4,46	15	11,7564	2,2447	5.237	5,8782	0,5246	11.204
8	-0,70	10000	5,70	18	13,7158	2,9073	4.718	6,8579	0,7813	8.778
9	-0,80	10000	7,07	22	15,6752	3,6524	4.292	7,8376	1,1083	7.072

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
10	-0,90	10000	8,58	27	17,6346	4,4800	3.936	8,8173	1,5138	5.825
11	-1,00	10000	10,24	32	19,5940	5,3903	3.635	9,7970	2,0061	4.884
12	-1,00	18109	-39,64	22	19,6528	5,4106	3.632	29,4596	2,0169	14.606
13	-1,10	20000	-30,52	23	23,5716	6,5309	3.609	33,3784	2,6127	12.775
14	-1,20	20000	-23,58	23	27,4904	7,7337	3.555	37,2972	3,3245	11.219
15	-1,30	20000	-17,98	24	31,4092	9,0191	3.483	41,2160	4,1607	9.906
16	-1,40	20000	-13,24	25	35,3280	10,3871	3.401	45,1348	5,1293	8.799
17	-1,50	20000	-9,09	25	39,2468	11,8376	3.315	49,0536	6,2387	7.863
18	-1,60	20000	-5,35	25	43,1656	13,3708	3.228	52,9724	7,4972	7.066
19	-1,70	20000	-1,90	25	47,0844	14,9865	3.142	56,8912	8,9130	6.383
20	-1,80	20000	1,35	27	51,0032	16,6848	3.057	60,8100	10,4943	5.795
21	-1,90	20000	4,45	31	54,9220	18,4657	2.974	64,7288	12,2493	5.284
22	-2,00	20000	7,44	36	58,8408	20,3292	2.894	68,6476	14,1865	4.839

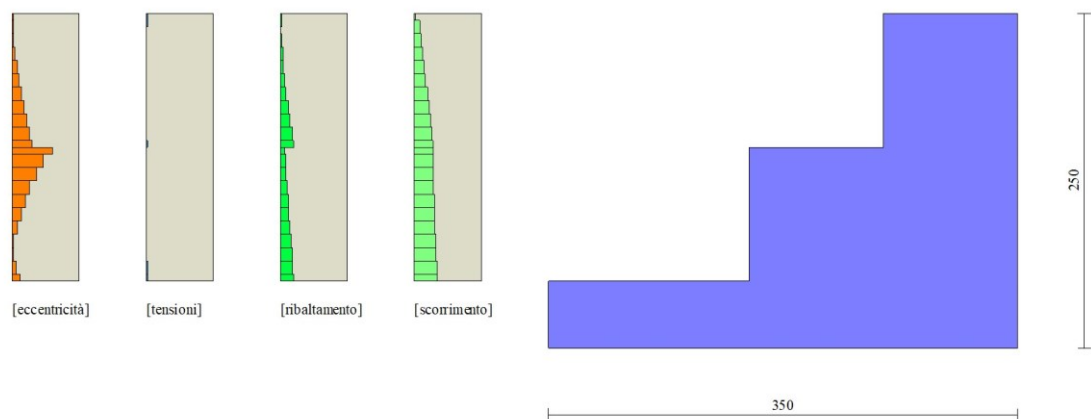




Fig. 12 - Verifiche paramento pietraie (Combinazione n° 3)

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0,00	10000	0,00	0	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	0,0000	100.000
2	-0,10	10000	0,09	2	1,9594	0,0508	38.571	0,9797	0,0017	579.143
3	-0,20	10000	0,35	4	3,9188	0,2032	19.285	1,9594	0,0135	144.786

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
4	-0,30	10000	0,78	6	5,8782	0,4560	12.892	2,9391	0,0456	64.408
5	-0,40	10000	1,38	8	7,8376	0,8078	9.703	3,9188	0,1079	36.308
6	-0,50	10000	2,15	11	9,7970	1,2593	7.779	4,8985	0,2103	23.287
7	-0,60	10000	3,09	14	11,7564	1,8112	6.491	5,8782	0,3629	16.198
8	-0,70	10000	4,20	17	13,7158	2,4635	5.568	6,8579	0,5756	11.915
9	-0,80	10000	5,48	21	15,6752	3,2161	4.874	7,8376	0,8584	9.130
10	-0,90	10000	6,93	25	17,6346	4,0690	4.334	8,8173	1,2215	7.218
11	-1,00	10000	8,55	30	19,5940	5,0223	3.901	9,7970	1,6748	5.850
12	-1,00	17602	-41,33	22	19,6528	5,0424	3.898	29,4596	1,6848	17.485
13	-1,10	20000	-32,10	23	23,5716	6,0981	3.865	33,3784	2,2405	14.898
14	-1,20	20000	-25,10	24	27,4904	7,2540	3.790	37,2972	2,9066	12.832
15	-1,30	20000	-19,46	25	31,4092	8,5104	3.691	41,2160	3,6932	11.160
16	-1,40	20000	-14,71	25	35,3280	9,8670	3.580	45,1348	4,6103	9.790
17	-1,50	20000	-10,55	26	39,2468	11,3241	3.466	49,0536	5,6679	8.655
18	-1,60	20000	-6,79	26	43,1656	12,8814	3.351	52,9724	6,8762	7.704
19	-1,70	20000	-3,32	26	47,0844	14,5391	3.238	56,8912	8,2450	6.900
20	-1,80	20000	-0,04	26	51,0032	16,2972	3.130	60,8100	9,7844	6.215
21	-1,90	20000	3,09	30	54,9220	18,1556	3.025	64,7288	11,5045	5.626
22	-2,00	20000	6,13	35	58,8408	20,1143	2.925	68,6476	13,4153	5.117

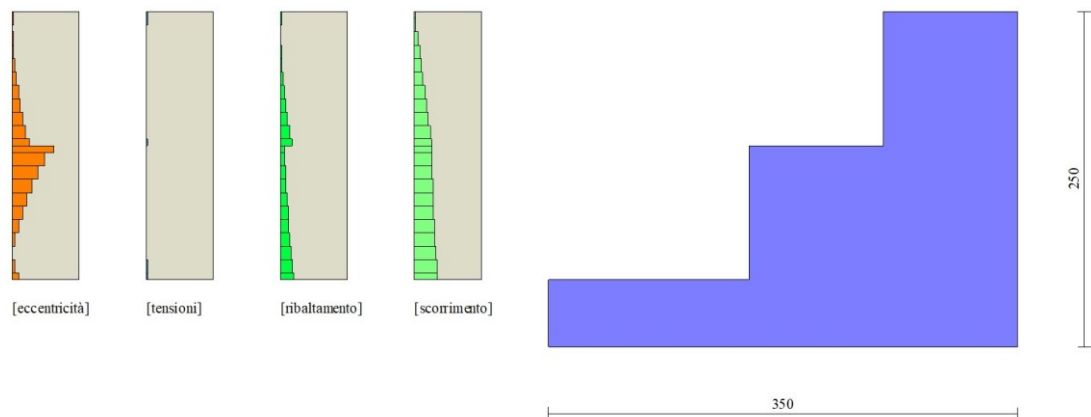



Fig. 13 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 7)

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0,00	10000	0,00	0	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	0,0000	100.000
2	-0,10	10000	0,56	2	1,9594	0,2356	8.316	0,9797	0,0110	89.178
3	-0,20	10000	1,28	4	3,9188	0,5652	6.933	1,9594	0,0502	39.028
4	-0,30	10000	2,16	7	5,8782	0,9879	5.950	2,9391	0,1270	23.139
5	-0,40	10000	3,20	9	7,8376	1,5027	5.216	3,9188	0,2507	15.634
6	-0,50	10000	4,39	12	9,7970	2,1101	4.643	4,8985	0,4303	11.383
7	-0,60	10000	5,74	16	11,7564	2,8105	4.183	5,8782	0,6753	8.704
8	-0,70	10000	7,25	20	13,7158	3,6039	3.806	6,8579	0,9950	6.893
9	-0,80	10000	8,92	24	15,6752	4,4904	3.491	7,8376	1,3985	5.604
10	-0,90	10000	10,75	29	17,6346	5,4700	3.224	8,8173	1,8953	4.652
11	-1,00	10000	12,73	35	19,5940	6,5427	2.995	9,7970	2,4945	3.927
12	-1,00	18858	-37,14	21	19,6528	6,5670	2.993	29,4596	2,5076	11.748
13	-1,10	20000	-27,90	22	23,5716	7,9231	2.975	33,3784	3,2306	10.332
14	-1,20	20000	-20,78	22	27,4904	9,3723	2.933	37,2972	4,0938	9.111
15	-1,30	20000	-14,97	23	31,4092	10,9146	2.878	41,2160	5,1063	8.072
16	-1,40	20000	-9,99	23	35,3280	12,5499	2.815	45,1348	6,2776	7.190
17	-1,50	20000	-5,58	23	39,2468	14,2783	2.749	49,0536	7,6169	6.440
18	-1,60	20000	-1,56	23	43,1656	16,0997	2.681	52,9724	9,1335	5.800
19	-1,70	20000	2,19	25	47,0844	18,0142	2.614	56,8912	10,8367	5.250
20	-1,80	20000	5,74	30	51,0032	20,0217	2.547	60,8100	12,7358	4.775
21	-1,90	20000	9,16	35	54,9220	22,1223	2.483	64,7288	14,8401	4.362
22	-2,00	20000	12,49	40	58,8408	24,3160	2.420	68,6476	17,1590	4.001

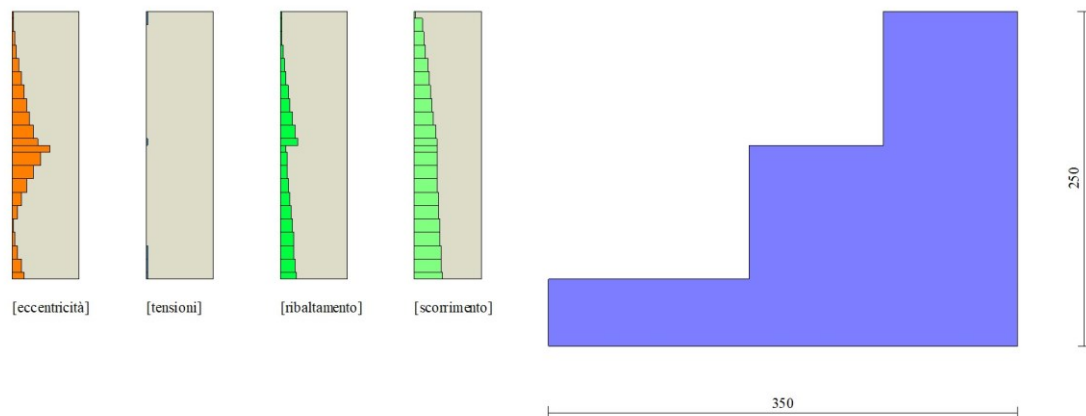



Fig. 14 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 8)

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0,00	10000	0,00	0	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	0,0000	100.000
2	-0,10	10000	0,55	2	1,9594	0,2320	8.447	0,9797	0,0109	90.176
3	-0,20	10000	1,26	4	3,9188	0,5506	7.117	1,9594	0,0492	39.798
4	-0,30	10000	2,11	7	5,8782	0,9551	6.155	2,9391	0,1237	23.753
5	-0,40	10000	3,10	9	7,8376	1,4443	5.427	3,9188	0,2429	16.135
6	-0,50	10000	4,24	12	9,7970	2,0188	4.853	4,8985	0,4152	11.799
7	-0,60	10000	5,52	16	11,7564	2,6791	4.388	5,8782	0,6491	9.056
8	-0,70	10000	6,95	19	13,7158	3,4251	4.005	6,8579	0,9533	7.194
9	-0,80	10000	8,52	24	15,6752	4,2569	3.682	7,8376	1,3363	5.865
10	-0,90	10000	10,25	28	17,6346	5,1744	3.408	8,8173	1,8067	4.880
11	-1,00	10000	12,11	34	19,5940	6,1777	3.172	9,7970	2,3730	4.129
12	-1,00	18671	-37,76	21	19,6528	6,2005	3.170	29,4596	2,3854	12.350
13	-1,10	20000	-28,59	22	23,5716	7,4799	3.151	33,3784	3,0680	10.880
14	-1,20	20000	-21,55	23	27,4904	8,8450	3.108	37,2972	3,8827	9.606
15	-1,30	20000	-15,82	23	31,4092	10,2959	3.051	41,2160	4,8381	8.519
16	-1,40	20000	-10,94	23	35,3280	11,8325	2.986	45,1348	5,9427	7.595
17	-1,50	20000	-6,63	24	39,2468	13,4549	2.917	49,0536	7,2051	6.808
18	-1,60	20000	-2,72	23	43,1656	15,1631	2.847	52,9724	8,6338	6.135

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
19	-1,70	20000	0,91	24	47,0844	16,9570	2.777	56,8912	10,2375	5.557
20	-1,80	20000	4,35	29	51,0032	18,8366	2.708	60,8100	12,0247	5.057
21	-1,90	20000	7,64	34	54,9220	20,8021	2.640	64,7288	14,0039	4.622
22	-2,00	20000	10,84	39	58,8408	22,8532	2.575	68,6476	16,1838	4.242

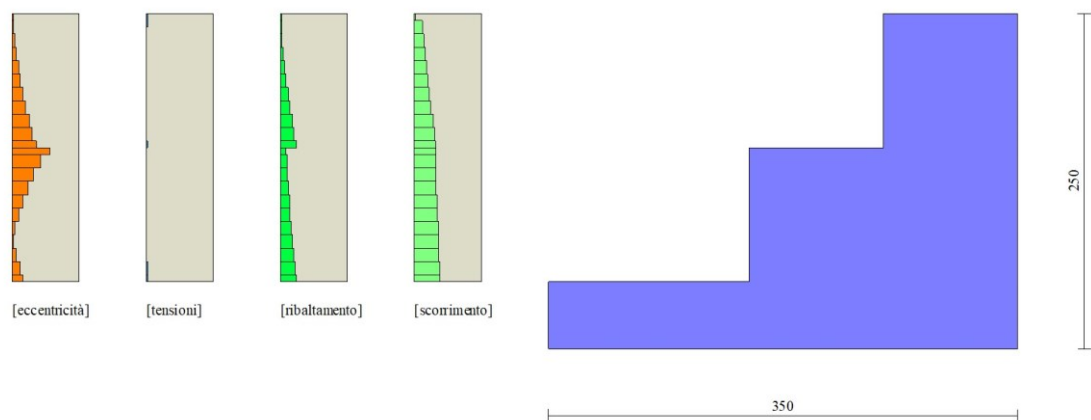


Fig. 15 - Verifiche paramento pietrame (Combinazione n° 9)

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>X</sub>, C<sub>Y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>X</sub>, P<sub>Y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C <sub>X</sub>	C <sub>Y</sub>	P <sub>X</sub>	P <sub>Y</sub>
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	30,73	0,00	30,73	0,00	0,00	-1,65
	Peso/Inerzia muro			0,00	101,75/0,00	-1,22	-1,62
	Spinta falda da monte			1,59		0,00	-2,33
	Sottostinta della falda				22,31	-1,75	-2,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0,00	0,00	0,00

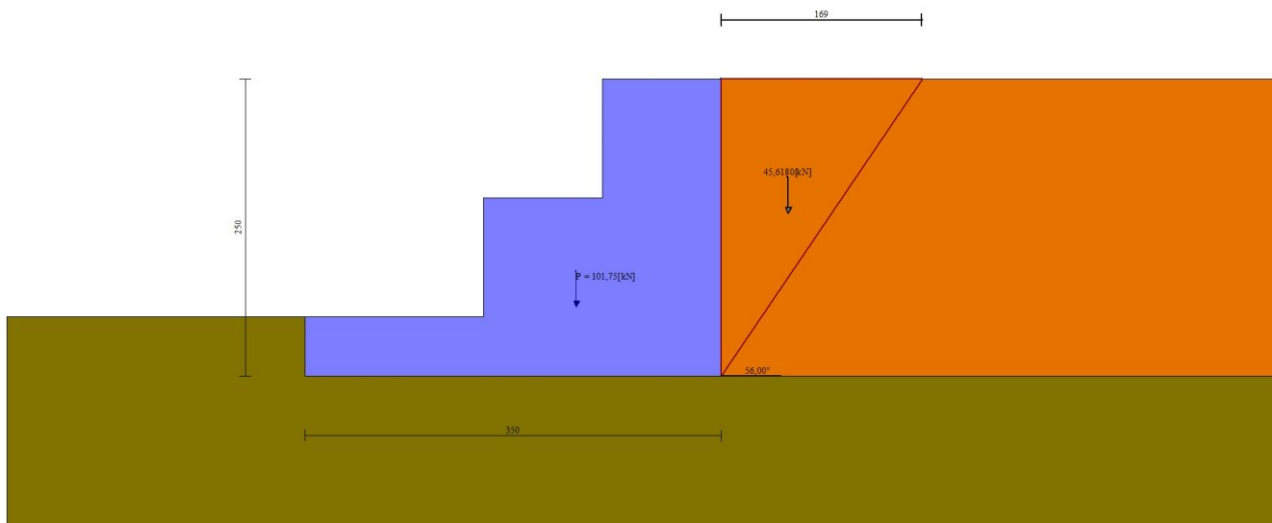


Fig. 16 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

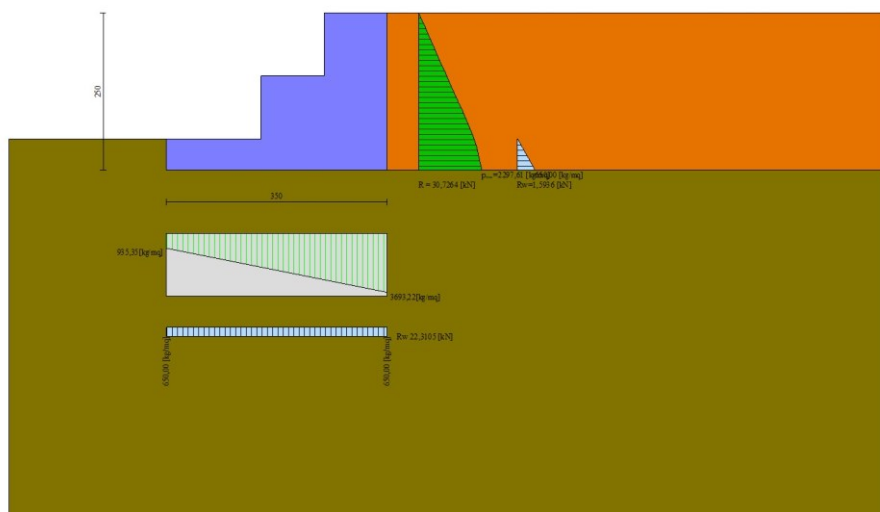


Fig. 17 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite



FS<sub>STAB</sub> Coeff. di sicurezza a stabilità globale  
 FS<sub>HYD</sub> Coeff. di sicurezza a sifonamento  
 FS<sub>SUPL</sub> Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.165		4.836			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.179		4.659			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.161		4.866			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.717		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.830		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.818		
7 - EQU (A1-M1-R3)			3.549				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.865				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.212				
10 - HYD						999.900	
11 - UPL							4.851

#### Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 R<sub>sa</sub> Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]  
 R<sub>pt</sub> Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]  
 R<sub>ps</sub> Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]  
 R<sub>p</sub> Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]  
 R<sub>t</sub> Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]  
 R Resistenza allo scorrimento (somma di R<sub>sa</sub>+R<sub>pt</sub>+R<sub>ps</sub>+R<sub>p</sub>), espresso in [kN]  
 T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R <sub>sa</sub>	R <sub>pt</sub>	R <sub>ps</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>t</sub>	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	38,35	0,00	0,00	--	--	38,35	33,04	1.161

#### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	87,85	409,25	341,04	4.659

#### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>q</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>q</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>q</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>q</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>q</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>q</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>q</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
r <sub>q</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B \sqrt{N_q}$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
$\alpha$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq N <sub>q</sub>	ic iq i <sub>q</sub>	dc dq d <sub>q</sub>	gc gq g <sub>q</sub>	bc bq b <sub>q</sub>	sc sq s <sub>q</sub>	pc pq p <sub>q</sub>	Ir	Irc	Re	r <sub>q</sub>
2	30.14 0 18.40 1 15.66 8	0.580 0.580 0.081	1.049 1.025 1.025	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.703	0.939

n°	D	B'	H	$\gamma$	$\alpha$	c
----	---	----	---	----------	----------	---

	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/ mc]	[kPa]
2	0,50	3,50	3,03	9,81	30.00	5

#### Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	231,99	72,22	3.212

#### Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

R Raggio, espresso in [m]

FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-2,00; 1,50	4,48	1.717

#### Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

□ angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

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

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	Qf	b			c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1,47	0,00	0,00	2,23 - 0,28	65.332	17.912	0	0,0	
2	4,04	0,00	0,00	0,28	58.421	17.912	0	0,0	
3	6,00	0,00	0,00	0,28	52.048	17.912	0	0,0	
4	7,58	0,00	0,00	0,28	46.499	17.912	0	0,0	
5	8,89	0,00	0,00	0,28	41.476	17.912	0	0,0	
6	10,02	0,00	0,00	0,28	36.820	17.912	0	0,8	
7	11,01	0,00	0,00	0,28	32.434	17.912	0	2,7	
8	12,50	0,00	0,00	0,28	28.253	17.912	0	4,4	
9	14,29	0,00	0,00	0,28	24.232	24.791	4	5,7	
10	14,93	0,00	0,00	0,28	20.334	24.791	4	6,9	
11	15,45	0,00	0,00	0,28	16.533	24.791	4	7,8	
12	12,95	0,00	0,00	0,28	12.806	24.791	4	8,5	
13	10,63	0,00	0,00	0,28	9.133	24.791	4	9,1	
14	10,83	0,00	0,00	0,28	5.498	24.791	4	9,4	
15	10,93	0,00	0,00	0,28	1.885	24.791	4	9,6	
16	6,25	0,00	0,00	0,28	-1.720	24.791	4	9,6	
17	6,00	0,00	0,00	0,28	-5.333	24.791	4	9,4	
18	5,81	0,00	0,00	0,28	-8.966	24.791	4	9,1	
19	5,51	0,00	0,00	0,28	-12.637	24.791	4	8,5	
20	5,10	0,00	0,00	0,28	-16.361	24.791	4	7,8	
21	3,99	0,00	0,00	0,28	-20.159	24.791	4	6,9	
22	3,04	0,00	0,00	0,28	-24.051	24.791	4	5,8	
23	2,30	0,00	0,00	0,28	-28.067	24.791	4	4,4	
24	1,46	0,00	0,00	0,28	-32.239	24.791	4	2,8	
25	0,45	0,00	0,00	-4,81 - 0,28	-35.308	24.791	4	1,0	

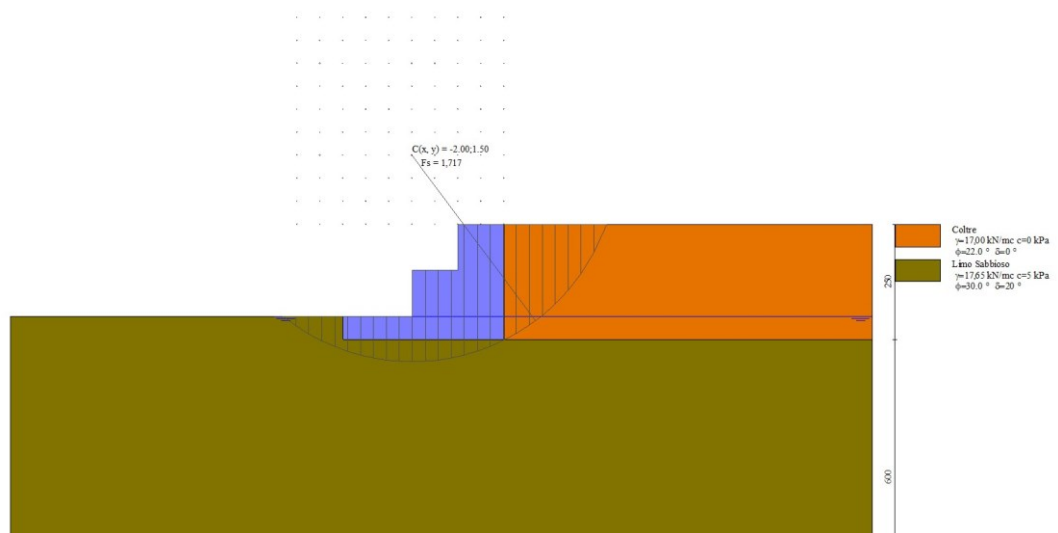


Fig. 18 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

### Verifica a sifonamento

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
$\square H$	perdita di carico, espressa in [m]
L	Lunghezza di filtrazione, espressa in [m]
$\square m$	Peso galleggiamento medio, espressa in [kN/mc]
i <sub>c</sub>	gradiente idraulico critico
i <sub>E</sub>	gradiente idraulico di efflusso
FS	Fattore di sicurezza a sifonamento (rapporto tra i <sub>c</sub> /i <sub>E</sub> )

Ic	$\square H$	L	$\square m$	i <sub>c</sub>	i <sub>E</sub>	FS
	[m]	[m]	[kN/mc]			
10	0,00	4,50	43,0000	0.000	0.000	999.900

### Verifica a sollevamento

Simbologia adottata

As	Azione stabilizzante, espressa in [kN]
Ai	Azione instabilizzante, espressa in [kN]
Rp	Resistenza di progetto, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza a sollevamento (rapporto tra As/Ai)

Ic	As	Ai	FS
	[kN]	[kN]	
11	91,57	18,88	4.851

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Paramento

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	1,96	1,96	0,05	0,17	0,00	0,01
3	-0,20	3,92	3,92	0,20	0,43	0,01	0,04
4	-0,30	5,88	5,88	0,46	0,77	0,05	0,10
5	-0,40	7,84	7,84	0,81	1,21	0,11	0,19
6	-0,50	9,80	9,80	1,26	1,73	0,21	0,34

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
7	-0,60	11,76	11,76	1,81	2,33	0,36	0,54
8	-0,70	13,72	13,72	2,46	3,03	0,58	0,81
9	-0,80	15,68	15,68	3,22	3,81	0,86	1,15
10	-0,90	17,63	17,63	4,07	4,68	1,22	1,57
11	-1,00	19,59	19,59	5,02	5,64	1,67	2,09
12	-1,00	19,65	19,65	5,04	5,66	-8,12	-7,71
13	-1,10	23,57	23,57	6,10	6,83	-7,57	-7,08
14	-1,20	27,49	27,49	7,25	8,09	-6,90	-6,34
15	-1,30	31,41	31,41	8,51	9,44	-6,11	-5,47
16	-1,40	35,33	35,33	9,87	10,87	-5,20	-4,45
17	-1,50	39,25	39,25	11,32	12,39	-4,14	-3,29
18	-1,60	43,17	43,17	12,88	14,00	-2,93	-1,97
19	-1,70	47,08	47,08	14,54	15,70	-1,56	-0,49
20	-1,80	51,00	51,00	16,30	17,48	-0,02	1,17
21	-1,90	54,92	54,92	18,16	19,36	1,70	3,01
22	-2,00	58,84	58,84	20,11	21,31	3,61	5,04

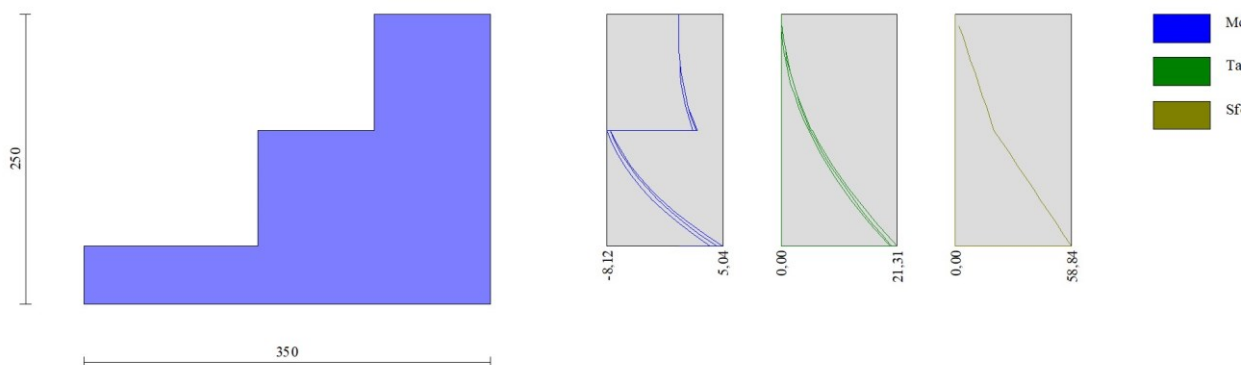


Fig. 19 - Paramento

#### Fondazione

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-3,40	0,00	0,00	0,37	0,49	0,02	0,02
3	-3,30	0,00	0,00	0,81	1,05	0,08	0,10
4	-3,20	0,00	0,00	1,33	1,69	0,18	0,24
5	-3,10	0,00	0,00	1,93	2,40	0,35	0,44

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
6	-3,00	0,00	0,00	2,61	3,19	0,57	0,72
7	-2,90	0,00	0,00	3,36	4,06	0,87	1,08
8	-2,80	0,00	0,00	4,20	5,00	1,25	1,53
9	-2,70	0,00	0,00	5,10	6,02	1,71	2,08
10	-2,60	0,00	0,00	6,09	7,11	2,27	2,74
11	-2,50	0,00	0,00	7,15	8,28	2,93	3,51
12	-2,40	0,00	0,00	8,28	9,52	3,70	4,40
13	-2,30	0,00	0,00	9,45	10,84	4,59	5,41
14	-2,20	0,00	0,00	10,69	12,24	5,61	6,57
15	-2,10	0,00	0,00	12,00	13,71	6,76	7,86
16	-2,00	0,00	0,00	13,38	15,26	8,05	9,31

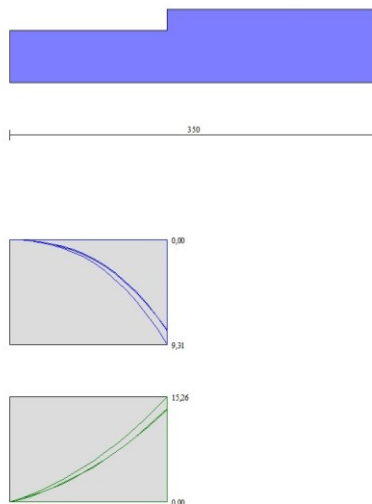


Fig. 20 - Fondazione


### Verifiche strutturali

#### *Paramento in pietrame*

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
As	area sezione reagente espresso in [cmq]
e	eccentricità espresso in [cm]
□	tensione espressa in [kPa]
Rt	resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kN]
Et	Azione orizzontale espressa in [kN]
FSsco	fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
Ms	momento stabilizzante espresso in [kNm]

Mr momento ribaltante espresso in [kNm]  
 FSrib fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

n°	Y	As	e		Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	[cmq]	[cm]	[kPa]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0,00	10000	0,00	0	0,0000	0,0000	100.000	0,0000	0,0000	100.000
2	-0,10	10000	0,56	2	1,9594	0,2356	8.316	0,9797	0,0110	89.178
3	-0,20	10000	1,28	4	3,9188	0,5652	6.933	1,9594	0,0502	39.028
4	-0,30	10000	2,16	6	5,8782	0,9879	5.950	2,9391	0,1270	23.139
5	-0,40	10000	3,20	8	7,8376	1,5027	5.216	3,9188	0,2507	15.634
6	-0,50	10000	4,39	11	9,7970	2,1101	4.643	4,8985	0,4303	11.383
7	-0,60	10000	5,74	14	11,7564	2,8105	4.183	5,8782	0,6753	8.704
8	-0,70	10000	7,25	17	13,7158	3,6039	3.806	6,8579	0,9950	6.893
9	-0,80	10000	8,92	21	15,6752	4,4904	3.491	7,8376	1,3985	5.604
10	-0,90	10000	10,75	25	17,6346	5,4700	3.224	8,8173	1,8953	4.652
11	-1,00	10000	12,73	30	19,5940	6,5427	2.995	9,7970	2,4945	3.927
12	-1,00	17602	-41,33	22	19,6528	6,5670	2.993	29,4596	2,5076	11.748
13	-1,10	20000	-32,10	23	23,5716	7,9231	2.975	33,3784	3,2306	10.332
14	-1,20	20000	-25,10	24	27,4904	9,3723	2.933	37,2972	4,0938	9.111
15	-1,30	20000	-19,46	25	31,4092	10,9146	2.878	41,2160	5,1063	8.072
16	-1,40	20000	-14,71	25	35,3280	12,5499	2.815	45,1348	6,2776	7.190
17	-1,50	20000	-10,55	26	39,2468	14,2783	2.749	49,0536	7,6169	6.440
18	-1,60	20000	-6,79	26	43,1656	16,0997	2.681	52,9724	9,1335	5.800
19	-1,70	20000	-3,32	26	47,0844	18,0142	2.614	56,8912	10,8367	5.250
20	-1,80	20000	5,74	26	51,0032	20,0217	2.547	60,8100	12,7358	4.775
21	-1,90	20000	9,16	30	54,9220	22,1223	2.483	64,7288	14,8401	4.362
22	-2,00	20000	12,49	35	58,8408	24,3160	2.420	68,6476	17,1590	4.001



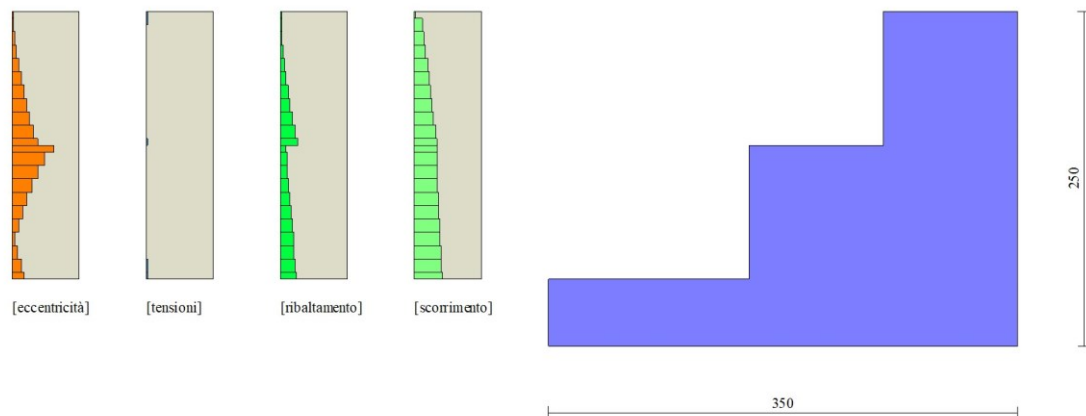


Fig. 21 - Verifiche paramento pietrame (Inviluppo)

## Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kN]

## Computo metrico

	U.M	Quantità	Prezzo unitario	Importo
	.		[Euro]	[Euro]
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1,75	61.97	108.45
Casseformi	[mq]	4.00	13.94	55.76
Scavo a sezione obbligatoria	[mc]	17,50	9.30	162.75
Pietrame riempimento	[mc]	3,00	20.00	60.00
<b>Totale muro</b>				<b>386,96</b>
<b>Totale</b>				<b>386.96</b>

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

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

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

### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.

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

### **Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Terre Leggere S.r.l.
Licenza	AIU4290LJ

### **Affidabilità dei codici di calcolo**

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

### **Modalità di presentazione dei risultati**

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

### **Informazioni generali sull'elaborazione**

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

### **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di

considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

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

Il progettista



## Indice

Premessa	2
Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Culmann	3
Spinta in presenza di falda	4
Spinta in presenza di sisma	4
Verifica a ribaltamento	5
Verifica a scorrimento	6
Verifica al carico limite	6
Riduzione per eccentricità del carico	7
Riduzione per effetto piastra	8
Verifica alla stabilità globale	8
Dati	9
Materiali	9
Calcestruzzo armato	9
Acciai	9
Pietrame	9
Geometria profilo terreno a monte del muro	10
Falda	10
Geometria muro	10
Geometria paramento e fondazione	10
Geometria gradoni	11
Descrizione terreni	12
Stratigrafia	12
Normativa	13
Descrizione combinazioni di carico	14
Dati sismici	16
Opzioni di calcolo	17
	52

Risultati per combinazione	18
Spinta e forze	18
Verifiche geotecniche	20
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	20
Verifica a scorrimento fondazione	21
Verifica a carico limite	22
Dettagli calcolo portanza	22
Verifica a ribaltamento	23
Verifica stabilità globale muro + terreno	24
Dettagli strisce verifiche stabilità	24
Verifica a sifonamento	27
Verifica a sollevamento	27
Sollecitazioni	27
Paramento	27
Fondazione	29
Verifiche strutturali	31
Paramento in pietrame	31
Risultati per inviluppo	39
Spinta e forze	39
Verifiche geotecniche	40
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	40
Verifica a scorrimento fondazione	41
Verifica a carico limite	41
Dettagli calcolo portanza	42
Verifica a ribaltamento	43
Verifica stabilità globale muro + terreno	43
Dettagli strisce verifiche stabilità	43
Verifica a sifonamento	45
Verifica a sollevamento	45
Sollecitazioni	45
Paramento	45
	53

Fondazione	46
Verifiche strutturali	47
Paramento in pietrame	47
Elenco ferri	49
Computo metrico	49
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	49